



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΕΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ορθοκερατολογία - Μια Σύγχρονη Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Σπουδαστές:

**Δημοπούλου Μαρίνα, 487
Μπαλαμπάνης Θεόδωρος, 479
Χαραλαμπάκου Σταματία, 570**

**Επιβλέπων καθηγητής:
Δρ Δημήτρα Μακρυνιώτη**

Αίγιο, 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ & ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η υλοποίηση της πτυχιακής μας εργασίας έγινε στα πλαίσια της εκπόνησης πτυχιακής εργασίας του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδος, Τμήμα Οπτικής-Οπτομετρίας που εδρεύει στο Αίγιο. Για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας μας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε για τη συνεισφορά της τη Δημητρίου Αικατερίνη, Επιμελήτρια Οφθαλμίατρο του Γενικού Νοσοκομείου Καβάλας, καθώς και την επιβλέπουσα καθηγήτριά μας Δρ. Δήμητρα Μακρυνιώτη, Οπτικός & Οπτομέτρης, BSc (Hons), MSc, PhD, Καθηγήτρια Εφαρμογών, για την πολύτιμη βοήθεια και συνεργασία της.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι μια επανεξέταση και παρουσίαση των βιβλιογραφιών, σύγχρονων και μη, για την Ορθοκερατολογία και να αποτελέσει μια αντικειμενική παράθεση των πληροφοριών που συλλέχθησαν.

Στην εργασία αναφέρεται αναλυτικά η ανατομία του οφθαλμού, με τα επιμέρους στοιχεία της. Η λειτουργία της όρασης και τα διαθλαστικά της προβλήματα και η αντιμετώπιση αυτών. Οι φακοί επαφής, η ιστορία τους, η εφαρμογή και η χρήση τους, ο σχεδιασμός, καθώς και οι κανονές υγιεινής και επιπλοκές αυτών. Αναλυτικά παραθέεται η μέθοδος της Ορθοκερατολογίας, η ιστορική αναδρομή, οι αρχές λειτουργίας, ο σχεδιασμός και η εφαρμογή των ορθοκερατολογικών φακών. Οι μέθοδοι μέτρησης, εξέτασης και επιλογής ασθενών για Ορθοκερατολογία. Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της Ορθοκερατολογίας και η σύγκρισή της με τις λοιπές θεραπευτικές μεθόδους και τέλος, μελέτες ορθοκερατολογικών ερευνών.

Εν κατακλείδι, η Ορθοκερατολογία αποτελεί μία εναλλακτική μέθοδο για τη διόρθωση αμετροπίων, αντικαθιστώντας τα κοινά θεραπευτικά μέσα, όπως τα γυαλιά οράσεως, τους συμβατικούς φακούς επαφής και τη χειρουργική διαθλαστική επέμβαση. Είναι ασφαλής και αναστρέψιμη διαδικασία, ωστόσο η διόρθωση που παρέχει είναι προσωρινή και χρήζει συνεχούς συντήρησης. Είναι μια πολύπλοκη μέθοδος και συνεπώς, απαιτεί τη συνεισφορά πολλών επιστημών για τη μελέτη και καθιέρωση της Ορθοκερατολογίας ως μια αξιόπιστη μέθοδο. Παρουσιάζει σημαντικές προοπτικές βελτίωσης, λόγω της συνεχούς εξέλιξης της τεχνολογίας αλλά προς το παρόν, η χρήση της δεν είναι επαρκώς διαδεδομένη, αιτία και ταυτόχρονα, αποτέλεσμα της περιορισμένης βιβλιογραφίας και κλινικών μελετών.

ABSTRACT

The intention of this thesis is the re-evaluation and presentation of recent or older bibliography for Orthokeratology and to constitute an objective disclosure of the information collected.

In the work, the anatomy of the eye and its components are thoroughly referenced. The function of the vision and its refractive errors, as well as addressing them. The contact lenses, their history, their fitting and use, their design and also their hygiene and troubleshooting. A detailed disclosure on the method of Orthokeratology, its historical recursion, operating principles, its design and fitting principles. The examination methods and patient selection for Orthokeratology. The advantages and disadvantages of Orthokeratology and its comparison to the rest of the treatment aids and, finally, studies on Orthokeratology.

In conclusion, Orthokeratology constitutes an alternative method for ametropia correction, replacing the common treatment means, such as eyeglasses, conventional contact lenses and the refractive surgery. It is a safe and reversible procedure, however, the correction it offers is temporary and in need of constant maintenance. It is a complex method and therefore, it requires the contribution of many sciences for the study and establishment of Orthokeratology as a reliable method. It has significant room for improvement, because of the constant development of technology, but for now, its use is not popular enough, a cause and concurrently, a result of the limited bibliography and clinical studies.

Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος & Ευχαριστίες.....	i
Περίληψη - Abstract.....	ii
Πίνακας περιεχομένων.....	iii
Εισαγωγή.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Ο ΟΦΘΑΛΜΟΣ.....	2
1.1 Ανατομία οφθαλμού.....	3
1.1.1 Οφθαλμικός κόγχος.....	4
1.2 Χιτώνες.....	4
1.2.1 Ινώδης χιτώνας.....	5
1.2.2 Αγγειώδης μελαγχρωματικός χιτώνας.....	6
1.2.3 Νεύρινος χιτώνας.....	7
1.3 Πρόσθιο ημιμόριο.....	8
1.3.1 Κερατοειδής χιτώνας.....	8
1.3.2 Σκληροκερατοειδές όριο.....	12
1.3.3 Ίριδα.....	13
1.3.4 Ακτινωτό σώμα.....	14
1.3.5 Υδατοειδές υγρό.....	15
1.3.6 Κρυσταλλοειδής φακός.....	17
1.4 Οπίσθιο ημιμόριο.....	18
1.4.1 Υαλοειδές σώμα.....	18
1.4.2 Αμφιβληστροειδής.....	19
1.4.3 Ωχρά κηλίδα.....	21
1.5 Οπτική οδός.....	21
1.5.1 Πορεία οπτικού ερεθίσματος.....	22
1.5.2 Οπτικό νεύρο.....	23
1.5.3 Οπτικό χίασμα.....	23
1.5.4 Οπτική ταινία.....	24
1.5.5 Έξω γωνιατώδες σώμα.....	24
1.5.6 Οπτική ακτινοβολία.....	25
1.5.7 Οπτικός φλοιός.....	25
1.6 Επικουρικά όργανα.....	26
1.6.1 Επιπεφυκότας.....	26
1.6.2 Δακρυϊκή σύσκευή.....	28
1.6.3 Οφρυές.....	30
1.6.4 Βλέφαρα & βλεφαρίδες.....	31
1.6.5 Οφθαλμοκινητικοί μύες.....	33

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΜΕΤΡΩΠΙΕΣ.....	36
2.1 Υπερμετρωπία.....	36
2.2 Μυωπία.....	39
2.3 Αστιγματισμός.....	41
2.4 Πρεσβυωπία.....	43
2.5 Κερατόκωνος.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ.....	54
3.1 Ιστορική αναδρομή.....	54
3.2 Υλικά κατασκευής.....	57
3.3 Κατασκευή.....	64
3.4 Εφαρμογή.....	66
3.5 Επιπλοκές και προβλήματα.....	70
3.6 Τοποθέτηση και αφαίρεση Σκληρών Φακών.....	72
3.7 Φροντίδα και συντήρηση φακών επαφής.....	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑ.....	77
4.1 Ιστορική αναδρομή.....	77
4.2 Αρχές λειτουργίας.....	83
4.3 Σχεδιασμός & Εφαρμογή.....	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΣΘΕΝΩΝ.....	92
5.1 Διάθλαση.....	92
5.2 Σχισμοειδής λυχνία.....	95
5.3 Κερατομετρία.....	98
5.4 Τοπογραφία κερατοειδούς.....	100
5.5 Επιλογή ασθενών.....	107
5.6 Επανέλεγχος ασθενών.....	112
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑΣ.....	116
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ.....	119
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑΣ.....	126
Λίστα Βιβλιογραφικών Παραπομπών.....	127
Βιβλιογραφία.....	129
Λίστα Ιστοσελίδων.....	131
Λίστα Πηγών Εικόνων.....	132

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παροχή συνεχούς οπτικής διόρθωσης υπήρξε και υπάρχει ως ένας από τους κύριους ερευνητικούς στόχους της επιστήμης της όρασης. Η επιστημονική κοινότητα έχει στην διάθεσή της αρκετά μέσα για την διόρθωση των διαθλαστικών ανωμαλιών, ωστόσο κάθε μια από αυτές έχει τους δικούς της περιορισμούς. Μια μέθοδος, γνωστή από το 1962, αλλά περισσότερο μελετημένη την τελευταία δεκαετία, υπόσχεται πλήρη, προσωρινή διόρθωση με τη χρήση ειδικών φακών επαφής· πρόκειται για την Ορθοκερατολογία (OK). Ο όρος πρώτα χρησιμοποιήθηκε στην αγγλική γλώσσα ως Orthokeratology, αποτελούμενος από τρεις λέξεις: ορθός, κερατοειδής και λόγος. Εν τούτοις, η μέθοδος με την οποία ο κερατοειδής «διορθώνεται» για να επιτευχθεί «ορθότητα» και να μειωθεί το διαθλαστικό σφάλμα. (Nichols, J., Marsich, M., Nguyen, M., Barr, J., Bullimore, M. 2000)

Η αύξηση του ενδιαφέροντος για την μέθοδο αυτή δικαιολογείται βάσει των νέων εξελίξεων, όπως:

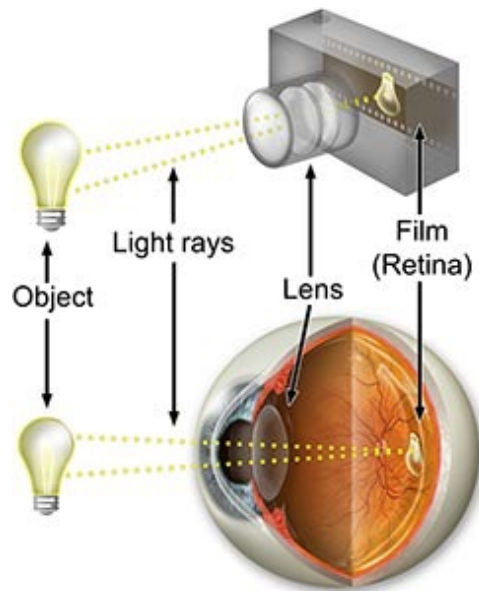
- καλύτερη κατανόηση του πως η ορθοκερατολογία μειώνει την μυωπία και ο τρόπος υπολογισμού της ποσότητας που μειώνεται
- εξελιγμένη κατασκευή και σχεδιασμός φακών επαφής, που δύναται να μειώσουν το διαθλαστικό σφάλμα του ασθενούς χωρίς την ανάγκη πολλών φακών
- θεραπεία καθ' όλη την διάρκεια της νύκτας με αποτέλεσμα ο ασθενής να μην χρειάζεται να φοράει φακούς επαφής ή γυαλιά οράσεως κατά την διάρκεια της ημέρας, και
- η εισαγωγή της τοπογραφίας κερατοειδούς και λογισμικών ορθοκερατολογίας παρέχουν σημαντική βοήθεια στον σχεδιασμό και επιλογή του κατάλληλου φακού και παρακολούθηση της κερατοειδικής αλλαγής.

(Mountford, J., Ruston, D., Dave, T. 2004)

Είναι προφανές πως η ικανότητα βελτίωσης της όρασης ενός ασθενή χωρίς εμφανή βοηθήματα κατά την διάρκεια την ημέρας και συνεπώς, η βελτίωση της ποιότητας ζωής του είναι μια τρομερή εξέλιξη στο πεδίο της φροντίδας των ματιών. Η ορθοκερατολογία δικαίως θεωρείται μια σημαντική και ιδιαίτερη μέθοδος διόρθωσης, καθώς επιτυγχάνει εμμετροπία δίχως την συνεχή χρήση βοηθημάτων ή χειρουργικής επέμβασης.

1. Ο ΟΦΘΑΛΜΟΣ

Ο οφθαλμός ανήκει στο Περιφερικό Νευρικό Σύστημα και αποτελεί το αισθητήριο όργανο της όρασης. Ο οφθαλμός λειτουργεί σαν μια φωτογραφική μηχανή ή για την ακρίβεια η εφεύρεση της φωτογραφικής μηχανής βασίστηκε στη λειτουργία του οφθαλμού. Η απεικόνιση του αντικείμενου στον αμφιβληστροειδή, δηλαδή η αλληλουχία από το αντικείμενο, η διάθλαση από τα οπτικά μέσα και ο σχηματισμός ειδώλου παρομοιάζεται με την λήψη μίας φωτογραφίας. Το φως περνά μέσα από το φακό της φωτογραφικής για να αποτυπωθεί πάνω στο φιλμ έτσι και το φως από κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο περνά μέσα στον οφθαλμό όπου οι ακτίνες συγκεντρώνονται από τον κερατοειδή, το υδατοειδές υγρό και τον κρυσταλλοειδή φακό που λειτουργούν όπως ο φακός της φωτογραφικής μηχανής και στη συνέχεια περνούν από την κόρη, που είναι αντίστοιχη με το διάφραγμα της φωτογραφικής μηχανής, και το υαλοειδές και καταλήγουν να εστιάζονται και να αποτυπώνονται ως εικόνα στον αμφιβληστροειδή όμοια με το φιλμ (Εικόνα 1.).



Εικόνα 1.: Ο οφθαλμός ως φωτογραφική μηχανή.

Το φως διαθλάται στην πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς και του φακού, σχηματίζοντας έτσι ένα ανεστραμμένο είδωλο του αντικείμενου πάνω στον αμφιβληστροειδή ενώ στη συνέχεια η κόρη ρυθμίζει το ποσό της φωτεινής ακτινοβολίας που θα περάσει διαμέσου του φακού στον αμφιβληστροειδή δημιουργώντας έτσι ένα νευρικό ερέθισμα το οποίο μεταφέρεται με την οπτική οδό στον οπτικό φλοιό του ινιακού λοβού στον εγκέφαλο όπου γίνεται και η αποκωδικοποίηση της εικόνας. Το μάτι είναι το όργανο το οποίο ανιχνεύει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, με μήκη κύματος που ανήκουν στην ορατή περιοχή του φάσματος του φωτός.

Το φως λοιπόν εισέρχεται στον οφθαλμό, διαθλάται στα διάφορα μέσα και φτάνει στον αμφιβληστροειδή όπου μετατρέπεται σε νευρικό παλμό που οδεύει με τα νευρικά κύτταρα του οπτικού νεύρου προς τον εγκέφαλο και εκεί γίνεται η επεξεργασία του σήματος και η αντίληψη της εικόνας.

«Όταν παύσει η όραση, ο οφθαλμός δεν είναι πλέον οφθαλμός παρά μόνον στο όνομα, και οι οφθαλμοί δεν διαφέρουν πια από τους οφθαλμούς αγαλμάτων». -Αριστοτέλης (Ασημέλλης, Γ. 2007)

1.1 Ανατομία του οφθαλμού

Ο οφθαλμός έχει σφαιρικό σχήμα και βρίσκεται προστατευμένος μέσα σε μια οστέινη κοιλότητα που ονομάζεται οφθαλμικός κόγχος. Ο βολβός του οφθαλμού συνίσταται από δύο τμήματα. Το πρόσθιο τμήμα είναι διαφανές και αποτελεί το 1/6 του βολβού με ακτίνα καμπυλότητας 8mm. Το οπίσθιο τμήμα είναι αδιαφανές και αποτελεί τα 5/6 του βολβού με ακτίνα καμπυλότητας 12mm. Η προσθιοπίσθια διάμετρος του οφθαλμού έχει μήκος ~24 mm.

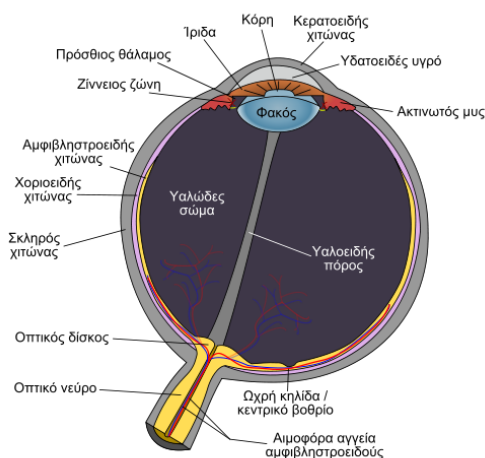
Ο βολβός του οφθαλμού αποτελείται από τρεις χιτώνες τον ινώδη, ο οποίος απαρτίζεται από τον σκληρό και τον κερατοειδή, τον αγγειώδη, ο οποίος αποτελείται από τον χοριοειδή, το ακτινωτό σώμα και την ίριδα, και τέλος, τον νεύρινο χιτώνα ή αλλιώς αμφιβληστροειδή.

Τα διαθλαστικά μέσα του οφθαλμού αποτελούν ο κερατοειδής, το υδατοειδές υγρό, ο φακός και το υαλοειδές σώμα. (Εικόνα 1.1)

Η κίνηση και η στήριξη του οφθαλμού επιτυγχάνεται με τους οφθαλμοκινητικούς μύες. Οι οφθαλμοκινητικοί μύες είναι έξι, εκ των οποίων τέσσερις ορθοί και δύο λοξοί.

Σημαντικοί ανατομικοί παράγοντες για την ορθή λειτουργία του οφθαλμού αποτελούν τα επικουρικά όργανα δηλαδή τα βλέφαρα, ο επιπεφυκότας και η δακρυϊκή συσκευή ενώ επίσης περιοχές του αμφιβληστροειδή μεγάλης σημασίας. (Φωτεινάκης, Β., Πατέρας, Ε., Χανδρινός, Α. 2000)

Ανατομικά στοιχεία ενδιαφέροντος για την Ορθοκερατολογία, λόγω της εφαρμογής φακών επαφής, αποτελούν τα εξής: το δακρυϊκό φιλμ, ο επιπεφυκότας και ο κερατοειδής.



Εικόνα 1.2: Ανατομικά στοιχεία του οφθαλμού.

1.1.1 Οφθαλμικός Κόγχος

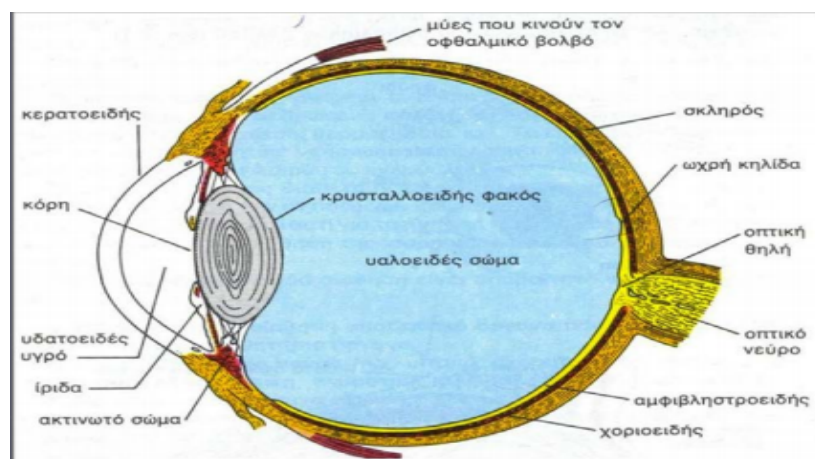
Ο οφθαλμικός κόγχος έχει σχήμα πυραμίδας και διάμετρο ~25mm. Τον οφθαλμικό κόγχο συντελούν το μετωπιαίο οστό, το ζυγωματικό, η άνω γνάθος, το ηθμοειδές οστό, το σφηνοειδές οστό, το υπερίο και το δακρυϊκό οστό. Ο οφθαλμικός κόγχος στο μεγαλύτερο μέρος του αποτελείται από λίπος, από μύες που κινούν και στηρίζουν τον οφθαλμό, από νεύρα που νευρώνουν τους μύες, ενώ τον διαπερνούν το οπτικό νεύρο και η οφθαλμική αρτηρία η οποία εισέρχεται από το οπτικό τρήμα στο κόγχο. (Εικόνα 1.1.1) (Drake, R. L., Vogl, W., Mitchell, A. W. M. 2007)



Εικόνα 1.1.1: Οφθαλμικός κόγχος.

1.2 Χιτώνες

Τα ανατομικά στοιχεία του οφθαλμού που βρίσκονται εσωτερικά περιβάλλονται από τα τοιχώματα του, των οποίων η δομή αποτελείται από τρεις χιτώνες: μια εξωτερική ινώδη στιβάδα, μια ενδιάμεση αγγειώδη στιβάδα και μια εσωτερική, την στιβάδα του αμφιβληστροειδούς (εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2: Οι χιτώνες του οφθαλμού.

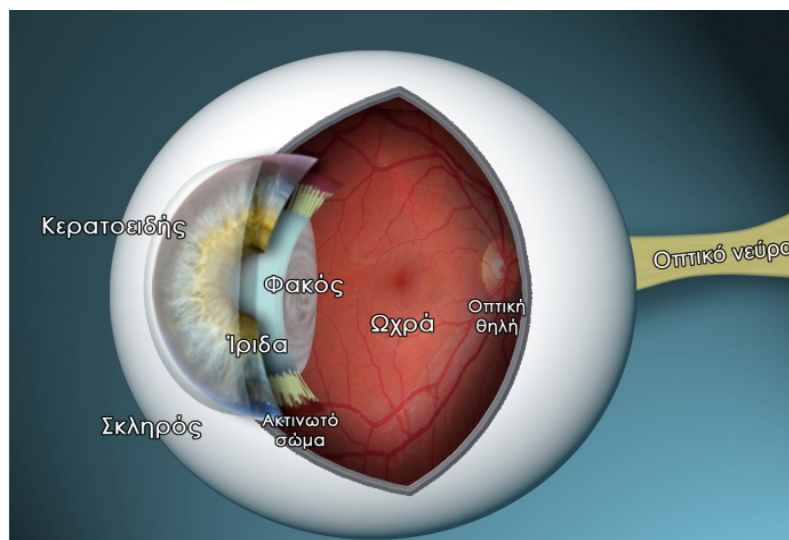
1.2.1 Ινώδης χιτώνας

Η εξωτερική ινώδης στιβάδα ονομάζεται Ινώδης χιτώνας και συντελείται από το σκληρό και από τον κερατοειδή. (Εικόνα 1.2.1)

Ο σκληρός (το λευκό του ματιού) είναι ένα αδιαφανές και ανθεκτικό περίβλημα με πυκνό συνδετικό ιστό από ινίδια κολλαγόνου. Ο ρόλος του σκληρού είναι η διατήρηση του σχήματος και η προστασία του οφθαλμού ενώ αποτελεί και σημείο κατάφυσης των οφθαλμικών κινητικών μυών. Το πάχος του σκληρού είναι ~1mm και λεπταίνει μέχρι τα 0,3mm στο σημείο κατάφυσης των ορθών οφθαλμικών μυών. Στο πρόσθιο τμήμα του ο σκληρός περιβάλλεται από τον βολβικό επιπεφυκότα και φτάνει μέχρι το σκληροκερατοειδές όριο που είναι το σημείο όπου ο σκληρός δίνει τη θέση του στον κερατοειδή. Στο οπίσθιο τμήμα του ο σκληρός διαπερνάται από το οπτικό νεύρο, στο σημείο αυτό αδυνατίζει με αποτέλεσμα σε περιπτώσεις αυξημένης ενδοφθάλμιας πίεσης να παρατηρείται οίδηματώδης οπτικός δίσκος. Η νεύρωση του σκληρού γίνεται οπίσθια από τα βραχεία ακτινοειδή νεύρα και πρόσθια από τα μακρά ακτινοειδή νεύρα. Η αιμάτωση του σκληρού γίνεται κατά κύριο λόγο από τις πρόσθιες και οπίσθιες ακτινοειδείς αρτηρίες. Οι στιβάδες στις οποίες διαιρείται ο σκληρός είναι α) επισκλήριο, β) σκληρό στρώμα, γ) φαιό πέταλο. (Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

Ο κερατοειδής είναι διαφανής γεγονός που οφείλεται στην ειδική διάταξη των ινών κολλαγόνου και συνίσταται από ινώδη ιστό. Αποτελεί την διαθλαστικότερη επιφάνεια του οφθαλμού με δείκτη διάθλασης $n=1,376$ και είναι υπεύθυνος για την ακριβή εστίαση των ακτίνων φωτός στον αμφιβληστροειδή. Το σχήμα του κερατοειδούς είναι ελαφρώς ελλειπτικό ενώ σε πρόσθια άποψη είναι κυρτός. Ο κερατοειδής είναι λεπτότερος στο κέντρο και παχύτερος στα άκρα.

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)



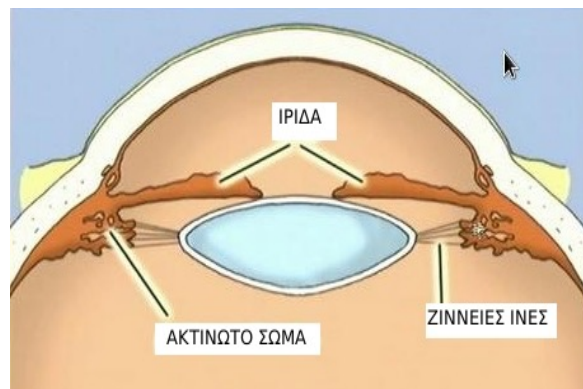
Εικόνα 1.2.1: Ινώδης χιτώνας

1.2.2 Αγγειώδης μελαγχρωματικός χιτώνας

Ο αγγειώδης μελαγχρωματικός ή ραγοειδής χιτώνας αποτελείται από μπρός προς τα πίσω από α) την ίριδα, β) το ακτινωτό σώμα και γ) το χοριοειδή ως μια συνεχή δομή.

Η ίριδα είναι ένα έγχρωμο διάφραγμα με μία οπή στο κέντρο της, την κόρη. Αποτελεί το όριο που χωρίζει το χώρο μεταξύ κερατοειδούς και φακού σε πρόσθιο και οπίσθιο θάλαμο. Η διάμετρος της ίριδας είναι ~12 mm και το χρώμα της ποικίλλει λόγω των χρωστικών ουσιών που βρίσκονται στα κύτταρα της.

Το ακτινωτό σώμα αποτελεί συνέχεια του χοριοειδούς πρόσθια. Θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένας κυκλικός δακτύλιος στο πρόσθιο μέρος του σκληρού. Έχει πλάτος ~6mm. Δομικά το ακτινωτό σώμα αποτελείται από α) το ακτινωτό επιθήλιο β) το στρώμα και γ) τον ακτινωτό μυ. (Εικόνα 1.2.2)



Εικόνα 1.2.2: Το ακτινωτό σώμα.

Ο χοριοειδής είναι ένα λεπτό αγγειακό στρώμα που επενδύει εσωτερικά την επιφάνεια του σκληρού. Αποτελείται από μεγάλο αριθμό αγγείων και εκτείνεται από το οπτικό νεύρο οπίσθια έως το ακτινωτό σώμα πρόσθια. Το πάχος του είναι μεγαλύτερο οπίσθια ~0,22mm και λεπταίνει πρόσθια ~0,1mm. Η εσωτερική επιφάνεια του είναι λεία και στενά συνδεδεμένη με το μελάγχρουν επιθήλιο του αμφιβληστροειδούς ενώ η εξωτερική επιφάνεια του είναι τραχεία και στενά συνδεδεμένη με το σκληρό στην περιοχή του οπτικού νεύρου. Η βασική λειτουργία του χοριοειδούς είναι να τρέφει εξωτερικά τον αμφιβληστροειδή με τα αγγεία του, ενώ θεωρείται πως η αιματική ροή στις χοριοειδικές αρτηρίες συμβάλλει στη ρύθμιση της ενδοφθάλμιας πίεσης. Επίσης περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό κυττάρων στα οποία περιέχονται χρωστικές ουσίες με αποτέλεσμα να απορροφούνται περίσσιες ακτίνες φωτός που εισέρχονται στον αμφιβληστροειδή εμποδίζοντας έτσι πιθανές αντανάκλασεις. Μεταξύ σκληρού και χοριοειδούς αναπτύσσεται ένα δυνητικό διάστημα, το οποίο ονομάζεται περιχοριοειδές διάστημα και αποτελείται από συνδετικό ιστό, ενώ το διατρέχουν ακτινοειδή νεύρα και αγγεία. Δομικά ο χοριοειδής αποτελείται από τρεις στιβάδες α) την αγγειώδη στιβάδα β) τη χοριοτριχοειδική στιβάδα και γ) τη μεμβράνη του Brunch. Η αιμάτωση και η νεύρωση του χοριοειδούς γίνεται από τις ακτινοειδείς αρτηρίες και τα βραχέα και μακρά ακτινοειδή νεύρα αντίστοιχα.

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

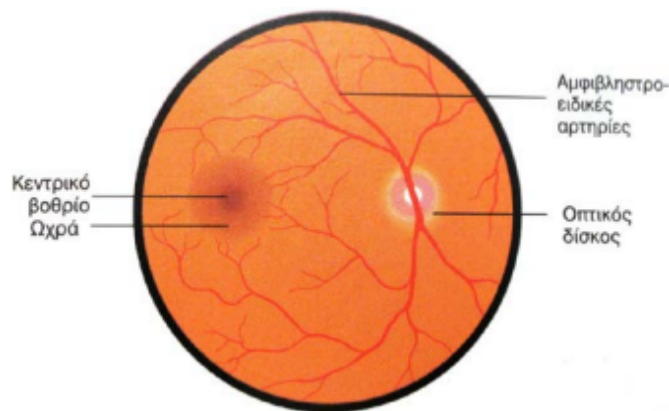
(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

1.2.3 Νεύρινος χιτώνας – Αμφιβληστροειδής

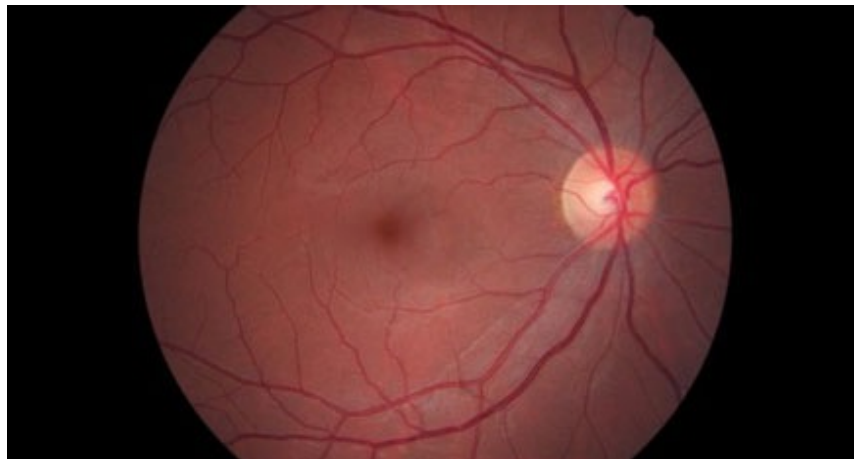
Ο αμφιβληστροειδής αποτελεί τον αισθητηριακό χιτώνα πάνω στον οποίο δημιουργούνται τα νευρικά ερεθίσματα τα οποία μεταφέρονται μέσω της οπτικής οδού στον εγκέφαλο όπου λαμβάνει χώρα η τελική επεξεργασία για την αποκωδικοποίηση της εικόνας. Ο αμφιβληστροειδής περιέχει δύο είδη φωτοδεκτικών κυττάρων τα ραβδία και τα κωνία, τα μεν ραβδία είναι υπεύθυνα για την όραση σε χαμηλό φωτισμό και παράγουν ασπρόμαυρα είδωλα τα δε κωνία είναι υπεύθυνα για την όραση σε έντονο φως και παράγουν έγχρωμη όραση. Εξειδικευμένες περιοχές του αμφιβληστροειδούς αποτελούν α) η ωχρά κηλίδα, β) το κεντρικό βοθρίο και γ) ο οπτικός δίσκος ή τυφλό σημείο (ή κηλίδα). (Εικόνα 1.2.3.1 & 1.2.3.2)

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)



Εικόνα 1.2.3.1: Ο αμφιβληστροειδής.

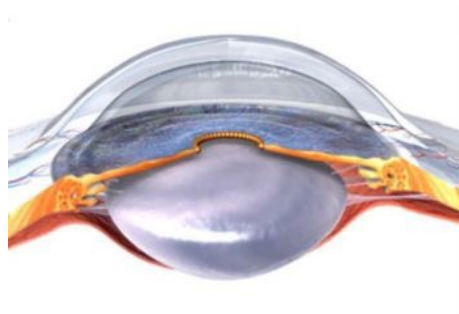


Εικόνα 1.2.3.2: Ο αμφιβληστροειδής σε βυθοσκόπηση.

1.3 Πρόσθιο Ημιμόριο

Ο οφθαλμός χωρίζεται στο πρόσθιο και οπίσθιο ημιμόριο. Το πρόσθιο ημιμόριο ορίζεται από τον κερατοειδή έως τον κρυσταλλοειδή φακό και περιλαμβάνει τον πρόσθιο και τον οπίσθιο θάλαμο. Ο πρόσθιος θάλαμος ορίζεται από τον κερατοειδή έως το πρόσθιο μέρος της ίριδας. Ο οπίσθιος θάλαμος ορίζεται από το πίσω μέρος της ίριδας και τον φακό. (Εικόνα 1.3.1 & 1.3.2)

(Ασημέλλης, Γ. 2007)



Εικόνα 1.3.1: Απεικόνιση προσθίου ημιμορίου.



Εικόνα 1.3.2: Μέρη προσθίου και οπίσθιου θαλάμου.

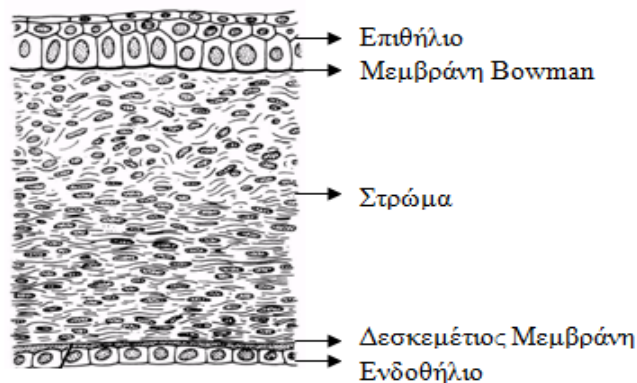
1.3.1 Κερατοειδής

Ο κερατοειδής είναι ο διαφανής, ανάγγειος χιτώνας ο οποίος καλύπτει το 1/6 του οφθαλμικού βολβού και συνέχεια με το σκληρό στο σκληροκερατοειδές όριο αποτελώντας προστατευτικό φραγμό για τον οφθαλμό. Το σχήμα του κερατοειδούς είναι ελλειπτικό και σε πρόσθια άποψη είναι κυρτός. Ο κερατοειδής είναι λεπτότερος στο κέντρο του $\sim 0,5\text{mm}$ και παχύτερος στη περιφέρεια $\sim 1,2\text{mm}$. Η πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς είναι $\sim 7,7\text{mm}$ ενώ η οπίσθια είναι $\sim 6,5\text{mm}$. Ο δείκτης διάθλασης του κερατοειδούς είναι 1,336 και αποτελεί την κύρια δομή που είναι υπεύθυνη για την διάθλαση του εισερχόμενου φωτός στον οφθαλμό. Αναφορικά με την δομή του, ο κερατοειδής απαρτίζεται από πέντε στιβάδες: 1) το επιθήλιο, 2) τη μεμβράνη του Bowman, 3) το στρώμα ή κύρια ουσία, 4) τη μεμβράνη του De-

scement, 5) το ενδοθήλιο. (Εικόνα 1.3.1.1)

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000),

(Ξανθοπούλου, Ε., Ξανθοπούλου, Κ., Διάφας, Α., Αλμαλιώτης, Δ. 2013)



Εικόνα 1.3.1.1: Η δομή του κερατοειδούς

Το επιθήλιο είναι η πρώτη στιβάδα του κερατοειδούς η οποία έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Το πάχος του επιθηλίου είναι ~50μm και αποτελεί μια μη κερατινοποιημένη στιβάδα από πλακώδη κύτταρα η οποία απαρτίζεται από πέντε στιβάδες κυττάρων. Τα κύτταρα στην επιφάνεια του επιθηλίου είναι επίπεδα, μη κερατινοποιημένα και εμπύρνηνα σε αντίθεση με τα εν τω βάθει τα οποία είναι κυλινδρικά. Στο σκληροκερατοειδικό όριο το επιθήλιο γίνεται παχύτερο και αποτελείται από δέκα στιβάδες. Οι κυτταρικές στιβάδες διακρίνονται σε τρία μέρη.

Τα εν τω βάθει βασικά κύτταρα του επιθηλίου οργανώνονται σε μια στιβάδα και αποτελούν την βασική στιβάδα του επιθηλίου. Σχηματικά είναι κυλινδρικά και μακρόστενα με μετατοπισμένο πυρήνα προς την κορυφή του κυττάρου. Τα βασικά κύτταρα είναι τα μόνα τα οποία αναπαράγονται. Η βασική στιβάδα είναι η σημαντικότερη αφού από αυτήν παράγονται τα νέα επιθηλιακά κύτταρα. Ο πολλαπλασιασμός των επιθηλιακών κυττάρων πραγματοποιείται κυρίως στην περιφέρεια του κερατοειδούς και συγκεκριμένα στο σκληροκερατοειδικό όριο. Τα βασικά κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους με ημιδεσμοσώματα με την βασική μεμβράνη, η σύνδεση αυτή αποτρέπει την αποκόλληση του επιθηλίου του κερατοειδούς. Η βασική μεμβράνη αποτελείται από ινίδια κολλαγόνου τύπου IV και είναι ισχυρά προσκολλημένη στην μεμβράνη του Bowman.

Πάνω από τα βασικά κύτταρα βρίσκεται το μέσο τμήμα του επιθηλίου το οποίο σχηματίζεται από δύο έως τρεις στιβάδες κυττάρων. Τα κύτταρα της μέσης ζώνης του επιθηλίου έχουν πολυεδρικό σχήμα με κυρτή πρόσθια επιφάνεια και κοίλη την οπίσθια, ενώ οι πυρήνες τους έχουν ωοειδές σχήμα και είναι γνωστά ως πτερυγοειδή κύτταρα (wing cells) λόγω σχήματος. Τα κύτταρα αυτά αποπλατύνονται προς την επιφάνεια. Τα γειτονικά κύτταρα συνδέονται με δεσμοσώματα ενώ προς τα πλάγια εμφανίζουν δακτυλοειδείς προεκβολές επιτρέποντας έτσι την διακυτταρική επικοινωνία.

Η επιπολής κυτταρική στιβάδα, το τρίτο και πιο εξωτερικό τμήμα του επιθηλίου αποτελείται από δύο έως τρεις στιβάδες κυττάρων. Τα κύτταρα είναι αποπλατυσμένα, με οριζόντιους πυρήνες που συνδέονται μεταξύ τους με δεσμοσώματα. Εξωτερικά φέρουν μικρολάχνες και μικροπτυχώσεις που φτάνουν εντός της δακρυϊκής στιβάδας και

συμβάλλουν στην συγκράτηση αυτής. Όταν τα επιφανειακά κύτταρα του επιθηλίου γερνούν, καταργούνται οι συνδέσεις τους και σκορπίζονται στα δάκρυα. Τα επιθηλιακά κύτταρα διατρέχονται από αμύελες νευρικές απολήξεις των αισθητικών νευρικών ιστών οι οποίες είναι ευαίσθητες στον πόνο. Τα επιθηλιακά κύτταρα επιβιώνουν για επτά ημέρες και στην συνέχεια απομακρύνονται με τη διαδικασία της απόπτωσης και της απολέπισης. Έχει υπολογισθεί ότι τα επιφανειακά κύτταρα του κερατικού επιθηλίου ανανεώνονται κάθε εβδομάδα. Νέα κύτταρα σχηματίζονται στη βασική κυτταρική στιβάδα στο ΣΚΟ με μιτωτική διαίρεση και πραγματοποιούν κεντρομόλο αμοιβαδοειδή κίνηση από την περιφέρεια του κερατοειδούς προς το κέντρο. Ισοδύναμα το επιθήλιο βυθίζεται προς το ΣΚΟ σε αχτινωτές πτυχές παρέχοντας αυξημένη επιφάνεια για τα βασικά κύτταρα, κατάλληλη για παραγωγή νέων κυττάρων.

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

(Ξανθοπούλου, Ε., et. al. 2013)

Η δεύτερη στιβάδα του κερατοειδούς είναι η μεμβράνη του Bowman ή αλλιώς είναι γνωστή με το όνομα πρόσθιο αφοριστικό πέταλο. Η στιβάδα αυτή εντοπίζεται κάτω από την κεντρική μεμβράνη του επιθηλίου. Το πάχος της είναι 8-10μm. Είναι ένας υμένας που δεν έχει κύτταρα και απαρτίζεται από ίνες κολλαγόνου οι οποίες είναι διαπλεκόμενες και βρίσκονται μέσα σε μια μεσοκυττάρια ουσία. Η μεμβράνη του Bowman σταματάει στο σκληροκερατοειδές όριο και η εν τω βάθει επιφάνειά της ενώνεται με την τρίτη στιβάδα του κερατοειδούς, το στρώμα.

Η ιδίως ουσία ή στρώμα αποτελεί την τρίτη στιβάδα του κερατοειδούς. Καλύπτει ένα μεγάλο ποσοστό πάχους του κερατοειδούς. Είναι μία διαφανής, ινώδης και συμπαγής στιβάδα που απαρτίζεται από πολλά πέταλα ινών κολλαγόνου. Η πορεία των ινών αυτών είναι προς την επιφάνεια. Σε ένα καθορισμένο πέταλο η πορεία των ινών κολλαγόνου είναι η ίδια, η κατεύθυνση όμως των ινιδίων των γειτονικών πετάλων δημιουργούν ορθή γωνία. Τα ινίδια συγκρατούν τα πέταλα περνώντας από το ένα στο άλλο. Τα ινίδια κολλαγόνου είναι πιο μεγάλα στην οπίσθια μοίρα του κερατοειδούς. Στα γειτονικά πέταλα βρίσκονται και αποπλατυσμένοι ινοβλάστες με αποφυάδες.

Η τέταρτη στιβάδα όπου αποτελεί και την βασική μεμβράνη του ενδοθηλίου είναι η δεσκεμέτιος μεμβράνη ή αλλιώς οπίσθιο αφοριστικό πέταλο. Εντοπίζεται στην πίσω επιφάνεια της ιδίως ουσίας. Είναι ισχυρή και ομοιογενής. Το πάχος της είναι μεγαλύτερο από αυτό του ενδοθηλίου και είναι αφορισμένη από το στρώμα. Αν ραγίσει ανοίγει μέσα στον πρόσθιο θάλαμο και χωρίζεται από το στρώμα και το ενδοθήλιο. Αποτελείται από λεπτά κολλαγόνα ινίδια σε μορφή εξαγώνου και είναι βυθισμένα σε μητρική ουσία. Στον πρόσθιο θάλαμο της περιφέρειας του κερατοειδούς υπάρχουν μικρές προεξοχές της στιβάδας αυτής. Αυτές οι προεξοχές ονομάζονται σωμάτια Hassal-Henle και είναι καλυμένες με ενδοθήλιο. Η δεσκεμέτιος μεμβράνη τερματίζεται στο σκληροκερατοειδές όριο και συνεχίζει στον ιστό του ηθμού που βρίσκεται στο σωλήνα του Schlemm. Η γραμμή του Schwalbe αποτελεί το πρόσθιο δακτυλοειδές όριο του ηθμού.

Το ενδοθήλιο αποτελεί την τελευταία στιβάδα του κερατοειδούς. Είναι μονή στιβάδα. Διακατέχεται από αποπλατυσμένα κύτταρα τα οποία έχουν πολυγωνικό σχήμα και οι μεμβράνες αυτές συνδέονται μεταξύ τους με αλληλοπροσεκβολές. Αποτελείται από μιτοχόνδρια, από ένα ενδοπλασματικό δίκτυο καθώς και από μία συσκευή Golgi. Είναι

ένδειξη ότι το ενδοθήλιο συμμετέχει ενεργά στη σύνθεση και τη μεταφορά του υγρού. Τα κύτταρα της στιβάδας αυτής καλύπτουν την πίσω επιφάνεια της δεσκεμετείου μεμβράνης και στην συνέχεια ενώνονται με τα ενδοθηλιακά κύτταρα που καλύπτουν την ιριδοκερατική γωνία και την πρόσθια επιφάνεια της ίριδας. Τα κύτταρα συνδέονται με σφιχτές ενώσεις και στις επιφάνειες που είναι ελεύθερες σχηματίζουν μικρολάχνες. Τα κύτταρα βοηθούν στην ενυδάτωση του κερατοειδούς μέσω ενός φραγμού που ελαττώνει την είσοδο νερού από το υδατοειδές υγρό με κατεύθυνση την ιδίως ουσία και μέσω ενός μηχανισμού ενεργητικής μεταφοράς.

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

Ο ρόλος του κερατοειδή μπορεί να περιγραφεί σύντομα ως προστασία και διάθλαση για το οφθαλμικό σύστημα. Η προστασία που παρέχει ο κερατοειδής είναι πολύ σημαντική. Χάρει στη διάταξη και σκληρότητα των ινών κολλαγόνου του αποτελεί ένα ανθεκτικό, διάφανο τείχος προστασίας για τα ευαίσθητα και εύθραυστα εσωτερικά τμήματα του οφθαλμού.

Το κερατοειδικό επιθήλιο, όντας η πρώτη επιφάνεια του οφθαλμικού συστήματος, υπόκειται σε πολλές εξωτερικές, βλαβερές περιπτώσεις καθώς και παθολογικές προσβολές. Το επιθήλιο μπορεί και καταφέρνει να χειρίζεται αυτές τις δύσκολες καταστάσεις παράγοντας και εξαλείφοντας κύτταρα, διατηρώντας παράλληλα σταθερές τις συνδέσεις του. Το δακρυϊκό φιλμ συμβάλλει στη διατήρηση του περιβάλλοντος των επιθηλιακών κυττάρων. Η ζημιά στο επιθήλιο επισκευάζεται γρήγορα χάρει στα βλαστοκύτταρα του, μέσα σε τρεις έως πέντε ημέρες. Τραυματισμοί και εκδορές είναι συχνά φαινόμενα στον κερατοειδή. Τραυματισμός στο επιθήλιο είναι αρκετά επίπονος, καθώς ο κερατοειδής νευρώνεται πλούσια και είναι πολύ ευαίσθητος. Οι αμύελοι άξονες των νεύρων του έχουν ευαισθησία στο άλγος και το κρύο.

Ένα άλλο, τρίτο είδος προστασίας είναι η προστασία από το φως. Ο κερατοειδής, όπως και ο φακός, λειτουργεί ως ένα φασματικό φίλτρο που προστατεύει τον αμφιβληστροειδή από την τοξική UV ακτινοβολία.

(Ruberti, J., Roy, A., Roberts, C. 2011)

Η διάθλαση του οφθαλμικού συστήματος στηρίζεται πρωτίστως στον κερατοειδή, καθώς αυτός είναι το σημαντικότερο διαθλαστικό του μέσω. Η μεγάλη του διαθλαστική ισχύ οφείλεται στην πρόσθια επιφάνειά του, με δείκτη διάθλασης $n=1.38$.

Με την πάροδο του χρόνου, καθώς προοδεύει η ηλικία, ο κερατοειδής σταδιακά χάνει την διαφάνειά του και μπορεί να αναπτύξει περιοχές με θολερότητα στα βαθύτερα τμήματά του, λόγω συμπύκνωσης. Το πάχος της μεμβράνης του Bowman και της δεσκεμέτειου αυξάνεται. Λευκά περιφερικά τόξα εμφανίζονται, το λεγόμενο γεροντότοξο, σε απόσταση 1mm από το σκληροκερατοειδές όριο. Εν τέλει, τα τόξα ενώνονται και σχηματίζουν έναν κύκλο. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας διηθήσεων με λιπίδια, σχεδόν σε όλους τους ανθρώπους άνω των 60.

Επίσης, προεξοχές που ονομάζονται σωμάτια Hassal-Henle μπορεί να εμφανιστούν στην περιφέρεια της δεσκεμέτειου, αλλά δεν επηρεάζουν την όραση συνήθως.

Το στρώμα του κερατοειδούς περιέχει ιστικό υγρό, το οποίο διατηρείται από το επιθήλιο και ενδοθήλιο. Η δίοδος δακρύων εντός του κερατοειδούς, καθώς και η έξοδος ιστικού υγρού στη δακρυϊκή στιβάδα, αποτρέπεται από τα ενωτικά συμπλέγματα μεταξύ των

επιθηλιακών κυττάρων. Η διέλευση υδατοειδούς υγρού περιορίζεται από το ενδοθήλιο. Αν υπάρξει τραυματισμός σε κάποιο από αυτά τα στρώματα, θα έχει ως αποτέλεσμα ένα οίδημα του κερατοειδούς. Αν συμβεί νέκρωση των κυττάρων της επιφάνειας, η μεμβράνη του Bowman μπορεί να αποτρέψει την επέκταση σε άλλα στρώματα. Τα χάσματα μεταξύ των ενδοθηλιακών κυττάρων μπορεί να υποστούν διάνοιξη λόγω υψηλής ενδοφθάλμιας πίεσης, έτσι ώστε το υδατοειδές υγρό να περάσει μέσα από το στρώμα και να συσσωρευθεί κάτω και μεταξύ των επιθηλιακών κυττάρων.
(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.3.2 Σκληροκερατοειδές όριο (ΣΚΟ)

Το σκληροκερατοειδές όριο είναι το όριο μεταξύ κερατοειδούς και σκληρού χιτώνα. Αποτελεί μία σημαντική ανατομική και λειτουργική περιοχή για τον οφθαλμίατρο. Το εύρος του κυμαίνεται από 1,5-2,00 mm, με μία μικρή αύλακα που ονομάζεται επιπολής σκληραία αύλακα. Η επιπολής σκληραία αύλακα βρίσκεται στην εξωτερική επιφάνεια. Άλλη τέτοια αύλακα βρίσκεται στην εξωτερική επιφάνεια γνωστή ως εν τω βάθει σκληραία αύλακα, η οποία περιέχει το σωλήνα του Schlemm. Ο σωλήνας του Schlemm είναι δικτυωτός και φλεβώδης κόλπος. Το οπίσθιο χείλος της εν τω βάθει σκληραίας αύλακας σχηματίζει τον σκληραίο πτερνηστήρα, ο οποίος αποτελείται από σκληρικό ιστό.

Στο μπροστινό τμήμα του σκληραίου πτερνηστήρα προσφύεται το ηθμοειδές δικτυωτό. Το πίσω μέρος του πτερνηστήρα δίνει πρόσφυση στον ακτινωτό μυ.

Ο φλεβώδης κόλπος του σκληρού που είναι ο σωλήνας του Schlemm είναι ντυμένο με ενδοθήλιο κανάλι, όπου έχει κυκλοτερή πορεία προς το σκληροκερατοειδές όριο. Ο σωλήνας του Schlemm χωρίζεται σε κλαδούς, όπου στη συνέχεια οι κλάδοι αυτοί συνδέονται ξανά. Εντοπίζεται στην εν τω βάθει σκληραία αύλακα. Προς τα πίσω ο σωλήνας του Schlemm συνδέεται με τον σκληραίο πτερνηστήρα. Το έσω τοίχωμα έρχεται σε επαφή με τον ηθμό και τον πρόσθιο θάλαμο. Δεν υπάρχει όμως άμεση επικοινωνία μεταξύ ηθμού ή προσθίου θαλάμου. Ο αυλός του φλεβώδους κόλπου διαχωρίζεται από την ηθμοειδή δίοδο μέσω του ενδοθηλίου του κόλπου, του συνδετικού ιστού των τοιχωμάτων του κόλπου και του ενδοθηλίου των διόδων. Με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο για την εξέταση των ενδοθηλιακών κυττάρων, δείχνουν διάφορα κενοτόπια στο κυτταρόπλασμα.

Τα κενοτόπια αυτά παίζουν ρόλο στην αποχέτευση του υδατοειδούς υγρού στο πρόσθιο τμήμα του οφθαλμού. Ο σωλήνας του Schlemm αποχετεύεται από 25-35 σωληνάκια τα οποία φθάνουν στο εν τω βάθει σκληρικό φλεβικό πλέγμα. Το εν τω βάθει σκληρικό πλέγμα αποχετεύεται από τις πρόσθιες ακτινοειδείς φλέβες. Κάποια από αυτά τα σωληνάκια προσπερνούν το σκληρικό φλεβικό πλέγμα και πηγαίνουν κατευθείαν στις φλέβες του επιπεφυκότα κοντά στο σκληροκερατοειδές όριο, μέσω του σκληρού χιτώνα. Αυτές οι φλέβες ονομάζονται υδάτινες καθώς περιέχουν υδατοειδές υγρό και όχι αίμα. Αυτές οι υδάτινες φλέβες μπορούν να γίνουν εμφανείς με τη σχισμοειδή λυχνία.
(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.3.3 Ίριδα

Η ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στον οφθαλμό συντελείται από την ίριδα του οφθαλμού. Ανάλογα με την ποσότητα του φωτός η ίριδα διαστέλλεται όταν υπάρχει λιγιστό φως και συστέλλεται όταν το φώς είναι άφθονο. Αυτή η διαδικασία βοηθάει την όραση και στην αίσθηση του βάθους.

Η ίριδα ή αλλιώς ίρις έγκειται μεταξύ του κερατοειδούς χιτώνα και του κρυσταλλοειδούς φακού, στο μέσω της οποίας βρίσκεται το άνοιγμα της κόρης. Όπως προαναφέρθηκε, ο ρόλος της είναι να ρυθμίζει τη ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στον οφθαλμό για να φτάσει στον αμφιβληστροειδή. Η ρύθμιση αυτή οφείλεται στο μυϊκό ιστό που βρίσκεται στην ίριδα. Ο μυϊκός ιστός απαρτίζει μέρος του χοριοειδούς χιτώνα.

Η ίριδα αποτελεί το χρωματιστό τμήμα του οφθαλμού για αυτό και συναντούμε διαφόρων ειδών χρώματα στους οφθαλμούς. (Εικόνα 1.3.3.1, Εικόνα 1.3.3.2) Το χρώμα της ίριδας εξαρτάται από τη μελανίνη. Από τη μελανίνη εξαρτάται το χρώμα του δέρματος και των μαλλιών μας. Μια πάθηση της ίριδας που συναντούμε είναι η ιριδίτιδα, μια φλεγμονή. Άλλη μία πάθηση, που οφείλεται στην μελανίνη, είναι η ετεροχρωμία, δηλαδή σε κάποιους ανθρώπους μπορεί το χρώμα του ενός οφθαλμού να είναι διαφορετικό από του άλλου.



Εικόνα 1.3.3.1: Μπλε ίριδα ματιού.



Εικόνα 1.3.3.2: Ανοιχτή καστανή ίριδα ματιού.

Η ίριδα ανάλογα με την ποσότητα του φωτός διατελλεί δύο βασικές λειτουργίες, τη συστολή, δηλαδή «μύση» και τη διαστολή «μυδρίαση». Οι λειτουργίες αυτές αποτελούν ένα παράδειγμα αλληλοεπίδρασης του νευρικού συστήματος. Η νεύρωση της ίριδας εκτελείται από το συμπαθητικό νευρικό σύστημα και από το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα. Το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα νευρώνει το διαστολέα μυ της κόρης και το συμπαθητικό νευρικό σύστημα νευρώνει το σφιγκτήρα μυ της κόρης. Αυτά δρουν ανταγωνιστικά μεταξύ τους.

Συnergή κίνηση με την ίριδα επιτελεί η κόρη, η οποία βρίσκεται στο κέντρο της ίριδας. Η κόρη μεταβάλλεται σε μέγεθος ανάλογα με τη ποσότητα του φωτός που εισέρχεται στον οφθαλμό. Έχει μαύρο χρώμα διότι το φως που εισχωρεί απορροφάται από τους ιστούς, οι οποίοι βρίσκονται στο εσωτερικό του οφθαλμού.

Το συνηθέστερο είναι οι δύο κόρες των οφθαλμών να εμφανίζουν το ίδιο μέγεθος. Αν το μέγεθος των κορών δεν είναι το ίδιο τότε ο ανθρώπινος οφθαλμός εμφανίζει ανισοκορία. (Εικόνα 1.3.3.3) Ανισοκορία εμφανίζουν άτομα με μεγάλες ανισομετρωπίες. Όταν δηλαδή

υπάρχει μεγάλη διαφορά στους βαθμούς των αμετροπιών τους, μυωπία ή υπερμετροπία.



Εικόνα 1.3.3.3: Ανισοκορία: Οι κόρες των δύο οφθαλμών έχουν διαφορετικό μέγεθος: δεξί μάτι σε μυδρίαση, αριστερό σε μύση.

Η λέξη κόρη προήλθε από την αρχαία ελληνική. Από τη λέξη «κόρος» (κούρος). Η κόρη διατελεί δύο λειτουργίες, τη συστολή και τη διαστολή. Από αυτές τις λειτουργίες μπορούμε να διαγνώσουμε αν υπάρχει δυσλειτουργία στις βασικές εγκεφαλικές διεργασίες. Όταν μπαίνει έντονο φως η κόρη συστέλλεται, άρα δημιουργείται μύση. Συστέλλεται επίσης κοιτάζοντας κοντινά αντικείμενα. Σε αυτήν την περίπτωση λειτουργεί το αντανακλαστικό της προσαρμογής. Επίσης όταν κλείνουμε τα βλέφαρα δραστηριοποιείται ο σφιγκτήρας των βλεφάρων, η κόρη συστέλλεται. Η δεύτερη λειτουργία που επιτελεί η κόρη είναι η διαστολή της, «μυδρίαση», όταν δηλαδή δεν υπάρχει άφθονο φως. Το συνεργές αντανακλαστικό συστέλλει και τις δύο κόρες των οφθαλμών όταν φωτίζεται το ένα μάτι.

Η νεύρωση της κόρης ρυθμίζεται από το παρασυμπαθητικό και από το συμπαθητικό σύστημα. Το παρασυμπαθητικό νευρικό σύστημα με το κοινό κινητικό νεύρο, το οποίο έρχεται από τον πυρήνα του Έντινγκερ, ο οποίος καταλήγει στο σφιγκτήρα μυ της ίριδας και δρα σαν σφιγκτήρας της κόρης. Η σύσπαση του μυός αυτού προκαλεί αύξηση στο μέγεθος της ίριδας, άρα μείωση στο μέγεθος της κόρης. Ο διαστολέας μυς, ο οποίος διαστέλλει την κόρη ελέγχεται από συμπαθητικό νευρικό σύστημα.

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

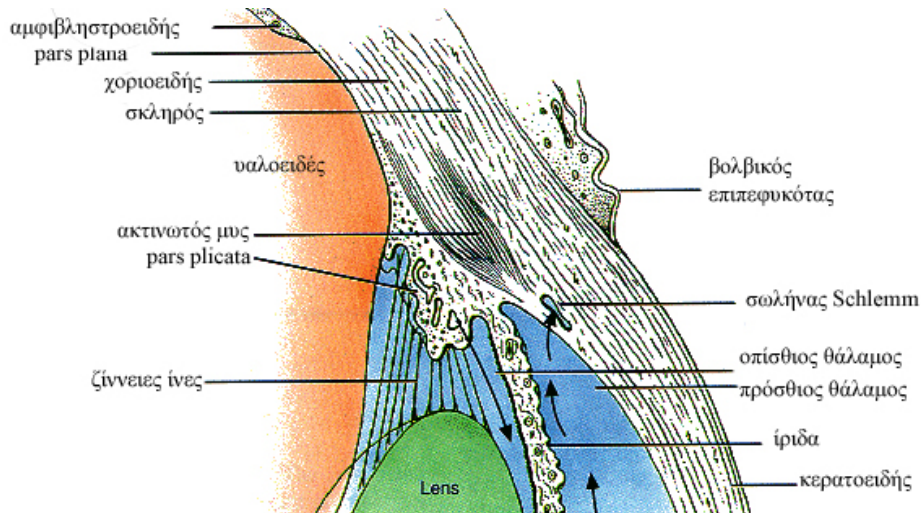
1.3.4 Ακτινωτό σώμα

Το ακτινωτό σώμα εντοπίζεται μέσα στον βολβό και το σχήμα του είναι κυκλικό. Περιλαμβάνει πολλά αγγεία και δημιουργεί διάφορους αγγειακούς σχηματισμούς. Οι σχηματισμοί αυτοί ονομάζονται ακτινοειδείς προβολές. Οι ακτινοειδείς προβολές είναι υπεύθυνες για τη παραγωγή υδατοειδούς υγρού. Εκτός από αυτά τα αγγεία που διακατέχουν το ακτινωτό σώμα υπάρχουν και οι μυικές ίνες, δηλαδή ο ακτινωτός μυς. Ο ακτινωτός μυς σε συνεργασία με τη Ζίνναιο ζώνη προκαλούν κύρτωση του φακού μεγαλύτερη ή μικρότερη.

Το ακτινωτό σώμα αποτελείται από το ακτινωτό επιθήλιο, το στρώμα και τον ακτινωτό μυ. Είναι τμήμα του χοριοειδούς χιτώνα. Για να εστιαστεί σωστά το φως στον αμφιβληστροειδή αλλάζοντας το σχήμα του κρυσταλλοειδούς φακού, το ρόλο αυτό αναλαμβάνουν τα τρία μέρη, μοίρες, του ακτινωτού σώματος. Αυτές οι μοίρες βρίσκονται στον πρόσθιο θάλαμο του οφθαλμού, στο πίσω μέρος της ίριδας και περικλύουν τον φακό.

Ένα στρώμα συνδετικού ιστού συνδέεται με τον φακό. Ο φακός στηρίζεται στο ακτινωτό σώμα μέσω της Ζιννείου ζώνης. Η Ζιννείος ζώνη είναι πολύ λεπτές και πυκνές ίνες.

Τμήμα του ακτινωτού σώματος είναι ο ακτινωτός μυς, ο οποίος κατέχει μεγάλο ρόλο. Το σχήμα του ακτινωτού μυός είναι σαν δαχτυλίδι που περιβάλλεται από μύες και ο ρόλος του είναι να αλλάζει το σχήμα του φακού. Συγκρατεί τον μεγαλύτερο όγκο του ακτινωτού σώματος. (Εικόνα 1.3.5) Με τη σειρά του και ο ακτινωτός μυς διαιρείται σε τρεις μοίρες. Αυτές είναι η έξω ή επιμήκης μοίρα ινών που εντοπίζεται κοντά στον σκληρό, η λοξή ή ακτινοειδής μοίρα και η έσω ή κυκλοτερής μοίρα, η οποία λειτουργεί ως σφιγκτήρας.



Εικόνα 1.3.5: Απεικόνιση ακτινωτού σώματος, ακτινωτού μυός.

Με την ακούσια και μικρή διάρκεια της συστολής του ακτινωτού σώματος, κύριο ρόλο για τη σύσπαση λαμβάνουν η επιμήκης και κυκλοτερής μοίρα, το ακτινωτό σώμα με αυτόν τον τρόπο προσελκύεται προς τα εμπρός κατά την προσαρμογή. Με αυτή τη μετακίνηση ο φακός παίρνει πιο κυρτό σχήμα και έχει ως αποτέλεσμα η διαθλαστική του δύναμη να αυξάνεται. Αυτή η διαδικασία μετακίνησης του κρυσταλλοειδούς φακού ευθύνεται στη χαλάρωση της ζιννείου ζώνης.

Ανάλογα με την αλλαγή στο σχήμα του κρυσταλλοειδούς φακού μπορούμε να έχουμε ευκρίνεια στη μακρινή ή στη κοντινή όραση αντίστοιχα. Η ικανότητα αυτή ονομάζεται προσαρμογή. Άρα μία από τις λειτουργίες του ακτινωτού σώματος είναι η προσαρμογή εστίασης του οφθαλμού. Άλλες λειτουργίες που επιτελεί το ακτινωτό σώμα είναι η παραγωγή υδατοειδούς υγρού καθώς και η διατήρηση του συνδετικού ιστού που στηρίζει τον φακό. (Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.3.5 Υδατοειδές υγρό

Το υδατοειδές υγρό είναι ένα διαφανές υγρό. Η έκκρισή του γίνεται από το επιθήλιο του ακτινωτού σώματος. Το υδατοειδές υγρό λαμβάνει χώρα στον πρόσθιο και οπίσθιο θάλαμο του οφθαλμού, δηλαδή μεταξύ κρυσταλλοειδούς φακού και κερατοειδούς. Το υδατοειδές φτάνει στον πρόσθιο θάλαμο μέσω της κόρης και της Ζιννείου ζώνης του φακού. Υπάρχουν αποχετευτικοί οδοί όπου αποχετεύεται από εκεί το υδατοειδές στη γωνία του προσθίου θαλάμου και του σκληροκερατοειδούς ηθμού. (Εικόνα 1.3.5.1) Ο σωλήνας του

Schlemm αποτελεί μία αποχετευτική οδό. Ο όγκος του υδατοειδούς και στον πρόσθιο και στον οπίσθιο θάλαμο κυμαίνεται σε 0.2mm περίπου. Το υδατοειδές υγρό παρέχει θρεπτικά συστατικά κυρίως στον κερατοειδή και τον φακό που δεν έχουν αιμοφόρα αγγεία.



Εικόνα 1.3.5.1: Παραγωγή και αποχέτευση υδατοειδούς.

Τα τοιχεία του βολβού καθώς και η διατήρηση του οπτικού σχήματος υποστηρίζονται μέσω της λειτουργίας που επιτελεί το υδατοειδές, δηλαδή την ενδοφθάλμια πίεση. Η φυσιολογική ενδοφθάλμια πίεση είναι μεταξύ 10 και 20 mmHg. Η τιμή μπορεί να μεταβληθεί με την αναπνοή και τον σφυγμό. Για τη διατήρηση της πίεσης παίζουν ρόλο τρεις παράγοντες. Οι παράγοντες αυτοί είναι: 1) ο ρυθμός παραγωγής του από τις ακτινοειδείς προβολές, 2) ο ρυθμός αποχέτευσης από τον σκληροκερατοειδικό ηθμό και 3) η πίεση στις επισκληρίνες φλέβες. Σε αυτές εκβάλλει η αποχετευτική οδός. Οι δομές όμως που ισορροπούν την πίεση είναι η ελαστικότητα του κερατοειδούς και του σκληρού, οι οποίες παραμένουν σταθερές.

Η ενδοφθάλμια πίεση μπορεί να προκαλέσει γλαύκωμα και η αύξησή της μπορεί να οδηγήσει σε τύφλωση. Αυτό οφείλεται στον φραγμό που υπάρχει στην αποχέτευση του υδατοειδούς στον πρόσθιο θάλαμο. Υπάρχουν δύο κατηγορίες γλαυκώματος της ανοιχτής και της κλειστής γωνίας. Στην ανοιχτή γωνία οι ανατομικές σχέσεις είναι φυσιολογικές. Λόγω όμως εκφυλιστικής διεργασίας υπάρχει αντίσταση της αποχέτευσης του υδατοειδούς με αποτέλεσμα να δημιουργείται κώλυμα μέσα στο ηθμοειδές δικτυωτό ιστό. Επειδή συμβαίνει αυτή η εκφυλιστική διεργασία το αποτέλεσμα είναι να διογκωθούν οι πεταλίες και να περιοριστούν τα διάκενα στον ηθμό. Άλλη μία αιτία που μπορεί να προκαλέσει αυτή την πάθηση είναι η απόφραξη των αποχετευτικών διόδων που οφείλεται στα αιμορραγικά στοιχεία ή στα μακροφάγα.

Αυτά όσον αφορά το γλαύκωμα της ανοιχτής γωνίας, για το γλαύκωμα της κλειστής γωνίας τα ανατομικά στοιχεία δεν είναι φυσιολογικά. Δηλαδή η ρίζα της ίριδας είναι προς τα μπροστά μετατοπισμένη και έτσι εμποδίζεται η αποχέτευση.

Επιπλέον για την παραγωγή του υδατοειδούς υγρού δύο περιοχές προκαλούν αντίσταση στην κυκλοφορία του.

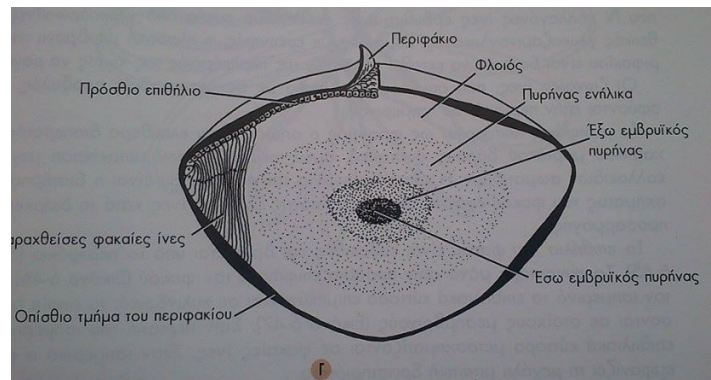
Αυτές είναι:

- Η πρόσθια επιφάνεια του φακού που έρχεται σε επαφή με την ίριδα.

- Και η περιοχή όπου το υδατοειδές υγρό εισέρχεται στις φλέβες.
(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)
(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.3.6 Κρυσταλλοειδής φακός

Ο κρυσταλλοειδής φακός είναι διάφανος και έχει σχήμα αμφίκυρτο. Ενοπίζεται πίσω από την ίριδα και την κόρη και μπροστά από το υαλοειδές σώμα. Η πρόσθια επιφάνεια είναι μικρότερη σε σύγκριση με την οπίσθια επιφάνεια. Τα κεντρικά σημεία στην πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια ονομάζονται πρόσθιος και οπίσθιος πόλος αντίστοιχα. Ο ισημερινός είναι γραμμή που συνδέει τους δύο πόλους και αποτελεί τον άξονα του κρυσταλλοειδούς φακού. Στον ενήλικα η διάμετρος του φακού είναι 10 χιλιοστά και το πάχος του φτάνει στα 4 χιλιοστά. Περιφερικά του ισημερινού βρίσκονται οι ακτινοειδείς προβολές του ακτινωτού σώματος. Ο φακός, ο οποίος είναι ελαστικός και εύκαμπτος, συγκρατείται στη θέση του με τον κρεμαστήρα σύνδεσμο του φακού, τη ζώνη του Zinn. (Εικόνα 1.4.6)



Εικόνα 1.3.6 Οι πυρήνες του κρυσταλλοειδούς φακού

Η διαθλαστική δύναμη του οφθαλμού είναι συνολικά 58 διοπτρίες. Το μεγαλύτερο μέρος της διαθλαστικής δύναμης οφείλεται στον κερατοειδή χιτώνα. Από τις 58 διοπτρίες ο φακός συνεισφέρει 15 διοπτρίες συνολικά. Το ιδιαίτερο ενδιαφέρον που αποδίδει ο φακός όμως είναι ότι μπορεί να μεταβάλλει τη διαθλαστική του ικανότητα, δίνοντας την ευκαιρία τόσο σε μακρινά όσο και σε κοντινά αντικείμενα να εστιάζονται στον αμφιβληστροειδή. Με την πάροδο της ηλικίας, ο φακός χάνει την ελαστικότητα και την ευκαμψία του, οπότε το εύρος της προσαρμογής και οι διακυμάνσεις της διαθλαστικής ισχύος ελαττώνονται. Στην ηλικία των 40 ετών η διαθλαστική δύναμη του φακού ανέρχεται στις 8 διοπτρίες και στην ηλικία των 60 ετών στις 1-2 διοπτρίες. Το γεγονός αυτό της μείωσης του εύρους προσαρμογής έχει ως αποτέλεσμα την πρεσβυωπία.

Ο κρυσταλλοειδής αποτελείται από το περιφάκιο, το επιθήλιο, το φλοιό και τον πυρήνα. Το περιφάκιο αποτελεί την ελαστική μεμβράνη του φακού και απαρτίζεται από γλυκοπρωτεΐνες. Το επιθήλιο εντοπίζεται πίσω από το πρόσθιο περιφάκιο. Η στιβάδα αυτή δημιουργεί φακικές ίνες, ενώ ο φλοιός και ο πυρήνας αποτελούν το σώμα του φακού.

Ο κρυσταλλοειδής φακός διατηρείται στη θέση του από τις ίνες του Zinn, οι οποίες προσφύονται στον ισημερινό κατά 180° μοίρες και λίγο μπροστά στην πρόσθια επιφάνεια και

στην οπίσθια. Ο φακός περιέχει 65% νερό και 35% στερεά συστατικά. Το γεγονός ότι ο κρυσταλλοειδής φακός είναι διαφανής οφείλεται στη δομή αυτήν και επίσης ότι είναι ανάγγειος και δεν έχει νεύρα, καθώς ο κρυσταλλοειδής φακός διατηρείται από τον περιβάλλοντα χώρο.

Ο φακός όπως αναφέρθηκε συγκρατείται στη θέση του από λεπτές, ακτινοειδείς ίνες που είναι γνωστές ως Ζίννειος ζώνη. Οι ίνες αυτές εκφύονται από το επιθήλιο των ακτινοειδών προβολών και φτάνουν στον ισημερινό του φακού. Όλες αυτές οι ίνες όταν συγχωνευτούν σχηματίζουν 140 δεμάτια και απαρτίζουν το πρόσθιο ζωνιαίο πέταλο εγγύς του ισημερινού.

Οι μικρότερες ίνες πηγαίνουν προς τα πίσω και η κατάφυσή τους γίνεται στο οπίσθιο περιφάκιο και σχηματίζουν το οπίσθιο ζωνιαίο πέταλο. Καθώς η Ζίννειος ζώνη διατηρεί το σχήμα του φακού με τις ακτινοειδείς προβολές, η έλξη των ινών έχει σκοπό να κρατήσει το περιφάκιο αποπλατυσμένο, ώστε ο οφθαλμός να μπορεί να εστιάζει σε μακρινά αντικείμενα.

Για να μπορέσει ο οφθαλμός να προσαρμόσει σε κοντινά αντικείμενα ο ακτινωτός μυς κάνει σύσπαση. Η έξω επιμήκης μοίρα του μυός έλκει το χοριοειδή και το ακτινωτό σώμα προς τα εμπρός, ενώ το ακτινωτό σώμα μετατοπίζεται προς τα έσω αφού η έσω κυκλοτερής μοίρα λειτουργεί σαν σφιγκτήρας.

Με τη διαδικασία αυτή η εργασία που επιτελούν οι ίνες του Zinn καταργούνται. Ο ελαστικός φακός παίρνει σφαιρικό σχήμα και έτσι επιτυγχάνεται σύσπαση της κόρης. Με αυτό η διάμετρος της κόρης γίνεται μικρότερη και οι ακτίνες φωτός καταλήγουν στον αμφιβληστροειδή. Με την πάροδο των χρόνων ο φακός χάνει την ελαστικότητα του και δημιουργείται η πρεσβυπία, αφού ο οφθαλμός δεν έχει την ικανότητα προσαρμογής.

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

(Φωτεινάκης, Β., et.al. 2000)

(Ασημέλλης, Γ. 2007)

1.4 Οπίσθιο Ημιμόριο

Το οπίσθιο ημιμόριο του οφθαλμού ξεκινά από το πίσω μέρος του κρυσταλλοειδούς φακού και τερματίζει στον αμφιβληστροειδή. Περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο το υαλοειδές σώμα, καθώς και τον αμφιβληστροειδή και τα ανατομικά του στοιχεία, όπως η ωχρά κηλίδα και τους φωτουποδοχείς.

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

1.4.1 Υαλοειδές σώμα

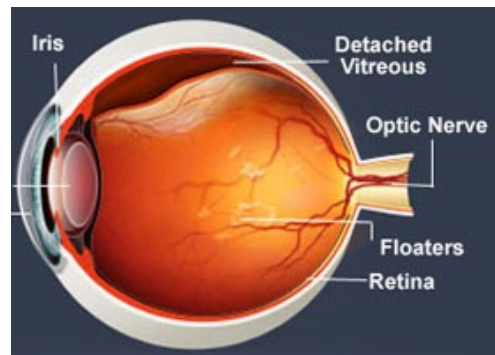
Το υαλοειδές σώμα βρίσκεται μεταξύ του φακού και του αμφιβληστροειδούς και καταλαμβάνει το κέντρο του οφθαλμού. Είναι η μεγαλύτερη δομή στο μάτι, σε ποσότητα 4mL, αποτελώντας το 80% του βολβού. Ζελατινώδες, άχρωμο και διαφανές, συχνά αποκαλείται και ζελέ (gel). Η πυκνότητά του είναι δύο με τέσσερις φορές αυτής του νερού. Η σύστασή του είναι 98% νερό και το υπόλοιπο ποσοστό αποτελείται από άλατα, σάκχαρα,

πρωτεΐνες, καθώς και κολλαγόνο, ασκορβικό και υαλουρονικό οξύ. Είναι στάσιμο, σε αντίθεση με το υδατοειδές υγρό στο πρόσθιο ημιμόριο.
(Sebag, J. 1989)

Η εξέλιξη του υαλοειδούς σώματος έχει τρία στάδια: πρωτογενές, δευτερογενές και τριτογενές. Κάθε στάδιο αυξάνει τον όγκο του υαλοειδούς και το ωθεί προς τον φακό και τον αμφιβληστροειδή, αντίστοιχα.
(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

Στο πίσω μέρος του, το υαλοειδές έρχεται σε επαφή με τον αμφιβληστροειδή και τα μέρη του, αλλά δεν ενώνεται με αυτόν, παρά μόνο στον οπτικό δίσκο. Εμπρός, συναντάται η πρόσφυση του στον φακό και ενώνεται με την πριονωτή περιφέρεια και το ακτινωτό σώμα. Ένας σωλήνας διαπερνά το υαλοειδές, από τον οπτικό δίσκο έως και τον οπίσθιο πόλο του φακού· περιείχε την υαλοειδική αρτηρία μέχρι και λίγες εβδομάδες πριν από τη γέννηση, η οποία τότε ατροφεί και εξαφανίζεται.
(Sebag, J. 1989)

Με την ηλικία το υαλοειδές σώμα ρευστοποιείται και μπορεί να καταρρεύσει. Λόγω της ασθενής του πρόσφυσης, με ελάχιστες εξαιρέσεις, στις δομές του οφθαλμού, είναι εύκολη η αποκόλλησή του επί παθολογικών καταστάσεων ή τραυματισμών (Εικόνα 1.5.1). Επίσης, στον οπισθοφακικό χώρο, μεταξύ υαλοειδούς και φακού, εξαιτίας παθολογικών προβλημάτων, δύναται να συσσωρευτούν υγρά που αυξάνουν την ενδοφθάλμια πίεση.
(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)



Εικόνα 1.4.1. Αποκολλημένο υαλοειδές σώμα.

Οι λειτουργίες του είναι απλές: άγει το φως και, με δείκτη διάθλασης 1.336, συμβάλλει σε μικρό ποσοστό στη διαθλαστική ισχύ του ματιού. Διατηρεί το σχήμα του βολβού, υποστηρίζει την οπίσθια επιφάνεια του φακού και πιέζει τον αμφιβληστροειδή στο μελάγχρουν επιθήλιο.
(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.4.2 Αμφιβληστροειδής

Ο τρίτος χιτώνας του οφθαλμού, βρίσκεται εσωτερικότερα από τους άλλους και είναι ένας ιστός με υψηλή ευαισθησία στο φως, όπου και σχηματίζεται το οπτικό είδωλο. Σε αυτό

το σημείο είναι που δημιουργούνται τα νευρικά ερεθίσματα και μέσω της οπτικής οδού, οδηγούνται προς τον εγκέφαλο.

(Kolb, H., Fernandez, E., Nelson, R. 2011)

Ο αμφιβληστροειδής είναι μια διαφανή και λεπτή μεμβράνη με ρόδινο χρώμα. Το πάχος διαφέρει ανά τμήμα του, από 0.56mm έως 0.1mm. Το λεπτότερο σημείο του είναι στο κέντρο της ωχράς κηλίδας. Εξωτερικά, έρχεται σε επαφή με τον χοριοειδή χιτώνα και εσωτερικά με το υαλοειδές σώμα. Εφάπτεται σταθερά στον οπτικό δίσκο και στη προιονωτή περιφέρεια.

(Kolb, H. et al. 2011)

Αποτελείται από ένα εξωτερικό πέταλο, το μελάγχρουν επιθήλιο, και ένα εσωτερικό, τον ιδίως αμφιβληστροειδή. Στην οπίσθια μοίρα, εντοπίζεται κεντρικά η ωχρά κηλίδα, η οποία είναι η περιοχή του αμφιβληστροειδούς που παρέχει την πιο ευκρινή όραση. Ο αμφιβληστροειδής συνεχίζεται με το οπτικό νεύρο στο σημείο που ονομάζεται οπτικός δίσκος. Αυτός εντοπίζεται ως μια μικρή κοίλανση από όπου διαπερνάται από την κεντρική αρτηρία και φλέβα και, καθώς εκεί απουσιάζουν τα κύτταρα φωτοϋποδοχείς, αποκαλείται τυφλό σημείο.

(Kolb, H. et al. 2011)

Ο ιδίως αμφιβληστροειδής αποτελείται από τρεις κύριες ομάδες νευρώνων: τους φωτοϋποδοχείς, τα δίπολα και τα γαγγλιακά κύτταρα.

Οι *φωτοϋποδοχείς* χωρίζονται στα ραβδία και τα κωνία. Η λειτουργία των ραβδίων είναι η παραγωγή ειδώλων σε διάφορες διαβαθμίσεις του άσπρου και του μαύρου, καθώς και η όραση σε χαμηλό φωτισμό. Τα κωνία, αντιθέτως, λειτουργούν για την όραση σε έντονο φως και παράγουν έγχρωμη όραση με αναλυτικές λεπτομέρειες. Τα ραβδία και κωνία υπολογίζονται σε 110-125 εκατομμύρια και 6.3-6.8 εκατομμύρια, αντίστοιχα με διαφορεική πυκνότητα ανά τις περιοχές του αμφιβληστροειδούς.

Τα *δίπολα κύτταρα* συνδέονται με τους φωτοϋποδοχείς στις απολήξεις αυτών προς τα έξω ενώ προς τα μέσα συνδέονται με τα γαγγλιακά κύτταρα. Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, τα σχετιζόμενα με ραβδία, τα οποία συνδέουν ραβδία με γαγγλιακά και τα σχετιζόμενα με κωνία, που συνδέουν, αντίστοιχα, κωνία με γαγγλιακά κύτταρα, καθώς και τα μονοσυναπτικά, τα οποία συνδέουν ένα μόλις κωνίο με ένα γαγγλιακό, σε απευθείας σύνδεση προς μια οπτική νευρική ίνα.

Τα *γαγγλιακά κύτταρα*, στην εσωτερική μοίρα του αμφιβληστροειδούς, είναι ο δεύτερος αισθητικός νευρώνας της οπτικής οδού, με διάμετρο από 10mm έως 30mm. Το μεγαλύτερο τμήμα που καλύπτουν στον αμφιβληστροειδή είναι ως μια στιβάδα, όμως το πλήθος των στιβάδων αυξάνεται προς τη περιφέρεια και αντίθετα, μειώνονται έως το κεντρικό βοθρίο, όπου απουσιάζουν πλήρως. Οι αμύελοι άξονες των γαγγλιακών κυττάρων συγκλίνουν προς τον οπτικό δίσκο. Εκεί, οι οπτικές ίνες συνεχίζουν ως εμμύελες στο οπτικό νεύρο.

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

Η αιμάτωση του αμφιβληστροειδούς είναι δυνατή χάρη σε δύο πηγές: τα *χοριοειδικά τριχοειδή*, τα οποία δεν εισχωρούν στα στρώματά του, αλλά διαχέουν ιστικό υγρό μεταξύ των κυττάρων, καθώς και την *κεντρική αρτηρία και φλέβα*.

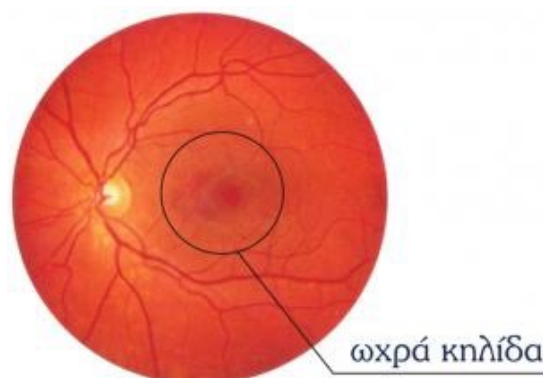
(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.4.3 Ωχρά κηλίδα

Η ωχρά κηλίδα είναι τμήμα του αμφιβληστροειδούς και βρίσκεται κεντρικά, στην οπίσθια μοίρα του. Ένα σημείο με ωοειδές σχήμα και υποκίτρινη, το οποίο έχει διάμετρο περίπου 5mm και εντοπίζεται 3mm κροταφικά από τον οπτικό δίσκο. (Εικόνα 1.4.3) Το χρώμα της το οφείλει σε μια χρωστική, την ξανθοφύλλη, που βρίσκεται σε όλον τον ιδίως αμφιβληστροειδή. Στο κέντρο της ωχράς κηλίδας εντοπίζεται μια υπόκοιλη περιοχή, η οποία ονομάζεται *κεντρικό βοθρίο*.

Το κεντρικό βοθρίο είναι ένα εντύπωμα με διάμετρο περί τα 1.5mm. Σχηματίζεται διότι τα νευρικά κύτταρα και ίνες των εσωτερικών στιβάδων του αμφιβληστροειδούς παρεκτοπίζονται περιφερικά, οπότε στο κέντρο μένουν μόνο οι φωτουποδοχείς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το εισερχόμενο φως να έχει ανεμπόδιστη πρόσβαση στους φωτουποδοχείς, δίνοντας στο κεντρικό βοθρίο την πιο ευκρινή όραση. Τα ραβδία απουσιάζουν πλήρως εδώ, όπως και τα αιμοφόρα αγγεία, ενώ τα κωνία έχουν την μέγιστη συγκέντρωσή τους. Εν τέλει, ωστόσο, τα κωνία στη περιοχή αυτή έχουν μια κλίση εξαιτίας της μεγάλης συσσώρευσής τους, που περιορίζει την οπτική οξύτητα του οφθαλμού στο σύνολό του.

(Kolb, H. et al. 2011)



Εικόνα 1.4.3: Η ωχρά κηλίδα.

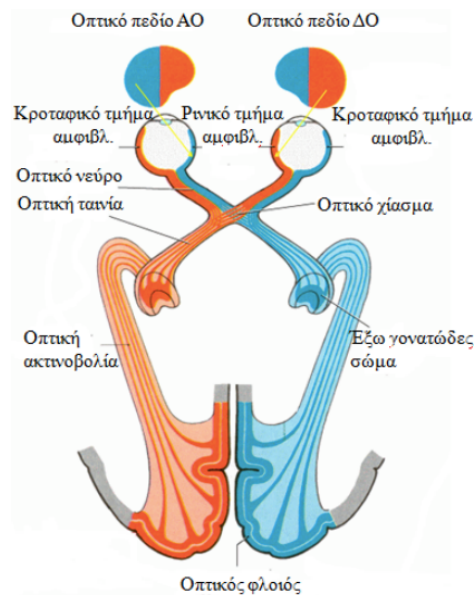
1.5 Οπτική οδός

Η οπτική οδός συντελείται από τον αμφιβληστροειδή, το οπτικό νεύρο, το οπτικό χιάσμα, τις οπτικές ταινίες, τα έξω γονατώδη σώματα, τις οπτικές ακτινοβολίες και τον οπτικό φλοιό (εικόνα 1.5.1). Κατά κύριο λόγο η οπτική οδός εκτιμάται ως τμήμα του κεντρικού νευρικού συστήματος. Στο σύνολο της η οπτική οδός αποτελείται από τρεις νευρώνες, εκ των οποίων οι δύο βρίσκονται στον αμφιβληστροειδή και ο τρίτος στο έξω γονατώδες σώμα.

Τον πρώτο νευρώνα αποτελούν οι φωτουποδοχείς, δηλαδή τα κωνία και τα ραβδία τα οποία βρίσκονται στον αμφιβληστροειδή, των οποίων οι νευράξονες συνδέονται με τους δενδρίτες των δίπολων κυττάρων του αμφιβληστροειδούς οι συνάψεις των οποίων βρίσκονται στην έσω δικτυωτή στιβάδα του. Τον δεύτερο νευρώνα αποτελούν τα γαγγλιακά κύτταρα των οποίων οι

νευρικές ίνες συγκεντρώνονται στον οπίσθιο πόλο του οφθαλμού και συγκροτούν την κεφαλή του οπτικού νεύρου. Ο τρίτος νευρώνας ξεκινά από τα έξω γονατώδη σώματα και φθάνει στον οπτικό φλοιό μέσω της γονατοφλοιώδους μοίρας της οπτικής οδού.

(Μόσχος, Μ. 1998)



Εικόνα 1.5.1: Η οπτική οδός.

1.5.1 Πορεία του οπτικού ερεθίσματος

Η πορεία του ερεθίσματος προς τον εγκέφαλο ξεκινά αφού το ερέθισμα γίνει αντιληπτό από τους φωτουποδοχείς εν συνεχεία οι νευρικές ίνες των γαγγλιακών κυττάρων σε ένα σημείο του αμφιβληστροειδούς, δημιουργώντας μια δέσμη σαν καλώδιο το οποίο περνά μέσα από τον αμφιβληστροειδή και βγαίνοντας σχηματίζει το οπτικό νεύρο που οδηγεί την πληροφορία στον εγκέφαλο. Στο σημείο όπου διατρύπεται ο αμφιβληστροειδής από το καλώδιο δεν υπάρχουν φωτουποδοχείς είναι το τυφλό σημείο. Το οπτικό νεύρο αποτελεί το συνδετικό κρίκο του οφθαλμού και του εγκεφάλου. Αφού αφήσουν τον κάθε οφθαλμό τα οπτικά νεύρα ενώνονται στο οπτικό χιάσμα, όπου διαχωρίζονται ώστε η πληροφορία από κάθε οφθαλμό να περάσει στην ίδια μεριά του οπτικού φλοιού. Δηλαδή ένας κλάδος της ρινικής πλευράς του δεξιού οφθαλμού περνάει αριστερά στον κροταφικό κλάδο του αριστερού οφθαλμού, οι άλλοι δύο κλάδοι ο κροταφικός του δεξιού οφθαλμού και ο ρινικός του αριστερού ενώνονται στα δεξιά. Οι οπτικές ίνες μετά το οπτικό χιάσμα συνεχίζουν ως οπτικές ταινίες. Εν συνεχεία της παραπάνω ταξινόμησης οι δυο εκ νέου δημιουργημένες δέσμες πηγαίνουν στα πλάγια έξω γονατώδη σώματα, που είναι τοποθετημένα πίσω από την μέση διατομή του εγκεφάλου από κει ξεκινούν οι οπτικές ακτινοβολίες οι οποίες είναι σαν βεντάλιες και καταλήγουν στον ινιακό λοβό όπου γίνεται η αποκωδικοποίηση της πληροφορίας. Κάθε οπτικό νεύρο αποτελείται από στιβάδες, που η κάθε μια δέχεται σήματα από μια συγκεκριμένη περιοχή του αμφιβληστροειδούς, ωστόσο, επειδή οι στιβάδες αυτές είναι στενά συνδεδεμένες και αλληλεπιδρούν μεταξύ των σημάτων και σε συνδυασμό με την θέση των οφθαλμών και την επικάλυψη των οπτικών πεδίων είναι ο λόγος της στερεοσκοπικής όρασης του ανθρώπου.

(Σινάπη, Μ. 2014)

1.5.2 Οπτικό νεύρο

Το οπτικό νεύρο σχηματίζεται από τους νευράξονες των γαγγλιακών κυττάρων του αμφιβληστροειδούς. Το οπτικό νεύρο ξεκινά από την οπτική θηλή και καταλήγει στο οπτικό χίασμα. Το μήκος του ποικίλλει από άτομο σε άτομο με μέση τιμή ~5cm και ταξινομείται στις εξής 4 μοίρες: α) ενδοφθάλμια, β) ενδοκόγχια, γ) ενδοαυλική, δ) ενδοκράνια.

Η ενδοφθάλμια μοίρα του οπτικού νεύρου συνίσταται από τον οπτικό δίσκο και από το τμήμα του οπτικού νεύρου που βρίσκεται εντός του σκληρού χιτώνα. Ο οπτικός δίσκος εντοπίζεται ~3mm ρινικά της ωχράς κηλίδας, αποτελείται από το σύνολο των γαγγλιακών αξόνων του αμφιβληστροειδούς, έχει ωοειδές σχήμα με οριζόντια διάμετρο ~1.5mm και η απόχρωση του είναι ωχρο-ρόδινη. Το χείλος του οπτικού δίσκου είναι επίπεδο ενώ κεντρικά εμφανίζει μια κοίλανση από όπου αναδύονται η κεντρική αρτηρία και φλέβα του αμφιβληστροειδούς. Το βάθος, το μέγεθος και το σχήμα της φυσιολογικής κοίλανσης ποικίλλει. Ο προσδιορισμός της φυσιολογικής κοίλανσης γίνεται με την σχέση μεταξύ της διαμέτρου της κοίλανσης προς την διάμετρο του οπτικού δίσκου. Το πηλίκο της σχέσης εκφράζεται με τα σύμβολα C/D. Η σχέση αυτή στα περισσότερα μάτια είναι μικρότερη από 0,4 εάν παρατηρηθεί αύξηση της σχέσης πάνω από 0,6 στους δύο άξονες τότε η πιθανότητα ύπαρξης γλαυκώματος στα μάτια είναι μεγάλη. Η απουσία ραβδίων και κωνίων στον οπτικό δίσκο είναι ο λόγος που η περιοχή αυτή του αμφιβληστροειδούς παραμένει ανερέθιστη στο φως και επονομάζεται τυφλή κηλίδα.

Η ενδοκόγχια μοίρα του οπτικού νεύρου έχει μήκος ~25mm, σχήμα λατινικού S και η διάμετρός του οπτικού νεύρου αυξάνεται στα 3-4 mm γεγονός που οφείλεται στα έλυτρα μυελίνης που αποκτούν οι ίνες του οπτικού νεύρου μόλις διαπεράσουν το ηθμοειδές πέταλο. Το μεγάλο μήκος της μοίρας αυτής προσδίδει στον βολβό μεγάλη ελευθερία κινήσεων χωρίς να υπάρχει κίνδυνος κάκωσης του οπτικού νεύρου.

Κατά την ενδοαυλική μοίρα το οπτικό νεύρο διέρχεται από το οπτικό τρήμα περιστοιχισμένο από τρία μηνιγγικά έλυτρα. Το μήκος του αυλού είναι 5mm. Η συγχώνευση της σκληρής μήνιγγας με το περικόγχιο που καλύπτει τον αυλό του τρήματος προσφέρει στήριξη στο οπτικό νεύρο.

Η ενδοκράνια μοίρα του οπτικού νεύρου εκτείνεται λοξά προς τα πίσω, άνω και έσω και καταλήγει στο οπτικό χίασμα.

(Μόσχος, Μ. 1998)

1.5.3 Οπτικό χίασμα

Το οπτικό χίασμα βρίσκεται κάτω από το έδαφος της 3^{ης} κοιλίας και εφάπτεται του εξαγώνου του Willis. Εντοπίζεται πάνω από το τουρκικό εφίππιο ενώ προς τα κάτω έρχεται σε άμεση σχέση με την υπόφυση και προς τα πίσω με τον υποθάλαμο. (Εικόνα 1.6.3) Αξίζει να σημειωθεί ότι το εξάγωνο του Willis αποτελείται από το σύνολο των αγγείων, των έσω καρωτίδων, των πρόσθιων και οπίσθιων αναστομοωτικών αρτηριών και των πρόσθιων και οπίσθιων εγκεφαλικών αρτηριών, το οποίο περιβάλλει το οπτικό χίασμα. Έχει εύρος 13mm και πάχος 8mm. Το οπτικό χίασμα συνίσταται από τις οπτικές ίνες που προέρχονται από την ρινική πλευρά του αμφιβληστροειδούς και βρίσκονται στην αντίθετη οπτική οδό καθώς και από τις αχιάστες οπτικές ίνες με προέλευση από τον κροταφικό αμφιβληστροειδή που

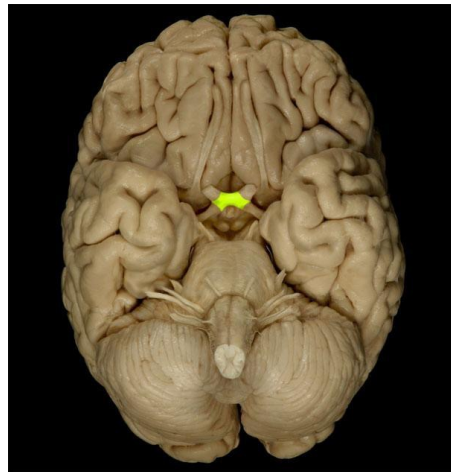
βρίσκονται στη οπτική οδό της σύστοιχης πλευράς. Το οπτικό χίασμα αγγειώνεται από κλάδους του αραχνοειδούς πλέγματος. Λόγω της άμεσης σχέσης των αγγείων αλλά και του χώρου της υπόφυσης με το οπτικό χίασμα σε περιπτώσεις ανευρύσματος και ύπαρξης όγκου το άτομο υφίσταται διαταραχή των οπτικών πεδίων.

(Μόσχος, Μ. 1998)

(Ρούγγας, Κ. 2010)

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)



Εικόνα 1.5.3: Το οπτικό χίασμα.

1.5.4 Οπτική ταινία

Οι χιαζόμενες και μη οπτικές ίνες οι οποίες συνεχίζουν και ακολουθούν την ανοδική πορεία τους αποτελούν τις οπτικές ταινίες οι οποίες καταλαμβάνουν το χώρο από το οπτικό χίασμα μέχρι το έξω γονατώδες σώμα. Οι οπτικές ταινίες αφήνουν το οπτικό χίασμα και καταλήγουν στον οπτικό θάλαμο όπου και διαιρούνται σε δύο μέρη, στο μέσο σκέλος που εντοπίζεται στο έσω γονατώδες σώμα και στο έξω σκέλος που εντοπίζεται στο έξω γονατώδες σώμα. Η οπτική ταινία συνίσταται τόσο από οπτικές όσο και από ιριδοκινητικές ίνες, εκ των οποίων οι πρώτες εισχωρούν στο έξω γονατώδες σώμα και οι δεύτερες ακολουθούν ανοδική πορεία προς τον μεσεγκέφαλο με κατάληξη στα πρόσθια διδύμια. Η αιμάτωση των οπτικών ταινιών πραγματοποιείται από το αραχνοειδές πλέγμα.

(Μόσχος, Μ. 1998)

(Ρούγγας, Κ. 2010)

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.5.5 Έξω γονατώδη σώματα

Τα έξω γονατώδη σώματα αποτελούν το τελευταίο στάδιο στην διαδρομή των οπτικών ινών, των οποίων αφετηρία είναι τα γαγγλιακά κύτταρα του αμφιβληστροειδούς. Τα έξω γονατώδη σώματα βρίσκονται τοποθετημένα ένα σε κάθε πλευρά και συντελούν μέρος του οπτικού θαλάμου ενώ σχηματίζουν το μεταθάλαμο σε συνεργασία με τα έσω γονατώδη σώματα. Τα έξω γονατώδη σώματα απαρτίζονται από δυο πυρήνες, τον κοιλιακό και τον

ραχιαίο. Ο κοιλιακός πυρήνας συνδέεται με το μεσεγκέφαλο και δεν συνδέεται με τη λειτουργία της όρασης σε αντίθεση με τον ραχιαίο πυρήνα ο οποίος συνδέεται λειτουργικά με τον οπτικό φλοιό. Ανατομικά τα έξω γονατώδη σώματα διαμορφώνονται από εναλλασσόμενες γκριζωπές και λευκωπές στιβάδες εκ των οποίων οι πρώτες σχηματίζονται από τις εμμύελες νευρικές ίνες της οπτικής οδού και οι δεύτερες από τα νευρικά κύτταρα. Οι γκριζωπές στιβάδες αριθμητικά είναι 6 και αριθμούνται από έξω προς τα μέσα από το 1 ως το 6. Οι ρινικές χιαζόμενες οπτικές ίνες της αντίθετης πλευράς απολήγουν στις στιβάδες 1.4.6 ενώ οι αχίαστες κροταφικές οπτικές ίνες της σύστοιχης πλευράς απολήγουν στις στιβάδες 2.3 και 5. Το έξω γονατώδες σώμα αγγειώνεται από κλάδους της οπίσθιας εγκεφαλικής αρτηρίας και από την πρόσθια χοριοειδική αρτηρία. Από τις στιβάδες των έξω γονατώδη σωμάτων ξεκινούν οι εμμύελες νευρικές ίνες που αποτελούν την οπτική ακτινοβολία η οποία τερματίζει στον οπτικό φλοιό.

(Μόσχος, Μ. 1998)

(Ρούγγας, Κ. 2010)

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.5.6 Οπτική ακτινοβολία

Η οπτική ακτινοβολία αποτελείται από τις νευρικές ίνες των κυττάρων των γκριζωπών στιβάδων του έξω γονατώδους σώματος και καταλήγει στον οπτικό φλοιό. Αφού εξέλθουν από το έξω γονατώδες σώμα οι νευρικές ίνες ακολουθούν πορεία προς το οπίσθιο σκέλος της έσω κάψας και διαμορφώνουν μια συμπαγή δέσμη ονομαζόμενη οπτικός μίσχος η οποία βρίσκεται πίσω από την αισθητική οδό και στη μέση της ακουστικής ακτινοβολίας. Οι τρεις αυτές δέσμες οι οποίες είναι στενά συνδεδεμένες συγκροτούν μια περιοχή η οποία ονομάζεται 'τριγωνικό πεδίο του Wernicke' και έχει μεγάλη κλινική σημασία καθώς αν προσβληθούν η ακουστική ακτινοβολία και η αισθητική οδός οι οποίες είναι στενά συνδεδεμένες με την οπτική ακτινοβολία οδηγούν σε ημιανοψία.

Οι οπτικές ίνες της οπτικής ακτινοβολίας διανύουν τη λευκή ουσία και εισδύουν στην φαιά ουσία καταλήγοντας στο άνω και κάτω χείλος της πληκτραιάς σχισμής. Η αγγείωση της οπτικής ακτινοβολίας πραγματοποιείται από την χοριοειδική και την εγκεφαλική αρτηρία.

(Μόσχος, Μ. 1998)

(Ρούγγας, Κ. 2010)

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.5.7 Οπτικός φλοιός

Ο οπτικός φλοιός απαρτίζεται από 6 στιβάδες εκ των οποίων η III, V και VI είναι πολύ λεπτές ενώ η IV καταλαμβάνει το μισό πάχος του φλοιού και διαχωρίζεται σε τρεις δευτερεύουσες στιβάδες την IVα, IVβ και IVγ. Οι οπτικές ίνες εισέρχονται στη φαιά ουσία, την διανύουν και τερματίζουν στην IVβ στιβάδα όπου και συνάπτονται οι δενδρίτες των κυττάρων της IVα και IVγ στιβάδας που συνιστούν τους τελικούς αποδέκτες του οπτικού ερεθίσματος. Το άθροισμα των νευρικών ινιδίων της IVβ στιβάδας συνιστά την λευκή

γραμμή του Gennari στην οποία έχει δοθεί η ονομασία γραμμωτή περιοχή του οπτικού φλοιού. Οι πιο σημαντικές περιοχές οι οποίες βρίσκονται κοντά στη γραμμωτή περιοχή και έχουν άμεση σχέση με τη λειτουργία της όρασης είναι η παραγραμμωτή περιοχή και η περιγραμμωτή περιοχή. Η παραγραμμωτή περιοχή περιβάλλει την γραμμωτή και καλύπτει την μέση και έξω επιφάνεια του ινιακού λοβού. Η περιγραμμωτή περιοχή περιβάλλει την παραγραμμωτή προς τα πάνω και κάτω και καλύπτει κυρίως το βρεγματικό λοβό. Η γραμμωτή περιοχή συνδέεται με τις παραπάνω περιοχές μέσω ενός πολύπλοκου συστήματος ινών και οι συνδέσεις αυτές είναι έμμεσες. Ο οπτικός φλοιός αγγειώνεται από την οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία ενώ η περιοχή του οπτικού φλοιού στην οποία αντιστοιχεί η ωχρά κηλίδα παρουσιάζει διπλή αγγείωση από κλάδους της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας γεγονός που εξηγεί το λόγο που σε περιπτώσεις παθήσεων του οπτικού φλοιού η κεντρική όραση παραμένει ακέραια.

(Μόσχος, Μ. 1998)

(Ρούγγας, Κ. 2010)

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

1.6 Επικουρικά Όργανα

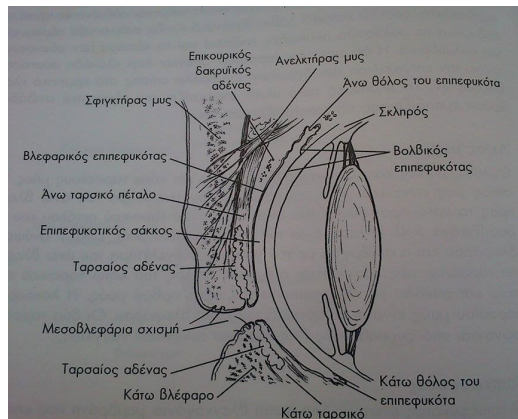
Κάθε μάτι αποτελείται από τον οφθαλμικό βολβό, που είναι το κυρίως όργανο της όρασης και από τα επικουρικά όργανα. Τα επικουρικά όργανα, δηλαδή τα φρύδια, τα βλέφαρα, οι μύες κ.ά είναι απαραίτητα για την προστασία και την λειτουργία του οφθαλμικού βολβού. Το καθένα από αυτά επιτελεί μία λειτουργία. Η λειτουργία των φρυδιών είναι να συγκρατεί τον ιδρώτα και τη βροχή. Ο ρόλος τους είναι προστατευτικός. Η λειτουργία των βλεφάρων είναι να προστατεύουν τον οφθαλμό από τον ταρυματισμό, από την υπερβολική έκθεση στο φως με τη σύγκλιση τους, καθώς και τη διασπορά των δακρύων σε όλη την επιφάνεια του βολβού. Οι μύες βοηθούν στις κινήσεις που επιτελεί ο οφθαλμός.

(Σκανδαλάκης, Π., Βεργάδος, Ι. 2006)

1.6.1 Επιπεφυκότας

Ο επιπεφυκότας είναι μία βλεννώδης μεμβράνη. Αυτή η βλεννογόνος μεμβράνη καλύπτει τα βλέφαρα και τον σκληρό. Με αυτόν τον τρόπο καλύπτει το σκληρό χιτώνα. Το επιθήλιο του επιπεφυκότα συνεχίζεται με το δέρμα στην περιφέρεια του βλεφάρου κατά μήκος των οπίσθιων ορίων των στομίων των ταρσαίων αδένων. Ο επιπεφυκότας επίσης είναι συνέχεια του επιθηλίου του κερατοειδούς μέχρι το Σκληροκερατοειδές όριο. Ο επιπεφυκότας σχηματίζει τον επιπεφυκοτικό σάκο που βρίσκει διέξοδο στη μεσοβλεφάρια σχισμή. (εικόνα 1.6.1)

Ο επιπεφυκότας διακρίνεται σε τρία κύρια μέρη: 1) Στον βλεφαρικό επιπεφυκότα, ο οποίος καλύπτει τα βλέφαρα 2) στα κοιλώματα που διαθέτει ο επιπεφυκότας και 3) στον βολβικό επιπεφυκότα.

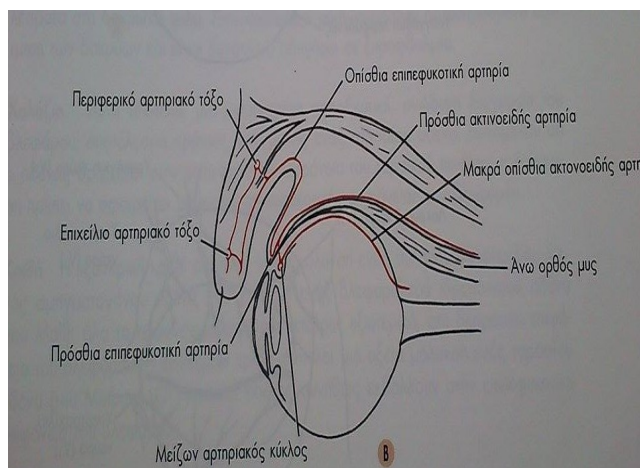


Εικόνα 1.6.1 Οβελιαία τομή όπου φαίνεται ο επιπεφυκτικός σάκος και οι μοίρες του επιπεφυκότα

Πιο αναλυτικά, ο βλεφαρικός επιπεφυκότας είναι συνδεδεμένος με τις οπίσθιες επιφάνειες των ταρικών πετάλων. Τα κολπώματα του επιπεφυκότα διακρίνονται στο άνω και κάτω κολπώμα. Τα κολπώματα αυτά σχηματίζουν περιοχές, οι οποίες είναι μεταβατικές και εντοπίζονται μεταξύ του βλεφαρικού και βολβικού επιπεφυκότα. Είναι χαλαρά συνδεδεμένος με τον ανεκκτήρα και τον ορθό μυ. Η συστολή αυτών έχει ως αποτέλεσμα να τραβάει τον επιπεφυκότα, ο οποίος ακολουθεί τις κινήσεις του βολβού και των βλεφάρων. Ο συδετικός ιστός περιέχει οίδηματικό υγρό και αυτό οφείλεται στη χαλαρή υφή του.

Το τρίτο μέρος που καταλαμβάνει τον επιπεφυκότα είναι ο βολβικός επιπεφυκότας. Αυτή η μοίρα έρχεται σε επαφή με τον βολβό. Το πάχος είναι λεπτό και είναι σχετικά διαφανές. Ο επιπεφυκότας συνδέεται με συνδετικό ιστό με τον σκληρό καθώς και με την περιοφθάλμια περιτονία, που επενδύει τους τένοντες των ορθών μυών. Στη συνέχεια ο επιπεφυκότας σενδέεται πιο στενά με τον σκληρό και την περιτονία. Η σύνδεση του επιπεφυκότα με τον κερατοειδή ονομάζεται επιπεφυκτοκερατοειδικό όριο.

Η αιμάτωση του επιπεφυκότα γίνεται με τις αρτηρίες και τις φλέβες που διαθέτει. Τα δύο αγγειακά τόξα επιτελούν την αρτηριακή τροφοδοσία του επιπεφυκότα, η οποία επιτελείται σε κάθε βλέφαρο καθώς και από τις ακτινοειδείς αρτηρίες. Τα αρτηριακά τόξα διακρίνονται στο μεγάλο επιχείλιο και στο μικρότερο περιφερικό. Τον βλεφαρικό επιπεφυκότα τροφοδοτούν οι αρτηρίες που βρίσκονται στην πίσω επιφάνεια του ταρσικού πετάλου. Το άνω και κάτω κολπώμα τροφοδοτείται από τους κλάδους του περιφερικού αρτηριακού τόξου. Πολλοί από αυτούς τους κλάδους σχηματίζουν τις οπίσθιες αρτηρίες, οι οποίες τροφοδοτούν τον βολβικό επιπεφυκότα. (Εικόνα 1.6.2)



Εικόνα 1.6.2 Αιμάτωση επιπεφυκότα και οι ακτινοειδείς προβολές.

Η πορεία των αρτηριών αυτών είναι να φτάσουν στον κερατοειδή και από εκεί στην περιοχή του σκληροκερατοειδούς ορίου όπου συναντιούνται με τις πρόσθιες αρτηρίες του επιπεφυκότα. Κάποια άτομα στερούνται του περιφερικού αρτηριακού τόξου στο κάτω βλέφαρο. Σε αυτά τα άτομα ο επιπεφυκότας αιματώνεται από το επιχείλιο τόξο και τις πρόσθιες ακτινοειδείς αρτηρίες.

Ο επιπεφυκότας έχει περισσότερες φλέβες απ' ότι αρτηρίες. Οι φλέβες συνοδεύουν τις αρτηρίες. Η εκβολή τους γίνεται στις βλεφαρικές φλέβες ή στην άνω και κάτω οφθαλμική φλέβα. Ο βολβικός επιπεφυκότας νευρώνεται με τα μικρά ακτινοειδή νεύρα. Τα μικρά ακτινοειδή νεύρα είναι κλάδοι του οφθαλμικού νεύρου. Ο άνω βλεφαρικός επιπεφυκότας και το άνω κόλπωμα νευρώνεται από το μετωπιαίο και δακρυϊκό νεύρο. Τα νεύρα αυτά αποτελούν κλάδους του οφθαλμικού νεύρου. Ο κάτω βλεφαρικός επιπεφυκότας και το κάτω κόλπωμα του έξω τμήματός του νευρώνεται από τον δακρυϊκό κλάδο του οφθαλμικού νεύρου και το έσω τμήμα νευρώνεται από το υποκόγχιο νεύρο, το οποίο αποτελεί κλάδο του άνω γναθικού νεύρου.

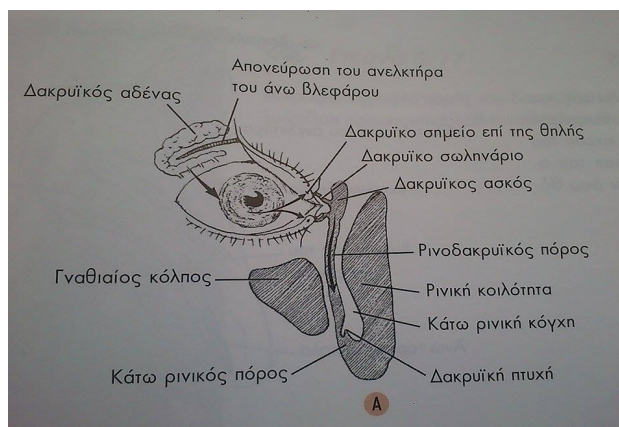
(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

(Φωτεινάκης, Β., et. al. 2000)

(Leitman, M. 2005)

1.6.2 Δακρυϊκή συσκευή

Τα μέρη που αποτελείται η δακρυϊκή συσκευή είναι ο δακρυϊκός αδένας, το δακρυϊκό λημνίο, τα δακρυϊκά σωληνάκια, ο δακρυϊκός ασκός και ο ρινοδακρυϊκός πόρος. Ο δακρυϊκός αδένας εκκρίνει δάκρυα και ο ρινοδακρυϊκός πόρος μεταφέρει τα δάκρυα στη ρινική κοιλότητα. (εικόνα 1.6.2.1)



Εικόνα 1.6.2.1: Τα μέρη της δακρυϊκής συσκευής.

Ο δακρυϊκός αδένας χωρίζεται στη μεγάλη κογχική μοίρα και τη μικρή βλεφαρική μοίρα. Αυτές οι μοίρες ενώνονται γύρω από το έξω χείλος της απονεύρωσης του ανελκτήρα του άνω βλεφάρου. Η κογχική μοίρα έχει σχήμα αμυγδαλοειδές και εντοπίζεται στο κογχικό χείλος. Η βλεφαρική μοίρα βρίσκεται υπό την απονεύρωση του ανελκτήρα και η έκτασή της φτάνει στο άνω βλέφαρο. Εκτός από τον δακρυϊκό αδένα, υπάρχουν και άλλοι μικρότεροι σε μέγεθος επικουρικοί αδένες, οι οποίοι βρίσκονται διάσπαρτοι στον επιπεφυκοτικό σάκο και περισσότερο μέσα στα κολπώματα. Οι μικρότεροι αυτοί αδένες έχουν την ιδιότητα να διατηρούν την επιφάνεια του κερατοειδούς υγρή, σε περίπτωση που ο δακρυϊκός αδένας, ο οποίος είναι και ο κύριος δεν λειτουργεί.

Η αιμάτωση του δακρυϊκού αδένα επιτελείται από την δακρυϊκή αρτηρία, η οποία είναι κλάδος της οφθαλμικής αρτηρίας. Η δακρυϊκή αρτηρία εισέρχεται στο πίσω όριο του αδένα. Ο δακρυϊκός αδένας κάποιες φορές τροφοδοτείται από την υποκόγχια αρτηρία, η οποία αποτελεί κλάδο της έσω γναθιαίας αρτηρίας. Η αιμάτωση του είναι φλεβική και λεμφική. Η οφθαλμική φλέβα επιτελεί την φλεβική αποχέτευση και η λεμφική απχέτευση προς τους επιπολής παρωτιδικούς λεμφαδένες.

Η νεύρωση του δακρυϊκού αδένα μπορεί να είναι τόσο αυτόνομη όσο και αισθητική. Η παρασυμπαθητική νεύρωσή του είναι προερχόμενη από τον δακρυϊκό πυρήνα του προσωπικού νεύρου. Η πορεία των παραγαγγλιακών ινών είναι να φτάσουν στο πτερυγοπερωιο γάγγλιο διαμέσω του διάμεσου νεύρου και του μείζονος επιπολούς κλάδου και στη συνέχεια διαμέσω του νεύρου του πτερυγοειδούς πόρου. Οι μεταγαγγλιακές ίνες αφήνουν το γάγγλιο και σκοπός τους είναι να ενωθούν με το άνω γναθικό νεύρο. Μετά η πορεία τους είναι να περάσουν στο ζυγωματικό κλάδο και στο ζυγωματοκροταφικό νεύρο. Η πορεία τους τελικά έχει κατάληξη στον δακρυϊκό αδένα διαμέσω του δακρυϊκού νεύρου.

Οι συμπαθητικές μεταγαγγλιακές ίνες ξεκινούν από το άνω αυχενικό συμπαθητικό γάγγλιο και η πορεία τους είναι στην έσω κροταφίδα. Στη συνέχεια η πορεία τους είναι να περάσουν από το εν τω βάθει λιθοειδές νεύρο, να συνεχίσουν στο νεύρο του πτερυγοειδούς πόρου και στη συνέχεια να πορευθούν στο άνω γναθικό, στο ζυγωματοκροταφικό και τέλος να φτάσουν στον δακρυϊκό αδένα. Οι αισθητικές ίνες μέσω του δακρυϊκού νεύρου φτάνουν στον δακρυϊκό αδένα.

Η αποχέτευση των δακρύων γίνεται μέσω του άνω και κάτω δακρυϊκού σωληναρίου, του δακρυϊκού ασκού, του δακρυϊκού σάκου και του ρινοδακρυϊκού πόρου. Όλοι αυτοί οι

μηχανισμοί επιτελούν στη ροή των δακρύων. Η ροή των δακρύων είναι ενεργητική. Ταυτόχρονα με το κλείσιμο των βλεφάρων των δακρυϊκών σημείων καθώς και των δακρυϊκών σωληναρίων τα δάκρυα ρέουν προς τη μύτη, διότι αυτοί οι μηχανισμοί λειτουργούν ως αντλίες. Το δακρυϊκό υγρό φέρεται στο δακρυϊκό σάκο και το ρινοδακρυϊκό πόρο. Η ροή ενισχύεται με την είσοδο του αέρα από τη μύτη με κάθε αναπνοή. Στην αποχέτευση των δακρύων κύριο ρόλο επιτελούν τρεις στενώσεις της δακρυϊκής οδού. Οι στενώσεις αυτές είναι: η είσοδος του κοινού δακρυϊκού σωληναρίου στον δακρυϊκό ασκό, η είσοδος του δακρυϊκού ασκού στο ρινοδακρυϊκό πόρο και η είσοδος του ρινοδακρυϊκού πόρου στην κάτω ρινική κόγχη.

Η δακρυϊκή στιβάδα ή δακρυϊκό φιλμ χωρίζεται σε τρεις επιμέρους στιβάδες: 1) στην έξω λιπώδη στιβάδα που παράγεται από τους μείβομιανούς αδένες, από τους σμιγματογόνους αδένες του Zeiss καθώς και από τους ιδρωτοποιούς αδένες του Moll, 2) από τη μέση υδαρή στιβάδα, η οποία παράγεται από τους δακρυϊκούς αδένες καθώς και 3) από την έσω βλενωδή στιβάδα που παράγεται από τους βοηθητικούς αδένες του επιπεφυκότα και από τα κύτταρα του δακρυϊκού αδένου.

Η βλέννα αυτή προσδίδει στο δακρυϊκό υγρό μια ζελατινοειδή υφή. Τα δάκρυα καλύπτοντας την επιφάνεια του κερατοειδούς με μία στιβάδα που προστατεύει από την ξηρότητα. Κάθε 10-20 sec, η δακρυϊκή στιβάδα διασπάται και προκαλεί αντανακλαστικό κλείσιμο των βλεφάρων. Τα βλέφαρα καλύπτουν τον κερατοειδή με μία νέα στιβάδα δακρύων. Με το ακούσιο κλείσιμο των βλεφάρων η δακρυϊκή στιβάδα ανανεώνεται. Μέσω των δακρύων γίνεται μηχανικός καθαρισμός του σάκου του επιπεφυκότα. Επίσης τα δάκρυα περιέχουν λυσοζύμη, ανοσαφίρινη και Β-λυσίνη, τα οποία διαθέτουν αντιβακτηριδιακή δράση ενάντια στους μικροοργανισμούς.

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

1.6.3 Οφρύες

Τα φρύδια εντοπίζονται μεταξύ της μετωπιαίας περιοχής και του άνω βλεφάρου. Το έσω άκρο εντοπίζεται στο κάτω μέρος του κογχικού χείλους και το έξω άκρο πάνω του κογχικού χείλους. Οι τρίχες των φρυδιών είναι παχιές και η φορά τους είναι οριζόντια προς τα πλάγια. Η ανύψωσή τους επιτυγχάνεται από τον μετωπιαίο μυ. Η κατάσπαση με τη σύσπαση της κογχικής μοίρας του σφιγκτήρα των βλεφάρων. Η έλξη των φρυδιών προς τα μέσα επιτελείται από τη σύσπαση του επισκηνίου μυός.

Η αιμάτωσή τους επιτυγχάνεται από τους υπερκόγχιους και υπερτροχίλιους κλάδους της οφθαλμικής αρτηρίας. Η εκβολή των φλεβών γίνεται στη γωνιακή φλέβα και από εκεί στη προσωπική φλέβα. Η λεμφική αποχέτευση στους επιπολείς παρωτιδικούς λεμφαδένες όσον αφορά το έξω τμήμα και στους υπογνάθιους λεμφαδένες για το έσω τμήμα.

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

νευρώνεται από τον υποτροχίλιο κλάδο του οφθαλμορρινικού νεύρου. Εκτός της εγκανθίδας βρίσκεται η μηννοειδής πτυχή του επιπεφυκότα.

Τα βλέφαρα επιτελούν κι άλλους φυσιολογοανατομικούς σχηματισμούς. Οι σχηματισμοί αυτοί είναι οι εξής: Οι βλεφαρίδες, οι οποίες είναι κοντές, βραχείες και κυρτές τρίχες, εντοπίζονται στα βλεφαρικά χείλη από τον έξω κανθό μέχρι τη δακρυϊκή θηλή. Οι βλεφαρίδες επιτελούν άλλον αμυντικό μηχανισμό του οφθαλμού. Στο πίσω όριο του βλεφαρικού χείλους βρίσκονται οι μείβομιανοί αδένες, οι οποίοι είναι λιπαντικοί αδένες του οφθαλμού. Στο άνω βλέφαρο βρίσκονται λιπαντικοί αδένες, δηλαδή οι αδένες του Zeiss καθώς και οι τροποποιημένοι ιδρωτοποιοί αδένες, δηλαδή οι αδένες του Moll.

Κάθε βλέφαρο αποτελείται από τα εξωτερικά προς τα εσωτερικά από το δέρμα, τον υποδόριο ιστό, τις γραμμωτές μυικές ίνες του σφιγκτήρα μυός, το κογχικό δάφραγμα, τα ταρσικά πέταλα, τις λείες μυικές ίνες και τον επιπεφυκότα.

Τα βλέφαρα διαθέτουν τον σφιγκτήρα μυ των βλεφάρων και τον ανελκτήρα μυ του άνω βλεφάρου. Ο σφιγκτήρας μυς των βλεφάρων είναι επίπεδος, έχει ελλειπτικό σχήμα και περιβάλλει το κογχικό χείλος. Εκτείνεται προς την κροταφική μοίρα. Μπαίνει στα βλέφαρα και πίσω από την δακρυϊκή μοίρα. Ο σφιγκτήρας μυς αποτελείται από γραμμωτές μυικές ίνες.

Η νεύρωση του σφιγκτήρα μυός γίνεται από κροταφικούς και ζυγωματικούς κλάδους του προσωπικού νεύρου. Ο σφιγκτήρας μυς επιτελεί στην έκραση του προσώπου. Ο ανταγωνιστής μυς της κογχικής μοίρας είναι η μετωπιαία μοίρα του επικράνιου μυός και ο ανταγωνιστής της βλεφαρικής μοίρας είναι ο ανελκτήρας του άνω βλεφάρου. Ο ανελκτήρας μυς είναι γραμμωτός μυς. Εκφύεται από την κάτω επιφάνεια της ελάσσοнос πτέρυγας του σφηνοειδούς οστού, πρόσθια και άνω του οπτικού τρήματος. Η νεύρωση του επιτελείται από τον άνω κλάδο του κοινού κινητικού νεύρου. Ο άνω ταρσαίος νευρώνεται από τις συμπαθητικές ίνες του άνω αυχενικού συμπαθητικού γαγγλίου. Ο ανελκτήρας μυς ανυψώνει το βλέφαρο. Βλάβη αυτού προκαλεί πτώση του άνω βλεφάρου.

Τα βλέφαρα αιματώνονται από τις έξω και έσω βλεφαρικές αρτηρίες. Η προέλευση των έξω βλεφαρικών αρτηριών είναι από τη δακρυϊκή αρτηρία. Οι έσω βλεφαρικές αρτηρίες χωρίζονται σε άνω και κάτω, εκφύονται από τη οφθαλμική αρτηρία. Κάνοντας μία μικρή διαδρομή πίσω από τον δακρυϊκό ασκό μπαίνουν εντός των βλεφάρων. Οι έσω βλεφαρικές αρτηρίες διαρούνται σε δύο κλάδους σχηματίζοντας δύο τόξα σε κάθε βλέφαρο. Τα τόξα αυτά συναντιούνται με τις έξω βλεφαρικές αρτηρίες και με τους κλάδους της επιπολής κροταφικής, προσωπικής και υποκόγχιας αρτηρίας.

Οι φλέβες οι οποίες είναι πολύ περισσότερες εκβάλλουν στις οφθαλμικές φλέβες και στη γωνιαία φλέβα προς τα μέσα και στην επιπολής κροταφική φλέβα προς τα έξω. Η νεύρωση του άνω βλεφάρου γίνεται με το υποτροχίλιο, υπερτροχίλιο, υπερκόγχιο και το δακρυϊκό νεύρο. Το κάτω βλέφαρο νευρώνεται από το υποτροχίλιο νεύρο όσον αφορά τη περιοχή του έξω κανθού. Το υπόλοιπο τμήμα νευρώνεται από κλάδους του υποκόγχιου νεύρου.

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

(Φωτεινάκης, Β. et.al 2000)

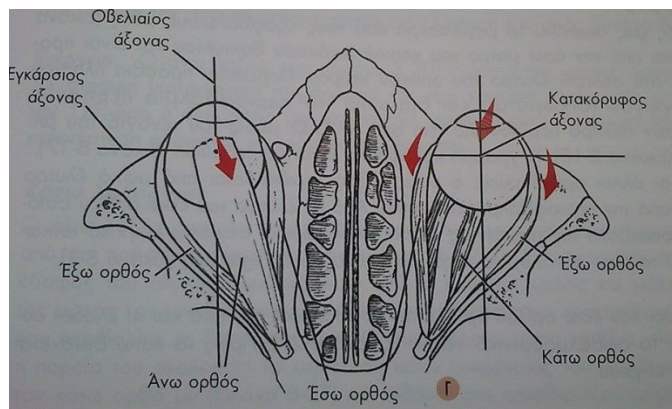
1.6.5 Οφθαλμοκινητικοί μύες

Οι θέσεις που επιτελεί ο οφθαλμός είναι η πρωτεύουσα θέση, οι δευτερεύουσες και οι τριτεύουσες θέσεις. Η πρωτεύουσα θέση είναι αυτή όπου ο οφθαλμός κοιτά ευθεία μπροστά. Οι δευτερεύουσες θέσεις όπου ο οφθαλμός στρέφεται προς τα άνω, κάτω, έξω ή έσω. Οι τριτεύουσες όταν ο οφθαλμός επιτελεί λοξές κινήσεις.

Το κέντρο του κερατοειδούς όπως έχει περιγραφεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο ονομάζεται «πρόσθιος πόλος». Κάθε κίνηση του οφθαλμού επιτελείται από την κατεύθυνση όπου κινείται ο πρόσθιος πόλος και περιστρέφεται γύρω από τους τρεις άξονες, που απαρτίζουν τους άξονες του Fick, δηλαδή τον εγκάρσιο, τον κατακόρυφο και τον οβελιαίο. Έτσι, χρησιμοποιούνται κάποιες ορολογίες, αυτές είναι οι εξής: η ανάσπαση ή άνω στροφή είναι όταν ο πρόσθιος πόλος στρεφεται προς τα πάνω, κατάσπαση ή κάτω στροφή όταν ο πρόσθιος πόλος στρέφεται προς τα κάτω, απαγωγή ή έξω στροφή όταν ο πρόσθιος πόλος στρέφεται προς τα έξω και η προσαγωγή ή έσω στροφή όταν ο πρόσθιος πόλος στρέφεται προς τα έσω.

Εκτός από αυτές τις κινήσεις, ο οφθαλμός επιτελεί και τις κυκλοστροφικές κινήσεις που χρησιμοποιείται το ανώτερο όριο του κερατοειδούς σαν σημείο αναφοράς. Είναι δηλαδή «η 12^η ώρα» ή άνω πόλος. Η έσω κυκλοστροφή είναι όταν γίνεται έσω στροφή του άνω πόλου και έξω κυκλοστροφή όταν γίνεται έξω στροφή. Οι κινήσεις του οφθαλμού γίνονται γύρω από τρεις άξονες. Οι άξονες αυτοί διέρχονται από το κέντρο περιστροφής και σχηματίζουν ορθές γωνίες. Ο άξονας του Fick που είναι ο κατακόρυφος διέρχεται από τον βολβό ώστε να κάνει απαγωγή ή προσαγωγή. Ο άξονας του Fick διέρχεται οριζόντια μέσα στον βολβό από έσω προς τα έξω, έτσι ώστε να επιτευχθεί άνω στροφή ή κάτω στροφή. Ο οβελιαίος άξονας του Fick διέρχεται προσθοπίσθια. Αυτός ο άξονας αποτελεί τον άξονα της όρασης. Γύρω από αυτόν τον άξονα επιτυγχάνεται έσω και έξω κυκλοστροφή του οφθαλμού.

Για τις κινήσεις που κάνει ο οφθαλμικός βολβός είναι υπεύθυνοι οι μύες. Οι μύες αυτοί είναι γραμμωτοί. Στο σύνολό τους είναι έξι εξωφθάλμιοι μύες εκ των οποίων οι τέσσερις είναι ορθοί και παράγουν τις άνω, κάτω, έσω και έξω κινήσεις και ο άνω και κάτω που είναι οι λοξοί μύες. (Εικόνα 1.6.4.1)



Εικόνα 1.6.4.1 Οι ενέργειες που επιτελούν οι 4 ορθοί μύες στις κινήσεις του βολβού

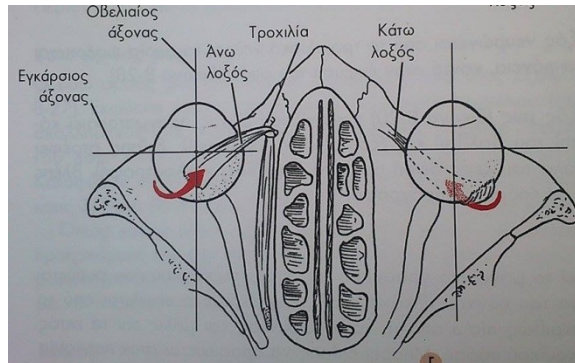
Η έκφυση των τεσσάρων ορθών μυών γίνεται από τον κοινό τενόντιο δακτύλιο, τον δακτύλιο του Zinn. Βρίσκεται στην κορυφή της κογχικής κοιλότητας και περικλείει το οπτικό τρήμα και το μέσο τμήμα του υπερκόγχιου σχίσματος. Καταφύονται στο σκληρό χιτώνα του

βολβού. Ο άνω ορθός είναι μεγαλύτερος σε μήκος, στη συνέχεια είναι ο έσω και τελευταίος ο έξω ορθός. Ο κάτω ορθός είναι πιο βραχύς.

Πιο αναλυτικά, ο άνω ορθός εκφύεται από τον κοινό τενόντιο δακτύλιο και προσφύεται στο οπτικό νεύρο. Η κατάφυσή του γίνεται στον σκληρό περίπου 7.7 χιλιοστά πίσω από το σκληροκερατοειδές όριο. Νευρώνεται από το κοινό κινητικό νεύρο. Η ενέργεια που εκτελεί ο άνω ορθός μυς είναι άνω στροφή, έσω στροφή και ελαφρά εσω κυκλοστροφή. Ο κάτω ορθός εκφύεται από τον κοινό τενόντιο δακτύλιο. Καταφύεται στο σκληρό περίπου 6.5 χιλιοστά από το σκληροκερατοειδές όριο. Η νεύρωσή του πραγματοποιείται από τον κλάδο του κοινού κινητικού νεύρου. Η δράση που εκτελεί είναι κατάσπαση, δηλαδή κάτω στροφή, έσω στροφή και έξω κυκλοστροφή.

Ο έξω ορθός μυς εκφύεται από τον κοινό τενόντιο δακτύλιο της έξω μοίρας. Η κατάφυσή του γίνεται στο σκληρό και καταλήγει στο σκληροκερατοειδές όριο. Η νεύρωσή του γίνεται από το απαγωγό νεύρο και εκτελεί έξω στροφή του οφθαλμού, δηλαδή απαγωγή. Ο έσω ορθός μυς εκφύεται από τον κοινό τενόντιο δακτύλιο της έσω μοίρας. Καταφύεται στο σκληρό περίπου 5.5 χιλιοστά από το σκληροκερατοειδές όριο. Νευρώνεται από τον κάτω κλάδο του κοινού κινητικού και επιτελεί έσω στροφή, δηλαδή προσαγωγή.

Οι λοξοί μύες είναι δύο, ο άνω και ο κάτω. Αναλυτικά, ο άνω λοξός μυς εκφύεται από το σφηνοειδές οστό, πάνω από τον δακτύλιο του Zinn και φτάνει στο τροχλιακό βόθρο του μετωπιαίου οστού. Στο σημείο αυτό υπάρχει η τροχιλία, την τροχιλία αυτή τη διασχίζει ο τένοντας του μυός. Η τροχιλία αφού περάσει πάνω από τον βολβό καταφύεται στον σκληρό. Η νεύρωση του άνω λοξού μυός επιτυγχάνεται από το τροχλιακό νεύρο. (εικόνα 1.6.4.2)



Εικόνα 1.6.4.2 Οι ενέργειες του άνω και κάτω λοξού μυός

Ο κάτω λοξός μυς είναι ο μόνος γραμμωτός μυς που δεν εκφύεται από την κορυφή του κόγχου αλλά από την πρόσθια μοίρα του κόγχου. Καταφύεται στο κροταφικό τεταρτημόριο του σκληρού. Ο κάτω λοξός νευρώνεται από τον κάτω κλάδο του κοινού κινητικού. Ο κάτω λοξός πραγματώνει άνω στροφή, έξω στροφή και έξω κυκλοστροφή.

Οι οφθαλμοί επιπλέον επιτελούν και τις διόφθαλμες κινήσεις. Οι διόφθαλμες κινήσεις διακρίνονται στις συζυγείς και στις μη συζυγείς κινήσεις. Συζυγείς κινήσεις είναι όταν υπάρχει ταυτόχρονη κίνηση του οφθαλμού προς την ίδια κατεύθυνση. Οι συζυγείς κινήσεις διακρίνονται στις οριζόντιες, στις κάθετες συζυγείς κινήσεις και στις κυκλοστροφικές. Οι οριζόντιες κινήσεις είναι η δεξιά βλεμματική κίνηση και η αριστερή. Οι κάθετες κινήσεις είναι η άνω και η κάτω βλεμματική κίνηση. Οι κυκλοστροφικές κινήσεις είναι η δεξιά αμφοτερόπλευρη και η αριστερή αμφοτερόπλευρη.

Οι μη συζυγείς κινήσεις είναι οι ταυτόχρονες κινήσεις που εκτελούν οι οφθαλμοί προς αντίθετες κατευθύνσεις. Οι οριζόντιες μη συζυγείς κινήσεις είναι η σύγκλιση, όταν οι δύο οφθαλμοί στρέφονται προς τα μέσα και η απόκλιση όταν και οι δύο οφθαλμοί στρέφονται προς τα έξω. Οι κάθετες μη συζυγείς κινήσεις είναι η θετική απόκλιση, όπου ο δεξιός οφθαλμός ανεβαίνει και ο άλλος κατεβαίνει και η αρνητική κάθετη απόκλιση, όταν ο δεξιός κατεβαίνει και ο άλλος ανεβαίνει. Και οι κυκλοστροφικές μη συζυγείς κινήσεις είναι η αμφοτερόπλευρη έσω κυκλοστροφή και η αμφοτερόπλευρη έξω κλυκλοστροφή.

(Δαμανάκης, Α., Θεοδοσιάδης, Γ. 2009)

(Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. 2006)

2. ΑΜΕΤΡΩΠΙΕΣ

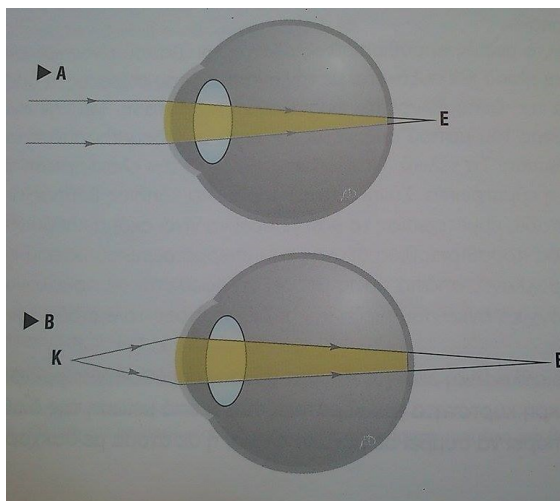
Η φυσιολογική κατάσταση του οφθαλμού, κατά την οποία παράλληλες ακτίνες φωτός σχηματίζουν ένα ευκρινές είδωλο επάνω στον αμφιβληστροειδή, ονομάζεται εμμετροπία. Η κατάσταση αυτή, όμως, είναι λιγότερο συχνή από την παρουσία οποιαδήποτε άλλου διαθλαστικού σφάλματος, κατάσταση που καλείται αμετροπία.

Στις αμετροπίες διακρίνουμε την υπερμετροπία, τη μυωπία και τον αστιγματισμό. Στην υπερμετροπία η πίσω κύρια εστία αντί να σχηματιστεί επάνω στον αμφιβληστροειδή σχηματίζεται πίσω από αυτόν. Στη μυωπία η κύρια εστία σχηματίζεται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή. Στην περίπτωση του αστιγματισμού τα είδωλα οπουδήποτε και να σχηματιστούν είναι θολά. Αστιγματισμό εμφανίζει ο οφθαλμός όταν η καμπυλότητα του οριζόντιου άξονα του κερατοειδούς δεν είναι ίδια ως προς τη καμπυλότητα του κάθετου άξονα.

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

2.1 Υπερμετροπία

Στην υπερμετροπία παράλληλη δέσμη ακτινών καθώς εισέρχονται στον οφθαλμό δεν εστιάζεται στον αμφιβληστροειδή, αλλά έρχεται σε επαφή μαζί του πολύ πριν σχηματίσει εστία. Λόγω αυτού κάθε αντικείμενο εμφανίζεται σαν ένας κύκλος σύγχυσης στον αμφιβληστροειδή και το αντικείμενο δεν είναι ευδιάκριτο. Στην υπερμετροπία η ισχύς του οφθαλμού, σε αντίθεση με τη μυωπία, είναι μικρότερη. Για τη διόρθωση του υπερμετροπικού οφθαλμού χρησιμοποιούμε θετικούς βαθμούς, αφού θα πρέπει να προσθέσουμε οπτική ιχύ στο μάτι. (Εικόνα 2.1)



Εικόνα 2.1: Πάνω φαίνεται η οπτική κατάσταση του υπερμετροπικού οφθαλμού και κάτω το αντικείμενο φαίνεται ακόμη πιο θολό όταν η αποκλίνουσα δέσμη προέρχεται από ένα αντικείμενο Κ.

Οι λόγοι που εμφανίζεται η υπερμετροπία μπορεί να είναι λόγω του μικρού προσθοπίσθιου άξονα του οφθαλμού, λόγω της μικρής διαθλαστικής δύναμης του οπτικού συστήματος ή λόγω συνδυαμών αυτών. Κατά τη νεογνική και παιδική ηλικία ο προσθοπίσθιος άξονας θεωρείται μία φυσιολογική κατάσταση. Αυξάνεται με την ανάπτυξη

του σώματος. Έτσι η υπερμετρωπία κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής είναι φυσιολογική. Σιγά σιγά όμως με την πάροδο της ηλικίας, αφού υπάρχει ανάπτυξη, ο προσθοπίσθιος άξονας μεγαλώνει και αυτό έχει ως αποτέλεσμα μείωση της υπερμετρωπίας. Το τελικό στάδιο, μετά την ολοκλήρωση ανάπτυξης, δεν είναι πάντα ο οφθαλμός να γίνει εμμετρωπικός. Μπορεί να παραμείνει κάποιος βαθμός υπερμετρωπίας ή και ακόμη ο οφθαλμός να γίνει μυωπικός.

Ο μικρός προσθοπίσθιος άξονας οφείλεται κατά κανόνα σε ανατομική παραλλαγή, και όχι τόσο σε παθολογικό αίτιο όπως για παράδειγμα ένας όγκος μέσα στον κόγχο, ο οποίος πιέζει και σπρώχνει τον οπίσθιο πόλο του ματιού προς τα εμπρός. Ένας υπερμετρωπικός οφθαλμός παρουσιάζεται με μικρό, αβαθή πρόσθιο θάλαμο και προδιάθεση για οξύ γλαύκωμα. Στην οφθαλμοσκόπηση η οπτική θηλή παρουσιάζεται με ασάφεια ορίων και η εικόνα της μοιάζει με οίδημα ή οπτική νευρίτιδα.

Στην υπερμετρωπία ανεξάρτητα από τον λόγο πρόκλησής της, η εστία της παράλληλης δέσμης δεν σχηματίζεται επάνω στον αμφιβληστροειδή αλλά πίσω από αυτόν. Σύμφωνα λοιπόν με αυτά η υπερμετρωπία διακρίνεται σε: αξονική, διαθλαστική και γεροντική, η οποία οφείλεται σε μεταβολή του δείκτη διάθλασης.

Στην αξονική υπερμετρωπία ο οφθαλμός είναι πιο βραχύς του κανονικού. Στα βρέφη η κατάσταση είναι φυσιολογική, σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να υπερβεί τις 6.00Δ. Στους μικρούς οφθαλμούς η αξονική υπερμετρωπία είναι περισσότερη από 6.00Δ. Ο κερατοειδής καθώς και ο προσθοπίσθιος άξονας στην περίπτωση αυτή είναι μικρότερος απ' ό τι θα έπρεπε να είναι. Ο φακός όμως διατηρεί το κανονικό μέγεθος, στους ενήλικες συγκριτικά με το σύνολο του μεγέθους του οφθαλμού είναι μεγαλύτερο. Ο υπερμετρωπικός οφθαλμός λοιπόν μπορεί να εμφανίσει γλαύκωμα, διότι η παραπάνω διαδικασία ωθεί την προς τα εμπρός κίνηση της ίριδας και την αποπλάτυνση του προσθίου θαλάμου.

Στην αξονική υπερμετρωπία και ειδικά στην υψηλή αξονική υπερμετρωπία, το άνοιγμα του σκληρού από τον οποίο φεύγουν οι ίνες των γαγγλιακών κυττάρων είναι δυνατόν να είναι μεγαλύτερο του φυσιολογικού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ίνες να είναι πολύ περισσότερο συγκεντρωμένες στην οπτική θηλή. Αυτή η υπερβολική συγκέντρωση των ινών στην οπτική θηλή μπορεί να προκαλέσει υπεραιμία, καθώς και τα όρια της οπτικής θηλής να εμφανίζονται ασαφή. Πρόκειται για συγγενή ανωμαλία, αφού μπορεί να παρατηρηθεί και σε άλλα μέλη της οικογένειας. Η κλινική εικόνα μοιάζει με οίδημα της θηλής.

Η ωχρά κηλίδα βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από την θηλή. Σε σύγκριση με τον εμμετρωπικό οφθαλμό ο κερατοειδής βρίσκεται σε έκκεντρη θέση. Έτσι, ο βλεμματικός άξονας τέμνει τον κερατοειδή ρινικά και αυτό δημιουργεί μεγάλη θετική γωνία. Αυτό σε μεγάλες υπερμετρωπίες μπορεί να θεωρηθεί λανθάνων εξωτροπία. Η διαθλαστική υπερμετρωπία εμφανίζεται όταν η διαθλαστική κυρτότητα οποιασδήποτε επιφάνειας είναι μικρότερη από το φυσιολογικό. Η διαθλαστική υπερμετρωπία εμφανίζεται κυρίως στον κερατοειδή. Ο κερατοειδής εμφανίζεται αποπλατυσμένος.

Η γεροντική υπερμετρωπία εμφανίζεται σε άτομα προχωρημένης ηλικίας και οφείλεται στην ελάττωση της διαθλαστικής ισχύος του φακού. Μπορεί να οφείλεται και παθολογικά σε άτομα που έχουν διαβήτη και εκτελούν κάποια θεραπεία. Οι ακτίνες αφού δεν εστιάζονται στον αμφιβληστροειδή και εστιάζονται πίσω από αυτόν, το είδωλο δημιουργεί κύκλους σκεδασμού, είναι θολό και με ασαφή όρια. Για να εστιασθούν οι ακτίνες επάνω στον

αμφιβληστροειδή θα πρέπει να γίνει σύγκλιση, ώστε οι ακτίνες να επεκταθούν και να συναντηθούν στο άπω σημείο. Για να επιτευχθεί αυτό τοποθετείται ένας φακός με την κατάλληλη ισχύ μπροστά στον οφθαλμό, για να έρθει σε επαφή η κύρια εστία με το άπω σημείο.

Επειδή, λοιπόν, ο προσθοπίσθιος άξονας είναι βραχύτερος και ο αμφιβληστροειδής βρίσκεται πιο κοντά στο δεσμικό σημείο του οπτικού συστήματος, το είδωλο που σχηματίζεται είναι μεγαλύτερο και θολό. Οι ακτίνες που εξέρχονται από το μάτι είναι αποκλίνουσες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να συναντώνται πίσω από αυτό κατά την αντίστροφη πορεία. Άρα, δεν υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας ευκρινούς ειδώλου παρά μόνο αν αυξηθεί η θετική ισχύς του οπτικού συστήματος.

Η κύρια εστία του οπτικού συστήματος μπορεί να μετατοπισθεί προς τα εμπρός, για να έρθει σε επαφή με τον αμφιβληστροειδή με θετικούς φακούς, οι οποίοι θα τοποθετηθούν μπροστά στον οφθαλμό ή με την μέθοδο της προσαρμογής. Η μέθοδος προσαρμογής αυξάνει την κυρτότητα του κρυσταλλοειδούς φακού.

Η υπερμετρωπία κλινικά διακρίνεται σε λανθάνουσα και έκδηλη. Και οι δύο αυτές περιπτώσεις αποτελούν την ολική υπερμετρωπία, η οποία υποδιαιρείται σε αντιρροπούμενη και σε έκδηλη. Το ποσοστό που εξουδετερώνεται από τον προσαρμοστήρα μυ ονομάζεται λανθάνουσα υπερμετρωπία. Αυτό επιτυγχάνεται με κυκλοπηγικά φάρμακα, όπως είναι η ατροπίνη. Σε νεότερα άτομα η λανθάνουσα υπερμετρωπία είναι μεγαλύτερη.

Η απόλυτη υπερμετρωπία είναι όταν μπορεί να εξουδετερωθεί με τη μέγιστη ενεργοποίηση της προσαρμογής. Διακρίνεται σε αντιρροπούμενη και σε έκδηλη υπερμετρωπία. Η αντιρροπούμενη είναι η υπερμετρωπία που μπορεί να αντιρροπηθεί με την ενεργοποίηση της προσαρμογής. Η έκδηλη υπερμετρωπία είναι εκείνη που δεν μπορεί να αντιρροπηθεί με τη μέθοδο της προσαρμογής και χρησιμοποιούνται θετικοί φακοί, διότι η όραση για μακριά και κοντά δεν είναι ευκρινής. Με την πάροδο της ηλικίας η λανθάνουσα υπερμετρωπία μεταπίπτει σε απόλυτη υπερμετρωπία.

Τα συμπτώματα της υπερμετρωπίας ποικίλουν ανάλογα με το βαθμό υπερμετρωπίας και την ηλικία του ατόμου που εμφανίζει τη διαθλαστική ανωμαλία. Στα παιδιά η αποκάλυψη της υπερμετρωπίας μπορεί να γίνει είτε από ένα καλό ιστορικό, το οποίο είναι λεπτομερές, αλλά μπορεί να αποκαλυφθεί από το γεγονός ότι κουράζονται εύκολα και ότι απεχθάνονται την ανάγνωση. Μπορεί, όμως, τα μάτια τους ανά διαστήματα να έχουν μία κλίση προς τα έσω, η οποία γίνεται αντιληπτή από τους γονείς. Τα παιδιά επίσης με υπερμετρωπία παραπονιούνται για κεφαλαλγίες, θολή όραση κατά την περίοδο της ανάγνωσης, καθώς και στο γράψιμο.

Η θολή όραση οφείλεται στο γεγονός ότι ο προσαρμοστήρας μυς δεν λειτουργεί σωστά. Επίσης τα μακρινά αντικείμενα γίνονται μικρότερα από ότι είναι στην πραγματικότητα. Τα συμπτώματα της υπερμετρωπίας εμφανίζονται κυρίως στην κοντινή εργασία όταν ο οφθαλμός χρειάζεται να προσηλώσει. Αν η υπερμετρωπία είναι μεγάλη, ο μηχανισμός της προσαρμογής μπορεί να μην είναι δυνατός να δουλέψει σωστά ώστε να υπάρχει ένα ευκρινές αποτέλεσμα, έτσι ο ασθενής κάνει μία προσπάθεια για να επιτύχει την ευκρίνεια, δηλαδή την ασάφεια που δημιουργείται στο αμφιβλίστροειδικό είδωλο,

αυξάνοντας το μέγεθός του και με σμίκρυνση των βλεφαρίδων, ώστε να επιτευχθεί ένα στενοπικό αποτέλεσμα.

Στην περίπτωση που ο υπερμέτρωπας δεν έχει διορθωθεί, η προσαρμοστική ικανότητα που πρέπει να χρησιμοποιήσει είναι μεγαλύτερη από έναν μύωπα ή εμμέτρωπα. Η πρώτη δυσαναστέτηση που μπορεί να έχει ο υπερμέτρωπας είναι ότι ενώ η μακρινή όραση είναι καλή, η κοντινή δεν είναι. Αν δεν υπάρξει διόρθωση της υπερμετρωπίας τα συχνά φαινόμενα που το προδίδουν είναι οι κεφαλαλγίες, θόλωση στην όραση, διπλωπία, δακρύρροια. Όλα αυτά είναι αποτέλεσμα της προσαρμοστικής προσπάθειας του ατόμου που εμφανίζει πρεσβυωπία. Με το πέρασμα των χρόνων μπορεί να υπάρξει και μία χρόνια επιπεφυκίτιδα, βλεφαρίτιδα, φλεγμονή των αδένων των βλεφάρων. Μπορεί επίσης να εμφανίσει κοπιωπία. Η κοπιωπία εμφανίζεται κυρίως τις απογευματινές ώρες.

Άλλες αιτίες που μπορούν να προκαλέσουν υπερμετρωπία είναι η αναιμία. Σε άτομα, τα οποία είναι νέα σε αυτή την κατάσταση τους ενοχλεί ο ανεπαρκής φωτισμός. Σε παιδιά της σχολικής ηλικίας, που η υπερμετρωπία είναι χαμηλή δεν απαιτείται διόρθωση. Υπάρχουν όμως και κάποια παιδιά που μπορεί να εμφανίζουν ασθενωπία με μικρό βαθμό υπερμετρωπίας και όταν διορθωθεί δεν εμφανίζουν κάποια συμπτώματα. Αν η ασθενωπία συνοδεύεται με κάποια συμπτώματα θα πρέπει να γίνει μια πιο αναλυτική και λεπτομερής εξέταση, με σχισμοειδής λυχνία και με κυκλοπληγία. Αν μετά την κυκλοπληγία οι βαθμοί της υπερμετρωπίας εξακολουθούν να είναι μεγάλοι τότε χρειάζεται η χρήση διορθωτικών γυαλιών. Αν όμως οι βαθμοί είναι μικροί τότε η χρήση διορθωτικών γυαλιών συνίσταται κατά την ανάγνωση.

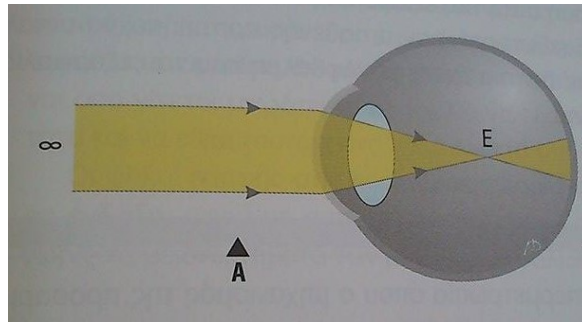
Πρέπει να ληφθεί υπόψιν όμως ότι στα παιδιά η υπερμετρωπία λόγω της ανάπτυξης μπορεί να μειωθεί για αυτό κρίνεται σκόπιμο να γίνεται συχνός έλεγχος της οπτικής οξύτητας. Μπορεί τα παιδιά να έχουν άνετη όραση με τα διορθωτικά τους γυαλιά και μετά από ένα ή δύο χρόνια να που ότι βλέπουν καλύτερα χωρίς αυτά.

Η διόρθωση αυτή αφορά τα παιδιά. Στους ενήλικες η χορήγηση διορθωτικών γυαλιών εξαρτάται από τα συμπτώματα που εμφανίζουν. Με την πάροδο του χρόνου η προσαρμοστική ικανότητα ελαττώνεται. Αρχικά, τα χρησιμοποιεί μόνο για την κοντινή όραση και σταδιακά τα συνηθίζει και για μακριά. Μετά από κάποιο όριο ηλικίας πρέπει να διορθωθεί και η μακρινή και η κοντινή όραση. Σε νεότερη ηλικία η προσαρμογή είναι περισσότερη, άρα διορθώνεται μικρότερο ποσό υπερμετρωπίας.

Προσοχή στα άτομα που φοράνε πρώτη φορά διορθωτικά γυαλιά. Κάτι επιπλέον που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι μεγαλύτερη διόρθωση θα πρέπει να γίνει σε άτομα που κάνουν καθιστή ζωή από τα άτομα που ζουν στην ύπαιθρο.
(Δαμανάκις, Α. 2011)

2.2 Μυωπία

Άλλη μια διαθλαστική ανωμαλία που παρατηρείται είναι η μυωπία. Η μυωπία είναι εκείνη η διαθλαστική ανωμαλία που παράλληλες ακτίνες εισέρχονται στον οφθαλμό και εστιάζουν μπροστά από αυτόν. Οι ακτίνες αυτές φτάνουν στον αμφιβληστροειδή αποκλίνουσες. (Εικόνα 2.2.)



Εικόνα 2.2: Η οπτική κατάσταση του μυωπικού οφθαλμού.

Οι λόγοι που εμφανίζεται η μυωπία μπορεί να είναι λόγω του μεγάλου προσθοπίσθιου άξονα, λόγω του ότι ο κερατοειδής ή ο φακός έχει μεγάλη διαθλαστική ικανότητα. Διακρίνουμε δύο είδη μυωπίας την αξονική και τη διαθλαστική. Η αξονική μυωπία είναι η μυωπία που οφείλεται στην αύξηση του μήκους του προσθοπίσθιου άξονα, που οφείλεται στη διαθλαστική ισχύ του οφθαλμού, η οποία αυξάνεται. Η διαθλαστική μυωπία όμως που οφείλεται στην αύξηση της διαθλαστικής ισχύος του οφθαλμού, λόγω αύξησης της κυρτότητας των διαθλαστικών επιφανειών. Η μυωπία είναι αυτή που οφείλεται κυρίως στην αύξηση της κυρτότητας του κερατοειδούς και όχι τόσο στην αύξηση κυρτότητας άλλων διαθλαστικών επιφανειών.

Οι λόγοι που εμφανίζεται μυωπία είναι λόγω της αύξησης του δείκτη διάθλασης του υδατοειδούς υγρού ή του φακού, λόγω ελάττωσης του δείκτη διάθλασης του υαλοειδούς σώματος. Αυτή η μυωπία οφείλεται κυρίως στην ελάττωση του δείκτη διάθλασης του. Άλλος ένας λόγος επίσης που μπορεί να εμφανιστεί η μυωπία είναι η ελάττωση του δείκτη διάθλασης των στιβάδων του φακού ή ακόμη και η αύξηση του δείκτη διάθλασης του πυρήνα αυτού μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της διαθλαστικής δύναμης του φακού.

Τα παιδιά γεννιούνται με υπερμετρωπία, με την πάροδο του χρόνου η υπερμετρωπία σιγά σιγά υποχωρεί. Η περίοδος της ανάπτυξης του παιδιού καθίσταται μεγάλης σημασίας διότι αφορά τη μυωπία. Ο υπερμετρωπικός οφθαλμός θεωρείται ελλειπώς ανεπτυγμένος ενώ, ο μυωπικός θεωρείται ανεπτυγμένος.

Ο συνηθέστερος τύπος μυωπίας είναι η αξονική μυωπία. Η αξονική μυωπία περιλαμβάνει μία φυσιολογική εξέλιξη του μήκους του οφθαλμού, καθώς και η αύξηση του προσθοπίσθιου άξονα του οφθαλμού. Το αίτιο αύξησης του προσθοπίσθιου άξονα είναι οι παθολογικές καταστάσεις των χιτώνων του οφθαλμού. Είναι προοδευτική και πρόκειται για μεγάλο βαθμό.

Μεταξύ δέκα και δεκαπέντε ετών αναπτύσσεται η μυωπία. Αυτό οφείλεται στην ανάπτυξη του οφθαλμού. Ένα παιδί για παράδειγμα που εμφανίζει όραση πλήρη, μπορεί να ελαττωθεί σε μικρό χρονικό διάστημα και αυτό λόγω της ανάπτυξης. Η αύξηση ή μείωση της μυωπίας σταματά μόλις τελειώσει η ανάπτυξη του παιδιού.

Διάφορα αίτια είναι υπεύθυνα για τη μυωπία που έχουν κατηγορηθεί κατά καιρούς. Ένα όμως κύριο αίτιο αποτελεί η κληρονομικότητα. Η κληρονομικότητα είναι σημαντική στον καθορισμό του βαθμού αλλά και στην εξέλιξη που θα έχει η μυωπία. Η μυωπία σταματάει μέχρι ένα βαθμό και αυτό γίνεται φανερό. Αυτό οφείλεται βέβαια και σε διάφορους γενετικούς παράγοντες. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ατόμων εμφανίζει μυωπία. Η

μυωπία διακρίνεται σε χαμηλή, μέση και υψηλή. Κλινικά η μυωπία χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες. Στην συγγενή, στην απλή ή καθολική και στην εκφυλιστική ή κακοήθη.

Η μυωπία γενικότερα σαν σύμπτωμα εμφανίζει τη μη ευκρινή αναγνώριση των μακρινών αντικειμένων. Στα παιδιά δεν μπορεί να αποκαλυφθεί εύκολα η μυωπία καθώς δεν είναι σε θέση να μας αποκαλύψουν ότι δεν βλέπουν καλά αφού δεν γνωρίζουν ποια είναι η φυσιολογική όραση. Η μυωπία κυρίως αποκαλύπτεται κατά τη σχολική ηλικία των παιδιών όπου εξετάζονται για οπτική οξύτητα και επιπλέον δεν βλέπουν να διαβάσουν καλά στον πίνακα. Οι ενήλικες αρχίζουν να έχουν ασάφεια στα μακρινά αντικείμενα. Οι μύωπες στον έντονο φωτισμό είναι αρκετά ευαίσθητοι, και αυτό λόγω του μικρού λοαμπρού ειδώλου όπου σχηματίζεται στους αρνητικούς φακούς.

Στα παιδιά η διόρθωση της μυωπίας γίνεται με διορθωτικά γυαλιά και για να τα φοράνε θα πρέπει να υπάρχει ενθάρυνση από το περιβάλλον τους. Η χρήση των διορθωτικών γυαλιών εμφανίζει τα εξής πλεονεκτήματα: το παιδί βλέπει τα αντικείμενα με ευκρίνεια και δεν δημιουργεί άλλες καταστάσεις μη φυσιολογικές όπως για παράδειγμα το κλείσιμο των βλεφάρων. Η αμφοτερόπλευρη όραση αναπτύσσεται σωστά τόσο για μακριά όσο και για κοντά και επίσης η σύγκλιση και η προσαρμογή λειτουργούν σωστά. Αν δεν φοράει τα γυαλιά όσο συχνά θα έπρεπε προκαλεί δυσλειτουργία στην προσαρμογή και μπορεί να δημιουργήσει εξωφορία. Για τον πλήρη καθορισμό του βαθμού μυωπίας καθώς και στο αν υπάρχει αστιγματισμός κυρίως κατά την πρώτη εξέταση κάνουμε κυκλοπληγία. Η κυκλοπληγία γίνεται σε άτομα κάτω των 30 ετών. Και στους ενήλικες προτείνεται η χρήση διορθωτικών γυαλιών.

(Δαμανάκης, Α. 2011)

2.3 Αστιγματισμός

Αστιγματισμός είναι η διαθλαστική ανωμαλία κατά την οποία η διαθλαστική δύναμη του οφθαλμού δεν είναι ίδια σε όλους τους μεσημβρινούς, δηλαδή οι παράλληλες ακτίνες δεν συγκεντρώνονται σε ένα σημείο. Ο οφθαλμός που έχει αστιγματισμό έχει δύο κύριους μεσημβρινούς, οι οποίοι τέμνονται κάθετα. Οι δύο μεσημβρινοί αυτοί είναι ο αστιγματισμός που είναι σύμφωνος με τον κανόνα και ο αστιγματισμός παρά τον κανόνα.

Ο αστιγματισμός οφείλεται σε διαταραχές του σχήματος της διαθλαστικής επιφάνειας του κερατοειδούς. Η ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς ποικίλλει στους μεσημβρινούς. Ο μεσημβρινός με τη μεγαλύτερη διαθλαστική δύναμη είναι κυρτότερος και έχει μικρότερη ακτίνα καμπυλότητας από ότι ο μεσημβρινός με τη μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας, ο οποίος έχει μικρότερη διαθλαστική δύναμη και είναι λιγότερο κυρτός. Ο αστιγματισμός που είναι σύμφωνος με τον κανόνα είναι εκείνος ο αστιγματισμός όπου ο διαθλαστικότερος μεσημβρινός είναι ο κάθετος και ο αστιγματισμός που είναι παρά τον κανόνα είναι εκείνος ο αστιγματισμός όπου η μεγαλύτερη διαθλαστική δύναμη βρίσκεται στον οριζόντιο μεσημβρινό.

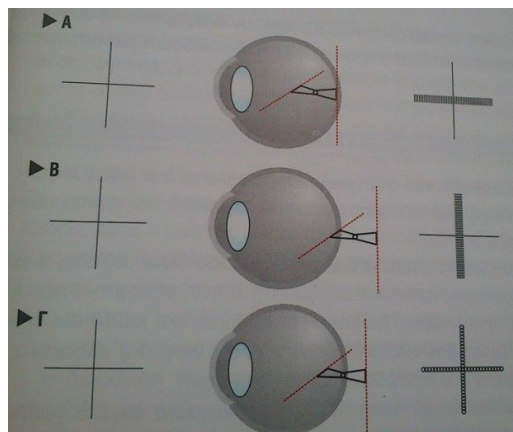
Επίσης διακρίνουμε άλλες δύο μορφές αστιγματισμού: τον ομαλό και τον ανώμαλο αστιγματισμό. Ο ομαλός αστιγματισμός είναι ο αστιγματισμός όπου οι κύριοι άξονες του είναι κάθετοι μεταξύ τους και εμφανίζουν τη μέγιστη διαφορά διαθλαστικής δύναμης. Ο ομαλός αστιγματισμός διορθώνεται με κυλινδρικά γυαλιά. Ο ανώμαλος αστιγματισμός είναι αυτός όπου οι κύριοι άξονες που εμφανίζουν τη μέγιστη διαθλαστική δύναμη δεν είναι

κάθετοι μεταξύ τους. Αυτή η μορφή αστιγματισμού οφείλεται σε παραμόρφωση της επιφάνειας του κερατοειδούς. Ο ανώμαλος αστιγματισμός δεν διορθώνεται με κυλινδρικά γυαλιά όπως ο ομαλός αστιγματισμός.

Ο αστιγματικός οφθαλμός στην ουσία είναι σαν σφαιροκυλινδρικός οφθαλμός. Οι ακτίνες που εισέρχονται δεν συγκεντρώνονται σε ένα σημείο αλλά σχηματίζουν το κωνοειδές του Sturm όπου σχηματίζονται δύο εστιακές γραμμές κάθετες μεταξύ τους. Το διάστημα του Sturm δηλαδή η απόσταση μεταξύ των δύο εστιακών γραμμών είναι ανάλογη με το βαθμό που εμφανίζει ο αστιγματισμός.

Ανάλογα βέβαια και με τη θέση που έχει το κωνοειδές του Sturm σε σχέση με τον αμφιβληστροειδή, ο αστιγματισμός χωρίζεται σε κάποιες μορφές: Στον απλό αστιγματισμό, στον σύνθετο και στον μικτό αστιγματισμό. Ο απλός αστιγματισμός είναι εκείνος όπου η μία εστία εντοπίζεται πάνω στον αμφιβληστροειδή και η άλλη πίσω από αυτόν. Με αυτόν τον τρόπο ο ένας μεσημβρινός είναι εμμετρωπικός και ο άλλος μυωπικός. Ο μυωπικός ονομάζεται απλός μυωπικός ή μπορεί να είναι υπερμετρωπικός και ονομάζεται απλός υπερμετρωπικός. Στον σύνθετο αστιγματισμό και οι δύο εστίες βρίσκονται μπροστά ή πίσω από τον αμφιβληστροειδή. Όταν βρίσκονται μπροστά ο αστιγματισμός αυτός ονομάζεται σύνθετος μυωπικός και όταν βρίσκεται πίσω από αυτόν ονομάζεται σύνθετος υπερμετρωπικός.

Η τρίτη μορφή αστιγματισμού είναι ο μικτός αστιγματισμός, όπου η μία κύρια εστιακή γραμμή είναι μπροστά από τον αμφιβληστροειδή και η άλλη πίσω από αυτόν. Έτσι ο ένας μεσημβρινός με την εστία που βρίσκεται μπροστά είναι μυωπικός, ενώ ο άλλος με την εστία που βρίσκεται πίσω είναι υπερμετρωπικός. (Εικόνα 2.3.1)



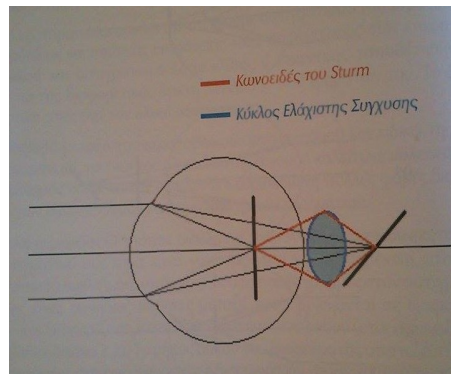
Εικόνα 2.3.1: Αστιγματικοί οφθαλμοί ανάλογα με το κωνοειδές του Sturm.

Αφού δεν μπορεί να επιτευχθεί σχηματισμός σημειακής εστίας επάνω στον αμφιβληστροειδή, η αμφιβληστροειδική εικόνα που σχηματίζεται δεν είναι ευκρινής και η όραση είναι θολή. Στον αμφιβληστροειδή κάθε σημείο αποτυπώνεται σαν κύκλος σύγχυσης και το αντικείμενο αυτό δεν είναι ευδιάκριτο αλλά θολό.

Κάθε σημείο που αποτυπώνεται στον αμφιβληστροειδή εξαρτάται από το κωνοειδές του Sturm. Έτσι μπορεί να έχουμε τις εξής μορφές ή να αποτυπώνεται σαν μία μικρή γραμμή όπου βρίσκεται επάνω στον αμφιβληστροειδή, ή σαν μία έλλειψη αν η εστιακή γραμμή

εντοπίζεται κοντά στον αμφιβληστροειδή ή σαν κύκλος που δημιουργεί ελάχιστη σύγχυση και εντυπώνεται επάνω στον αμφιβληστροειδή. (Εικόνα 2.3.2)

Η καλύτερη όραση είναι η μορφή με τον κύκλο της ελάχιστης σύγχυσης. Ο κύκλος ελάχιστης σύγχυσης βρίσκεται σε απόσταση από τις δύο εστιακές γραμμές και όταν εντοπίζεται επάνω στον αμφιβληστροειδή η εκτροπή που δημιουργείται μοιράζεται και η απεικόνιση των σημείων επιτυγχάνεται ομοιόμορφα. Στην πράξη δεν είναι όμως εύκολο αφού η αναγνώριση γραμμάτων, αριθμών και άλλων αντικειμένων μπορεί να γίνει πιο εύκολη όταν οι κάθετες γραμμές είναι πιο ευκρινείς.



Εικόνα 2.3.2 Κωνοειδές του Sturm που δημιουργείται κύκλος ελάχιστης σύγχυσης

Ένα άλλο σύμπτωμα του αστιγματισμού εκτος της θολής όρασης και της μη ευκρίνειας των αντικειμένων είναι η κοπιωπία, αφού το άτομο με αστιγματισμό καταβάλλει προσπάθεια για να ενεργοποιήσει το κωνοειδές του Sturm για να επιτύχει να φέρει τον κύκλο της ελάχιστης σύγχυσης επάνω στον αμφιβληστροειδή για να μπορέσει να ανγνωρίσει το αντικείμενο.

Για τη διόρθωση χρησιμοποιούνται κυλινδρικοί φακοί, οι οποίοι δημιουργούν μεγέθυνση ή σμίκρυνση του αντικειμένου που αφορά μόνο τον άξονα με τη διαθλαστική δύναμη. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η εικόνα να παραμορφωθεί. Οι κυλινδρικοί φακοί όταν τοποθετηθούν μπροστά στο μάτι μπορεί να προκαλέσουν παραμόρφωση. Αυτοί χρησιμοποιούνται για να διορθώσουν την αστιγματική ανωμαλία.

(Δαμανάκης, Α. 2011)

(Φωτεινάκης, Β. et. al. 2000)

2.4 Πρεσβυωπία

Ο κρυσταλλοειδής φακός στα νέα άτομα είναι ελαστικός και εύπλαστος. Το σχήμα του μεταβάλλεται εύκολα και αυτό συμβαίνει επειδή συσπάται ο ακτινωτός μυς. Με την πάροδο του χρόνου όμως ο κρυσταλλοειδής φακός χάνει την ελαστικότητά του και σκληραίνει σταδιακά. Αυρό το φαινόμενο της σκλήρυνσης του φακού έχει σαν αποτέλεσμα να μην μπορεί εύκολα να μεταβάλει το σχήμα του. Καθώς το άτομο μεγαλώνει οι μεταβολές που υφίσταται ο φακός προκαλούν επιπτώσεις το εύρος προσαρμογής που μειώνεται σταδιακά. Η μείωση του εύρους προσαρμογής μειώνεται από την νεαρή ηλικία, οι δυσλειτουργίες όμως αρχίζουν να κάνουν την εμφάνισή τους το 40^ο έτος της ηλικίας. Αφού μειώνεται το εύρος προσαρμογής δημιουργούνται προβλήματα στην κοντινή όραση.

Η σταδιακή μείωση του εύρους προσαρμογής είναι περίπου το ίδιο σε όλα τα άτομα και η μείωση ακολουθεί σταδιακή πορεία. Τα συμπτώματα της πρεσβυωπίας κάνουν αισθητή την παρουσία τους κατά την κοντινή όραση, όπου παρατηρείται μείωση αυτής. Το άτομο με πρεσβυωπία κουράζεται στην κοντινή εργασία και δυσκολεύεται να διαβάσει και ειδικότερα όταν ο φωτισμός δεν είναι καλός. Το πρεσβυωπικό άτομο ανακουφίζεται καθώς απομακρύνει το κοντινό αντικείμενο σε πιο μακρινή απόσταση και αυτό συμβαίνει όταν η πρεσβυωπία είναι στο αρχικό στάδιο. Στον υπερμέτρωπα εμφανίζονται νωρίτερα τα συμπτώματα, ενώ στον μύωπα αργότερα. Αυτό έχει λογική εξήγηση, διότι ο υπερμέτρωπας χρειάζεται περισσότερη προσαρμογή από τον εμμέτρωπα, ενώ ο μύωπας χρειάζεται λιγότερη προσαρμογή.

Ένας μύωπας χρειάζεται να χρησιμοποιήσει λιγότερη προσαρμογή για μίας συγκεκριμένη απόσταση φορώντας τα γυαλιά του από έναν εμμέτρωπα, ενώ ο υπερμέτρωπας χρειάζεται περισσότερη. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται στο γεγονός ότι η διόρθωση των γυαλιών δεν επιτυγχάνεται επάνω στον κερατοειδή αλλά σε μία απόσταση από αυτόν. Ο μύωπας ή ο υπερμέτρωπας με διόρθωση φακού επαφής χρειάζεται για κοντά ίδιο βαθμό προσαρμογής που θα χρησιμοποιήσει και ο εμμέτρωπας.

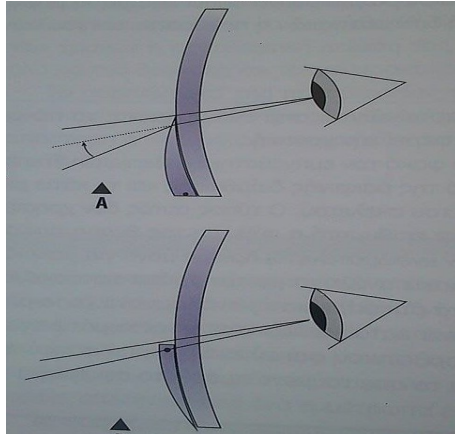
Ο υπερμέτρωπας στα πρώτα στάδια πρεσβυωπίας με πρόσθετο σφαιρίωμα για κοντά μπορεί να βλέπει καθαρά και στη μακρινή και στην κοντινή απόσταση, αντικαθιστώντας τα γυαλιά του με φακούς επαφής. Στον μύωπα όμως αυτό δεν συμβαίνει. Ο μύωπας μπορεί να εμφανίσει πρεσβυωπικά συμπτώματα, αν αντικαταστήσει τα γυαλιά του με φακούς επαφής, αφού με τα γυαλιά του έχει καθαρή όραση και στη μακρινή και στην κοντινή απόσταση.

Η διόρθωση της πρεσβυωπίας επιτυγχάνεται με θετικούς φακούς. Οι θετικοί φακοί συμπληρώνουν τη διαθλαστική δύναμη που είναι απαραίτητη για κοντά και που η προσαρμογή είναι ανεπαρκής. Το θετικό επιπλέον σφαιρίωμα τοποθετείται είτε σε μορφή κοντινών γυαλιών είτε σε διπλοεστιακά ή πολυεστιακά.

Τα διπλοεστιακά είναι ένας τύπος γυαλιού που δεν χρησιμοποιείται σήμερα. Αυτός ο τύπος αποτελείται από δύο τμήματα, το πάνω αποτελείται από τη μακρινή και το κάτω για τη κοντινή. Τα σύγχρονα διπλοεστιακά χωρίζονται σε δύο μορφές, στα χωνευτά και στα μονοκόμματα. Τα χωνευτά διπλοεστιακά έχουν μία ενσωματωμένη στην πρόσθια επιφάνεια του κάτω μέρους του φακού που έχει τη διόρθωση με υψηλό δείκτη διάθλασης, που προσφέρει το επιπλέον σφαιρίωμα για την κοντινή όραση.

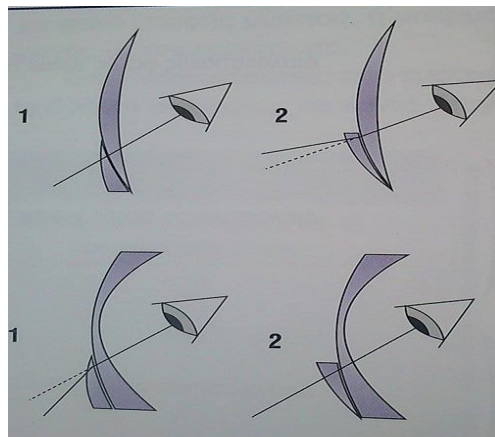
Τα μονοκόμματα διπλοεστιακά αποτελούνται από ένα ενιαίο κομμάτι με δύο διαφορετικές κυρτότητες στη μία πλευρά του γυαλιού. Ανάλογα με το κάτω τμήμα του διπλοεστιακού φακού μπορούμε να διακρίνουμε τρεις τύπους διπλοεστιακών. Αυτοί είναι οι: 1) τύπος flat-top, 2) τύπος round-top, 3) τύπος executive. Στον τύπο Flat-top η διαχωριστική γραμμή που υπάρχει για να χωρίζει το πάνω από το κάτω μέρος είναι ευθεία και το οπτικό κέντρο που βρίσκεται στο κάτω τμήμα είναι κοντά στη διαχωριστική γραμμή. Στον τύπο round-top η διαχωριστική γραμμή είναι κυρτή και το οπτικό κέντρο εντοπίζεται πιο μακριά από τη διαχωριστική γραμμή. Και στον τρίτο τύπο η γραμμή που χωρίζει το πάνω και το κάτω τμήμα είναι ευθεία και φτάνει ως τα άκρα του φακού. Τα οπτικά κέντρα των δύο μερών συμπίπτουν.

Το κάτω τμήμα του διπλοεστιακού, καθώς και η θέση που βρίσκεται το οπτικό κέντρο από τη γραμμή που χωρίζει το άνω και κάτω τμήμα έχουν άμεση σύνδεση με δυο οπτικά φαινόμενα με το οπτικό άλμα και την οπτική παρεκτόπιση. Το οπτικό άλμα οφείλεται σε πρισματική δράση του κάτω τμήματος που βρίσκεται κάτω από τη διαχωριστική γραμμή. Το άτομο που φοράει διπλοεστιακά νιώθει μια αναπήδηση της εικόνας προς τα πάνω. Στον τύπο round-top το οπτικό άλμα είναι πολύ περισσότερο, σε αντίθεση με το executive, διότι τα οπτικά κέντρα έχουν μεγάλη απόσταση από τη διαχωριστική γραμμή. (Εικόνα 2.4.1)



Εικόνα 2.4.1: Οπτικό άλμα.

Η οπτική παρεκτόπιση δημιουργείται λόγω των πρισματικών δράσεων της μακρινής και της κοντινής διόρθωσης στο κάτω μέρος όπου τον διασχίζει ο άξονας της όρασης. Η οπτική παρεκτόπιση δημιουργεί στα άτομα που χρησιμοποιούν διπλοεστιακά προβλήματα προσανατολισμού, αφού έχουν την αίσθηση ότι τα αντικείμενα βρίσκονται σε άλλη θέση από την πραγματική τους. (Εικόνα 2.4.2)



Εικόνα 2.4.2 Οπτική παρεκτόπιση.

Στα πολυεστιακά γυαλιά δεν υπάρχει διαχωρισμός πάνω και κάτω τμήματος, αλλά υπάρχει μία σταδιακή αύξηση της διαθλαστικής δύναμης προς το κάτω τμήμα του φακού. Ο πολυεστιακός θεωρείται μονοκόμματος και στην πρόσθια επιφάνεια του σχηματίζονται ασφαιρικές καμπυλότητες που μεταβαίνουν ομαλά η μία στην άλλη. Η οπίσθια επιφάνεια του φακού καθορίζει τη μακρινή διόρθωση.

Τα πολυεστιακά γυαλιά δεν δημιουργούν τα προβλήματα που δημιουργούν τα διπλοεστιακά, καθώς στα πολυεστιακά υπάρχει και η δυνατότητα της ενδιάμεσης όρασης.

Βέβαια, απαιτείται κάποιος χρόνος για να τα συνηθίσει το άτομο που θα τα χρησιμοποιήσει αφού θα πρέπει να στρίβει περισσότερο το κεφάλι παρά τα μάτια. Αν ο χρήστης παραπονιέται ότι δεν τα έχει συνηθίσει ακόμη τότε εκτελούμε δύο βήματα. Τον επανελεγχο της συνταγής και τον έλεγχο της σωστής τοποθέτησης των φακών. Αν όλα είναι εντάξει, αλλά ο χρήστης διαμαρτύρεται ακόμη, υπάρχει η δυνατότητα τα πολυεστιακά να μαρκαριστούν ξανά και να γίνει η σωστή τοποθέτηση των κέντρων. (εικόνα 2.4.3)

(Δαμανάκις, Α. 2011)



Εικόνα 2.4.3 Πολυεστιακός φακός.

2.5 Κερατόκωνος

Ο κερατόκωνος είναι μία εκφυλιστική διαταραχή του οφθαλμού κατά την οποία ο κερατοειδής υφίσταται αλλαγή στο σχήμα του και έχει πιο κωνικό σχήμα απ' ό τι θα έπρεπε να έχει κανονικά. Το σχήμα του είναι να έχει μία φυσιολογική καμπύλη. Ο κερατοειδής υφίσταται εσωτερικές διορθωτικές αλλαγές, για να επανέλθει στο φυσιολογικό του σχήμα. (Εικόνα 2.5.1)



Εικόνα 2.5.1 Αλλαγή στο σχήμα του οφθαλμού

Ο κερατόκωνος μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην όραση, με πολλαπλές εικόνες, ραβδώσεις και ευαισθησία στο φως. Όλα αυτά τα συμπτώματα έχουν διαπιστωθεί ανάλογα με το κάθε άτομο. Και οι δύο οφθαλμοί επηρεάζονται σημαντικά και μπορεί να επηρεάσουν το άτομο στην οδήγηση και στην ανάγνωση. Σε αυτές τις περιπτώσεις τοποθετούνται διορθωτικοί φακοί από έναν ειδικό ώστε να μπορεί να αρχίζει να λειτουργεί σωστά το άτομο με κερατόκωνο. Αν η νόσος εξελιχθεί περισσότερο τότε το άτομο θα πρέπει

να κάνει χειρουργική επέμβαση, όπως με μεταμόσχευση κερατοειδούς, με ενδοφθάλμιους φακικούς φακούς και πολλούς άλλους τρόπους.

Τα άτομα με πρόωμη εμφάνιση του κερατόκωνου, τα συμπτώματα που εμφανίζουν είναι η θολή όραση και η διόρθωσή της γίνεται με διορθωτικούς φακούς. Τα συμπτώματα του κερατόκωνου στα αρχικά στάδια δεν διαφέρουν από άλλες διαθλαστικές ανωμαλίες. Καθώς εξελίσσεται η ασθένεια η όραση επιδεινώνεται, η οπτική οξύτητα εξασθενεί σε όλες τις αποστάσεις και δεν πάρχει ευκρινής όραση κατά τη διάρκεια της νύχτας. Μπορεί το ένα μάτι να είναι σε χειρότερη κατάσταση από το άλλο. Ορισμένα άτομα εμφανίζουν φωτοφοβία, δηλαδή ευαισθησία στον έντονο φωτισμό, φαγούρα στο μάτι και καταπίνιση των ματιών. Συνήθως δεν υπάρχει πόνος ή τουλάχιστον είναι ελάχιστος. Τα φωτεινά αντικείμενα μπορεί να φαίνονται σαν κυλινδρικοί σωλήνες σε όλα τα σημεία.

Το κλασικό σύμπτωμα που εμφανίζεται στον κερατόκωνο είναι η αντίληψη πολλαπλών εικόνων και είναι γνωστές με το όνομα μονόφθαλμη πολυωπία. Αυτή η επίδραση διακρίνεται όταν υπάρχει αντίθεση πεδίου, για παράδειγμα ένα σημείο του φωτός σε σκούρο πεδίο. Το χαοτικό μοτίβο που επικρατεί, δηλαδή οι πολλαπλές εικόνες δεν αλλάζει σε γρήγορο χρονικό διάστημα αλλά με την πάροδο του χρόνου και παίρνει νέες μορφές. Γύρω από πηγές φωτός τα άτομα με κερατόκωνο δημιουργούν ραβδώσεις και παραμορφώσεις. Η οπτική εκτροπή που δημιουργείται είναι γνωστή ως κώμη. Η οπτική παραμόρφωση προέρχεται από δύο αιτίες, είτε από την παραμόρφωση που υφίσταται ο κερατοειδής χιτώνας ή οι ουλές που υπάρχουν στην επιφάνειά του.

Η διάγνωση του κερατόκωνου γίνεται από έναν οφθαλμίατρο ή από έναν οπτομέτρη με την εκτίμηση ενός πλήρους ιστορικού του ατόμου που δείχνει κάποια άλλα οπτικά συμπτώματα ή την παρουσία άλλης οφθαλμικής πάθησης ή από τραυματισμό που υπέστη ο ασθενής ακόμη και αν η οικογένειά του έχει κάποια οφθαλμική νόσο. Η μέτρηση που υφίσταται πρώτα ο οφθαλμός είναι η μέτρηση της οπτικής οξύτητας στον πίνακα του Snellen όπου προοδευτικά μικραίνουν τα γράμματα.

Η εξέταση στη συνέχεια μπορεί να προβεί σε άλλη μία σειρά μετρήσεων, όπως η καμπυλότητα του κερατοειδούς με ένα κερατόμετρο, για την ανύχνευση ανώμαλου αστιγματισμού που υποδηλώνει κερατόκωνο. Για περισσότερες ενδείξεις ο χρήστης υπόκεινται σε κάποιες άλλες μετρήσεις, όπως βυθοσκόπηση, όπου μία ακτίνα φωτός εισέρχεται στον οφθαλμό εστιάζεται επάνω στον αμφιβληστροειδή του ατόμου από το αντανακλαστικό, όπως μπορεί να καταλάβει και ο εξεταστής. Ο κερατόκωνος είναι ανάμεσα στις οφθαλμικές συνθήκες που εμφανίζουν δύο αντανακλαστικά που κινούνται προς και μακριά από το άλλο.

Αν υπάρχει υποψία για κερατόκωνο, ο οφθαλμίατρος ή ο οπτομέτρης θα ψάξει και άλλα συμπτώματα που μαρτυρούν τη νόσο μέσω της σχισμοειδούς λυχνίας για την εξέταση του κερατοειδούς. Σε πιο εξειδικευμένες δοκιμές και κάτω από προσεκτική εξέταση, στον ασθενή με κερατόκωνο φαίνεται μία χρώση στον οφθαλμό, ένα δαχτυλίδι με καφέ εώς λαδί χρώμα γνωστό ως δατυλίδι του Fleisher. Ο δακτύλιος του Fleisher που προκαλείται από την αιμοσιδερίνη οξειδίου του σιδήρου που εναποτίθεται στο επιθήλιο του κερατοειδούς, είναι λεπτός και δεν είναι εύκολα εμφανής, γίνεται εμφανής όμως αν στη σχισμοειδή χρησιμοποιηθεί φίλτρο μπλε κοβαλτίου. Περίπου το 50% των ανθρώπων εμφανίζει ραβδώσεις του Vogt, είναι λεπτές γραμμές που υπάρχουν μέσα στον κερατοειδή. Οι

ραβδώσεις προσωρινά δεν υπάρχουν και ο βολβός υφίσταται πίεση. Όταν το βλέμμα του ατόμου κατευθύνεται προς τα κάτω στο κάτω βλέφαρο δημιουργείται ένα σχήμα V σαν οδόντωση, αυτό είναι σύμπτωμα όταν υπάρχει έντονος κώνος, αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό ως φαινόμενο του Munson. Άλλα κλινικά συμπτώματα κάνουν αισθητή την εμφάνισή τους πολύ πριν εμφανισθεί το φαινόμενο Munson, άρα το εύρημα αυτό δεν είναι πρωταρχικής διαγνωστικής σημασίας και αποτελεί ένα κλασικό σύμπτωμα της ασθένειας.

Άλλο ένα είδος τοπογραφίας, γνωστό ως δίσκος του Placido, μπορεί να απεικονίσει με τη βοήθεια ομόκεντρων δακτυλίων του φωτός που υπάρχουν επάνω στην επιφάνεια του κερατοειδούς. Μία πιο οριστική διάγνωση μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας το αυτοματοποιημένο σύστημα όπου προβάλλεται στον κερατοειδή μια φωτεινή δέσμη και καθορίζει το σχήμα του και την ανάλυση του μέσω της ψηφιακής εικόνας. Ο τοπογραφικός χάρτης δείχνει αν υπάρχουν ουλές ή άλλου είδους στρεβλώσεις του κερατοειδούς. Ο κερατόκωνος αποκαλύπτεται όταν υπάρχει μεγάλη αύξηση της κλίσης της καμπύλης του, η οποία εντοπίζεται κάτω από την κεντρική γραμμή του ματιού. Η τοπογραφία του κερατοειδούς μπορεί να καταγράψει ως ένα βαθμό την έκταση της παραμόρφωσής του ώστε να γίνει αξιολόγηση του ρυθμού εξέλιξης του κερατόκωνου. Είναι σημαντική στα πρώτα στάδια της εμφάνισής του, αλλά όταν δεν έχουν εμφανισθεί άλλα σημεία.

Όταν γίνει η διάγνωση του κερατόκωνου, ο βαθμός της εξέλιξής της μπορεί να χαρακτηριστεί από κάποιες μετρήσεις: Όταν η κλίση της καμπυλότητας είναι μεγαλύτερη ορίζεται από «ήπια» (<45 D), προχωρημένη (μέχρι και 52 D ή βαριά (> 52 D). Από τη μορφολογία του κώνου «θηλή» (μικρή, είναι περίπου 5 χιλιοστά και εντοπίζεται κεντρικά), «οβάλ» (μεγαλύτερος, βρίσκεται κάτω από το κέντρο) ή σφαιρικός, όπου πάνω από το 75% του κερατοειδούς επηρεάζεται. Από το πάχος του κερατοειδούς, που χαρακτηρίζεται ως «ήπιος» (>506 μm) και ως προχωρημένο (<446 μm).

Παρά τις έρευνες που έχουν γίνει, η αιτιολογία του κερατόκωνου παραμένει ασαφής. Ο κερατόκωνος προκύπτει από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες, όπως γενετικούς, περιβαλλοντικούς. Όταν η ασθένεια εμφανίζεται με προοδευτικό τρόπο γίνεται η διάλυση του στρώματος του Bowman, το οποίο είναι μία από τις στιβάδες του κερατοειδούς και εντοπίζεται μεταξύ του επιθηλίου και του στρώματος. Αυτές οι δύο στιβάδες καθώς έρχονται σε επαφή μπορεί να προκαλέσουν διαταραχή στην ακεραιότητά του, καθώς μπορεί να δημιουργήσει ουλές που είναι χαρακτηριστικό γνώρισμα της νόσου. Για την αύξηση του ευρήματος που δημιουργεί κίνδυνο προτείνονται φακοί επαφής.

Η θεραπεία του κερατόκωνου στα πρώτα στάδια γίνεται με διορθωτικά γυαλιά, μαλακούς φακούς επαφής για να διορθώσουν έναν ήπιο αστιγματισμό. Καθώς όμως υπάρχει εξέλιξη της νόσου αυτά δεν είναι δυνατόν να παρέχουν κάποια βοήθεια σε ικανοποιητικό βαθμό οπτικής οξύτητας. Έτσι χρησιμοποιούνται άκαμπτοι φακοί επαφής, που είναι σχεδιασμένοι από άκαμπτα διαπερατά υλικά, όπως είναι οι RGP φακοί. Οι RGP φακοί μπορούν να διορθώσουν έναν ικανοποιητικό βαθμό αλλά και δεν συμβάλλουν στην εξέλιξη της κατάστασης.

Σε άτομα με κερατόκωνο, οι άκαμπτοι φακοί επαφής μπορούν να βελτιώσουν την κατάσταση με τη βοήθεια των δακρύων ώστε να καλύψει το κενό που υπάρχει μεταξύ της ανώμαλης επιφάνειας του κερατοειδούς και αυτής της ομαλής του φακού, δημιουργώντας έτσι την ομαλότερη κατάσταση του κερατοειδούς. Ειδικά σχεδιασμένοι φακοί έχουν

αναπτυχθεί για τον κερατόκωνο. Για να ομαλοποιηθεί ο κώνος, ο εφαρμοστής των φακών προσπαθεί να παράγει έναν φακό με τη βέλτιστη επαφή με τον κερατοειδή, τη σταθερότητα και την κλίση.

Η θεραπεία με φακούς μπορεί να είναι με:

Μαλακούς σφαιρικούς και τορικούς κερατοκωνικούς φακούς. Αυτού του είδους οι φακοί έχουν σημαντικό πάχος σε σχέση με τους κλασικούς φακούς. Το πάχος αυτό που είναι αυξημένο βοηθάει στο να ελαττωθεί η ασυμμετρία που εμφανίζεται στον κερατοειδή και να διορθώσουν τον αστιγματισμό και την κόμη. Υπάρχει ποικιλία στους μαλακούς και κερατοκωνικούς φακούς που κυκλοφορούν στην αγορά. Κάποιοι από αυτούς είναι οι Kerasoft 2, 3 και IC «Irregular Corneas», οι «Acuity Soft K της Acuity contact lenses» οι Flexlens Tri-curve Keratoconus” και οι «Alpha Delta Conus της Eyeart». (Εικόνα 2.5.2)



Εικόνα 2.5.2: Εφαρμογή μαλακού κερατοκωνικού φακού στον οφθαλμό

Οι Acuity Soft K είναι οι μόνοι φακοί που επιτρέπουν την ξεχωριστή αλλαγή της περιφέρειας του κερατοειδούς, σε αντίθεση με τους άλλους που είναι δικάμπλωτοί. Η εφαρμογή των φακών αυτών γίνεται όπως και στους μαλακούς φακούς επαφής. Ο φακός αφήνεται για 30 δευτερόλεπτα ώστε να σταθεροποιηθεί και στη συνέχεια μέσω της λυχνίας εξετάζεται η κινητικότητα και με το τεστ της άνω ώθησης, η ύπαρξη φυσαλίδων κάτω στο κεντρικό τμήμα του φακού και η διάγνωση των άκρων αν έχουν εφαρμοσθεί σωστά ή πιέζουν τον επιπεφυκότα. Υπάρχει περίπτωση ο φακός να ανασηκώνεται. Αυτό προκαλείται από τη μεγάλη συμμετρία που εμφανίζει ο κερατοειδής στον παράκεντρο κερατόκωνο και θα πρέπει να γίνει αξιολόγηση των ευρημάτων μέσα σε 30'. Αν ο φακός ανασηκώνεται και πάλι, ιδίως στο κάτω τμήμα, όπου βρίσκεται ο κώνος, σε σημείο του βλεφάρου που υπάρχει πιθανότητα να βγει ο φακός, ο εφαρμοστής πρέπει να δοκιμάσει την εφαρμογή ενός πιο σκληρού φακού επαφής.

Οι μαλακοί κερατοκωνικοί φακοί επαφής ομαλοποιούν την πρόσθια επιφάνεια του οφθαλμού. Η κόμη όμως και οι εκτροπές υψηλής τάξης ελαττώνονται και δεν διορθώνονται πλήρως. Ένας ασθενής που εμφανίζει εκτασία με αυτούς τους φακούς να έχει 10/10 οπτική οξύτητα, είναι πιθανόν να έχει υπολειπόμενα είδωλα ή να βλέπει σκιές, οι οποίες οφείλονται στις εκτροπές που δημιουργούνται. Οι ασθενείς με κεντρικό κερατόκωνο έχουν 10/10 οπτική οξύτητα ακόμα και με την εφαρμογή σφαιρικών κερατοκωνικών φακών, αλλά εμφανίζουν μια μικρή θόλωση λόγω της εκτροπής του κεντρικού κώνου. Όταν υπάρχει παράκεντρος κερατόκωνος και είναι σε προχωρημένο στάδιο χρειάζεται μεγάλη αστιγματική διόρθωση, η όραση όμως εμφανίζεται πολύ χειρότερη. Οι φακοί αυτοί όπως προαναφέρθηκε έχουν

αυξημένο πάχος από τη μία πλευρά μπορούν να ομαλοποιήσουν τη διάθλαση και την οπτική οξύτητα, αλλά αν φοριούνται για πολλές ώρες μπορεί να προκληθεί υποξία.

Αν με τους μαλακούς κερατοκωνικούς φακούς δεν είναι καλή η όραση, μία λύση είναι να ζωγραφιστεί μία οπή στην πρόσθια επιφάνεια του φακού αφού με το στενοπικό δίσκο υπάρχει βελτίωση της όρασης. Η οπή αυτή είναι αποτελεσματική ως ένα σημείο, αφού οι περιφερειακές ακτίνες που εισέρχονται αποκόπτονται και αυτό έχει ως αποτέλεσμα η οπτική οξύτητα να βελτιώνεται ελάχιστα.

Άλλο υλικό φακών που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι οι σκληροί αεροδιαπερατοί κερατοκωνικοί φακοί. Αφού με τους μαλακούς φακούς δεν μπορούν να διορθωθούν πλήρως μεσαία και προχωρημένα στάδια εκτασίας, χρησιμοποιούνται σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής. Ο φακός δακρύων εξουδετερώνει κατά μέγιστο βαθμό την ασυμμετρία που εμφανίζει η πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, καθώς και τις εκτροπές υψηλής τάξης. Άρα βελτιώνεται η όραση σε μέγιστο βαθμό.

Ανάλογα με το στάδιο εκτασίας χρησιμοποιούνται και η κατάλληλης γεωμετρίας σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί. Σε ήπιας μορφής οι δικαμπύλωτοι είναι αρκετοί. Αν είναι σε προχωρημένο στάδιο χρησιμοποιούνται φακοί με περισσότερες καμπυλότητες. Κάποιοι εφαρμοστές επιθυμούν να αφήσουν το κέντρο λίγο πιο σφιχτό, ακόμη και σε βαθμό ώστε το σημείο που εμφανίζεται ο κώνος να μην είναι ορατό. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται μέθοδος διάκενου κορυφής. Άλλοι εφαρμοστές πάλι επιθυμούν πιο χαλαρή εφαρμογή. Με την προϋπόθεση ότι ο φακός δεν είναι πολύ χαλαρός και ακουμπά στο σημείο όπου βρίσκεται ο κώνος γιατί μπορεί να υπάρξει ενόχληση ή να δημιουργηθούν έλκη. Η εφαρμογή αυτή είναι γνωστή ως τριών σημείων.

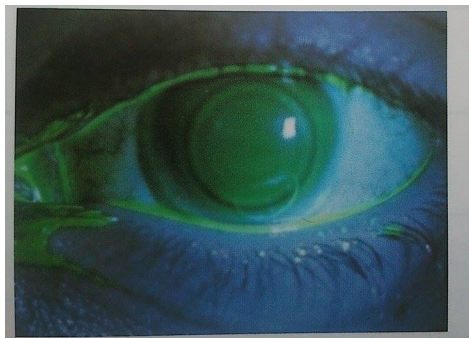
Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί με ζώνη τορικότητας δεν εφαρμόζονται σε καταστάσεις κερατόκωνου, μόνο σε μεγάλους κερατοειδικούς αστιγματισμούς. Σε δύσκολα περιστατικά μπορούν να εφαρμοσθούν σκληροί αεροδιαπερατοί με αντίστροφη γεωμετρία. Τέτοιοι φακοί είναι οι φακοί με δεύτερη καμπυλότητα. Μετά στην περιφέρεια ο φακός αποπλατύνεται. Οι φακοί αυτοί χρησιμεύουν όταν υπάρχει μικρός ή μεγάλος κώνος.

Συνήθως τα δοκιμαστικά σείτ των κερατοκωνικών φακών κατασκευάζονται από PMMA ή από χαμηλό Dk αεροδιαπερατού υλικού. Τα υλικά από PMMA έχουν το πλεονέκτημα της καλής οπτικής ιδιότητας, είναι σταθεροί και άρα έχουν καλή όραση. Η εφαρμογή αυτών των φακών σε ασθενείς με κερατόκωνο είναι χρονοβόρα. Ακόμα και οι καλύτεροι εφαρμοστές μπορεί να χρειαστεί ν' αλλάξουν 3 ή 4 φακούς ώστε να μπορέσουν να βρουν τον ιδανικό. Η καλύτερη διαδικασία είναι η εξής: Τοπογραφία, δοκιμή με τους πρώτους δοκιμαστικούς φακούς, γίνεται η παραγγελία του δεύτερου δοκιμαστικού φακού και αφού έρθει ο νέος φακός γίνεται η εξέταση της εφαρμογής και η όραση υπόκεινται σε υπερδιάθλαση, αν χρειαστεί γίνονται και πάλι αλλαγές.

Άλλο ένα επίσης υλικό για τον κερατόκωνο είναι οι υβριδικοί φακοί επαφής. Οι υβριδικοί φακοί είναι εκείνοι που το κέντρο τους είναι σκληρό αεροδιαπερατό και η περιφέρειά τους από υδρόφιλο υλικό. Οι υβριδικοί κερατοκωνικοί διακρίνονται σε αυτούς με μικρή και μεγάλη διάμετρο. Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί δημιουργούν δυσανεξία καθώς ακουμπούν το άνω βλέφαρο. Λύση έρχονται να δώσουν οι υβριδικοί φακοί μικρής διαμέτρου.

Αν επιλέξουμε τους υβριδικούς φακούς μικρής διαμέτρου, δεν τίθεται θέμα αν η περιφέρεια του φακού είναι πιο χαλαρή κατά 0.1 χιλιοστά από το κανονικό. Το άκρο του φακού είναι υδρόφιλο έτσι δεν υπάρχει ενόχληση στο άνω βλέφαρο, μπορεί να χαλαρώσει ο φακός ελαφρά στην περιφέρεια με τη λιγότερο είσοδο δακρύων, χωρίς όμως να επηρεαστεί η κινητικότητα και η σταθερότητα του φακού.

Αυτά όσον αφορά τους υβριδικούς μικρής διαμέτρου. Οι υβριδικοί φακοί μεγάλης διαμέτρου χρησιμοποιούνται όταν υπάρχουν κερατεκτασίες. Για την εφαρμογή αυτών των φακών απαιτείται εμπειρία από τον εφαρμοστή. Η εφαρμογή τους θα πρέπει να είναι η ίδια με αυτών των μαλακών στη σταθερότητα και στην κινητικότητα, και ίδια με τους σκληρούς όσον αφορά τη φλουορεσκεΐνη. Όταν αποτυγχάνουν όλοι αυτοί οι φακοί χρησιμοποιούνται οι σκληρικοί φακοί, (Εικόνα 2.5.3) οι οποίοι έχουν σταθερότητα και εμφανίζουν ποιότητα στην όραση. Οι σκληρικοί φακοί τόνου κατασκευάζονται και με αντίστροφη γεωμετρία.



Εικόνα 2.5.3 Εφαρμογή σκληρικού φακού σε κερατοκωνικό οφθαλμό.

Στους ασθενείς με κερατόκωνο γίνεται η τεχνική *riggyback*. Στην εφαρμογή αυτή εφαρμόζονται δύο φακοί, ένας μαλακός επάνω στον κερατοειδή και πάνω από αυτόν ένας σκληρός αεροδιαπερατός. Το *riggyback* πρέπει να εφαρμόζεται σε ειδικές περιπτώσεις. Εμφανίζει μειονεκτήματα, καθώς δεν έχει μεγάλη μεταβιβαστικότητα σε οξυγόνο, μεγάλο κόστος συντήρησης και αντικατάστασής τους.

Η τεχνική *riggyback* εφαρμόζεται σε ασθενείς με κερατόκωνο όταν: ο ασθενής δεν είναι ανεκτός σε σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς ή σε οποιοδήποτε άλλο υλικό. Όταν επίσης ο κερατοειδής εμφανίζεται πολύ λεπτός και εύθραστος και εμφανίζει αποπτώσεις και διαβρώσεις. Εκτός όμως από τα μειονεκτήματα τους η τεχνική *riggyback* εμφανίζει κάποια θετικά στοιχεία. Άνεση στο χρήστη, όχι ερεθισμούς στον κερατοειδή, όπως επίσης και ελάττωση στίξης 3^{ης} - 9^{ης} ώρας.

Για τη σωστή εφαρμογή της τεχνικής αυτής θα πρέπει ο μαλακός φακός να καλύπτει τον κερατοειδή, να μην ανασηκώνεται και να είναι χαλαρή όσο θα πρέπει η εφαρμογή του. Απαραίτητο είναι η μικρή ακτίνα καμπυλότητας του φακού, ο οποίος θα έχει ευκαμψία ώστε να αγκαλιάζει τον κωνικό κερατοειδή, διότι ο κερατοειδής στην περίπτωση του κερατόκωνου είναι κυρτός. Οι ιδανικότεροι φακοί επαφής που χρησιμοποιούνται στην τεχνική αυτή είναι οι φακοί σιλικόνης- υδρογέλης και οι ημερήσιας αντικατάστασης φακοί. Ανάλογα με την ισχύ του μαλακού φακού χρησιμοποιούνται αντίστοιχα θετικούς ή αρνητικούς φακούς. Με θετικούς φακούς δημιουργούμε ή διατηρούμε τη κυρτή καμπυλότητα του κερατοειδούς με μαλακούς φακούς, ενώ με τους αρνητικούς έχουμε πιο επίπεδες καμπυλότητες με μαλακούς φακούς.

Αν χρησιμοποιήσουμε μέτριας ισχύος θετικούς φακούς, η κορυφή του συστήματος μετακινείται κεντρικά. Αυτοί οι φακοί συνιστώνται για παράκεντρους κερατόκωνους και όχι για κεντρικούς κώνους. Στους κεντρικούς κώνους συνιστώνται αρνητικοί φακοί, ώστε να ελαττωθεί η διαφορά μεταξύ κορυφής-κώνου. Προτείνεται ή χαμηλής ισχύος φακός, ώστε να μπορεί να κάνει μια μικρή αλλαγή στην καμπυλότητα του κερατοειδούς. Ανάλογα με τα κριτήρια του κερατοκωνικού φακού επιλέγεται μαλακός ή σκληρός αεροδιαπερατός φακός επαφής.

Αν λοιπόν ο ασθενής εμφανίζει δυσανεξία στους σκληρούς αεροδιαπερατούς μπορεί να καταφύγει στην τεχνική *riggyback* χωρίς όμως να εμφανίζει σημαντικές αλλαγές στην οπτική του απόδοση. Αν ο μαλακός φακός έχει μεγάλη ισχύ ο εφαρμοστής θα πρέπει να καταφύγει στη μέτρηση με τοπογραφία με το μαλακό φακό και χωρίς αυτόν, ώστε να επιλεγούν τα χαρακτηριστικά του σκληρού αεροδιαπερατού.

Άλλη μία διαδικασία είναι η επιλογή μια μέτριας ή υψηλής ισχύος φακού. Ο κερατόκωνος επειδή συνοδεύεται από μεγάλη μυωπία λόγω της κυρτότητας που εμφανίζει ο κερατοειδής, ο σκληρός αεροδιαπερατός, θα είναι λεπτός στα άκρα λόγω της μικρής ισχύος του και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της επίδρασης που ασκεί ο σκληρός φακός στα βλέφαρα και αυξάνει τη μεταβιβαστικότητα του σε οξυγόνο. Αυτό που θα πρέπει να σημειωθεί είναι ότι αν η ισχύς του μαλακού φακού είναι μεγάλη δεν θα έχει μεγάλη βελτίωση στη καμπυλότητά του συστήματος κερατοειδή και μαλακού φακού, όπως και στην ισχύ δεν θα υπάρχει διαφορά, αυτό συμβαίνει λόγω της παραμόρφωσης που δέχεται ο μαλακός φακός πάνω στον κερατοειδή, ο οποίος έχει ακανόνιστο σχήμα.

Ο εφαρμοστής για να φτάσει στην τελικά επιλογή των φακών βασίζεται σε κάποιες παραμέτρους, αυτοί είναι: τί φακούς έχει στη διάθεσή του, το χρόνο παράδοσης, τον καθαρισμό, όπως και τη συντήρησή τους. Για τον κερατόκωνο συνήθως οι πρώτοι φακοί που επιλέγονται είναι οι σκληροί φακοί επαφής, διότι έχει ελάχιστη καντρική επαφή. Έχε επαφή με τρία σημεία και δεν έχει έντονα ανοίγματα περιφερειακά.

Για μία καλή οπτική απόδοση καθώς ο ασθενής χρειάζεται μία φυσιολογική όραση και όχι άρτια ο εφαρμοστής θα πρέπει να διαθέτει σετ δοκιμαστικών αεροδιαπερατών φακών επαφής διάφορων γεωμετριών για να μπορεί να βρει τον κατάλληλο, όπως και να κάνει μία εξέταση στον ασθενη με λυχνία με χρήση φλουοροσκεΐνης.

Αν σαν πρώτη επιλογή είναι ο σκληρός, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας χαμηλής ισχύος μαλακός φακός για να μην υπάρχουν ιδιαίτερες καμπυλομετρικές αλλαγές. Αν όμως ο μαλακός φακός έχει υψηλή θετική ή αρνητική ισχύς, θα πρέπει να γίνει πρώτα μία εκτίμηση της νέας καμπυλότητας στο κερατόμετρο και στη συνέχεια να επιλέξουμε τι καμπυλότητα θα δοθεί για τον σκληρό αεροδιαπερατό φακό.

Εκτός από τη καμπυλότητα που θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν για τον σκληρό αεροδιαπερατό φακό επαφής θα πρέπει να ληφθούν και άλλοι παράμετροι. Δηλαδή ο φακός να έχει υψηλό Dk, κατάλληλες ιδιότητες διαβροχής, όπως και να είναι άκαμπτος. Μία άλλη τεχνική με μαλακούς φακούς είναι η εφαρμογή με μαλακούς φακούς ασύμμετρης οπτικής και *wavefront*. Οι φακοί *Wavefront*, είναι αυτοί οι φακοί που αποτελούνται από υδρόφιλα υλικά. Αυτοί οι φακοί μπορούν να διορθώσουν τα υψηλής τάξεως σφάλματα. Η διόρθωση της

υψηλής τάξεως, στους wavefront κερατοκωνικούς φακούς, βρίσκεται είτε στην πρόσθια επιφάνεια είτε στην οπίσθια.

Οι Wavefront φακοί δεν στηρίζονται στο πάχος τους για να διορθώσουν τα υψηλής τάξεως σφάλματα. Το πάχος τους είναι πιο λεπτό από αυτό των κοινών κερατοκωνικών φακών, καθώς στο σχεδιασμό τους τοποθετείται η ασύμμετρη διόρθωση. Έχουν άριστη εφαρμογή και η οπίσθια επιφάνεια λειτουργεί στην ουσία σαν αντίγραφο της πρόσθιας. Οι wavefront φακοί μπορεί να πετύχουν καλύτερα αποτελέσματα ακόμη και από τους σκληρούς αεροδιαπερατούς ή υβριδικούς φακούς. Οι σκληροί αεροδιαπερατοί εξουδετερώνουν μόνο τις εκτροπές που δημιουργούνται στην πρόσθια επιφάνεια, ενώ οι wavefront εξουδετερώνουν και της πρόσθιας και της οπίσθιας επιφάνειας. Επιπλέον, στους σκληρούς αεροδιαπερατούς αν η εκτασία είναι έντονη δεν μπορεί να εξουδετερωθεί και στην οπίσθια θα εμφανιστεί η θετική κόμη, όπου στην πρόσθια επιφάνεια έχει εξουδετερωθεί η αρνητική κατακόρυφη κόμη. Αυτό το γεγονός μπορεί να δημιουργήσει σκιές, είδωλα και όχι καλή οπτική οξύτητα.

Ο ασθενής με κερατόκωνο θα πρέπει να αντιμετωπίζεται προσεκτικά, καθώς αντιμετωπίζει φόβους και ανασφάλειες. Ο εξεταστής θα πρέπει να του κάνει μια εκτενής συζήτηση και να του λύσει όλες τις απορίες που μπορεί να έχει σχετικά με τον κερατόκωνο. και να τον ενημερώσει ότι δεν σταματάει η εξέλιξη του κερατόκωνου.

(Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., Ασημέλλης, Γ., Καραγεωργιάδης, Λ., Κωνσταντακόπουλος, Σ., Σαπουνάκης, Η., Φωτεινάκης, Β. 2010)

3. ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

Οι φακοί επαφής είναι λεπτοί, κυρτοί, διαφανείς δίσκοι η διάμετρος των οποίων κυμαίνεται από 12 έως 14 χιλιοστά. Εφαρμόζονται στο πρόσθιο τμήμα του οφθαλμού, δηλαδή στον κερατοειδή χιτώνα, για να διορθώσουν διαθλαστικά σφάλματα, δηλαδή μυωπία, υπερμετρωπία, αστιγματισμό και πρεσβυωπία. Τα τελευταία χρόνια οι φακοί επαφής έχουν παρουσιάσει ραγδαία εξέλιξη και αποτελούν ένα καλό διαθλαστικό μέσο, το οποίο δίνει στον χρήστη μία ευκρινή όραση.
(Schiffrin, L., Rich, W. 1984)

3.1. Ιστορική Αναδρομή

Η ιδέα των φακών επαφής γεννήθηκε από τον Leonardo Da Vinci, ο οποίος περιέγραψε σαν αρχική ιδέα της τροποποίησης της κερατοειδικής ισχύος του οφθαλμού με τη βύθιση του οφθαλμού στο νερό. Η ιδέα του απλώς βασιζόταν στο να κατανοήσει τους μηχανισμούς του οφθαλμού, πώς δηλαδή λειτουργεί ο μηχανισμός της προσαρμογής. Δεν πρότεινε την ιδέα για τα διαθλαστικά προβλήματα του οφθαλμού.

Ο Rene Descartes, έναν αιώνα αργότερα, ήταν ένας ακόμη που ασχολήθηκε με την ιδέα των φακών επαφής. Η δική του ιδέα για τη διόρθωση των διαθλαστικών ανωμαλιών στηριζόταν σε έναν γυάλινο σωλήνα με υγρό, ο οποίος θα χρησιμοποιούνταν για την άμεση επαφή του με τον κερατοειδή. Αυτό όμως δεν ήταν εφικτό να πραγματοποιηθεί καθώς εμποδιζόταν ο βλεφαρισμός.

Το 1801, ο Thomas Young έφερε στην επιφάνεια την ιδέα των φακών επαφής, η οποία στόχο και πάλι δεν είχε την εξουδετέρωση των διαθλαστικών ανωμαλιών. Η ιδέα του, που μπορεί να αποτελέσει και τον πρόγονο των φακών επαφής, στηρίχθηκε σε ένα «γεμισμένο με υγρό καπέλο του ματιού». Ο Young τοποθέτησε στη βάση του καπέλου ένα προσοφθάλμιο που προερχόταν από ένα μικροσκόπιο.

Για τη διόρθωση των διαθλαστικών ανωμαλιών έρχεται να μιλήσει ο Άγγλος αστρονόμος Sir John Herschel, ο οποίος το 1827 σε μία δημοσίευσή του αναφέρει δύο μηχανισμούς για τη διόρθωση των διαθλαστικών ανωμαλιών. Η πρώτη μέθοδος είναι μία σφαιρική κάβουλα γυαλιού γεμισμένη με ζωικά ζελέ και έναν τύπο κερατοειδή που θα μπορούσε να αναπαράχθει με κάποιου είδους διαφανές μέσο.

Αρχικά, οι φακοί επαφής ήταν κατασκευασμένοι από ένα γυάλινο κέλυφος, το οποίο προστάτευε τον οφθαλμό. Το 1887 είχαμε το πρώτο δείγμα των φακών επαφής με αυτή τη κατασκευή, από τον Friedrich Anton Muller-Urgi, ο οποίος ήταν χρήστης του φακού αυτού. Το χρώμα που είχε το κέλυφος προερχόταν από καφετί γυαλί, το κεντρικό του τμήμα ήταν διάφανο και αφορούσε τον κερατοειδή χιτώνα, για την κάλυψη του σκληρού υπήρχε ένα πιο αδιαφανές τμήμα.

Η απόδοση του ονόματος φακός επαφής οφείλεται στον Ελβετό Adolf Fick, ο οποίος δημιούργησε τους φακούς του από βαρύ γυαλί. Η διάμετρος του γυαλιού κυμαινόταν από 18-21 χιλιοστά και εφάρμοζαν στον σκληρό χιτώνα. Οι φακοί αυτοί αργότερα ονομάστηκαν σκληρικοί ή απτικοί φακοί επαφής. Η εφαρμογή των φακών έγινε πρώτα σε κουνέλια, μετά

στον ευατό του και ύστερα εφαρμόστηκαν σε εθελοντές. Η ιδέα του «γυαλιού σε επαφή» δημοσιεύθηκε το 1888.

Οι εφαρμογές των φακών άρχισαν λίγο αργότερα. Κάποιες βελτιώσεις σε αυτούς τους φακούς ανέλαβαν ο August Muller, ο οποίος διόρθωσε την αμετροπία του χρησιμοποιώντας δικής του παραγωγής σκληρικό φακό επαφής. Όπως επίσης και ο Louis J. Girard, το 1887, με παρόμοιας λογικής σκληρικούς φακούς επαφής. Στη συνέχεια, το 1888, ο Moritz Von Rohr, εφεύρε γυάλινους σκληρικούς φακούς επαφής. Το 1912 γίνεται η επίσημη αναφορά των σκληρικών φακών από την εταιρεία. Η διάμερος των φακών αυτών ήταν 20 χιλιοστά, με κεντρικό πάχος 0.86 χιλιοστά και το βάρος τους ήταν 0.75 γραμμάρια. Το όνομα που έδωσε η εταιρεία στους φακούς αρχικά ήταν Auflageglas και στη συνέχεια Haftglaser.

Ο Eugene Kalt, ο οποίος αναφέρθηκε από τον Έλληνα Φωτεινό Πανά, ασχολήθηκε με επιτυχία στη διόρθωση ενός κερατοκωνικού οφθαλμού, με γυάλινο φακό επαφής. Είχε στόχο να συμπίεσει τον κώνο, ώστε να υπάρχει καλή οπτική απόδοση. Στη συνέχεια κατά τη περίοδο του 1927-1928, ο Wilhelm Muller- Welt ασχολήθηκε με τη δημιουργία φακών από εκμαγείο με γυαλί Schott. Ο Joseph Dallos ήρθε να τελειοποιήσει τελικά τους φακούς επαφής εκμαγείων που εφαρμόστηκαν σε ζωντανούς οφθαλμούς. Το γεγονός αυτό του έδωσε την ευκαιρία να δημιουργηθούν φακοί επαφής όπου θα ήταν απόλυτα συμβατοί με τον ανθρώπινο οφθαλμό.

Η εφεύρεση αυτή είναι μία καλή λύση για τη διόρθωση του κερατοκωνικού οφθαλμού. Το γεγονός αυτό αποδόθηκε από τον καθηγητή της Οφθαλμολογίας, τον Leopold Heine. Ο όρος «φακός» δεν ταίριαζε τόσο, αφού οι μέχρι τότε φακοί επαφής είχαν μηδενική ισχύ, ήταν δηλαδή πλάνο. Η αρχική ιδέα λοιπόν για τη διόρθωση του κερατόκωνου, ήταν να εφαρμοσθούν φακοί επαφής που ήταν πλάνο με ποικιλία στην ακτίνα καμπυλότητας της έσω επιφάνειας του φακού, καθώς και στην πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδή.

Οι φακοί χωρίς ισχύ δεν είχαν επιτυχία. Έτσι δημιουργήθηκε η ιδέα ώστε οι φακοί επαφής να έχουν οπτική ισχύς και να μη χρησιμεύουν απλώς σαν κάλυμμα. Οι φακοί επαφής με οπτική ισχύ είχαν μεγάλη επιτυχία, ειδικά στη διόρθωση της μυωπίας. Το 1937 ο Heine εφαρμόζει φακούς επαφής Zeiss με τη δική τους διαθλαστική ισχύ και αναφέρει τα πλεονεκτήματά τους.

Ένα νέο ξεκίνημα στο υλικό των φακών επαφής αναδείχθηκε αργότερα. Το μοναδικό υλικό μέχρι τη δεκαετία του 1930 που αποτελούσε τους φακούς επαφής ήταν από γυαλί. Μετά από αυτή τη δεκαετία αναπτύχθηκε ένα νέο υλικό, πολυμερές, το οποίο ονομάζεται πολυμεθακρυλικό μεθύλιο (PMMA). Το PMMA είναι γνωστό ως Plexiglas. Το υλικό αυτό διαπιστώθηκε ότι είναι συμβατό από τον ανθρώπινο ιστό από τον Nicholas Harold- Lloyd-Ridley. Χρησιμοποιούνται στους ενδοφακούς και στους φακούς επαφής ακόμη και σήμερα.

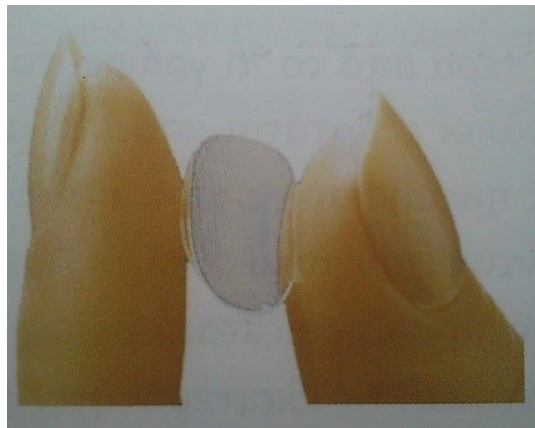
Το PMMA, αποδείχθηκε ένας καλός αντικαταστάτης του γυαλιού στους φακούς επαφής. Τα πλεονεκτήματα του PMMA βασίζεται ότι οι φακοί επαφής που το περιέχουν είναι ελαφρότεροι και πιο βολικοί. Έχει καλή μηχανική αντοχή, διακρίνεται από την ελαστικότητα και την ευκαμψία του καθώς και στην περιβαλλοντική σταθερότητα. Ως μειονέκτημα όμως το υλικό αυτό έχει «προσβασιμότητα», καθώς απορροφά και διαλύει τα υγρά διαλύματα, το αντικαθιστά όμως με τη διαπύση του με νερό. Πρακτικά όμως άλλο ένα μειονέκτημα του υλικού αυτού είναι ότι είναι μη διαπερατό από το οξυγόνο.

Το 1949, από αποτέλεσμα ατυχήματος ενός σκληρικού φακού από PMMA δημιουργήθηκαν οι κερατοειδικοί φακοί επαφής. Απο τον Kevin M. Tuohy και τον Solon Brff. Αφού έσπασε το σκληρικό τμήμα του φακού ο Tuohy αποφάσισε να λειάνει τα άκρα ενός μικρότερου τμήματος. Διαπίστωσε ότι ο φακός αυτός λειτουργούσε καλύτερα από ότι ήταν αρχικά.

Οι κερατοειδικοί φακοί λοιπόν ήταν μικρότεροι και ελαφρύτεροι από τους σκληρικούς. Δεν καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια του οφθαλμού, αφού ο σχεδιασμός τους έχει μικρότερη διάμετρο από τον κερατοειδή. Βασικό τους πλεονέκτημα είναι η ροή των δακρύων στην πίεση της επιφάνειας του φακού. Το 1950 ο George Butterfield σχεδιάζει φακούς επαφής από πλαστικό υλικό με διάφορες εσωτερικές ακτίνες καμπυλότητας.

Οι σκληροί φακοί θεωρούνται το σύνολο των φακών που είναι άκαμπτοι. Σήμερα είναι γνωστοί ως σκληροί αεροδιαπερατοί. Τον τίτλο «αεροδιαπερατοί» μέχρι εκείνο το διάστημα κρατούσαν οι RGP φακοί, λόγω της διαπερατότητας τους σε οξυγόνο. Αργότερα την ονομασία αυτή κατείχαν και οι μαλακοί φακοί επαφής αφού επιτελούσαν την ίδια λειτουργία δηλαδή άφηναν το οξυγόνο να διαδοθεί στον οφθαλμό. Στους σκληρούς και στους σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς όμως εντοπίζουμε κάποια μειονεκτήματα. Ο χρήστης δεν έχει άνεση με αυτούς, καθώς τα βλέφαρα κατά τη διάρκεια των βλεφαρισμών ακουμπούν σε συμπαγές υλικό.

Λόγω της μη ανεκτικότητας των σκληρών και των σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής από τους χρήστες, τη λύση ήρθαν να δώσουν το 1952 ο Otto Wichterle με τον βοηθό του Drahoslav Lim. Η ιδέα τους στηριζόταν στη «κατασκευή ενός συμπολυμερούς του MMA με άλλα πολυμερή», το υλικό αυτό όμως να μπορεί ταυτόχρονα να ενωθεί με το νερό, αλλά και που το οξυγόνο να απορροφάται και να είναι διάχυτο στην ύλη του. Τελικά δημιουργήθηκαν τα υδρόφιλα υλικά από υδρογέλη, τα οποία κατέχουν αυτά τα χαρακτηριστικά, δηλαδή μπορούν να «απορροφήσουν και να διατηρήσουν το νερό». (Εικόνα 3.1.1)



Εικόνα 3.1.1: Μαλακός Φακός Επαφής.

Το 1961 κατασκευάστηκαν οι πρώτοι μαλακοί φακοί επαφής που προέκυψαν από έναν αυτοσχεδιασμό του Wichterle. Ο Wichterle μαζί με τον οπτομέτρη Robert Morrison διέδωσαν τους μαλακούς φακούς επαφής. Τα δικαιώματα των φακών κατέληξαν στην Baush and Lomb. Η εταιρεία κατείχε για τρία χρόνια την αποκλειστικότητα των φακών στην αγορά της Αμερικής. Οι σύγχρονοι λοιπόν φακοί επαφής είχαν τα χαρακτηριστικά ότι ήταν λεπτότεροι και πιο άνετοι σε σχέση με τους σκληρούς.

Με βάση το HEMA, ακρυλικό μονομερές, δημιουργείται το πολυμερές pHEMA, το οποίο καθίσταται υδρόφιλο υλικό. Τα χαρακτηριστικά του στην υγρή μορφή είναι εύθραυστα, και έτσι παίρνει το σχήμα που θεωρείται επιθυμητό για τον τόννο. Στην υγρή του μορφή, δηλαδή όταν το υλικό βυθιστεί σε υδατικό διάλυμα μπορεί να διατηρήσει μεγάλο ποσοστό νερού σε σχέση με το ξηρό του βάρος. Άρα το υλικό αυτό καθίσταται εύκαμπτο, διαυγές στο ορατό, δείκτη διάθλασης 1.449, ειδικό βάρος 1.07 και μπορεί να γίνει ανεκτό από τον ανθρώπινο ιστό. Έτσι, άρχισαν να δημιουργούνται φακοί με μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό, διότι η οξυγόνωση του οφθαλμού αποτελεί σημαντική παράμετρο. Καθίσταται απαραίτητη προϋπόθεση για την αποφυγή υποξίας.

Οι μαλακοί φακοί επαφής κατείχαν υψηλότερη θέση από τους σκληρούς αεροδιαπερατούς. Το μόνο μειονέκτημά τους ήταν ο τρόπος απολύμανσής τους. Έτσι το 1980 ανακαλύφθηκαν οι τριμηνιαίοι φακοί Freshlens της Bausch and Lomb. Οι πρώτοι φακοί συχνής αντικατάστασης ήταν εβδομαδιαίοι φακοί Danalens, οι οποίοι έκαναν την εμφάνισή τους το 1982. Από το 1988 και έπειτα και άλλες εταιρείες πήραν θέση για την ανάπτυξη περισσότερων φακών.

Η αντικατάσταση βέβαια των μαλακών φακών δεν εξαρτάται μόνο από την αναγραφόμενη ημερομηνία, αλλά και από άλλους παράγοντες, όπως : η ποιότητα και η ποσότητα των δακρύων, η ημερήσια χρήση τους, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και πολλά άλλα. Καθώς προχωρούσε η ανάπτυξη των φακών αυτών λύση ήρθαν να δώσουν το 1970, στη διόρθωση της πρεσβυωπίας με τους διπλεσσιακούς φακούς με τον Frederick Arthur Burnett Hold, καθώς και ο αστιγματισμός αντιμετωπίζεται σταθεροποιώντας τον φακό με κολοβωμά.

Το 1999 κάνει την εμφάνισή του ένα νέο υλικό που ονομάζεται σιλικόνη- υδρογέλη. Το υλικό αυτό προέκυψε από τη χημική ένωση του HEMA με τη σιλικόνη. Στόχος των φακών αυτών είναι η παρατεταμένη χρήση τους, αφού διαθέτουν και συνδυάζουν τα πλεονεκτήματα τόσο της σιλικόνης όσο και της υδρογέλης, δηλαδή τη διαπερατότητα σε οξυγόνο και την άνεση που προσφέρουν στο χρήστη. Το 1999 άνοιξε η περίοδος των μαλακών φακών με σιλικόνη συνεχούς χρήσης τους.
Κατσούλος, Κ., et. al. (2010)

3.2 Υλικά κατασκευής

Τα υλικά των φακών επαφής μέσω των χημικών ενώσεων είναι πολυμερή. Πριν από τις διεργασίες των χημικών ενώσεων τα υλικά ήταν μονομερή. Σύμφωνα με την ιστορία οι σημερινοί φακοί επαφής, υδρόφιλοι και σκληροί αεροδιαπερατοί, τα υλικά από τα οποία έχουν προέλθει είναι από: MMA, μεθυλ- μεθακρυλικό και από γόμα σιλικόνης. Άλλος ένας πολυμερισμός που προήλθε από το MMA είναι το PMMA. Το PMMA, αποτέλεσε το πρώτο μη γυάλινο υλικό. Το υλικό αυτό κατέχει καλή μηχανική αντοχή, είναι εύκολο στην επεξεργασία όπως και στην απολύμανσή του, η επιφάνεια του δέχεται ικανοποιητική διαβροχή. Το μόνο μειονέκτημα του όμως είναι ότι δεν είναι διαπερατό στο οξυγόνο.

Ένα άλλο υλικό, είναι οι φακοί επαφής από σιλικόνη. Το υλικό αυτό είναι ελαστικό, αρκετά διαπερατό στο οξυγόνο, ιδιαίτερα υδρόφοβο όμως υλικό. Τα υλικά των φακών υπέστησαν κάποιες εξελίξεις και ακολούθησαν δύο δρόμους. Με βάση αυτά τα υλικά

προέκυψαν τα υδρόφιλα υλικά, ικανά στη διαπερατότητά του οξυγόνου, καθώς και στα σκληρά ή άκαμπτα αεροδιαπερατά υλικά που προήλθαν από την ανάμειξη του MMA με τη γόμα σιλικόνης. Στη συνέχεια η σιλικόνη αφού υπέστη χημικές ενώσεις κατέληξε στη δημιουργία της σιλικόνης-υδρογέλης.

Οι φακοί ανάλογα με το υλικό που αποτελούνται κατηγοριοποιούνται σε σκληρούς και μαλακούς. Οι σκληροί φακοί διακρίνονται στους συμβατικούς σκληρούς, στους σκληρικούς και στους σκληρούς αεροδιαπερατούς. Οι μαλακοί με τη σειρά τους χωρίζονται στους υδρογέλης, σιλικόνης και σιλικόνης-υδρογέλης φακούς.

Τα υλικά των σκληρών αεροδιαπερατών υλικών αρχικά ήταν από MMA, με σιλικόνη. Η σιλικόνη διατηρώντας τα πλεονεκτήματα του PMMA υλικού, αναίρεσε το πιο σημαντικό μειονέκτημά του, δηλαδή την ανεκτικότητα στο οξυγόνο. Τα υλικά της σιλικόνης υδρογέλης εμφανίστηκαν τη δεκαετία του 1990 και προήλθαν από τη χημική ένωση της σιλικόνης με τα πολυμερή, όπως το MMA και το NVP. Ανακαλύφθηκαν πολλές εταιρείες φακών που προωθούσαν τη σιλικόνη υδρογέλη. Όπως ο Night and Day, οι Pure Vision της Bausch and Lomb, οι Air Optix, ο Advance της Johnson & Johnson και πολλοί άλλοι. Οι φακοί αυτοί διέθεταν επαναστατικά χαρακτηριστικά. Η αύξησή της περιεκτικότητάς τους σε νερό δεν ήταν πλέον αναγκαία για τη διαπερατότητα του οξυγόνου, αφού το οξυγόνο εισχωρούσε μέσα από τη σιλικόνη, άρα είχαν μεγάλη μεταβιβαστικότητα σε οξυγόνο.

Σταδιακά οι εταιρείες δούλευαν στα υλικά των φακών τον συνδυασμό της διαπερατότητάς τους σε οξυγόνο, όπως και την άνεσή τους όσον αφορά την υδροφιλία τους. Οι πρώτες γενιές φακών κατασκευάζονταν από καλούπια. Αρχίζαν όμως να δουλεύουν τη κατασκευή τους σε τόρνο. Η τελευταία δηλαδή προσθήκη στα υλικά με σιλικόνη- υδρογέλη προσπάθησαν να κατασκευαστούν με τόρνο. Με τη κατασκευή τους με τόρνο αναπτύχθηκαν νέες σχεδιάσεις φακών, όπως ήταν οι φακοί για τη διόρθωση του κερατόκωνου, φακοί αντίστροφης-γεωμετρίας και άλλα.

Η ονομασία των πρώτων υλικών ήταν σιλικο-ακρυλικά ή σιλοξάνες-μεθακρυλικά. Βασική τους αλυσίδα ήταν ο άνθρακας και η σιλικόνη. Εκτός όμως από αυτά διέθεταν παράγοντες εφύγρανσης και διασύνδεσης των αλυσίδων. Χαρακτηριστικά των δύο παραγόντων αυτών είναι να μειωθεί η υδροφοβία που έχει το τμήμα της σιλικόνης και η μηχανική σταθερότητα του να μεγαλώσει. Η σιλικόνη που είναι ουσιαστικά υδρόφοβη δημιουργεί την εναπόθεση λιπιδίων επάνω στον φακό.

Για να αντιμετωπιστούν αυτά προστέθηκε στη χημική σύσταση του υλικού, το φθόριο. Έτσι τα νέα υλικά που απάρτιζαν το φακό, ονομάστηκαν φθοριο-σιλικονούχα ακρυλικά. Τα φθοριοσιλικονούχα υλικά βοηθούν στη διασπορά των δακρύων με ομοιόμορφο τρόπο στην επιφάνεια του φακού, στη διαπερατότητα σε οξυγόνο και επίσης έχουν μεγάλη διαστατική σταθερότητα.

Οι σκληροί αεροδιαπερατοί εμφανίζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι σκληροί αεροδιαπερατοί προσφέρουν στους χρήστες τους καλή ποιότητα στην όραση. Ο σχεδιασμός τους μπορεί να διορθώσει και ανωμαλίες όπως ο κερατόκωνος. Οι εκτροπές υψηλής τάξης είναι λίγες επειδή κάτω από τον φακό υπάρχουν δάκρυα. Η σταθερότητα στη δομή του σκληρού αεροδιαπερατού έχουν ως αποτέλεσμα την καλή ευαισθησία αντίθεσης. Οι χρήστες με μεγάλη διάμετρο κόρης εμφανίζουν καλύτερη ποιότητα στην όρασή τους, λόγω

των μειομένων εκτροπών και τη διαφορά αυτή οι χρήστες την παρατηρούν το βράδυ. Σε αντίθεση με τους υδρόφιλους φακούς οι αεροδιαπερατοί μπορούν να διορθώσουν τον μεγάλο αστιγματισμό, όπως και τη πρεσβυωπία.

Εκτός όμως από τα πλεονεκτήματά τους, οι αεροδιαπερατοί εντοπίζουν και κάποια μειονεκτήματα. Τα μειονεκτήματά τους αφορούν την άνεση και τον χρόνο προσαρμογής τους. Και τα δύο μειονεκτήματα συνδέονται μεταξύ τους, αφού οι αεροδιαπερατοί φακοί δεν είναι άνετοι στη χρήση τους και έτσι οι χρήστες κάνουν αρκετό χρονικό διάστημα για να τους συνηθίσουν. Ο λόγος που δημιουργεί αυτό το μεγάλο χρονικό διάστημα προσαρμογής είναι διότι το άνω βλέφαρο ακουμπάει το άκρο του φακού και δεν επιτυγχάνεται η επαφή του φακού με τον επιθυμητό κερατοειδή. Στο τέλος της ημέρας ο χρήστης και πάλι δύσκολα συνηθίζει το φακό, λόγω του βάρους του και λόγω της «κόπωσης» που δημιουργεί ο φακός στους οφθαλμούς. Κάποιοι χρήστες όμως μετά από κάποιο χρονικό διάστημα συνηθίζουν στην ιδέα του αεροδιαπερατού φακού. Ο εφαρμοστής όμως θα πρέπει να προβεί σε κάποιους ελέγχους, γιατί υπάρχει η πιθανότητα να έχει δημιουργηθεί υποξία, η οποία έχει μειώσει την ευαισθησία του κερατοειδή.

Οι μαλακοί φακοί επαφής αποτελούνται από την υδρογέλη, τη σιλικόνη και τη σιλικόνη-υδρογέλη αντίστοιχα. Και τα τρία αποτέλεσαν βασικά υλικά, το κάθε ένα με τα πλεονεκτήματά του. Αυτό που κυριάρχησε για πολλά χρόνια λόγω της υδροφιλίας του ήταν η υδρογέλη. Η σιλικόνη έχει περιορισμένη χρήση λόγω της υδροφοβίας της, είναι όμως ένα υλικό που χαρακτηρίζεται από την ελαστικότητά του. Τρίτο και καλύτερο, που ήρθε για να συνδυάσει τα στοιχεία αυτών των δύο υλικών είναι η σιλικόνη-υδρογέλη.

Και τα τρία αυτά υλικά αποτελούν τους μαλακούς φακούς, σε αντίθεση με τους σκληρούς φακούς, οι οποίοι πέρνουν κατευθείαν το σχήμα του κερατοειδή, όταν τοποθετηθεί στο μάτι. Μάλιστα διαθέτουν «καλή μνήμη», διότι το σχήμα τους επανέρχεται κατευθείαν στο φυσιολογικό τους αν παραμορφωθούν από κάποια μηχανική αιτία.

Όπως οι σκληροί αεροδιαπερατοί εμφανίζουν κάποια πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα, έτσι εμφανίζουν και οι μαλακοί φακοί επαφής. Οι μαλακοί φακοί επαφής υπερτερούν όσον αφορά την άνεσή τους σε σχέση με τους αεροδιαπερατούς. Η άνεση τους οφείλεται λόγω της μεγάλης διαμέτρου, των λεπτών άκρων, η κινητικότητά τους είναι περιορισμένη και επίσης δεν υπάρχει αντίσταση των βλεφάρων κατά το κλείσιμό τους. Άλλο ένα πλεονέκτημα είναι ότι οι χρήστες μπορούν να τους συνηθίσουν πιο εύκολα από τους αεροδιαπερατούς, που ο χρόνος προσαρμογής τους είναι περισσότερος. Επίσης η μικρή κινητικότητά τους, προσφέρει στο χρήστη άνετη και σταθερή όραση χωρίς να υπάρχει η αίσθηση ξένου σώματος.

Εκτός όμως των πλεονεκτημάτων τους, οι μαλακοί φακοί επαφής απαρτίζουν και μία σειρά από μειονεκτήματα. Πρώτο και κύριο μειονέκτημα είναι η όραση των χρηστών, αφού πολλοί παραπονιούνται ότι η όραση τους δεν είναι καλή, καθώς η διόρθωση της κερατοειδικής ασυμμετρίας είναι ελλιπής, πράγμα που δεν το διαθέτουν οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί. Άλλο ένα μειονέκτημά είναι ότι η επιφάνειά τους είναι υγρή, καθώς οι υδρόφιλοι φακοί περιέχουν νερό. Αυτό το γεγονός ενώ διαθέτει άνετη εφαρμογή, μπορεί να προκαλέσει την έλξη εναποθέσεων που προέρχονται από τα δάκρυα ή από την ατμόσφαιρα. Επίσης δεν έχουν μεγάλο χρονικό όριο αντοχής, σε σχέση με τους αεροδιαπερατούς που μπορούν να κρατήσουν μέχρι και δύο έτη. Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι μαλακοί φακοί

επαφής είναι επηρεασίσιμες στις εναποθέσεις και μπορούν να δημιουργήσουν πολλές επιπλοκές. Τέλος έχουν μικρή μεταβιβαστικότητα σε οξυγόνο, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί το φαινόμενο της υποξίας.

Τα υλικά των φακών πρέπει να συνδυάζουν κάποιες ιδιότητες. Οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά που διαθέτουν στη σημερινή εποχή τα υλικά αυτά πρέπει να είναι η διαφάνεια και ο δείκτης διάθλασης τους, η σκληρότητα και η ακαμψία, η ελαστικότητά τους, ο συντελεστής τριβής, η ικανότητα διαβροχής και η περιεκτικότητά τους σε νερό, το ιονικό τους φορτίο και τέλος η διαπερατότητα και η μεταβιβαστικότητα που κατέχουν στο οξυγόνο.

Πιο αναλυτικά τη διαφάνεια και το δείκτη διάθλασης αφορά την οπτική ιδιότητα του υλικού. Η διαφάνεια του υλικού βοηθά στη διάδοση του φωτός που επιτρέπει να διαπερνά το διαφανές υλικό. Είναι δηλαδή φυσική ιδιότητα. Η πορεία του φωτός έχει σαν βάση το φαινόμενο της διάχυσης, δηλαδή η διαφάνεια δεν πρέπει να θεωρηθεί ως διάχυτη διαφάνεια, που επιτρέπει από τη μία το φως να μπορεί να διαπεράσει το υλικό, αλλά χωρίς βέβαια να γίνονται διακριτές οι ακτίνες πίσω από αυτό.

Οι αλληλεπιδράσεις αυτές εξαρτώνται από το μήκος κύματος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί ο ανθρώπινος ιστός είναι αδιαφανής στο ορατό, ενώ είναι σημαντικά διαφανής στις ακτίνες X για αυτό άλλωστε υπάρχουν οι ακτινογραφίες. Οι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης είναι πέντε. Τα φαινόμενα αυτά είναι η σκέδαση, η διάχυση, η απορρόφηση, η ανάκλαση και η διάθλαση. Επειδή υπάρχουν αυτά τα φαινόμενα κανένα υλικό δεν θεωρείται διαφανές, διότι ακόμη και μια μικρή ακτίνα φωτός μπορεί να υποστεί ανάκλαση, απορρόφηση ή σκέδαση. Για αυτό το λόγο το υλικό θα πρέπει να έχει την ιδιότητα του δείκτη διάθλασης, για να μπορεί να θεωρηθεί ένα υλικό ως διαφανές.

Ο δείκτης διάθλασης επηρεάζει το ποσοστό της ακτινοβολίας το οποίο ανακλάται από τη διαχωριστική επιφάνεια. Σημαντικό ρόλο κατέχει η τιμή του δείκτη διάθλασης καθώς συνδέεται με την περιεκτικότητα του υλικού σε νερό. Ο δείκτης διάθλασης στο PMMA υλικό είναι 1.49, ενώ στο νερό φτάνει το 1.33. Η ανακλαστικότητα της επιφάνειας του φακού μειώνεται όταν αυξάνεται η περιεκτικότητα σε νερό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του δείκτη διάθλασης.

Άρα, η τιμή του δείκτη διάθλασης μειώνεται όταν αυξάνεται η περιεκτικότητα του υλικού σε νερό. Όμως, όσο πιο μεγάλος είναι ο δείκτης διάθλασης, τόσο πιο λεπτό πάχος θα εμφανίζει ο φακός και η χρήση των σκληρών αεροδιαπερατών φακών είναι πιο άνετη. Η χρήση τους στον αστιγματισμό δημιουργεί κάποια μειονεκτήματα, αφού μπορεί να προκαλέσει υπόλειμμα αστιγματισμού. Επίσης, όταν συνδυάζεται υψηλός δείκτης διάθλασης στα αεροδιαπερατά υλικά, τότε είναι ιδιαίτερα ελαστικά.

Άλλη μία ιδιότητα που πρέπει να διαθέτουν τα υλικά φακών είναι η σκληρότητα και η ακαμψία τους. Η συνεχόμενη εφαρμογή των φακών μπορεί να προκαλέσει παραμορφώσεις, σκισίματα ή θραύσεις στο φακό. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την κακή οπτική απόδοση του χρήστη, δυσφορία ή ακόμα και ολοκληρωτική καταστροφή του φακού. Ο μαλακός φακός από τη φύση του όταν ασκούμε δύναμη σε αυτόν να διπλωθεί, ο σχεδιασμός του όμως επιτελεί στο να επιστρέψει στο αρχικό του σχήμα όταν τον αφήσουμε. Αυτό όμως προϋποθέτει ο φακός να μην έχει υποστεί ζημιά κατά τον εφελκυσμό. Η ιδιότητα λοιπόν που θα πρέπει να διαθέτει ο φακός είναι η αντοχή του στον εφελκυσμό.

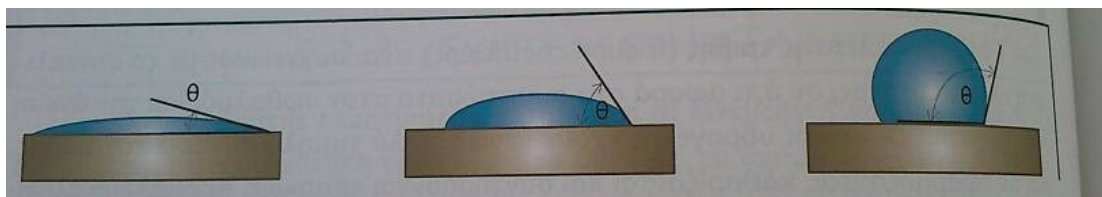
Η σκληρότητα ή ακαμψία αποτελεί σημαντικό παράγοντα στους σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς. Ένας κερατοειδικός αστιγματισμός μπορεί να διορθωθεί από την ακαμψία των σκληρών αεροδιαπερατών ενός σφαιρικού φακού. Αν όμως έχει μικρή ακαμψία, ο φακός γίνεται αρκετά λεπτός και δέχεται μία ελαφρά κάμψη πάνω στον οφθαλμό. Ο εφαρμοστής αυτό μπορεί να το χρησιμοποιήσει για να διορθώσει έναν μεγάλο αστιγματισμό με την εφαρμογή σφαιρικού φακού. Αυτό όμως δεν είναι ιδιαίτερα εφικτό αφού ο φακός λυγίζει στην επιφάνεια του κερατοειδούς με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί στην πρόσθια επιφάνειά του αστιγματισμός. Η λύση στο γεγονός αυτό βρίσκεται στη χρήση ενός πιο άκαμπτου υλικού.

Ο συντελεστής ελαστικότητας αποτελεί άλλη μία ιδιότητα που εντοπίζεται στα υλικά των φακών. Ο συντελεστής αυτός έχει σχέση με το σχήμα που διατηρεί ο φακός καθώς δέχεται δύναμη. Τα υλικά που διαθέτουν μεγάλο συντελεστή ελαστικότητας διακρίνονται από ακαμψία, σε αντίθεση με τα υλικά που διαθέτουν χαμηλό συντελεστή ελαστικότητας. Τα υλικά αυτά διακρίνονται για την ευκαμψία τους. Ο υψηλός συντελεστής ελαστικότητας προσφέρει στους χρήστες καλύτερη ποιότητα όρασης. Οι σιλικόνης- υδρογέλης κατείχαν αυτή την ιδιότητα με τον καιρό όμως αυτό το πλεονέκτημα μετατράπηκε σε μειονέκτημα, αφού ο χρήστης αισθανόταν τον φακό, λόγω του πάχους του. Είναι πιο σκληροί σε υφή και χρειάζεται περισσότερη δύναμη για την αφαίρεσή τους αφού κάμπτονται λιγότερο.

Άλλος ένας συντελεστής που υπάρχει στα υλικά ανάλογος με το συντελεστή ελαστικότητας είναι ο συντελεστής τριβής. Οι φακοί υδρογέλης με το συντελεστή τριβής που τους αποτελούν προκαλούν λίγα προβλήματα τριβής στον οφθαλμό, διότι ο συντελεστής είναι χαμηλός. Στους σιλικόνης-υδρογέλης όμως εμφανίζονται συχνότερα προβλήματα στον οφθαλμό, διότι αποτελούνται από υψηλό συντελεστή τριβής. Δεν ενδείκνυται σε άτομα με επιπεφυκίτιδα όπως και βλεφαρίτιδα. Καθώς όμως υπήρξε εξέλιξη των φακών σιλικόνης-υδρογέλης, αφού μείωσαν το ποσό του συντελεστή τριβής, οι παρενέργειες ήταν λιγότερες.

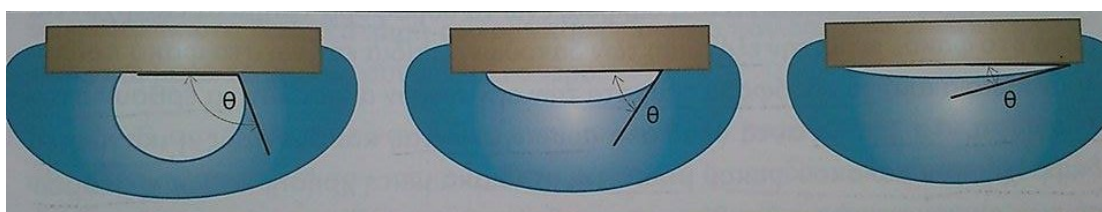
Οι πρώτοι φακοί σιλικόνης-υδρογέλης είχαν μικρή ποσότητα νερού και μεγάλο σιλικόνης, για να πετύχουν διαπερατότητα στο οξυγόνο. Πράγμα που τους έκανε πιο άβολους στη χρήση τους σε σχέση με τους υδρογέλης λόγω της τριβής και της ακαμψίας. Οι εταιρείες με τη πάροδο του χρόνου βελτιώνουν το μειονέκτημα αυτό μεγαλώνοντας το ποσοστό του νερού και το ποσό της σιλικόνης να είναι μικρό.

Σημαντικό για έναν φακό είναι η ικανότητα διαβροχής του, δηλαδή το νερό να μπορεί να διασπείρεται στην επιφάνεια του φακού ομοιόμορφο. Η μέτρηση του φαινομένου αυτού μπορεί να γίνει με δύο τρόπους ή με τη μέθοδο της σταγόνας νερού ή με τη μέθοδο της παγιδευμένης φυσαλίδας. Η πρώτη μέθοδος έχει να κάνει ως εξής: καθώς το υγρό έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια στην οποία σχηματίζεται μια γωνία, η γωνία αυτή είναι η γωνία διαβροχής. (Εικόνα 3.2.1) Η διασπορά του υγρού στην επιφάνεια του υλικού αυξάνεται όταν η ικανότητα διαβροχής είναι μεγάλη. Άρα αυτά τα δύο μεγέθη είναι αντιστρόφως ανάλογα, δηλαδή όταν η γωνία διαβροχής είναι μικρή υπάρχει μεγάλη ικανότητα διαβροχής, το αντίθετο συμβαίνει όταν η γωνία διαβροχής είναι μεγάλη.



Εικόνα 3.2.1 Γωνία διαβροχής με τη μέθοδο της σταγόνας

Με τη δεύτερη μέθοδο, δηλαδή με τη μέθοδο της φυσαλίδας. (Εικόνα 3.2.2) Αυτή η μέθοδος έχει να κάνει ως εξής: στην κάτω επιφάνεια του υλικού εμφανίζεται μία φυσαλίδα αέρα, καθώς το υλικό βυθίζεται οριζόντια στο νερό. Εδώ προκύπτει το εξής φαινόμενο. Η ικανότητα διαβροχής του υλικού είναι μεγάλη, όταν η φυσαλίδα μένει αναλλοίωτη. Αντίθετα όμως μικρή ικανότητα διαβροχής υπάρχει όταν η φυσαλίδα διασπείρεται. Τα φαινόμενα που προκύπτουν είναι αντίθετα με τα αποτελέσματα της μεθόδου μέτρησης με τη σταγόνα. Δηλαδή, μικρή γωνία παραπέμπει σε μικρή ικανότητα διαβροχής και μεγάλη γωνία παραπέμπει σε μεγάλη ικανότητα διαβροχής.



Εικόνα 3.2.2 Γωνία διαβροχής με τη μέθοδο της φυσαλίδας

Άρα από τα παραπάνω λαμβάνουμε υπόψιν ότι η ικανότητα διαβροχής έχει σημαντικό ρόλο για τον φακό, διότι από αυτήν καθορίζεται η ομοιομορφία των δακρύων επάνω στον φακό. Όταν υπάρχει μικρή ικανότητα διαβροχής, ο χρήστης υπόκειται σε μείωση της όρασης, διότι τα δάκρυα δεν ενυδατώνουν ομοιόμορφα την πρόσθια επιφάνεια. Άρα όχι καλή οπτική ποιότητα του φακού και μεγαλύτερες εναποθέσεις στην επιφάνειά του. Σε αντίθεση όμως με τους φακούς με μεγάλη ικανότητα διαβροχής που υπάρχει στο χρήστη καλύτερη ποιότητα όρασης, άνεση και ο φακός είναι ανεκτός στις εναποθέσεις, αν όχι σε όλες στις περισσότερες.

Η ικανότητα διαβροχής του μαλακού φακού όμως δεν μας δίνει πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά του. Δηλαδή τα υδρόφιλα τμήματα έχουν κατεύθυνση απέναντι από τα δάκρυα καθώς έρχονται στην επιφάνειά του, τα υδρόφιλα όμως εισέρχονται μέσα στον φακό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα όταν γίνει η εξάτμιση των δακρύων, να δημιουργηθούν λιπίδια και να συσσωρευτούν επάνω στην επιφάνεια του φακού, με αποτέλεσμα η ικανότητα διαβροχής του φακού να μειώνεται. Λόγω της ισχυρής συσσώρευσης των λιπιδίων ο φακός δεν είναι δυνατόν να καθαριστεί πλήρως.

Η ικανότητα διαβροχής συνδέεται άμεσα με την υδροφιλία του φακού. Αν η ικανότητα διαβροχής της επιφάνειας του υλικού είναι μικρή, το υλικό είναι λιγότερο υδρόφιλο και χάνει τις ιδιότητές του. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα φθορά του φακού σε πιο γρήγορο χρονικό διάστημα σε σχέση με έναν φακό που είναι λιγότερο υδρόφιλος. Για τον λόγο αυτόν θα πρέπει να γίνεται πιο συχνός και επίμονος καθαρισμός του φακού από τις εναποθέσεις αλλιώς θα πρέπει να γίνεται πιο συχνά η αντικατάστασή τους. Άρα λοιπόν η υδροφιλία του υλικού καθορίζει την περιεκτικότητα σε νερό.

Άλλος ένας σημαντικός παράγοντας που προκύπτει από τα παραπάνω είναι η περιεκτικότητα του υλικού σε νερό. Ένας φακός εται σε περιεκτικότητα με την πάροδο του χρόνου. Αν για παράδειγμα ο φακός αφαιρεθεί από το υγρό συντήρησής του, αφυδατώνεται διότι το νερό που υπάρχει μέσα στους πόρους του φακού εξατμίζεται. Στην ξηροφθαλμία για παράδειγμα θα πρέπει πρώτα να ανιχνευθούν οι αιτίες που προκάλεσαν τη ξηροφθαλμία, στη συνέχεια να αντιμετωπιστεί με κάθε δυνατό τρόπο και μετά ο εφαρμοστής να προβεί στο υλικό που θα επιλέξει.

Τα υδρόφιλα υλικά έχουν την ιδιότητα ακόμη και αν αφυδατωθούν να επανέλθουν στην αρχική τους μορφή. Αν βγει εκτός του υγρού συντήρησής του θα γίνει πιο σκληρός ο φακός ή θα πάρει ένα άλλο σχήμα. Αν όμως ενυδατωθεί ξανά θα επανέλθει στην αρχική του μορφή χωρίς να χάσει τις οπτικές του ιδιότητες. Αν δεν υπάρχει σκίσιμο, ράγισμα, σπάσιμο του φακού δεν έχει καταστραφεί. Έτσι αρμόδιος για την τύχη του φακού είναι ο εφαρμοστής αφού μπορεί να τον ελέγξει μέσω της λυχνίας.

Το ιονικό φορτίο αποτελεί άλλον έναν παράγοντα του υλικού που σχετίζεται με τις εναποθέσεις που προσελκύονται στην επιφάνεια του φακού. Αυτή η ιδιότητα αφορά κυρίως τους υδρόφιλους φακούς επαφής που είναι πιο επιρρεπείς στις εναποθέσεις. Δύο φορτία απαρτίζουν το ιονικό φορτίο, τα ιονικά και τα μη ιονικά. Τα ιονικά έχουν ηλεκτρική φόρτιση ενώ τα μη ιονικά έχουν ελάχιστη. Η ύπαρξη αρνητικού φορτίου στο υλικό του φακού μπορεί να δημιουργήσει το σχηματισμό εναποθέσεων. Οι εναποθέσεις που προέρχονται από τα δάκρυα είναι θετικά φορτισμένες, άρα σε συνδυασμό με το αρνητικό φορτίο προκαλείται η προσέλκυση των εναποθέσεων.

Μεγάλη σημασία στους σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς έχει η διαπερατότητά τους σε οξυγόνο. Η διαπερατότητα σε οξυγόνο είναι η ιδιότητα του υλικού να μπορεί να διαπεράσει το υλικό με οξυγόνο. Η σχέση που απεικονίζει τη διαπερατότητα είναι $P=Dk$, όπου D είναι ο συντελεστής διάχυσης, το οποίο απεικονίζει το πόσο γρήγορα κινείται το οξυγόνο μέσα στο υλικό και το k είναι ο συντελεστής διαλυτότητας που απαρτίζει τα διαλυμένα μόρια οξυγόνου που εντοπίζονται στο υλικό. Η διαπερατότητα ενός υλικού εξαρτάται από τη θερμοκρασία.

Άλλη μία ιδιότητα που σκοπός της είναι η μεταφορά του οξυγόνου από την πρόσθια στην οπίσθια επιφάνεια με συγκεκριμένο πάχος είναι η μεταβιβαστικότητα σε οξυγόνο. Η μεταβιβαστικότητα σε οξυγόνο ορίζεται ως Dk/t . Η τιμή t αφορά το πάχος του φακού. Άρα ένας παχύς φακός έχει μικρή μεταβιβαστικότητα οξυγόνου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα στον κερατοειδή να φτάνει λιγότερο ποσό οξυγόνου.

Στα υλικά σιλικόνης-υδρογέλης, η διαπερατότητα σε οξυγόνο είναι μικρότερη όταν η περιεκτικότητα σε νερό αυξάνεται. Αυτό δεν συμβαίνει στα υλικά υδρογέλης. Αυτό το γεγονός της αύξησης περιεκτικότητας σε νερό οφείλεται στη μείωση της σιλικόνης. Όταν υπάρχει μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό αυτό έχει ως αποτέλεσμα αύξησης της διαπερατότητας οξυγόνου, λόγω της αυξημένης υδρογέλης.

Αν οι άλλοι φακοί δηλαδή οι σκληροί, μαλακοί και υβριδικοί αποτύχουν τότε η επόμενη κίνηση είναι η χρήση σκληρικών και απτικών φακών. Σαν υλικό τους αυτοί οι φακοί αποτελούνται από αεροδιαπερατό ή από PMMA υλικό. Οι φακοί αυτοί θεωρούνται λίγοι σε αριθμό και αρκετά εξατομικευμένοι. Ανάλογα με τη διάμετρό τους, τους χωρίζουμε ως

κερατοειδοσκληρικούς, μικροσκληρικούς, ημισκληρικούς και σκληρικούς. Εκτός όμως από τη διάμετρό τους μπορούμε να κάνουμε άλλον έναν διαχωρισμό. Δηλαδή, οι σκληρικοί κερατοειδικής στήριξης έχουν μεγαλύτερη διάμετρο και φτάνουν μέχρι έξω του σκληροκερατοειδούς ορίου. Παρόλη τη μεγάλη διάμετρο τους η στήριξη τους επιτυγχάνεται στον κερατοειδή. Αυτό όσον αφορά τον πρώτο διαχωρισμό. Ο δεύτερος διαχωρισμός αφορά τους σκληρικούς σκληρικής στήριξης. Αυτοί στηρίζονται στον σκληρό χιτώνα, απαρτίζονται από μία κεντρική ζώνη που καλύπτει τον κερατοειδή. Επάνω σε αυτόν δημιουργείται ένας θόλος. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και οι απτικοί.

Η αίσθηση που δίνουν αυτοί οι φακοί είναι καλύτερη από αυτή των σκληρών αεροδιαπερατών φακών. Στους σκληρούς, το άνω βλέφαρο έρχεται σε επαφή με τον φακό και δημιουργεί ενόχληση στον χρήστη. Στον σκληρικό φακό όμως αυτό δεν υφίσταται λόγω της μεγάλης διαμέτρου, ο φακός δεν έρχεται σε επαφή με το άνω βλέφαρο, καθώς περνάει από πάνω του και έτσι η επαφή του άνω βλεφάρου είναι ελάχιστη με τα άκρα του φακού.

Οι σκληρικοί φακοί κατασκευάζονται με δύο τρόπους: με τη μέθοδο του εκμαγείου και με τη κατασκευή σε τόρνο CNC. Η κατασκευή του από εκμαγείο γίνεται μόνο σε ορισμένες περιπτώσεις, όπου υπάρχουν σοβαρές βλάβες στην οφθαλμική επιφάνεια, όπως ξηροφθαλμία, φωτοφοβία, πόνος και όχι τόσο καλή όραση. Το μεγάλο πλεονέκτημα αυτών των φακών είναι ότι καλύπτουν όλον τον κερατοειδή. Με αυτόν τον τρόπο προστατεύεται η οφθαλμική επιφάνεια, ο φακός δακρύων την κρατά υγρή και έτσι ενισχύεται η επούλωση και ο πόνος που προκαλείται από την ξηροφθαλμία απαλώνεται. (Κατσούλος, Κ., et. al. 2010)

3.3 Κατασκευή φακών

Η κατασκευή των φακών επαφής γίνεται με τρεις μεθόδους. Οι μέθοδοι αυτοί είναι η κατασκευή με τόρνο, η κατασκευή με τη μέθοδο περιστροφής και η κατασκευή με τη μέθοδο του εκμαγείου. Ας δούμε μία μία πιο αναλυτικά τις μεθόδους. Η κατασκευή με τόρνο κοπής θεωρείται η πιο παλιά μέθοδος κατασκευής. Θεωρείται η πρώτη στην κατασκευή των φακών, αφού ακόμα και τα καλούπια που χρησιμοποιούνται για να κατασκευαστούν οι φακοί φτιάχνονται με τη μέθοδο του τόρνου. Με τους σύγχρονους τόρνους CNC μπορούν να κατασκευαστούν φακοί οποιασδήποτε γεωμετρίας.

Οι τόρνοι επεξεργάζονται και κατασκευάζουν και τους σκληρούς και τους μαλακούς φακούς επαφής. Οι μαλακοί φακοί όμως πριν φτάσουν στο στάδιο της ενυδάτωσης κατασκευάζονται πρώτα ως σκληροί. Αφού μετά περάσουν από αυτό το στάδιο, υφίστανται ενυδάτωση. Κατά τη διάρκεια της ενυδάτωσης ο φακός απορροφά νερό και το μέγεθος του, όπως και το μήκος και η καμπυλότητα του, μεγαλώνει. Η αύξηση αυτή αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα των υδρόφιλων υλικών. Αυτό οι κατασκευαστές το βελτίωσαν χρησιμοποιώντας λιπαντικούς ή ενυδατικούς παράγοντες στους φακούς σιλικόνης-υδρογέλης, ώστε να αυξήσουν την άνεση στο φακό.

Για να κατασκευαστεί ένας φακός σε τόρνο CNC οι κατασκευαστές θα πρέπει να λάβουν υπόψιν τους κάποιους γεωμετρικούς παράγοντες του φακού: Αυτοί είναι η διάμετρος του ανεπεξέργαστου πρότυπου, τις μηχανολογικές δυνατότητες του τόρνου, δηλαδή την κίνηση και την περιστροφή που διαθέτει ο τόρνος για να στερεωθεί το ανεπεξέργαστο

πρότυπο, τις ακτίνες καμπυλότητας αφού έχει γίνει επεξεργασία της πρόσθιας επιφάνειας, όπως και τις δυνατότητες σχεδιασμού που μπορεί να επεξεργαστεί το λογισμικό.

Η ακρίβεια κατασκευής του τόννου είναι ένας σημαντικός παράγοντας στη δυνατότητα κατασκευής. Η παλιάς τεχνολογίας τόννοι CNC δεν παρήγαγαν φακούς με ικανοποιητική οπτική δυνατότητα. Ένας σημαντικός παράγοντας ήταν η λείανση του φακού. Επειδή όμως αυτή τη δυνατότητα δεν την έχουν οι σύγχρονης τεχνολογίας τόννοι, κατασκευάστηκαν οι wavefront. Οι wavefront φακοί με την ενσωμάτωση της οπτικής διόρθωσης έχουν ασύμμετρες οπτικές επιφάνειες στην τάξη των nm. Η λείανση που θα επιτευχθεί στην ουσία δεν θα μπορεί να διορθώσει τα σφάλματα υψηλής τάξης.

Η δεύτερη μέθοδος κατασκευής των φακών, είναι η μέθοδος περιστροφής ή αλλιώς φυγοκέντρωσης. Με αυτή τη μέθοδο ο Otto Wichterle επίτευξε τη κατασκευή των μαλακών φακών. Η σύγχρονη μέθοδος θέτει σε ένα κοίλο καλούπι την εισαγωγή του πολυμερούς υλικού σε υγρή μορφή. Η πρόσθια επιφάνεια εξαρτάται από το μέγεθος του καλουπιού, ενώ η ταχύτητα περιστροφής και η φύση του υλικού εξαρτώνται από το πάχος και την καμπυλότητα της οπίσθιας επιφάνειας.

Η ταχύτητα περιστροφής είναι παράγοντας για την οπτική ισχύ του φακού. Μεγάλη ταχύτητα περιστροφής προμηνύει πιο επίπεδη την οπίσθια από την πρόσθια επιφάνεια. Άρα ο φακός που προκύπτει είναι θετικός. Το αντίθετο συμβαίνει όταν υπάρχει αργή περιστροφή. Άρα η οπίσθια επιφάνεια είναι σφαιρική. Με τη μέθοδο περιστροφής κατασκευάζονται μόνο μονοκαμπυλωτοί φακοί. Με τη μέθοδο αυτή είναι δύσκολο επίσης να κατασκευαστούν τορικοί και πολυεστιακοί υδρόφιλοι φακοί επαφής, διότι όπως ορίζεται από το καλούπι η πρόσθια επιφάνεια ορίζει το τορικό ή το πολυεστιακό μέρος. Οι τορικοί φακοί συνεπώς προκαλούν οπτικές παρενέργειες, λόγω μεγέθυνσης. Η οπίσθια επιφάνειά τους είναι σφαιρική και συνεπώς αυτοί οι φακοί εφαρμόζουν καλύτερα σε σφαιρικό κερατοειδή, όπου ο αστιγματισμός είναι εσωτερικός.

Η τρίτη μέθοδος κατασκευής που είναι και η πιο διαδεδομένη στην κατασκευή των υδρόφιλων φακών είναι η μέθοδος εκμαγείου ή αλλιώς έγχυσης σε καλούπι. Το υγρό πολυμερές τοποθετείται ανάμεσα σε ένα κυρτό και ένα κοίλο καλούπι και έτσι γίνεται η σταθεροποίησή του. Το πάχος του φακού ορίζεται από την απόσταση των δύο καλουπιών και η ισχύ του φακού από το σχήμα αυτών. Με τη μέθοδο του εκμαγείου είναι πιο εύκολη η κατασκευή τορικών φακών, καθώς διαθέτει περισσότερες παραμέτρους. Η κατασκευή των τορικών φακών σε οποιοδήποτε άξονα επιτυγχάνεται με ένα κυρτό τορικό πίσω καλούπι. Η πίσω επιφάνειά τους είναι τορική και έτσι η ανομοιόμορφη μεγέθυνση μειώνεται. Άρα μπορεί να γίνει εφαρμογή σε τορικό κερατοειδή. Τέλος, αφού η υγρή μορφή μετατραπεί σε στερεή, αφού σταθεροποιηθεί ο φακός, στη συνέχεια υφίσταται ενυδάτωση και δειγματοληπτικός έλεγχος.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφέρθηκαν οι σκληρικοί ή απτικοί φακοί επαφής. Η κατασκευή αυτών γίνεται με τη μέθοδο του εκμαγείου ή με τη μέθοδο του τόννου CNC. Στη κατασκευή τους χρησιμοποιούνται υλικά ίδια με αυτά της οδοντιατρικής και της ορθοδοντικής. Για να τοποθετηθεί το υλικό στον οφθαλμό, χρησιμοποιούνται κελύφη. Από την κεντρική οπή του κυλίνδρου εισχωρεί το υλικό. Οι οπές που διαθέτει το κέλυφος χρησιμεύουν για να κολλήσει το υλικό πάνω σε αυτό.

Ο απτικός φακός κατασκευάζεται από PMMA στο εκμαγείο. Πρέπει πρώτα να επιτευχθεί φινίρισμα και λείανση του φακού. Κατασκευάζεται πρώτα η πρόσθια επιφάνεια. Για να διευκολυνθεί η ροή των δακρύων που βρίσκεται κάτω από τον φακό, αφού τοποθετηθεί στον οφθαλμό, θα χρειαστεί να σχηματιστούν κάποιες οπές. Οι οπές αυτές εκτός από τη ροή των δακρύων βοηθούν και στο να εκτονωθεί ο οφθαλμός από τη πίεση που δέχεται από τον φακό. Στη συνέχεια υπολογίζεται η καμπυλότητα της πρόσθιας επιφάνειας του απτικού φακού, τοποθετείται στον τόρνο και κόβεται η μπροστινή επιφάνεια. Είναι μια χρονοβόρα διαδικασία. Στον τόρνο CNC οι σκληρικοί φακοί κατασκευάζονται από RGP και όχι από PMMA και τέλος μπορούν να παραμετροποιηθούν από το λογισμικό. (Κατσούλος, Κ., et. al. 2010)

3.4 Εφαρμογή Φακών

Σχετικά με την εφαρμογή των φακών επαφής χρησιμοποιείται κάποια ορολογία. Οι όροι αυτοί είναι γνωστοί ως σφιχτός και χαλαρός φακός ή αλλιώς σφιχτή και χαλαρή εφαρμογή. Ο σφιχτός και χαλαρός φακός έχει άμεση σχέση με την ακτίνα καμπυλότητας. Δηλαδή σφιχτός φακός θεωρείται ο φακός, όπου υπάρχει μικρή ακτίνα καμπυλότητας από αυτή που θα έπρεπε να υπάρχει. Συνεπώς η επιφάνεια του φακού είναι πιο καμπύλη από την κανονική. Στη σφιχτή εφαρμογή τα άκρα ακουμπούν και πιέζουν τον κερατοειδή. Το αντίθετο συμβαίνει στους χαλαρούς φακούς. Χαλαρός φακός θεωρείται αυτός που έχει μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας. Η επιφάνεια του φακού είναι πιο καμπύλη από τη φυσιολογική. Στη χαλαρή εφαρμογή τα άκρα του φακού είναι στον αέρα.

Στην εφαρμογή λοιπόν των φακών επαφής, έχουν σημασία κάποιοι παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες είναι η δύναμη συνάφειας, η δύναμη πίεσης της αντλίας των δακρύων, το βάρος, η θέση και η τάση των βλεφάρων καθώς και η δύναμη που δημιουργείται στην περιφερειακή στιβάδα δακρύων. Πιο αναλυτικά, ο πρώτος παράγοντας είναι η δύναμη συνάφειας. Για να γίνει μια σωστή εφαρμογή των φακών θα πρέπει η οπίσθια επιφάνεια του φακού να ακολουθεί σε κάποιο βαθμό το σχήμα του κερατοειδούς όχι όμως πιστά, διότι τότε ο φακός θα ήταν προσκολλημένος επάνω στον κερατοειδή και αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα την ελάχιστη κινητικότητα του φακού και άρα τη δύσκολη αφαίρεσή του. Για να επιτευχθεί όμως η κατάλληλη γεωμετρία, καθώς ο μέσος κερατοειδής έχει μια πεπλατυσμένη έλλειψη θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν δικαμπυλωτοί φακοί ή ασφαιρικές επιφάνειες. Σήμερα στους σκληρούς αεροδιαπερατούς συνδυάζονται και τα δύο.

Αυτός ο παράγοντας είναι η αρχή για την εφαρμογή των φακών. Κύριος παράγοντας όμως είναι η δύναμη πίεσης της αντλίας δακρύων ανάμεσα στην οπίσθια επιφάνεια του φακού και στον κερατοειδή. Αλλαγή στη λειτουργία της αντλίας των δακρύων γίνεται όταν τα χαρακτηριστικά του φακού αλλάζουν. Αλλάζοντας τα χαρακτηριστικά μετατρέπεται η σχέση φακού-κερατοειδή με αποτέλεσμα να γίνει μεταβολή στο πάχος και στη μορφή του φακού των δακρύων. Η αντλία αυτή στην ουσία ανανεώνει τα δάκρυα κατά τον βλεφαρισμό και ισορροπεί τον φακό στον οφθαλμό. Ο μηχανισμός της αντλίας κατά τον βλεφαρισμό λειτουργεί ως εξής: με το κλείσιμο των βλεφάρων, τα δάκρυα απομακρύνονται κάτω από τον φακό καθώς το άνω βλέφαρο πιέζει το φακό και όταν τα βλέφαρα ανοίγουν, τα δάκρυα ανανεώνονται κάτω από τον φακό, αυτό επιτυγχάνεται αν δεν υπάρχει σφιχτή εφαρμογή. Με χαλαρή εφαρμογή τα βλέφαρα κινούν τον φακό άνετα γιατί ο φακός ακουμπά τον κερατοειδή

κεντρικά, σε σχέση με τη σφικτή εφαρμογή όπου η λειτουργία της αντλίας θα εμφανίζει προβλήματα επειδή ο φακός θα είναι σφικτός και αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα όχι σωστή φυσιολογία κερατοειδούς.

Άλλος ένας παράγοντας που παίζει ρόλο στην εφαρμογή είναι το βάρος του φακού που προκαλείται από το πάχος του. Σε έναν αρνητικής ισχύος, λεπτό ή με φακό που εφαρμόζει σε καμπύλο κερατοειδή, ο φακός είναι σταθερός στον οφθαλμό αν το κέντρο βάρους του φακού βρίσκεται πιο πίσω. Όταν ο φακός είναι θετικής ισχύος, με μεγάλο πάχος και ο φακός εφαρμόζει σε επίπεδο κερατοειδή, το κέντρο βάρους του φακού εντοπίζεται πιο έξω γιατί λόγω της βαρύτητας θα σπρώχνει το φακό προς τα κάτω.

Για να επιτευχθεί επικέντρωση του φακού ένας παράγοντας είναι η δύναμη που δημιουργείται στην περιφερειακή στιβάδα των δακρύων. Θα πρέπει ο φακός να έχει μια σχετική απόσταση από τον κερατοειδή για να λειτουργήσει αυτός ο παράγοντας. Το ομοιόμορφο πάχος της στιβάδας έχει ως αποτέλεσμα ομοιόμορφη δύναμη και άρα ομαλή κίνηση και έτσι ο φακός σταθεροποιείται στον κερατοειδή.

Αν η απόσταση είναι μικρότερη, τότε προκύπτουν κάποια προβλήματα στη φυσιολογία, αφού η αντλία δακρύων δεν λειτουργεί σωστά, η οποία ανανεώνει τα δάκρυα κάτω από το φακό. Ο φακός δεν σταθεροποιείται κεντρικά και θα πιέζει τον κερατοειδή περιφερειακά. Αν η απόσταση είναι μεγαλύτερη η στιβάδα των δακρύων κάτω από το άκρο είναι ελλιπής, με αποτέλεσμα ο φακός να στεγνώνει πιο εύκολα. Επειδή ο φακός θα έχει μια υπερβολική κίνηση υπάρχει πιθανότητα το ανασηκωμένο άκρο να ενοχλεί τα βλέφαρα κατά την επαφή.

Ο τελευταίος παράγοντας που παίζει ρόλο στην εφαρμογή των φακών είναι η θέση και η τάση των βλεφάρων. Ο φακός κατά τη διάρκεια των βλεφαρισμών θα πρέπει να κινείται φυσιολογικά, ώστε να αποφευχθούν τυχόν εκτροπές υψηλής τάξης. Όταν υπάρχει χαλαρή εφαρμογή η κίνηση του φακού είναι γρήγορη ή με περιστροφή και όταν υπάρχει σφικτή εφαρμογή η κίνηση είναι αργή. Ακόμη και ένα δυνατό βλέφαρο μπορεί να μετακινήσει το φακό. Αν ο φακός κινείται υπερβολικά λόγω των βλεφάρων, θα πρέπει να μειωθεί η διάμετρος για μικρότερη επιφάνεια μεταξύ του φακού και του άνω βλεφάρου. Αν η κίνηση του φακού είναι ανεπαρκής θα μεγαλώσουμε τη διάμετρο. Κατά τον βλεφαρισμό όταν ο φακός κινείται προς τα πάνω, η επιφάνεια επαφής με τα βλέφαρα θα πρέπει να είναι μικρότερα και συνεπώς μικρότερη ολική διάμετρος. Τα βλέφαρα επίσης λειτουργούν ως θέση στήριξης του φακού.

Με τη χρήση της φλουορεσκεινης μπορεί να γίνει η εκτίμηση της εφαρμογής των σκληρών αεροδιαπερατών φακών. Αν ο εφαρμοστής είναι εξοικειωμένος με τη μέθοδο μπορεί να επιτεύξει εφαρμογές που είναι δυνατόν να γίνουν με μαλακούς φακούς. Επίσης βοηθάει και τους ασθενείς που η μόνη λύση τους είναι οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί.

Για να γίνει μία διάγνωση καθώς και να εφαρμοστεί ένας σκληρός αεροδιαπερατός απαιτούνται κάποιες γνώσεις και ικανότητες. Αυτές είναι: η γεωμετρική σχέση φακού-κερατοειδή, οι οπτικές αλλαγές, η επίδραση των δυνάμεων, η παρατήρηση και η κρίση. Ο εφαρμοστής θα πρέπει να γνωρίζει τις επιπτώσεις που μπορεί να δημιουργήσουν οι αλλαγές. Θα πρέπει να δουλέψει με όμοιες γεωμετρικά επιφάνειες.

Η εικόνα που δίνει η φλουορεσκεινη μπορεί να δώσει τις απαιτούμενες αλλαγές των

γεωμετρικών χαρακτηριστικών για να επιτευχθεί στατική εφαρμογή μεταξύ κερατοειδούς και φακού. Το δεύτερο που θα πρέπει να γνωρίζει είναι ότι λόγω των γεωμετρικών μεταβολών αλλάζει το πάχος του φακού της οπίσθιας επιφάνειας με αποτέλεσμα μεταβολή της οπτικής ισχύος του φακού. Τρίτον τη δυναμική εφαρμογή όπου αφορούν την κίνηση και την επικέντρωση του φακού και τέταρτον είναι η κλινική ικανότητα εφαρμογής του εφαρμοστή.

Η ενστάλλαξη της φλουορεσκεΐνης απαιτεί συγκεκριμένη διαδικασία. Η φλουορεσκεΐνη ενσταλάζεται στον επιπεφυκότα στο άνω και κάτω μέρος του κερατοειδούς ή μέσα από το κάτω βλέφαρο. Υπάρχουν ταινίες ειδικές για τη φλουορεσκεΐνη και καλό είναι ο εφαρμοστής να αρκестεί σε μία συγκεκριμένη μάρκα. Η ποσότητα φλουορεσκεΐνης παίζει ρόλο στα δάκρυα. Αν ριχτεί περισσότερη χρώση ο φακός θα κορεστεί και θα εμφανιστούν τα δάκρυα με χρώση και έτσι δεν θα μπορεί να γίνει κλινική εκτίμηση. Αν είναι όμως λίγη η ποσότητα ο φθορισμός θα είναι ελάχιστος και έτσι δεν θα μπορέσουν να ληφθούν τα κατάλληλα συμπεράσματα. Με τη σωστή ταινία σχηματίζονται 2-3 κηλίδες φλουορεσκεΐνης. Η ταινία έρχεται σε επαφή με τον επιπεφυκότα. Πριν την ενστάλλαξη χρησιμοποιείται αναισθητικό το οποίο μειώνει τη ροή των δακρύων. Η εικόνα που θα διακρίνει ο εφαρμοστής σε έναν συμμετρικό κερατοειδή είναι η εφαρμογή σφιχτού, ιδανικού και χαλαρού φακού.

Σε έναν σφιχτό φακό η φλουορεσκεΐνη μαζεύεται στην κάτω οπτική ζώνη και είναι έντονη. Η βασική καμπυλότητα είναι μικρή σε σχέση με τη καμπυλότητα του κερατοειδούς. Η απόσταση των άκρων από τον κερατοειδή δεν είναι αρκετή και τον πιέζει περιφεριακά. Από αυτό το συμπέρασμα προκύπτει ότι δεν υπάρχει μεγάλη κινητικότητα καθώς η φλουορεσκεΐνη έχει παγιδευτεί κάτω από τον φακό και δεν υπάρχει έξοδος διαφυγής.

Τα αντίθετα συμβαίνουν στον χαλαρό φακό. Η ακτίνα καμπυλότητας είναι μεγαλύτερη από αυτή του κερατοειδούς. Η φλουορεσκεΐνη είναι μικρή σε ποσότητα. Τα άκρα είναι χαλαρά και η απόσταση από αυτή που θα έπρεπε να είχε κανονικά με τον κερατοειδή είναι μεγάλη. Άρα, σε αντίθεση με το σφιχτό φακό η κινητικότητα του φακού θα είναι έντονη και θα πέφτει προς τα κάτω όταν ελευθερώνεται από τα βλέφαρα. Άρα η ενόχληση είναι μεγαλύτερη. Η ικανοποιητική εφαρμογή είναι αυτή του ιδανικού φακού όπου υπάρχει η σωστή ποσότητα φθορισμού. Η απόσταση μεταξύ κερατοειδή-φακού είναι ικανοποιητική και η περιφερειακή καμπύλη επικεντρώνει το φακό σωστά καθώς υπάρχει ομοιομορφία δακρύων.

Το πάχος του φακού παίζει σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση της φλουορεσκεΐνης. Αν για παράδειγμα το πάχος του φακού είναι περίπου 15-60 μm . Ο φθορισμός της φλουορεσκεΐνης θα είναι αντίστοιχος με το πάχος του φακού. Ο εφαρμοστής δεν μπορεί να κρίνει την εφαρμογή αν το πάχος είναι είτε 70 μm είτε 120 μm . Το ίδιο συμβαίνει και όταν το πάχος είναι μικρότερο από περίπου 15 μm , καθώς η συγκέντρωση της χρώσης είναι μικρή. Αυτό συμβαίνει σε χαλαρούς φακούς κεντρικά. Αν αυτό συμβαίνει περιφεριακά πρέπει να γίνει εκτίμηση της κίνησης. Δηλαδή αν η κίνηση είναι μικρή τότε ο φακός πιέζει τον κερατοειδή περιφεριακά και τότε θα πρέπει να γίνει άνοιγμα των περιφερειακών καμπύλων. Γι αυτό θα πρέπει να γίνει εφαρμογή με δοκιμαστικό φακό και ίσως και δεύτερο δοκιμαστικό.

Και οι μαλακοί φακοί στην ορολογία τους χρησιμοποιούν τους όρους κανονικός, σφιχτός και χαλαρός. Οι μαλακοί φακοί προσαρμόζονται εύκολα στο σχήμα του κερατοειδούς καθώς είναι εύκαμπτοι. Στην εφαρμογή των μαλακών φακών ως δύναμη δρα αυτή της συνάφειας. Όταν το υλικό των φακών αποτελείται από μεγάλο συντελεστή ελαστικότητας και

μεγάλο πάχος δεν έχουν απόλυτη συνάφεια με το κερατοειδικό σχήμα, ενώ αυτοί με μικρό πάχος και μικρή ελαστικότητα προσαρμόζονται πλήρως. Η εικόνα των μαλακών φακών σχετικά με την εφαρμογή τους είναι πιο εύκολη από αυτή των σκληρών αεροδιαπερατών φακών. Ο εφαρμοστής στους μαλακούς φακούς ενδιαφέρεται για το κέντρο και τα άκρα του φακού παρά για τη διάμετρό του.

Ο μαλακός φακός επιλέγεται με βάση τις κερατομετρικές ενδείξεις. Αν υπάρχει σφαιρικός κερατοειδής, τότε η καμπυλότητά του θα είναι πιο επίπεδη με αυτή του κερατοειδούς. Αν ο κερατοειδής έχει μικρή τορικότητα επιλέγεται η πιο επίπεδη ή αυτή μεταξύ των δύο μεσημβρινών και προστίθεται το επιπλέον ποσό. Η διάμετρος του φακού υπολογίζεται από την οριζόντια διάμετρο της ίριδας, ώστε να μην υπάρχει ενόχληση κατά την κίνηση του φακού.

Η αξιολόγηση της εφαρμογής ενός μαλακού φακού εκτιμάται από την άνω ώθηση του φακού, από τα δύο όργανα, κερατόμετρο και τοπογράφο. Μέσω της λυχνίας γίνεται η διάγνωση των άκρων του φακού πάνω στον οφθαλμό. Η άνω ώθηση του φακού δίνει σημαντικές πληροφορίες στον εφαρμοστή, δηλαδή ο φακός είναι ιδανικός όταν η μετακίνηση και η επιστροφή του είναι ομαλή και η ακτίνα καμπυλότητά του είναι ιδανική. Ο φακός είναι χαλαρός όταν η μετακίνησή του είναι υπερβολική και ταχεία. Η ακτίνα καμπυλότητας που θα πρέπει να επιλεγεί για έναν χαλαρό φακό είναι μικρότερη. Τα αντίθετα συμβαίνουν σε έναν σφιχτό φακό.

Στη σχισμοειδή γίνεται η παρατήρηση των άκρων του φακού. Αν είναι σφιχτός ο φακός τραβάει τον επιπεφυκότα κατά τον βλεφαρισμό και ίσως αφήσει κάποιο εντύπωμα κατά την αφαίρεσή του. Αν όμως ο φακός είναι χαλαρός, όταν φωτίζεται ο επιπεφυκότας θα υπάρχει σκιά, γιατί τα άκρα θα είναι ανασηκωμένα. Ένας παχύς φακός όταν βρίσκεται σε αδράνεια κινείται περισσότερο, ενώ στον λεπτό φακό λόγω βλεφαρισμών μειώνονται οι αυξημένες κινήσεις.

Σημαντικό είναι ο εφαρμοστής να παρατηρεί και τις κινήσεις που επιτελεί ο χρήστης προς τα άνω. Ο φακός δεν θα πρέπει να υπερβαίνει το σκληροκερατοειδές όριο κατά τον βλεφαρισμό, ώστε να μην προκαλείται ενόχληση. Το ίδιο θα πρέπει να εξετάσει και για τις βλεμματικές πλάγιες κινήσεις. Κατά τη δεξιά ή αριστερή κίνηση ο φακός δεν αποκεντρώνεται πάνω από 0.50 χιλιοστά, ο χαλαρός φακός θα έχει αποκέντρωση πάνω από 1.00 χιλιοστό και ο σφιχτός φακός δεν θα αποκεντρωθεί από τη θέση του.

Δύο όργανα είναι σημαντικά στην εκτίμηση ενός σφιχτού φακού στην κεντρική του μοίρα. Το κερατόμετρο και ο τοπογράφος. Ο μαλακός φακός μπορεί να είναι σφιχτός και στο κέντρο και στα άκρα αν είναι δικαμυλωτός ή τρικαμυλωτός. Στο κερατόμετρο εκτιμάται το κέντρο του φακού και στη σχισμοειδή τα άκρα του.

Η εφαρμογή αυτών των φακών διαφέρει από εκείνη των σκληρών αεροδιαπερατών. Στους απτικούς φακούς η καμπυλότητα και η οπτική ζώνη θα πρέπει να επιλεγθούν ώστε να δημιουργούν έναν θόλο στον κερατοειδή και θα πρέπει να στηρίζεται στον σκληρό χιτώνα. Η στήριξη είναι κυρίως κερατοειδική και η κινητικότητα ανάλογη με αυτή του μαλακού φακού. όταν εφαρμοσθεί ο φακός για να σταθεροποιηθεί θα πρέπει να αφαιρεθεί στον οφθαλμό για μία ώρα περίπου.

Η εικόνα με φλουορεσκεΐνη θα πρέπει να είναι σε όλον τον κερατοειδή ευθυγραμμισμένη. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για τους απτικούς φακούς είναι οι τομογραφίες και οι υπέρηχοι καθώς δίνουν μια λεπτομερή εικόνα στη σχέση του φακού-κερατοειδή. (Κατσούλος, Κ., et. al. 2010)

3.5 Επιπλοκές και προβλήματα

Η συστηματική χρήση φακών επαφής είναι πολύ πιθανό να επιφέρει κάποιο ή και περισσότερα προβλήματα στο χρήστη. Αν και ο χρήστης μπορεί να μην παραπονεθεί για κάποια ενόχληση, το πρόβλημα μπορεί να γίνει αντιληπτό από τον εφαρμοστή φακών επαφής, συνήθως με τη χρήση της σχισμοειδούς λυχνίας.

Ο εφαρμοστής, ανάλογα τα συμπτώματα που παρατηρεί ο ίδιος ή αναφέρει ο χρήστης, καλείται να εντοπίσει την αιτία του προβλήματος και να την διαχειριστεί καταλλήλως, με σκοπό την επίλυση. Τα συνηθέστερα συμπτώματα εκ των οποίων είναι: ο πόνος, το αίσθημα καύσου, ο κνησμός, η θολή όραση, η φωτοφοβία και η δακρύρροια.

Η *θολή όραση* είναι ίσως το κυριότερο πρόβλημα και πρέπει να εξετάζεται με μέγιστη προσοχή, καθώς μπορεί να αποτελεί σύμπτωμα για οίδημα ή έλκος του κερατοειδούς, ακατάλληλο, ακάθαρτο ή κατεστραμμένο φακό επαφής, υπολειπόμενο αστιγματισμό ή περιορισμένη διαβροχή.

Το *οίδημα κερατοειδούς* είναι πολύ σοβαρή αιτία θολής όρασης και συνδέεται με την μειωμένη οξυγόνωση του κερατοειδούς, αν και πλέον δεν αποτελεί συχνό πρόβλημα, καθώς δε γίνεται χρήση υλικών PMMA. Ωστόσο, σκληροί ή και μαλακοί φακοί επαφής με χαμηλό Dk μπορούν να προκαλέσουν οίδημα, αν δεν υπάρχει αρκετή αεροδιαπερατότητα και γίνεται χρήση αυτών για πάρα πολλές ώρες την ημέρα. Τρόποι επίλυσης είναι οι εξής:

- αν είναι χρήστης PMMA, εφαρμογή σκληρών αεροδιαπερατών φακών,
- αλλαγή σε υλικό με υψηλότερο Dk,
- μείωση του πάχους του φακού,
- εφαρμογή φακού σιλκόνης-υδρογέλης.

Το *έλκος κερατοειδή* μπορεί να προκληθεί σε δύο περιπτώσεις:

- απόπτωση επιθηλίου σε ένα σημείο, από τη χρήση λανθασμένου φακού,
- κακή εφαρμογή ένος σκληρού αεροδιαπερατού φακού, με αρκετά χαλαρό κέντρο, έτσι ώστε να υπάρχει κεντρική τριβή, μπροστά από την κόρη, προκαλώντας μεγάλη ενόχληση στο χρήστη.

Ένας *ακατάλληλος φακός* μπορεί να προκαλέσει θολή όραση όταν γίνεται χρήση:

- παλιού φακού
- του δεξιού φακού στο αριστερό μάτι και το ανάποδο
- τον φακό ανάποδα, δηλαδή την μέσα πλευρά αντί την έξω
- φακού άλλου ανθρώπου

Η χρήση διαφορετικού χρώματος θήκης, σημείου προφύλαξης και η σωστή επιμέλεια

μπορούν να αποτρέψουν τέτοιες καταστάσεις.

Ένας *ακάθαρτος φακός επαφής* μπορεί να είναι εξαιτίας εναποθέσεων, ιδιαίτερα στους μαλακούς φακούς, της παρατεταμένης χρήσης ή λόγω αλλεργιών, που έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή βλέννας που θολώνει την όραση.

Η λίπανση των σκληρών φακών με ανεπαρκή δακρυϊκή στιβάδα, χαράξεις στην επιφάνεια και κακή υγιεινή των βλεφαρικών χειλών είναι μερικές άλλες αιτίες. Επίσης, διηθήσεις ή χρωστικές στην επιφάνεια των φακών αποτελούν αιτίες θολής όρασης αλλά και πιθανής μόλυνσης.

Ένας *κατεστραμμένος φακός* μπορεί να είναι αποτέλεσμα χρήσης άνω του ενδεικνυόμενου χρόνου. Αυτό συμβαίνει συχνά με τον τύπο χρήστη ο οποίος πιστεύει πως γνωρίζει καλύτερα από τον εφαρμοστή τι είναι καλό και τι όχι, τι πρέπει και τι δε πρέπει για την υγιεινή των ματιών και των φακών του.

Ο εφαρμοστής πρέπει να καταστήσει σαφές στον χρήστη το πρόβλημα που δημιουργεί η συμπεριφορά του και πως πρέπει πάση θυσία να γίνεται αλλαγή των φακών στον προβλεπόμενο χρόνο· διαφορετικά, να τον προτρέψει στην χρήση γυαλιών οράσεων.

Ο *υπολειπομένος αστιγματισμός* έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη ποιότητα όρασης. Ένας χρήστης με αστιγματισμό, ειδικά όταν αυτός υπερβαίνει τις 0.75Δ, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιεί τορικούς φακούς επαφής, για τη μέγιστη ποιότητα όρασης που μπορεί να παρέχει ένας φακός επαφής σε αυτούς. Συχνά, οι εφαρμοστές προτείνουν το σφαιρικό ισοδύναμο, με αποτέλεσμα, λόγω της απουσίας του κυλίνδρου, να υπάρχει μείωση στη ποιότητα όρασης. Αυτή η πρακτική των εφαρμοστών στηρίζεται στο υψηλότερο κόστος των τορικών φακών και στον περισσότερο χρόνο για την εφαρμογή τους, που σε καμία περίπτωση δεν δικαιολογείται, διότι το καθήκον του εφαρμοστή είναι να προτείνει στους χρήστες το καλύτερο δυνατόν για την επίλυση των αμετρωπιών τους.

Η *ελλιπής διαβροχή* ενός φακού επαφής είναι πολύ συχνή, αποτέλεσμα κυρίως μιας ξηροφθαλμίας, αλλά σημαντικός παράγοντας είναι και η ικανότητα διαβροχής του υλικού του φακού. Η δακρυϊκή στιβάδα δε θα καλύψει επαρκώς την πρόσθια επιφάνεια του φακού αν υπάρχει μειωμένη παραγωγή και ποιότητα δακρύων. Αυτό προκαλεί την υποβάθμιση της όρασης, καθώς η επιφάνεια του φακού χάνει την στιλπνότητά της.

Η χρήση σκληρών αεροδιαπερατών φακών είναι προτιμότερη σε τέτοιες περιπτώσεις και αν για διάφορους λόγους ο χρήστης επιμένει ή απαιτείται η χρήση των μαλακών φακών, να επιλεγθεί υλικό με πιο αργή αφυδάτωση και μεγάλη ικανότητα διαβροχής.
(Κατσούλος, Κ. 2010)

Το *αίσθημα καύσου ή κνησμού* είναι πιθανώς σύμπτωμα μιας φλεγμονής του κερατοειδή, επιπεφυκότα ή βλεφάρων και απαιτείται εξέτασή τους στη σχισμοειδή λυχνία. Επίσης, μπορεί να οφείλεται σε ξηροφθαλμία.

Πόνος μπορεί να προκληθεί από κάποιο ξένο σώμα που έχει εισχωρήσει κάτω από τον φακό. Μπορεί να οφείλεται ακόμη σε χρήση υπεροξειδίου για καθαρισμό των φακών, χωρίς καταλύτη και πρέπει να αφαιρεθούν άμεσα και να ξεπλυθούν τα μάτια με άφθονο νερό. Άλλες αιτίες περιλαμβάνουν σφιχτό φακό, έλκος κερατοειδή ή η μικροβιακή κερατίτιδα.

Η *φωτοφοβία* μπορεί να είναι αποτέλεσμα μιας σοβαρής ξηροφθαλμίας είτε σοβαρών παθήσεων, όπως γλαύκωμα ή ιριδοκυκλίτιδα. Ακόμη, μια φλεγμονή ή μόλυνση μπορεί να προκαλέσει φωτοφοβία. Απαιτείται εξέταση του πρόσθιου ημιμορίου του οφθαλμού και εξέταση χρώσης με φλουρορεσκεΐνη.

Η *δακρύρροια* προκαλείται συνήθως από μόλυνση από μικροοργανισμούς ή ιούς, αλλά μπορεί και να οφείλεται σε εναποθέσεις στους φακού επαφής. Απαιτείται εξέταση του φακού στη σχισμοειδή λυχνία και εκκαθάρισή του.
(Mezu-Nnabue, K. 2009)
(Κατσούλος, K. 2010)

3.6 Τοποθέτηση και αφαίρεση σκληρών φακών

Η τοποθέτηση των φακών γίνεται ως εξής:

- Πρώτα τοποθετείται πάντα ο ίδιος φακός επαφής (δεξιός ή αριστερός), ώστε να αποφευχθεί η τοποθέτηση του φακού στον λάθος οφθαλμό, ακόμη και αν είναι ίδιας διαθλαστικής δύναμης.
- Ο χρήστης βγάζει τον φακό επαφής από την θήκη προσεχτικά και τοποθετώντας το φακό στην άκρη του δείκτη του χεριού του, φροντίζοντας το κοίλο μέρος του να είναι προς τα πάνω, ενσταλάζει λίγες σταγόνες υγρού φακών στο εσωτερικό του.
- Ο χρήστης θα πρέπει να κοιτά προς τα κάτω και να κρατά με το μέσο δάκτυλό του το κάτω βλέφαρο και με το μεσαίο δάκτυλο του αριστερού χεριού να ανασηκώσει το άνω βλέφαρο, στην γραμμή των βλεφαρίδων.
- Με τα βλέφαρα καλά ανοιγμένα, ο φακός επαφής τοποθετείται επάνω στον κερατοειδή προσεχτικά.
- Με αργές κινήσεις πρώτα θα αφεθούν ελεύθερα τα βλέφαρα με τη σειρά, ώστε ο φακός να έρθει ομαλά στη θέση του μέσα στον οφθαλμό.
(Eyeart Laboratories, n.d.)

Αν ο χρήστης παραπονεθεί για θολή όραση μετά την εφαρμογή, είναι πολύ πιθανό ο φακός επαφής να μην έχει τοποθετηθεί στην σωστή θέση ή να έχει μετακινηθεί ρινικά/κροταφικά. Με κλειστά τα βλέφαρα, ο χρήστης θα πρέπει με το δαχτυλό του στο βλέφαρο να κάνει απαλές κινήσεις, μετακινώντας τον φακό ελαφρά, ώστε αυτός να επικεντρωθεί καλύτερα. Ένας άλλος τρόπος είναι έχοντας κλειστά τα μάτια να μετακινήσει το βλέμμα του προς την κατεύθυνση που βρίσκεται ο φακός, και με το δάχτυλό του από πάνω να πιέσει ελαφρά για την καλύτερη μετακίνησή του. Η σωστή επικέντρωση του φακού μπορεί να επιβεβαιωθεί και με τη βοήθεια ενός καθρέπτη.
(Eyeart Laboratories, n.d.)

Η αφαίρεση των φακών μπορεί να γίνει με δύο τρόπους, οι οποίοι είναι:

1ος τρόπος

- ο χρήστης τοποθετεί το αριστερό του χέρι μπροστά από το δεξιό οφθαλμό, έτσι ώστε ο φακός επαφής να πέσει πάνω στην παλάμη,
- ακουμπά το μέσο δάκτυλο του δεξιού χεριού στον έξω κανθό του δεξιού οφθαλμού, τραβώντας τον προς τα πάνω και έξω,

- ο χρήστης κρατά καλά ανοιχτά τα μάτια του έχοντας το βλέμμα του στραμμένο προς την παλάμη και ύστερα βλεφαρίζει, ώστε ο φακός επαφής να αφαιρεθεί και να πέσει στη παλάμη.
- Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για την αφαίρεση του αριστερού φακού επαφής αντιστοίχα, με τη δεξιά παλάμη για τον αριστερό οφθαλμό.

2ος τρόπος, βεντούζα

- ο χρήστης έχοντας πλύνει και στεγνώσει τα χέρια του, ενσταλλάσει λίγες σταγόνες διαλύματος στην ειδική βεντούζα (εικόνα 3.6),
- τοποθετεί την βεντούζα απόκεντρα του φακού και αφού σταθεροποιηθεί, τη στρέφει πλάγια και προς τα έξω,
- ο φακός έχει ήδη αφαιρεθεί και κρατώντας τον με προσοχή, ο χρήστης γυρνάει τη βεντούζα πλάγια ώστε να απομακρυνθεί ο φακός με απαλές κινήσεις.

Η άμεση αφαίρεση της βεντούζας από το φακό επαφής μπορεί να τον παραμορφώσει, έτσι λοιπόν χρειάζεται προσοχή και απαλές κινήσεις για την αφαίρεσή της. Η βεντούζα έπειτα θα πρέπει να πλυθεί με χλιαρό νερό και σαπούνι, καθώς και να αφηθεί να στεγνώσει. (Mountford et. al., 2004)



Εικόνα 3.6: Ειδική βεντούζα για φακούς επαφής.

3.7 Φροντίδα και Συντήρηση Φακών Επαφής

Το ποσοστό ικανοποίησης και επιτυχίας ενός χρήστη φακών επαφής είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τη φροντίδα και τη συντήρηση που παρέχει στους φακούς επαφής του. Όσο σημαντική κι αν είναι η σωστή επιλογή παραμέτρων και υλικών των φακών επαφής, καθώς και η σωστή εφαρμογή τους, εν τούτοις, για να υπάρξει το καλύτερο επιθυμητό αποτέλεσμα στη χρήση τους, οι φακοί επαφής πρέπει να λάβουν εξίσου κατάλληλο και σωστό τρόπο περιποίησης. Με τη σωστή φροντίδα και περιποίηση, ελαχιστοποιούνται τα προβλήματα χρήσης και μειώνεται το ποσοστό απόρριψης χρηστών φακών επαφής. (Κατσούλος, K. et al. 2010)

Η επιτυχία στη χρήση των φακών επαφής εξαρτάται κατά μεγάλο ποσοστό από τη συμμόρφωση του χρήστη στις οδηγίες του εφαρμοστή για την κατάλληλη φροντίδα και συντήρησή τους. Οι εφαρμοστές καλούνται να επιλέξουν, μέσα από μία μεγάλη ποικιλία προϊόντων, τη κατάλληλη συνταγή περιποίησης και συντήρησης, ανάλογα τις ανάγκες των φακών επαφής και του χρήστη. Τα κριτήρια για αυτή την επιλογή είναι ο τύπος και το υλικό του φακού, η συχνότητα αντικατάστασης, η καθημερινότητα του χρήστη και οποιαδήποτε

ειδική ανάγκη παρουσιάζει ο χρήστης.

(Κατσούλος, Κ. et al. 2010;)

(Weissman, B., Barr, J., Harris, M., McMahon, T., Rah, M., Secor, G., Sonsino, J. 2006)

Η πιστή ακολούθηση των οδηγιών και συμβουλών του εφαρμοστή από το χρήστη είναι ύψιστης σημασίας και πρέπει να αποφεύγεται η ανάμιξη προϊόντων ή η χρήση άλλων σκευασμάτων, ακόμη και αν φαινομενικά είναι ολόιδια, βάσει της δράσης ή της χημικής τους βάσης.

(Κατσούλος, Κ. et al. 2010)

(Weissman, B. et al. 2006)

Είναι αναμενόμενο να υπάρχουν εναποθέσεις στους φακούς επαφής κατά την χρήση, όπως πρωτεΐνες και λιπίδια από τα δάκρυα, νεκρά επιθηλιακά κύτταρα και σκόνη. Αυτές οι εναποθέσεις είναι πολύ πιθανό να γίνουν αιτία μόλυνσης ή ερεθισμού, για αυτό και είναι άκρως σημαντική η απομάκρυνση και εξουδετέρωση τους με τη χρήση των ειδικών προϊόντων, όπως ορίζει ο εφαρμοστής.

(Κατσούλος, Κ. et al. 2010)

(Weissman, B. et al. 2006)

Υπάρχουν συστήματα φροντίδας διαλύματος πολλαπλών χρήσεων, καθώς και σειρές προϊόντων ξεχωριστών χρήσεων. Πρέπει να γίνεται καθημερινή χρήση του συστήματος φροντίδας, ώστε οι φακοί επαφής να συντηρούνται και να παραμένουν κατάλληλοι όσο το δυνατόν περισσότερο. Τα συστήματα αυτά απολυμαίνουν, εκπλένουν, καθαρίζουν ρύπους, πρωτεΐνες, ενυδατώνουν και διαβρέχουν τους φακούς επαφής· η αποθήκευσή των φακών γίνεται σε ειδικά σχεδιασμένες θήκες.

(Κατσούλος, Κ. et al. 2010)

(Weissman, B. et al. 2006)

Οι μαλακοί φακοί επαφής, καθώς έχουν αυξημένες εναποθέσεις, πρέπει να καθαρίζονται με καθαριστικά ρύπων. Αυτά τα καθαριστικά ρευστοποιούν και διασκορπίζουν τους ρύπους από την επιφάνεια των φακών. Επίσης, τα υγρά μαλακών φακών επαφής έχουν επιπρόσθετες ιδιότητες, όπως η λείανση και η υπερτονικότητα. Ορισμένα πολυμερή επιδρούν λειαντικά σε πρωτεΐνες και άλλες εναποθέσεις, ενώ η αυξημένη συγκέντρωση αλάτων έχει ως αποτέλεσμα την εξαγωγή νερού από τους φακούς, μεταφέροντας έτσι πιθανές εναποθέσεις.

(Κατσούλος, Κ. et al. 2010)

(Weissman, B. et al. 2006)

Η αρχή της διαδικασίας καθαρισμού ξεκινάει με πλύσιμο των χεριών και έπειτα πρέπει να σκουπιστούν στεγνά, με απορροφητικό χαρτί. Ο φακός τοποθετείται στην παλάμη και ενσταλάσσονται δύο ή τρεις σταγόνες διαλύματος. Γίνεται περιστροφική τριβή με το δείκτη του χεριού 10-15 δευτερόλεπτα και μετά ο φακός ξεπλένεται με φυσιολογικό όρο πριν τοποθετηθεί στο μάτι. Η ίδια διαδικασία πρέπει να ακολουθείται και όταν οι φακοί αφαιρεθούν από τα μάτια, πριν αποθηκευτούν στην θήκη τους. Η θήκη πρέπει να γεμίζεται με φρέσκο διάλυμα, αφού έχει αφαιρεθεί το παλιό πρώτα. Ο φακός πρέπει να παραμένει στη θήκη για όσο χρόνο υποδηλώνουν οι οδηγίες που παρέχει η συσκευασία του διαλύματος. Ιδανικά, οι θήκες αποθήκευσης πρέπει να αλλάζονται κάθε μήνα και πρέπει να στεγνώνουν

με ανοιχτά τα καπάκια τους, για να μην δημιουργούνται αποικίες μικροβίων, που αναπτύσσονται εύκολα σε υγρά περιβάλλοντα.

(Κατσούλος, K. et al. 2010)

(Weissman, B. et al. 2006)

Δυστυχώς, η παράλειψη βημάτων της διαδικασίας καθαρισμού από το χρήστη είναι συχνό φαινόμενο, για αυτό και κατασκευαστές ενίσχυσαν την αποτελεσματικότητα των διαλυμάτων, ώστε να μην απαιτείται τρίψιμο· ωστόσο, με την άνοδο της δημοτικότητας των φακών σιλικόνης-υδρογέλης, με αυξημένες εναποθέσεις, το τρίψιμο έγινε βασικό βήμα για τη σωστή διατήρηση και φροντίδα των φακών.

(Κατσούλος, K. et al. 2010)

Οι φακοί επαφής πρέπει να ξεπλένονται, μετά τον καθαρισμό. Με αυτό το τρόπο, απομακρύνονται οι εναποθέσεις και λοιποί μικρο-οργανισμοί που ρευστοποιήθηκαν. Τα διαλύματα έκπλυσης διαθέτουν pH ανάλογο των δακρύων, δηλαδή 7.3 με 7.6.

Το πιο συχνό διάλυμα έκπλυσης είναι ο φυσιολογικός ορός, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διαλύματα ψυχρού καθαρισμού.

(Κατσούλος, K. et al. 2010)

Η αντιμικροβιακή δράση για την πλήρη απολύμανση των φακών επαφής χωρίζεται σε τρία στάδια: αποστείρωση, απολύμανση, συντήρηση.

- Η αποστείρωση των φακών συντελείται με τη θανάτωση των παθογόνων μικρο-οργανισμών. Αυτό, ωστόσο, είναι σχεδόν αδύνατον με τα διαλύματα καθαρισμού και γίνεται μόνο με τη θερμική μέθοδο.

Η θερμική μέθοδος γίνεται με θερμοκρασία 70°C έως 125°C και θανατώνει ή απενεργοποιεί τους μικρο-οργανισμούς. Καθώς η υψηλές θερμοκρασίες μπορεί να καταστρέψουν τους φακούς, η διαδικασία γίνεται σε ειδικές συσκευές με αυτόματο χρονόμετρο.

- Η απολύμανση είναι η διαδικασία μετά τη τριβή και έκπλυση των φακών επαφής, με σκοπό την απομάκρυνση και θανάτωση των μικροοργανισμών· πρόκειται, στην ουσία, για τον καθημερινό καθαρισμό.

- Η συντήρηση σημαίνει την αδρανοποίηση συγκεκριμένων μικρο-οργανισμών που προκαλούν καταστροφή των φακών σε βάθος χρόνου, κατά τη χρήση. Πρέπει να επιλέγεται διάλυμα ανάλογα την αντίσταση που παρουσιάζουν τα παθογόνα και το πόσο ευαίσθητος είναι ο χρήστης στα συντηρητικά.

Τα διαλύματα απολύμανσης χρησιμοποιούνται στην αποθήκευση των φακών επαφής, παρέχοντας ενυδάτωση και διατηρώντας τους φακούς καθαρούς. Τα συντηρητικά των διαλυμάτων διατηρούν το διάλυμα στείρο.

(Κατσούλος, K. et al. 2010)

Ένας άλλος τύπος απολύμανσης είναι αυτός με τη χρήση του υπεροξειδίου του υδρογόνου (οξυζενέ). Έχει πολύ καλές αντιμικροβιακές ιδιότητες, αλλά είναι τοξικό για τον οφθαλμό, για αυτό και πρέπει να εξουδετερωθεί σε ειδικές θήκες αποθήκευσης ώστε να μην

προκαλέσει πρόβλημα και να είναι άνετη η εφαρμογή του φακού, δίχως ενοχλήσεις. Πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο κατάλληλα, ειδικά διαλύματα υπεροξειδίου του υδρογόνου και όχι το κοινό διάλυμα.

(Κατσούλος, Κ. et al. 2010)

Για τον καθαρισμό των σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής προτιμούνται τα συστήματα πολλαπλού καθαρισμού και ένα επιπλέον επιφανειοδραστικό διάλυμα. Το υπεροξείδιο είναι κατάλληλο καθαριστικό για αυτούς τους φακούς, ενώ ένα επιφανειοδραστικό διάλυμα προσφέρεται για περιοδική χρήση, καθώς και φυσιολογικός ορός για έκπλυση.

(Κατσούλος, Κ. et al. 2010)

4. Η ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑ

Η Ορθοκερατολογία είναι μια μη χειρουργική μέθοδος, η οποία πραγματοποιείται με την εφαρμογή ειδικά σχεδιασμένων ημίσκληρων αεροδιαπερατών φακών επαφής (rigid gas permeable - RGP), κατά την διάρκεια του ύπνου. Στόχος της είναι η προοδευτική διόρθωση των αμετροπιών με σταδιακό ανασχηματισμό της καμπυλότητας του κερατοειδούς. Ο χρήστης επιτυγχάνει καθαρή όραση την ημέρα, χωρίς την ανάγκη χρήσης κοινών βοηθημάτων, όπως γυαλιά οράσεως ή φακοί επαφής. Η εφαρμογή των φακών πρέπει να γίνεται περιοδικά, καθώς η διόρθωση είναι προσωρινή και τα αποτελέσματα μπορούν να αντιστραφούν πλήρως σε λίγους μήνες.

Παράλληλα, η ορθοκερατολογία αποτελεί μια διαδικασία επιβράδυνσης της αύξησης της μυωπίας σε μικρές ηλικίες.

(Γεωργιάδου, Σ. n.d.)

4.1 Ιστορική Αναδρομή

Από την αρχαιότητα ο άνθρωπος προσπαθεί να ανακαλύψει μεθόδους ώστε να βελτιώσει την όραση του. Σύμφωνα με πηγές μια πρώιμη εφαρμογή της ορθοκερατολογίας έλαβε χώρα κατά την αρχαιότητα στην Κίνα, όπου τοποθετούσαν μικρά βάρη ή σάκους άμμου στα βλέφαρά τους κατά την διάρκεια του ύπνου για να μειώσουν την μυωπία, τεχνική που βασίζεται στην αρχή λειτουργίας της σύγχρονης ορθοκερατολογίας. Το 1888 ο Γάλλος οφθαλμίατρος Eugene Kalt έκανε χρήση σκληρικών φακών επαφής από γυαλί σε κερατοκωνικούς ασθενείς στην προσπάθειά του να επιτεδώσει τον κώνο του κερατοειδή που θα οδηγούσε και στη μείωση της μυωπία τους.

(Swarbrick, H. A. 2006)

Η πρώτη γενιά Ορθοκερατολογίας χρονολογείται από το 1950. Με την ανακάλυψη του PMMA (πολυμέθυλο μεθακρυλικό) το 1950 και την χρήση του στην κατασκευή των φακών επαφής παρατηρήθηκαν ακούσιες μεταβολές της καμπυλότητας και των διαθλαστικών σφαλμάτων του κερατοειδή των χρηστών γεγονός που αποδόθηκε στην επιπέδωση του κερατοειδή από τους φακούς επαφής και οδήγησε σε εκούσιες προσπάθειες διόρθωσης της μυωπίας με φακούς επαφής.

(Swarbrick, H. A. 2006)

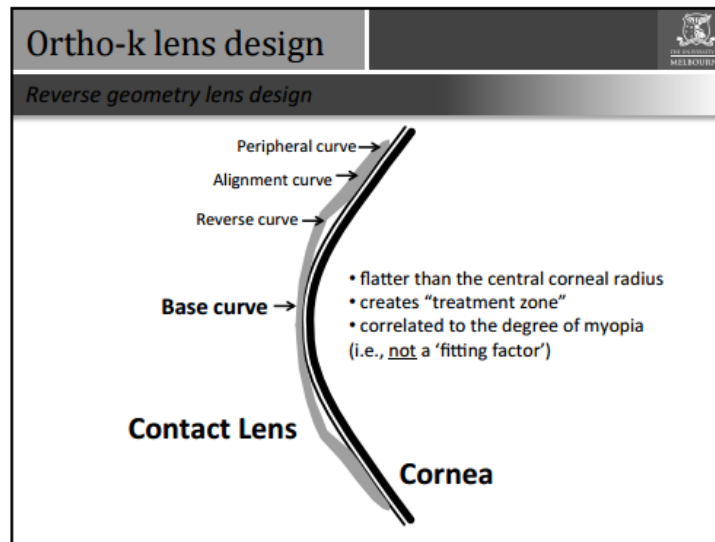
Το 1962 ο George Jessen, ο οποίος θεωρείται και ιδρυτής της ορθοκερατολογίας, σε διάλεξη του στο Σικάγο παρουσίασε την τεχνική «orthofocus» σύμφωνα με την οποία τοποθέτησε σε μύωπες συμβατικούς φακούς επαφής χωρίς δύναμη (plano) από PMMA οι οποίοι ήταν πιο επίπεδοι από την καμπυλότητα του κερατοειδή και χρησιμοποίησε το δάκρυ που βρισκόταν πίσω από τον φακό επαφής για να διορθώσει το μυωπικό σφάλμα, παρατήρησε λοιπόν ότι ο κερατοειδής επιπεδωνόταν με αποτέλεσμα μετά την αφαίρεση του φακού επαφής η όραση ήταν βελτιωμένη. Την τεχνική αυτή εφάρμοσε επίσης σε υπερμέτρωπες χρησιμοποιώντας πιο σφικτό φακό επαφής και παρατήρησε την ίδια επιτυχία. Η ονομασία «ορθοκερατολογία» επινοήθηκε από τον Newton Wesley και καθιερώθηκε σαν όρος για την διαδικασία.

(Swarbrick, H. A. 2006)

Το 1964 οι Grant S.C και May C.H κάνουν αναφορά για την εμμετροποίηση του οφθαλμού με την βοήθεια φακών επαφής.

Το 1972 ο Alfred Fontana κάνει αναφορά σε ένα αμφιεστιακό φακό επαφής για την ορθοκερατολογία, ο οποίος είχε μια δευτερεύουσα καμπύλη πιο κυρτή από την κύρια κεντρική καμπύλη (Εικόνα 4.1.). Παρόλες τις δυσκολίες κατασκευής και εφαρμογής των φακών επαφής λόγω πάχους παρατήρησε σχετικά ταχύ μείωση της μυωπίας μετά από καθημερινή εφαρμογή ενώ μετά από σταδιακή επιπέδωση της βασικής καμπυλότητας του φακού ανέφερε μεγάλη επιτυχία στην εξάλειψη μυωπίας έως και 3Δ.

(Barr, J. T., Rah, M. J., Jackson, M., Mark Jackson, J., Jones, L. A. 2003)



Εικόνα 4.1.: Φακός Επαφής Αντίστροφης Γεωμετρίας.

Το 1976 ο Kerns RL ήταν ο πρώτος που διεξήγαγε 3-ετή κλινική έρευνα για την δραστηριότητα των ορθοκερατολογικών φακών επαφής χρησιμοποιώντας μεγάλης διαμέτρου PMMA φακούς με διοπτρίες σε ευθυγράμμιση με τον κερατοειδή. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μείωση της μυωπίας καθώς και μικρή αύξηση του αστιγματισμού λόγω της αστάθειας του φακού. Επίσης παρατήρησε ότι ο κερατοειδής έτεινε να γίνει σφαιρικός καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα ότι η σφαιρικότητα του κερατοειδή είναι το «κλειδί» της ορθοκερατολογίας.

(Barr, J. T. et. al., 2003)

Το 1980 το Εθνικό Οφθαλμολογικό Ινστιτούτο στο Berkeley χρηματοδότησε κλινική μελέτη στην οποία χρησιμοποιήθηκαν φακοί από PMMA χαμηλής διαπερατότητας οι οποίοι εφαρμόζονταν κατά την διάρκεια της ημέρας. Παρατηρήθηκε μείωση του σφαιρικού σφάλματος ωστόσο σε περιπτώσεις παράλειψης της εφαρμογής των φακών για μικρό χρονικό διάστημα παρουσιαζόταν υποτροπή, αποδεικνύοντας έτσι την παροδική φύση της διαδικασίας. Ο Binder PS έκανε αναφορά στην παραπάνω έρευνα επισημαίνοντας το μεγάλο ποσοστό των συμμετεχόντων που εγκατέλειψαν την προσπάθεια πριν την ολοκλήρωσή της, την ελάχιστη μείωση του σφαιρικού σφάλματος σε μικρές αμετρωπίες, την ανομοιογένεια και την παροδικότητα των αποτελεσμάτων.

Ακόμη κατέγραψε ότι άτομα με βελτιωμένη οπτική οξύτητα και χωρίς ένδειξη κερατοειδικής εκδοράς παραπονιόντουσαν για την ποιότητα της όρασής τους μετά την εφαρμογή.
(Barr, J. T. et. al. 2003)

Το 1984 ο Coop L. J. αξιολόγησε την τεχνική ορθοκερατολογικής εφαρμογής του Rogger Tabb ,η οποία χρησιμοποιούσε φακούς περισσότερο κυρτούς σε σχέση με τους φακούς επίπεδης καμπυλότητας ενώ απαιτούσε και χειρισμό της διαμέτρου της οπτικής ζώνης για να επιτευχθεί κερατοειδική επιπέδωση και συνεπώς μείωση του μυωπικού σφάλματος. Ο Coop ανέφερε πώς η φιλοσοφία της χρήσης πιο κυρτών ορθοκερατολογικών φακών είναι η διατήρηση της σωστής εκκέντρωσης του φακού ελαχιστοποιώντας τις πιθανότητες εμφάνισης κερατοειδικού αστιγματισμού κατά την διάρκεια της ορθοκερατολογικής θεραπείας. Τα αποτελέσματα της μελέτης μετά από καθημερινή χρήση ορθοκερατολογικών φακών ήταν παρόμοια με των ανωτέρων μελετών, δηλαδή παρατηρήθηκε μια μέση μείωση του μυωπικού σφάλματος αλλά όχι αρκετά διαφορετική σε σχέση με την χρήση συμβατικών σκληρών φακών επαφής .Τα κλινικά αποτελέσματα της χρήσης ορθοκερατολογικών φακών ήταν απρόβλεπτα και μεταβλητά. Οποιαδήποτε διαθλαστική αλλαγή ήταν προσωρινή και η συνεχή εφαρμογή του φακού αναγκαία για την διατήρηση του αποτελέσματος, γεγονός που χαρακτηρίστηκε ως αποτυχία καθώς στόχος της ορθοκερατολογίας ήταν να επιφέρει μόνιμη μείωση του διαθλαστικού σφάλματος. Ένα άλλο μειονέκτημα ήταν η πρόκληση σύμφωνου με τον κανόνα ή παρά τον κανόνα κερατοειδικού αστιγματισμού σε μερικούς ασθενείς λόγω της αστάθειας και της αποκέντρωσης του φακού επαφής κατά τα άλλα η τεχνική δεν παρουσίασε σημαντικές παρενέργειες και κρίθηκε ασφαλής.

(Swarbrick, H. A. 2006)

Η δεύτερη γενιά Ορθοκερατολογίας χρονολογείται το 1989. Τότε, ο Richard Wlodyga, σε συνεργασία με τον Nick Stoyan, ανέπτυξαν την «Επιταχυνόμενη Ορθοκερατολογία», υιοθετώντας το πρότυπο φακού επαφής στο οποίο είχε αναφερθεί ο Fontana εισήγαγαν έναν καινοτόμο σχεδιασμό φακού επαφής αντίστροφης γεωμετρίας ο οποίος επέφερε ταχεία μείωση του διαθλαστικού σφάλματος σε χρονικό διάστημα ημερών έως και εβδομάδων χωρίς να συνοδεύεται από προβλήματα εκκεντρότητας. Ο Wlodyga έκανε την λογική υπόθεση ότι εάν ένας φακός έχει πολύ επίπεδη καμπυλότητα ή επίπεδη οπίσθια ακτίνα καμπυλότητας τότε η πρώτη περιφερειακή ακτίνα θα έπρεπε να ήταν περισσότερο από 1.00D πιο κυρτή από ότι στη βάση του. Αρχική ιδέα ήταν να φτιάξει ένα φακό με 3.00D πιο κυρτή την δευτερεύουσα καμπυλότητα με σκοπό τον έλεγχο της εκκέντρωσης του φακού. Στην υλοποίηση της ιδέας του τον βοήθησε ο Nick Stoyan ο οποίος είχε την φήμη του καινοτόμου κατασκευαστή υψηλής ποιότητας φακών επαφής καθώς η τελειομανής φύση του τον έκανε έναν από τους πρώτους που χρησιμοποίησαν τον νέο τόρνο CNC ο οποίος πρόσφερε πολύ καλύτερη ποιότητα σε ό,τι αφορά το φινίρισμα και την παραγωγικότητα. Η σχέση που σφυρηλατήθηκε μεταξύ τους είναι αυτή που όρισε την αρχή και την πορεία της σύγχρονης ορθοκερατολογίας. Ο Contex OK-3 ήταν ένας φακός με ολική διάμετρο 9.6mm και 6.00mm διάμετρο οπίσθιας οπτικής ζώνης, 3.00D πιο κυρτή αντίστροφη καμπυλότητα και μια ασφαιρική περιφερική καμπυλότητα 0.50mm σε πλάτος σχηματίζοντας έτσι ένα φακό δακρύων. Αν η διάμετρος του φακού αλλαχθεί, η οπτική ζώνη και η περιφερική καμπύλη παραμένουν ίδιες ενώ το πλάτος του φακού δακρύων διαφέρει. Αυτός ήταν ο πρώτος ορθοκερατολογικός φακός τριών ζωνών για τον οποίο χορηγήθηκε στον Stoyan δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τον σχεδιασμό και τη χρήση του φακού στην ορθοκερατολογία. Ο Siviglia Nick C είχε παλαιότερα κατοχυρώσει

την ευρεσιτεχνία για έναν φακό πιο κυρτό κατά 1.50D από την οπίσθια καμπυλότητα του φακού για χρήση σε διαθλαστικές επεμβάσεις μετεγχειρητικά, αλλά δεν έγινε καμία αναφορά στην ορθοκερατολογία στα έγγραφα ευρεσιτεχνίας, οπότε ο Stoyan μπορεί ακόμη δικαίως να διεκδικεί τα πρωτεία στον τομέα. Το 2002 στο πρώτο Παγκόσμιο Ορθοκερατολογικό Συμπόσιο O Wodlyga και ο Stoyan τιμήθηκαν για την συνεισφορά τους με την απονομή του βραβείου Founders.

(Mountford, J. et. al., 2004)

Η φιλοσοφία εφαρμογής του φακού Contex στηρίχθηκε σε κεντρικές και κροταφικές κερατομετρικές ενδείξεις, με τον αρχικό φακό να εφαρμόζεται 1.50D (0.30mm) πιο επίπεδος από τις ενδείξεις της επίπεδης καμπυλότητας. Μια σειρά σταδιακά πιο επίπεδων φακών εφαρμόστηκε έως ότου επιτευχθεί η μέγιστη διαθλαστική αλλαγή. Ο νέος σχεδιασμός ορθοκερατολογικών φακών επαφής επέφερε ένα εντελώς πρωτόγνωρο αποτέλεσμα, οι διαθλαστικές αλλαγές ήταν κατά μέσο όρο διπλάσιες των αλλαγών που επιτεύχθηκαν με παραδοσιακές τεχνικές και στο μισό χρονικό διάστημα. Το επίθετο «επιταχυνόμενη ορθοκερατολογία» χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει την τεχνική. Το εύρος των διαθέσιμων φακών εν τέλει περιελάμβανε φακούς οπίσθιας οπτικής ζώνης διαμέτρου από 6.00mm έως 8.00mm, ανά 0.50mm μετάβαση και φακούς αντίθετης καμπύλης από 1.00D έως 15.00D πιο κυρτούς από την οπίσθια ακτίνα οπτικής ζώνης.

(Mountford, J. et. al., 2004)

Ο Sammi El Hage χρησιμοποίησε δεδομένα τοπογραφίας στο σχεδιασμό και την εφαρμογή των φακών, η οπίσθια ακτίνα οπτικής ζώνης βασίστηκε στη θεωρία του Jessen, δηλαδή όσο μεγαλύτερο ήταν το μυωπικό σφάλμα τόσο πιο επίπεδη θα ήταν η εφαρμογή του φακού επαφής. Η υπόλοιπη κατασκευή του φακού περιγράφηκε ως μια πολυωνυμική εξίσωση, παρόλο που ο αρχικός σχεδιασμός μπορούσε ακόμη να περιγραφεί ως ένας φακός τριών ζωνών. Η τεχνική ονομάστηκε 'κερατοαναμόρφωση' (CKR). Το κύριο πρόβλημα με τους CKR και Contex φακούς τριών ζωνών παρέμενε η κέντρωση ή η έλλειψη αυτής. Έγιναν αλλαγές στην ολική διάμετρο και στις αντίστροφες καμπύλες και εφαρμόστηκε πρισματικό αντίβαρο, με μικρό αποτέλεσμα.

(Mountford, J. et. al., 2004)

Ο Tom Reim επανασχεδίασε πλήρως τους φακούς αντίστροφης γεωμετρίας και χρησιμοποίησε μια καμπύλη πιο πλατιά περιφερικής ευθυγράμμισης για να ελέγξει την κέντρωση. Η αντίστροφη καμπύλη ήταν στενή (0.60mm) και κυρτή και η καμπύλη ευθυγράμμισης εκτεινόταν 1.00mm σε πλάτος, με μία καθορισμένη σχέση στην κερατοειδική επιφάνεια. Ο φακός ονομάστηκε Dreimlens και η διαδικασία μετονομάστηκε σε «αναπτυγμένη ορθοκερατολογία».

(Mountford, J. et. al., 2004)

Την ίδια χρονική περίοδο, ο Mountford επανασχεδίασε τους φακούς Contex και πρόσθεσε μια πλατιά (1.10mm) εφαπτόμενη περιφέρεια ώστε να ελέγξει καλύτερα την κέντρωση.

Ο Jim Day διαφοροποίησε την γενική ιδέα του Dreimlens, διαιρώντας τις καμπύλες ευθυγράμμισης σε δύο τομείς, καταλήγοντας σε μία υπερβολική ζώνη ευθυγράμμισης. Επίσης, ανέπτυξε την φιλοσοφία εφαρμογής η οποία ταίριαζε την οπίσθια περιφέρεια του φακού με αυτήν του κερατοειδή. Περαιτέρω παραλλαγές του Dreimlens αναπτύχθηκαν από

τους Roger Tabb, John Reinhart και Jim Reeves, George Glady, Nick Stoyan και τον Jim Edwards με τον σχεδιασμό WAVE.
(Mountford, J. et. al. 2004)

Ο Jerry Leggerton ανέπτυξε τον σχεδιασμό της Κερατοειδικής Διαθλαστικής Θεραπείας (CRT) και άλλαξε την κατασκευή της αντίστροφης καμπύλης σε εκείνη μιας σιγμοειδούς καμπύλης, η οποία συγχωνεύει αποτελεσματικά την οπίσθια ακτίνα οπτικής ζώνης με την περιφερική καμπύλη, η οποία είναι μια εφαπτόμενη γραμμή. Η σιγμοειδής καμπύλη χρησιμοποιείται για να μεταβάλλει το τοξοειδές ύψος του φακού, συνεπώς ασκώντας μεγαλύτερο έλεγχο στην εφαρμογή. Ο συγκεκριμένος φακός αντίστροφης γεωμετρίας τεσσάρων ή πέντε ζωνών ο οποίος δεν στηρίζει την εφαρμογή του στον παράγοντα Jessen, αλλά αντί αυτού χρησιμοποιεί τις πρότυπες δυνάμεις πίεσης στη μεταφακική δακρυϊκή στιβάδα.
(Mountford, J. et. al. 2004)

Όλοι αυτοί οι σχεδιασμοί έχουν διαφορετικές φιλοσοφίες εφαρμογής, αλλά όλοι κάνουν την ίδια δουλειά και κανένας εξ' αυτών δεν είναι ανώτερος των άλλων, καθώς οι υποκείμενοι μηχανισμοί που κάνουν την ορθοκερατολογία να υφίσταται είναι παρόμοιοι. Αυτό που διαφέρει είναι κατά πόσο η εφαρμογή στηρίζεται στην κερατομετρία ή στην τοπογραφία.
(Mountford, J. et. al. 2004)

Ο Stuart Grant εισήγαγε την έννοια της νυχτερινής ορθοκερατολογίας, καθώς οι φακοί χρειάζονταν περίπου 8 ώρες τη μέρα για να προκαλέσουν αποτελεσματική αλλαγή. Ο ίδιος έκρινε πως πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα νέα υλικά εκτενούς χρήσης και ο φακός να φορεθεί κατά την διάρκεια του ύπνου τη νύχτα, ώστε οι ασθενείς να μην χρειάζονται καθόλου διόρθωση όσο είναι ξύπνιοι. Αυτό είχε μεγάλα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με την ορθοκερατολογία ημέρας για προφανείς λόγους και έγινε η δημοφιλέστερη μορφή θεραπείας στην Αυστραλία το 1994. Η νυχτερινή ορθοκερατολογία ήταν μία επαναστατική ιδέα.
(Mountford, J. et. al. 2004)

Ο Russell Lowe, ένας οπτομέτρης στη Μελβούρνη, βελτίωσε την διαδικασία εφαρμογής παίρνοντας συνεχείς τοπογραφικές ενδείξεις σε κάθε ασθενή και υπολογίζοντας την μέση και αναμενόμενη παρέκκλιση σφάλματος του μηχανήματος. Αυτό οδήγησε σε μια σημαντική βελτίωση στην επιτυχία της πρώτης εφαρμογής του φακού.
(Mountford, J. et. al. 2004)

Ο αείμνηστος Roger Kame ήταν ένας παγκοσμίως σεβαστός κλινικός ιατρός, ο οποίος έδειχνε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για διαλέξεις μαζί με τον Todd Winkler, δημοσίευσε το πρώτο βιβλίο για την επιταχυνόμενη ορθοκερατολογία και δημιούργησε τον όρο «φακοί αντίστροφης γεωμετρίας». Σε μία συνέντευξη περιέγραψε το αυξανόμενο ενδιαφέρον του στη «νέα» ορθοκερατολογία και τον φόβο του να θεωρηθεί πως εμπλέκεται σε αυτό που τότε πιστεύονταν ως μια ανορθόδοξη πρακτική. Ωστόσο, καθώς η μάχη του με τον καρκίνο έγινε εμφανής, το θάρρος και η αποφασιστικότητά του δεν γνώριζαν όρια και άρχισε να αναφέρεται δημοσίως σχετικά με τις εμπειρίες του στην ορθοκερατολογία. Ήταν ο πρώτος ερευνητής και κλινικός ιατρός που το έκανε αυτό, όχι μόνο ύψωσε το προφίλ της

ορθοκερατολογίας, αλλά και βοήθησε στην αυξανόμενη αποδοχή της μεθόδου.
(Mountford, J. et. al. 2004)

Ο Mountford J το 1997 μελέτησε 60 ασθενείς και πρότεινε ένα μοντέλο που υπέθετε εκκεντρότητα του κερατοειδή και προέβλεπε μια μέση μείωση της μυωπίας κατά 2.50D.

Το 2000, στο Τορόντο, ιδρύθηκε η Ορθοκερατολογική Ακαδημία της Αμερικής (Orthokeratology Academy of America - OAA).

Το 2002 επιτεύχθηκε η πρώτη έγκριση από τη διοίκηση τροφίμων και φαρμάκων για χρήση σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής κατά τη διάρκεια του ύπνου. Οι φακοί αυτοί είναι γνωστή με το όνομα «Paragon CRT Lens» και αποτελούνται από τέσσερις οπτικές ζώνες.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η τρέχουσα(μοντέρνα) ορθοκερατολογική τεχνική διαφέρει σημαντικά με αυτήν που χρησιμοποιούσαν το 1980 και πριν. Οι φακοί επαφής είναι κατασκευασμένοι από υλικά υψηλής διαπερατότητας σε οξυγόνο είναι από σκληρό και άκαμπτο υλικό και έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των αρχικών φακών από PMMA. Τα πρώτα χρόνια το PMMA αποτελούσε το μοναδικό υλικό το οποίο ήταν διαθέσιμο για την κατασκευή ορθοκερατολογικών φακών λόγω της χαμηλής οξυγόνωσης που παρείχε το συγκεκριμένο υλικό προκαλώντας υποξία στους περισσότερους ασθενείς κατά την εφαρμογή στη διάρκεια της μέρας γεγονός που τους καθιστούσε απαγορευτικούς για εφαρμογή κατά τις βραδινές ώρες. Το 1980 η εξέλιξη των υλικών κατασκευής στους σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς (RGP - rigid gas-permeable) ήταν σημαντική και μέχρι το τέλος της δεκαετίας μεγάλη ποικιλία πολυμερών των φακών επαφής με υψηλή διαπερατότητα σε οξυγόνο διατέθηκαν στην αγορά.

(Swarbrick, H. A. 2006)

Τα πολυμερή από τα οποία αποτελούνταν οι φακοί επέτρεπαν μεταφορά σημαντικής ποσότητας οξυγόνου στο κερατοειδή κατά την διάρκεια της νυχτερινής εφαρμογής των φακών επαφής και χρησιμοποιήθηκαν επιτυχώς και με μεγάλη ασφάλεια. Τα πλεονεκτήματα αυτά οδήγησαν στην εφαρμογή των ορθοκερατολογικών φακών επαφής κατά την διάρκεια της νύχτας και στην αφαίρεση τους μετά το ξύπνημα. Στόχος της ορθοκερατολογίας είναι να παρέχει στον ασθενή ποιοτική όραση κατά την διάρκεια της μέρας.

(Swarbrick, H. A. 2006)

Οι φακοί αντίστροφης γεωμετρίας (όπου η βασική καμπυλότητα είναι πιο επίπεδη από την δευτερεύουσα) παρέχουν καλύτερη συγκράτηση στο κέντρο του κερατοειδή. Αυτοί οι φακοί κεντράρονται καλύτερα στον κερατοειδή από τα προηγούμενα μοντέλα ορθοκερατολογικών φακών. Η πρόοδος των υπολογιστών στον τομέα του σχεδίου αυτοματοποίησαν τους τόνους με αποτέλεσμα οι RGP φακοί να γίνουν εύκολα κατασκευάσιμοι.

(Swarbrick, H. A. 2006)

4.2 Αρχές Λειτουργίας

Η λειτουργία της ορθοκερατολογίας είναι η πίεση του επιθηλίου με τη χρήση ορθοκερατολογικών φακών. Οι φακοί αυτοί επιτυγχάνουν να μεταβάλλουν το πάχος του κερατοειδούς στην κεντρική του μοίρα, ενώ αυξάνεται το πάχος του περιφερειακά. Αυτά έχουν σκοπό να αλλάξουν τη διαθλαστική του δύναμη όπως και να διορθώσουν τα οπτικά σφάλματα. Χρησιμοποιούνται ειδικά σχεδιασμένοι φακοί που είναι γνωστοί ως «φακοί αντίστροφης γεωμετρίας» και έχουν υψηλή διαπερατότητα στο οξυγόνο ώστε να μπορούν να παρέχουν άνεση κατά τη διάρκεια του ύπνου.

(Γεωργιάδου, n.d)

Στην αρχή η επιφάνειά τους ήταν τρικαμπυλωτή. Αποτελούνταν από μία κεντρική οπτική ζώνη με διάμετρο 6 έως 7 mm (BOZD), από μία πιο περιφερειακή κυρτότερη από την κεντρική ακτίνα καμπυλότητας και από μία μεσοπεριφερειακή περιοχή, η οποία τερματίζει σε ένα σημείο του φακού που είναι πιο ανασηκωμένο ώστε να μπορούν να εισέλθουν τα δάκρυα. Ο χώρος αυτός βοηθάει να απομακρύνεται ο κερατοειδικός ιστός όταν επιτυγχάνεται η επιπέδωσή του καθώς και για την επαρκή διαβροχή των δακρύων. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν οι φακοί διπλής αντίστροφης γεωμετρίας, για την καλύτερη επιπέδωση του φακού στον κερατοειδή. Η οπίσθια επιφάνεια του φακού αντί για τρικαμπυλωτή προστέθηκε μία ακόμη καμπυλότητα ευθυγράμμισης, η οποία είναι τετρακαμπυλωτή και βρίσκεται παράλληλα με το μεσοπεριφερειακό κερατοειδή. Από τα πρώτα κιόλας λεπτά ο κερατοειδής επιπεδώνεται. Κατά την 1^η ώρα διακρίνονται αρκετές αλλαγές. Το 75% αλλαγής παρατηρείται κατά τη διάρκεια της πρώτης νύχτας εφαρμογής των ορθοκερατολογικών φακών.

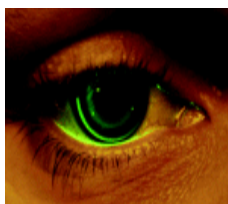
(Γεωργιάδου, n.d)

Η περιφερειακή ζώνη αντίστροφης καμπυλότητας είναι μία καμπύλη που τοποθετείται επίπεδα ευθυγραμμισμένα του κερατοειδούς και μερικές φορές τοποθετείται μία πρόσθετη περιφερειακή καμπύλη για να παρέχει ανύψωση άκρου. Η περιφερειακή ευθυγράμμιση της καμπύλης ελέγχει τη συνολική τοποθέτηση του φακού στηρίζοντας το βάρος του φακού στην περιφέρεια. Σε αυτή τη ζώνη χρησιμοποιούνται συνήθως ασφαιρικές ή εφαπτόμενες καμπύλες. Υπάρχουν πολλές παραλλαγές σε αυτό το γενικό σχεδιασμό του φακού με αντίστροφη γεωμετρία για τη θεραπεία των αμετροπιών με ορθοκερατολογικούς φακούς.

(Swarbrick, H. A. 2006)

Για τη σωστή εφαρμογή των ορθοκερατολογικών φακών γίνεται και η εξέταση με φλουοροσκεΐνη. Με την εξέταση της φλουορεσκεΐνης μπορεί να διαγνωσθεί αν ο φακός ακουμπά στο κέντρο του κερατοειδούς όπου υπάρχει η δεξαμενή δακρύων. Αυτή η περιοχή χρησιμεύει για την απομάκρυνση του κερατοειδικού ιστού, όταν αυτός επιπεδώνεται καθώς και για την επαρκή διαβροχή του. (Γεωργιάδου, n.d) Η εκτίμηση των φακών με φλουορεσκεΐνη αποκαλύπτει έναν δακτύλιο στον κερατοειδή στη ζώνη αντίστροφης καμπυλότητας, που περιβάλλει την κεντρική οπτική ζώνη (Εικόνα 2.1), η οποία δείχνει μία στενή ευθυγράμμιση του κερατοειδούς.

(Swarbrick, H. A. 2006)



Εικόνα 2.1: Τεστ με φλουορεσκεΐνη ώστε να διαπιστωθεί η σωστή επικέντρωση και το σωστό κάθισμα του φακού.

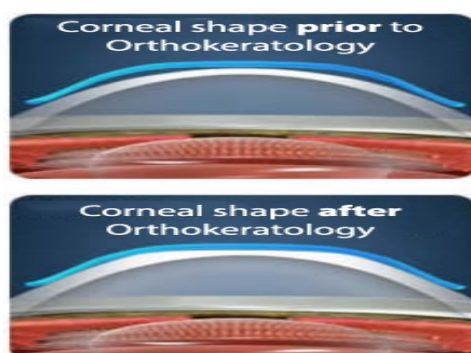
Ένας σημαντικός παράγοντας είναι η διάμετρος της κόρης, καθώς σε οφθαλμούς που έχουν μεγάλη διάμετρο φωτοπικής και σκοτοπικής κόρης, είναι πιθανόν να δημιουργηθούν προβλήματα κατά τη νυχτερινή ζώνη, καθώς η ζώνη εφαρμογής μπορεί να είναι στα όρια ή και μικρότερη από τη σκοτοπική κόρη. Ακόμη μπορεί να προκληθούν εκτροπές υψηλής τάξης και μείωση της ευαισθησίας αντίθεσης στην ορθοκερατολογία. Έτσι ο εφαρμοστής μπορεί να μη στοχεύει στην πλήρη διόρθωση της αμετροπίας, αλλά να αφήσει μια υπολειπόμενη αμετροπία της τάξης της 1 dpt, για να μπορεί ο χρήστης να λειτουργεί είτε χωρίς τα γυαλιά είτε χωρίς τους φακούς του.

(Κατσούλος, K. et al. 2010)

Εκτός από τη διάμετρο της κόρης σημαντικός παράγοντας είναι η ανελαστικότητα του κερατοειδούς. Μετά την χρήση των ορθοκερατολογικών φακών αλλάζει το σχήμα του κερατοειδούς (εικόνα 2.2). Η ανελαστικότητα μπορεί να επηρεάσει τη διάρκεια χρήσης και εφαρμογής των ορθοκερατολογικών φακών και την επιτυχή διόρθωση στο πόσο συχνά πρέπει να φορά ο χρήστης τους φακούς συντήρησης. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις. Η πρώτη περίπτωση έχει σχέση με την ανελαστικότητα του κερατοειδούς, όσο πιο ανελαστικός είναι τόσο πιο πολύ χρόνο χρειάζεται για την θεραπεία, αλλά ο χρόνος χρήσης των φακών συντήρησης είναι μικρότερος. Η δεύτερη περίπτωση είναι ο ελαστικός κερατοειδής όπου ισχύουν τα αντίθετα από τον ανελαστικό κερατοειδή. Αυτή την ιδιότητα μπορεί να αξιολογήσει το Ocular response analyzer.

(Κατσούλος, K. et al. 2010)

(Swarbrick, H. A. 2006)



Εικόνα 2.2: Σχήμα του κερατοειδούς πριν τη χρήση της ορθοκερατολογίας και σχήμα του κερατοειδούς μετά τη χρήση της ορθοκερατολογίας.

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενα κεφάλαια, υπάρχουν διάφορες αμετροπίες. Η ορθοκερατολογία χρησιμοποιείται με σκοπό τη μείωση του διαθλαστικού σφάλματος. Σήμερα, η ορθοκερατολογία χρησιμοποιείται ευρέως σε όλο τον κόσμο για την προσωρινή διόρθωση της μυωπίας από χαμηλή έως μέτρια, χρησιμοποιώντας φακούς με τέσσερις ή πέντε

καμπύλες αντίστροφης γεωμετρίας με υψηλό Dk σε μια ολονύχτια χρήση τους. Η ορθοκερατολογία πλέον μπορεί να διορθώσει και άλλες αμετρωπίες, μπορεί να διορθώσει αστιγματισμό και υπερμετρωπία. Τα όρια της τεχνολογίας είναι +2.00 dpt υπερμετρωπία με -7.00 dpt μυωπία και όχι πάνω από 1.75 dpt κερατοειδικό αστιγματισμό σύμφωνα με τον κανόνα αστιγματισμού, με άξονα 30° γύρω από τον οριζόντιο μεσημβρινό, 0.75 dpt παρά τον κανόνα αστιγματισμό με άξονα 15° γύρω από τον κάθετο μεσημβρινό. Πρακτικά μόνο το 50 % του κερατοειδικού αστιγματισμού διορθώνεται και ο αστιγματισμός θα πρέπει να είναι κεντρικός και να μην εκτείνεται σε όλον τον κερατοειδή.

(Swarbrick, H. 2006)

(Κατσούλος, K. et al., 2010)

Πιο αναλυτικά: Η διόρθωση της μυωπίας με τους ορθοκερατολογικούς φακούς επιτυγχάνεται με τη χρήση σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής αντίστροφης γεωμετρίας. Ο κερατοειδής με αυτούς τους φακούς γίνεται πιο επίπεδος, μετακινώντας το επιθήλιο περιφερειακά. Έτσι το κέντρο έχει πιο λεπτό επιθήλιο σε σχέση με την περιφέρεια. Με την εφαρμογή των ορθοκερατολογικών φακών ο κερατοειδής είναι πιο πεπλατυσμένος.

Στην υπερμετρωπία αντίθετα τα αποτελέσματα δεν είναι τόσο καλά όσο στη μυωπία, καθώς η μέθοδος είναι πιο πρόσφατη. Οι ορθοκερατολογικοί φακοί είναι κατάλληλοι να χρησιμοποιούνται σε άτομα με υπερμετρωπία έως +2.00 D. Στόχος τους είναι μέσω της πίεσης που ασκείται από τον φακό των δακρύων να επιτύχουν πάχυνση του επιθηλίου της κεντρικής μοίρας.

(Κατσούλος, K. 2010)

Η διόρθωση του αστιγματισμού γίνεται με παρόμοιο τρόπο όπως στην μυωπία και την υπερμετρωπία. Απλώς στον αστιγματισμό έχει σχέση αν ο οφθαλμός του ασθενούς εμφανίζει μυωπικό ή υπερμετρωπικό αστιγματισμό. Η οπτική ζώνη είναι πιο ελλειψοειδής και έχει διαφορετικές καμπυλότητες. Αφού λοιπόν υπάρχουν διαφορετικές καμπυλότητες οι φακοί που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι τορικοί. Η έκταση του κερατοειδή θα πρέπει να μην καλύπτει όλον τον κερατοειδή.

Στην ορθοκερατολογία εκτός από το μέγεθος της αμετρωπίας, σημαντικό ρόλο κατέχει η ασφαιρικότητα του κερατοειδή. Στη μυωπία, όσο πιο μεγάλη ασφαιρικότητα, τόσο το καλύτερο, γιατί η ορθοκερατολογία στοχεύει στη κεντρική αποπλάτυνση και περιφερειακή καμπύλωση. Αυτό δίνει ένα σχήμα πεπλατυσμένης έλλειψης στον κερατοειδή και ασφαιρικότητα > 0 και εκκεντρότητα < 0 . Από την άλλη μεριά όταν υπάρχει αποπλάτυνση, δηλαδή μεγάλη ασφαιρικότητα από το κέντρο προς την περιφέρεια, οι δυνατότητες να επιτευχθεί διόρθωση, είναι μικρές, λόγω του ότι η ορθοκερατολογία δεν μπορεί να δημιουργήσει επιπλέον αποπλάτυνση. Όσον αφορά τον αστιγματισμό είναι σημαντικό το μέγεθος του, κερατοειδικού και εσωτερικού, καθώς αυτό επηρεάζει τη διόρθωση και τη διάθλαση μετά τη θεραπεία.

(Κατσούλος, K. et al., 2010)

Τα αποτελέσματα της ορθοκερατολογίας είναι παροδικά και όχι μόνιμα. Το πρωί καθώς αφαιρούνται οι φακοί, ο κερατοειδής επανέρχεται στο κανονικό του σχήμα λόγω κάποιων ελαστικών δυνάμεων. Ο χρήστης θα πρέπει να φοράει ένα φακό συντήρησης, όταν επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα ελάττωσης της αμετρωπίας κάθε 2 με 3 βράδια στον

ύπνο του. Ο φακός συντήρησης χρησιμεύει στο να μένει σταθερό το αποτέλεσμα εφαρμογής της ορθοκερατολογίας.
(Κατσούλος, K. et al., 2010)

4.3 Σχεδιασμός & Εφαρμογή

Οι προγενέστεροι ορθοκερατολογικοί φακοί επαφής ήταν συμβατικά σχεδιασμένοι με πιο επίπεδη περιφέρεια από τη κεντρική καμπυλότητα. Ήταν απλοί σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής εφαρμοσμένοι όσο το δυνατόν πιο επίπεδα, διατηρώντας καλή θέση στον κερατοειδή. Λόγω του σχεδιασμού αυτού, οι φακοί αποκεντρώνονταν προς τα πάνω και προς τα κάτω, με αποτέλεσμα να παραμορφώνεται ο κερατοειδής και να αυξάνεται ο αστιγματισμός. Ένα άλλο πρόβλημα ήταν η χρήση PMMA φακών. Προκαλούσαν κερατοειδικό οίδημα, επιδεινώνοντας περαιτέρω την παραμόρφωση του κερατοειδούς. Ωστόσο, παρόλα τα μειονεκτήματα του PMMA, δεν υπήρξαν άλλες σημαντικές μακροχρόνιες παρενέργειες από τη χρήση ορθοκερατολογικών φακών.

Η διαδικασία απαιτούσε σταδιακές διαφοροποιήσεις στο σχεδιασμό των φακών· ήταν χρονοβόρα, δαπανηρή και κουραστική και για τον εφαρμοστή και για τον ασθενή. Η ελάττωση της μυωπίας δεν διαρκούσε για αρκετό διάστημα όταν οι φακοί εφαρμόζονταν περιστασιακά σε καθημερινή βάση. Η έλλειψη υλικών με υψηλή αεροδιαπερατότητα δεν επέτρεπε την ασφαλή ολονύχτια χρήση για να διατηρηθεί το σχήμα του κερατοειδούς.

Οι ορθοκερατολογικοί φακοί δεύτερης γενιάς αντιμετώπισαν το πρόβλημα ελέγχου και αύξησης του ποσοστού μείωσης της μυωπίας που μπορούσε να επιτευχθεί. Οι φακοί Contex OK-3 χρησιμοποίησαν τρεις ξεχωριστές ζώνες για να παρέχουν πιο ελεγχόμενη και έντονη επιπεδοποίηση της κεντρικής καμπυλότητας του κερατοειδούς. Η χρήση αυτού του σχεδιασμού επιπλέον ελάττωσε το χρόνο στον οποίο μπορούσε να επιτευχθεί μείωση της μυωπίας. Αυτός ο νέος σχεδιασμός προσέφερε μεγάλη βελτίωση από το παλιό σύστημα.

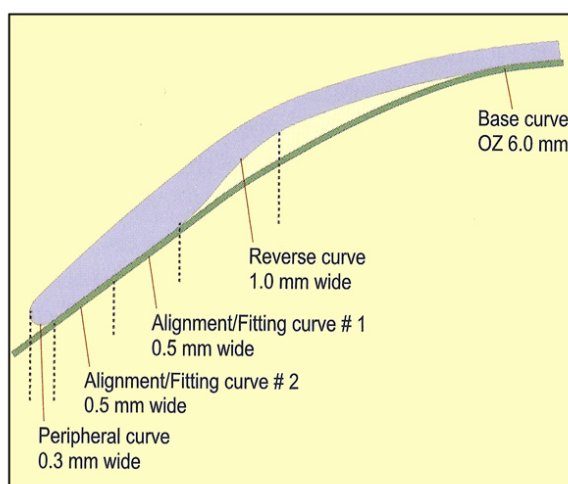
Έρευνες έχουν δείξει πως οι κερατοειδείς με μέτρια καμπυλότητα (46.00Δ με 49.00Δ) και επιμηκές σχήμα (κυρτό κέντρο και επίπεδη περιφέρεια) ανταποκρίνονται καλύτερα στην ορθοκερατολογία. Οι κερατοειδείς, αντίθετα, με πιο επίπεδες καμπυλότητες (36.00Δ με 39.00Δ) θεωρούνται περισσότερο ανθεκτικοί στις αλλαγές.

Ο φακός τριών ζωνών αντίστροφης γεωμετρίας εφαρμόστηκε 1.50Δ με 4.00Δ πιο επίπεδα από την πιο επίπεδη κερατοειδική καμπυλότητα. Οι φακοί παρουσίαζαν μετακίνηση 1.00mm με 2.00mm κατά τον βλεφαρισμό. Η κέντρωση είναι σημαντική για την επιτυχία του, καθώς οι παλαιότεροι φακοί απέτυχαν επειδή έκαναν κέντρωση ψηλά και προκαλούσαν αστιγματισμό· επίσης, οι ασθενείς παραπονιούνταν για διπλωπία και αντανάκλασεις όταν οι κόρες τους μεγάλωναν, όπως συνέβαινε κατά την νυχτερινή οδήγηση.

Παρόλο που οι σχεδιασμοί αυτοί ήταν βελτιωμένοι, σε σχέση με τις προηγούμενες μεθόδους, είχαν, ωστόσο, σημαντικές ελλείψεις. Ο έλεγχος της κέντρωσης παρέμενε δύσκολος. Η αντίστροφη καμπυλότητα ήταν πολύ ευρεία, με μεγάλο σήκωμα στις άκρες του φακού, κάνοντας δύσκολη την επίτευξη μιας ιδανικής εφαρμογής.

Σήμερα, ανάλογα με τη φιλοσοφία της πιο επίπεδης εφαρμογής η αρχική καμπυλότητα που επιλέγεται κυμαίνεται από τα 0.3mm έως 1.4mm πιο επίπεδη από την επίπεδη καμπυλότητα του κερατοειδούς. Το εύρος της οπτικής ζώνης ποικίλει από 6,00 mm έως 8mm. Η δευτερεύουσα καμπυλότητα αντίστροφης γεωμετρίας του φακού επιλέγεται πιο κυρτή από την βασική ακτίνα καμπυλότητας κατά 3.00Δ έως 5.00Δ, ενώ σε μερικούς σχεδιασμούς μπορεί να φτάσει τις 9.00Δ. Το εύρος της αντίστροφης καμπυλότητας είναι από 0.6mm έως 1.00mm. Όλες αυτές οι παράμετροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά για την επίτευξη της βέλτιστης εφαρμογής φακών για την μείωση της μυωπίας. Στις περισσότερες περιπτώσεις, κάνοντας μια αλλαγή σε μια παράμετρο απαιτείται αντισταθμιστική μεταβολή σε μια ή περισσότερες παραμέτρους.

Ένας ορθοκερατολογικός φακός μπορεί να είναι τριών, τεσσάρων, πέντε ή έξι ζωνών καμπυλότητας. Η κάθε ζώνη είναι πιο επίπεδη από την προηγούμενη, εκτός από τη δεύτερη ζώνη, που είναι πιο κυρτή από τη πρώτη. (Εικόνα 4.3.1)



Εικόνα 4.3.1: Ζώνες καμπυλοτήτων ορθοκερατολογικού φακού.

Η *Πρώτη Ζώνη* είναι η ακτίνα οπίσθιας οπτικής ζώνης (BOZR). Καθώς υπολογίζεται πιο επίπεδη από την κεντρική κερατοειδική ακτίνα, η καμπύλη ασκεί θετική πίεση και έχει ως αποτέλεσμα την συμπίεση του κεντρικού κερατοειδικού επιθηλίου.

Η διάμετρος οπίσθιας οπτικής ζώνης (BOZD) κυμαίνεται από 6.0mm έως 8.0mm, ανάλογα τον σχεδιασμό, δημιουργώντας μια θεραπευτική ζώνη, έκτασης 5.0mm ή παραπάνω. Σε αντίθεση με την βασική καμπυλότητα στο σχεδιασμό παραδοσιακών σκληρών αεροδιαπερατών φακών, αυτή η ζώνη χρησιμοποιείται αποκλειστικά για την επιπέδωση του κερατοειδούς και δεν θεωρείται παράγοντας για την εφαρμογή.

Η *Δεύτερη Ζώνη*, γνωστή και ως Αντίστροφη Καμπύλη, έχει ακτίνα από 0.5mm έως 1.0mm, ή αντίστοιχα, 3 με 5 διοπτρίες πιο κυρτή από την ακτίνα οπίσθιας οπτικής ζώνης. Σχηματίζει ένα δακτύλιο δακρύων γύρω από την κεντρική επίπεδη ζώνη, προκαλώντας αρνητική πίεση. Η αντίστροφη ζώνη προσφέρει μια περιοχή για να επεκταθούν τα επιθηλιακά κύτταρα και το ενδοκυττάριο υγρό. Το πλάτος της είναι από 0.6mm έως 1.0mm, ανάλογα τον σχεδιασμό του φακού.

Η *Τρίτη Ζώνη* είναι η καμπύλη ευθυγράμμισης. Αυτή η περιοχή είναι πιο επίπεδη από την αντίστροφη καμπύλη και ευθυγραμμίζεται με τον περιφερικό κερατοειδή, βοηθώντας τον φακό να κεντραριστεί. Η κύρια λειτουργία του είναι να βελτιστοποιήσει το κεντράρισμα του φακού. Έχει πλάτος από 1.0mm έως 1.5mm, ανάλογα τον σχεδιασμό του φακού.

Η *Τέταρτη Καμπύλη* είναι πιο επίπεδη από τη καμπύλη ευθυγράμμιση, αλλά ελαφρώς πιο κυρτή από εκείνη των συμβατικών φακών επαφής, παρέχοντας έτσι ένα σήκωμα στις άκρες, το οποίο προσφέρει άνεση και κινητικότητα, παράλληλα με την ανταλλαγή δακρύων.

Η *Πέμπτη Ζώνη* χωρίζει την καμπύλη ευθυγράμμισης σε δύο ξεχωριστές καμπύλες, με σκοπό να παράγει μια σύμμορφη περιφέρεια.

Η *Έκτη Ζώνη* είναι μια διπλή αντίστροφη καμπύλη, η οποία στην πραγματικότητα αποτελείται από την πρώτη ζώνη 2mm και μια δεύτερη 3mm. Η πρώτη είναι κατά 2.00Δ πιο κυρτή από την δεύτερη.

(Larson, B. 2014)

(Mountford, J. et. al. 2004)

Τυπικά, με τους φακούς τεσσάρων ζωνών, το αρχικό ζευγάρι φακών αναμένεται να χρησιμοποιηθεί για ολόκληρο τον κύκλο θεραπείας και για συντήρηση. Η μέγιστη μείωση της μυωπίας που μπορεί να επιτευχθεί είναι 3.50Δ με 4.25Δ. Αυτοί οι φακοί είναι μεγάλοι, με διάμετρο από 10mm έως 11mm, με μικρή οπτική ζώνη, συνήθως 6mm σε διάμετρο. Στους περισσότερους σχεδιασμούς των φακών, η αρχική ακτίνα βασικής καμπυλότητας εφαρμόζεται πιο επίπεδη από την επίπεδη κερατοειδική μέτρηση, συνήθως μεγαλύτερη κατά +0.50Δ. Για παράδειγμα, αν υπάρχει μυωπία 2.00Δ, τότε η ακτίνα αυτή θα είναι 2.50Δ και η ισχύς του φακού +0.50Δ. Αυτό επιτρέπει την υποχώρηση του μυωπικού διαθλαστικού σφάλματος κατά την διάρκεια της ημέρας.

Η ζώνη αντίστροφης καμπυλότητας μπορεί να είναι από 6.00Δ έως 12.00Δ πιο κυρτή από την ακτίνα βασικής καμπυλότητας. Για παράδειγμα, αν η ακτίνα βασικής καμπυλότητας είναι 2.50Δ πιο επίπεδη από την κερατομετρική ένδειξη, τότε η αντίστροφη καμπύλη θα πρέπει να είναι 5.00Δ με 6.50Δ πιο κυρτή από την ακτίνα αυτή.

Ο καθορισμός και η ευθυγράμμιση της ακτίνας της καμπύλης αυτής γίνεται με τη χρήση του τοπογράφου. Η καμπύλη ευθυγράμμισης μπορεί να παραγγελθεί ως 0.25Δ πιο επίπεδη από την κεντρική κερατομετρική ένδειξη.

Χρησιμοποιώντας τις τιμές εκκέντρωσης που λήφθηκαν από την τοπογραφία, η καμπύλη ευθυγράμμισης μπορεί να καθοριστεί ως εξής:

- αν η εκκέντρωση είναι από 0 έως 0.30, η ακτίνα της πρέπει να είναι ίση με την κεντρική επίπεδη κερατοειδική μέτρηση,
- αν η εκκέντρωση είναι από 0.31 έως 0.55, τότε η ακτίνα πρέπει να είναι 0.25Δ πιο επίπεδη από την κεντρική επίπεδη κερατοειδική μέτρηση
- τέλος, αν η εκκέντρωση είναι από 0.56 έως 0.70 η ακτίνα, η ακτίνα πρέπει να είναι 0.50Δ πιο επίπεδη από την κεντρική επίπεδη κερατοειδική μέτρηση.

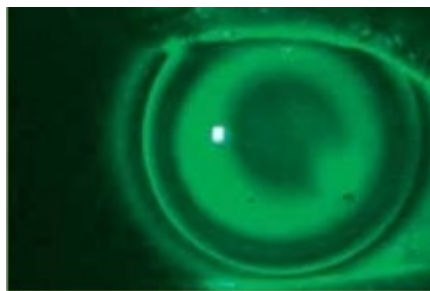
(Luk, B., Bennett, E., Barr, J. 2001)

Ένας ορθοκερατολογικός φακός τρίτης γενιάς αποτελείται από:

- την οπτική ζώνη, η οποία είναι η βασική καμπύλη ή ζώνη συμπίεσης με πλάτος 5.6 έως 6.4mm,
- την αντίστροφης γεωμετρίας καμπύλη, η οποία είναι η δεύτερη καμπύλη με πλάτος 0.5 έως 0.8mm.
- τη πρώτη ζώνη ευθυγράμμισης, η οποία είναι η τρίτη καμπύλη με πλάτος 0.6 έως 1.6 mm.
- τη δεύτερη ζώνη ευθυγράμμισης, η οποία είναι η τέταρτη καμπύλη με πλάτος 0.5 έως 0.9mm.
- Η περιφερειακή καμπύλη με ακτίνα 11.5mm και πλάτος 0.4 mm.

Η σωστή εφαρμογή ενός ορθοκερατολογικού φακού ελέγχεται με χρώση του κερατοειδή με φλουροσκεΐνη (Εικόνα 4.3.2) και θα πρέπει να έχει τις εξής προϋποθέσεις:

- να κεντράρει απόλυτα στον κερατοειδή, για την επίτευξη μιας τέλει εφαρμογής χωρίς στρεβλώσεις,
- να μετακινείται 1-1.50 mm κατά τον βλεφαρισμό, ανάλογα με το συνολικό μέγεθος του φακού,
- να υπάρχει μια εμφανής περιοχή κεντρικής εφαρμογής πλάτους 3-4 mm, όπου το δακρυϊκό φιλμ έχει 5 μικρά πάχος,
- να υπάρχει ένας ευρύς δακτύλιος φλουροσκεΐνης, βάθους περίπου 60 μικρά, ο οποίος σχηματίζει μια δεξαμενή δακρύων και θα περιστοιχίζεται από μια ζώνη περιφερικής εφαρμογής, η οποία υποστηρίζει το φακό. Η ζώνη αυτή έχει πλάτος περίπου 0.75mm, το οποίο ελαττώνεται προοδευτικά από την δεξαμενή δακρύων προς την περιφέρεια,
- να υπάρχει μια ακραία ζώνη φλουροσκεΐνης, η οποία θα έχει το ίδιο εύρος ακραίου κενού χώρου με αυτόν ενός συμβατικού φακού,
- τα δάκρυα να ρέουν διαμέσου κάθε διάνοιξης,
- το τελικό τοπογραφικό σχέδιο θα πρέπει να περιλαμβάνει μια επίπεδη καλά κεντραρισμένη ζώνη περίπου 5mm μήκους με ένα κυρτό δακτύλιο περιφερειακά, χωρίς παραμόρφωση. Σε περίπτωση περιφερειακών παραμορφώσεων θα πρέπει να γίνει επανατοποθέτηση του φακού.



Εικόνα 4.3.2: Σωστά εφαρμοσμένος φακός.

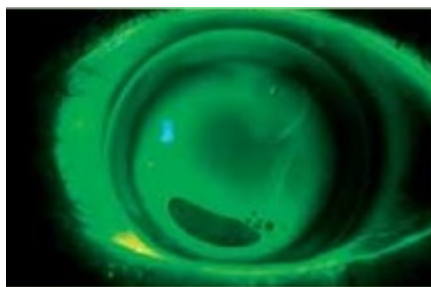
Η λάθος εφαρμογή διαχωρίζεται σε σφιχτή ή χαλαρή. Σε μια σφιχτή εφαρμογή (Εικόνα 4.3.3) παρατηρούμε τα εξής:

- μια πλατιά περιοχή κεντρικής εφαρμογής,
- στενότερη και πιο ρηχή δεξαμενή δακρύων με πιθανή ύπαρξη φυσαλίδων,
- η περιφερειακή ζώνη αφής είναι πλατιά και οριοθετείται απότομα από τη δεξαμενή

δακρύων,

- ο φακός θα εμφανίζει καθοδική αποκέντρωση,
- η τοπογραφία μετά την εφαρμογή θα αποκαλύπτει ανώτερο κύρτωμα ή κεντρικές νήσους.

(Mountford, J. et. al. 2004)

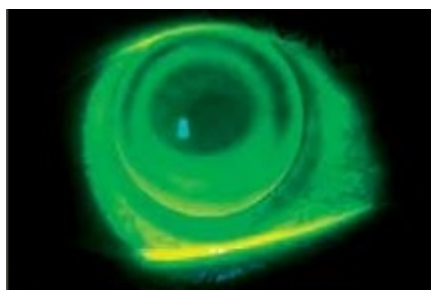


Εικόνα 4.3.3: Φακός με σφιχτή εφαρμογή.

Σε μια χαλαρή-επίπεδη εφαρμογή (Εικόνα 4.3.4) παρατηρούμε τα εξής:

- μικρότερη περιοχή κεντρικής εφαρμογής,
- πλατιά δεξαμενή δακρύων,
- η περιφερειακή ζώνη αφής απουσιάζει ή υπάρχει στο ελάχιστο,
- ο φακός θα εμφανίζει ανοδική αποκέντρωση,
- η τοπογραφία μετά την εφαρμογή θα αποκαλύπτει κατώτερο κύρτωμα («χαμόγελο») και επίπεδη αποκέντρωση,
- πιθανή ύπαρξη κεντρικού "λεκέ" από φλουορεσκεΐνη.

(Mountford, J. et. al. 2004)



Εικόνα 4.3.4: Φακός με χαλαρή εφαρμογή.

Συνήθη προβλήματα εφαρμογής ορθοκερατολογικού φακού:

- κεντράρισμα, αποτελεί το «κλειδί» για μια επιτυχημένη ορθοκερατολογική θεραπεία συμπεριλαμβανομένων όλων των τύπων τους φακούς. Υποθέτοντας ότι η εφαρμογή είναι βέλτιστη, αυξάνεται η διάμετρος και επανασχεδιάζεται η γεωμετρία των φακών για να διατηρηθεί μια ισοδύναμη εφαρμογή,
- προσκόλληση. Η ολονύχτια προσκόλληση του ορθοκερατολογικού φακού στον κερατοειδή είναι σύνηθες φαινόμενο, ωστόσο οι φακοί απελευθερώνονται αμέσως μετά το ξύπνημα. Σε περίπτωση που αυτό δεν συμβεί θα πρέπει να απελευθερωθούν πριν την αφαίρεση τους με την χρήση λυπαντικής ουσίας και πίεσης που ασκείται στο σκληρό κάτω από τους φακούς, επιτρέποντας στα δάκρυα να κυκλοφορήσουν πίσω από τους φακούς. Μεγάλη προσοχή χρειάζεται για την αποφυγή μόλυνσης της λιπαντικής ουσίας,
- φυσαλίδες στη δεξαμενή δακρύων. Σύνηθες σημάδι ότι ο φακός είναι πολύ κυρτός. Μπορεί επίσης να παρατηρηθεί σε καλά εφαρμοσμένο φακό και μειώνεται με την πάροδο του

χρόνου. Αν η συγκέντρωση φυσαλίδων είναι υπερβολική μια μείωση της διαμέτρου του φακού μπορεί να είναι αποτελεσματική,

- υπερβολική ή ανεπαρκής κυκλοφορία. Αύξηση ή μείωση της διαμέτρου μετά από τροποποίηση της οπίσθιας οπτικής διαμέτρου συνιστάται ώστε να αντισταθμιστεί. (Ruston, D., Van der Worp, E. 2004)

Η εφαρμογή του ορθοκερατολογικού φακού επαφής κατά την διάρκεια του ύπνου προκαλεί φθορά στο φακό, η αλληλεπίδραση του βλεφάρου με το φακό πιθανώς να μην επιδρά στο κεντράρισμα του φακού, όπως και με τους συμβατικούς RGP φακούς, και η αξιολόγηση του φακού πάνω στον οφθαλμό πιθανώς να μην είναι τόσο σημαντική στο καθορισμό της θέσης του φακού. Η αξιολόγηση της θέσης του φακού κατά την διάρκεια του ύπνου γίνεται αναλύοντας την τοπογραφία του κερατοειδούς και με την αξιολόγηση του κεντραρίσματος της περιοχής που περιβάλλεται σε σχέση με την κόρη. (Ruston, D., Van der Worp, E. 2004)

Εάν ο φακός είναι ανυψωμένος, τότε πιθανώς η εφαρμογή του να είναι χαλαρή με αποτέλεσμα να κινηθεί προς τον πιο επίπεδο ανώτερο κερατοειδή. Σε περίπτωση που ο φακός φέρεται να είναι επίπεδος από τη χρώση του κερατοειδούς με φλουορεσκεΐνη τότε θα πρέπει η καμπύλη ευθυγράμμισης να γίνει πιο κυρτή ή να αυξηθεί το πάχος στο κέντρο ή να μειωθεί το πάχος στη περιφέρεια ή να προσθεθεί πρίσμα για να αυξηθεί το βάρος του φακού, σε περίπτωση που η εικόνα της χρώσης του κερατοειδούς με φλουοροσκεΐνη φαίνεται να είναι ιδανική. Εάν ο φακός έχει καθοδική και σφιχτή εφαρμογή στη ζώνη ευθυγράμμισης, θα πρέπει να επιπεδοποιήσουμε την καμπύλη ευθυγράμμισης. Ωστόσο, αν η χρώση φλουορεσκεΐνης δείξει ευθυγράμμιση στη μεσότητα της περιφέρειας, θα πρέπει να μειώσουμε το πάχος στο κέντρο ή να αυξήσουμε το πάχος της περιφέρειας. Βασιζόμενοι στο πρότυπο της φλουορεσκεΐνης στη ζώνη ευθυγράμμισης, η λύση για έναν πλευρικά έκκεντρο φακό είναι η επιπεδοποίηση της καμπύλης ευθυγράμμισης ή η αύξηση της διαμέτρου.

(Ruston, D., Van der Worp, E. 2004)

(Mountford, J. et. al. 2004)

5. ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΙΛΟΓΗ ΑΣΘΕΝΩΝ

Οι ορθοκερατολογικοί φακοί επαφής χορηγούνται στον ασθενή εφόσον έχει υποβληθεί σε μια σειρά εξετάσεων. Με τις εξετάσεις αυτές μπορεί να γίνει εκτίμηση της καταλληλότητας ή μη του υποψήφιου χρήστη για την εφαρμογή ΟΚ φακών. Ο εφαρμοστής σε πρώτο στάδιο ελέγχει την καταλληλότητα του υποψήφιου. Στη συνέχεια προβαίνει στις απαραίτητες μετρήσεις και ακολουθεί η εφαρμογή των φακών με την καλύτερη δυνατή διόρθωση. Τελικά, ενημερώνει τον υποψήφιο χρήστη για την απαραίτητη φροντίδα και συντήρηση των ΟΚ φακών.

5.1 Διάθλαση

Τα άτομα που επιθυμούν να κάνουν χρήση της Ορθοκερατολογίας πρέπει να υποβληθούν σε διαθλαστική εξέταση, για αξιολόγηση της οπτικής τους οξύτητας και καταγραφή της, ώστε να παρακολουθηθεί μετέπειτα η εξέλιξη της, κατά τη θεραπεία.

Η διαθλαστική εξέταση χωρίζεται σε αντικειμενική και υποκειμενική. Κατά κανόνα, η αντικειμενική εξέταση προηγείται της υποκειμενικής, καθώς παρέχει μια γενική αρχική εκτίμηση, βάσει της οποίας ο εφαρμοστής προχωράει στην υποκειμενική, η οποία γίνεται για να βρεθεί με ακρίβεια η οπτική οξύτητα του ασθενούς και να γίνουν οι τελικές ρυθμίσεις στο σφαίρωμα και κύλινδρο.

(Cassin, B., Rubin, M. 1990)

Η *αντικειμενική διαθλαστική εξέταση* για έναν υποψήφιο ασθενή Ορθοκερατολογίας γίνεται με τη χρήση του αυτόματου διαθλασίμετρου. Πρόκειται για ένα επίτευγμα της σύγχρονης ηλεκτρονικής και πληροφορικής, σε συνδυασμό με την οπτική. Αποτέλεσμα είναι η κατασκευή μηχανημάτων που μετράνε αυτόματα τις διαθλαστικές ανωμαλίες. Με αυτά, επιτυγχάνεται σημαντική μείωση στο χρόνο εξέτασης, γεγονός που αντισταθμίζει το υψηλό κόστος τους. Είναι απαραίτητη η κατανόηση πως το αυτόματο διαθλασίμετρο προσφέρει, επί της ουσίας, μια άκρως αντικειμενική μέτρηση των οφθαλμών και η υποκειμενική εξέταση είναι θεμελιώδης για να ολοκληρωθεί η διάθλαση. Οι δυνατότητες και περιορισμοί του διαθλασίμετρου, συνοπτικά, είναι:

- έχει μεγάλη ακρίβεια, αλλά τα αποτελέσματά του πρέπει να ακολουθούνται από τον υποκειμενικό έλεγχο,
- αν και διαθέτει οπτικά συστήματα για προσομοίωση συνθηκών μακρινής όρασης, είναι συχνό η πλήρης χαλάρωση της προσαρμογής να μην επιτευχθεί, με αποτέλεσμα να υπάρξει υπερδιόρθωση της μυωπίας, ή υποδιόρθωση της υπερμετροπίας,
- χωρίς κυκλοπληγία, η χρήση του σε παιδιά είναι πολύ πιθανό να δώσει τελείως λάθος μετρήσεις,
- δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε βρέφη ή μη συνεργαζόμενα άτομα,
- η χρήση του δε θα πρέπει να αποτρέπει ή να απομακρύνει τους νέους επαγγελματίες από την εκμάθηση των συμβατικών τεχνικών διάθλασης, καθώς ο συνδυασμός αυτών θα δώσει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.

(Δαμανάκης, Α. 2011)

Η εξέταση είναι απλή: ο ασθενής κάθεται στη καρέκλα και προσαρμόζεται στο ύψος του μηχανήματος. Τοποθετεί το κεφάλι του μεταξύ του υποσιάγωνου και των πτυχών μετώπου και κοιτάζει σταθερά μέσα στο μηχάνημα, όπου παρατηρεί μια εικόνα. Ο εφαρμοστής με τη χρήση του μοχλού κεντράρει τις φωτεινές ενδείξεις στη κόρη του ασθενούς και το διαθλασίμετρο παίρνει αυτόματες μετρήσεις, τις οποίες μετά εκτυπώνει, για ευκολία χρήσης.

(Matsamura, I., Ishikawa, Y., Maruyama, S., Hirano, R., Kohayakawa, Y. 1983)

Προχωρώντας στην υποκειμεϊκή διάθλαση, με τη χρήση της κασετίνας και του οπτότυπου, για να προσδιοριστεί με ακρίβεια η διαθλαστική ανωμαλία σε έναν ασθενή, η χαλάρωση της προσαρμογής του είναι αναγκαία. Σε παιδιά γίνεται με τη χρήση της κυκλοπληγίας, αλλά σε μεγαλύτερα άτομα χρησιμοποιείται η τεχνική ομίχλης (θόλωση).

(Δαμανάκις, Α. 2011)

Στόχος της τεχνικής αυτής είναι ο οφθαλμός του ασθενούς να μετατραπεί σε μυωπικό, ώστε οι εστίες να μεταφερθούν μπροστά από τον αμφιβληστροειδή και να προκληθεί θόλωση στην αμφιβληστροειδική εικόνα. Κατά αυτό τον τρόπο, η προσαρμογή απενεργοποιείται, καθώς αν ενεργοποιούταν, θα προκαλούσε περαιτέρω μετακίνηση των εστιών μακριά από τον αμφιβληστροειδή, με αποτέλεσμα ακόμη πιο θολή εικόνα. Όλο αυτό είναι δυνατό με τη χρήση θετικού σφαιρώματος, που τοποθετείται στο πίσω μέρος του δοκιμαστικού σκελετού, μπροστά από το μάτι του εξεταζόμενου.

(Δαμανάκις, Α. 2011)

Η δύναμη των θετικών φακών αυξάνεται έως ότου η οπτική οξύτητα του εξεταζόμενου μειωθεί επαρκώς, περίπου 1/10 στον οπτότυπο. Για έναν μύωπα ασθενή, γίνεται μείωση του αρνητικού σφαιρώματος έως ότου υπάρξει θόλωση στο 1/10. Ο ασθενής πρέπει να αφηθεί λίγη ώρα, για να πιστοποιηθεί όντως η χαλάρωση της προσαρμογής, καθώς είναι δυνατόν να παρουσιάσει βελτίωση της οπτικής του οξύτητας και να χρειαστεί περισσότερη θετική δύναμη στο σφαιρώμα για να θολώσει ικανοποιητικά.

(Δαμανάκις, Α. 2011)

Σε αυτό το σημείο, αρχίζει η προοδευτική μείωση του θετικού σφαιρώματος. Καθώς το θετικό σφαιρώμα μειώνεται, συνήθως ανά 0.50Δ με τη χρήση αρνητικών φακών, βελτιώνεται και η οπτική οξύτητα του ασθενούς. Αντίστοιχα, για έναν μύωπα ασθενή, αυξάνεται το αρνητικό σφαιρώμα. Αυτό γίνεται έως ότου βρεθεί η καλύτερη δυνατή οπτική οξύτητα, με το κατάλληλο θετικό ή αρνητικό σφαιρώμα.

(Kolker, R. 2015)

Ύστερα από ένα σημείο, αν ο ασθενής αρχίζει να βλέπει χειρότερα, τότε πρέπει να σταματήσει η μεταβολή του σφαιρώματος. Επίσης, αν ο ασθενής αναφέρει πως βλέπει το ίδιο μετά από ένα σημείο ή καλύτερα αλλά χωρίς να μπορεί να διαβάσει παρακάτω στον οπτότυπο, πρέπει πάλι να γίνει παύση της μεταβολής του σφαιρώματος, διότι πλέον έχει προκληθεί θετική υποδιόρθωση ή αρνητική υπερδιόρθωση, με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση της προσαρμογής του ασθενούς.

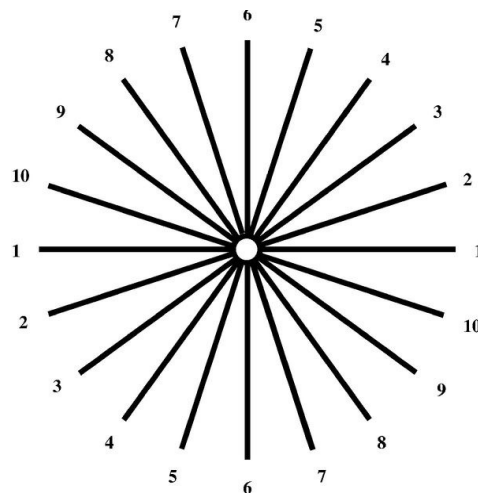
(Δαμανάκις, Α. 2011)

Με την παραπάνω διαδικασία έχει επιτευχθεί ο υπολογισμός του σφαιρώματος του ασθενούς και σειρά έχει η ανεύρεση τυχόν αστιγματισμού του και κατά συνέπεια, του άξονα και της δύναμης του κυλίνδρου. Αυτό που πρέπει να προκληθεί τώρα είναι σύμπτωση των δύο εστιών του κωνοειδούς του Sturm, μετακινώντας την πρόσθια προς την οπίσθια εστία, προς τον αμφιβληστροειδή. Για να επιτευχθεί αυτό, είναι απαραίτητος ένας αρνητικός κύλινδρος. Για να προσδιοριστεί ο αστιγματισμός, χρησιμοποιείται ο αστεροειδής κύκλος ή ο σταυροειδής κύλινδρος.

Ο αστεροειδής κύκλος αποτυπώνεται στον οπτότυπο ως μαύρες γραμμές, διατεταγμένες ακτινωτά. Με τη διόρθωση στο σφαίρωμα του, ο ασθενής ερωτάται αν βλέπει όλες τις γραμμές καθαρά ή αν κάποιες είναι πιο έντονες ή άλλες πιο θολές. Αν τις βλέπει όλες το ίδιο, είτε δεν έχει καθόλου αστιγματισμό, είτε ελάχιστο.

Αν βλέπει κάποιες πιο έντονες, δηλαδή πιο μαύρες και πιο καθαρές, και τις κάθετες αυτών πιο θολές, τότε έχει αστιγματισμό και πρέπει να βρεθεί το ποσό και ο άξονάς του. Οι έντονες γραμμές δηλώνουν τον κύριο άξονα του αστιγματισμού. (Εικόνα 5.1.1)

(Δαμανάκις, Α. 2011)



Εικόνα 5.1.1: Ο αστεροειδής κύκλος.

Για να βρεθεί η δύναμη του κυλίνδρου, ένας αρνητικός κύλινδρος τοποθετείται με τον άξονα κάθετο προς τη γραμμή που ο ασθενής βλέπει πιο καθαρά. Εν συνεχεία, η δύναμη του κυλίνδρου αυξάνεται έως ότου ο ασθενής δει το ίδιο καθαρά όλες τις γραμμές του αστεροειδή κύκλου. Το κωνοειδές του Sturm θα έχει πλέον εξαλειφθεί, καθώς οι δυο εστίες του θα έχουν έρθει σε σύμπτωση.

(Δαμανάκις, Α. 2011)

Με τον σταυροειδή κύλινδρο, δηλαδή έναν σφαιροκυλινδρικό φακό με λαβή, γίνεται η τελική ρύθμιση του άξονα και δύναμης του κυλίνδρου (εικόνα 5.1.2 Συνήθως είναι 0.25Δ και 0.50Δ, με συνδυασμό των δύο δυνάμεων, όπως για παράδειγμα -0.25 sph +0.50 cyl. Αν οι ασθενείς έχουν μειωμένη όραση, προτιμάται 1.00Δ κυλίνδρου.

(Δαμανάκις, Α. 2011)



Εικόνα 5.1.2: Ο σταυροειδής κύλινδρος.

Για τον έλεγχο του άξονα του αστιγματισμού, γίνεται το εξής: τοποθετείται στο δοκιμαστικό σκελετό το σφαίρωμα του ασθενή, ο ασθενής παρατηρεί στον οπτότυπο τα μικρότερα σύμβολα που αναγνωρίζει. Ο εξεταστής κρατάει τον σταυροκύλινδρο από τη λαβή και τον τοποθετεί μπροστά από τον σκελετό, έτσι ώστε η λαβή να είναι προέκταση του άξονα του δοκιμαστικού κυλίνδρου. Στη συνέχεια, ο σταυροκύλινδρος αναστρέφεται και συνεπώς, αναστρέφεται και η κυλινδρική δράση από τις δύο πλευρές του άξονα. Ανάλογα τη θέση που προτιμήσει ο ασθενής για καθαρότερη όραση, ο άξονας στρέφεται προς τη πλευρά του κυλίνδρου που προτίμησε. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου ο ασθενής δεν μπορεί να διακρίνει διαφορά μεταξύ των δύο θέσεων του σταυροκύλινδρου. Η ρύθμιση στον άξονα γίνεται ανά 5° ή 10° τη φορά. (Δαμανάκις, Α. 2011)

Για να ελεγχθεί η δύναμη του αστιγματισμού, η διαδικασία είναι παρόμοια με αυτή για τον έλεγχο του άξονα, με τη διαφορά ότι τώρα δεν ευθυγραμμίζεται η λαβή του σταυροκύλινδρου με τον άξονα του σκελετού, αλλά ο ίδιος ο άξονας του σταυροκύλινδρου. Σε αυτό το σημείο, ο σταυροκύλινδρος αναστρέφεται. Στη μία θέση ο άξονας του δοκιμαστικού κυλίνδρου είναι παράλληλος με τον θετικό άξονα, στην άλλη θέση είναι παράλληλος με τον αρνητικό άξονα. Αν ο ασθενής προτιμά τη θέση όπου ο κύλινδρος είναι παράλληλος με ομόσημο άξονα, τότε αυξάνεται η δύναμη. Αντίστοιχα, αν προτιμά τη θέση όπου ο κύλινδρος είναι παράλληλος με ετερόσημο άξονα, η δύναμη μειώνεται. Η διαδικασία συνεχίζεται έως ότου ο ασθενής δεν παρατηρεί διαφορά μεταξύ των δύο θέσεων του σταυροκύλινδρου. (Δαμανάκις, Α. 2011)

5.2 Σχιμοειδής λυχνία

Η σχισμοειδής λυχνία ανήκει στα οφθαλμολογικά όργανα αντικειμενικής εξέτασης του οφθαλμού. Η σχισμοειδής λυχνία χρησιμοποιείται για το λεπτομερή έλεγχο των διαθλαστικών μέσων του πρόσθιου τμήματος του οφθαλμού, της δακρυϊκής συσκευής, της γωνίας του πρόσθιου θαλάμου καθώς και για την εξέταση του βυθού με τη χρήση βοηθητικών φακών. Είναι ιδιαίτερα πολύτιμη για την εξέταση του κερατοειδούς, του επιπεφυκότα και των βλεφάρων πριν την εφαρμογή φακών επαφής και μετέπειτα για να γίνει εκτίμηση της εφαρμογής των φακών επαφής. Η σχισμοειδής λυχνία αποτελείται από δύο

τιμήματα: από ένα χαμηλής μεγεθυντικής ισχύος δίοφθαλμο μικροσκόπιο και από ένα σύστημα φωτισμού. Το όργανο ονομάζεται σχισμοειδής λυχνία διότι το σύστημα φωτισμού παράγει μια λεπτή κάθετη σχισμή φωτός με μεταβλητό μήκος, εύρος και φωτεινότητα, η οποία παρέχει μια οπτική τομή των διάφανων δομών του οφθαλμού. Η σχισμοειδής λυχνία αποτελείται από δύο συστήματα: το κοινό εστιακό επίπεδο και το κοινό κέντρο περιστροφής. Τα δύο συστήματα περιστρέφονται ταυτόχρονα χωρίς να μεταβάλλεται η εστίαση ωστόσο υπάρχουν και περιπτώσεις αποδέσμευσης των δύο συστημάτων ώστε να εστιάζουν σε διαφορετικά σημεία. Τα κυριότερα μέρη όσο αναφορά την λειτουργία της σχισμοειδής λυχνίας αποτελούν το δίοφθαλμο προσοφθάλμιο το οποίο προσαρμόζεται σύμφωνα με την κορική απόσταση του εξεταστή, το εύρος των μεγενθύσεων από 5x για μια γενική παρατήρηση έως 55x για μεγαλύτερη λεπτομέρεια και τα φίλτρα. Το μικροσκόπιο της σχισμοειδούς λυχνίας είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε να υπάρχει μεγάλη απόσταση εργασίας γεγονός που προσδίδει άνεση στο χειρισμό της με μειονέκτημα την μειωμένη διακριτική ικανότητα.

Τα φίλτρα της σχισμοειδούς λυχνίας είναι α) το πράσινο, το οποίο αυξάνει την αντίθεση όταν ελέγχουν για ύπαρξη νεοαγγείωσης στο κερατοειδή ή στο ΣΚΟ και το οποίο χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το κόκκινο της βεγγάλης το οποίο αποτελεί είδος χρωστικής και αντικαθιστά την φλουορεσκεΐνης σε περίπτωση αλλεργίας σε αυτήν, β) το φίλτρο ουδέτερης πυκνότητας το οποίο μειώνει την ένταση του φωτός, γ) το πολωτικό φίλτρο το οποίο μειώνει τις αντανάκλασεις και υπάρχει πάντα, δ) το κίτρινο φίλτρο το οποίο χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το μπλέ φίλτρο και τοποθετείται μπροστά από το σύστημα παρατήρησης, ώστε να διαπιστώσουμε μικρές εκδορές και, τέλος, ε) το μπλε του κοβαλτίου το οποίο ενεργοποιεί την φλουορεσκεΐνη και μπορούμε να παρατηρήσουμε τυχόν εκδορές στο επιθήλιο του κερατοειδούς, ενώ σκέτο το χρησιμοποιούμε για να παρατηρήσουμε το δαχτυλίδι του Fresnel σε περιπτώσεις κερατόκωνου.

Οι τεχνικές φωτισμού και παρατήρησης της σχισμοειδούς λυχνίας μπορούν να διαχωριστούν σε α)φωτισμό διάχυσης, β)άμεσες τεχνικές φωτισμού και γ)έμμεσες τεχνικές φωτισμού. Ο φωτισμός διάχυσης χρησιμοποιείται με μικρές μεγενθύνσεις και διάχυτο φωτισμό μεγάλης διασποράς για μια γενική επισκόπηση των βλεφάρων, του επιπεφυκότα και μετά την εφαρμογή του φακού επαφής. Άμεση τεχνική φωτισμού είναι αυτή στην οποία διατηρείται η μηχανική σύνδεση λυχνίας-μικροσκοπίου και υπάρχει κοινή περιοχή εστίασης.

Έμμεση τεχνική φωτισμού είναι αυτή στην οποία διακόπτεται η σύνδεση λυχνίας και μικροσκοπίου και συνεπώς δεν υπάρχει κοινή εστίαση.

Η άμεση τεχνική φωτισμού περιλαμβάνει τις εξής τεχνικές: α)παραλληλεπίπεδος, β)οπτική τομή, γ)πλάγιος φωτισμός, δ)τεχνική κατοπτρικής αντανάκλασης. Στον παραλληλεπίπεδο ρυθμίζουμε την λυχνία με πλάτος σχισμής 1mm, γωνία <math><45^\circ</math>, μεγέθυνση 10x και μπορούμε να ελέγξουμε τα βλέφαρα, τους κανθούς, την ίριδα, τον επιπεφυκότα, τον σκληρό και τον κερατοειδή. Στην οπτική τομή η λυχνία ρυθμίζεται με πλάτος σχισμής 0,1mm, γωνία 90° , μεγέθυνση 50x, φίλτρο λευκό και εξετάζουμε μια διατομή του κερατοειδούς για τον εντοπισμό αδιαφάνειας και για απόπτωση επιθηλίου. Στην τεχνική κατοπτρικής αντανάκλασης ρυθμίζουμε το πλάτος της σχισμής 0,1mm, η γωνία μεταξύ λυχνίας και μικροσκοπίου στις 45° , μεγέθυνση 50x, φίλτρο λευκό και ελέγχουμε για την

ύπαρξη μικρών αδιαφανειών, το δακρυϊκό φιλμ, το ενδοθήλιο και την πρόσθια επιφάνεια του φακού.

Η έμμεση τεχνική φωτισμού περιλαμβάνει τις εξής τεχνικές: α)σκληρική σκέδαση, β)αντίστροφος φωτισμός, γ)transillumination, δ)κωνική σκέδαση. Στην σκληρική σκέδαση η λυχνία είναι τοποθετημένη πάνω στο ΣΚΟ ενώ το μικροσκόπιο είναι κάθετο στο σημείο παρατήρησης. Το πλάτος της σχισμής ρυθμίζεται 0,5-1 mm, μεγέθυνση 10x, λευκό φίλτρο και ελέγχουμε για οίδημα η κάποια αδιαφάνεια του κερατοειδούς. Στον αντίστροφο φωτισμό το πλάτος της σχισμής είναι 2 mm η λυχνία βρίσκεται στην ίριδα και το μικροσκόπιο στο σημείο παρατήρησης ,η μεγέθυνση είναι 20x,το φίλτρο λευκό και ελέγχουμε για μικρές αδιαφάνειες, για νεοαγγειώσεις του κερατοειδή, μικροκύστες και διηθήσεις. Στο transillumination το πλάτος της σχισμής είναι 1,5mm, η λυχνία είναι στην ίριδα, το μικροσκόπιο στο σημείο παρατήρησης, η μεγέθυνση 20x, το φίλτρο λευκό και ελέγχουμε για αδιαφάνειες και ανωμαλίες. Στην κωνική δέσμη το πλάτος της σχισμής ρυθμίζεται σε 0,1mm, μεγέθυνση 20-40x, το φίλτρο λευκό, το φώς της λυχνίας περνά από το χείλος της ίριδας και πέφτει στην πρόσθια επιφάνεια του κρυσταλλοειδούς και μπορούμε να παρατηρήσουμε το υδατοειδές υγρό και αλλοιώσεις.

Η σχισμοειδής λυχνία βρίσκει εφαρμογή στην ορθοκερατολογία στην εξέταση του υποπήφου για θεραπεία ασθενή πριν και μετά την εφαρμογή των ορθοκερατολογικών φακών.

(Κατσούλος, K.et. al., 2010)

Αρχικά πριν την εφαρμογή των ΟΚ φακών θα πρέπει να γίνει μελέτη της δακρυϊκής στιβάδας για τυχόν ύπαρξη ξηροφθαλμίας. Για την αξιολόγηση της ποιότητας και της ποσότητας των δακρύων ο εφαρμοστής προχωρά σε BUT test (break up time test), με την ενστάλαξη φλουορεσκεΐνης στον οφθαλμό, ο εξεταζόμενος βρίσκεται καθισμένος μπροστά στην λυχνία και αφού εκτελέσει 2-3 βλεφαρισμούς ο εφαρμοστής θα είναι σε θέση να ελέγξει την εμφάνιση σημείων διάσπασης της δακρυϊκής στιβάδας, χρονομετρώντας παράλληλα μέχρι την πρώτη ρήξη της. Ο ελάχιστος χρόνος ρήξης για ένα φυσιολογικό αποτέλεσμα και μια υγιή δακρυϊκή στιβάδα είναι 8 sec, ενώ χρόνος μικρότερος των 5 sec υποδηλώνει παθολογική κατάσταση. Εναλλακτική μέθοδος εκτίμησης της ποσότητας των δακρύων αποτελεί το Schirmer's Test.

(Κατσούλος, K.et. al., 2010)

Επίσης θα πρέπει να ελεγχθεί τόσο ο βολβικός όσο και ο βλεφαρικός επιπεφυκότας και σίγουρα θα πρέπει να γίνει έλεγχος του κερατοειδή για νεοαγγείωση και εκδορές. Μετά την εφαρμογή των ΟΚ φακών θα πρέπει να ελεγχθεί η θέση και η κινητικότητα του. Ο φακός θα πρέπει να καλύπτει τον κερατοειδή και το κεντράρισμα του να είναι σταθερό στις διάφορες βλεμματικές θέσεις. Επίσης η κίνηση του φακού, μετά από κάθε βλεφαρισμό θα πρέπει να μετακινείται κατά 0.2mm - 0.4mm. Τέλος κατά το pushup test θα πρέπει να ελέγξουμε την ευκολία μετακίνησης του φακού αλλά και την ταχύτητα επαναφοράς.

(Ασημέλλης, Γ. 2007)

(Morris, J., Hirji, N. 1969)

(Κατσούλος, K.et. al., 2010)

5.3 Κερατομετρία

Κερατομετρία είναι η αντικειμενική διαθλαστική εξέταση που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της καμπυλότητας της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς. Τα όργανα που χρησιμοποιούνται για την κερατομετρία είναι το οφθαλμόμετρο ή αλλιώς Javal και το κερατόμετρο. Αρχικά το κερατόμετρο χρησιμοποιούνταν για τη μέτρηση του αστιγματισμού, στη συνέχεια όμως αφού εμφανίστηκαν οι φακοί επαφής η κερατομετρία χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό των διάφορων καμπυλοτήτων του κερατοειδή. Επίσης η λειτουργία του χρησιμεύει και για τη διάγνωση των βέβαιων μεταβολών στον κερατοειδή και στη μέτρηση της καμπυλότητας τόσο των σκληρών όσο και των μαλακών φακών επαφής.

Η κερατομετρία παρόλο που είναι μια ακριβής και χρήσιμη μέθοδος στον έλεγχο των καμπυλοτήτων είναι ανακριβής για τη μέτρηση του αστιγματισμού. Παρόλο που συμβαίνει αυτό, για αρκετούς η κερατομετρία είναι ο μόνος τρόπος για τον έλεγχο του αστιγματισμού. Η ελλιπή ακρίβεια της κερατομετρίας οφείλεται σε κάποιους αιτίες. Οι αιτίες αυτές είναι: 1) Το κερατόμετρο δεν μετράει τη διαθλαστική δύναμη του κερατοειδούς στην πρόσθια επιφάνεια του αλλά την καμπυλότητα. Η δύναμη υπολογίζεται με την τοποθέτηση ενός συμβατικού δείκτη διάθλασης στον κερατοειδή. 2) Ακόμη και στην οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς μπορεί να υπάρχει κάποιος μικρός αστιγματισμός της τάξεως 0.50 D και αυτή η διαθλαστική δύναμη να αγνοείται 3) ο φακικός αστιγματισμός που μπορεί να είναι και 0.25 δεν υπολογίζεται 4) Η τιμή που δίνει το κερατόμετρο είναι αυτό του κυλίνδρου που θα διόρθωνε τον αστιγματισμό της πρόσθιας επιφάνειας, μόνο αν ο κύλινδρος ερχόταν σε επαφή με τον κερατοειδή. Ο κύλινδρος όμως δεν έρχεται σε επαφή με τον κερατοειδή αλλά τοποθετείται σε γυαλιά σε κάποια απόσταση από αυτόν και για να επιτευχθεί το ίδιο αποτέλεσμα θα πρέπει να μεταβληθεί η δύναμή του, αλλιώς θα δημιουργηθεί σφάλμα, το οποίο είναι άλλοτε μικρό και άλλοτε σημαντικό. Το μικρό σφάλμα μπορεί να δημιουργηθεί στις μικρές αμετρωπίες και το μεγάλο σε μεγάλες αμετρωπίες. Στην υψηλή μυωπία ο κύλινδρος που χορηγείται είναι μεγαλύτερος από την ένδειξη του κερατομέτρου, ενώ στην υψηλή υπερμετρωπία ο κύλινδρος που χορηγείται είναι μικρότερος. Σε υψηλές σφαιρικές αμετρωπίες θα πρέπει να γίνει κάποια μετατροπή ώστε να υπολογιστεί η δύναμη του κυλίνδρου που θα χορηγηθεί για τα γυαλιά. Μετατρέπεται η αμετρωπία των μεσημβρινών που αναλογείται στους δύο άξονες του αστιγματισμού για την απόσταση που χρειάζονται στα γυαλιά. Ο βαθμός του αστιγματισμού είναι η διαφορά των τιμών.

Παρόλες όμως τις αιτίες που καθιστούν την κερατομετρία μία ανακριβής μέτρηση είναι αρκετά χρήσιμη και ενδείνεται σε κάποιες περιπτώσεις. Οι περιπτώσεις αυτές είναι: 1) Στη μέτρηση της ακτίνας καμπυλότητας όταν εφαρμόζονται φακοί επαφής και στον υπολογισμό της δύναμης του ενδοφακού σε εγχείρηση καταρράκτη 2) Μέσω της κερατομετρίας μπορεί να υπάρξει μία έμμεση ένδειξη για το αν πρόκειται για μία αξονική ή διαθλαστική αμετρωπία 3) Όταν δεν μπορεί να γίνει διάγνωση μέσω της σκιασκοπίας επειδή υπάρχουν θολερότητες στα διαφανή μέσα του οφθαλμού, γίνεται ένας αντικειμενικός προσδιορισμός του αστιγματισμού. Η κερατομετρία επίσης αποκτά και διαγνωστική αξία όταν υπάρχει ανώμαλος αστιγματισμός.

Οφθαλμόμετρο: Το οφθαλμόμετρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση του κερατοειδικού αστιγματισμού και για τη μέτρηση της καμπυλότητας του κερατοειδούς. Για

να μετρηθεί ο αστιγματισμός με το οφθαλμόμετρο ακολουθούνται τα εξής βήματα: Φέρνουμε σε επαφή τα ανακλώμενα από τον κερατειδή είδωλα αφού πρώτα εστιαστούν, στη συνέχεια, αφού περιστρέψουμε το όργανο ευθυγραμμίζουμε τις δύο μαύρες γραμμές που υπάρχουν στο μέσο. Στο σημείο όπου οι δύο γραμμές ευθυγραμμίζονται είναι ο κύριος άξονας του αστιγματισμού. Στη συνέχεια αφού τα είδωλα βρίσκονται σε επαφή, γίνεται περιστροφή του οργάνου κατά 90° . Αν τα είδωλα παραμένουν σε επαφή τότε δεν υπάρχει κερατοειδικός αστιγματισμός, αν όμως απομακρυνθούν τότε υπάρχει. Αν στα είδωλα παρατηρείται απομάκρυνση, τα φέρνουμε σε επαφή σε αυτό το σημείο και περιστρέφουμε κατά 90° ώστε να επανέλθει στην αρχική του θέση. Στο σημείο αυτό τα είδωλα θα ενωθούν.

Στο οφθαλμόμετρο υπάρχει μορφή κλίμακας που παίρνει το ένα από τα δύο είδωλα. Ο κερατοειδικός αστιγματισμός μετρείται σε D και υπολογίζεται από τον αριθμό των σκαλοπατιών της κλίμακας που καλύπτονται στο σημείο της ένωσης. Υπάρχει ένας κανόνας για τη σωστή τοποθέτηση του διορθωτικού κυλίνδρου. Ο κανόνας αυτός είναι ο εξής: Ο άξονας του θετικού κυλίνδρου τοποθετείται στο σημείο όπου υπήρχε ένωση των ειδώλων και ο αρνητικός κύλινδρος στον κάθετο προς αυτόν. Αν τα είδωλα ενώνονται στον κάθετο άξονα, τότε ο αστιγματισμός που παρατηρείται είναι σύμφωνος με τον κανόνα και αν ενώνονται στον οριζόντιο άξονα ο αστιγματισμός που παρατηρείται είναι παρά τον κανόνα. Αυτά όσον αφορά τη μέτρηση του κερατοειδικού αστιγματισμού. Με το οφθαλμόμετρο επίσης μετράμε την ακτίνα καμπυλότητας. Η διαδικασία έχει ως εξής: Ο κύριος άξονας είναι αυτός όπου τα είδωλα έρχονται σε επαφή και ευθυγραμμίζονται στις δύο μαύρες γραμμές. Στο όργανο υπάρχουν κλίμακες όπου διαβάζονται οι ακτίνα καμπυλότητας ή η διαθλαστική δύναμη. Για να βρούμε τον δεύτερο άξονα περιστρέφουμε κατά 90° το όργανο. Ο κερατοειδικός αστιγματισμός προκύπτει από τη διαφορά των διαθλαστικών δυνάμεων των δύο αξόνων.

Κερατόμετρο: Στο κερατόμετρο τα ανακλώμενα είδωλα εμφανίζονται ως τρεις κύκλοι. Στους κύκλους αυτούς υπάρχουν κάποια σύμβολα. Τα σύμβολα αυτά είναι το (+) όπου υπάρχει δίπλα σε κάθε κύκλο, το (-) που υπάρχει πάνω από κάθε κύκλο. Με το σταυρόνημα του οργάνου που τοποθετείται στο κέντρο του κύκλου που αντιστοιχεί στην ορθή γωνία επιτυγχάνεται η επικέντρωση των ειδώλων. Υπάρχουν δύο ενδείξεις, αν τα είδωλα εστιαστούν σωστά και με ακρίβεια ο κεντρικός κύκλος είναι ευκρινής και μονός. Αντίθετα όταν το κέντρο του κύκλου όπως και τα σύμβολα φαίνονται διπλά και όχι μονά τότε το όργανο βρίσκεται εκτός εστίας.

Όταν οι κύκλοι δεν αντιστοιχούν στους δύο άξονες του αστιγματισμού τότε οι δύο σταυροί δεν είναι ευθυγραμμισμένοι. Για να επιτευχθεί ευθυγράμμιση περιστρέφεται το κύριο σώμα του οργάνου μέχρις ότου να τοποθετηθούν οι κύκλοι με τους άξονες του αστιγματισμού και οι δύο σταυροί να ενωθούν. Για την εύρεση της ακτίνας καμπυλότητας ρυθμίζονται τα δύο τύμπανα που υπάρχουν στο όργανο. Με την περιστροφή των τυμπάνων οι δύο κύκλοι μετακινούνται και τα σύμβολα ταυτίζονται. Έτσι φτάνουμε στην τελική θέση όπου μπορεί να διαβαστεί η διαθλαστική δύναμη ή η ακτίνα καμπυλότητας.

5.4 Τοπογραφία κερατοειδούς

Η σύγχρονη τοπογραφία του κερατοειδούς, μια τεχνική που αναπτύχθηκε το 1980, συνδύασε τη χρήση υπολογιστών και την εξέταση δακτυλίων Placido (εικόνα 5.4.1) για να αναλύσει την επιφάνεια του κερατοειδούς και να δώσει μια πλήρη, λεπτομερή εικόνα της.

Η λειτουργία του τοπογράφου βασίζεται στη χρήση των ανακλάσεων του κερατοειδούς για να υπολογίσει την ακτίνα καμπυλότητας και, εν συνεχεία, την διαθλαστική ισχύ. Γίνεται λήψη μιας ψηφιακής φωτογραφίας των ανακλάσεων των δακτυλίων, τα όρια των οποίων εντοπίζονται από το λογισμικό του συστήματος.

(Κατσούλος, Κ., Ασημέλλης, Γ. 2008)



Εικόνα 5.4.1: Κερατοειδικός τοπογράφος με δακτύλιους Placido.

Είναι μια χρήσιμη διαδικασία στην εφαρμογή φακών επαφής, στη διαπίστωση παραμορφώσεων του κερατοειδούς, στην προεγχειριστική και μετεγχειριστική μελέτη ασθενών που υποβάλλονται σε διαθλαστική χειρουργική, στη διάγνωση και την παρακολούθηση της εξέλιξης του κερατόκωνου, καθώς και στην μέθοδο της Ορθοκερατολογίας.

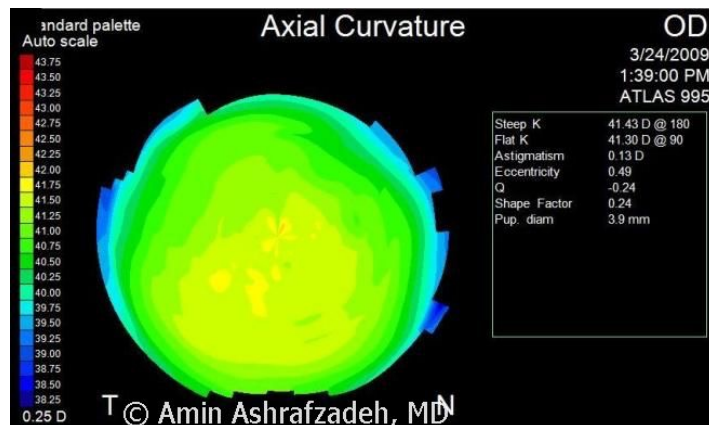
(Κατσούλος, Κ., Ασημέλλης, Γ. 2008)

Ο τοπογράφος χρησιμοποιεί τους εκάστοτε αλγορίθμους για να ανακατασκευάσει την κερατοειδική επιφάνεια. Είναι μια χαρτογράφηση του συνόλου της επιφάνειας του κερατοειδούς με χρωματικό κώδικα.

Οι πιο κυρτές περιοχές απεικονίζονται με θερμά χρώματα (κόκκινο-πορτοκαλί), ενώ οι πιο επίπεδες με ψυχρά (μωβ-μπλε) και οι φυσιολογικές περιοχές απεικονίζονται με μεσαίου φάσματος χρώματα (πράσινο-κίτρινο).

(Δαμανάκης, Α. 1999)

Η κεντρική περιοχή σε έναν φυσιολογικό κερατοειδή απεικονίζεται πιο κυρτή από την περιφέρεια, το οποίο οφείλεται στο ασφαιρικό σχήμα του. (Εικόνα 5.4.2) Βάσει των έγχρωμων περιοχών, μπορεί να γίνει εκτίμηση της διοπτρικής ισχύος για κάθε σημείο του κερατοειδούς.



Εικόνα 5.4.2: Φυσιολογικός κερατοειδής σε τοπογραφία.

Ένας σύγχρονος τοπογράφος παρέχει τις εξής λειτουργίες:

- κατασκευή επαπτομενικών και αξονικών καμπυλομετρικών χαρτών,
- υπολογισμό κερατοειδικού αστιγματισμού στις διάφορες ζώνες,
- υπολογισμό της ασφαιρικότητας ή εκκεντρότητας στις ζώνες του κερατοειδούς,
- υπολογισμό του χάρτη ανύψωσης,
- υπολογισμό του κερατοειδικού μετώπου κύματος,
- προσομοίωση της εφαρμογής σκληρών αεροδιαπερατών φακών,
- παραγωγή παχυμετρικών χαρτών του κερατοειδούς,
- παραγωγή δισδιάστατων και τρισδιάστατων εικόνων του προσθίου θαλάμου,
- απεικόνιση τομών του κερατοειδούς με αδιαφάνειες και σημεία επαφής μοσχεύματος-κερατοειδούς.

(Κατσούλος, Κ., Ασημέλλης, Γ. 2008)

Σε μια τοπογραφική απεικόνιση ο αστιγματισμός έχει τη μορφή κλεψύδρας θερμότερων χρωμάτων. Ο κερατοειδικός αστιγματισμός είναι συνήθως «σύμφωνα με τον κανόνα» και η κλεψύδρα είναι προσανατολισμένη στον κατακόρυφο μεσημβρινό των 90° - 270° μοιρών. Στον «παρά τον κανόνα» αστιγματισμό, η κλεψύδρα είναι παραλληλισμένη με το μεσημβρινό των 0° - 180°. Στη περίπτωση του πλάγιου αστιγματισμού, η κλεψύδρα είναι προσανατολισμένη στον άξονα των 45° ή 135°.

Σε ασύμμετρο αστιγματισμό παρατηρείται απουσία ενός σκέλους της κλεψύδρας, ή ασυμμετρία της κλεψύδρας ή γενικότερη ασυμμετρία του κερατοειδικού προφίλ.

(Κατσούλος, Κ., Ασημέλλης, Γ. 2008)

Η τοπογραφία του κερατοειδούς αποτελεί το σημαντικότερο εργαλείο του εφαρμοστή για τον έλεγχο πριν και μετά την εφαρμογή της ορθοκερατολογικής μεθόδου.

Κατά την τοπογραφική ανάλυση πριν την εφαρμογή, πραγματοποιούνται:

- έλεγχος για τυχόν παθολογίες του κερατοειδούς,
- καθορισμός του βασικού σχήματος του κερατοειδούς,
- πρόβλεψη του αποτελέσματος βάσει της ακτίνας κορυφής και της εκκεντρότητας του κερατοειδούς,
- ακριβής ανάλυση του σχήματος για την επιλογή των βέλτιστων παραμέτρων των φακών.

Κατά την τοπογραφική ανάλυση μετά την εφαρμογή, πραγματοποιούνται:

- εντοπισμός και καταγραφή των προκλητών κερατοειδικών αλλαγών,

- συνεισφορά στην επίλυση προβλημάτων,
 - βελτιώσεις στο σχεδιασμό των φακών.
- (Mountford, Caroline & Noack, 2002)

Ο έλεγχος για παθολογικές επιπτώσεις επιτρέπει τον εντοπισμό κερατοειδικών ανωμαλιών, όπως ανώμαλο κερατοειδικό αστιγματισμό και κερατόκωνο. Αυτές οι συνθήκες αντενδείκνυνται πλήρως για ορθοκερατολογία και ο εφαρμοστής θα πρέπει να συμβουλέψει τον υποψήφιο ότι είναι ακατάλληλος για τέτοιου είδους θεραπεία. Επίσης, τα άτομα με από άκρη σε άκρη αστιγματισμό πιθανόν να μην ανταποκριθούν καλά στην ορθοκερατολογία και πρέπει να ενημερωθούν καταλλήλως.

(Mountford, Caroline & Noack, 2002)

Μια πολύ σημαντική λειτουργία του τοπογράφου πριν την εφαρμογή είναι ο καθορισμός ενός αρχικού βασικού σχήματος του κερατοειδούς, για σύγκριση με μεταγενέστερες τοπογραφικές αλλαγές.

Εφόσον η ορθοκερατολογία έχει ως αποτέλεσμα την πεπλάτυνση της κορυφής του κερατοειδούς, είναι σημαντικό να διαφοροποιηθεί η ακτίνα κορυφής της καμπυλότητας από την επίπεδη κερατοειδική μέτρηση. Φυσιολογικά, σε έναν συμμετρικό κερατοειδή, η ακτίνα κορυφής είναι η ακτίνα του υψηλότερου σημείου του κερατοειδούς. Αυτό το σημείο βρίσκεται συνήθως κοντά στο γεωμετρικό κέντρο του κερατοειδούς, αλλά η τοποθεσία του μπορεί να ποικίλει. Είναι συνήθως 0.50Δ έως 1.00Δ πιο κυρτή από την επίπεδη κερατοειδική μέτρηση, ανάλογα την εκκεντρότητα του κερατοειδούς και το βαθμό του κερατοειδικού αστιγματισμού. Η ακτίνα καμπυλότητας είναι ίση με την ακτίνα κορυφής μόνο αν η εκκεντρότητα του κερατοειδούς είναι μηδέν.

(Mountford, Caroline & Noack, 2002)

Ένας κύριος σκοπός της τοπογραφίας πριν την εφαρμογή είναι ο καθορισμός του βαθμού της κερατοειδικής εκκεντρότητας. Η εκκεντρότητα έχει αποδειχθεί ως έγκυρο προγνωστικό της διαθλαστικής αλλαγής, διότι όσο μεγαλύτερη η εκκεντρότητα, τόσο μεγαλύτερη η προβλεπόμενη αλλαγή.

(Mountford, Caroline & Noack, 2002)

Η χαρτογράφηση του κερατοειδούς πριν την εφαρμογή παρέχει πολύτιμα στοιχεία για το σχήμα και βοηθάει στον προσδιορισμό των βέλτιστων παραμέτρων των φακών που απαιτούνται για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Η εφαρμογή φακών επαφής με τη χρήση του τοπογράφου παρέχει τέτοιο βαθμό ακρίβειας, ο οποίος είναι αδύνατον να επιτευχθεί με το κερατόμετρο ή τη χρώση φλουροσκεϊνης των διαγνωστικών φακών.

(Mountford, Caroline & Noack, 2002)

Η πιο ακριβής και αναπαραγώγιμη τεχνική για εφαρμογή αντίστροφης γεωμετρίας αποκαλείται τεχνική οβελιαίου ύψους.

Η σχέση είναι:

[Οβελιαίο Ύψος Φακού = Οβελιαίο Ύψος Κερατοειδούς + Πάχος Κορυφής Δακρυϊκού Φιλμ]

Η ακρίβεια της εφαρμογής των σύγχρονων φακών αντρίστροφης γεωμετρίας εξαρτάται από την ακρίβεια των τοπογραφικών δεδομένων. Συνεπώς, είναι σημαντικό να προσδιοριστούν τα όρια των σύγχρονων συστημάτων κερατοειδικής χαρτογράφησης και πως η ακρίβεια οποιασδήποτε μέτρησης εξαρτάται από:

- τους αλγορίθμους που χρησιμοποιούνται για την ανακατασκευή του σχήματος του κερατοειδή,
- τα μηχανήματα λήψης εικόνας,
- τη σταθερότητα του ασθενούς και του δακρυϊκού φιλμ κατά την διαδικασία λήψης,
- τον αριθμό των μετρήσεων που απαιτείται για στατιστικά σημαντική ακρίβεια.

(Mountford, Caroline & Noack, 2002)

Η τοπογραφία κερατοειδούς μετά την εφαρμογή παρέχει μια εικονική ανάλυση των αλλαγών στο σχήμα του κερατοειδούς που συνέβησαν κατά την διάρκεια της ολονύχτιας χρήσης. Η κερατοειδική χαρτογράφηση είναι ο μόνος αξιόπιστος τρόπος για τον ακριβή εντοπισμό της θέσης του φακού κατά την διάρκεια του ύπνου. Αυτή η πληροφορία βοηθάει στον προσδιορισμό των κατάλληλων τροποποιήσεων στο φακό, απαραίτητες για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

(Mountford, J. et. al., 2004)

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι χαρτών: αξονικός, εφαπτομενικός ή διαθλαστικός ισχύος. Ο εφαρμοστής μπορεί να δει αυτούς τους χάρτες σε απεικόνιση ακτίνας (mm) ή ισχύος (διοπτρίες). Κάθε τύπος έχει τη χρήση του, χωρίς κανένας να είναι εν γένει ανώτερος του άλλου.

(Mountford, Caroline & Noack, 2002)

Επίσης, η λειτουργία του αφαιρετικού χάρτη είναι απαραίτητη για τη διάγνωση τυχόν ανακρίβειών και είναι μια πολύ ανώτερη μέθοδος από την απλή παρατήρηση των πριν και μετά την εφαρμογή χαρτών δίπλα-δίπλα. Ο χάρτης διαφοράς δείχνει τι ακριβώς έγινε στον αρχικό κερατοειδή για να προκληθεί το μετά της εφαρμογή σχήμα.

(Mountford, J. et. al., 2004)

Οι μετά την εφαρμογή χάρτες μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, βάσει της θέσης του φακού σε κλειστό μάτι και την καταληκτική τοποθεσία της ζώνης θεραπείας:

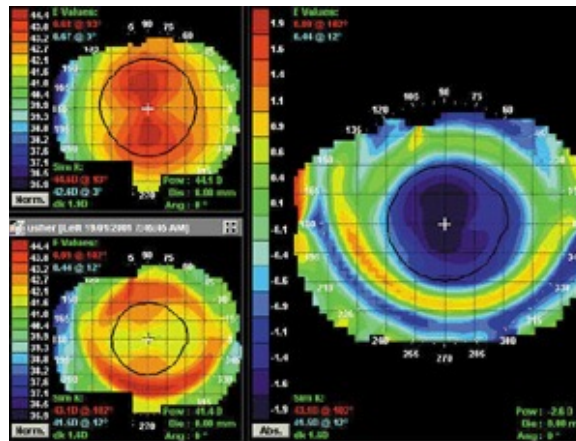
Το *κεντρικό μοτίβο θεραπείας (Bull's Eye)* προκύπτει όταν διατηρείται κατάλληλη κέντρωση φακού καθ' όλη την διάρκεια την νύχτας. Αυτή είναι η βέλτιστη μετά την εφαρμογή τοπογραφία και η μόνη που παρέχει έγκυρα μεταδιαθλαστικά δεδομένα. Χαρακτηρίζεται από:

- μια καλά κεντρωμένη περιοχή κερατοειδικής επιπεδοποίησης (θεραπευτική ζώνη),
- ένας κύκλος μεσωπεριφερειακής κερατοειδικής κυρτότητας,
- μικρή ή μηδαμινή περιφερειακή κερατοειδική αλλαγή.

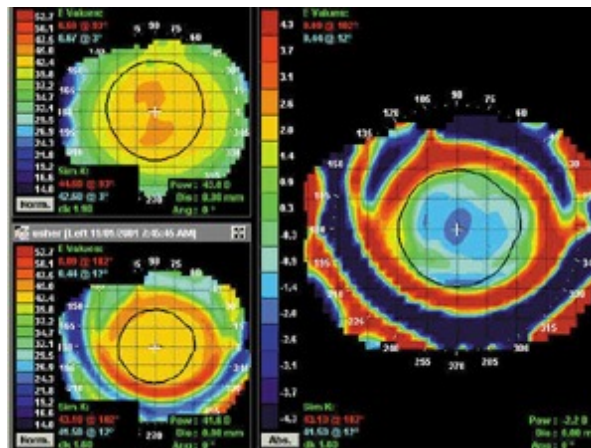
(Mountford, Caroline & Noack, 2002)

Η αξονική δύναμη στη κορυφή είναι ανεξάρτητος δείκτης της καλύτερης σφαιρικής διαθλαστικής αλλαγής (εικόνα 5.4.3). Ο εφαπτομενικός χάρτης δείχνει τη κέντρωση της

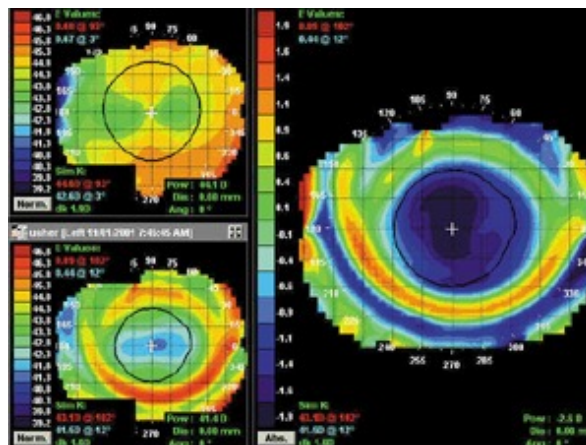
επίδρασης (εικόνα 5.4.4) και ο διαθλαστικής ισχύς δείχνει τη πραγματική έκταση της ζώνης θεραπείας (εικόνα 5.4.5).



Εικόνα 5.4.3: Αξονικός χάρτης.



Εικόνα 5.4.4: Εφαπτομενικός χάρτης.



Εικόνα 5.4.5: Χάρτης διαθλαστικής ισχύος.

Η κεντρική περιοχή θεραπείας ποικίλει σε διάμετρο, ανάλογα το ποσό της αλλαγής που προκλήθηκε, και φθάνει τη πλήρη διάμετρο της μετά από επτά με δέκα μέρες χρήσης. (Mountford, J. et. al., 2004)

Εάν η αρχική τοπογραφία παρέχει τα σωστά δεδομένα ανύψωσης, ο υπολογιζόμενος φακός θα πρέπει να παρέχει την ιδανική σχέση εφαρμογής με το προκύπτον Bull's Eye. Ωστόσο, αν η εφαρμογή του φακού είναι λιγότερο από βέλτιστη, οι τοπογραφικές περιοχές θα δείξουν τι πήγε λάθος.

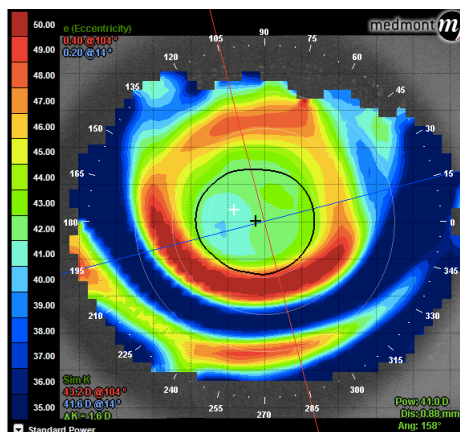
(Mountford, J. et. al., 2004)

Το αποκεντρωμένο θεραπευτικό μοτίβο (*smiley face*-χαμογελαστό πρόσωπο) ονομάζεται μια περιοχή θεραπείας η οποία είναι προς τα άνω εκκεντρη, σε σχέση με τη θέση της κόρης, αποτέλεσμα μιας εφαρμογής του φακού που είναι πολύ επίπεδη. (εικόνα 5.4.6) Αυτό θα συμβεί μόνο εάν η αρχική τοπογραφική μέτρηση είναι μεγαλύτερη του σε σχέση με το οβελιαίο ύψος του κερατοειδούς. Η οπτική οξύτητα είναι μειωμένη και αυτό οφείλεται στην αύξηση σύμφωνα με τον κανόνα αστιγματισμό.

(Mountford, Caroline & Noack, 2002)

Με τα παραδοσιακά σφαιρικά και ασφαιρικά σχέδια των RGP φακών, η βασική ακτίνα καμπυλότητας και η διάμετρος της οπίσθιας οπτικής ζώνης ελέγχουν το οβελιαίο ύψος του φακού. Ωστόσο, με τα αντίστροφα σχέδια γεωμετρίας των φακών, το οβελιαίο ύψος του φακού ελέγχεται από διαφορετικές παραμέτρους φακών· συγκεκριμένα:

- η ακτίνα της αντίστροφης καμπύλης,
- η ακτίνα ή γωνία της ζώνης περιφερικής ευθυγράμμισης



Εικόνα 5.4.6: Smiley Face.

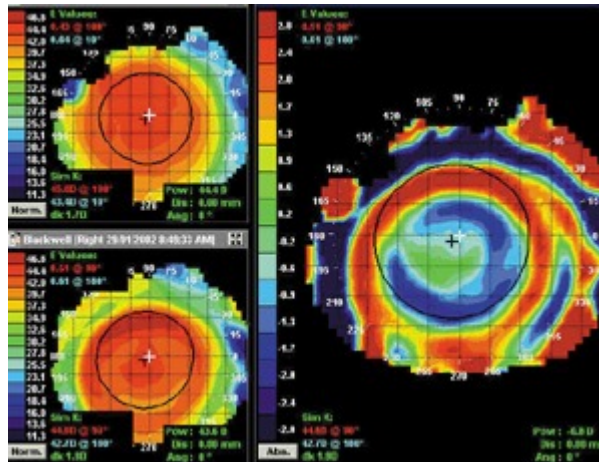
Η διόρθωση του Smiley Face επιτυγχάνεται:

- αυξάνοντας το οβελιαίο ύψος του φακού κατά 8 μικρά ή την εκκεντρότητα κατά 0.05
- κάνοντας πιο κυρτή την αντίστροφη καμπύλη
- κάνοντας πιο κυρτή τη καμπύλη ευθυγράμμισης

(Mountford, Caroline & Noack, 2002)

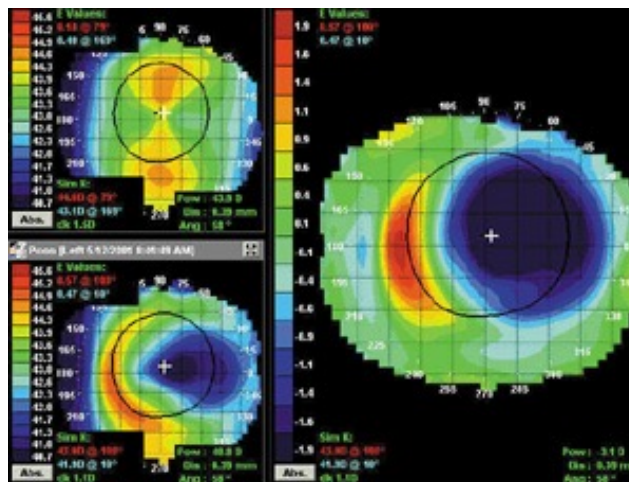
Το Frowny Face (συνοφρυωμένο πρόσωπο) συμβαίνει μόνο όταν η καμπύλη ευθυγράμμισης είναι πολύ κυρτή ή σφιχτή. (εικόνα 5.4.7) Αυτό είναι αποτέλεσμα μειωμένης εκκεντρότητας ή μικρής διαμέτρου του φακού, η οποία παράγει μια σφιχτή καμπύλη ευθυγράμμισης ή εφάπτομενη. Ο φακός είναι, συνεπώς, ελαφρά πιο κυρτός. Ως ένδειξη του συνοφρυωμένου προσώπου είναι ένας κόκκινος δακτύλιος, ο οποίος είναι αποκεντρωμένος

προς τα κάτω, προκαλώντας λάμψεις από την ανωτέρο κορική ζώνη.
 Για να διορθωθεί το συνοφρυωμένο πρόσωπο πρέπει να επιπεδοποιηθεί η καμπύλη ευθυγράμμισης.
 (Mountford, Caroline & Noack, 2002)



Εικόνα 5.4.7: Frowny Face.

Η *πλευρική αποκέντρωση* συμβαίνει όταν η διάμετρος ενός φακού είναι πολύ μικρή, ή όταν ο κερατοειδής επιπεδώνεται ταχύτερα ρινικά από ότι κροταφικά. (εικόνα 5.4.8) Το πρόβλημα αυτό διορθώνεται με την αύξηση της διαμέτρου του φακού.
 (Mountford, J. et. al., 2004)



Εικόνα 5.4.8: Πλευρική Αποκέντρωση.

Το *μοτίβο κεντρικής νήσου* είναι μια μικρή (1.0mm έως 3.0mm), κυρτή ζώνη στο κέντρο του κερατοειδούς. Είναι αποτέλεσμα αυξημένου οβελιαίου ύψους του κερατοειδούς ή μειωμένης εκκεντρότητας.
 (Mountford, Caroline & Noack, 2002)

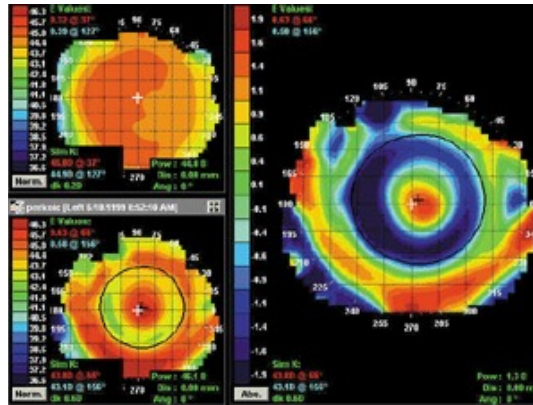
Το αυξημένο οβελιαίο ύψος οφείλεται σε σφάλμα ή αποτυχία της αρχικής τοπογραφίας να υπολογίσει σωστά την ανύψωση του κερατοειδή.

Υπάρχουν δύο τύποι κεντρικών νήσων:

- αν η αρχική νήσος είναι ελαφρώς πιο επίπεδη (0.50Δ) από τον αρχικό κερατοειδή, αλλά ακόμη σφιχτότερη από την γύρω περιοχή, συνήθως θα εξαφανιστεί κατά την διάρκεια της

πρώτης εβδομάδας εφαρμογής και θα μπορούσε να είναι απλώς μια περιοχή ιστού που «αντιστέκεται στις αλλαγές».

- ο δεύτερος τύπος κεντρικής νήσου δεν θα επιλυθεί με το πέρας χρόνου, καθώς η εφαρμογή του φακού είναι πολύ σφιχτή και θα πρέπει να αλλαχθεί. (εικόνα 5.4.9) (Mountford, J. et. al., 2004)



Εικόνα 5.4.9: Κεντρική νήσος: ένα κυρτό νησί που περιβάλλεται από μία τάφρο επίπεδου κερατοειδή. Ωστόσο, η κέντρωση του φακού είναι τέλεια.

Η διόρθωση της κεντρικής νήσου επιτύγχανεται:

- μειώνοντας το αρχικό οβελιαίο ύψος του κερατοειδούς κατά 8 μικρά ή αυξάνοντας την εκκενρότητα κατά 0.05,
 - κάνοντας πιο επίπεδη την αντίστροφη καμπύλη,
 - κάνοντας πιο επίπεδη τη καμπύλη ευθυγράμμισης.
- (Mountford, Caroline & Noack, 2002)

5.5 Επιλογή ασθενών

Η καταλληλότητα ή μη του ατόμου που θέλει να βάλει ορθοκερατολογικούς φακούς επαφής οφείλεται σε κάποιους παράγοντες. Οι παράγοντες που ένα άτομο θεωρείται κατάλληλο για την εφαρμογή ορθοκερατολογικών φακών είναι: η ηλικία όπου τα καλύτερα αποτελέσματα παρατηρούνται σε ηλικίες 7-40 έτη, το διαθλαστικό τους σφάλμα και από την κλινική εικόνα του προσθίου ημιμορίου. Το διαθλαστικό σφάλμα διακρίνεται σε σφαιρικό και σε κυλινδρικό:

- Σφαιρικό διαθλαστικό σφάλμα: Μυωπία έως -7.00Δ και Υπερμετρωπία έως $+2.00\Delta$.
 - Κυλινδρικό διαθλαστικό σφάλμα: Αστιγματισμός σύμφωνα με τον κανόνα έως -1.50Δ και αστιγματισμό παρά τον κανόνα έως -0.75Δ .
- (Bausch & Lomb 2004)

Αντίθετα όμως, υπάρχουν καταστάσεις που δεν συνίσταται η χρήση ορθοκερατολογικών φακών. Αυτοί είναι: Η διάμετρος της κόρης, κλινικές καταστάσεις όπως ξηροφθαλμία, μολύνσεις, τραυματισμοί, ανωμαλίες του κερατοειδούς, επιπεφυκότα και βλεφάρων, διαβήτης, αλλεργίες. Επιπλέον γυναίκες κατά την περίοδο της κύησης, η μη εφαρμογή των κανόνων υγιεινής όπως επίσης και άτομα που δεν κοιμούνται αρκετά.

Ο αστιγματισμός θα πρέπει να είναι κεντρικός και η έκτασή του να μην είναι σε όλον τον κερατοειδή. Για τον έλεγχο του προσθίου ημιμορίου η οπτομετρική εξέταση αποτελεί το πρώτο βήμα για τον έλεγχο του ατόμου που θα φορέσει ορθοκερατολογικούς φακούς. Θα πρέπει να γίνει η λήψη λεπτομερούς ιστορικού καθώς και εξέταση των ανατομικών και επικουρικών οργάνων του οφθαλμού, όπως και έλεγχος του υποψήφιου χρήστη.

Εκτός όμως από τους οφθαλμολογικούς παράγοντες που αποτελούν αντενδείξεις για τη χρήση φακών επαφής, η καταλληλότητα του υποψηφίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό και από τον ίδιο, όσον αφορά την επιθυμία του, την ωριμότητά του όπως και στο αν είναι ικανός να αναλάβει τις υποχρεώσεις για την φροντίδα και συντήρησης των φακών επαφής. Κατά τη λήψη του ιστορικού με ανοικτές ερωτήσεις ο εφαρμοστής μπορεί να λάβει πληροφορίες, όπως και το να βγάλει κάποια συμπεράσματα για τον υποψήφιο χρήστη. Το εργασιακό περιβάλλον αποτελεί άλλον έναν παράγοντα αντένδειξης καθώς μπορεί να δημιουργηθούν ξηροφθαλμίες, μολύνσεις, κερατίτιδες κ.ά.

Ιστορικό: Σαν πρώτο βήμα ο εφαρμοστής λαμβάνει ένα πλήρες ιστορικό από τον ασθενή οφθαλμολογικό και ιατρικό. Στο ιστορικό αναφέρονται οι λόγοι για τους οποίους επιθυμεί ο ασθενής να φορέσει ορθοκερατολογικούς φακούς επαφής, όπως επίσης και αν έχει φορέσει φακούς επαφής. Αρχικά στο οφθαλμολογικό ιστορικό καταγράφονται οι διορθώσεις με γυαλιά ή προηγούμενη χρήση φακών επαφής, θεραπείες ή επεμβάσεις που μπορεί να έκανε ο ασθενής. Επίσης διερευνώνται πρόβλήματα που μπορεί να υπήρχαν όπως ο στραβισμός, η αύξηση της διαθλαστικής ανωμαλίας, διπλωπία κ.ά. Μία σημαντική ερώτηση όπου ο εφαρμοστής μπορεί να λάβει κάποιες πληροφορίες είναι αν ο ασθενής έχει ξαναφορέσει φακούς επαφής.

(Κατσούλος, K. et al. 2010)

Στο ιατρικό ιστορικό κάθε πληροφορία που μπορεί να λάβει ο εφαρμοστής είναι σημαντική και θα πρέπει να καταγράφεται, καθώς αυτές οι πληροφορίες παίζουν σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση του υποψήφιου. Καταστάσεις που δεν επιτρέπουν τη χρήση φακών επαφής είναι ο κνησμός, το αίσθημα καύσου, αλλεργίες, δακρύρροια, ξηροφθαλμία κ.ά. Στο ιατρικό ιστορικό καταγράφονται χρόνιες παθήσεις, φαρμακευτικές αγωγές και αλλεργίες.

(Κατσούλος, K. et al. 2010)

Κάποιες σημαντικές παθήσεις που αποτελούν αντενδείξεις για τη χρήση φακών επαφής και θα πρέπει να διερευνώνται είναι ο διαβήτης. Ο ασθενής που έχει διαβήτη μπορεί να μολυνθεί πιο εύκολα, καθώς με τον διαβήτη προκαλείται αναισθησία του κερατοειδούς και κακή επούλωση του επιθηλίου. Άλλη μία αντένδειξη είναι ο υπερθυρεοειδισμός που προκαλεί ελάχιστους βλεφαριμούς και αυτό μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα προβλήματα στη δακρυϊκή στιβάδα όπως και ξηροφθαλμία. Ακόμη ένας παράγοντας είναι η εγκυμοσύνη καθώς μπορεί να υπάρξει μεταβολή στο σχήμα του κερατοειδούς και κατά συνέπεια αλλαγή της αμετροπίας με αποτέλεσμα να μην μπορεί να γίνει η σωστή εφαρμογή των ορθοκερατολογικών φακών επαφής. Για το λόγο αυτό θα πρέπει ο εφαρμοστής να συμβουλευτεί τον ασθενή σχετικά με τα αποτελέσματα και τους κινδύνους που μπορεί να προκληθούν φορώντας τους.

(Κατσούλος, K. et al. 2010)

Επιπλέον ακόμη και οι φαρμακευτικές αγωγές μπορεί να επηρεάσουν την εφαρμογή των φακών αφού η παραγωγή των δακρύων της στιβάδας επηρεάζεται. Οι παρενέργειες που

μπορεί να υπάρχουν λόγω φαρμακευτικών αγωγών μπορεί να εμφανιστεί με τη μορφή της ξηροφθαλμίας. Οι αλλεργίες είναι ένας ακόμη παράγοντας αντένδειξης. Πολλοί παρουσιάζουν ευαισθησία στα συστατικά των υγρών καθαρισμού. Σε αυτές τις περιπτώσεις συστήνεται ο καθαρισμός με υπεροξείδιο που περιέχουν λιγότερα χημικά. (Κατσούλος, Κ. et al. 2010)

Ανατομικές και διαθλαστικές μετρήσεις: Εκτός από τη λήψη του ιστορικού του ασθενούς είναι σημαντικό να κάνουμε και κάποιες μετρήσεις, τόσο του οφθαλμού του όσο και των επικουρικών οργάνων του. Οι μετρήσεις που θα πρέπει να εφαρμόσει ο εφαρμοστής είναι: η διάμετρος της κόρης, το ύψος της βλεφαρικής σχισμής και η θέση των βλεφάρων, η τάση των βλεφάρων και ο ρυθμός των βλεφαρισμών.

Ο ασθενής θα πρέπει να υποβληθεί σε μέτρηση της διαμέτρου της κόρης. Για να γίνει η σωστή επιλογή της οπτικής ζώνης του φακού, η μέτρηση της κόρης θα πρέπει να γίνει σε κανονικό και χαμηλό φωτισμό, καθώς η κόρη αλλάζει σε διαφορετικές συνθήκες φωτισμού. Το μέγεθος της κόρης με χαμηλό φωτισμό θεωρείται μικρό όταν είναι μικρότερο από 5 χιλιοστά, μεσαίο όταν είναι 5 έως 7 χιλιοστά και μεγάλο όταν είναι μεγαλύτερο από 7 χιλιοστά. Επιπλέον σε έναν χρήστη, ο οποίος έχει μεγάλη διάμετρο θα πρέπει να του δοθεί μεγάλη οπτική ζώνη ώστε να μην βλέπει έξω από την οπτική ζώνη του φακού. Ένα κριτήριο αποκλεισμού για τη χρήση ορθοκερατολογικών φακών είναι ότι η διάμετρος της κόρης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την κεντρική οπτική ζώνη του φακού, ώστε να αποφευχθούν φαινόμενα λάμψης στην περιφερική όραση όταν πρόκειται για συνθήκες με μη επαρκή φωτισμό.

Για την επιλογή της ολικής διαμέτρου του φακού, όπως και της κινητικότητάς του είναι απαραίτητο να γίνει μέτρηση του ύψους της βλεφαρικής σχισμής όπως και της θέσης των βλεφάρων. Η σωστή επιλογή της ολικής διαμέτρου του φακού εξαρτάται από τη σχέση φακού-κερατοειδή. Η θέση των βλεφάρων είναι εξίσου σημαντική για την κινητικότητα και τη θέση του φακού. Δηλαδή άτομα με χαμηλό άνω βλέφαρο επηρεάζει την κίνηση και τη θέση του φακού γιατί καλύπτεται μία μεγάλη περιοχή του άνω κερατοειδή. Επίσης υψηλό άνω βλέφαρο μπορεί να προκαλέσει κακή επαφή αφού ο φακός δεν επικαλύπτεται πλήρως από το άνω βλέφαρο.

Άρα, ο εφαρμοστής θα πρέπει να λάβει υπόψιν του την ταχύτητα και την πληρότητα των βλεφαρισμών. Γι' αυτό άλλες δύο μετρήσεις που θα πρέπει να κάνει στον χρήστη είναι η τάση των βλεφάρων και ο ρυθμός των βλεφαρισμών. Η εκτίμηση της τάσης των βλεφάρων επιτυγχάνεται με αναστροφή του άνω βλεφάρου. Από αυτή τη μέτρηση μπορούμε να καταλάβουμε τί μπορεί να προκαλέσει ένα σφιχτό ή ένα χαλαρό βλέφαρο. Ένα σφιχτό βλέφαρο μπορεί να μετατοπίσει τον φακό κατά τους βλεφαρισμούς ή μπορεί να τον σπρώξει προς τα κάτω ή ακόμη και να τον τραβούν προς τα άνω αμέσως μετά τον βλεφαρισμό. Σε αντίθεση όμως με ένα χαλαρό βλέφαρο που κρατάει και τραβάει το φακό προς τα άνω.

Αξιολογώντας την τάση των βλεφάρων μετά βλέπουμε τον ρυθμό των βλεφαρισμών. Οι βλεφαρισμοί εκτιμώνται χωρίς να το γνωρίζει ο ασθενής. Ο φυσιολογικός ρυθμός των βλεφαρισμών είναι μεταξύ 10 έως 15 το λεπτό. Ο εξεταζόμενος είναι ακατάλληλος για τη χρήση φακών επαφής ή πρέπει να κάνει περιστασιακή χρήση αυτών όταν οι βλεφαρισμοί του

έχουν μικρή συχνότητα. Επίσης, είναι ακατάλληλος χρήστης όταν μπορεί να επιτεύξει μόνο το 10% έως το 50% των βλεφαρισμών.

Εκτός λοιπόν από αυτές τις μετρήσεις θα πρέπει ο εξεταζόμενος να προβεί και σε κάποιες διαθλαστικές μετρήσεις. Αυτές είναι η κερατομετρία, η τοπογραφία κερατοειδούς, η κατάσταση της διόφθαλμης όρασης, η εκτίμηση με τη σχισμοειδής λυχνία, όπως και επίσης εξέταση των πτυχώσεων του επιπεφυκότα και του δακρυϊκού μηνίσκου.

Οι κερατομετρικές μετρήσεις είναι σημαντικές καθώς παίζουν κυρίαρχο ρόλο στις παραμέτρους του διαγνωστικού φακού. Η καμπυλότητα του κερατοειδούς εκτιμάται μέσω της κερατομετρίας και της τοπογραφίας του κερατοειδούς. Η κερατομετρία είναι η μέθοδος μέτρησης της επιφάνειας του κερατοειδούς. Το κερατόμετρο ενώ είναι εύκολο στη χρήση του, διακρίνει κάποιους περιορισμούς σε αντίθεση με την τοπογραφία που δίνει πιο ολοκληρωμένα δεδομένα.

Η τοπογραφία κερατοειδούς επιτυγχάνεται με τη βοήθεια υπολογιστών και θεωρείται μία χρήσιμη δοκιμασία στην εφαρμογή φακών επαφής. Η συνολική εικόνα του κερατοειδούς απεικονίζεται μέσω χαρτογράφησης με χρωματικό κώδικα. Δηλαδή οι πιο κυρτές επιφάνειες απεικονίζονται με θερμά χρώματα και οι πιο επίπεδες με ψυχρά χρώματα. Τα δεδομένα που δίνει η τοπογραφία του κερατοειδούς είναι πολύ σημαντικά τόσο για τον προεγχειρητικό έλεγχο όσο και για τον μετεγχειρητικό. Δηλαδή τα δεδομένα που λαμβάνουμε από αυτή τη διαδικασία είναι τα εξής: το πάχος της επιφάνειας του κερατοειδούς, τον κερατοειδικό αστιγματισμό, εικόνες του προσθίου θαλάμου σε τρισδιάστατη μορφή, καμπυλομετρικοί και υψομετρικοί χάρτες όπως επίσης και τομές με αδιαφάνειες που εμφανίζει ο κερατοειδής όπως επίσης και σημεία επαφής μοσχεύματος- κερατοειδούς.

Πριν από την εφαρμογή των φακών επαφής είναι καλό να εξετάσουμε την κατάσταση της διόφθαλμης όρασης. Αυτό μπορεί να γίνει με την εξέταση προσαρμογής και σύγκλισης, της πρισματικής διόρθωσης καθώς και τον έλεγχο ύπαρξης στραβισμών.

Με τη σχισμοειδή λυχνία μπορεί ο εφαρμοστής να προβεί σε μια εξωτερική παρατήρηση τόσο των βλεφαρίδων όσο και των βλεφάρων, τον βολβικό και ταρσικό επιπεφυκότα του κερατοειδούς για τυχόν νεοαγγειώσεις, οιδήματα και αν υπάρχει ακόμη στίξη του επιθηλίου. Σαν πρώτο και σημαντικό στάδιο είναι η παρατήρηση των βλεφάρων και των εξωτερικών βλεφάρων με τη σχισμοειδής λυχνία, γιατί μπορεί να υπάρχει βλεφαρίτιδα ή ακόμη και εντρόπιο ή τριχίαση ή δυστυχίαση. Αν υπάρχει βλεφαρίτιδα τα βλεφαρικά άκρα είναι πρησμένα και ερεθισμένα και δεν μπορεί να γίνει επιτυχής εφαρμογή.

Κάτι άλλο που θα πρέπει να προσέξει ο εφαρμοστής είναι τυχόν εντρόπιο, τριχίαση ή δυστυχίαση. Αυτά πολλές φορές δεν αποτελούν αντενδείξεις για φακούς επαφής, αφού σε ορισμένες περιπτώσεις η χρήση φακών επαφής μπορεί να είναι μία καλή λύση για να μην υπάρχει ερεθισμός του κερατοειδούς από τις βλεφαρίδες.

Με τη σχισμοειδής λυχνία ελέγχεται ο επιπεφυκότας, τόσο ο βολβικός όσο και ο ταρσικός. Η εκτίμηση αυτών γίνεται με τη χρώση φλουοροσκεΐνης με λευκό φωτισμό. Στον βολβικό επιπεφυκότα ελέγχουμε για τυχόν αλλεργίες ή αν υπάρχει υπεραιμία. Έντονη υπεραιμία στην περιφερειακή περιοχή του σκληροκερατοειδούς ορίου μπορεί να υποδηλώνει υποξία κερατοειδούς. Ο ταρσικός επιπεφυκότας εκτιμάται με την αναστροφή του άνω βλεφάρου. Σε περιπτώσεις θηλοειδής υπερτροφίας προτείνονται αεροδιαπερατοί ή υδρογέλης

συχνής αντικατάστασης φακοί επαφής. Στον ταρσικό επιπεφυκότα μπορεί να παρατηρηθεί επίσης και γιγαντιαία θηλώδης επιπεφυκίτιδα που μπορεί να δημιουργηθεί από τις εναποθέσεις των φακών επαφής.

Ένα σημαντικό στάδιο εκτίμησης για την εφαρμογή ορθοκερατολογικών φακών είναι η εξέταση του κερατοειδούς καθώς και βλάβες του μπορούν να θεωρηθούν αντενδείξεις αυτών. Στην εξέταση του κερατοειδούς ο εφαρμοστής ελέγχει για νεοαγγειώσεις, οίδημα όπως και στίξη του επιθηλίου. Πιο αναλυτικά, είναι σημαντικό να μπορεί να διακρίνει ο εξεταστής ποιά είναι η φυσιολογική αγγείωση από την νεοαγγείωση.

Ο υποψήφιος θεωρείται μη κατάλληλος για τη χρήση φακών επαφής όταν η διείσδυση των αγγείων είναι πάνω από 2 χιλιοστά στον κερατοειδή. Στην περίπτωση που υπάρχει νεοαγγείωση συνίσταται η χρήση σκληρών αεροδιαπερατών ή σιλικόνης-υδρογέλης φακοί επαφής. Με τη νέα εφαρμογή η νεοαγγείωση υποχωρεί σιγά σιγά και τα αγγεία που μένουν είναι άδεια χωρίς αίμα.

Μία ακόμη αντένδειξη χρήσης φακών είναι η στίξη επιθηλίου, καθώς η στίξη μπορεί να οδηγήσει σε έλκος του κερατοειδούς. Η στίξη επιθηλίου ελέγχεται στη σχισμοειδής λυχνία με μπλε κοβαλτίου και με χρήση φλουοροσκεΐνης. Σημαντικό είναι να γίνει μέτρηση στην ποιότητα και την ποσότητα των δακρύων. Το οίδημα που μπορεί να εκτιμηθεί με τον τοπογράφο αποτελεί παράγοντα μη χρήσης φακών επαφής. Είναι σημαντικό να θεραπεύεται και να εξακριβώνεται το οίδημα.

Η δακρυϊκή στιβάδα προσφέρει κάποιες παραμέτρους κατά τη χρήση των φακών επαφής. Προσφέρει οπτική ποιότητα, λίπανση της επιφάνειας του οφθαλμού, αντιμικροβιακή λειτουργία, απομάκρυνση βακτηρίων, μετάδοση του οξυγόνου, θρέψη και ανάπτυξη παραγόντων στην επιφάνεια του οφθαλμού. Η εκτίμηση της δακρυϊκής στιβάδας γίνεται με τη χρήση φλουοροσκεΐνης, η οποία δικρίνεται σε μικρομοριακή και μεγαλομοριακή.

Η μεγαλομοριακή φλουοροσκεΐνη χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των μαλακών ή υβριδικών φακών επαφής, αντίθετα με την μικρομοριακή η οποία δεν μπορεί να εισέλθει στο υλικό των υδρόφιλων φακών ή στην περιφέρεια των υβριδικών φακών. Οι πληροφορίες που μπορεί να μας δώσει η χρήση φλουοροσκεΐνης καθώς εισέρχεται στον κερατοειδή είναι: έλκη του κερατοειδικού επιθηλίου ή γρατζουνιές, φυσαλιδώδη κερατοπάθεια, μολύνσεις του κερατοειδούς και ύπαρξη ξηροφθαλμίας, η οποία οφείλεται στην κατάσταση που βρίσκεται η δακρυϊκή στιβάδα.

Η δακρυϊκή στιβάδα ελέγχεται με τη σχισμοειδής λυχνία και επιτυγχάνεται με μεγάλη μεγέθυνση για να είναι διακριτή όλη η ίριδα. Ο εξεταζόμενος εκτελεί μερικούς βλεφαρισμούς και ο εξεταστής ενσταλλάσει τη χρώση, στη συνέχεια παρατηρεί μέσω της λυχνίας αν υπάρχουν σημεία όπου η δακρυϊκή στιβάδα σπάει. Με το τεστ ρήξης ή διάσπασης της στιβάδας των δακρύων ελέγχουμε πότε έγινε ρήξη της στιβάδας.

Τα δάκρυα χρωματίζοντάς τα με φλουοροσκεΐνη μπορούν να δώσουν κάποιες πληροφορίες για τη σύστασή τους. Αυξημένοι κυματισμοί, έντονος φθορισμός και έντονα λιπίδια στα δάκρυα μπορεί να οφείλονται σε δυσλειτουργία των αδένων που δίνουν τη λιποειδή στιβάδα, σε έλλειψη του καλίου από τα δάκρυα, σε φαρμακευτικές αγωγές. Σε αυτές τις περιπτώσεις λοιπόν συνίσταται ο καθαρισμός των φακών με υπεροξειδίο, ή χρήση υγρού με πολλαπλές χρήσεις ή ειδική συσκευή για τον καθαρισμό. Αφού ελέγξουμε την ποιότητα

των δακρύων ελέγχουμε αν η φλουροσκεΐνη έχει διασκορπιστεί στον κερατοειδή.
(Tabb, R. 2014)

5.6 Επανέλεγχος ασθενών

Η επίσημη έναρξη της ορθοκερατολογικής θεραπείας πραγματοποιείται από τη στιγμή της παραλαβής των φακών επαφής και της ταυτοποίησης της καμπυλότητας στη βάση, της δύναμης και της διαμέτρου. Ακολουθεί η εφαρμογή των ΟΚ φακών και η ενημέρωση του ασθενή για την αναμενόμενη διαδικασία προσαρμογής. Στην συνέχεια θα πρέπει να γίνει έλεγχος της οπτικής οξύτητας καθώς ο ασθενής φοράει τους φακούς και διάθλαση πάνω από τους φακούς. Ακολουθεί η χρώση του κερατοειδούς με φλουροσκεΐνη για μια γενική άποψη της εφαρμογής και στην συνέχεια ο φακός αφαιρείται. Θα ήταν φρόνημο πριν την εφαρμογή να γίνει ένα λιγόλεπτο «μάθημα» από τον εφαρμοστή στο χρήστη όπου θα δοθούν οι απαραίτητες οδηγίες για την ασφαλή τοποθέτηση και αφαίρεση των ορθοκερατολογικών φακών καθώς και για την υγιεινή και τον τρόπο αποθήκευσης των φακών. Συμβουλές όπως η ενστάλαξη μιας σταγόνας τεχνητών δακρύων, που θα βοηθήσει στην εφαρμογή και θα μειώσει την πιθανότητα προσκόλλησης του φακού, αποτελούν απλές και έξυπνες πρακτικές για μια εύκολη και σωστή εφαρμογή.

(Bausch & Lomb, n.d.)

Για μία επιτυχημένη θεραπεία, κριτήριο δεν αποτελεί μόνον η σωστή εφαρμογή και ο προκαταρκτικός έλεγχος αλλά και η τακτική παρακολούθηση του ασθενούς. Ένας ολοκληρωμένος επανέλεγχος του ασθενούς θα πρέπει να περιλαμβάνει χρώση του κερατοειδούς με φλουροσκεΐνη τόσο για τον έλεγχο του κερατοειδούς όσο και για τον έλεγχο των δακρύων, του επιπεφυκότα και της εφαρμογής των ζωνών του φακού. Επίσης, ο ασθενής θα πρέπει να υποβάλλεται σε τοπογραφικό έλεγχο του οποίου η εικόνα θα πρέπει να αναλύεται για την διαπίστωση της σωστής εφαρμογής. Ο επανέλεγχος του ασθενούς θα πρέπει να γίνεται σε τακτικά χρονικά διαστήματα, ιδιαίτερα στην αρχή της διαδικασίας· πιο συγκεκριμένα:

1^η επίσκεψη: Μετά το 1ο βράδυ εφαρμογής. Ο χρήστης επιστρέφει στο εφαρμοστήριο το πρωί της επόμενης μέρας μετά την εφαρμογή και μη έχοντας αφαιρέσει τους φακούς όπου έχει επιτευχθεί περίπου το 75% του συνολικού επιθυμητού αποτελέσματος. Ωστόσο αν παρατηρηθεί κάποιο αφύσικο σημάδι ή σύμπτωμα τότε η αφαίρεση των φακών κρίνεται άμεση.

(Bausch & Lomb, n.d.)

Κατά την πρώτη αυτή αξιολόγηση ελέγχουμε την εφαρμογή και την κατάσταση του φακού, το κεντράρισμά και την κινητικότητα του αλλά και την κατάσταση του κερατοειδούς με την χρήση της σχισμοειδούς λυχνίας. Σε περίπτωση όπου ο φακός δεν κινείται ελεύθερα ή παρατηρηθεί κεντρική κερατοειδική στήξη θα πρέπει να γίνει μια επανάληψη, του τρόπου εφαρμογής του φακού, στον ασθενή διότι η πιθανή αιτία αυτών είναι η μη εξοικείωση του ασθενή με την τοποθέτηση υγρού στην οπίσθια επιφάνεια του φακού πριν την εισαγωγή του. Εάν η ύπαρξη των παραπάνω συμπτωμάτων συνεχιστεί και στις μετέπειτα επισκέψεις τότε θα πρέπει να προταθεί από τον εφαρμοστή ένα πιο παχύρευστο διάλυμα.

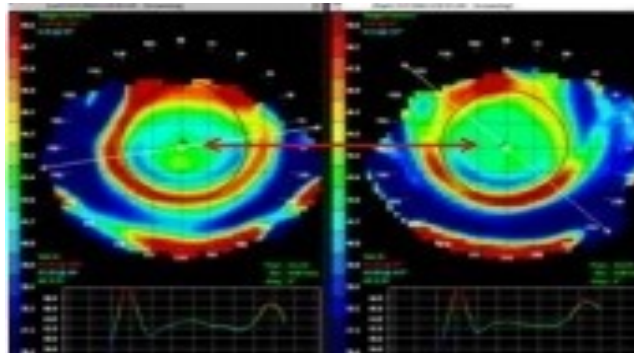
(Bausch & Lomb, n.d.)

Στην συνέχεια προχωράμε στην αφαίρεση των φακών επαφής και ελέγχουμε την όραση του ασθενούς. Ο έλεγχος πρέπει να γίνει και με τα δύο μάτια ανοιχτά και ο χρήστης καλείται να διαβάσει την γραμμή του 1/10 στον οπτότυπο και προοδευτικά κατεβαίνω μια γραμμή την φορά. Με αυτό τον τρόπο ο ασθενής αντιλαμβάνεται την βελτίωση της ποιότητας της όρασης του. Προχωράμε ελέγχοντας την όραση στον κάθε οφθαλμό ξεχωριστά. (Bausch & Lomb, n.d.)

Εν ακολουθία πραγματοποιούμε διάθλαση και πέρνουμε νέους τοπογραφικούς χάρτες τους οποίους και συγκρίνουμε με αυτούς που λήφθηκαν αρχικά (Εικόνα 5.6.1). Ο εφαρμοστής δεν θα πρέπει να εκπλαγεί αν δεν παρατηρήσει μεγάλο ποσό αλλαγής κατά την πρώτη συνεδρία. (Bausch & Lomb, n.d.)

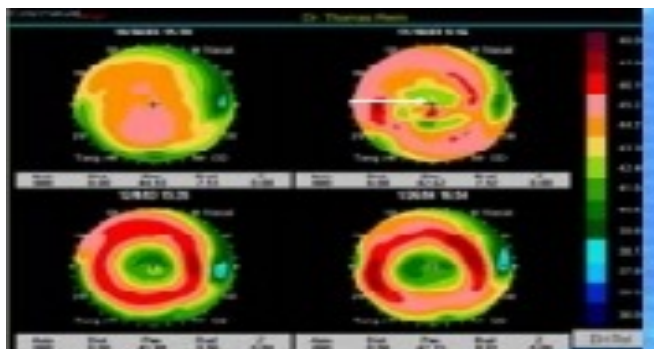
Θα ήταν ορθό ο εφαρμοστής να μην προβεί σε αλλαγή σχεδιασμού του φακού εφόσον παρατηρήσει προβλήματα μετά την πρώτη νύχτα εφαρμογής αλλά μόνο εάν αυτά συνεχίσουν να υφίστανται μετά απο δύο συνεχόμενες επισκέψεις (Εικόνα 5.6.2). (Bausch & Lomb, n.d.)

Εφόσον οι αρχικές επισκέψεις προγραμματίζονται τις πρωινές ώρες, θα ήταν καλό τα μελλοντικά ραντεβού να πραγματοποιηθούν απογευματινές ώρες ώστε να γίνει αξιολόγηση της διατήρησης του αποτελέσματος της θεραπείας κατά την διάρκεια της μέρας. (Εικόνα 5.6.3). Τυχόν απορίες του ασθενούς θα πρέπει να απαντηθούν, καθώς και να προγραμματιστεί το επόμενο απογευματινό ραντεβού μετά από μια εβδομάδα. (Bausch & Lomb, n.d.)



Εικόνα 5.6.1: Τοπογραφικός χάρτης πριν την εφαρμογή και μετά την 1^η επίσκεψη.

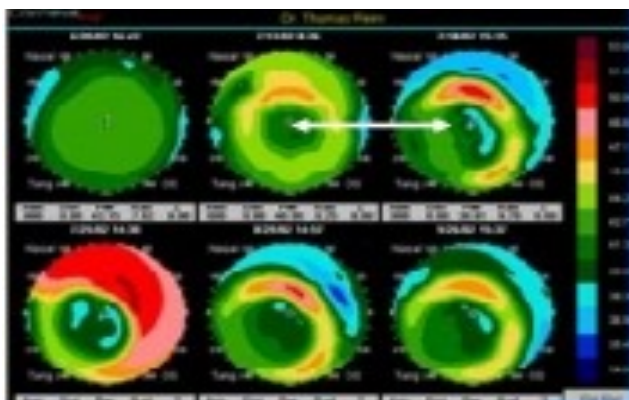
Στην εικόνα παρατηρούμε ότι ο φακός είναι καλά κεντραρισμένος και η θεραπευτική του ζώνη βρίσκεται κυρίως πάνω στην κόρη του ασθενούς. Για αυτό το λόγο η μόνη συμβουλή που μπορεί να δοθεί στον ασθενή είναι να συνεχίσει την εφαρμογή των φακών μέχρι την επόμενη επίσκεψη. (Bausch & Lomb, n.d.)



Εικόνα 5.6.2: Τοπογραφικός χάρτης της 1^{ης} επίσκεψης με μέτριο αρχικό αποτέλεσμα αλλά με ικανοποιητική έκβαση.

Στον πάνω αριστερό χάρτη βλέπουμε την εικόνα του κερατοειδή πριν την εφαρμογή ενώ στην πάνω δεξιά εικόνα είναι ο τοπογραφικός χάρτης που λήφθηκε κατά την πρώτη επίσκεψη. Παρόλο που ο φακός φένεται να είναι καλά κεντραρισμένος παρατηρούμε την ύπαρξη κεντρικών παραμορφώσεων-κεντρικών νήσων. Στην περίπτωση αυτή ο εφαρμοστής αποφάσισε να μην προβεί σε αλλαγή του σχεδιασμού του φακού εφόσον οι ακόλουθοι τοπογραφικοί χάρτες των μεταγενέστερων επισκέψεων δεν παρουσίασαν κάποιο πρόβλημα και ο φακός παρέμεινε καλά κεντραρισμένος. Συνήθως ένα αρχικά μέτριο αποτέλεσμα βελτιώνεται με την πάροδο του χρόνου.

(Bausch & Lomb, n.d.)



Εικόνα 5.6.3: Τοπογραφικός χάρτης με ικανοποιητικό αρχικό αποτέλεσμα με μεταγενέστερες επιπλοκές.

Στους 2 αρχικούς πάνω αριστερά χάρτες που λήφθηκαν κατά την 1^η επίσκεψη μετά την εφαρμογή και υπέδειξαν εξαιρετικά αποτελέσματα τα οποία στις μετέπειτα επισκέψεις οι φακοί μετατοπίστηκαν ρινικά και προς τα κάτω, δημιουργώντας την εικόνα ενός συνοφρυωμένου προσώπου (Frowny face). Πιθανώς, ο ασθενής αυτός να παραπονέθηκε για την εμφάνιση "φωτοστεφάνων" και λάμψεων ιδιαίτερα σε συνθήκες αμυδρού φωτισμού.

(Bausch & Lomb, n.d.)

2^η επίσκεψη: Μετά το 3^ο βράδυ. Πραγματοποιείται κατά την διάρκεια των πρωινών ωρών και γίνεται έλεγχος και εκτίμηση της εφαρμογής ακολουθώντας την διαδικασία της 1^{ης} επίσκεψης.

(Bausch & Lomb, n.d.)

3^η επίσκεψη: Μετά απο μια εβδομάδα εφαρμογής. Η επίσκεψη στο εφαρμοστήριο πραγματοποιείται κατά τις απογευματινές ώρες και ο ασθενής θα πρέπει να έχει αφαιρέσει τους φακούς του. Ο εφαρμοστής ελέγχει την όραση, προχωρά σε διάθλαση και σε σύγκριση του νέου τοπογραφικού χάρτη με τον αρχικό. Επίσης αξιολογεί τον κερατοειδή και την εφαρμογή του φακού με την χρήση της σχισμοειδούς λυχνίας. Το ποσοστό της αλλαγής που έχει επιτευχθεί μέχρι στιγμής είναι περίπου 90%. Ο εφαρμοστής με σκοπό να επιτύχει οπτική οξύτητα 10/10 συνήθως συστήνει την χορήγηση ημερήσιων μαλακών φακών επαφής τους οποίους θα εφαρμόζει ο χρήστης κατά την διάρκεια της ημέρας.
(Bausch & Lomb, n.d.)

4^η επίσκεψη: Μετά από δύο εβδομάδες εφαρμογής. Κατά την διάρκεια της επίσκεψης αυτής η όραση που έχει επιτευχθεί είναι 10/10 και το πηλίκο αυτό διατηρείται σταθερό καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας χωρίς την χρήση βοηθημάτων. Το αποτέλεσμα της θεραπείας σε αυτό το στάδιο είναι το τελικό και η διόρθωση του σφαιρικού σφάλματος αγγίζει το 100%.
(Bausch & Lomb, n.d.)

Η 5^η 6^η 7^η και 8^η επίσκεψη: Πραγματοποιούνται μετά απο ένα 1μήνα, μετά από 3μήνες, μετά από 6μήνες εφαρμογής και μία φορά το χρόνο αντίστοιχα. Στην διάρκεια αυτών των επερχόμενων επισκέψεων θα πρέπει να υπάρχει συνοχή των τοπογραφικών ευρημάτων και της όρασης. Σε κάθε επίσκεψη ο ασθενής θα πρέπει να φέρει τους φακούς μαζί του διότι πιθανόν να χρειαστεί εκτίμηση της εφαρμογής του φακού. Η επανάληψη των διαγνωστικών ελέγχων που εκτελέστηκαν κατά την πρώτη επίσκεψη του ασθενούς κρίνεται επιτακτική.
(Bausch & Lomb, n.d.)

Σε περίπτωση εμφάνισης κάποιου προβλήματος κατά την διάρκεια των παραπάνω επισκέψεων προγραμματίζεται εκ νέου ραντεβού μετά από μια εβδομάδα για να ελεγχθεί εάν υφίσταται ακόμα. Εφόσον το πρόβλημα συνεχίζει για δύο συνεχόμενες εβδομάδες και ιδιαίτερα αν προκαλεί έντονη δυσφορία και πόνο μόνον τότε θεωρείται απαραίτητη η αλλαγή. Το πρόγραμμα των επισκέψεων του κάθε ασθενή διαφέρει ανάλογα με την περίπτωση. Η συχνότητα των επισκέψεων καθορίζεται απο τον εφαρμοστή εφόσον το κρίνει ο ίδιος αναγκαίο. Συγκεκριμένα, οι επισκέψεις επαναλαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα στην αρχή μέχρι να επιτευχθεί η σταθεροποίηση του αποτελέσματος της διόρθωσης κατά την διάρκεια της μέρας.
(Bausch & Lomb, n.d.)

Εν τέλει, εφόσον έχει επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα της διόρθωσης του διαθλαστικού σφάλματος ο εφαρμοστής είναι σε θέση να χορηγήσει έναν φακό συντήρησης (retainer lens), τον οποίο ο χρήστης θα εφαρμόζει ανά δύο ή τρία βράδια κατά την διάρκεια του ύπνου, με στόχο την διατήρηση του αποτελέσματος.
(Bausch & Lomb, n.d.)

6. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

- Πλεονεκτήματα ορθοκερατολογίας:

Αρχικό πλεονέκτημα της ορθοκερατολογίας είναι η επίτευξη καλής όρασης (10/10) χωρίς τη χρήση γυαλιών οράσεως ή φακών επαφής κατά την διάρκεια της ημέρας δημιουργώντας ένα άρτιο αισθητικό αποτέλεσμα. Η ορθοκερατολογία επιτυγχάνει την διόρθωση των αμετρωπιών χρησιμοποιώντας μη επεμβατική τεχνολογία, είναι δηλαδή μια μη χειρουργική μέθοδος.

(Gasson, A., n.d.)

(Querido, Davidson, n.d.)

Η διαδικασία της χρήσης ορθοκερατολογικών φακών κατά την διάρκεια του ύπνου είναι μια αναστρέψιμη, τροποποιήσιμη και ανώδυνη διαδικασία η οποία είναι κατάλληλη κυρίως για αθλητές θαλάσσιων σπορ, καθώς και για άτομα που εργάζονται υπό συνθήκες καπνού, βλαβερών αερίων και χαμηλής υγρασίας, όπου δεν ενδείκνυνται η χρήση ημερήσιων φακών επαφής. Είναι ικανή να μειώσει την αύξηση της μυωπίας στα παιδιά, ενώ αποτελεί πιο ασφαλή μέθοδο συγκριτικά με την επιλογή γυαλιών οράσεως για την διόρθωση του διαθλαστικού σφάλματος, γιατί κατά την διάρκεια του παιχνιδιού είναι πιο επιρρεπείς στους τραυματισμούς. Η μέθοδος της ορθοκερατολογίας χρησιμοποιεί πρώτυπες, καθιερωμένες πρακτικές εφαρμογής των φακών επαφής με την ελάχιστη πιθανότητα κινδύνου. Τέλος, οι ΟΚ φακοί επαφής είναι ιδιαίτερα άνετοι στη χρήση, με το μεγαλύτερο ποσοστό χρηστών να αναφέρει πως ξεχνά την ύπαρξη του φακού μετά την πρώτο βράδυ της ορθοκερατολογίας.

(Gasson, A., n.d.)

(Visique, n.d.)

(Stan, F., n.d.)

- Μειονεκτήματα ορθοκερατολογίας:

Η μέθοδος της ορθοκερατολογίας παρ'όλα τα πλεονεκτήματα της, όπως και οι περισσότεροι μέθοδοι, παρουσιάζει και κάποια μειονεκτήματα. Αρχικό μειονέκτημα της ορθοκερατολογικής θεραπείας είναι η μεγάλη συχνότητα των επισκέψεων στο εφαρμοστήριο που θα πρέπει να πραγματοποιεί ο χρήστης, για τον έλεγχο της πορείας της διαδικασίας, ιδιαίτερα κατά τους πρώτους μήνες εφαρμογής. Το ορθοκερατολογικό αποτέλεσμα δεν είναι μόνιμο μετά το πέρας της θεραπείας, καθώς ο κερατοειδής επανέρχεται στο αρχικό του σχήμα ενώ για την διατήρησή του ο ασθενής θα πρέπει να χρησιμοποιεί κάθε 2-3 βράδια έναν φακό συντήρησης.

(Γεωργιάδου, n.d.)

Σε μια ορθοκερατολογική θεραπεία ο βαθμός επιτυχίας είναι μεγάλος αλλά το αποτέλεσμα αυτής δεν είναι εγγυημένο και διαφέρει απο άτομο σε άτομο. Ο ασθενής θα πρέπει να ακολουθεί πιστά τις οδηγίες του εφαρμοστή για την επίτευξη του βέλτιστου αποτελέσματος. Επίσης αποτελεί μια σχετικά χρονοβόρα διαδικασία, συγκριτικά με άλλες μεθόδους, για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.

Τέλος, η χρήση ορθοκερατολογικών φακών επαφής μπορεί να προκαλέσει επιπλοκές αντίστοιχες με των κοινών φακών επαφής οι οποίες μπορεί να οφείλονται τόσο στη μη

συμμόρφωση του χρήστη όσο και στην λανθασμένη επιλογή φακού απο τον εφαρμοστή (μικροβιακή κερατίτιδα, στίξη κερατοειδούς, επιπεφυκίτιδα, ερυθρότητα και ξηρότητα).
(Gasson, A., n.d.)
(Γεωργιάδου, n.d.)

Η διόρθωση των διαθλαστικών σφαλμάτων και ιδιαιτέρως της μυωπίας επιτυγχάνεται με διάφορες χειρουργικές και μη χειρουργικές στρατηγικές συμπεριλαμβανομένων της ορθοκερατολογίας, της χρήσης διορθωτικών γυαλιών οράσεως, την εφαρμογή συμβατικών φακών επαφής και της τεχνικής Lasik.
(Gonzalez-Perez, J., Villa-Collar, C., Gonzalez-Meijome, J., Porta, N., Parafita, M. 2012)

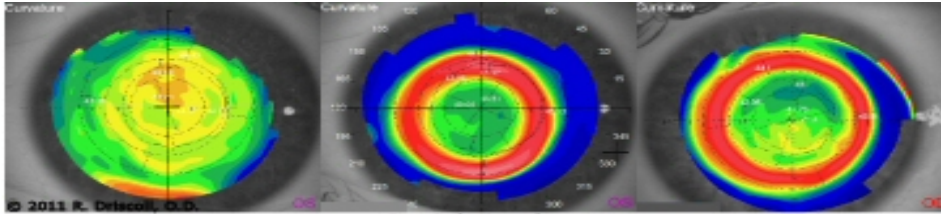
Στην ορθοκερατολογία χρησιμοποιούνται σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής κατά την διάρκεια της νύχτας οι οποίοι ασκούν μηχανική πίεση στον κερατοειδή και επιτυγχάνουν αναδιανομή του κερατοειδικού ιστού και συνεπώς αλλαγή της καμπυλότητας και του σχήματος του.
(Mountford, J. et. al. 2004)

Η τεχνική Lasik, μια χειρουργική διαδικασία, έγκειται στην απομάκρυνση κερατοειδικού ιστού με την δημιουργία κερατοειδικού κρημνού με ένα μικροκερατόμο που ακολουθείται από excimer laser εκτομή του στρώματος. Η σύγκριση των δύο κατα τα άλλα ανόμοιων μεθόδων έγκειται στην ομοιότητα των αποτελεσμάτων που προκύπτουν απο αυτές. (Εικόνα 6.1.) Το αποτέλεσμα της τοπογραφικής εικόνας και στις δυο περιπτώσεις είναι όμοιο με την δημιουργία μιας επίπεδης κεντρικής περιοχής, η οποία περιβάλλεται απο έναν ομόκεντρο δακτύλιο μιας κυρτότερης μεσοπεριφερικής περιοχής, με κατάληξη μιας φυσιολογικής τοπογραφικά περιοχής. Συγκρίνοντας της δύο μεθόδους παρατηρούμε ότι το αποτέλεσμα της ορθοκερατολογίας είναι αναστρέψιμο σε αντίθεση με αυτό του χειρουργικού. Επίσης η χειρουργική θεραπεία αφορά ενήλικα άτομα (άνω των 18) ενώ η ορθοκερατολογία είναι εγκεκριμένη μέθοδος απο τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων για εφαρμογή ακόμα και στα παιδιά. Τυχόν πιθανές αλλαγές στην συνταγή του ασθενούς με την πάροδο του χρόνου μπορούν να αντιμετωπισθούν εύκολα στην περίπτωση ορθοκερατολογίας με την τροποποίηση του φακού χωρίς περαιτέρω χειρουργική ή κάποια άλλη εναλλακτική διόρθωση.

Σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμήσει την επίτευξη της μονοόρασης μελλοντικά, για την αντιμετώπιση της πρεσβυωπίας, θα έχει τη δυνατότητα πραγματοποίησης της. Αντιθέτως, οι ασθενείς που πραγματοποίησαν διόρθωση της αμετροπίας με διαθλαστική χειρουργική, στο μέλλον θα χρειαστεί να χρησιμοποιήσουν γυαλιά οράσεως για τις κοντινές αποστάσεις. Ακόμη στην περίπτωση της ορθοκερατολογίας δεν υπάρχει μετεγχειρητική ανάρρωση ή δυσφορία και κανένας απο τους κινδύνους για μόνιμες παρενέργειες που μπορεί να προκληθούν στην περίπτωση μιας εγχείρησης (μειωμένη όραση, ξηροφθαλμία, ευαισθησία στο φως, δυσκολία στην νυχτερινή όραση), διότι στην παρούσα μέθοδο δεν έχουμε απώλεια κερατοειδικού ιστού. Αναφορικά με το κόστος της ορθοκερατολογικής μεθόδου απαιτεί μικρότερη αρχική δαπάνη αλλά χρειάζονται περισσότερα τρέχοντα έξοδα, ενώ στην εγχείρηση laser το αρχικό κόστος είναι και το τελικό και είναι συγκεκριμένο.
(Mountford, J. et. al. 2004)

Τέλος, η ορθοκερατολογική μέθοδος μειονεκτεί έναντι της Lasik καθώς έχει επιτυχία έως $-4,50\Delta$ μυωπίας και $-1,50\Delta$ αστιγματισμού, ενώ η χειρουργική μέθοδος διορθώνει μεγαλύτερα σφάλματα, όπως και για υπερμετρωπία. Οι ασθενείς που έχουν αποτύχει ως χρήστες φακών επαφής ή εμφανίζουν δυσανεξία στους RGP φακούς είναι κατάλληλοι υποψήφιοι για laser.

(Gonzalez-Perez, J. et al. 2012)



Εικόνα 6.1: Πριν την εφαρμογή ορθοκερατολογικών φακών, μετά την εφαρμογή ορθοκερατολογικών φακών, μετά απο Lasik.

Όσον αφορά την χρήση διορθωτικών γυαλιών οράσεως και φακών επαφής συγκριτικά με την ορθοκερατολογία, ο ασθενής είναι δεσμευμένος να φορά κατα την διάρκεια της μέρας είτε τα γυαλιά του είτε τους φακούς σε αντίθεση με τους ορθοκερατολογικούς φακούς οι οποίοι εφαρμόζονται κατα την διάρκεια του ύπνου. Συνεπώς, με την χρήση βοηθημάτων έχουμε άμεση διόρθωση σε αντίθεση με τους ΟΚ φακούς που απαιτείται χρονικό διάστημα εφαρμογής για την επίτευξη διόρθωσης. Επίσης, σε αντίθεση με την ορθοκερατολογία δεν υπάρχει κάποιος περιορισμός στους βαθμούς αμετρωπίας που μπορούν να διορθωθούν με γυαλιά ή φακούς, ενώ ο ασθενής δεν χρειάζεται να επισκέπτεται σε μικρά χρονικά διαστήματα τον οπτομέτρη του.

Ο ασθενής θα πρέπει να γνωρίζει ότι οι φακοί επαφής καθημερινής χρήσης προκαλούν περισσότερες μολύνσεις σε σύγκριση με τους ΟΚ φακούς ενώ τα γυαλιά δεν παρουσιάζουν επιπτώσεις. Τέλος, το κόστος των γυαλιών είναι πολύ μικρότερο συγκριτικά με το κόστος των ΟΚ φακών.

(Gonzalez-Perez, J. et al. 2012)

7. ΠΡΟΣΦΑΤΕΣ ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Έρευνα 1: The Effects of Overnight Orthokeratology Lens Wear on Corneal Thickness. (Οι επιδράσεις των ολονύχτιων Ορθοκερατολογικών φακών στο πάχος του κερατοειδούς.)

Το άρθρο αυτό ερευνά την αλλαγή στο πάχος του κερατοειδούς κατά τη διάρκεια της νύχτας με τη χρήση ορθοκερατολογικών φακών με αντίστροφη γεωμετρία για χρονικό διάστημα πάνω από 3 μήνες.

Στην έρευνα πήραν μέρος δεκαοχτώ νεαρά ενήλικα άτομα με χαμηλή μυωπία (<4.00 dpt) που τους εφαρμόστηκαν ορθοκερατολογικοί φακοί επαφής. Οι ορθοκερατολογικοί φακοί φορέθηκαν σε διάστημα τριών μηνών κατά τη διάρκεια της νύχτας και απομακρύνονται την ημέρα. Μία άλλη ομάδα 10 ατόμων φόρεσαν συμβατικούς φακούς επαφής για ένα μήνα στο δεξί μάτι με πρόγραμμα παρόμοιο αυτού της ομάδας των ορθοκερατολογικών φακών. Το αριστερό μάτι λειτούργησε χωρίς την εφαρμογή φακού. Το συνολικό διαθλαστικό σφάλμα καταγράφηκε το πρωί και το βράδυ. Το πάχος του κερατοειδούς μετρήθηκε σε όλο τον οριζόντιο μεσημβρινό με ένα παχύμετρο.

Η ομάδα των ορθοκερατολογικών φακών έδειξε σημαντικές μειώσεις σε μυωπία ($1.66 \pm 0.50\text{dpt}$, $p < 0.001$) από την πρώτη ημέρα η οποία σταθεροποιείται τη 10^η ημέρα. Η κεντρική λέπτυνση του κερατοειδούς ($-9.3 \pm 5,3 \mu\text{m}$, $p = 0,001$), η οποία είναι επιθηλιακής προελεύσεως. Η κεντρική αλλαγή στο στρώμα ήταν αμελητέα, η οποία διαπιστώθηκε από την πρώτη κιάλας μέρα. Η κερατοειδική μεσοπεριφεριακή πύκνωση, η οποία είναι στρωματικής προελεύσεως επιβεβαιώθηκε σε διάρκεια τεσσάρων ημερών ($10.9 \pm 5,9 \mu\text{m}$ $p < 0.001$). Καμία αλλαγή δεν παρατηρήθηκε στο περιφερειακό πάχος του κερατοειδούς. Στην ομάδα που φόρεσαν συμβατικούς φακούς δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στο διαθλαστικό σφάλμα ή στο πάχος του κερατοειδούς.

Η χρήση των ορθοκερατολογικών φακών σε μία μόνο ημέρα προκαλεί ταχεία κεντρική αλλαγή και λέπτυνση στο μεσοπεριφεριακό στρώμα. Το αποτέλεσμα της ορθοκερατολογίας ήταν η τροποποίηση του κερατοειδούς στο οβελιαίο ύψος του, ο οποίος αποτελεί πρωταρχικό παράγοντα που επέφερε το διαθλαστικό αποτέλεσμα. (Alharbi, A., Swarbrick, A. 2003)

Έρευνα 2: The Longitudinal Orthokeratology Research in Children (LORIC) in Hong Kong - A Pilot Study on Refractive Changes and Myopic Control. (Η έρευνα διαμήκης Ορθοκερατολογίας σε παιδιά στο Χονγκ Κονγκ - Μια πιλοτική μελέτη στις διαθλαστικές αλλαγές και στον έλεγχο μυωπίας.)

Η διάρκεια αυτής της μελέτης διήρκησε 2 χρόνια. Σκοπός της να ερευνήσει πώς μπορεί να μειωθεί η μυωπία με τη χρήση των ορθοκερατολογικών φακών σε παιδιά.

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 70 παιδιά ηλικίας 7-12 ετών. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος στο αξονικό μήκος όπως και στο βάθος του προσθίου θαλάμου στο υαλοειδές σώμα. Τα 35 από αυτά τους δόθηκαν να φορέσουν ορθοκερατολογικούς φακούς και στα υπόλοιπα 35 γυαλιά μονοόρασης. Στα παιδιά με τους ορθοκερατολογικούς φακούς προσδιορίστηκε η αλλαγή στην καμπυλότητα του κερατοειδούς και τις σχέσεις με τις αλλαγές των

διαθλαστικών σφαλμάτων αξονικού μήκους και του υαλοειδούς σώματος. Τα αποτελέσματα δεν είχαν και μεγάλες διαφορές. Στο τέλος της μελέτης το διαθλαστικό σφάλμα ήταν -0.18 ± 0.69 Dpt και η μείωση του διαθλαστικού σφάλματος ήταν 2.09 ± 1.34 Dpt. Στο τέλος των 24 μηνών οι αυξήσεις στο αξονικό μήκος ήταν 0.29 ± 0.27 mm και 0.54 ± 0.27 mm για τη χρήση των ορθοκερατολογικών φακών και των ομάδων ελέγχου. Οι αυξήσεις στον πρόσθιο θάλαμο ήταν 0.23 ± 0.25 mm και 0.48 ± 0.26 mm για τους χρήστες των ορθοκερατολογικών φακών και των ομάδων ελέγχου αντίστοιχα. Αρχικά υπήρξε σημαντική επιπέδωση του κερατοειδούς στην ομάδα που φόρεσαν ορθοκερατολογικούς φακούς αλλά και όχι σημαντικές αλλαγές στη δύναμη του κερατοειδούς, στο αξονικό μήκος και στον πρόσθιο θάλαμο. Η ορθοκερατολογία μπορεί να έχει μία διορθωτική και προληπτική δράση στη μυωπία στη παιδική ηλικία. Ωστόσο, υπάρχουν μεταβολές στο αξονικό μήκος στα παιδιά αλλά δεν υπάρχει κανένας τρόπος να προβλεφθεί το αποτέλεσμα. (Cho, P. Cheung, S. Edwards, M. 2005)

Έρευνα 3: Influence of Overnight Orthokeratology on Axial Elongation in Childhood Myopia. (Η επιρροή της ολονύχτιας Ορθοκερατολογίας στην αξονική επιμήκυνση στη παιδική μυωπία.)

Αυτή η μελέτη διεξήχθη για να εκτιμηθεί η επίδραση των ορθοκερατολογικών φακών για την αξονική επιμήκυνση στα παιδιά, με αυτά που φορούν γυαλιά και να χρησιμοποιηθούν ως μάρτυρες. Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος 105 ασθενείς, δηλαδή σύνολο 210 οφθαλμοί. Υπήρχαν 2 ομάδες· η μία αποτελούνταν από 45 ασθενείς ηλικίας 12, 1 ± 2.5 χρόνων, οι οποίοι ταίριαζαν στην ομάδα των OK φακών. Η άλλη ομάδα αποτελούνταν από 60 ασθενείς (11.9 ± 2 χρόνια) οι οποίοι ταίριαζαν και αυτοί στα κριτήρια εφαρμογής OK φακών αλλά προτίμησαν τη διόρθωση με γυαλιά. Το αξονικό μήκος μετρήθηκε στην αρχή και μετά από 2 χρόνια με οφθαλμική βιομετρία, οι αλλαγές αξιολογήθηκαν και συγκρίθηκαν μεταξύ των 2 ομάδων.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα 92 άτομα ολοκλήρωσαν τις εξετάσεις στα 2 έτη παρακολούθησης. Στην αρχή της έρευνας το διαθλαστικό σφάλμα ήταν -2.55 ± 1.82 και 1.66 ± 2.59 dpt και το αξονικό μήκος ήταν 24, 66 ± 1.11 και 24.79 ± 0.80 mm στους χρήστες OK και των ομάδων ελέγχου χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων. Η αύξηση στο αξονικό μήκος κατά τη διάρκεια της έρευνας 2 χρόνων ήταν 0.39 ± 0.27 και 0.61 ± 0.24 mm αντίστοιχα και η διαφορά ήταν μεγάλη. Τα συμπεράσματα της έρευνας ήταν ότι η θεραπεία με Ortho-K φακούς μπορεί να επιβαρύνει την εξέλιξη της μυωπίας σε έναν ορισμένο βαθμό. (Kakita, T., Hiraoka, T., Oshika, T. 2011)

Έρευνα 4: Retardation of Myopia in Orthokeratology (ROMIO) Study: A 2-Year Randomised Clinical Trial. (Έρευνα για τη καθυστέρηση της μυωπίας στην Ορθοκερατολογία - Μια δίχρονη τυχαιοποιημένη κλινική δοκιμή.)

Σκοπός της έρευνας είναι η κλινική δοκιμή με στόχο την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των Ortho-K φακών για μυωπικό έλεγχο.

Επιλέχθηκαν 102 άτομα ηλικίας 6-10 ετών με μυωπία μεταξύ 0.50- 4.00 dpt και ο αστιγματισμός όχι περισσότερος από 1.25 dpt με τυχαία επιλογή κάποιοι φόρεσαν Ortho-K φακούς ή μονής όρασης γυαλιά για μία περίοδο 2 ετών. Το αξονικό μήκος μετρήθηκε με ενδοφθάλμιο φακό από εξεταστή και ο έλεγχος γινόταν κάθε 6 μήνες.

Στη συνέχεια, 78 άτομα εκ των οποίων τα 37 ανήκαν στην ομάδα των ορθοκερατολογικών και τα υπόλοιπα 41 στην ομάδα ελέγχου ολοκλήρωσαν τη μελέτη. Η μέση αξονική επιμήκυνση στο τέλος της 2 χρόνων μελέτης, ήταν 0.36 ± 0.24 και 0.63 ± 0.26 mm στην ομάδα των ορθοκερατολογικών και της ομάδας ελέγχου αντίστοιχα και ήταν σημαντικά βραδύτερη στην ομάδα των ορθοκερατολογικών. Η αξονική επιμήκυνση δεν σχετιζόταν με την αρχική μυωπία αλλά συσχετίστηκε με την ηλικία των ατόμων που υποβλήθηκαν στον έλεγχο. Τα ποσοστά των ατόμων με γρήγορη εξέλιξη της μυωπίας (>1.00 dpt ετησίως) ήταν 65% και 13% στους νεότερους ηλικίας 7-8 έτη και ηλικιωμένων με ηλικία 9-10 ετών, στα παιδιά στην ομάδα ελέγχου ήταν 20% και 9% αντίστοιχα στην ομάδα ορθοκερατολογικών. Από αυτούς, 5 άτομα διέκοψαν τη θεραπεία λόγω ανεπιθύμητων ενεργειών.

Τα συμπεράσματα της έρευνας ήταν ότι οι ασθενείς που φόρεσαν OK φακούς είχαν μια βραδύτερη αύξηση της αξονικής τους επιμήκυνσης κατά 43% σε σύγκριση με τα άτομα που φορούν γυαλιά οράσεως, τα μικρότερα παιδιά έτειναν να έχουν πιο γρήγορη αξονική αλλαγή και μπορεί να ωφεληθούν από την θεραπεία με τους OK φακούς.
(Cho, P., Cheung, C. 2012)

Έρευνα 5: Myopia Control with Orthokeratology Contact Lenses in Spain (MCOS): Study Design and General Baseline Characteristics. (Έλεγχος της μυωπίας με ορθοκερατολογικούς φακούς επαφής στην Ισπανία: Μελέτη σχεδιασμού και γενικά χαρακτηριστικά.)

Προηγούμενες μελέτες έχουν δείξει ότι η χρήση OK φακών επιβραδύνει την ανάπτυξη του οφθαλμού σε παιδιά που εμφανίζουν μυωπία, ορισμένοι περιορισμοί στη μεθοδολογία που χρησιμοποιούνται έχουν γίνει εμφανείς. Επιπλέον δεν έχει αξιολογηθεί ακόμη η ασφάλεια αυτού του τρόπου οπτικής διόρθωσης.

Η μελέτη αυτή έχει σκοπό να συγκρίνει το αξονικό μήκος μεταξύ των λευκών Ευρωπαϊκών παιδιών με μυωπία που φορούν OK φακούς όπως και γυαλιά οράσεως. Σε αυτή τη μελέτη καταγράφονται οι συχνότερες εμφάνιση ανεπιθύμητων ενεργειών όπως επίσης και τη διακοπή θεραπείας.

Στην έρευνα πήραν μέρος άτομα ηλικίας 6-12 με μυωπία που κυμαίνεται από 0.75 έως 4.00 Dpt και ο αστιγματισμός <1.00 Dpt που φορούν OK φακούς ή γυαλιά οράσεως. Οι μετρήσεις που έγιναν σε διάστημα 6 μηνών ήταν μετρήσεις του αξονικού μήκους, το βάθος του προσθίου θαλάμου, τοπογραφία κερατοειδούς, κυκλοπληγία, οπτική οξύτητα και χρώση κερατοειδούς. Καταγράφονται επίσης οι ανεπιθύμητες ενέργειες και η διακοπή της θεραπείας.

Έπειτα, 31 παιδιά φορούσαν OK φακούς και 31 με γυαλιά οράσεως. Οχτώ άτομα δεν πληρούσαν κριτήρια διάθλασης για να φορέσουν OK φακούς. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες όσον αφορά τη διάθλαση και τις βιομετρικές μετρήσεις. Κατά την έναρξη δεν βρέθηκαν ανεπιθύμητες ενέργειες και στις 2 ομάδες.
(Rubido, S., Collar, V., Gilmartin, B., Ortega, G. 2009)

Έρευνα 6: Overnight Orthokeratology. (Ολονύχτια Ορθοκερατολογία.)

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να αξιολογήσει τη διάθλαση, τις κερατοειδικές

αλλαγές στο πάχος του κερατοειδούς σε άτομα που υποβάλλονται σε εφαρμογή της ορθοκερατολογίας καθ' ολη τη διάρκεια της νύχτας.

Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος δέκα άτομα με μυωπία μέσης ηλικίας (25.9 ± 3.9 έτη). Η εφαρμογή των ορθοκερατολογικών φακών έγινε σε διάρκεια 60 ημερών. Τα άτομα εξετάζονταν την 1^η, 7^η, 14^η, 30^η και 60^η ημέρα αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της ημέρας. Σε κάθε συνεδρία οι μετρήσεις που έγιναν ήταν οι εξής: οπτική οξύτητα, διάθλαση, κερατομετρία, τοπογραφία κερατοειδούς και εξετάσεις με τη σχισμοειδής λυχνία.

Οχτώ άτομα ολοκλήρωσαν τη μελέτη. Τόσο της χαμηλής όσο και της υψηλής οπτικής οξύτητας χωρίς διόρθωση βελτιώθηκαν σημαντικά από την πρώτη κιόλας ημέρα. Η μέση αλλαγή σε υψηλή μη διορθωμένη οπτική οξύτητα παρατηρήθηκε την 60^η ημέρα και ήταν από 0.50 ± 0.20 logMAR. Η μέση αλλαγή στην χαμηλή οπτική οξύτητα κατά την 60^η ημέρα ήταν -0.48 ± 0.26 logMAR. Η μέση υποκειμενική διάθλαση μειώθηκε σημαντικά από την αρχική τιμή την 60^η ημέρα. Τα αποτελέσματα της τοπογραφίας έδειξαν σημαντική μείωση κεντρικά. Το ίδιο και ο κερατοειδής υπέστη αλλαγές.

Το συμπέρασμα αυτής της μελέτης είναι ότι η μέθοδος της ορθοκερατολογίας είναι ένα αποτελεσματικό μέσο για την προσωρινή μείωση της μυωπίας. Η αναδιαμόρφωση του κερατοειδούς μέσω της κεντρικής λέπτυνσής του βρίσκεται υπό συζήτηση. (Nichols, J. et al. 2000)

Έρευνα 7: Overnight Orthokeratology: Preliminary Results of the Lenses and Overnight Orthokeratology (LOOK) Study. (Ολονύχτια Ορθοκερατολογία - Προκαταρκτικά αποτελέσματα των φακών και της ολονύχτιας Ορθοκερατολογίας.)

Εξήντα άτομα εντάχθηκαν σε αυτή την έρευνα για την αξιολόγηση επιτυχίας των OK φακών και την ασφάλεια θεραπείας τους κατά την εφαρμογή τους κατά τη βραδινή ώρα. Το αποτέλεσμα του διαθλαστικού σφάλματος με τοπογραφία του κερατοειδούς και βιομικροσκόπηση.

Από τα 60 άτομα που συμμετείχαν τα 46 άτομα ολοκλήρωσαν την επίσκεψή τους σε διάστημα ενός μήνα και τα υπόλοιπα 31 σε διάστημα τριών μηνών. Η μέση μείωση διόρθωσης από την έναρξη έως το διάστημα των τριών μηνών ήταν 2.08 ± 1.11 Dpt στο δεξί μάτι και 2.16 ± 1.05 Dpt στον αριστερό οφθαλμό. Σε διάστημα τριών μηνών το 74% των οφθαλμών εμφάνισαν 20/20 οπτική οξύτητα. Κατά την επίσκεψη των τριών μηνών οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε εξετάσεις χρώσει του κερατοειδούς, αποτυπώματα και μικροκύστες.

Τα αρχικά αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της οπτικής οξύτητας η οποία μπορεί να επιτευχθεί μετά την αφαίρεση του φακού μετά από 6 ώρες. Η βραχυπρόθεσμη ασφάλεια και η

αποτελεσματικότητα της διαδικασίας φαίνεται να είναι ευνοϊκές.

(Rah, M., Jackson, J., Jones, L., Marsden, H., Bailey, M., Joseph, T. 2002)

Έρευνα 8: Corneal Response to Short-Term Orthokeratology Lens Wear. (Κερατοειδική ανταπόκριση σε βραχυπρόθεσμη χρήση ορθοκερατολογικών φακών.)

Σκοπός αυτής της έρευνας είναι να ερευνήσει τις βραχυπρόθεσμες αλλαγές που υφίσταται ο κερατοειδής από την εφαρμογή ορθοκερατολογικών φακών.

Σε 9 νεαρά ενήλικα άτομα δόθηκαν να φορέσουν ΟΚ φακούς. Στο ανοιχτό μάτι για 10,30 και 60 λεπτά και στο κλειστό για 8 ώρες. Το άλλο μάτι λειτούργησε ως «μάρτυρας», χωρίς εφαρμογή φακού.

Τα αποτελέσματα ήταν σημαντικά. Έγινε επιπέδωση του κερατοειδούς και δημιουργήθηκε μια «ζώνη θεραπείας», που βρέθηκαν μετά από 10 λεπτά εφαρμογής του φακού σε ανοιχτό μάτι. Σημαντική βελτίωση της οπτικής οξύτητας ήταν εμφανής μετά από 10 λεπτά εφαρμογής των φακών. Η κερατοειδική ασφαιρικότητα έδειξε μία τάση του κερατοειδούς να σφαιροποιείται μετά από 8 ώρες εφαρμογής του φακού. Δεν υπήρξε καμία σημαντική αλλαγή στην τορικότητα του κερατοειδούς.

Τα συμπεράσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι ο κερατοειδής επιπεδώνεται σημαντικά με τη χρήση των ορθοκερατολογικών φακών. Η οπτική οξύτητα βελτιώνεται μετά από 10 λεπτά εφαρμογής τους. Αυτό προϋποθέτει ότι το κερατοειδικό επιθήλιο διανέμεται πολύ γρήγορα στο δακρυϊκό φιλμ που δημιουργείται πίσω από τους φακούς αντίστροφης γεωμετρίας.

(Stridharan, R., Swarbrick, H. 2003)

Έρευνα 9: The Children's Overnight Orthokeratology Investigation (COOKI) Pilot Study. (Η έρευνα στη παιδική ολονύχτια Ορθοκερατολογία - Πιλοτική μελέτη.)

Η μελέτη αυτή διεξείχθη σε παιδιά με ορθοκερατολογικούς φακούς. Η έρευνα αυτή περιγράφει το διαθλαστικό σφάλμα καθώς και τις αλλαγές που υπήρξαν στην όραση και την παρατήρηση στη σχισμοειδή λυχνία, που σχετίζονται με τους ορθοκερατολογικούς φακούς σε παιδιά, σε διάρκεια έξι μηνών.

Στην έρευνα αυτή πήραν μέρος 29 άτομα ηλικίας 8-11 χρόνων, σε παιδιά που εμφανίζουν μυωπία -0.75Δ και -5.00Δ και $< -1.50\Delta$ κερατοειδικό αστιγματισμό. Ο έλεγχος πραγματοποιήθηκε μέσα σε μία ώρα από την ώρα αφύπνισης και περίπου 6 ώρες αργότερα. Στη συνέχεια ο έλεγχος γινόταν σε 1 ημέρα, 1 εβδομάδα, 2 εβδομάδες, 1 μήνα, 3 μήνες και 6 μήνες μετά από την πρώτη επαφή με τους ΟΚ φακούς. Οι εξετάσεις που πραγματοποιήθηκαν σε κάθε έλεγχο ήταν η οπτική οξύτητα, η διάθλαση, η εξέταση στη σχισμοειδή λυχνία και τοπογραφία του κερατοειδούς.

Τη μελέτη σε διάστημα 6 μηνών ολοκλήρωσαν 23 άτομα. Τρία από αυτά τα άτομα δεν θέλησαν να φορέσουν φακούς επαφής, δύο άτομα δεν πληρούσαν τα κριτήρια για την

εφαρμογή φακών και ένα μετακόμισε από την περιοχή. Στην απογευματινή επίσκεψη των 6 μηνών, η μέση \pm SD αδιόρθωτη υψηλή οπτική οξύτητα ήταν $0,08 \pm 0,15$ logMAR (20/24 Snellen) και η μέση τιμή \pm SD διάθλασης ήταν -0.16 ± 0.66 Dpt. Οι κερατοειδείς των 3/5 των ασθενών εμφάνισαν ήπια χρώση κατά την πρωινή εξέταση, και το 1/3 των ασθενών εμφάνισε ήπια χρώση του κερατοειδούς κατά την απογευματινή τους επίσκεψη. Ο πιο κοινός τύπος στίξης ήταν η κεντρική χρώση. Οι ασθενείς δεν εμφάνισαν δυσμενείς επιπτώσεις κατά την αναδιαμόρφωση του κερατοειδούς στο διάστημα της μελέτης.

Τα συμπεράσματα αυτής της μεέτης έδειξαν ότι οι OK φακοί είναι αποτελεσματικοί για τους νέους ασθενείς με μυωπία και κανένα παιδί δεν παρουσίασε σοβαρό ανεπιθύμητο πρόβλημα κατά τη διάρκεια της μελέτης.
(Walline, J., Rah, M., Jones, L. 2004)

Έρευνα 10: Myopia Control with Orthokeratology Contact Lenses in Spain: Refractive and Biometric Changes. (Έλεγχος της μυωπίας με ορθοκερατολογικούς φακούς επαφής στην Ισπανία - Διαθλαστικές και βιομετρικές αλλαγές.)

Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να συγκρίνει την αξονική αλλαγή μεταξύ των λευκών παιδιών με μυωπία τα οποία φορούν OK φακούς και σε παιδιά που φορούν γυαλιά οράσεως για μία περίοδο 2 ετών.

Τα άτομα που υποβλήθηκαν σε αυτή τη μελέτη ήταν ηλικίας 6-12 ετών με μυωπία 0.75- 4.00 Dpt και με ασigmatισμό 1.00 Dpt που διαθέτει διόρθωση με OK φακούς ή γυαλιά οράσεως. Κατά το διάστημα των 6 μηνών οι εξετάσεις που επιτεύχθηκαν για το αξονικό μήκος ήταν η τοπογραφία του κερατοειδούς και για τη διάθλαση έγινε κυκλοπληγία.

Ορθοκερατολογικούς φακούς φόρεσαν 31 παιδιά και τα υπόλοιπα 30 φόρεσαν γυαλιά οράσεως. Μετά από 24 μήνες το αξονικό μήκος αυξήθηκε σημαντικά τόσο για την ομάδα των παιδιών με OK φακούς (0.47 χιλιοστά) όσο και για την ομάδα με τα γυαλιά οράσεως (0.69 χιλιοστά $p < 0.001$), με σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου και ομάδας, με επιβάρυνση αύξησης στα παιδιά με τα γυαλιά οράσεως. Σημαντικές διαφορές στη διάθλαση βρέθηκαν με τη πάροδο του χρόνου, ανάμεσα στις ομάδες και η αλληλεπίδραση ανάμεσα στο χρόνο και στις ομάδες για τη σφαιρικότητα και όχι για την κυλινδρική διάθλαση. Σημαντική επιπέδωση του κερατοειδούς ήταν εμφανής στην ομάδα με τους OK φακούς για την πιο επίπεδη και σφιχτή κερατοειδική δύναμη και για τον παράγοντα του κερατοειδικού σχήματος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι OK φακοί μειώνουν το αξονικό μήκος σε σχέση με τα άτομα που φορούσαν γυαλιά οράσεως.
(Rubido, J., Villa, C., Gilmartin, B., Orlega, G. 2014)

Έρευνα 11: Ορθοκερατολογία - Μια σύγχρονη έρευνα.

Σε πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε απο οπτικούς-οπτομέτρους συναδέλφους, λήφθηκε δείγμα από την Ελλάδα και συγκεκριμένα απο την περιοχή της Αθήνας. Σκόπος της έρευνας αυτής είναι να αξιολογήσει την γνώση για την μέθοδο της ορθοκερατολογίας, τόσο στο γενικό σύνολο όσο και στους επαγγελματίες οπτομέτρους- εφαρμοστές φακών επαφής. Το δείγμα της έρευνας αποτελούσαν 200 άτομα του γενικού συνόλου καθώς και 67 οπτικά καταστήμα- εφαρμοστήρια φακών επαφής. Το ερευνητικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε ήταν ειδικά διαμορφωμένα ερωτηματολόγια.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το 82% του γενικού συνόλου είχε άγνοια της μεθόδου της ορθοκερατολογίας ενώ μόλις το 18% είχε γνώση. Αξίζει να σημειωθεί ότι στο τυχαίο δείγμα δεν βρέθηκε κάποιος χρήστης Ορθοκερατολογίας, Επίσης, ποσοστό μεγαλύτερο του 50% θεωρούσε αρμόδιο για την ενημέρωση ως προς την μέθοδο της ορθοκερατολογίας τον Οφθαλμίατρο και όχι τον οπτομέτρη ενώ για την εφαρμογή η αρμοδιότητα ήταν 50-50.

Σε επόμενη ερώτηση που τέθηκε σχετικά με το αν θα επέλεγαν την Ορθοκερατολογία ως μέθοδο διόρθωσης της αμετροπίας, το 66% απάντησε θετικά ενώ σε παρόμοια ερώτηση σχετικά με το αν θα πρότειναν την μέθοδο της Ορθοκερατολογίας για επιβράδυνση της μυωπίας σε παιδιά το 51% απάντησε αρνητικά υποστηρίζοντας ότι τα άτομα μικρότερης ηλικίας δεν είναι κατάλληλοι χρήστες φακών επαφής.

Όσον αναφορά τα εφαρμοστήρια στην ερώτηση αν γνωρίζουν την τεχνική της Ορθοκερατολογίας, από τα 67 τα 20 δήλωσαν άγνοια αυτής, ενώ ποσοστό άνω του 90% δεν κάνει εφαρμογή ορθοκερατολογικών φακών με την πρόφαση ότι δεν υπάρχει ζήτηση αλλά και ότι δεν κατέχουν την απαιτούμενη κατάρτιση για αυτήν, συνεπώς και η ενημέρωση των υποψηφίων με διαθλαστικά σφάλματα για την ύπαρξη της μεθόδου είναι ελλιπής και μόλις το 9% των εφαρμοστηρίων προτείνει την διαδικασία. Συνεπώς, μόλις το 6% προβαίνει σε εφαρμογή της μεθόδου.

Τέλος, η ζήτηση της Ορθοκερατολογίας σε εφαρμοστήρια αγγίζει το 36%, δηλαδή περίπου 4 άτομα ανά εφαρμοστήριο φακών επαφής.
(Βλασοπούλου, Μ. Καλουτσίδου, Δ. 2015)

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ & ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΗΣ ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

Προς το παρόν η σύγχρονη ορθοκερατολογική τεχνική είναι σε θέση να προκαλέσει αλλαγή έως 4Δ στην δύναμη του κερατοειδούς. Είναι ένας ασφαλής και αναστρέψιμος τρόπος για την προσωρινή μείωση της μυωπίας. Πλέον, η διόρθωση του αστιγματισμού φαίνεται να είναι τώρα εφικτή σε κάποιο βαθμό, ενώ νέα σχέδια φακών επαφής για την αντιμετώπιση της υπερμετροπίας βρίσκονται υπό εξέλιξη. Πολλοί επαγγελματίες εφαρμοστές θεωρούν την ορθοκερατολογία μια μέθοδο σταθεροποίησης του διαθλαστικού σφάλματος στους νέους ηλικιακά μύωπες. Η μέθοδος της Ορθοκερατολογίας παρουσιάζει προοπτικές βελτίωσης χάρη στην συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας. Αν η Ορθοκερατολογία αποδειχθεί πως μπορεί να μειώσει την εξέλιξη της μυωπίας και σε ενήλικα άτομα, τότε αυτή η μέθοδος θα αλλάξει ριζικά το μέλλον των φακών επαφής.

Η επίσημη έγκριση της Ορθοκερατολογίας χρονολογείται από το 2002, γεγονός που δικαιολογεί την περιορισμένη και ελλιπή βιβλιογραφία και μικρό αριθμό κλινικών μελετών. Εν τούτοις, υπάρχουν πολλά αναπάντητα ερωτήματα για μια μέθοδο τόσο περίπλοκη όσο η Ορθοκερατολογία. Θα χρειαστεί τη συμβολή όχι μόνο οπτομετρών και οπτικών, αλλά και οφθαλμολόγων, φυσιολόγων, μηχανικών και λοιπών επιστημόνων για μπορέσει να μελετηθεί και να αναπτυχθεί πλήρως, ώστε να γίνει δίκαιη αξιολογήσή της ως θεραπεία των αμετροπιών.

Λίστα Βιβλιογραφικών Παραπομπών

Alharbi, A., Swarbrick, A. (2003) The Effects of Overnight Orthokeratology Lens Wear on Corneal Thickness. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 44. (6)

Ασημέλλης, Γ. (2007) *Οπτική και Υπερόραση*. Αργυρούπολη: Σύγχρονη Γνώση.

Barr, J., Rah, M., Jackson, M., Mark Jackson, J., Jones, L. (2003) Orthokeratology and Corneal Refractive Therapy: A Review and Recent Findings. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice*. 29 (1), 49-53.

Βλασοπούλου, Μ. Καλουτσίδου, Δ. (2015) *Ορθοκερατολογία: Μία σύγχρονη έρευνα*.

Cassin, B., Rubin, M. (1990) Dictionary of Eye Terminology. Gainesville, FL: Triad Publishing Company.

Cho, P., Cheung, S., Edwards, M. (2005) The Longitudinal Orthokeratology Research in Children (LORIC) in Hong Kong: A Pilot Study on Refractive Changes and Myopic Control. *Taylor & Francis*. 30, 71-80.

Cho, P., Cheung, C. (2012) Retardation of Myopia in Orthokeratology (ROMIO) Study: A 2-Year Randomized Clinical Trial. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 53 (11), 7077-7085.

Δαμανάκης, Α. (1999) *Διάθλαση Βασικές Αρχές και Τεχνική*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας.

Drake, R. L., Vogl, W., Mitchell, A. W. M. (2007) *Gray's Ανατομία*. Αθήνα: Π.Χ. Πασχαλίδης

Gonzalez-Perez, J., Villa-Collar, C., Gonzalez-Meijome, J., Porta, N., Parafita, M. (2012) Long-Term changes in corneal structure and tear inflammatory mediators after Orthokeratology and Lasik, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 53 (9), 5301-5311.

Kakita, T., Hiraoka, T., Oshika, T. (2011) Influence of Overnight Orthokeratology on Axial Elongation in Childhood Myopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 52 (5), 2170-2174.

Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., Ασημέλλης, Γ., Καραγεωργιάδης, Λ., Κωνσταντακόπουλος, Σ., Σαπουνάκης, Η., Φωτεινάκης, Β. (2010) *Φακοί Επαφής: Επιστήμη και Βασικές Αρχές*. Β'. Αργυρούπολη: Σύγχρονη Γνώση.

Κατσούλος, Κ., Ασημέλλης, Γ. (2008) *Η Σύγχρονη Διαθλαστική Εξέταση*. Αργυρούπολη: Εκδόσεις Σύγχρονη Γνώση.

Kolb, H., Fernandez, E., Nelson, R. (2011) *The Organisation of the Retina and Visual System*. Salt Lake City: University of Utah.

Larson, B. (2014) A Different Approach to Ortho-K. *Optometric Management*. 49, 24-26.

Luk, B., Bennett, E., Barr, J. (2001) Fitting Orthokeratology Contact Lenses. *Contact Lens Spectrum*. Issue: October 2001.

Matsamura, I., Ishikawa, Y., Maruyama, S., Hirano, R., Kohayakawa, Y. (1983) *Automatic Eye-Refractometer*. Tokyo: Canon Inc.

Mezu-Nnabue, K. (2009) Contact Lens Complications & Management. *QEI Winter 2009 Newsletter*.

Μόσχος, Ν. (1998) *Νευροοφθαλμολογία*. Αθήνα: Ζήτα Ιατρικές Εκδόσεις.

Mountford, J., Ruston, D., Dave, T. (2004) *Orthokeratology: Principles and Practice*. Butterworth-Heinemann.

Mountford, J., Caroline, P., Noack, D. (2002) Corneal Topography and Orthokeratology: Pre-fitting Evaluation. *Contact Lens Spectrum*.

Morris, J., Hirji, N. (1969) *The Slit Lamp Biomicroscope in Optometric Practice*. Hirji Associates.

Nichols, J., Marsich, M., Nguyen, M., Barr, J. T., Bullimore, M. (2000) Overnight Orthokeratology. *Optometry and Vision Science*. 77 (5), 252-259.

Ξανθοπούλου, Ε., Ξανθοπούλου, Κ., Διάφας, Α., Αλμαλιώτης, Δ., (2013) *Ανατομία και φυσιολογία κερατοειδούς χιτώνα του οφθαλμού*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Πλαϊνης, Σ., Τσιλιμπάρης, Κ., Παλλήκαρης, Γ. (2007) *Νευροφυσιολογία του αμφιβληστροειδή και των οπτικών οδών*. *Οφθαλμολογία* 19 (4)

Polymer Technology, a Bausch & Lomb company. (2004) *A Guide to Overnight Orthokeratology*. North America.

Rah, M., Jackson, J., Jones, L., Marsden, H., Bailey, M., Joseph, T. (2002) Overnight Orthokeratology: Preliminary Results of the Lenses and Overnight Orthokeratology (LOOK) Study. *Optometry and Vision Science*. 79. (9), 598-605.

Ρούγγας, Κ. (2010) *Ανατομία-φυσιολογία-παθήσεις των οπτικών οδών - Διαταραχές των οπτικών πεδίων*. Νοσοκομείο «Άγιος Σάββας».

Ruberti, J., Roy, A., Roberts, C. (2011) Corneal Structure and Function. *Annual Review Biomed*. 13, 269-295.

Rubido, S., Collar, V., Gilmartin, B., Ortega, G. (2009) Myopia Control with Orthokeratology Contact Lenses in Spain (MCOS): Study Design and General Baseline Characteristics. *J Optom*. 2 (4), 215-222.

Rubido, S., Collar, V., Gilmartin, B., Orlega, G. (2014) Myopia Control with Orthokeratology Contact Lenses in Spain: Refractive and Biometric Changes. *Clinical and Epidemiological Research*. 53 (8), 5060-5.

Schiffrin, L., Rich, W. (1984) *The Contact Lens Industry: Structure, Competition & Public Policy*. Washington, DC: Library of Congress Publication.

Sebag, J. (1989) *The Vitreous: Structure, Function and Pathobiology*. New York: Springer-Verlag.

Σινάπη, Μ. (2014) *Οπτικό νεύρο μέθοδος εξέτασης και τρόποι απεικόνισης*. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας.

Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. (2006) *Κλινική Ανατομία του Οφθαλμού*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

Sridharan, R., Swarbrick, H. (2003) Corneal Response to Short-Term Orthokeratology Lens Wear. *Optometry and Vision Science*. 80. (3), 200-6.

Swarbrick, H. A. (2006) Orthokeratology review and update. *Clinical and Experimental Optometry*. 89 (3), 124-143.

Tabb, R. (2014) *Professional Fitting Guide - Orthokeratology*. Malaga.

Walline, J., Rah, M., Jones, L. (2004) The Children's Overnight Orthokeratology Investigation (COOKI) Pilot Study. *Optometry and Vision Science*. 81. (6), 407-13.

Weissman, B., Barr, J., Harris, M., McMahan, T., Rah, M., Secor, G., Sonsino, J. (2006) *Optometric Clinical Practice Guideline: Care of the Contact Lens Patient*. St. Louis, MO: AOA.

Φωτεινάκης, Β., Πατέρας, Ε., Χανδρινός, Α. (2000) *Κλινική Διάθλαση*. Περιστέρι: ΙΩΝ.

Βιβλιογραφία

Artal, P., Guirao, A., Berrio, E. & Williams, D. R. (2001) Compensation of corneal aberrations by the internal optics in the human eye. *Journal of Vision*. 1 (1), 1-8.

Boost, M. V. & Cho, P. (2005) Microbial Flora of Tears of Orthokeratology Patients, and Microbial Contamination of Contact Lenses and Contact Lens Accessories. *Optometry and Vision Science*. 82 (6), 451-458.

Carney, L. G. (1975) The Basics for Corneal Shape Change During Contact Lens Wear. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*. 52 (7), 445-454.

Cavanagh, H. D., Ladage, P. M. Li, S. L., Yamamoto, K., Molai, M., Ren, D. H., Petroll, W. P. & Jester, J. V. (2002) Contact Lens on Bacterial Binding and Corneal Epithelium A 13-Month Clinical Trial. *Ophthalmology*. 109 (11), 1957-1969.

- Cheah, P. S., Norhani, M., Bariah, M. A., Myint, M., Lye, M. S. & Azian, A. L. (2008) Histomorphometric Profile of the Corneal Response to Short-term Reverse-geometry Orthokeratology Lens Wear in Primate Corneas A Pilot Study. *Cornea*. 27 (4), 461-470.
- Cheung, S. W., Cho, P. & Fan, D. (2004) Asymmetrical Increase in Axial Length in the Two Eyes of a Monocular Orthokeratology Patient. *Optometry and Vision Science*. 81 (9), 653-656.
- Choo, J. D., Holden, B. A., Papas, E. B. & Willcox, M. D. P. (2009) Adhesion of *Pseudomonas aeruginosa* to Orthokeratology and Alignment Lenses. *Optometry and Vision Science*. 86 (2), 93-97.
- Davis, R. L., Eiden, S. B., Bennett, E. S., Koffler, B., Wohl L. & Lipson, M. (2015) Stabilizing Myopia by Accelerating Reshaping Technique (SMART)-Study Three Year Outcomes and Overview. *Advances in Ophthalmology & Visual System*. 2 (3).
- Goodlaw, E. (1996) Risk of Infection from Sleeping with Contact Lenses on: Causes of Risk. *Optometry and Vision Science*. 73 (3), 156-158.
- Han, H. S., Song, J. S. & Kim, H. M. (2000) Long-term results of laser in situ keratomileusis for high myopia. *Korean Journal of Ophthalmology*. 14 (1), 1-6.
- Hiraoka, T., Okamoto, C., Ishii, Y., Kakita, T. & Oshika, T. (2007) Contrast Sensitivity Function and Ocular Higher-Order Aberrations following Overnight Orthokeratology. *IOVS Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 48 (2), 550-556.
- Kang, K. & Swarbrick, H. (2011) Peripheral Refraction in Myopic Children Wearing Orthokeratology and Gas-Permeable Lenses. *Optometry and Vision Science*. 88 (4), 476-482.
- Lin, H. J., Wan, L., Tsai, F. J., Tsai, Y. Y., Chen, L. A., Tsai, A. L. & Huang, Y. C. (2014) Overnight orthokeratology is comparable with atropine in controlling myopia. *BMC Ophthalmology*. 14 (40), 1-8.
- Lu, F., Sorbara, L., Simpson, T. & Fonn, D. (2007) Corneal Shape and Optical Performance After One Night of Corneal Refractive Therapy for Hyperopia. *Optometry and Vision Science*. 84 (4), 357-364.
- Lum, E. & Swarbrick, H. A. (2011) Lens Dk/t Influences the Clinical Response in Overnight Orthokeratology. *Optometry and Vision Science*. 88 (4), 469-475.
- Lum, E., Golebiowski, B. & Swarbrick, H. A. (2012) Mapping the Corneal Sub-Basal Nerve Plexus in Orthokeratology Lens Wear Using in vivo Laser Scanning Confocal Microscopy. *IOVS Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 53 (4), 1803-1809.
- Mainstone, J. C., Carney, L. G., Anderson, C. R., Clem, P. M., Stephensen, A. L. & Wilson, M. D. (1998) Corneal shape in hyperopia. *Clinical and Experimental Optometry*. 81 (3),
- Mathur, A. & Atchison, D. A. (2009) Effect of Orthokeratology on Peripheral Aberrations of the Eye. *Optometry and Vision Science*. 86 (5), 476-484.

Mok, A. K. H. & Chung, C. S. T. (2011) Seven-year retrospective analysis of the myopic control effect of orthokeratology in children: a pilot study. *Clinical Optometry*. 3.

Owens, H., Garner, L. F., Craig, J. P. & Gamble, G. (2004) Posterior Corneal Changes with Orthokeratology. *Optometry and Vision Science*. 81 (6), 421-426.

Petrou-Binder, S. (2008) LASIK complications – best treatments and preventive methods available. *EuroTimes*. 13 (5).

Pinna, A., Usai, D., Sechi, L. A., Carta, A. & Zanetti, S. (2011) Detection of virulence factors in Serratia strains isolated from contact lens-associated corneal ulcers. *Acta Ophthalmologica*. 89 (4), 382-387.

Riley, C. & Chalmers, R. L. (2005) Survey of Contact Lens-Wearing Habits and Attitudes Toward Methods of Refractive Correction: 2002 versus 2004. *Optometry and Vision Science*. 82 (6), 555-561.

Stillitano, I., Schor, P., Lipener, C. & Hofling-Lima, A. L. (2008) Long-term Follow-up of Orthokeratology Corneal Reshaping Using Wavefront Aberrometry and Contrast Sensitivity. *Eye & Contact Lenses*. 34 (3), 140-145.

Tahhan, N., Du Toit, R., Papas, E., Chung, H., La Hood, D. & Holden, B. (2003) Comparison of Reverse-Geometry Lens Designs for Overnight Orthokeratology. *Optometry and Vision Science*. 80 (12), 796-804.

Van Buskirk, E. (1989) Anatomy of the Limbus. *Eye*. 3, 101-108.

Wang, J., Fonn, D., Simpson, T. L., Sorbara, L., Kort, R. & Jones, L. (2003) Topographical Thickness of the Epithelium and Total Cornea after Overnight Wear of Reverse-Geometry Rigid Contact Lenses for Myopia Reduction. *IOVS Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 44 (11), 4742-4746.

Yeh, T. N., Green, H. M., Zhou, Y., Pitts, J., Kitamata-Wong, B., Lee, S., Wang, S. L. & Lin, M. C. (2013) *Short-Term Effects of Overnight Orthokeratology on Corneal Epithelial*.

Λίστα Ιστοσελίδων

Bausch & Lomb, *The DreamLens for Vision Shaping Treatment Certification Course* → <http://www.bausch.com/Portals/109/-/m/BL/United%20States/Files/Downloads/ECP/Surgical/dreamlenstestsupplement.pdf> (επίσκεψη 14/10/15)

Γεωργιάδου, Σ. *Ορθοκερατολογία* → <http://www.ivo.gr/files/items/1/109/georgiadou-othokeratology.pdf> (επίσκεψη 11/10/2015)

EYEART LABORATORIES, *Χειρισμός των άκαμπτων αεροδιαπερατών φακών επαφής*. → http://eyeart.org/index.php?option=com_content&view=article&id=108&Itemid=208 (επίσκεψη 27/10/2015)

Kolker, R. (2015) *Subjective Refraction and Prescribing Glasses*. → <http://www.aao.org/Assets/563fc40b-1466-477e-bc12-4e62f8b2d324/635476894936870000/subjective-refraction-prescribing-glasses-pdf> (επίσκεψη 24/10/2015)

Ruston, D. Van der Worp, E. (2004) *Is Ortho-K OK?* → http://www.optometry.co.uk/uploads/articles/93345d6e54f12db9ab3d07082821cecd_ruston20041217.pdf (επίσκεψη 13/10/2015)

Standard of Ortho-K Practice → http://www.polyu.edu.hk/~so/OrthoK/appendix_gc.htm (επίσκεψη 14/10/15)

Λίστα Πηγών Εικόνων

<http://www.craigbergermd.com/images/Illustrations/eyeCamera.jpg> (επίσκεψη 12/8/15)

<http://www.eyepathology.gr/how-eye-works/newsid836/148> (επίσκεψη 12/8/15)

http://www.med.auth.gr/depts/aophthalm/gr/docs/Mathimata_Foititwn-Anatomia_Physiologia.pdf (επίσκεψη 12/8/15)

<http://www.athenseyehospital.gr/gr/apo-to-fws-sti-syneidisi-p173.html> (επίσκεψη 12/8/15)

<http://xn--mxaae3adi5d7a.gr/%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9D%CE%A9%CE%A4%CE%9F-%CE%A3%CE%A9%CE%9C%CE%91> (επίσκεψη 12/8/15)

http://www.med.auth.gr/depts/aophthalm/gr/docs/Mathimata_Foititwn-Anatomia_Physiologia.pdf (επίσκεψη 12/8/15)

<http://www.clearvision.gr/index.php/epiamfiblhstroeidikh-membranh/> (επίσκεψη 12/8/15)

<https://www.studyblue.com/notes/note/n/external-structures-of-brain/deck/8691590> (επίσκεψη 12/8/15)

<http://www.completeeyecare.com.au/benefitsoforthok.html> (επίσκεψη 21/09/15)

<http://www.ecpcentral.com/uploads/public/images/media/PublicationsArticle/ortho%20k%20photo%201.jpg> (επίσκεψη 21/09/15)

<https://www.mivision.com.au/orthokeratology-changing-the-scope-of-optometry/> (επίσκεψη 24/10/15)

Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., Ασημέλλης, Γ., Καραγεωργιάδης, Λ., Κωνσταντακόπουλος, Σ., Σαπουνάκης, Η., Φωτεινάκης, Β. (2010) *Φακοί Επαφής: Επιστήμη και Βασικές Αρχές*. Β'. Αργυρούπολη: Σύγχρονη Γνώση

Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., Ασημέλλης, Γ., Καραγεωργιάδης, Λ.,

Κωνσταντακόπουλος, Σ., Σαπουνάκης, Η., Φωτεινάκης, Β. (2010) *Φακοί Επαφής: Επιστήμη και Βασικές Αρχές*. Α'. Αργυρούπολη: Σύγχρονη Γνώση
Σκανδαλάκης, Π., Βέργαδος, Ι. (2006) *Κλινική Ανατομία του Οφθαλμού*. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

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

Δαμανάκης, Α.Γ. (2011) *ΔΙΑΘΛΑΣΗ*. Αθήνα: Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

Βικιπαίδεια → <https://el.wikipedia.org> (επίσκεψη 1/10/2015)

Φωτεινάκης, Β., Πατέρας, Ε., Χανδρινός, Α. (2000) *Κλινική Διάθλαση*. Περιστερί: ΙΩΝ.

Ευτυχιάδης → <http://www.eftixiadis-optica.gr/details2.php?lang=1&wh=1&theid=27&theid=27&open1=27&open2&theid=496&page=1> (επίσκεψη 31/10/2015)

Optix → http://optix.gr/index.php?route=product%2Fproduct&product_id=163 (επίσκεψη 31/10/2015)