



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Αυτόματο Κερατοδιαθλασίμετρο»

Όνομα Σπουδαστή/των

ΣΤΡΑΤΙΚΗΣ ΕΥΑ. ΚΥΡΙΑΚΟΣ

ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΝΙΚ. ΚΛΕΟΝΙΚΗ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΚΙΡΚΩΦ ΣΑΒΒΑΣ, Οπτικός

Αίγιο, Μάιος 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εργασία αυτή γίνεται στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας, που ορίζεται για τους σπουδαστές του Τμήματος Οπτικής και Οπτομετρίας του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πατρών. Έχοντας ολοκληρώσει την εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους μας βοήθησαν σε αυτή την προσπάθεια ο καθένας με τον τρόπο του.

Η παρούσα εργασία δεν θα αποτελούσε πραγματικότητα χωρίς τη σπουδαία συμβολή και καθοδήγηση του εισηγητή μας κ. Σάββα Κιρκώφ , ο οποίος μας εμπιστεύτηκε την εκπόνηση του διεκπεραίωση του θέματος της πτυχιακής αυτής εργασίας. Θα θέλαμε να του εκφράσουμε τις βαθύτατες ευχαριστίες μας και την απεριόριστη εκτίμησή μας προς το πρόσωπό του.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πτυχιακή αυτή εργασία έχει ως σκοπό τη βιβλιογραφική αναφορά πάνω στο αυτόματο κερατοδιαθλασίμετρο.

Για την αντικειμενική μέτρηση της ακτίνας καμπυλότητας του κερατοειδούς χρησιμοποιούμε το κερατόμετρο ή οφθαλμόμετρο. Το μηχάνημα αυτό παρέχει στον χρήστη την δυνατότητα τοπογραφίας του κερατοειδούς για σωστή εφαρμογή φακών επαφής, ακριβή μέτρηση του αστιγματισμού και μία έμμεση ένδειξη για το αν η αμετροπία είναι αξονική ή διαθλαστική. Σήμερα στο μηχάνημα αυτό προστέθηκε μία επιπλέον λειτουργία, η μέτρηση της διαθλαστικής δύναμης των οφθαλμών. Τοποθετώντας τον εξεταζόμενο στη σωστή θέση το μηχάνημα πραγματοποιεί μία σειρά ολοκληρωμένων μετρήσεων μέσα σε λίγα λεπτά. Χρησιμοποιώντας αρχικά έναν έγχρωμο στόχο προσήλωσης η λειτουργία της αυτόματης θόλωσης μας παρέχει τα αποτελέσματα της διάθλασης ενώ στην συνέχεια με την εφαρμογή 'παγώματος' της εικόνας πραγματοποιείται η μέτρηση της διαμέτρου του κερατοειδή, της κόρης ή του ημίσκληρου φακού επαφής.

Συμπεράσματα: Οι μετρήσεις που μας παρέχει το μηχάνημα είναι πολύ σημαντικές και αξιόπιστες ωστόσο θα πρέπει πάντα τα αποτελέσματα να ελέγχονται καθώς κανένα μηχάνημα όσο εξελιγμένο και να είναι δεν αντικαθιστά τον παραδοσιακό τρόπο διαθλαστικής εξέτασης.

ABSTRACT

This thesis aims to citation onto the automatic corneal-refractometer.

For the objective measurement of the radius of curvature of corneal we must use the Keratometer or the Optometer. This machine allows the user the possibility of the topography of the cornea for the proper application of contact lenses, the accurate measurement of astigmatism and an indirect indication of whether the ametropia is axial or refractive. To date the machine has an additional function, the measurement of the refractive power of eyes. Placing the patient in the correct position the machine performs a series of integrated measurements within minutes. Initially, using a color target fixation, the operation of the automatic clouding provides the results of the refraction which is then followed by the application of 'freezing' the image which is performed to measure the diameter of the cornea, the pupil or semi-hard contact lens.

Conclusions: The measurements that the machine provides us with are very significant and reliable but one should always double check the results as no machine as sophisticated as it might be can never replace the traditional refractive examination.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	
Η ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ.....	3
1.1 Ο ΟΦΘΑΛΜΟΣ.....	4
1.2 ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ.....	6
1.2.1 ΕΚΤΡΟΠΕΣ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ.....	8
1.2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΕΚΤΡΟΠΩΝ.....	8
1.3 ΕΚΤΡΟΠΕΣ ΑΠΕΣΤΙΑΣΗΣ.....	10
1.3.1 ΜΥΩΠΙΑ.....	10
1.2.3 ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ.....	11
1.3.3 ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	12
1.3.4 ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ.....	13
1.3.5 ΚΟΜΗ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	
ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ.....	16
2.1 ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΙΑ.....	17
2.2 ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΙΑΣ.....	18
2.2.1 ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ.....	21
2.2.2. ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΑ ΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΥΟ ΘΕΣΕΩΝ.....	23
2.3 Η ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΩΝ.....	24
2.3.1 ΛΑΘΗ ΣΤΗΝ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΜΗ ΣΩΣΤΗ ΕΣΤΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΟΦΘΑΛΜΙΟΥ.....	25
2.4 ΤΥΠΟΙ ΟΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΕΝΣΩΜΑΤΩΝΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΑ.....	28
2.4.1 ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΟ JAVAL-SCHIOTZ.....	29
2.4.2 ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΟ ΤΗΣ BAUSCH AND LOMB.....	31
2.4.3 ΟΦΘΑΛΜΟΜΕΤΡΟ ZEISS.....	35
2.4.4 ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΦΑΚΟΜΕΤΡΟ ΤΟΥ HUMPHREY.....	38
2.5 ΧΡΗΣΗ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ.....	38
2.5.1 ΣΚΛΗΡΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ.....	39
2.5.2 ΜΑΛΑΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ.....	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο	
ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΕΡΑΤΟΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΑ	42
3.1 ΤΥΠΟΙ ΚΕΡΑΤΟΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΩΝ.....	43
3.1.1 ΡΟΤΕC ΡRΚ-5000.....	43
3.1.2 ΡΟΤΕC ΡRΚ-6000.....	46
3.1.3 CΑΝΟΝ RΚ-F1	49
3.1.4 ΤΟΜΕΥ RС-5000.....	54
3.1.5 ΗΥVΙΤΖ ΗRΚ-8000.....	57
3.1.6 ΗΥVΙΤΖ ΗRΚ 7000/7000 Α	61
3.1.7 ΗΥVΙΤΖ ΜRΚ 3100 Ρ	63
3.1.8 ΤΟΝΟRΕF ΙΙ	66
3.1.9 ΑRΚM-200	68
3.1.10 SΡΕΕDΥ ΙΚ	71
3.1.11 ΑRΚ-30.....	72
3.1.12 RΕΤΙΝΟΜΑΧ Κ-ΡLUS 3	75
3.1.13 RΕΤΙΝΟΜΑΧ 3	76
3.1.14 URΚ-800 (UNIQUE-RΚ).....	80
3.1.15 ΑR-360Α/330Α/310Α.....	82
3.2 ΚΟSΤΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	84
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	85
INDEX.....	86
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	88

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Κ.ά. = και άλλα
Κλπ. = και τα λοιπά
Π.χ. = παραδείγματος χάριν
Φ.Ε. = φακοί επαφής
ADD = Addition
APC = Auto Puff Control
Ax = Axis
CAT = Cataract
CCD = Charge Coupled Device
CLBC = Contact Lens Base Curve
Cyl = Cylinder
D = Distance
Dpt = dioptré
G = gram
HDMI = High Definition Multimedia Interface
IOL = intraocular lens
IR = Infra Red
L = Left
Lb = libra (roman)
LCD = Liquid Crystal Display
Led = Light Emitting Diode
Min = minute
Mm = millimeter
Ms = millisecond
PD = Pupillary Distance
PSF = Point Spread Function
R = Right
RGP = Rigid Gas Permeable
Sec = Second
SLD = Super Luminescent Diode
Sph = Sphere
TFT = Thin film transistor
UL = Underwriters Laboratories
USB = Universal Serial Bus
VGA = Video Graphics Array

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο ανθρώπινος οφθαλμός (εικόνα 1) είναι ένα θαυμάσιο παράδειγμα βιολογικής ανακάλυψης, ένας θρίαμβος της διαδικασίας της εξέλιξης.



Εικόνα 1: Ο οφθαλμός

Η όραση αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αισθήσεις του ανθρώπου. Η συμμετοχή της στις καθημερινές απασχολήσεις (εργασία, οδήγηση, αθλητισμός, τέχνες) είναι σημαντική. Στις σύγχρονες κοινωνίες, όπου όλα γύρω μας « κινούνται » σε γρήγορους ρυθμούς, πιστεύεται ότι το 80% των ερεθισμάτων που δέχεται ο άνθρωπος αφορά την αίσθηση της όρασης. Επομένως, η διατήρηση ευκρινούς όρασης σε όλη την διάρκεια της ζωής ενός ανθρώπου αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που συντελούν στην άρτια ποιότητα ζωής του. Κάθε φορά που ακούμε τον όρο όραση αμέσως το μυαλό μας οδηγείται στην επιστήμη η οποία μελετά την όραση. Η επιστήμη της όρασης είναι συνυφασμένη άμεσα με την επιστήμη της οπτομετρίας καθώς και οι δύο έχουν σαν κύριο αντικείμενο μελέτης 'το μάτι'. Το αυτόματο κερατοδιαθλασίμετρο μας βοηθάει να κάνουμε σωστές διαγνώσεις και να πάρουμε ακριβή αποτελέσματα και απαραίτητες μετρήσεις για τη διαθλαστική δύναμη των οφθαλμών και στη συνέχεια τη μέτρηση καμπυλοτήτων κερατοειδή και διάμετρο κόρης και κερατοειδή.

Η εργασία μας με τίτλο «Αυτόματο κερατοδιαθλασίμετρο» χωρίζεται σε 3 βασικά κεφάλαια. Το καθένα ξεχωριστά μελετά σημαντικά θέματα σχετικά με τις λειτουργίες των διαφόρων μηχανημάτων και την χρησιμότητα τους στο χώρο της οπτικής.

Στο πρώτο κεφάλαιο (I) γίνεται μια πρώτη αναφορά στην ανατομία του οφθαλμού και στον τρόπο που οι ακτίνες φωτός περνούν από το μάτι στον αμφιβληστροειδή και γίνονται εικόνα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο (II) παρουσιάζουμε τις αρχές της κερατομετρίας και πώς το μηχάνημα αυτό ξεκίνησε, τις δυνατότητες του τις ρυθμίσεις του καθώς και τα μειονεκτήματά του.

Στο τρίτο κεφάλαιο (III) που είναι και το τελευταίο αναφερόμαστε πλέον στα σύγχρονα αυτόματα κερατοδιαθλασίμετρα τους και κοιτάμε λεπτομερώς τα μηχανήματα που κυκλοφορούν αυτή τη στιγμή στην αγορά κάνοντας λεπτομερή ανάλυση των δυνατοτήτων τους και όλων των ρυθμίσεων τους.

Έχουμε την πεποίθηση ότι έχουμε προσεγγίσει την πτυχιακή μας εργασία με τρόπο απλό που να απευθύνεται σε κάθε αναγνώστη έτσι ώστε να μπορέσει να κατανοήσει πόσο σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η χρήση ενός τέτοιου μηχανήματος στη διάγνωση κάποιου διαθλαστικού προβλήματος του οφθαλμού καθώς και το πόσο σημαντικά είναι τα αποτελέσματα που μας παρέχει και οι αυτόματες ρυθμίσεις του για μια γρήγορη και ακριβή και καθόλου κουραστική και αγχωτική για τον εξεταζόμενο εξέταση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο
Η ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

1.1 Ο ΟΦΘΑΛΜΟΣ

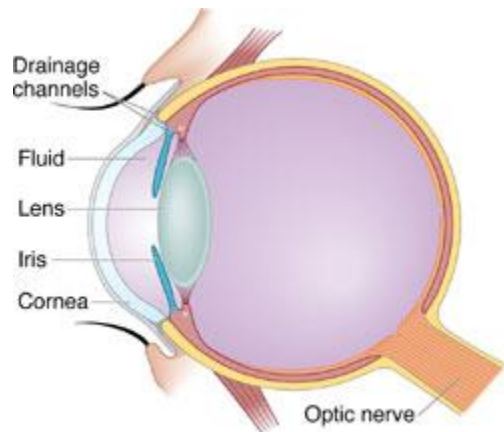
Το μάτι λειτουργεί όπως ακριβώς η φωτογραφική μηχανή (εικόνα 1.1.1), ή για να είμαστε πιο ακριβείς, η φωτογραφική μηχανή κατασκευάστηκε να λειτουργεί όπως το μάτι. Ο βολβός είναι ένας σκοτεινός θάλαμος. Οι ακτίνες συγκεντρώνονται από τον κερατοειδή και τον κρυσταλλοειδή φακό (φακός zoom της φωτογραφικής μηχανής) και περνούν από το άνοιγμα της κόρης (διάφραγμα της φωτογραφικής μηχανής) για να εστιαστούν και να αποτυπωθούν ως εικόνα στον αμφιβληστροειδή (ευαίσθητο φιλμ). Στη συνέχεια η εικόνα αποκωδικοποιείται στον εγκέφαλο (εκτυπώνεται στο φωτογραφικό χαρτί).



Εικόνα 1.1.1 : Φωτογραφική μηχανή ως παράδειγμα εξέλιξης του ανθρώπινου οφθαλμού

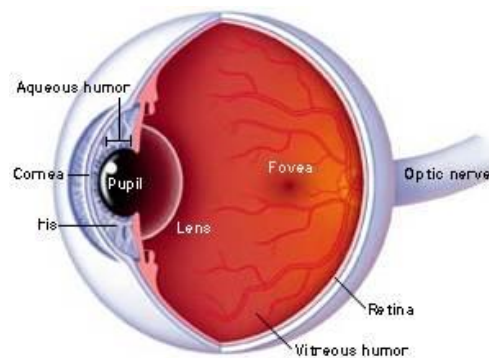
Ο βολβός περιβάλλεται από ένα ινώδη εξωτερικό χιτώνα, λευκό, σκληρό, ανθεκτικό και αδιαφανή, που λέγεται σκληρός. Στο πρόσθιο μέρος του ματιού υπάρχει ο κερατοειδής, που είναι σφαιρικός, διαυγής, διάφανος και επιτρέπει στο φως να περνά. Πίσω από τον κερατοειδή υπάρχει η ίριδα, το χρωματιστό τμήμα του ματιού (καστανό, πράσινο, γαλάζιο, κλπ (και τα λοιπά)). Η ίριδα αφήνει στη μέση ένα στρογγυλό άνοιγμα, την κόρη, για να περνά το φως. Η ίριδα έχει μύες που προκαλούν συστολή (μύση) ή διαστολή (μυδρίαση), ανάλογα με τις συνθήκες φωτός που επικρατούν. Αυτό γίνεται αντανακλαστικά από το αυτόνομο νευρικό σύστημα. Το συμπαθητικό αυτόνομο νευρικό σύστημα προκαλεί μυδρίαση και το παρασυμπαθητικό μύση. Όταν υπάρχει πολύ φως προκαλείται μύση και όταν είναι σκοτάδι οι κόρες διαστέλλονται για να περάσει περισσότερο φως. (εικόνα 1.1.2)

Ο κερατοειδής και η ίριδα σχηματίζουν μία γωνία, τη γωνία του προσθίου θαλάμου. Ο πρόσθιος θάλαμος είναι γεμάτος από διαυγές υγρό, το υδατοειδές υγρό, που διατηρεί τη σύσταση στο πρόσθιο τμήμα του ματιού. Η γωνία παίζει σημαντικό ρόλο στο γλαύκωμα (αν είναι κλειστή ή ανοικτή), γιατί από αυτήν παροχετεύεται το υδατοειδές υγρό μέσω του διηθητικού ηθμού (ιστός με ανοίγματα που διηθούν το υγρό).



Εικόνα 1.1.2 : Ανατομικά χαρακτηριστικά εξωτερικού τμήματος οφθαλμού

Πίσω από την ίριδα βρίσκεται ο κρυσταλλοειδής φακός, περίπου μεγέθους φακός. Ο κερατοειδής μαζί με τα φακό διαθλούν και συγκεντρώνουν τις ακτίνες του φωτός στον αμφιβληστροειδή, όπου εστιάζονται πάνω στην ωχρά. Ο φακός μπορεί και αυξομειώνει το σχήμα του, μεταβάλλοντας ταυτόχρονα και τη διαθλαστική του δύναμη, με το μηχανισμό της προσαρμογής. Έτσι, "ζουμάροντας" εστιάζει την εικόνα, ανάλογα αν κοιτάμε μακριά ή κοντά. Πίσω από το φακό, το οπίσθιο τμήμα της κοιλότητας του βολβού αποτελείται από το υαλοειδές σώμα, ένα ζελατινώδες, διαφανές υλικό. Έχει μεγάλη ελαστικότητα και αντίσταση. Ο σκληρός χιτώνας εσωτερικά περιβάλλεται από το χοριοειδή χιτώνα, πλούσιο σε αιμοφόρα αγγεία. (εικόνα 1.1.3)

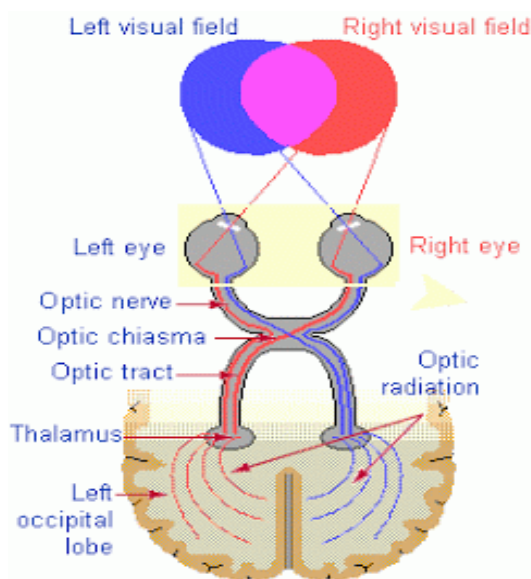


Εικόνα 1.1.3 : Ανατομικά χαρακτηριστικά εσωτερικού τμήματος οφθαλμού

Τέλος στο εσώτερο τμήμα του ματιού υπάρχει ο αμφιβληστροειδής χιτώνας, ο νεύρινος χιτώνας, που ουσιαστικά είναι τμήμα της εγκεφαλικής ουσίας. Ο αμφιβληστροειδής αποτελείται από πολλές επιμέρους στοιβάδες. Το φωτεινό ερέθισμα προσλαμβάνεται από τα φωτοευαίσθητα κύτταρα, τα κωνία και τα ραβδία, και με πολύπλοκους μηχανισμούς μετατρέπεται σε νευρικό ερέθισμα. Τα γαγγλιακά νευρικά

κύτταρα¹ προσλαμβάνουν το ερέθισμα και το μεταφέρουν μέσω του οπτικού νεύρου, που σχηματίζουν.

Το οπτικό νεύρο είναι σαν κορδόνι, και σχηματίζεται από όλες τις νευρικές ίνες του αμφιβληστροειδούς (νευράξονες των γαγγλιακών κυττάρων). Οι ρινικές ίνες των δύο οπτικών νεύρων χιάζονται στο οπτικό χίασμα, πάνω από την υπόφυση, ενώ οι κροταφικές νευρικές ίνες παραμένουν αχίαστες. Στη συνέχεια μέσω της οπτικής οδού του εγκεφάλου, καταλήγουν στο πίσω μέρος της κεφαλής, στον οπτικό φλοιό, που εντοπίζεται στην πληκτραία σχισμή του ινιακού λοβού. (εικόνα 1.1.4)



Εικόνα 1.1.4 : Απεικόνιση οπτικού νεύρου

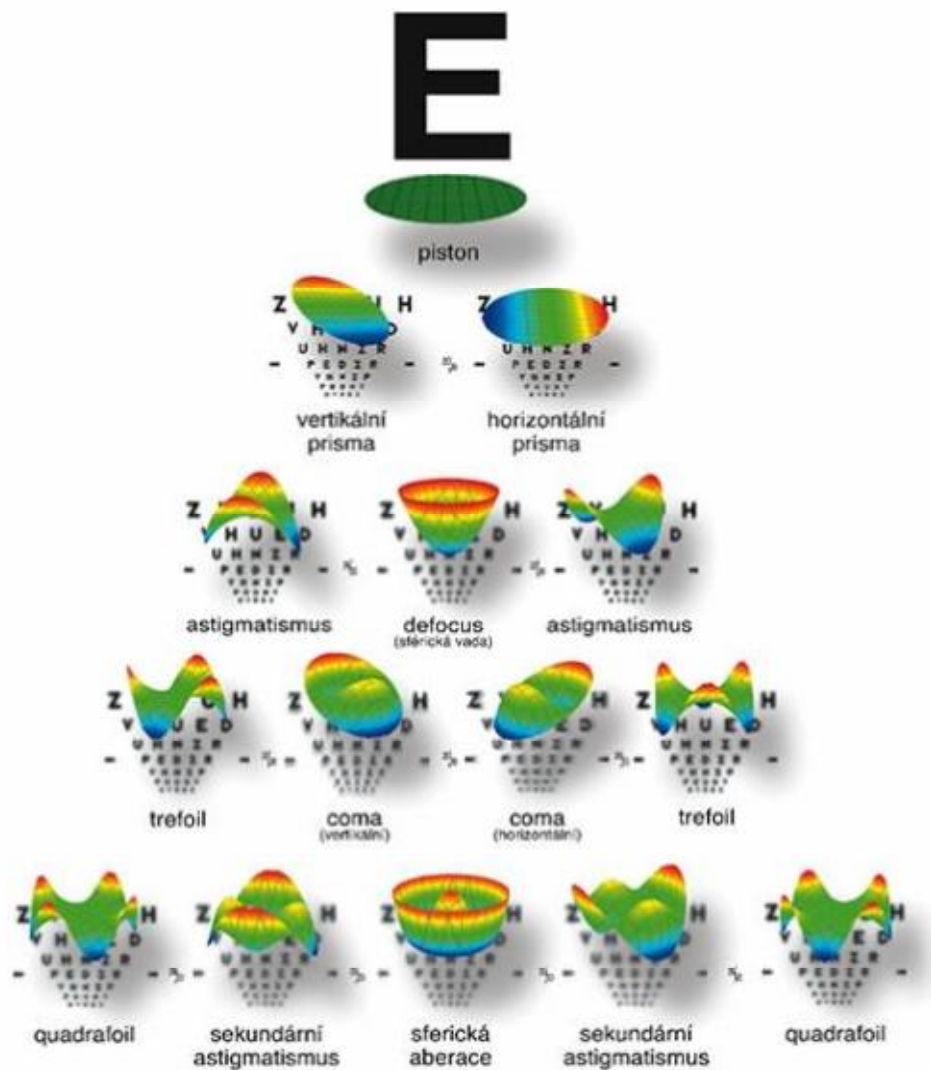
1.2 ΟΦΘΑΛΜΟΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Έξι μύες είναι υπεύθυνοι για την κινητικότητα του ματιού. Τέσσερις ορθοί μύες: έσω ορθός, έξω ορθός, άνω ορθός και κάτω ορθός, και δύο λοξοί μύες : άνω λοξός και κάτω λοξός. Οι μύες συσπώνται ανάλογα με την κίνηση του βλέμματος, και στρέφουν το βολβό προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

Το οπτικό σύστημα του οφθαλμού πάσχει από οπτικές εκτροπές οι οποίες σε κάποιες περιπτώσεις μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα της

¹ Τα γαγγλιακά κύτταρα λαμβάνουν πληροφορίες από συγκεκριμένους φωτούποδοχείς που βρίσκονται σε συγκεκριμένο μέρος του αμφιβληστροειδή και αποτελούν το υποδοκτικό πεδίο για το κύτταρο αυτό. Υπάρχουν δύο λειτουργικές ομάδες γαγγλιακών κυττάρων: τα ομοκεντρικά κύτταρα ευρείας περιοχής, που μεταδίδουν πληροφορίες για τη φωτεινότητα, και τα κύτταρα χρωματικού ανταγωνισμού που μεταφέρουν πληροφορίες για το χρώμα.

όρασης. Η θεωρία λέει ότι μια σαφής ακτίνα ή μια ομοιόμορφη ομάδα ακτίνων σε ένα πρωτότυπο σύστημα, σίγουρα θα αποκαλύψει ασυνέπειες με τα αντίστοιχα παραξονικά χαρακτηριστικά. Οι αποκλίσεις από την ιδεατή κατάσταση ονομάζονται εκτροπές. Όπως γίνεται φανερό και από εργασίες όπου το οπτικό σύστημα του οφθαλμού μοντελοποιείται, οι συνολικές οπτικές εκτροπές του οφθαλμού καθορίζονται από τη γεωμετρία των διαθλαστικών του επιφανειών, καθώς και από την ομοιογένεια των διαθλαστικών του μέσων. (Eugene Hetch 2002) (εικόνα 1.2.1)



Εικόνα 1.2.1 : Είδη εκτροπών

1.2.1 ΕΚΤΡΟΠΕΣ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

Οι εκτροπές διακρίνονται σε δύο ομάδες, τις πολυχρωματικές και τις μονοχρωματικές. Οι μονοχρωματικές περιλαμβάνουν μια μεγάλη σειρά εκτροπών αλλά αντιπροσωπευτικές είναι οι πέντε ακόλουθες που χωρίζοντάς τις σε δυο ομάδες είναι α) η σφαιρική εκτροπή, ο αστιγματισμός και η κόμη και β) η καμπύλωση πεδίου και η παραμόρφωση, οι οποίες είναι συνήθως μικρές στην κεντρική περιοχή διαμέτρου 2mm της κόρης αλλά αυξάνονται ραγδαία σε διασταλμένη κόρη. Επειδή πρώτα μελετήθηκαν από τον Ludwig von Seidel² (1850) ονομάζονται εκτροπές Seidel ή απλά εκτροπές 3ης τάξης. Στα πλαίσια της εργασίας αυτής μας απασχολούν μόνο της πρώτη ομάδα οι μονοχρωματικές εκτροπές.(Eugene Hetch 2002)

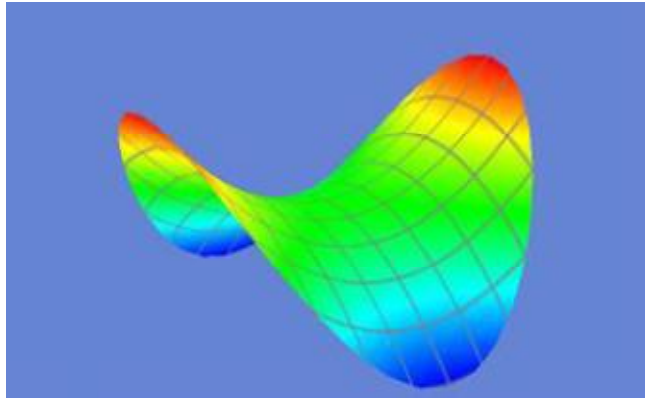
1.2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΟΠΤΙΚΩΝ ΕΚΤΡΟΠΩΝ

Διάφορες μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για την γρήγορη και ακριβή μέτρηση των συνολικών οπτικών εκτροπών. Μεγαλύτερη απήχηση έχει η τεχνική του εκτροπόμετρου Hartman-Shack³ (Thibos et. al. 2000, Cheng et. al. 2003). Τα εκτροπόμετρα επιτυγχάνουν την καταγραφή της κλίσης του μετώπου κύματος σημείο προς σημείο της κόρης, ενώ στην συνέχεια με την βοήθεια υπολογιστικού συστήματος καθίσταται δυνατή η αξιολόγηση των συνολικών εκτροπών του οφθαλμού. Η απόδοση των εκτροπών γίνεται μέσω ενός γραμμικού αθροίσματος πολυωνύμων, τα πολυώνυμα Zernike⁴. (εικόνα 1.2.2.1)

² Ο Philipp Ludwig von Seidel (23 Οκτωβρίου 1821, Zweibrücken, Γερμανία - 13 Αυγούστου 1896, Μόναχο) ήταν γερμανός μαθηματικός. Εργάστηκε στις διοπτρίες και στην μαθηματική ανάλυση. Το έργο του σχετιζόταν με τους φακούς, και προσδιόρισε μαθηματικά πέντε συντελεστές που περιγράφουν την εκτροπή ενός φακού, που σήμερα ονομάζονται «εκτροπές Seidel» και αντιστοιχούν στην σφαιρική εκτροπή, κόμα, αστιγματισμό, καμπυλότητα και στρέβλωση.

³ Hartmann-Shack Οπτικό μέσο που χρησιμοποιείται για να χαρακτηρίσει ένα σύστημα απεικόνισης. Πρόκειται για ένα αισθητήρα μετώπου κύματος που χρησιμοποιείται συνήθως σε συστήματα προσαρμοστικών οπτικών. Αποτελείται από μια σειρά από φακούς (που ονομάζονται μικροί στοιχειώδης φακοί) του ίδιου εστιακού μήκους.

⁴ Τα πολυώνυμα zernike είναι μία μαθηματική παράσταση που βρίσκει εφαρμογή στην οπτομετρία και οφθαλμολογία για να περιγράψει τις παρεκκλίσεις του κερατοειδή χιτώνα ή του φακού, από μία ιδανική σφαιρική μορφή, οι οποίες οδηγούν σε διαθλαστική ανωμαλία.



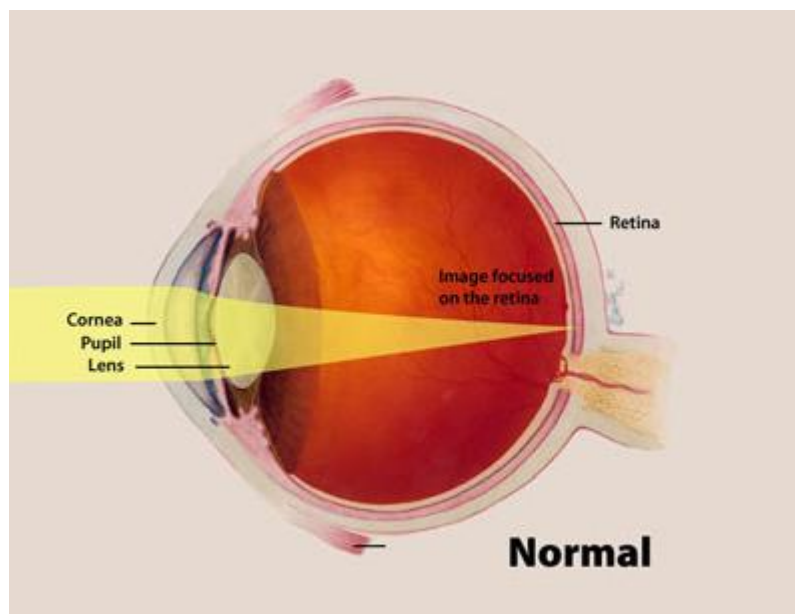
Εικόνα 1.2.2.1 : Απεικόνιση αστιγματικού σφάλματος με Zernike

Άπω σημείο οράσεως

Το πεδίο μακρινού σημείου είναι εκείνο το πεδίο που είναι συνεζευγμένο με τον αμφιβληστροειδή όταν ο οφθαλμός δεν προσαρμόζει. Το διαθλαστικό σφάλμα ενός οφθαλμού είναι το διοπτρικό αντίστοιχο της απόστασης μακρινού σημείου. (Οπτική & Διάθλαση 1996)

Εμμετροπία

Το διοπτρικό σύστημα του οφθαλμού μπορεί αν θεωρηθεί ως ένας απλός φακός. Ένας εμμετροπικός οφθαλμός, εξ ορισμού, είναι αυτός στον οποίο ο απλός φακός θα εστιάσει ένα μακρινό είδωλο ακριβώς επάνω στον αμφιβληστροειδή (με την προϋπόθεση ότι η ισχύς του οφθαλμού δεν αλλοιώνεται από την προσαρμογή). Σε ένα τέτοιο οφθαλμό, το είδωλο επί του αμφιβληστροειδούς θα συγκλίνει μ' ένα αντικείμενο στο άπειρο, άρα το πεδίο μακρινού σημείου ενός εμμετροπικού οφθαλμού βρίσκεται στο άπειρο. (εικόνα 1.2.2.2)



Εικόνα 1.2.2.2: Εμμετροπικός οφθαλμός

Αμετροπία

Στην περίπτωση που το μακρινό σημείο δεν βρίσκεται σε άπειρη απόσταση μπροστά από το μάτι, τότε ο οφθαλμός είναι αμετροπικός και οι παράλληλες ακτίνες που προσπίπτουν στο μάτι, αφού διαθλασθούν από το οπτικό σύστημα του οφθαλμού, δεν εστιάζονται επί του αμφιβληστροειδούς. (Duke Elder 1978)

Στην αξονική αμετροπία, το μήκος του βολβού είτε είναι αφύσικα μεγάλο (μυωπία), είτε είναι αφύσικα μικρό (υπερμετροπία) ή ο κρυσταλλοειδής είναι τοποθετημένος πιο μπροστά (μυωπία) ή πιο πίσω (υπερμετροπία) από την φυσική του θέση. Στην διαθλαστική αμετροπία, η συνολική δύναμη του οφθαλμού (κερατοειδή και κρυσταλλοειδή) είναι «ανώμαλη»: μεγαλύτερη στην μυωπία ή μικρότερη στην υπερμετροπία, με φυσιολογικό αξονικό μήκος ή ασύμμετρος, ποικίλλοντας σε διαφορετικούς μεσημβρινούς στον αστιγματισμό.

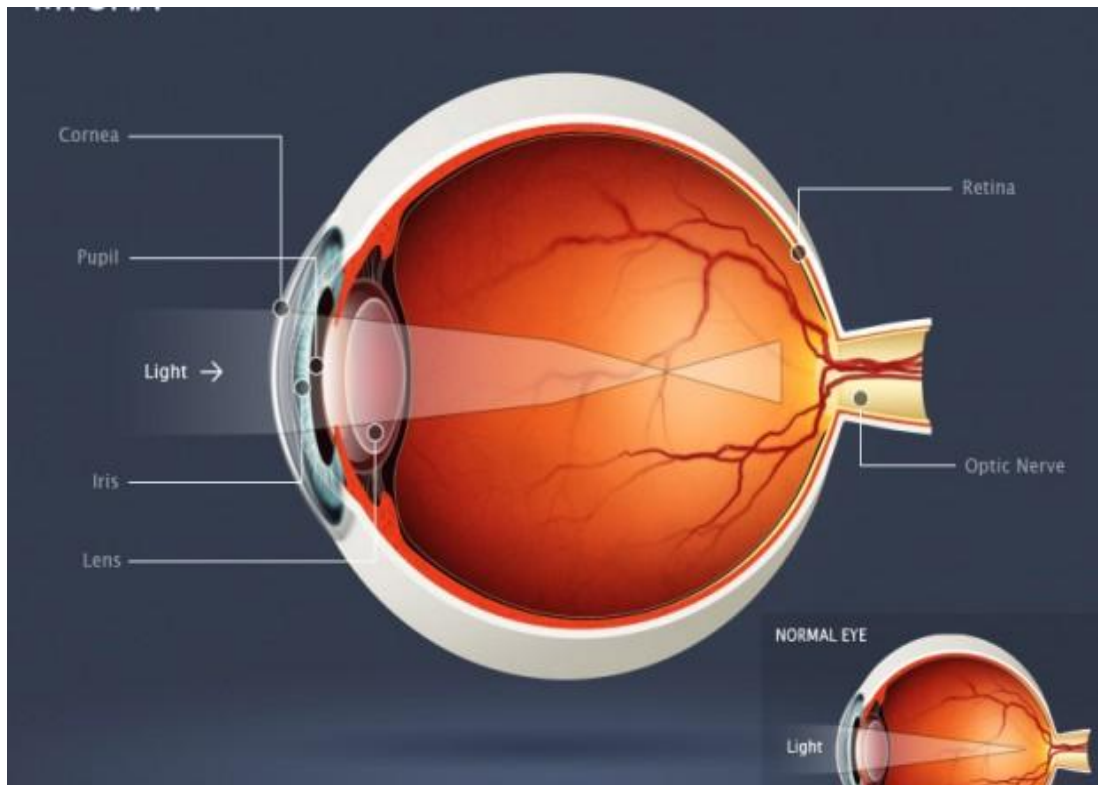
Στην λόγω κλίσης αμετροπία αυτό συμβαίνει είτε λόγω κλίσης του φακού (αστιγματισμός) είτε στον αμφιβληστροειδή (μυωπία). Στην λόγω ανώμαλου δείκτη διάθλασης αμετροπία είτε ο δείκτης διάθλασης στο υδατοειδές είναι χαμηλός, ή του υαλώδους υψηλός ή του κρυσταλλοειδή χαμηλός για την υπερμετροπία, είτε το αντίστροφο για την μυωπία.

1.3 ΕΚΤΡΟΠΕΣ ΑΠΕΣΤΙΑΣΗΣ

1.3.1 ΜΥΩΠΙΑ

Εάν το διοπτρικό σύστημα έχει πολύ μεγάλη ισχύ σύγκλισης για ένα δεδομένο αξονικό μήκος, το αντικείμενο στο άπειρο θα εστιαστεί κάπου μπροστά από τον αμφιβληστροειδή, και το αντικείμενο θα πρέπει να μετακινηθεί κοντύτερα στον οφθαλμό έτσι ώστε το είδωλο να μετακινηθεί προς τα πίσω και να εστιασθεί ακριβώς πάνω στον αμφιβληστροειδή. Σε αυτόν τον οφθαλμό, αν ένα σημείο επί του αμφιβληστροειδούς θεωρηθεί ως το «αντικείμενο», το είδωλο εκείνου του σημείου θα βρίσκεται κάπου μπροστά από τον οφθαλμό αλλά κοντύτερα από το άπειρο και αυτό είναι, εξ ορισμού, το μακρινό σημείο του οφθαλμού. Το πεδίο του είναι το πεδίο μακρινού σημείου το οποίο συγκλίνει με τον αμφιβληστροειδή και εξ ορισμού ένας τέτοιος οφθαλμός είναι μυωπικός. (εικόνα 1.3.1.1). (Οπτική & Διάθλαση 1996)

Στην πλειονότητα του μυωπικού πληθυσμού, κυρίως στους υψηλούς βαθμούς, η μυωπία είναι αξονική. Π.χ.(παραδείγματος χάριν) 1mm (millimeter) αλλαγή στην καμπυλότητα συνεπάγεται 6 dpt (dioptrre) μυωπίας.



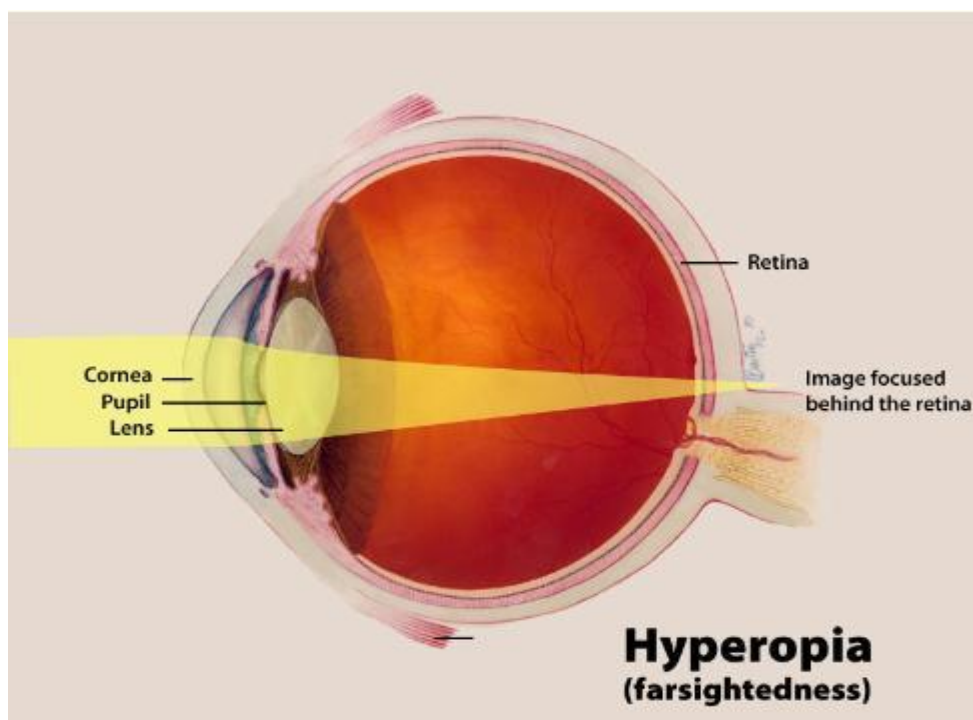
Εικόνα 1.3.1.1: Μυωπικός οφθαλμός

1.2.3 ΥΠΕΡΜΕΤΡΩΠΙΑ

Στον υπερμετρωπικό οφθαλμό, το διοπτρικό σύστημα δεν κατέχει επαρκή ισχύ σύγκλισης για το αξονικό μήκος του οφθαλμού. Συνεπώς, το είδωλο ενός αντικειμένου στο άπειρο θα ήταν τοποθετημένο πίσω από τον αμφιβληστροειδή. Εάν υπάρχει επαρκής προσαρμογή, η σύγκλιση είναι δυνατόν να αυξηθεί έτσι ώστε να φθάσουν σε ακριβή εστίαση επί του αμφιβληστροειδούς. Επομένως, σταθερές αυξήσεις προσαρμογής και λανθάνουσα υπερμετρωπία συμβαίνουν κατά την θέαση ενός μακρινού αντικειμένου. Σε έναν μη προσαρμοστικό υπερμετρωπικό οφθαλμό (καθώς η διαθλαστική ισχύς του διοπτρικού συστήματος είναι ανεπαρκής), οι ακτίνες φωτός από το αμφιβληστροειδικό πεδίο θα αποκλίνουν καθώς απομακρύνονται από τον οφθαλμό και εάν θεωρηθεί ένα σημείο επί του αμφιβληστροειδούς ως το αντικείμενο, το είδωλό του θα είναι φανταστικό και τοποθετημένο πίσω από τον οφθαλμό. Συνεπώς, το πεδίο μακρινού σημείου του υπερμετρωπικού οφθαλμού βρίσκεται πίσω από τον αμφιβληστροειδή. (εικόνα 1.3.2.1)

Στην πλειοψηφία της η υπερμετρωπία είναι αξονική. Πχ 1mm αλλαγή στην καμπυλότητα συνεπάγεται 6dpt υπερμετρωπίας. Είναι η πιο κοινή από όλες της διαθλαστικές καταστάσεις. Πρακτικά κατά την

γέννηση όλα τα μάτια είναι υπερμετρωπικά μεταξύ 2,50-3,00 dpt και με την ανάπτυξη του σώματος αυξάνεται και το προσθοπίσθιο μήκος του βολβού.

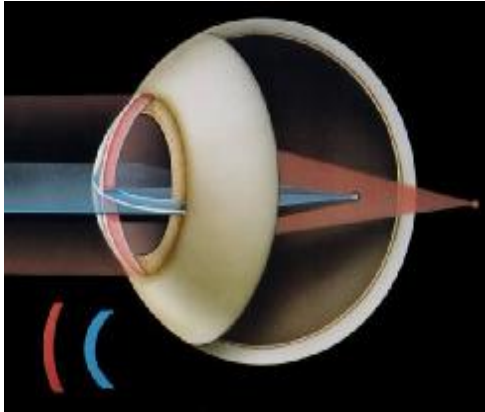


Εικόνα 1.3.2.1: Υπερμετρωπικός οφθαλμός

1.3.3 ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ

Στον αστιγματισμό η διαθλαστική επιφάνεια (συνήθως ο κερατοειδής) είναι μάλλον τορική παρά σφαιρική, και ως εκ τούτου η διαθλαστική ισχύς της δεν είναι η ίδια για όλους τους μεσημβρινούς λόγω ασυμμετρίας εκ περιστροφής γύρω από τον άξονα οράσεως κεντρικά ή περιφερικά του κερατοειδή (εικόνες 1.3.3.1-2). Εκτός από σφάλμα της καμπυλότητας, λιγότερο συχνά μπορεί να είναι αποτέλεσμα κακού κεντραρίσματος ή δείκτη διάθλασης του κρυσταλλοειδή. (Duke Elder 1978)

Στον ομαλό αστιγματισμό, η διαθλαστική ισχύς αλλάζει διαδοχικά από τον έναν μεσημβρινό στον επόμενο, και ο κάθε μεσημβρινός έχει έναν ομοιόμορφο τύπο καμπύλης. Στον αστιγματισμό αυτό οι μεσημβρινοί της μέγιστης και ελάχιστης ισχύος (βασικοί μεσημβρινοί) είναι σε ορθές γωνίες. Αν όμως οι βασικοί μεσημβρινοί δεν βρίσκονται σε ή κοντά στις 90° και 180°, ονομάζεται πλέον λοξός αστιγματισμός. (Οπτική & Διάθλαση 1996)



Εικόνα 1.3.3.1 : Αστιγματικός οφθαλμός



Εικόνα 1.3.3.2 : Απεικόνιση αστιγματικού κεταροειδούς

Όπως φαίνεται και στο σχήμα, όταν μια δέσμη φωτός εισαχθεί στο μάτι από μια σημειακή πηγή, αυτή θα εστιαστεί σε δύο κάθετες μεταξύ τους και ευδιάκριτες εστιακές γραμμές σε διαφορετικές θέσης μέσα στο μάτι, ενώ μεταξύ των δύο αυτών θέσεων υπάρχει και μια περιοχή με την βέλτιστη δυνατή ευκρίνεια και λέγεται κύκλος ελάχιστης σύγχυσης (εικόνα 1.3.3.3). (Eugene Hetch 2002 & D. Atchison et. al. 2002)

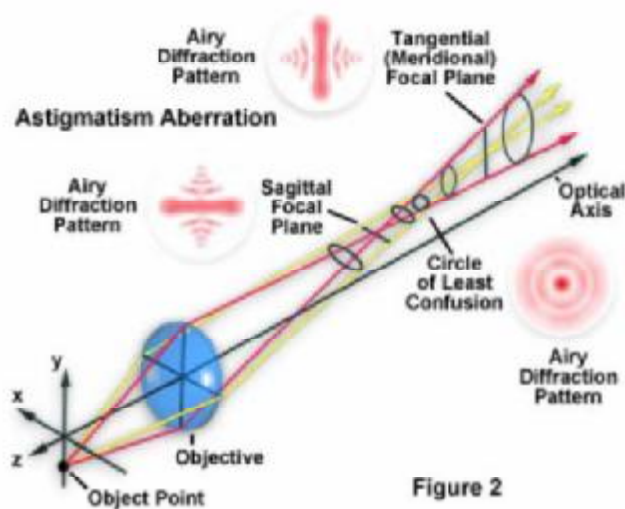
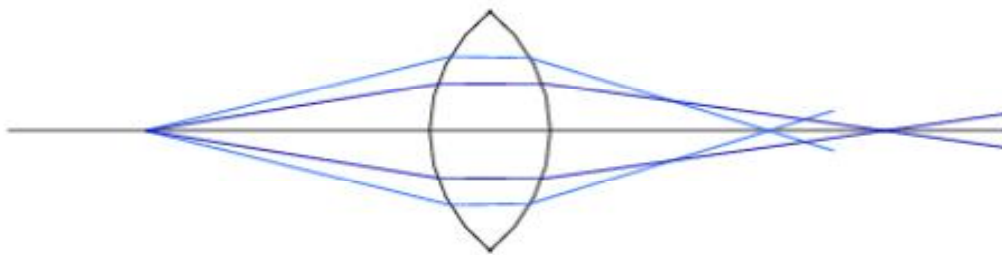


Figure 2

Εικόνα 1.3.3.3 Αστιγματικό σφάλμα

1.3.4 ΣΦΑΙΡΙΚΗ ΕΚΤΡΟΠΗ

Όταν οι ακτίνες φωτός διαθλώμενες από διαφορετικά ύψη ενός οπτικού συστήματος (οπτικά μέρη οφθαλμού), σε σχέση με τον γεωμετρικό του άξονα, τέμνουν τον οπτικό άξονα σε διαφορετικά σημεία αναφερόμαστε στο σφαιρικό σφάλμα (εικόνα 1.3.4.1), με τις περιφερικές ακτίνες διαθλώνται ισχυρότερα ή ασθενέστερα σε σχέση με τις αξονικές.



Εικόνα 1.3.4.1 : Σφάλμα σφαιρικής εκτροπής με τις ακτίνες που διαθλώνται σε μικρότερο ύψος από το κέντρο του φακού να εστιάζονται πιο μακριά και τις πιο απομακρυσμένες ακτίνες να εστιάζονται πιο κοντά.

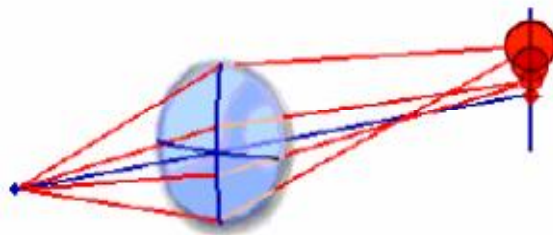
Ο ανθρώπινος οφθαλμός έχει την ικανότητα να εξουδετερώνει μέρος της σφαιρικής εκτροπής. Η μερική αυτή διόρθωση επιτυγχάνεται κυρίως λόγω του διαφορετικού δείκτη διάθλασης του κρυσταλλοειδή και λιγότερο από το φαινόμενο Stiles-Crawford⁵ (η ευαισθησία φωτεινής αντίληψης εξαρτάται από την γωνία πρόσπτωσης στον αμφιβληστροειδή).

⁵ Το φαινόμενο Stiles-Crawford (έχει υποδιαιρεθεί σε φαινόμενο Stiles-Crawford πρώτου και δεύτερου είδους) είναι μια ιδιότητα του ανθρώπινου ματιού που αναφέρεται στην κατευθυντική ευαισθησία των φωτούποδοχέων κώνου. Το φαινόμενο Stiles-Crawford του πρώτου είδους είναι το φαινόμενο όπου το φως που εισέρχεται στο μάτι κοντά στην άκρη της κόρης, παράγει μια μικρότερη απόκριση φωτούποδοχέα σε σύγκριση με το φως ίσης έντασης που εισέρχεται κοντά στο κέντρο της κόρης. Η μείωση στην απόκριση φωτοδέκτη είναι σημαντικά μεγαλύτερη του αναμενόμενου από τη μείωση της γωνίας αποδοχής φωτοδέκτη του φωτός που εισέρχεται κοντά στην άκρη του μαθητή. Οι μετρήσεις δείχνουν ότι η μέγιστη ευαισθησία φωτούποδοχέα δεν συμβαίνει για το φως που εισέρχεται ματιού απευθείας μέσω το κέντρου της κόρης, αλλά σε αντιστάθμιση περίπου 0.2-0.5 mm προς τη ρινική πλευρά. Το φαινόμενο Stiles-Crawford του δεύτερου είδους είναι το φαινόμενο όπου το παρατηρούμενο χρώμα του μονοχρωματικού φωτός που εισέρχεται στο μάτι κοντά στην άκρη της κόρης είναι διαφορετικό σε σύγκριση με εκείνο για το ίδιο μήκος κύματος φωτός που εισέρχεται κοντά στο κέντρο της κόρης, ανεξάρτητα από τις συνολικές εντάσεις των δύο ειδών φωτός.

Αμφότερα τα φαινόμενα Stiles-Crawford του πρώτου και του δεύτερου είδους εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το μήκος κύματος, και είναι πιο εμφανή υπό φωτοπικές συνθήκες. Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που συμβάλλουν στο φαινόμενο Stiles-Crawford, αν και είναι γενικά αποδεκτό ότι είναι κατά κύριο λόγο ένα αποτέλεσμα από τις κατευθυντήριες ιδιότητες του φωτός των φωτούποδοχέων κώνου. Η μειωμένη ευαισθησία στο φως που διέρχεται κοντά στην άκρη του μαθητή ενισχύει την ανθρώπινη όραση μειώνοντας την ευαισθησία του οπτικού ερεθίσματος στο φως ότι εμφανίζει σημαντική οπτικές εκτροπές και περίθλασης.

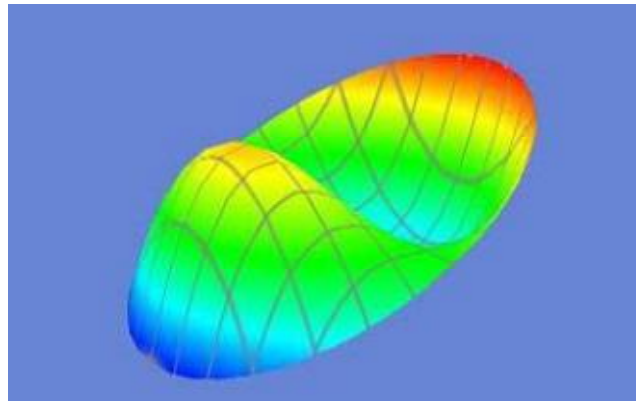
1.3.5 ΚΟΜΗ 9

Για ένα περιστροφικό συμμετρικό σύστημα, η κόμη είναι μια «εκτός άξονα» εκτροπή (σφάλμα κόμης ή σφάλμα ασυμμετρίας). Το είδωλο έχει ένα ευθυγραμμισμένο σχήμα κόμης, με την αιχμή να τελειώνει είτε προς τον οπτικό άξονα είτε μακριά από αυτόν. Η κατανομή του φωτός δεν είναι ομοιόμορφη κατά μήκος της κηλίδας, αλλά είναι πιο έντονο στην αιχμή της και μειώνεται προς τα κάτω (εικόνα 1.3.5.1). Η εκτροπή αυτή παρουσιάζεται λόγω απουσίας συμμετρίας του οφθαλμού ενός ορθού καθορισμένου άξονα (D. Atchison 2002) και η μέτρηση του γίνεται σε δύο άξονες, οριζόντιο και κάθετο.



Εικόνα 1.3.5.1 : Σφάλμα κόμης

Η απεικόνιση του σφάλματος της κόμης μπορεί να γίνει και με Zernike. (εικόνα 1.3.5.2)



Εικόνα 1.3.5.2 : Απεικόνιση σφάλματος κόμης με Zernike

Αλλαγές στην προσαρμογή παράγουν οι αλλαγές τόσο στις εκτροπές της κόμης όσο και στις σφαιρικές εκτροπές. (Howland & Buettner 1989, Lu et al. 1993)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΟ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ

2.1 ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΙΑ

Κερατομετρία ονομάζεται η τεχνική εκείνη της αντικειμενικής μέτρησης της ακτίνας καμπυλότητας της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς. Το όργανο εκείνο με το οποίο γίνεται η κερατομετρία ονομάζεται οφθαλμόμετρο ή κερατόμετρο όπως είναι ευρύτερα γνωστό. Το κερατόμετρο αρχικά χρησίμευε στην ακριβή μέτρηση του αστιγματισμού. Με την χρήση των φακών επαφής στην καθημερινή πρακτική, η χρησιμότητα του επεκτάθηκε και στη μελέτη της τοπογραφίας του κερατοειδούς, έτσι ώστε να γίνεται εφαρμογή φακών επαφής στα διάφορα άτομα, ενώ χρησιμοποιείται ακόμα και στη συνεχή παρακολούθηση των κερατοειδικών αλλαγών που παράγονται διαμέσου των φακών επαφής, στους χρήστες τους. Τέλος, το κερατόμετρο ως μέσο για την επίτευξη της κερατομετρίας, χρησιμοποιείται κατά διαστήματα στο να βοηθήσει τη διάγνωση των βέβαιων κερατοειδικών ανωμαλιών και στον έλεγχο των ακτινών καμπυλότητας και των σκληρών και των μαλακών φακών επαφής. (Οπτική & Διάθλαση 1996)

Παρά το ότι η κερατομετρία είναι μία ιδιαίτερα ακριβής και χρήσιμη μέθοδος για την μέτρηση των καμπυλοτήτων του κερατοειδούς, είναι ανακριβής και πολλές φορές παραπλανητική για τον προσδιορισμό μίας αστιγματικής ανωμαλίας. Αυτό συμβαίνει γιατί:

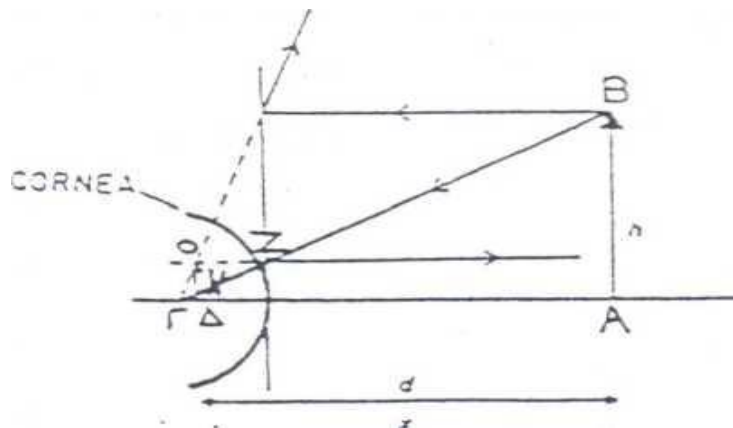
- Το κερατόμετρο μετράει την καμπυλότητα και όχι τη διαθλαστική δύναμη της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς. Η δύναμη υπολογίζεται έμμεσα με την αποδοχή ενός συμβατικού δείκτη διάθλασης του κερατοειδούς.
- Η διαθλαστική δύναμη της οπίσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς αγνοείται και όμως η επιφάνεια αυτή μπορεί να έχει αστιγματισμό μέχρι 0,50 D (distance).
- Δεν συνυπολογίζεται ο φακικός αστιγματισμός που μπορεί να είναι 0,25 D ή και παραπάνω.
- Το κερατόμετρο δίνει την τιμή του κύλινδρου που θα διόρθωνε τον αστιγματισμό της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς, εάν ο κύλινδρος τοποθετείτε σε επαφή με τον κερατοειδή. Επειδή όμως ο διορθωτικός κύλινδρος βρίσκεται σε μία, έστω μικρή, απόσταση από τον κερατοειδή, χρειάζεται μεταβολή της δύναμης του αλλιώς θα έχουμε σφάλμα το οποίο στις μικρές αμετρωπίες είναι μικρό, ενώ στις μεγάλες είναι πολύ σημαντικό. Παρ' όλα αυτά η κερατομετρία είναι μία χρήσιμη μέθοδος και ενδείκνυται στις ακόλουθες περιπτώσεις:
- Για τη μέτρηση των ακτινών καμπυλότητας του κερατοειδούς, προκειμένου να εφαρμοστούν φακοί επαφής. Αποτελεί αναντικατάστατη μέθοδο.

- Για να δώσει κάποια ένδειξη έμμεσα, για το αν η αμετροπία είναι αξονική ή διαθλαστική. Αν π.χ. ένα μυωπικό μάτι έχει κερατοειδή μεγάλο και επίπεδο, πιθανότατα η μυωπία του είναι αξονική ενώ αν ο κερατοειδής είναι μικρός και πολύ κυρτός, το πιθανότερο είναι να έχει διαθλαστική μυωπία.

Για τον αντικειμενικό προσδιορισμό του αστιγματισμού όταν δεν μπορεί να γίνει σκιασκοπία, όπως σε θολώσεις των διαφανών μέσων του ματιού, ή σε κερατόκωνο. Στον κερατόκωνο τα ανακλώμενα από τον κερατοειδή είδωλα είναι παραμορφωμένα και έτσι η κερατομετρία αποκτά και διαγνωστικό χαρακτήρα.

2.2 ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

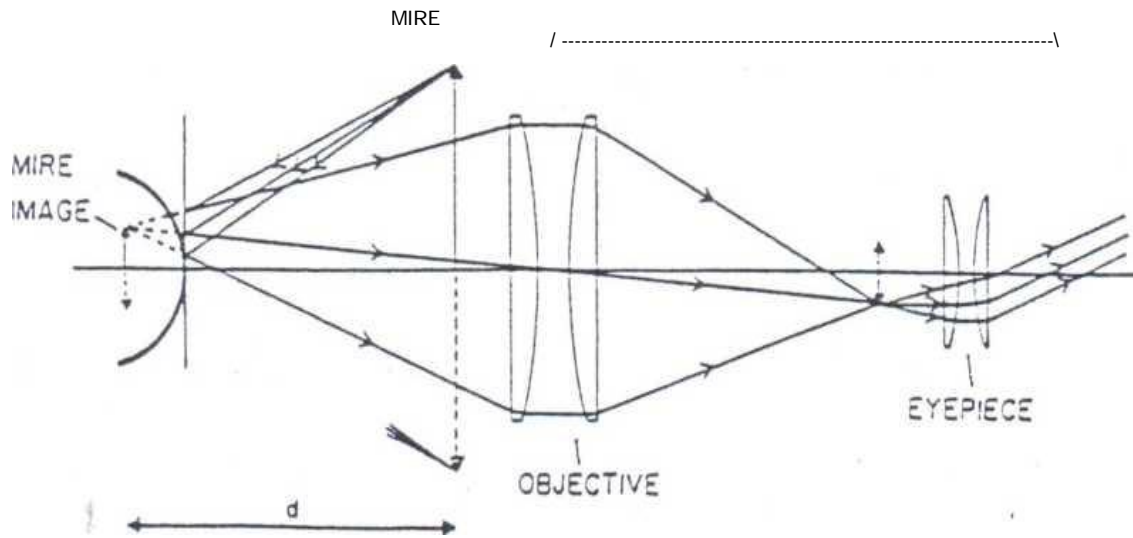
Το κερατόμετρο χρησιμοποιεί τις αντανάκλαστικές ιδιότητες του κερατοειδούς χιτώνα, έτσι ώστε να μετρήσει την ακτίνα καμπυλότητάς του. Με τη μέτρηση του μεγέθους του ειδώλου που σχηματίζεται από την αντανάκλαση πάνω στον κερατοειδή ενός αντικειμένου γνωστού μεγέθους και θέσης, μπορεί να υπολογιστεί η ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς. Η θεωρία της κερατομετρίας φαίνεται στην εικόνα 2.2.1 όπου φαίνεται ότι η μεγέθυνση της εικόνας ισούται h'/h όπου το h' ισούται με το μέγεθος του ειδώλου και το h ισούται με το μέγεθος του αντικειμένου. Από τα όμοια ορθογώνια τρίγωνα $AB\Gamma$ και ΔOZ φαίνεται ότι $h'/h = f'/x = -r/2x$ (σχέση 1), όπου f' η εστιακή απόσταση του κερατοειδούς, x : η απόσταση αντικειμένου - κυρίας εστίας κερατοειδούς και r : η ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς. Επιλύοντας τη σχέση 1 βρίσκουμε ότι η ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδή ισούται με: $r = 2m \chi$ (Σχέση 2), όπου το m ισούται με τη μεγέθυνση της εικόνας.



Εικόνα 2.2.1. : Οι οπτικές αρχές του κερατομέτρου (cornea: κερατοειδής χιτώνας).

Η σμίκρυνση ουσιαστικά της εικόνας (αφού το είδωλό της είναι μικρότερο του αρχικού), κάνει το είδωλο του φωτεινού στόχου που έχει το κερατόμετρο τόσο μικρό, που ένα σύνθετο μικροσκόπιο είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί ώστε να μετρηθεί ακριβώς το μέγεθος του (εικόνα 2.2.2).

COMPOUNO MICROSCOPE



Εικόνα 2.2.2 : Ένα οπτικό διάγραμμα του σύνθετου μικροσκοπίου ενός κερατομέτρου. (*mire*: φωτεινός στόχος κερατομέτρου, *mire image*: είδωλο φωτεινού στόχου κερατομέτρου, *objective*: αντικειμενικός φακός, *eyepiece*: προσοφθάλμιο, *compound microscope*: σύνθετο μικροσκόπιο).

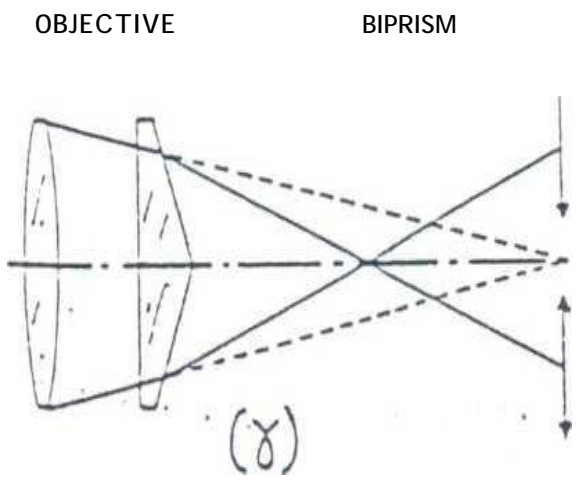
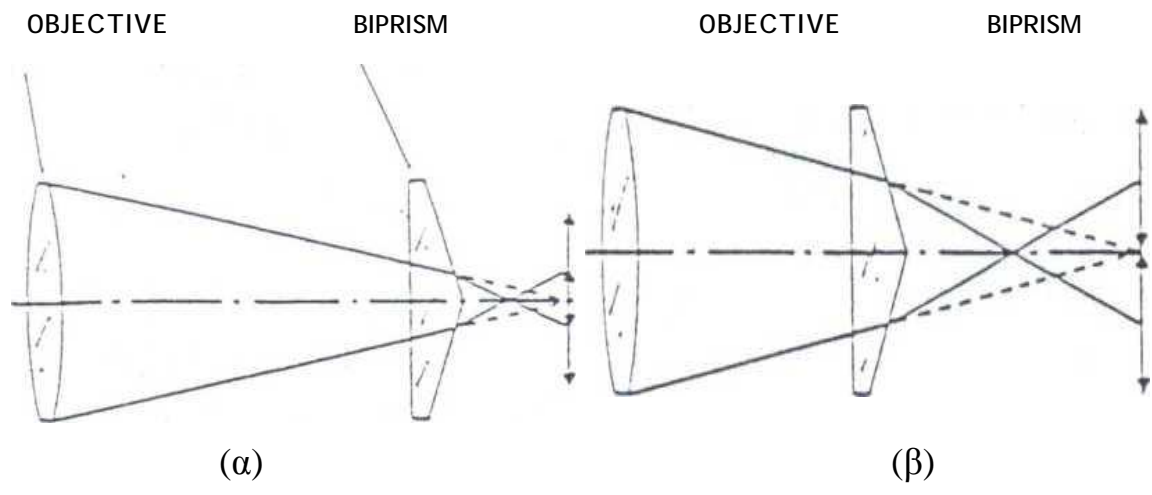
Επειδή το αντικείμενο του γνωστού μεγέθους (στόχος κερατόμετρου) είναι αμετάβλητα προσαρμοσμένο στον αντικειμενικό φακό αυτού του μικροσκοπίου, το είδωλό του θα μπορεί ο εξεταστής να το δει εστιασμένο μέσω του μικροσκοπίου, μόνο όταν ο στόχος αυτός βρίσκεται σε δεδομένη απόσταση d από το είδωλό του. Εάν η απόσταση αυτή είναι μεγάλη, τότε το είδωλο του στόχου του κερατομέτρου βρίσκεται πολύ κοντά στο εστιακό επίπεδο του κερατοειδούς, δηλαδή το d κατά προσέγγιση ισούται με το χ και έτσι η σχέση 2 γράφεται : $r = 2 m d$ (Σχέση 3)

Η σχέση 3 είναι γνωστή σαν “κατά προσέγγιση κερατομετρική εξίσωση”, ενώ η σχέση 2 είναι γνωστή σαν η “ακριβής κερατομετρική εξίσωση”. Λόγω του ότι το d είναι σταθερό για κάθε κερατόμετρο, η ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς είναι ανάλογη της μεγέθυνσης της εικόνας του στόχου του κερατομέτρου

Θεωρητικά, το μέγεθος του φωτεινού ειδώλου του στόχου του κερατομέτρου μπορεί να μετρηθεί με την απλή τοποθέτηση ενός τετραγωνιδίου μέτρησης μέσα στο μικροσκόπιο. Παρόλα αυτά, στην

πράξη τα πράγματα δεν είναι τόσο εύκολα λόγω των συνεχών κινήσεων του ματιού. Κάθε φορά που το μάτι κινείται το είδωλο του φωτεινού στόχου μετακινείται, πράγμα το οποίο κάνει εξαιρετικά δύσκολη την ακριβή μέτρηση του ειδώλου αυτού. Το πρόβλημα αυτό ξεπεράστηκε με τη χρήση του συστήματος διπλασιασμού. Οι αρχές ενός από τα συστήματα διπλασιασμού που καλείται δίπρισμα, φαίνονται στην εικόνα (2.2.3) (Οπτική & Διάθλαση 1996)

Στην εικόνα αυτή βλέπει κανείς πως το ποσό του διπλασιασμού που προκαλεί το δίπρισμα, εξαρτάται από τη θέση του διπρίσματος σε σχέση με τον αντικειμενικό φακό του κερατομέτρου. Εάν αυτή η απόσταση μειώνεται, η έκταση του διπλασιασμού αυξάνει, ενώ αν αυξάνεται, η έκταση του διπλασιασμού μικραίνει. Με την μεταβολή της θέσης του διπρίσματος, μπορούμε να βρούμε τη θέση εκείνη όπου ο διπλασιασμός γίνεται ίσος με το μέγεθος του ειδώλου του στόχου. Έτσι, καταγράφοντας από το σημείο αυτό και πέρα, τη θέση του πρίσματος, το ακριβές μέγεθος του ειδώλου μπορεί να υπολογιστεί. Αυτή η τεχνική ξεπερνά το πρόβλημα των συνεχών κινήσεων του ματιού, γιατί τα δύο είδωλα μένουν ευθυγραμμισμένα όταν το μάτι κινείται.

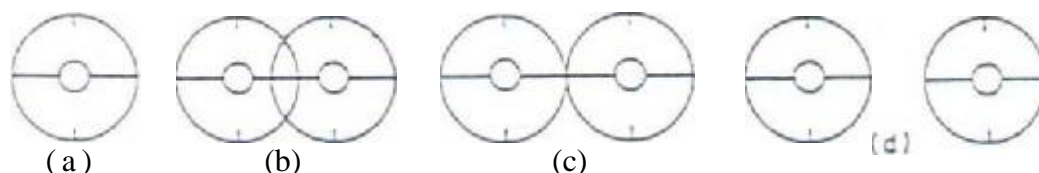


Εικόνα 2.2.3: Το ποσό του διπλασιασμού που παράγεται από ένα δίπρισμα που τοποθετείται μεταξύ του αντικειμενικού φακού του κερατομέτρου και του ειδώλου του στόχου του κερατομέτρου αυτού, εξαρτάται από τη θέση του διπρίσματος. (α) Το ποσό του διπλασιασμού είναι λιγότερο από το μέγεθος του ειδώλου του στόχου, (β) Το ποσό του διπλασιασμού ισούται με το μέγεθος του ειδώλου του κερατοειδικού στόχου, (γ) Το ποσό του διπλασιασμού είναι μεγαλύτερο από το μέγεθος του ειδώλου του στόχου, (objective: αντικειμενικός φακός, biprism: δίπρισμα).

Η εμφάνιση του στόχου του κερατομέτρου της εικόνας 2.2.4 (α), όταν παρακολουθείται μέσω του κερατομέτρου αυτού που διαθέτει διαφορετικούς βαθμούς διπλασιασμού, φαίνεται στις εικόνες 2.2.4 (β), (c) και (d). Τα κερατόμετρα αυτά που ενσωματώνουν την αρχή αυτή που μόλις περιγράψαμε ονομάζονται ‘κερατόμετρα μεταβλητού διπλασιασμού’. Η ευθυγράμμιση που μπορεί επίσης να επιτευχθεί με τη μεταβολή του μεγέθους του ειδώλου, ενώ θα διατηρείται σταθερό το ποσό του διπλασιασμού. Τα κερατόμετρα του είδους αυτού λέγονται κερατόμετρα μεταβλητού στόχου’.

Απ’ όσα είπαμε λοιπόν συμπεραίνουμε, ότι μπορούμε να χωρίσουμε τα κερατόμετρα με βάση το πώς επιτυγχάνουν την ευθυγράμμιση των δύο ειδώλων του φωτεινού στόχου του κερατομέτρου, σε δύο κατηγορίες :

- A) Κερατόμετρα μεταβλητού διπλασιασμού και σταθερού στόχου, και
- B) Κερατόμετρα μεταβλητού στόχου και σταθερού διπλασιασμού.

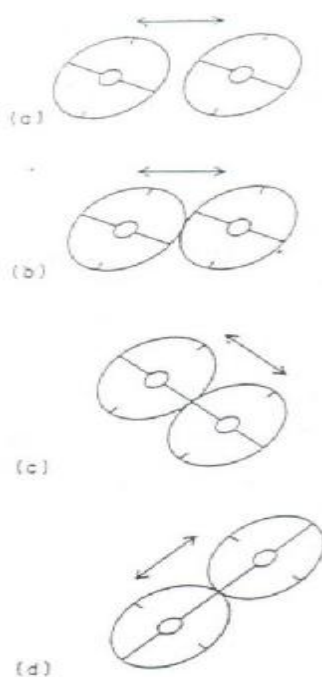


Εικόνα 2.2.4. Η εμφάνιση ενός υποθετικού στόχου κερατομέτρου όπως φαίνεται μέσα από ένα κερατόμετρο με μεταβλητό βαθμό διπλασιασμού. (α) Φωτεινός στόχος κερατομέτρου, που είναι προσαρμοσμένος στον αντικειμενικό φακό του σύνθετου μικροσκοπίου που έχει το κερατόμετρο, (β) Το είδωλο του στόχου όπως φαίνεται διαμέσου του συστήματος διπλασιασμού και του μικροσκοπίου του κερατομέτρου. Εδώ φαίνεται ότι ο βαθμός του διπλασιασμού είναι μικρότερος από το μέγεθος του ειδώλου του στόχου, (c) Ο βαθμός του διπλασιασμού είναι όμοιος με το μέγεθος του ειδώλου του στόχου, (d) Ο βαθμός του διπλασιασμού είναι μεγαλύτερος από το μέγεθος του ειδώλου του στόχου.

2.2.1 ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΣ

Ο μέσος όρος του κερατοειδούς δεν έχει σφαιρική, αλλά τορική μορφή. Έτσι, προκειμένου να καθοριστεί πλήρως, είναι απαραίτητο να μετρήσουμε την ακτίνα καμπυλότητας και στους δύο κύριους μεσημβρινούς. Το αποτέλεσμα της απεικόνισης του στόχου του

κερατομέτρου πάνω στον τορικό κερατοειδή, είναι η διαφορετική μεγέθυνση σε διαφορετικούς μεσημβρινούς. Η μεγαλύτερη και η μικρότερη μεγέθυνση θα βρίσκεται στους δύο κύριους μεσημβρινούς του κερατοειδούς. Ο φωτεινός στόχος της εικόνας 2.2.4 (a) θα απεικονιστεί έτσι όπως φαίνεται στην εικόνα 2.2.1.1 (a) μετά από την αντανάκλασή του στον αστιγματικό τορικό κερατοειδή του οποίου οι κύριοι μεσημβρινοί βρίσκονται στις 45° και στις 135° . Αν και οι δύο ελλειπτικές εικόνες μπορούν να έρθουν σε ταίριασμα μεταξύ τους μεταβάλλοντας το ποσό του διπλασιασμού ή του μεγέθους του στόχου του κερατομέτρου, (εικόνα 2.2.1.1 (b)), εντούτοις η σωστή ευθυγράμμιση μπορεί μόνο να αποκτηθεί, εάν στρίψουμε το κερατόμετρο μέχρι του σημείου εκείνου όπου ο άξονας του διπλασιασμού και του κερατομέτρου να συμπίπτουν με έναν από τους δύο κύριους μεσημβρινούς του κερατοειδούς. Στη συνέχεια μεταβάλλοντας το διπλασιασμό ή το μέγεθος του στόχου του κερατομέτρου, μπορεί να ευθυγραμμιστεί ο φωτεινός στόχος όπως φαίνεται στην εικόνα 2.2.1.1(c) και (d). Με τον τρόπο αυτό ο τορικός κερατοειδής μπορεί πλήρως να καθοριστεί με τον τρόπο που φαίνεται αμέσως τώρα: 7,4 mm στις 135° και 7,8 mm στις 45°



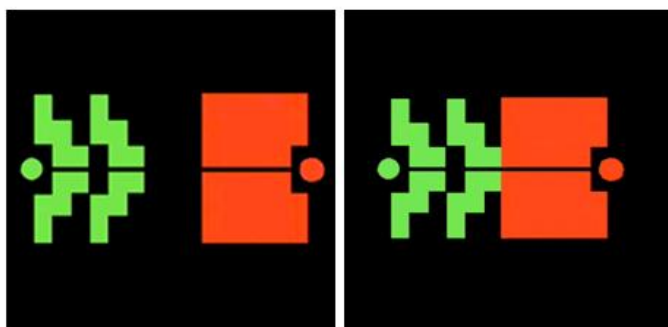
Εικόνα 2.2.2.1 : Η απεικόνιση των στόχων του κερατομέτρου ενός αστιγματικού κερατοειδή. (a) Το είδωλο του στόχου όπως φαίνεται διαμέσου του συστήματος διπλασιασμού και του μικροσκοπίου μετά από αντανάκλαση πάνω σε έναν αστιγματικό κερατοειδή. Οι άξονες του ειδώλου του στόχου και του κερατοειδούς δεν συμπίπτουν, (b) Ο βαθμός του διπλασιασμού μεταβάλλεται προκειμένου τα είδωλα να ταιριάζουν, (c) Ο βαθμός του διπλασιασμού ισούται με το μέγεθος των ειδώλων και ο άξονας του κερατομέτρου συμπίπτει μ' έναν από τους κύριους άξονες του κερατοειδούς, (d) Στροφή του κερατόμετρου κατά 90° και ξαναευθυγράμμιση των ειδώλων. Αυτό επιτρέπει να μετρηθεί η ακτίνα καμπυλότητας του άλλου κύριου μεσημβρινού.

2.2.2 ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΑ ΜΙΑΣ ΚΑΙ ΔΥΟ ΘΕΣΕΩΝ

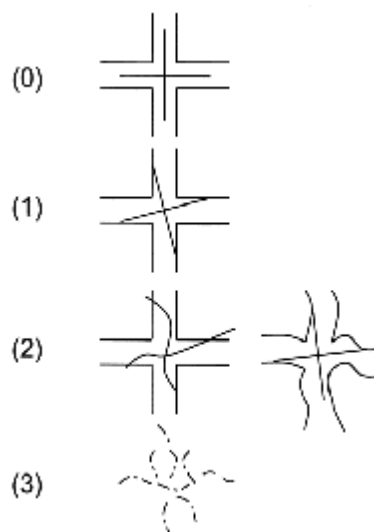
Επειδή οι άξονες μίας τορικής επιφάνειας είναι κάθετοι μεταξύ τους, γι' αυτό και ορισμένοι κατασκευαστές σχεδίασαν κερατόμετρα τα οποία ενσωματώνουν δύο ξεχωριστά συστήματα διπλασιασμού τα οποία λειτουργούν σε αμοιβαία κάθετους μεσημβρινούς. Αν και πάλι τα όργανα αυτά πρέπει να περιστρέφονται γύρω από τους προγενέστερους και μεταγενέστερους άξονες προκειμένου να βρουν έναν από τους δύο κύριους μεσημβρινούς της τορικής επιφάνειας, άπαξ και βρεθεί ο ένας από αυτούς, δεν χρειάζεται άλλη περιστροφή του οργάνου προκειμένου να μετρηθεί η ακτίνα καμπυλότητας και του δεύτερου κύριου μεσημβρινού. Τα κερατόμετρα αυτού του είδους είναι γνωστά σαν "κερατόμετρα μίας θέσης", ενώ υπάρχουν και οφθαλμόμετρα στα οποία χρειάζεται περιστροφή κατά 90° προκειμένου να μετρηθεί ο δεύτερος κύριος μεσημβρινός, και τα όργανα αυτά καλούνται "κερατόμετρα δύο θέσεων".

Αν και, όπως γνωρίζουμε, οι κύριοι μεσημβρινοί ενός τορικού φακού είναι πάντα κάθετοι μεταξύ τους, οι αντίστοιχοι μεσημβρινοί του κερατοειδούς, μπορεί να μην είναι κάθετοι μεταξύ τους. Αυτό συμβαίνει γιατί, η κερατοειδική επιφάνεια πιο συχνά μοιάζει με τορική έλλειψη παρά με τορική επιφάνεια και έτσι σε μία εκτός άξονα μέτρηση της τορικής έλλειψης, οι κύριοι μεσημβρινοί δεν είναι απαραίτητο να είναι κάθετοι μεταξύ τους.

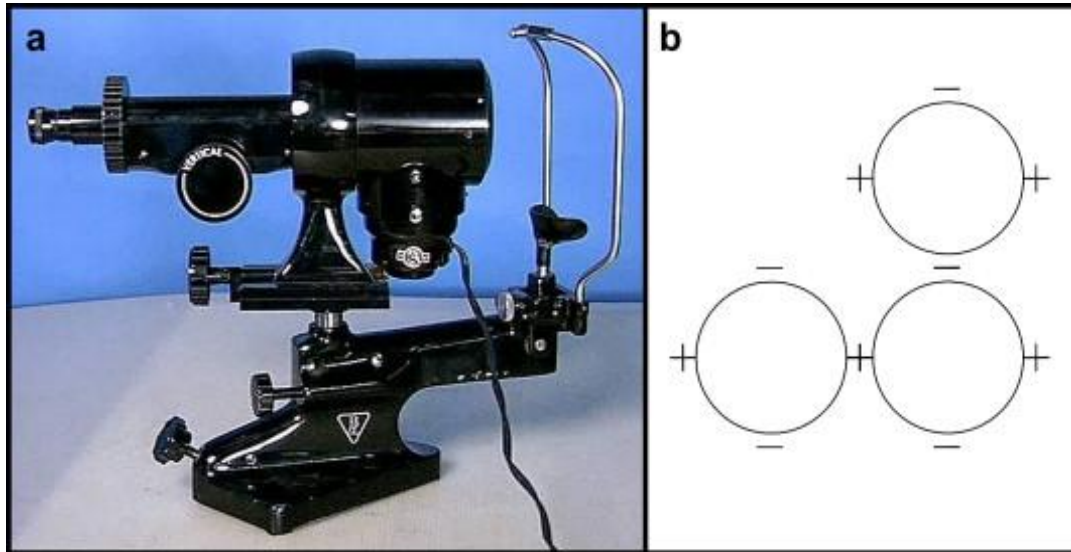
Τέλος, ο σχεδιασμός του φωτεινού στόχου του κερατομέτρου, αλλάζει σημαντικά από όργανο σε όργανο. Οι εικόνες 2.2.2.1, 2.2.2.2 και 2.2.2.3 δίνουν τους τρεις διαφορετικούς σχεδιασμούς των στόχων, τριών από τα πιο συνηθισμένα, στην καθημερινή χρήση, κερατόμετρα.



Εικόνα 2.2.2.1 : Κερατόμετρο Javal-schiotz



Εικόνα 2.2.2.2 : Κερατόμετρο Zeiss (Oberkochen)



Εικόνα 2.2.2.3 : Κερατόμετρο Bausch and Lomb

2.3 Η ΔΙΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΩΝ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΩΝ

Στην αρχή του κεφαλαίου αυτού, κάναμε λόγο για δύο εξισώσεις: Την εξίσωση $r = 2 m \chi$ (ακριβής κερατομετρική εξίσωση) και την εξίσωση $r = 2 m d$ (κατά προσέγγιση κερατομετρική εξίσωση). Και οι δύο αυτές εξισώσεις βασίζονται στην παραξονική θεωρία. Ο Bennett⁶ (1966) αναρωτήθηκε εάν μπορούμε να κάνουμε χρήση της παραξονικής προσέγγισης στην κερατομετρία, όπου οι προσμετρούμενες ακτίνες καμπυλότητας των επιφανειών είναι πολύ μικρές. Για να απαντήσει στην απορία του αυτή, πήρε ένα όργανο που έμοιαζε πολύ στο κερατόμετρο της Bausch and Lomb, και υπολόγισε τη γωνία που βρισκόταν απέναντι από τον αντικειμενικό φακό του μικροσκοπίου για μία σειρά από ακτίνες καμπυλότητας για κυρτές και κοίλες επιφάνειες. Για το σκοπό αυτό έκανε, εκτός του οργάνου, χρήση των παρακάτω: α) Της σχέσης $r = 2m\chi$,

⁶ Ο Δρ Steven I. Bennett, βρίσκεται στον ιδιωτικό τομέα για 29 χρόνια. Φοίτησε στο κολλέγιο Οπτομετρίας New England στη Βοστώνη, Μασαχουσέτη, απ όπου αποφοίτησε με άριστα και απέκτησε διδακτορικό δίπλωμα στην Οπτομετρία. Επιτέλεσε διευθυντής στις υπηρεσίες Χαμηλής Όρασης στο Kellogg Eye Center του Πανεπιστημίου του Michigan πριν βρεθεί στον ιδιωτικό τομέα. Είναι μέλος της Αμερικανικής Ακαδημίας Οπτομετρίας, καθώς επίσης διαθέτει πιστοποίηση εξειδίκευσης στην χαμηλή όραση. Οι ειδικότητές του περιλαμβάνουν την συνηθισμένη τοποθέτηση φακών επαφής και την χαμηλή όραση. Ο Δρ Bennett είναι ο κύριος ερευνητής πολυάριθμων μελετών πάνω στους φακούς επαφής που έχουν ολοκληρωθεί στην Οπτομετρία Bennett. Η κλινική οπτομετρία που έχει πάρει το όνομά του εδρεύει στο Detroit της Αμερικής. Είναι εν ζωή.

β) Της σχέσης $r = 2md$, και γ) Μίας τεχνικής χάραξης των φωτεινών ακτινών.

Ο Bennett βρήκε ότι ενώ και οι τρεις πιο πάνω συνθήκες δίνουν μία - κατά προσέγγιση - γραμμική σχέση ανάμεσα στην ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς και, στην απέναντι, από τον αντικειμενικό φακό, γωνία, η χρήση της παραξονικής θεωρίας προκαλεί ένα λάθος 4% - 5%. Αυτό σημαίνει ότι κερατοειδής πραγματικής ακτίνας καμπυλότητας 8,0 mm, μπορεί να υπολογιστεί ότι έχει ακτίνα καμπυλότητας 7,7 mm. Οι κατασκευαστές των κερατομέτρων ξεπερνούν το πρόβλημα αυτό με τη διαβάθμιση των οργάνων με βάση μία σειρά γνωστών ακτίνων καμπυλότητας παρόμοιας με εκείνης του κερατοειδούς χιτώνα. Κάνοντας, αυτό μειώνουν τα λάθη, που προκαλούνται από την παραξονική θεωρία, σε ασήμαντο βαθμό για κάθε κερατοειδική επιφάνεια. (BENNETT 1966).

Παρόλα αυτά, εάν το κερατόμετρο το οποίο είναι διαβαθμισμένο για κυρτές επιφάνειες (γιατί είναι κυρτή η επιφάνεια του κερατοειδούς), χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση ακτίνων καμπυλότητας κοίλων επιφανειών, θα προκληθεί ένα μεγάλο λάθος. Και εάν επομένως με τον κερατοειδή δεν υπάρχει πρόβλημα, υπάρχει πρόβλημα στην χρήση του κερατομέτρου για την μέτρηση της ακτίνας καμπυλότητας της οπίσθιας επιφάνειας των φακών επαφής, αφού πρόκειται για κοίλη επιφάνεια. Η επίλυση του προβλήματος αυτού θα αναφερθεί στο σχετικό τμήμα του κεφαλαίου αυτού, που αναφέρεται στη μέτρηση των ακτίνων καμπυλότητας των φακών επαφής.

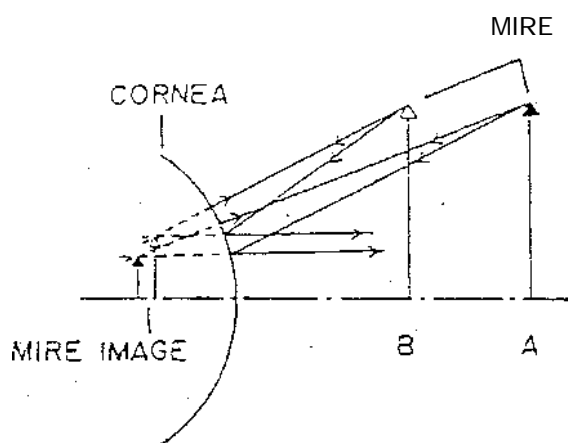
Τέλος, πρέπει να πούμε ότι πρόσφατα η πλειοψηφία των κερατομέτρων κατασκευάζεται έτσι ώστε να χρησιμοποιεί δείκτη διάθλασης του κερατοειδούς το 1,3375 προκειμένου να δώσει μία, κατά το δυνατόν ακριβέστερη, εκτίμηση της διοπτρικής ισχύος του κερατοειδούς. Υπάρχουν, βέβαια, άλλα κερατόμετρα που χρησιμοποιούν σαν δείκτη διάθλασης του κερατοειδούς το 1,336 ή το 1,332. Αν και οι διαφορετικοί αυτοί δείκτες διάθλασης δίνουν διαφορετικές τιμές για τη διοπτρική ισχύ του κερατοειδούς, εντούτοις το λάθος δεν είναι σημαντικό στον υπολογισμό του κερατοειδικού αστιγματισμού. Παρόλα αυτά η χρήση διαφορετικού δείκτη διάθλασης μας κάνει να χρησιμοποιούμε τα mm ακτίνας καμπυλότητας προκειμένου να καθορίσουμε έναν κερατοειδή, παρά τις διοπτρίες της ισχύς του.

2.3.1 ΛΑΘΗ ΣΤΗΝ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΙΑ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΕ ΜΗ ΣΩΣΤΗ ΕΣΤΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΣΟΦΘΑΛΜΙΟΥ

Προκειμένου το κερατόμετρο να δώσει μία σωστή ανάγνωση της ακτίνας καμπυλότητας του κερατοειδούς, είναι απαραίτητο το

προσοφθάλμιό του να είναι σωστά εστιασμένο. Προκειμένου να το επιτύχουμε αυτό ευκολότερα, υπάρχει ένα τετραγωνίδιο ενσωματωμένο στο όργανο, και πάνω σ' αυτό πρέπει το προσοφθάλμιο να εστιαστεί πριν να γίνει μία μέτρηση. Εάν όμως δεν πετύχει η εστίαση αυτή, τότε έχουμε την εμφάνιση δύο προβλημάτων.

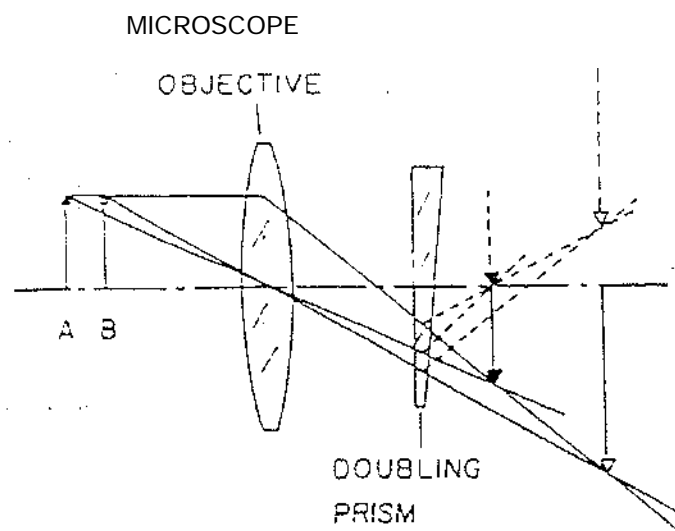
Ας δούμε λοιπόν το πρώτο λάθος. Ας υποθέσουμε ότι το προσοφθάλμιο δεν είναι σωστά εστιασμένο και έχει μετατοπιστεί μακριά από το σημείο εστίασης. Σε μία τέτοια περίπτωση όλο το όργανο πρέπει να τοποθετηθεί κοντά στον κερατοειδή του εξεταζόμενου προκειμένου να δει ο εξεταστής εστιασμένο το στόχο του κερατομέτρου. Έτσι έχουμε το πρώτο λάθος για το οποίο μιλήσαμε πριν. Το λάθος αυτό οφείλεται στο ότι με την νέα τοποθέτηση του οργάνου το είδωλο του στόχου τοποθετείται πιο κοντά στον κερατοειδή με αποτέλεσμα το μέγεθος του ειδώλου αυτού να αυξάνεται. (εικόνα 2.3.1.1).



Εικόνα 2.3.1.1 : Όταν ο στόχος του κερατομέτρου κινείται από το A στο B, αυξάνει το μέγεθος του ειδώλου (cornea: κερατοειδής, mire: φωτεινός στόχος κερατομέτρου, mire image: είδωλο στόχου κερατομέτρου)

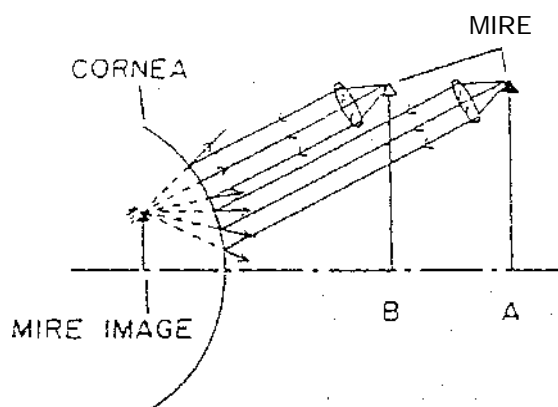
Προκειμένου να ξεπεράσουμε το πρόβλημα αυτό, οι φωτεινοί στόχοι (σε ένα μεταβλητού στόχου κερατόμετρο), πρέπει να κινηθούν κοντύτερα στον οπτικό άξονα του οργάνου, ή ο βαθμός διπλασιασμού (σε ένα μεταβλητού διπλασιασμού κερατόμετρο), πρέπει να μειωθεί. Το δεύτερο λάθος έρχεται σαν συνέχεια του πρώτου. Αυτό συμβαίνει γιατί, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.3.1.2, η προς τα δεξιά μετακίνηση του ειδώλου του στόχου έχει ως αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η απόσταση ειδώλου - αντικειμενικού φακού και αυτό συνεπάγεται διατάραξη του βαθμού διπλασιασμού που προκαλεί το δίπρισμα. Έτσι στην εικόνα 2.3.1.2 βλέπουμε πως η μετακίνηση του ειδώλου του στόχου από τη θέση A στη θέση B έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους του και τη διαταραχή της ευθυγράμμισης του κερατομέτρου. Προκειμένου να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό, πρέπει να γίνει ότι ακριβώς και στην προηγούμενη περίπτωση, δηλαδή μετακίνηση των φωτεινών στόχων

κοντύτερα προς τον οπτικό άξονα ή μείωση του βαθμού διπλασιασμού. Είδαμε λοιπόν τα δύο προβλήματα και καταλάβαμε ότι το δεύτερο είναι συνέπεια του πρώτου. Άραγε λοιπόν πως μπορούμε εκτός από τον τρόπο που περιγράψαμε, να αποφύγουμε την αύξηση του μεγέθους του ειδώλου του στόχου, καθώς ο τελευταίος μετακινείται από τη θέση A στη θέση B πλησιέστερα στον κερατοειδή.



Εικόνα 2.3.1.2 : Το ποσό του διπλασιασμού αυξάνεται με την μετακίνηση του ειδώλου του στόχου από τη θέση A στη θέση B και επίσης διαταράσσεται η ευθυγράμμιση των ειδώλων του στόχου του κερατομέτρου (*microscope objective*: αντικειμενικός φακός μικροσκοπίου, *doubling prism*: πρίσμα διπλασιασμού).

Η εξολόθρευση του λάθους αυτού μπορεί να γίνει και με τον ακόλουθο τρόπο της εικόνας 2.3.1.3. Όπως φαίνεται στην εικόνα αυτή ο στόχος τοποθετείται στην κύρια εστία ενός αμφίκυρτου φακού. Έτσι λοιπόν καθώς ο στόχος μετακινείται από τη θέση A στη θέση B έχουμε παράλληλη μετακίνηση του φακού έτσι -ώστε ο στόχος να βρίσκεται πάντα στην κύρια εστία του. Επομένως ο στόχος και στη θέση A και στη θέση B είναι, από οπτικής πλευράς, ευρισκόμενος στο άπειρο. Με τη τεχνική αυτή της οπτικής απεικόνισης του στόχου σε κάθε του θέση στο άπειρο, το μέγεθος του ειδώλου του παραμένει αναλλοίωτο, όπως αναλλοίωτη παραμένει και η θέση του. Έτσι αφού δεν έχουμε μετακίνηση του ειδώλου του στόχου δεν συμβαίνει και το δεύτερο λάθος που αναφέραμε.



Εικόνα 2.3.1.3 : Οπτικό διάγραμμα ακτίνων που δείχνει πως, όταν ο στόχος βρίσκεται πίσω από θετικό φακό που τον απεικονίζει στο άπειρο, το είδωλό του δεν μεταβάλλεται όταν ο στόχος μετακινείται από τη θέση Α στη θέση Β. (cornea: κερατοειδής, mire: στόχος κερατομέτρου, mire image: είδωλο στόχου κερατομέτρου).

2.4 ΤΥΠΟΙ ΟΠΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΕΝΣΩΜΑΤΩΝΟΝΤΑΙ ΣΤΑ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΑ

Απ' όλα όσα είπαμε για τα κερατόμετρα και από όλα όσα ισχύουν για τα περισσότερα από αυτά που κυκλοφορούν στο εμπόριο, μπορούμε να τα κατατάξουμε σε τρεις κατηγορίες:

1. Κερατόμετρα σταθερού διπλασιασμού, μεταβλητού στόχου κερατομέτρου.
2. Κερατόμετρα μεταβλητού διπλασιασμού, σταθερού στόχου κερατομέτρου.
3. Κερατόμετρα που κάνουν χρήση της τηλεκεντρικής αρχής⁷.

Στις επόμενες σελίδες περιγράφονται τρία κερατόμετρα, ένα για κάθε κατηγορία που αναφέραμε. Ένας τεράστιος αριθμός από κερατόμετρα που έχουν παρόμοιες ή ίδιες αρχές σχεδιασμού, περιλαμβάνονται σε κάθε περιγραφή. Στο τέλος της περιγραφής των τριών αυτών κερατομέτρων, υπάρχει μία σύντομη περιγραφή του αυτόματου κερατομέτρου του Humphrey, το οποίο μπορεί να μετρά ακτίνες καμπυλότητας του κερατοειδούς χωρίς ο εξεταστής να πρέπει να ευθυγραμμίσει τα είδωλα του στόχου του κερατομέτρου. Πάντως και αυτό το κερατόμετρο στηρίζεται στη μέτρηση του μεγέθους του ειδώλου του στόχου, προκειμένου να μετρήσει ακτίνες καμπυλότητας κερατοειδών.

⁷ Τηλεκεντρική αρχή: βασική αρχή κατά την οποία το σύστημα διπλασιασμού πρέπει να μένει στην κύρια εστία του αντικειμενικού φακού.

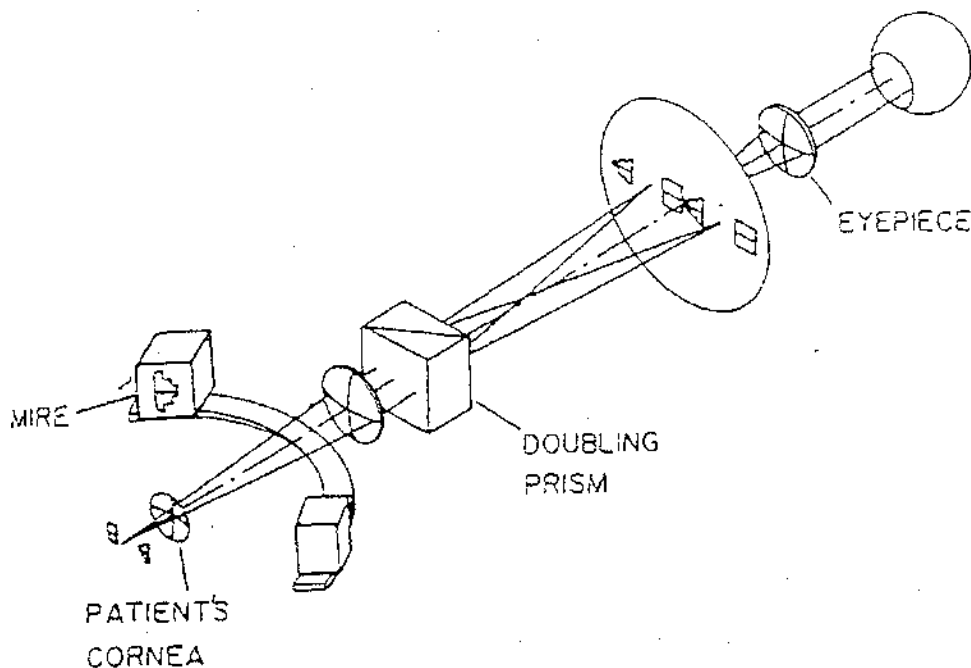
2.4.1 ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΟ JAVAL-SCHIOTZ

Το κερατόμετρο Javal-Schiotz (εικόνα 2.4.1.1) είναι ένα κερατόμετρο δύο θέσεων και μεταβλητού στόχου με σταθερό διπλασιασμό. Οι στόχοι του κερατομέτρου αυτού είναι προσαρμοσμένοι στο μπροστινό μέρος μικρών φωτιζόμενων κουτιών τα οποία, διά μέσου ενός ειδικού μηχανισμού, είναι έτσι φτιαγμένα ώστε να κινούνται ομοίως σε αντίθετες κατευθύνσεις κατά μήκος ενός κυκλικού τόξου, το κέντρο καμπυλότητας του οποίου αντιστοιχεί στο μάτι του εξεταζόμενου.



Εικόνα 2.4.1.1 : Κερατόμετρο Javal-Schiotz

Ο διπλασιασμός επιτυγχάνεται με δίπρισμα τοποθετημένο πίσω από τον αντικειμενικό φακό (εικόνα 2.4.1.2).



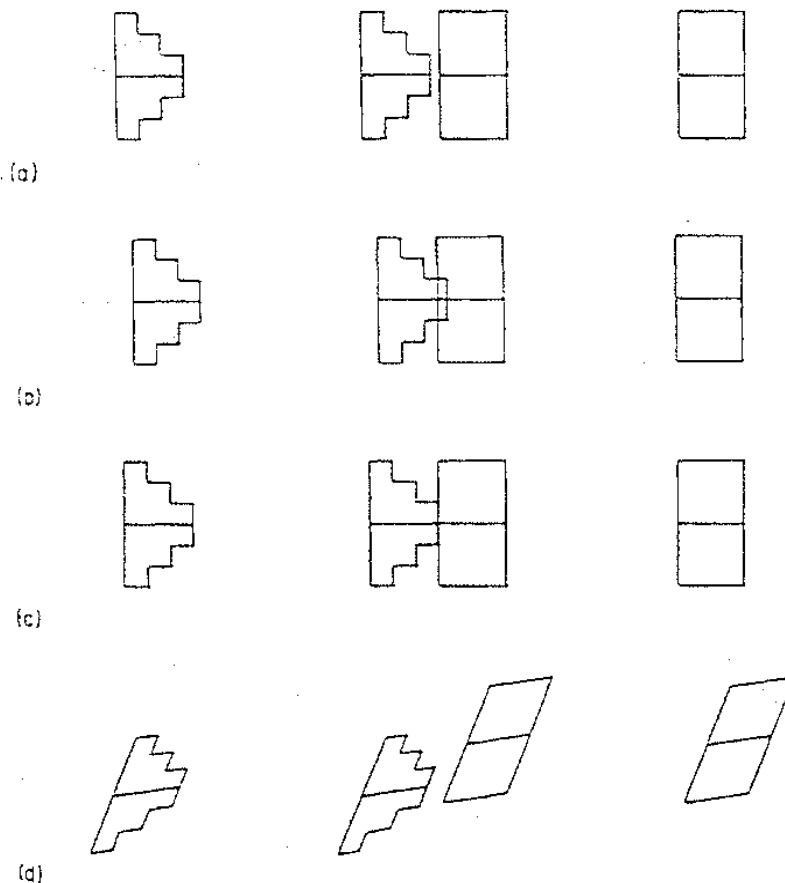
Εικόνα 2.4.1.2 : Σχεδιασμός των οπτικών μερών του κερατομέτρου Javal-Schiotz. (*patient's cornea*: κερατοειδής ασθenoύς, *mire*: στόχος κερατομέτρου, *doubling prism*: πρίσμα διπλασιασμού, *eyepiece*: προσοφθάλμιο)

Η αυθεντική απεικόνιση των στόχων του κερατομέτρου αυτού δόθηκε στην εικόνα 2.2.2.1. Ο οδοντωτός στόχος έχει ένα πράσινο φίλτρο πάνω του, ενώ ο τετραγωνισμένος στόχος καλύπτεται από ένα κόκκινο φίλτρο. Αυτά τα φίλτρα βοηθούν τον οπτικό να ξεχωρίσει τότε οι δύο στόχοι επικαλύπτονται, αφού κάθε επικαλυμμένη περιοχή έχει κίτρινο χρώμα. Τόσο ο οδοντωτός, όσο και ο τετραγωνισμένος στόχος έχουν στο μέσο τους μία λευκή ευθεία γραμμή. Οι δύο αυτές γραμμές πρέπει να βρίσκονται στην ίδια ευθεία για να συμπίπτουν οι άξονες κερατοειδούς - κερατομετρου, αλλιώς στρίβουμε το όργανο μέχρι του σημείου που θα πετύχουμε τη σύμπτωση αυτή. Η προσέγγιση ή η απομάκρυνση των δύο στόχων γίνεται μέσω ενός βιδωτού κοχλίου που είναι τοποθετημένος κάτω από το κυκλικό τόξο κατά μήκος του οποίου κινούνται οι δύο στόχοι. Επίσης μέσω ενός μοχλού ελέγχου γίνεται η προς τα εμπρός - πίσω - δεξιά - αριστερά, μετατόπιση του οργάνου για την επίτευξη της εστίασης των ειδώλων των στόχων στον κερατοειδή του εξεταζομένου.

Η απεικόνιση των ειδώλων των στόχων όπως φαίνονται διαμέσου του συστήματος διπλασιασμού του μικροσκοπίου φαίνεται στην εικόνα 2.4.1.3 για τις καταστάσεις όπου:

- (a) Ο διαχωρισμός των ειδώλων των στόχων είναι μεγάλος,
- (b) Ο διαχωρισμός των ειδώλων των στόχων είναι μικρός,
- (c) Ο διαχωρισμός των ειδώλων των στόχων είναι σωστός.
- (d) Τα είδωλα των στόχων όπως φαίνονται μετά από αντανάκλαση πάνω σε αστιγματικό κερατοειδή, οι άξονες του οποίου δεν συμπίπτουν με τους άξονες του κερατομέτρου.

Τέλος, πρέπει να επισημάνουμε ότι όσο προσεγγίζουν τα είδωλα των στόχων μεταξύ τους ή όσο μικρότερος είναι ο διαχωρισμός τους η τιμή της ακτίνας καμπυλότητας του κερατοειδούς αυξάνει και επομένως μικραίνει η τιμή της διοπτρικής του ισχύος. Αντίθετα, όσο απομακρύνονται τα είδωλα ή όσο πιο μεγάλος είναι ο διαχωρισμός τους τόσο μικραίνει η τιμή της ακτίνας καμπυλότητας του κερατοειδούς και επομένως αυξάνει η τιμή της διοπτρικής του ισχύος. Αυτό που μόλις αναφέραμε ισχύει και στους 3 τύπους των κερατομέτρων που περιγράφουμε. Επίσης και στους 3 τύπους των κερατομέτρων ισχύει ότι μεταβολή της ακτίνας καμπυλότητας κατά 0,2 mm περίπου σημαίνει αντιστροφή μεταβολή της διοπτρικής ισχύος του κερατοειδούς κατά 1D. Δηλαδή αύξηση π.χ. της ακτίνας καμπυλότητας κερατοειδούς από 7,8 mm σε 8,0 mm σημαίνει μείωση της διοπτρικής του ισχύος από 42,73 D σε 41,66 D.



Εικόνα 2.4.1.3 : Εμφάνιση των ειδώλων των στόχων του κερατομέτρου Javal-Schiötz, όπως φαίνονται διαμέσου του μικροσκοπίου του οργάνου για τις 4 καταστάσεις (a,b,c,d) που περιγράφηκαν στο κείμενο.

2.4.2 ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΟ ΤΗΣ BAUSCH AND LOMB

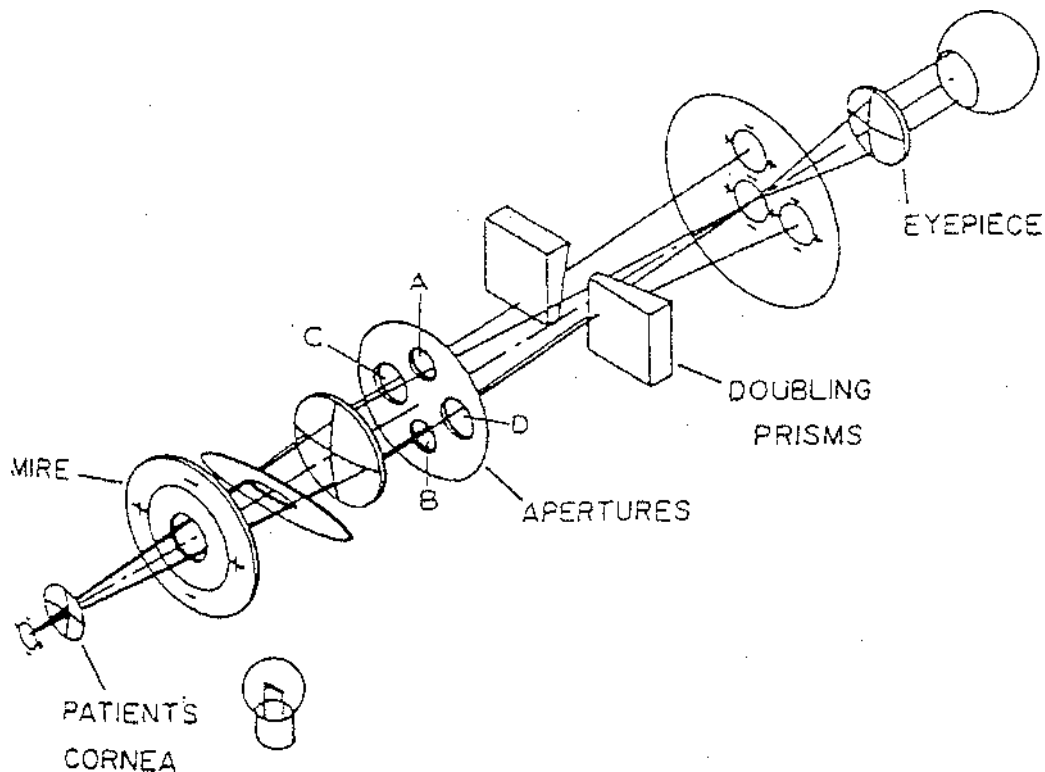
Προτού πούμε οτιδήποτε άλλο για το κερατόμετρο αυτό, πρέπει να πούμε ότι παρόμοια όργανα κατασκευάζονται από εταιρίες όπως Topcon⁸ κ.ά. (και άλλα). Αυτό επισημαίνεται προκειμένου να μη θεωρηθεί η εργασία αυτή φορέας διαφήμισης κάποιας εταιρίας. Απλούστατα επειδή επικρατεί αυτού του είδους η ονομασία μεταξύ του οπτικού κλάδου, προκειμένου να μιλάμε τη γλώσσα της καθημερινής πρακτικής, μιλάμε για το κερατόμετρο της Bausch and Lomb. Το όργανο λοιπόν αυτό που φαίνεται στην εικόνα 2.4.2.1 είναι ένα κερατόμετρο μίας θέσης, μεταβλητού διπλασιασμού και σταθερού στόχου.

⁸ Topcon: Ιαπωνική εταιρεία που ιδρύθηκε στο 1932 και κατασκευάζει οπτικό εξοπλισμό για την οφθαλμολογία και την έρευνα. Έχει έδρα το Τόκιο.



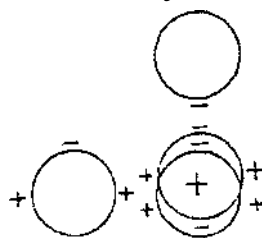
Εικόνα 2.4.2.1 Το κερατόμετρο της *Bausch and Lomb*

Δυο ανεξάρτητα προσαρτημένα πρίσματα, τα οποία τοποθετούνται πίσω από ένα ειδικό διάφραγμα που φέρει τέσσερα ανοίγματα, διπλασιάζουν το είδωλο του στόχου κατά μήκος δυο αμοιβαία κάθετων μεσημβρινών (εικόνα 2.4.2.2).



Εικόνα 2.4.2.2 : Σχεδιασμός των οπτικών μερών του κερατομέτρου *Bausch and Lomb*.
(*patient's cornea*: κερατοειδής ασθενούς, *mire*: στόχος κερατομέτρου, *apertures*: ανοίγματα, *doubling prisms*: πρίσματα διπλασιασμού, *eyepiece*: προσοφθάλμιο)

Όταν το όργανο δεν είναι καλά εστιασμένο, τότε τα είδωλα είναι εκτός εστίας και η απεικόνιση των ειδώλων των στόχων που είδαμε στην εικόνα 2.2.2.3 είναι και πάλι τρεις κύκλοι σε ορθή γωνία μεταξύ τους, όμως ο κεντρικός κύκλος είναι διπλός (εικόνα 2.4.2.3).



Εικόνα 2.4.2.3 : Ο κεντρικός κύκλος στο κερατόμετρο Bausch and Lomb είναι διπλός αφού τα είδωλα είναι εκτός εστίας.

Όταν το όργανο εστιαστεί καλά, τότε βλέπουμε τους 3 κύκλους σε ορθή γωνία της εικόνας 2.2.2.3. Ο πάνω κύκλος σχηματίζεται από το φως που περνάει μέσα από το άνοιγμα C του διαφράγματος και από το κάθετα τοποθετημένο πρίσμα. Ο κάτω κύκλος αριστερά όπως εμείς βλέπουμε μέσα από το όργανο τους κύκλους, σχηματίζεται από το φως που περνάει από το άνοιγμα D του διαφράγματος και από το οριζόντια τοποθετημένο πρίσμα, και ο κεντρικός κάτω δεξιά κύκλος σχηματίζεται από το φως που περνάει μέσα από τα ανοίγματα A και B. Η μπροστινή και πισινή κίνηση του κάθετα τοποθετημένου πρίσματος προκαλεί μία μετατόπιση του κάθετα τοποθετημένου ειδώλου του στόχου (πάνω κύκλος), ενώ η κίνηση του οριζόντιου πρίσματος διπλασιασμού προκαλεί μία μετατόπιση του οριζόντια τοποθετημένου ειδώλου (κάτω αριστερά κύκλος). Αντίθετα το κεντρικό είδωλο (κάτω δεξιά κύκλος) του στόχου παραμένει αναλλοίωτο από τη μετακίνηση οποιουδήποτε πρίσματος. Ο κύκλος αυτός όπως είπαμε γίνεται διπλός μόνο όταν η εστίαση δεν είναι καλή. Όταν επιτύχουμε τη σωστή εστίαση του οργάνου τότε ο κεντρικός κύκλος είναι ένας και αναλλοίωτος.

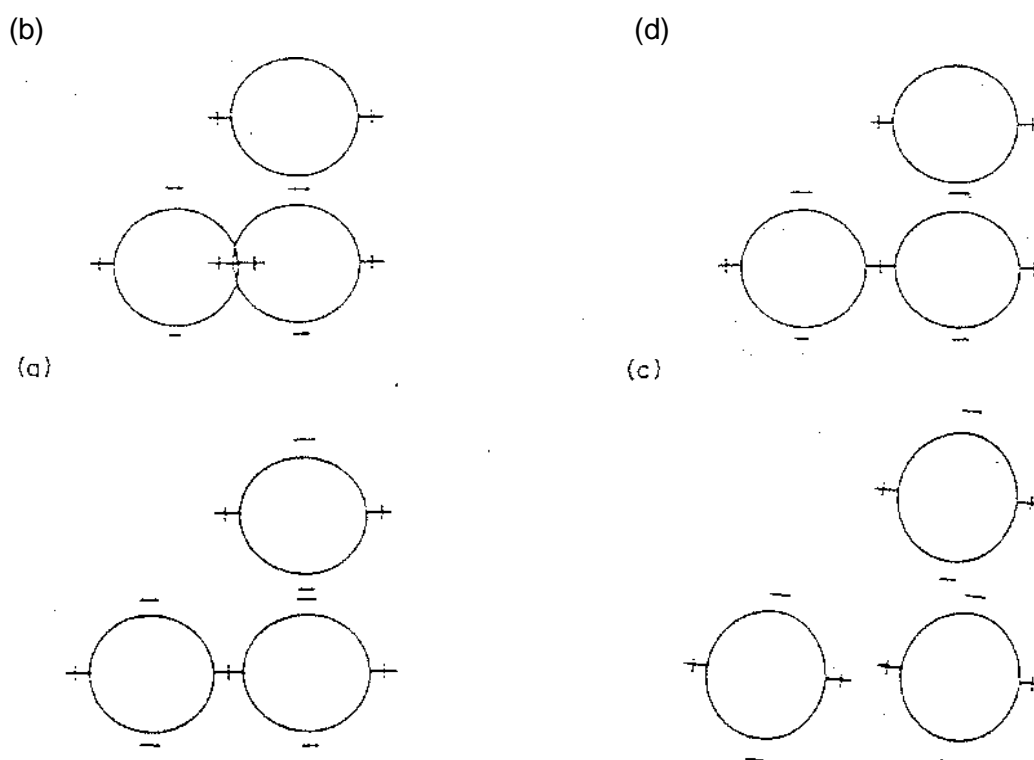
Στα πλάγια κάθε κύκλου (δεξιά και αριστερά) υπάρχει το σύμβολο (+), ενώ πάνω και κάτω από κάθε κύκλο υπάρχει το (-). (εικόνα 2.4.2.3). Όταν οι οριζόντιες γραμμές των συμβόλων (+) των δύο κάτω κύκλων δεν είναι ευθυγραμμισμένες τότε υπάρχει αστιγματισμός, σε άξονα διαφορετικό από αυτόν του κερατομέτρου. Με την κατάλληλη περιστροφή του οργάνου ευθυγραμμίζουμε τα (+) των δύο κύκλων οπότε έχουμε βρει τους κύριους άξονες του αστιγματισμού, που διαβάζονται στις αντίστοιχες ενδείξεις του κερατομέτρου. Επειδή το όργανο αυτό είναι μίας θέσης παραδεχόμαστε ότι οι αστιγματικοί άξονες είναι κάθετοι μεταξύ τους, πράγμα το οποίο, όπως στις αρχές του κεφαλαίου αυτού είδαμε, μπορεί και να μην ισχύει.

Το επόμενο βήμα είναι η μέτρηση των ακτίνων καμπυλότητας στους

δύο κύριους άξονες. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλη ρύθμιση των δύο τυμπάνων που βρίσκονται στα πλάγια του οργάνου. Με την περιστροφή των τυμπάνων οι δύο κύκλοι μετακινούνται σε σχέση με τον κεντρικό και επιδιώκεται η ταύτιση των συμβόλων (+) και (-) που βρίσκονται μεταξύ των κύκλων. Όταν επιτύχουμε την ταύτιση αυτή η ακτίνα καμπυλότητας και για τους δύο άξονες, διαβάζεται στις αντίστοιχες κλίμακες.

Η απεικόνιση των ειδώλων των στόχων όπως φαίνονται διαμέσου του μικροσκοπίου φαίνεται στην εικόνα 2.4.2.4 για τις καταστάσεις όπου:

- (a) Ο κάθετος διπλασιασμός είναι σωστός, ενώ ο οριζόντιος διπλασιασμός είναι ανεπαρκής.
- (b) Ο κάθετος διπλασιασμός είναι πολύ μεγάλος, ενώ ο οριζόντιος είναι σωστός,
- (c) Τόσο ο κάθετος όσο και ο οριζόντιος βαθμός διπλασιασμού είναι σωστοί.
- (d) Τα είδωλα των στόχων όπως φαίνονται μετά από αντανάκλαση πάνω σε αστιγματικό κερατοειδή, οι άξονες του οποίου δεν συμπίπτουν με τους άξονες του κερατομέτρου.



Εικόνα 2.4.2.4 : Εμφάνιση των ειδώλων των στόχων του κερατομέτρου Bausch and Lomb, όπως φαίνονται διαμέσου του μικροσκοπίου του οργάνου για τις 4 καταστάσεις (a, b, c, d) που περιγράφηκαν στο κείμενο.

2.4.3 ΟΦΘΑΛΜΟΜΕΤΡΟ ZEISS

Το οφθαλμόμετρο Zeiss είναι ένα μεταβλητού διπλασιασμού, δύο θέσεων κερατόμετρο.(εικόνα 2.4.3.1).



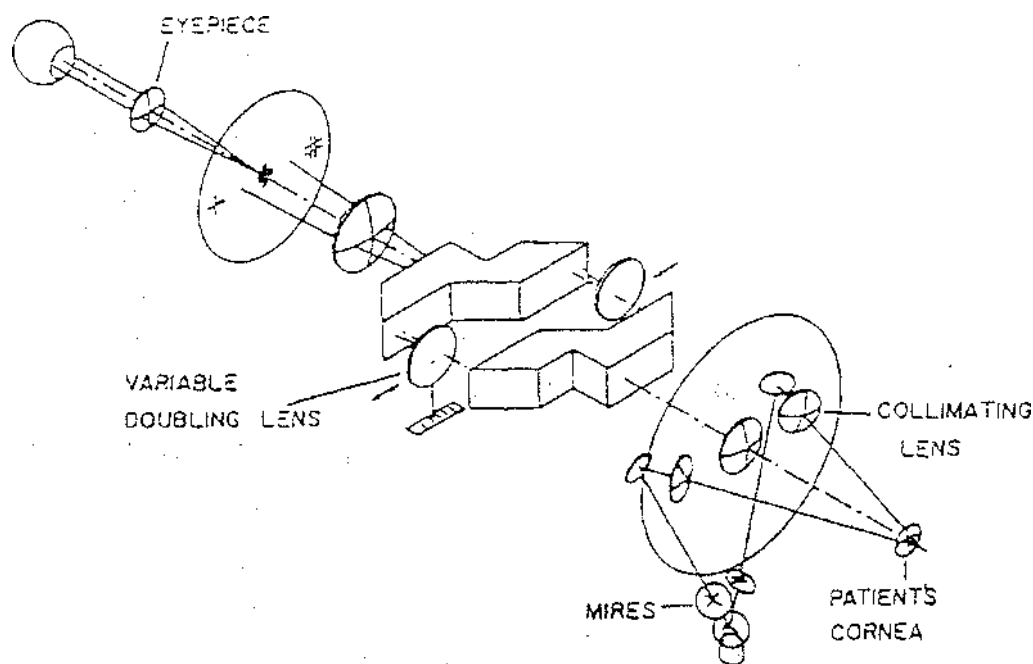
Εικόνα 2.4.3.1 Κερατόμετρο Zeiss

Τα οπτικά στοιχεία του οργάνου αυτού έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να εξολοθρεύονται τα λάθη που οφείλονται σε λανθασμένη εστίαση. Αυτό επιτυγχάνεται:

1. Τοποθετώντας τους στόχους του κερατομέτρου πίσω από θετικούς φακούς (στην κύρια εστία αυτών), έτσι ώστε να θεωρείται ότι οι στόχοι βρίσκονται τοποθετημένοι στο άπειρο.
2. Τοποθετώντας το σύστημα διπλασιασμού στην κύρια εστία του αντικειμενικού φακού του μικροσκοπίου (τηλεκεντρική αρχή).

Το σύστημα διπλασιασμού που περιγράφηκε στο κερατόμετρο Bausch and Lomb στο οποίο το πρίσμα κινείται κατά μήκος του άξονα του οργάνου, είναι τελείως ασυμβίβαστο με την τηλεκεντρική αρχή η οποία απαιτεί το σύστημα διπλασιασμού να μένει στην κύρια εστία του αντικειμενικού φακού. Η Zeiss⁹, προκειμένου να δημιουργήσει ένα μεταβλητό σύστημα διπλασιασμού, μένοντας πιστή στην τηλεκεντρική αρχή, ανέπτυξε έναν καινούριο τύπο διπλασιασμού. Ο τύπος αυτός αποτελείται από δύο φακούς οι οποίοι κινούνται αντίθετα ο ένας προς τον άλλο και κάθετα στον οπτικό άξονα του οργάνου. (εικόνα 2.4.3.2).

⁹ Εταιρεία που ίδρυσε ο οπτικός Καρλ Τσάις (Carl Zeiss, 11 Σεπτεμβρίου 1816 – 3 Δεκεμβρίου 1888) με την επωνυμία *Carl Zeiss Jena* (σήμερα: *Carl Zeiss AG*). Έκανε μεγάλες συνεισφορές στην κατασκευή φακών και βοήθησε στην παραγωγή των σύγχρονων φακών για γυαλιά. Αρχικά οι φακοί που κατασκεύαζε χρησιμοποιούνταν μόνο για την παραγωγή μικροσκοπίων, όμως μετά την εφεύρεση της φωτογραφικής μηχανής, η εταιρεία του άρχισε να κατασκευάζει και φακούς ποιότητας για φωτογραφικές μηχανές.



Εικόνα 2.4.3.2 : Η διάταξη των οπτικών στοιχείων του κερατομέτρου Zeiss, (eyepiece: προσοφθάλμιο, variable doubling lens: φακός μεταβλητού διπλασιασμού, mires: στόχοι κερατομετρου, collimating lens: θετικός φακός που απεικονίζει στο άπειρο τους στόχους του κερατομέτρου, patient's cornea: κερατοειδής χιτώνας ασθενούς).

Το ποσό του διπλασιασμού που προκαλούν οι φακοί αυτοί, δηλαδή η πρισματική τους επίδραση, είναι ανάλογη του ποσού της μετατόπισής τους από τον οπτικό άξονα.

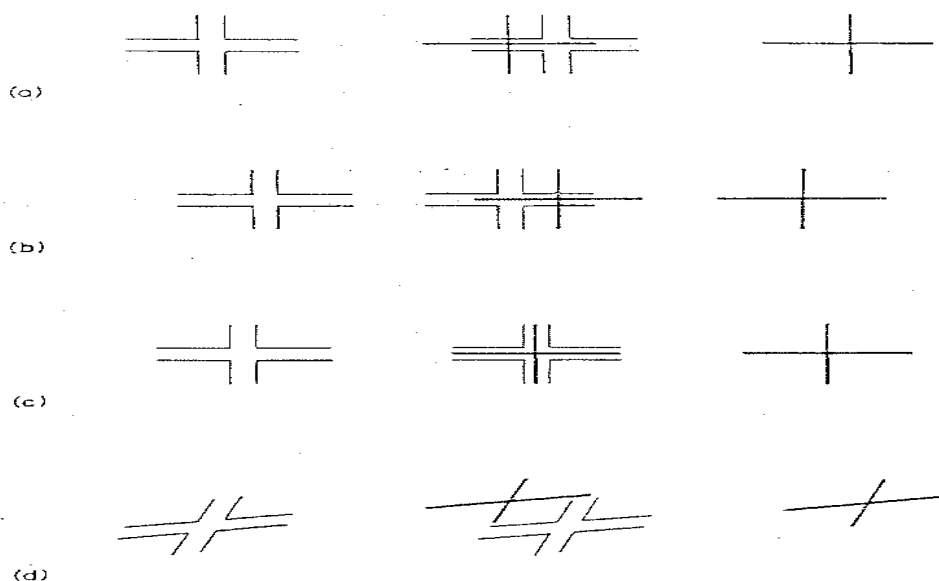
Το οφθαλμόμετρο Zeiss έχει ένα ασυνήθιστο σύστημα καταγραφής. Συγκεκριμένα έχει δύο κλίμακες καταγραφής. Η μία καταγράφει την ακτίνα καμπυλότητας και τη διοπτρική ισχύ της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς, ενώ η άλλη καταγράφει το ποσό του αστιγματισμού της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς. Όταν κάνουμε χρήση του οργάνου, πρώτα πρέπει να μηδενίσουμε τη κλίμακα καταγραφής του αστιγματισμού και τότε παίρνουμε την ακτίνα καμπυλότητας και τη διοπτρική ισχύ κατά μήκος ενός κύριου μεσημβρινού, με την περιστροφή του κοχλία εκείνου που μεταβάλλει την κλίμακα της ακτίνας καμπυλότητας. Μετά στρέφουμε κατά 90° το όργανο και τα είδωλα των στόχων ευθυγραμμίζονται ξανά με την περιστροφή ενός δεύτερου κοχλία που μεταβάλλει την κλίμακα του αστιγματισμού. Έτσι ο εξεταστής μπορεί να διαβάσει από τις δύο κλίμακες μια συνταγή για τον κερατοειδή σε διοπτρίες.

Το όργανο αυτό διαθέτει μοχλό ελέγχου των κινήσεων εμπρός πίσω δεξιά αριστερά και είναι εύκολο στη χρήση αφού η εξάλειψη των λαθών εστίασης που επιτυγχάνεται με αυτό κάνει το χειριστή του να μην ανησυχεί για τον βλεφαρισμό του ασθενούς, αφού η ευθυγράμμιση είναι

πάντα παρούσα και δεν επηρεάζεται. Επομένως το όργανο αυτό χρησιμεύει πολύ στον έλεγχο της εφαρμογής των φακών επαφής αφού μπορεί να ελέγχει εάν ο φακός επαφής σηκώνεται από τον κερατοειδή (δηλαδή αυξάνεται η καμπυλότητά του), μετά από βλεφαρισμό του διοπτροφόρου. Αν και οι μετρήσεις ακτίνας καμπυλότητας του κερατοειδούς γίνονται και με τις άλλες δύο κατηγορίες κερατομέτρων, είναι πολύ δύσκολο με αυτά να αποφασίσει ο εξεταζόμενος εάν μία αλλαγή στην ευθυγράμμιση είναι αποτέλεσμα μεταβολής της ακτίνας καμπυλότητας του κερατοειδούς ή μεταβολής της απόστασης ανάμεσα στο κερατόμετρο και το μάτι.

Οι στόχοι του κερατομέτρου αυτού φαίνονται στην εικόνα 2.2.2.2. Η απεικόνιση των ειδώλων των στόχων όπως φαίνονται διαμέσου του συστήματος διπλασιασμού του μικροσκοπίου, φαίνονται στην εικόνα 2.4.3.3 για τις καταστάσεις όπου:

- α) Το ποσό του διπλασιασμού είναι μεγάλο,
- β) Το ποσό του διπλασιασμού είναι μικρό,
- γ) Το ποσό του διπλασιασμού είναι σωστό.
- δ) Τα είδωλα των στόχων όπως φαίνονται μετά από αντανάκλαση πάνω σε αστιγματισμό κερατοειδή, οι άξονες του οποίου δεν συμπίπτουν με αυτούς του κερατομέτρου.



Εικόνα 2.4.3.3 : Εμφάνιση των ειδώλων των στόχων του κερατομέτρου Zeiss, όπως φαίνονται διαμέσου του μικροσκοπίου του οργάνου για τις 4 περιπτώσεις που περιγράφονται στο κείμενο.

2.4.4 ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΦΑΚΟΜΕΤΡΟ ΤΟΥ HUMPHREY

Το αυτόματο φακόμετρο του Humphrey μετράει την ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς σε τρία σημεία κατά μήκος του οριζόντιου μεσημβρινού. Η κεντρική μέτρηση λαμβάνεται με τον ασθενή να κοιτάζει ευθεία στο όργανο, ενώ οι δυο περιφερειακές μετρήσεις γίνονται με τον ασθενή να κοιτάζει $13,5^\circ$ ρινικά και $13,5^\circ$ κροταφικά. Με τη βοήθεια ενός ενσωματωμένου computer που διαθέτει το όργανο αυτό, μετατρέπει τις περιφερειακές μετρήσεις σε μία μέτρηση του παράγοντα “σχήμα κερατοειδούς” (ο βαθμός του οποίου ελαχιστοποιείται στην περιφέρεια του κερατοειδούς), και σε μία εκτίμηση του ύψους της καμάρας του κερατοειδούς. Το κερατόμετρο αυτό υπολογίζει ακόμα τη θέση της κορυφής του κερατοειδή και δίνει έναν παράγοντα προσαρμογής (διαμόρφωσης) ο οποίος λέει στον οπτομέτρη πόσο καλά ο μετρούμενος κερατοειδής ταιριάζει με τον θεωρητικό κερατοειδή, τα στοιχεία του οποίου είναι ενσωματωμένα στο κερατόμετρο αυτό. Εάν δεν ταιριάζει τότε μιλάμε για έναν ανώμαλο κερατοειδή.

Το αυτόματο κερατόμετρο του Humphrey δεν απαιτεί από τον οπτομέτρη να ευθυγραμμίζει τα είδωλα των στόχων του. Άπαξ και τοποθετηθεί σωστά, μετράει αυτόματα τον κερατοειδή. Ο στόχος του κερατομέτρου αυτού αποτελείται από τρία υπέρυθρα εκπεμπόμενα σημάδια που βρίσκονται σε τέτοια θέση μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν τρίγωνο. Στη θέση του παρατηρητή χρησιμοποιεί έναν ανιχνευτή ακριβούς θέσης, ο οποίος καταγράφει ακριβώς τη θέση κάθε τέτοιου σημαδιού μετά την αντανάκλασή του από τον κερατοειδή. Τις πληροφορίες αυτές χρησιμοποιεί το ενσωματωμένο computer και μας δίνει

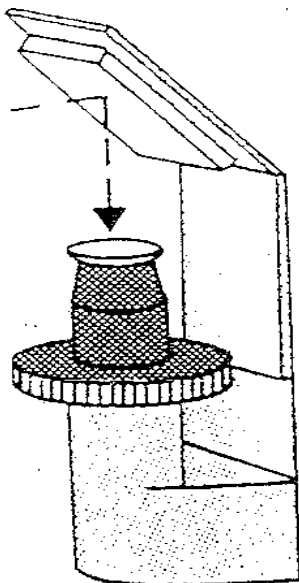
την ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς σε ελάχιστο χρόνο έτσι ώστε οι κινήσεις (βλεφαρισμοί) του ματιού να μην εμποδίζουν τη μέτρηση. Όπως λοιπόν καταλαβαίνουμε κερατόμετρο αυτό δεν έχει σύστημα διπλασιασμού.

Στις μέρες μας, ενσωματώθηκε στο κερατόμετρο αυτό ένα νέο πρόγραμμα που δίνει περισσότερες πληροφορίες, προκειμένου να βοηθηθεί ο εφαρμοστής φακών επαφής. Βέβαια το κόστος είναι πολύ υψηλό, όμως πρόκειται για ένα τέλειο κερατόμετρο, εξαιρετικής σπουδαιότητας.

2.5 ΧΡΗΣΗ ΚΕΡΑΤΟΜΕΤΡΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΚΤΙΝΩΝ ΚΑΜΠΥΛΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΦΑΚΩΝ ΕΠΑΦΗΣ

2.5.1 ΣΚΛΗΡΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

Η κεντρική πίσω ακτίνα καμπυλότητας των σκληρών φακών επαφής, μπορεί να μετρηθεί με τη βοήθεια μίας μικρής προσαρμογής στο κερατόμετρο, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.5.1.1.



Εικόνα 2.5.1.1 : Κερατομετρική προσαρμογή για τη μέτρηση των ακτίνων καμπυλότητας των σκληρών φακών επαφής.

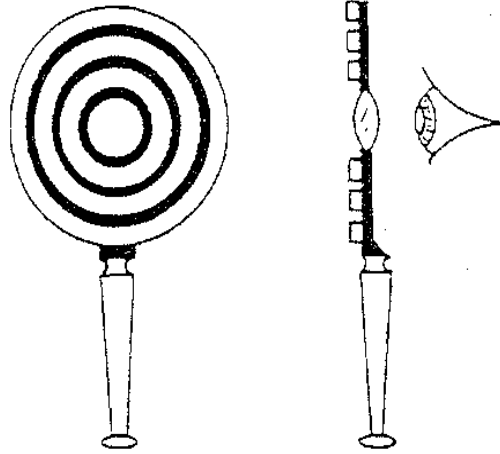
Για να μειώσουμε τις αντανακλάσεις από την μπροστινή επιφάνεια του φακού έτσι ώστε να μην αναμιγνύονται με αυτές της πίσω επιφάνειας, βάζουμε μία σταγόνα νερό μεταξύ της έδρας στήριξης του φακού και του φακού επαφής. Επειδή ο δείκτης διαθλάσεως του νερού είναι σχεδόν ο ίδιος με αυτόν του φακού, πολύ μικρή ποσότητα φωτός θα ανακλαστεί από την επιφάνεια επαφής φακού-νερού. Για το λόγο του ότι τα κερατόμετρα μετρούν κυρτές επιφάνειες, χρειάζεται μία κλίμακα μετατροπής για να μετρούν τις κοίλες, πίσω επιφάνειες των φακών επαφής. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, ο οπτικός μπορεί να φτιάξει μία τέτοια κλίμακα με τη βοήθεια αρκετών σκληρών φακών επαφής, γνωστής οπίσθιας κεντρικής ακτίνας καμπυλότητας. Μετά θα μετρήσει την οπίσθια κεντρική ακτίνα καμπυλότητας, με το κερατόμετρο, των ίδιων αυτών φακών και θα φτιάξει ένα γράφημα των κερατομετρικών ενδείξεων σε σχέση με τις γνωστές τιμές ακτίνας καμπυλότητας των φακών αυτών. Αυτό το γράφημα, το οποίο πρέπει να είναι μία ευθεία γραμμή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μετατρέψει τις όποιες, κερατομετρικές μετρήσεις σκληρών φακών επαφής ακολουθήσουν, σε πραγματικές τιμές για την ακτίνα καμπυλότητας τους, με μία απλή ματιά στην ακτίνα καμπυλότητας που αντιστοιχεί στην εκάστοτε κερατομετρική ένδειξη. (LOBAN 1980) (STONE & FRANCIS 1980).

2.5.2 ΜΑΛΑΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ

Το κερατόμετρο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των ακτίνων καμπυλότητας των μαλακών φακών επαφής. Είναι απαραίτητο, όταν γίνεται η μέτρηση, ο φακός να είναι βυθισμένος, με την πίσω επιφάνεια προς τα πάνω, μέσα σε ένα μικρό κουτί που περιέχει αλατούχο διάλυμα το οποίο εμποδίζει την ξήρανση του φακού και επομένως τη μεταβολή της ακτίνας καμπυλότητάς του στη διάρκεια της μέτρησής της. Είναι και πάλι αναγκαίο να ξαναδιαβαθμιστεί το κερατόμετρο αφού το αλατούχο διάλυμα προκαλεί μεταβολή της πραγματικής τιμής της ακτίνας καμπυλότητας των μαλακών φακών επαφής. Έτσι παίρνουμε μία σειρά μαλακών φακών επαφής γνωστής καμπυλότητας και στη συνέχεια σημειώνουμε τις κερατομετρικές ενδείξεις των ακτίνων καμπυλότητας των φακών αυτών τους οποίους έναν προς ένα βουτήξαμε στο αλατούχο διάλυμα. Στη συνέχεια κάνουμε γράφημα των κερατομετρικών ενδείξεων σε σχέση με τις πραγματικές τιμές ακτίνας καμπυλότητας των φακών. Έτσι για κάθε νέο μαλακό φακό που θέλουμε να μετρήσουμε την ακτίνα καμπυλότητάς του, θα τον εμβαπτίζουμε στο διάλυμα, θα παίρνουμε μία κερατομετρική ένδειξη η οποία με βάση το γράφημα θα αντιστοιχεί σε μία τιμή ακτίνας καμπυλότητας που θα είναι και η πραγματική για το φακό αυτό. Πολλά κερατόμετρα δεν έχουν τη δυνατότητα να μετρούν την πιο επίπεδη ακτίνα καμπυλότητας των μαλακών φακών επαφής γι' αυτό και πρέπει να τοποθετηθεί ένας θετικός φακός ισχύος +1,25 D μπροστά από τον αντικειμενικό φακό του μικροσκοπίου. Βέβαια με την τοποθέτηση του φακού αυτού απαιτείται νέα διαβάθμιση του κερατομέτρου, που γίνεται με το γνωστό πλέον τρόπο.

Τέλος, θα μιλήσουμε για δύο προβλήματα που υπάρχουν σχετικά με τον τρόπο αυτό μέτρησης της ακτίνας καμπυλότητας των φακών επαφής, το πρώτο είναι ότι επειδή ο δείκτης διάθλασης των μαλακών φακών επαφής και του αλατούχου διαλύματος είναι παρόμοιος, το ποσοστό του ανακλώμενου φωτός είναι πολύ μικρό και τα είδωλα των στόχων επομένως, αμυδρά. Το δεύτερο πρόβλημα είναι ότι οι φακοί επαφής προκαλούν είδωλα στόχων της ίδιας περίπου έντασης φωτός και ειδικά με φακούς επαφής της τάξεως των +0,25 D έως +6,00 D είναι σχεδόν αδύνατον να γίνει διαφοροποίηση ανάμεσα στις δύο αντανakλάσεις.

Εκτός από το κερατόμετρο που μας δίνει αρκετές πληροφορίες για τον κερατοειδή (ακτίνα καμπυλότητας, ανωμαλίες αυτού, κ.ά.), υπάρχει και ένα άλλο όργανο το οποίο μας δίνει πληροφορίες για την τοπογραφία του κερατοειδούς. Το όργανο αυτό ονομάζεται δίσκος του Piacido και πρόκειται ουσιαστικά για μία επίπεδη, μαύρη, κυκλική πλάκα πάνω στην οποία υπάρχει μία σειρά ομόκεντρων μαύρων κύκλων σε άσπρο φόντο. Στο κέντρο του δίσκου αυτού υπάρχει μία τρύπα όπου έχει τοποθετηθεί ένας συγκεντρωτικός φακός (CHASTON 1978) (εικόνα 2.5.2.1).



Εικόνα 2.5.2.1 : Δίσκος του Placido

Είδωλα από τους ομόκεντρους κύκλους (στόχοι) παρακολουθούνται από τον οπτομέτρη μετά από την αντανάκλασή τους στον κερατοειδή διά μέσου του θετικού φακού. Έτσι κάθε ανωμαλία του κερατοειδούς εμφανίζεται σαν παραμόρφωση των ομόκεντρων κύκλων. Ο δίσκος του Placido, είναι ουσιαστικά ευαίσθητος σε μεγάλες ανωμαλίες του κερατοειδούς π.χ. στον κερατόκωνο. (εικόνα 2.5.2.2).



Εικόνα 2.5.2.2 : Εικόνα του δίσκου του Placido στον κερατόκωνο

Όπως βλέπουμε και στο σχήμα στον κερατόκωνο οι κύκλοι εμφανίζονται σαν έλλειψη. Τα ελλειψοειδή τόξα λεπταίνουν προς το σημείο εκείνο που βρίσκεται η κορυφή του κώνου, οπότε έχουμε λέπτυνση του κερατοειδούς.

Προσπαθώντας λοιπόν οι εταιρείες να περιορίσουν τα μέχρι τότε βασικά μειονεκτήματα των κερατόμετρων παρουσιάζουν στην αγορά το αυτόματο κερατοδιαθλασίμετρο. Το μηχάνημα αυτό παρέχει τη δυνατότητα στον χρήστη να μετρήσει τόσο την ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς όσο και τη διαθλαστική δύναμη του κάθε οφθαλμού. Η εξέταση πλέον αποκτά πιο ακριβή υπόσταση, γίνεται με μεγάλη ευκολία και μόλις σε λίγα λεπτά. Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύονται οι δυνατότητες αρκετών τέτοιων μηχανημάτων καθώς και ο τρόπος λειτουργίας τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο
ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΚΕΡΑΤΟΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΑ

3.1 ΤΥΠΟΙ ΚΕΡΑΤΟΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΩΝ

3.1.1 POTEC PRK-5000

Αυτόματο διαθλασίμετρο/κερατόμετρο
Κατασκευαστής: Potec
Το PRK-5000 εγγυάται αξιοπιστία και ακρίβεια σε κάθε μέτρηση. (POTEC Co. Ltd & ΒΑΙΡΑΜΟΓΛΟΥ)
(εικόνα 3.1.1.1)



Εικόνα 3.1.1.1 : POTEC RPK-5000

Χαρακτηριστικά μηχανήματος

- ✓ Διάθλαση και κερατομετρία. Το PRK-5000 εκτελεί εκτεταμένο εύρος διοπτρικών μετρήσεων. Εύκολη ευθυγράμμιση και εύχρηστη λειτουργία για συνεχόμενη μέτρηση της διάθλασης και των κερατοειδικών καμπυλοτήτων εικόνα 3.1.1.2



Εικόνα 3.1.1.2 : Απεικόνιση κέντρου κόρης για μέτρηση διάθλασης

- ✓ Καμπυλότητα φακών επαφής : Η βασική καμπυλότητα (οπίσθια) ενός ημίσκληρου φακού επαφής μπορεί να μετρηθεί χρησιμοποιώντας το στήριγμα στο πίσω μέρος του τεχνητού οφθαλμού, που παρέχεται με το μηχάνημα. Μπορείτε να παρατηρήσετε και να ελέγξετε τους φακούς εναλλάσσοντας τις εικόνες μεταξύ δεξιού και αριστερού. (εικόνα 3.1.1.3)



Εικόνα 3.1.1.3 : Μέτρηση καμπυλότητας φακών επαφής

- ▼ Έγχρωμος στόχος προσήλωσης : Ο έγχρωμος στόχος προσήλωσης επιτρέπει στον εξεταζόμενο να είναι πιο χαλαρός επιτυγχάνοντας ευκολότερη την προσήλωση. Η λειτουργία αυτόματης θόλωσης μειώνει τα φαινόμενα τεχνητής μυωπίας και προσαρμογής του ασθενή, καθιστώντας το ιδιαίτερα χρήσιμο για τα παιδιά και τους δύσκολους ασθενείς. (εικόνα 3.1.1.4)



Εικόνα 3.1.1.4 : Απεικόνιση έγχρωμου στόχου προσήλωσης

- ▼ Μέτρηση διαμέτρου : Χρησιμοποιώντας την λειτουργία «παγώματος» της εικόνας, με το PRK-5000 μπορείτε να μετρήσετε τη διάμετρο του κερατοειδή, της κόρης ή του ημίσκληρου φακού επαφής. Από τη στιγμή που η εικόνα του ματιού «παγώνει» η διαδικασία είναι εύκολη και ακριβής. (εικόνα 3.1.1.5)



Εικόνα 2.1.1.5 : Απεικόνιση μέτρησης διαμέτρου οφθαλμού

- ▼ Χειριστήριο : Συμπαγές και εύχρηστο. Περιλαμβάνει φωτεινή ένδειξη λειτουργίας θέσης για την διευκόλυνση του χειριστή. (εικόνα 3.1.1.6)



Εικόνα 3.1.1.6 : Απεικόνιση χειριστήριου

- ✓ **Μοχλός εύκολης χρήσης :** Το PRK-5000 χρησιμοποιεί έναν πολύ-κατευθυνόμενο μοχλό. Η ευθυγράμμιση και η μέτρηση μπορούν να γίνουν με το ένα χέρι. Ακόμα και οι αρχάριοι χειριστές μπορούν να έχουν εξαιρετικά αποτελέσματα από την πρώτη μέτρηση. (εικόνα 3.1.1.7)



Εικόνα 3.1.1.7 : Απεικόνιση μοχλού εύκολης χρήσης

- ✓ **Εκτυπωτής :** Απλά πιέστε το κουμπί “print” και θα σας εκτυπώσει μια πλήρη αναφορά με τα αποτελέσματα των μετρήσεων. (εικόνα 3.1.1.8)



Εικόνα 3.1.1.8 : Απεικόνιση εκτύπωσης αποτελεσμάτων

- ✓ **Παρουσίαση δεδομένων :** Τα αποτελέσματα εμφανίζονται στην οθόνη και τυπώνονται στον ενσωματωμένο εκτυπωτή.

- ü Αυτόματη μέτρηση διακορικής PD (Pupillary Distance)
- ü Λειτουργία «PET MODE» : Με τη λειτουργία pet mode δίνεται η δυνατότητα πολλαπλών χρήσεων όπως: έλεγχος κατάστασης φακών επαφής, αρτιότητα κερατοειδούς, κατάσταση κρυσταλοειδούς φακού (καταρράκτης)
- ü Πρόγραμμα «AUTO»: Το μηχάνημα εκτελεί αυτόματα τη μέτρηση μόλις εστιάσει.
- ü Μέτρηση IOL (Intraocular Lens): Το PRC-5000 μπορεί να παρέχει την ίδια ακρίβεια μέτρησης ακόμα και σε ασθενή με ενδοφακό.

3.1.2 POTEC PRK-6000

Κατασκευαστής : Potec

Χαρακτηριστικά μηχανήματος

Το νέο διθλασκοκερατόμετρο PRK-6000 με επιπλέον λειτουργίες και αυτοματισμούς διευκολύνει ακόμη περισσότερο τον χειριστή. (POTEC Co. Ltd & ΒΑΙΡΑΜΟΓΛΟΥ)
(εικόνα 3.1.2.1)



Εικόνα 3.1.2.1 : POTEC PRK-6000

Διαθέτει:

- Ø Περιφερειακή κερατομετρία
- Ø Δείκτης εκκεντρότης κερατοειδούς
- Ø Προβολή όλων των μετρήσεων στην οθόνη
- Ø Ηλεκτρικά ρυθμιζόμενο υποσιάγωνο
- Ø Εκτυπωτής με αυτόματη κοπή χαρτιού
- Ø Μέτρηση διαμέτρου κόρης και κερατοειδούς
- Ø Έγχρωμη οθόνη αφής
- Ø Ρυθμιζόμενη κλίση οθόνης
- Ø Μέτρηση με ενδοφακό
- Ø Μέτρηση ασθενή με καταρράκτη
- Ø Μεταφορά δεδομένων
- Ø Εύκολο μενού λειτουργιών

ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΤΕΡΑ:



Εικόνα 3.1.2.4 : Απεικόνιση μέτρησης διαμέτρου

- ✓ TFT – LCD οθόνης αφής: Με την υιοθέτηση της λειτουργίας TFT-LCD (Thin Film Transistor - Liquid Crystal Display) οθόνη αφής θα αφαιρεθούν από το σύνολο σχεδόν όλα τα πλήκτρα εκτός από το joystick και το διακόπτη ελέγχου της θέσης του πηγουνιού. Δοκιμές εκτελούνται εύκολα και γρήγορα με το πάτημα ενός κουμπιού εμφανίζοντας στην οθόνη το εικονίδιο. (εικόνα 3.1.2.5)



Εικόνα 3.1.2.5 : TFT – LCD οθόνης αφής

- ✓ Άμεση παράδοση αποτελεσμάτων : Με ένα απλό άγγιγμα ενός εικονιδίου στην οθόνη αποθηκεύονται έως και 10 αποτελέσματα μετρήσεων στην μνήμη τα οποία εκτυπώνονται από τον ενσωματωμένο θερμικό αυτόματο cut-off εκτυπωτή.
- ✓ Ηλεκτρικό ρυθμιζόμενο υποσιάγωνο : Η θέση του πηγουνιού είναι μηχανοκίνητη με τη χρήση ενός διακόπτη εξασφαλίζοντας έτσι τη βολική θέση για τον χειριστή. Αυτό κάνει μια εύκολη προσαρμογή της του πηγουνιού από ασθενή σε ασθενή.(εικόνα 3.1.2.6)



Εικόνα 3.1.2.6 : Ηλεκτρικό υποσιάγωνο

- ✓ Εκτυπωτής με λειτουργία αυτόματης κοπής : Απλά πατήστε το “print” εικονίδιο στην οθόνη και το PRC-6000 θα προσφέρει άμεσα μια ολοκληρωμένη εκτύπωση των αποτελεσμάτων μέτρησης. Μια αυτόματη κοπή των αποτελεσμάτων εκτύπωσης παρέχεται για διευκόλυνση.
- ✓ Μεταφορά δεδομένων : Τα δεδομένα μπορούν να μεταφερθούν σε εξωτερικές συσκευές (προσωπικός υπολογιστής κλπ) μέσω μιας διεπαφής RS-232. Ένα USB (Universal Serial Bus) παρέχεται επίσης για μελλοντική συμβατότητα.

Δυνατότητα σύνδεσης σε δίκτυο λειτουργίας με φορόπτερο και προβολέα οπτοτύπων. (εικόνα 3.1.2.7)



Εικόνα 3.1.2.7 : Απεικόνιση σύνδεσης POTEC PRK-6000 με φορόπτερο και προβολέα οπτοτύπων

3.1.3 CANON RK-F1

Αυτόματο διαθλασίμετρο
/κερατόμετρο
(ΦΑΡΜΕΞ Α.Ε.)
Κατασκευαστικός οίκος : Canon
Ιαπωνίας
(εικόνα 3.1.3.1)
Αξιόπιστες μετρήσεις
Φίλική προς τον χρήστη σχεδίαση
Όλα γίνονται με ένα απλό άγγιγμα
(ΦΑΡΜΕΞ Α.Ε.)



Εικόνα 3.1.3.1 : CANON RK-F1

Χαρακτηριστικά μηχανήματος

Για ευκολότερη, περισσότερο άνετη λειτουργία – το RK-F1 αντικαθιστά το συνηθισμένο χειριστήριο “joystick” με ένα “trackball” και έναν κύλινδρο σε σειρά που διευκολύνουν την κίνηση των χεριών κατά τη διάρκεια της χειροκίνητης ευθυγράμμισης. Με την καινοτομία της πλήρως αυτοματοποιημένης τεχνικής μέτρησης της Canon – άπαξ και το μάτι του ασθενούς είναι ορατό στο monitor ελέγχου, εσείς απλά πιέζετε το πλήκτρο Έναρξης “Start” για να αρχίσει η διαθλαστική μέτρηση και η κερατομέτρηση. Πιέζοντας το πλήκτρο “Start”, το RK-F1 ολοκληρώνει αυτόματα ολόκληρη την σειρά των βημάτων και για τους δύο οφθαλμούς: ευθυγράμμιση, μέτρηση και εκτύπωση. Αυτή η βελτιωμένη διαδικασία υπόσχεται όχι μόνο την μείωση του χρόνου που απαιτείται για την εξέταση, αλλά – σε συνδυασμό με την βελτιωμένη τεχνολογία της μέτρησης – αυξάνει επίσης την ακρίβεια και την αξιοπιστία της εξέτασης του οφθαλμού. Ευκολότερο στη χρήση, μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, μεγαλύτερη ακρίβεια: Το Canon RK-F1 αντιπροσωπεύει άλλη μία επαναστατική πρόοδο στην τεχνολογία της οπτομετρικής.

Από το πρώτο μέρος της διαδικασίας μέχρι την τελευταία το RK-F1 κάνει τα πράγματα απλά και καλύτερα. Η κεφαλή της μέτρησης καλύπτει μια εξαιρετικά ευρεία περιοχή επιταχύνοντας έτσι την διαδικασία της αυτόματης ευθυγράμμισης ακόμη και της πιο γρήγορης εκτύπωσης από ποτέ αφού έχει ενσωματωθεί εκτυπωτής.

Με την απλοποίηση της λειτουργίας η Canon διαθέτει μια πλήρως αυτοματοποιημένη τεχνολογία μέτρησης που παίρνει πλέον ένα μεγαλύτερο μερίδιο φόρτου εργασίας και αυξάνει την αξιοπιστία των δεδομένων των μετρήσεων. Αυτό που απασχολεί περισσότερο την μονάδα παρακολούθησης είναι ένα βαθιάς εστίασης σημείο το οποίο καθιστά τον εξεταστή να αναγνωρίζει ευκολότερα αν παρεμποδίζουν οι βλεφαρίδες τις μέτρησης ή όχι.

Για πάνω από μια δεκαετία η Canon έχει συνεχώς καθορίσει το πρότυπο για την καινοτομία στην οφθαλμολογική και οπτομετρική τεχνολογία και τώρα με το RK-F1 κερατοδιαθλασίμετρο, είμαστε έτοιμοι να το κάνουμε και πάλι. Αυτό συμβαίνει για το RK-F1 απλοποιεί τη τυποποιημένη διαδικασία μέτρησης σε ένα πρωτοφανές βαθμό, όλες οι εργασίες σε ένα μόνο βήμα. Με ένα πάτημα του αρχικού κουμπιού, το RK-F1 συμπληρώνει αυτόματα ολόκληρη τη σειρά των βημάτων για αμφότερους τους οφθαλμούς : ευθυγράμμιση μέτρηση και εκτύπωση. Αυτή η βελτιωμένη μέθοδος υπόσχεται όχι μόνο μείωση του συνολικού χρόνου εξέτασης αλλά σε συνδυασμό με την βελτίωση της μέτρησης της τεχνολογίας θα αυξήσει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των

οφθαλμολογικών εξετάσεων, ενώ ταυτόχρονα θα κάνει την χρήση ευκολότερη, αποτελεσματικότερη και πιο ακριβή.

- Διάθλαση και κερατομετρία : Η κλίμακα μέτρησης της διάθλασης κυμαίνεται από -30D έως +22D, η οποία μας βοηθάει να μετρήσουμε καλύτερα ισχυρές μυωπίες και άλλες συνθήκες. Για την κερατομετρία η ακτίνα καμπυλότητας εκτείνεται από 5,5mm σε 10,00mm. Η τελική εκτύπωση περιλαμβάνει όλα τα αποτελέσματα μαζί: sph (sphere), cyl (cylinder), ax (axis), κεντρική ακτίνα κερατοειδούς και την κορική απόσταση. Για την ακρίβεια των αποτελεσμάτων το RK-F1 διαθέτει επίσης στα χαρακτηριστικά του ελάχιστο μέγεθος κόρης και αυτοματοποιημένο σύστημα θόλωσης με στόχο μια χρωματιστή φωτογραφία. (εικόνα 3.1.3.2)



Εικόνα 3.1.3.2 : Μέτρηση διάθλασης

- Μέτρηση κερατοειδούς επιφάνειας : Η περιφερειακή λειτουργία παρέχει ακριβείς μετρήσεις για την εξέταση πλάγιου αστιγματισμού, καθώς και για τον προσδιορισμό της βέλτιστης προσαρμογής για ένα Φ.Ε. (Φακό Επαφής). Το RK-F1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κάνει μια σειρά μετρήσεων σε γωνία 30° από το κέντρο του ματιού κατά μήκος των αξόνων. Η αυτόματη ευθυγράμμιση της τεχνολογίας ορίζει στον εξεταστή να πατήσει απλά το κουμπί έναρξης για να επιβεβαιώσει ότι το μάτι είναι σωστά σταθεροποιημένο για κάθε σημείο μέτρησης. Μετρήσεις του κερατοειδικού άξονα του αστιγματισμού και το κέντρο του κερατοειδή συμπεριλαμβάνονται στην αυτόματη εκτύπωση. (εικόνα 3.1.3.3)



Εικόνα 3.1.3.3 : Μέτρηση κερατοειδούς επιφάνειας

- Ρετρό φωτισμός : Μέσω του φωτισμού το RK-F1 σας φέρνει μια εξαιρετικά λεπτομερή εικόνα του ματιού που είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τον εντοπισμού καταρράκτη, υαλοειδούς επιφάνειας, ουλές και άλλα σοβαρά προβλήματα για το μάτι. Σκόνη η γρατσουνιές κατά την επαφή του φακού του υποψηφίου είναι επίσης ευδιάκριτα σε αυτή την κατάσταση. Το RK-F1 αποθηκεύει έως και 2 εικόνες, που μπορούν να επιλεγούν και να εμφανίζονται στην οθόνη σε ένα ευρύτερο μέγεθος παρατήρησης. (εικόνες 3.1.3.4 & 3.1.3.5)



Εικόνα 3.1.3.4 : Απεικόνιση οφθαλμού με λεπτομερή εικόνα



Εικόνα 3.1.3.5 : Απεικόνιση δυνατότητας αποθήκευσης 2 εικόνων

- Μέτρησης της διαμέτρου : Οι μετρήσεις της διαμέτρου του κερατοειδούς ή της κόρης ή ενός χρησιμοποιημένου φακού κατά τη διάρκεια της εξέτασης είναι εύκολα απαιτούμενα με το μηχάνημα RK-F1. Για να εξασφαλιστεί η ακρίβεια των μετρήσεων η μονάδα αναπτύσσει το πρώτο έξυπνο χαρακτηριστικό αυτόματης ευθυγράμμισης με χαρακτηριστικό να “συλλάβει” μία βέλτιστη σταθερή εικόνα του οφθαλμού. Στην συνέχεια αντλεί τα στοιχεία από την εικόνα. Αυτή η διαδικασία υπερνικά τα εμπόδια που τίθενται για την απόκτηση ακριβών μετρήσεων λόγω της κίνησης των ματιών. (εικόνα 3.1.3.6)



Εικόνα 3.1.3.6 : Απεικόνιση βέλτιστης εικόνας οφθαλμού για μέτρηση διαμέτρου κόρης / κερατοειδή

- Εργονομικά χειριστήρια : ο χειρισμός του panel RK-F1 προσφέρει ένα απaráμιλλο επίπεδο άνεσης του χειριστή σε κάθε στάδιο της διαδικασίας. Πρώτα απ' όλα παρέχει χειροκίνητη ευθυγράμμιση με τη χρήση χεριών και μόνο, χάρη στο μοναδικό trackball με κύλινδρο που αποτελεί μια σημαντική βελτίωση σε σχέση με τη συμβατική λειτουργία joystick. Τα πλήκτρα ελέγχου ομαδοποιούνται επίσης για να απλοποιούν την πρόσβαση σε

διάφορες λειτουργίες που συμπεριλαμβάνουν αλλαγή απόστασης vertex, τη μέτρηση της αλλαγής του τρόπου λειτουργίας και της έκθεσης των δεδομένων τα οποία είναι αποθηκευμένα στην μνήμη. Η διάταξη του πίνακα χειρισμού επιτρέπει την άνετη χρήση είτε από καθιστή ή όρθια θέση. Επιπλέον ο σχεδιασμός της μονάδας σας δίνει απεριόριστη πρόσβαση στο μάτι, όταν για παράδειγμα παρεμποδίζουν τη μέτρηση μεγάλες βλεφαρίδες ή σε άλλες καταστάσεις όπου το βλέφαρο του εξεταζόμενου πρέπει να αρθεί. (εικόνα 3.1.3.7)



Εικόνα 3.1.3.7 : Χειριστήριο (Trackball με κόνινο)

- Μηχανοκίνητο πηγούνι : Το RK-F1 καθιστά εύκολη τη ρύθμιση της θέσης του πηγουνιού, όταν αρχίζει η εξέταση των ματιών. Το υπόλοιπο πηγούνι μπορεί να μετακινηθεί πάνω – κάτω για να ταιριάζει με το ύψος του εξεταζόμενου χρησιμοποιώντας ένα ζεύγος κλειδιού που βρίσκεται στην μονάδα χειρισμού. (εικόνα 3.1.3.8)



Εικόνα 3.1.3.8 : Μηχανοκίνητο πηγούνι

- Εύκολη τακτοποίηση σε οποιαδήποτε περιοχή εξέτασης : Το RK-F1 έχει ένα στιλιστικά πρωτότυπο σχεδιασμού που κάνει πολύ περισσότερο από το να αλλάξει την έννοια του ότι ένα μηχάνημα οπτομετρίας μπορεί να μοιάζει. Επειδή η κεφαλή είναι το μόνο μέρος που κινείται ο εξεταζόμενος είναι ελεύθερος να τοποθετεί τα χέρια του, τα γυαλιά του, τα προσωπικά του αντικείμενα δίπλα ακριβώς στο μηχάνημα την ώρα που εξετάζεται το οποίο είναι σε ένα extra όφελος ειδικά αν υπάρχει ο περιορισμένος χώρος.

Επιπλέον το καλώδιο συνδέεται στο κάτω μέρος του μηχανήματος που συμβάλει σε μια τακτοποιημένη τοποθέτηση. (εικόνα 3.1.3.9)



Εικόνα 3.1.3.9 : *Εύκολη τακτοποίηση σε οποιαδήποτε περιοχή εξέτασης*

- Τροφοδοτικό ηλεκτρικού ρεύματος : Το RK-F1 έχει τη δυνατότητα μεταφοράς , για τη διευκόλυνση της εγκατάστασης σε σχεδόν κάθε περιβάλλον λειτουργίας. Και, επειδή είναι σύμφωνο με διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα UL (Underwriter Laboratories) για ηλεκτρική ασφάλεια, μπορείτε να είστε σίγουροι για την ασφαλή χρήση της μονάδας ανά πάσα στιγμή. (εικόνα 3.1.3.10)



Εικόνα 3.1.3.10 : *Τροφοδοτικό ηλεκτρικού ρεύματος*

3.1.4 TOMEY RC-5000

Κατασκευαστής: Tomey
(ΦΑΡΜΕΞ Α.Ε. & ΜΗΝΑ)
(εικόνα 3.1.4.1)

Χαρακτηριστικά μηχανήματος

- § Έγχρωμη Οθόνη "Touch Screen"
- § Αυτόματη & γρήγορη εστίαση
- § Ηλεκτρική μετακίνηση της κεφαλής μέτρησης αριστερά-δεξιά
- § Κεντρική & Περιφερική Μέτρηση Καμπυλοτήτων

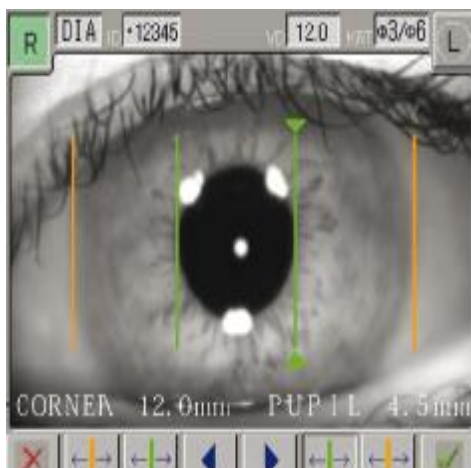


Εικόνα 3.1.4.1 : *TOMEY RC-5000*

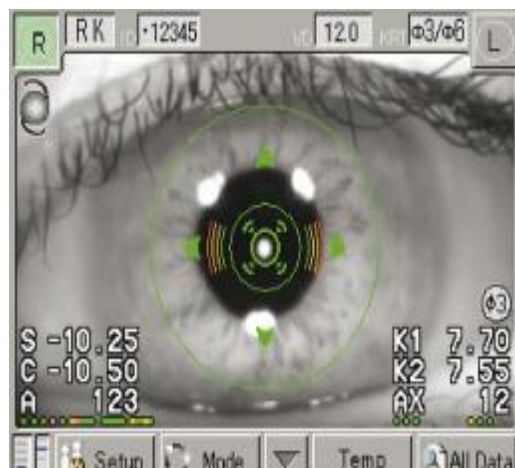
- § Μέτρηση Κόρης και Κερατοειδούς
- § Ηλεκτρική Σαγωνιέρα
- § Κεντρικές και Περιφερικές τιμές “Κ”
- § Χειριστήριο “Joystick”
- § Εξαιρετικά γρήγορη λειτουργία

Η νέα RC-5000 θέτει το πρότυπο της σύγχρονης διαθλαστικής συσκευής για το μάτι με τις τελευταίες ηλεκτρονικές καινοτομίες της τεχνολογίας. Χάρη στην ηλεκτρονικά ελεγχόμενη κίνηση που μπορεί να λειτουργήσει και να ευθυγραμμίσει το RC-5000 μέσω του joystick και της οθόνης αφής. Όλα αυτά στο δευτερολέπτο . οι εξαιρετικά ακριβείς μετρήσεις σε συνδιασμό με το πολύ σύντομο χρονικό διάστημα εξέτασης και τον εύκολο χειρισμό κάνει την εργασία με την Tomey RC-5000 επαγγελματική και γρήγορη.

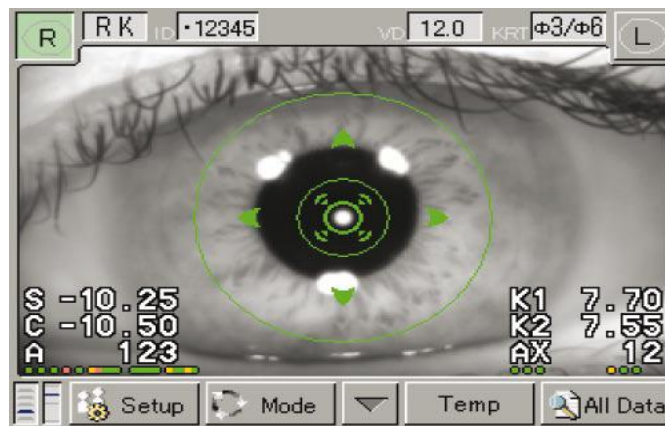
- Έγχρωμη Οθόνη “Touch Screen” : Η 5.7 ιντσών έγχρωμη οθόνη αφής χρησιμοποιείται ως λειτουργία της οθόνης, καθώς και για την εμφάνιση όλων των μετρήσεων. Μπορείτε ακόμα να μετακινήσετε το κεφάλι προς όλες τις κατευθύνσεις με ένα απλό άγγιγμα της οθόνης. Όλες οι εντολές μπορούν να γίνουν μέσω της οθόνης αφής.
- Μέτρηση Κόρης και Κερατοειδούς : Μόλις έχετε ‘συλλάβει’ στη οθόνης σας το μάτι του ασθενούς μπορείτε να ορίσετε τις μετρήσεις της κόρης και του κερατοειδούς σε ξεχωριστές διαμέτρους. Αυτές οι μετρήσεις μπορούν να αποθηκευτούν, να εμφανιστούν στη οθόνη και να αποθηκευτούν. (εικόνες 3.1.4.2, 3.1.4.3 & 3.1.4.4)



Εικόνα 3.1.4.2 : Κεντράρισμα κόρης για μέτρηση



Εικόνα 3.1.4.3 : Σύλληψη κέντρου οφθαλμού



Εικόνα 3.1.4.4 : Τελικά αποθηκευμένα αποτελέσματα

- Ηλεκτρική μετακίνηση της κεφαλής μέτρησης αριστερά-δεξιά : Δεδομένου ότι όλες οι κινήσεις του PR-5000 είναι ηλεκτρονικά ελεγχόμενες, ή πάνω κάτω κίνηση του πηγουιού μπορεί να οριστεί με ένα κουμπί. Για τη βάση της διαθλαστικής μονάδας η θέση για το πηγούνι μπορεί εύκολα να ξεβιδωθεί από το κυρίως μέρος.
- Αυτόματη ευθυγράμμιση και λήψη : Η χρήση του μηχανήματος είναι πολύ εύκολη. Ευθυγραμμίζοντας του ασθενούς η πολύ λεπτή διόρθωση και αυτόματη λήψη γίνεται αυτόματα από το μηχάνημα. Η κίνηση από το R (Right) προς το L (Left) μάτι γίνεται με ένα άγγιγμα της εικόνας.
- Εξαιρετικά γρήγορη λειτουργία : Το RC-5000 αποκτά τα δεδομένα και με συνδιαστική λειτουργία (διάθλαση – κερατομετρία) σε λιγότερο από 3 sec (second). Αυτό το σύντομο χρονικό διάστημα εξέτασης καθιστά τη μονάδα αυτή πιο αποδοτική και από θέμα χρόνου αλλά και κόστους.
- Κεντρικές και Περιφερικές τιμές “K” : Το RC-5000 σας μετράει και την κεντρική (φ 3mm) και περιφερική (φ 6mm) κερατομέτρηση με ένα sec. Μπορείτε να λάβετε αυτές τις ενδείξεις από ένα κερατοειδή ή από το πίσω μέρος της επιφάνειας ενός φακού επαφής RGP (Rigid Gas Permeable).
- Χειριστήριο “Joystick” : Το RC-5000 είναι εξοπλισμένο με την τελευταία διαθέσιμη τεχνολογία joystick στην αγορά. Πέντε κινήσεις εξασφαλίζουν ακριβή και αθόρυβη κίνηση της κεφαλής προς όλες τις κατευθύνσεις. Έχεις την επιλογή λοιπόν ρύθμισης μικρής ή μεγάλης διάρκειας κίνησης του joystick. (εικόνα 3.1.4.5)



Εικόνα 3.1.4.5 : Χειριστήριο “joystick”

3.1.5 HUVITZ HRK-8000

Αυτόματο κερατοδιαθλασίμετρο

Κατασκευαστής : HUVITZ
(OMMA LITE)
(εικόνα 3.1.5.1)



Χαρακτηριστικά μηχανήματος

§ Βελτιστοποιημένο σύστημα
οπτικών

Η τεχνολογία Κυματομορφής «wavefront» μετράει τη κυματομορφή που ανακλάται από τον αμφιβληστροειδή και τη διαθλαστική ισχύ με ποικίλους αισθητήρες οι οποίοι διαχωρίζονται σε τομείς και τα αναλύει με μέγιστη ακρίβεια.

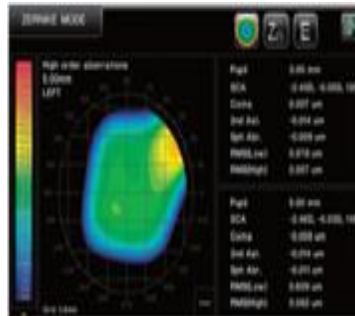
§ Micro Lens Array

Εικόνα 3.1.5.1 : HUVITZ HRK-8000

Η δημιουργία της micro lens array της Huvitz δημιουργεί ένα αριθμό ξέχρων εστιακών σποτ, εκ των οποίων το υπόδειγμα παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για το οφθαλμικό σύστημα του ασθενή

§ Κατασκευή εξατομικευμένων φακών

Η λειτουργία των δεδομένων υψηλής παρέκκλισης και του χάρτη Zernike επιτρέπουν στους κατασκευαστές εξατομικευμένων γυαλιών οράσεως ή φακών επαφής να βελτιώσουν την ακρίβεια και την ισχύ της όρασης. (εικόνα 3.1.5.2)



Εικόνα 3.1.5.2 : Απεικόνιση χάρτη Zernike

§ Περισσότερα δεδομένα στη μέτρηση παρέκκλισης

Δεδομένα υψηλής απόκλισης όπως κόμη, σφαιρική παρέκκλιση και δευτερεύων αστιγματισμός, τα οποία ήταν διαθέσιμα μόνο στα αμπερόμετρα κυματομορφής «wavefront», τώρα διατίθενται και το μοντέλο HRK-8000A της HUVITZ.

§ Χάρτης Υψηλής Παρέκκλισης

Εκτός των συμβατικών δεδομένων όπως σφαιρικά, κυλινδρικά ή άξονος, τα δεδομένα υψηλής παρέκκλισης απεικονίζονται σε ένα διαθλαστικό χάρτη γραφικών Zernike που ενισχύει την κατανόηση των οφθαλμών του ασθενή και την καλύτερη κλινική διάγνωση.

§ PSF και Εξομοίωση Απεικόνισης

Η λειτουργία PSF (Point Spread Function) και η εξομοίωση σε διάγραμμα της απεικόνισης του αμφιβληστροειδούς βοηθάνε τον ασθενή να κατανοήσει καλύτερα την κλινική κατάσταση των οφθαλμών του και τα οφέλη των εξατομικευμένων φακών.

§ Έγχρωμη απεικόνιση

Η έγχρωμη κάμερα CCD (Charge Coupled Device) και η λευκή πηγή φωτός LED (Light Emitting Diode) στο αυτόματο διαθλασίμετρο/κερατόμετρο επιτρέπουν τη θέαση της κατάστασης εφαρμογής των φακών επαφής και οράσεως πράγμα που ήταν δυνατόν να γίνει παλιότερα μόνο με τις σχισμοειδείς λυχνίες. (εικόνα 3.1.5.3)



Εικόνα 3.1.5.3 : Απεικόνιση έγχρωμης κάμερας

- § Περιφερειακή Κερατομετρία
Το HKR-8000A παρέχει δεδομένα μέτρησης περιφερειακής κερατομετρίας που μπορούν να αποβούν εξαιρετικής χρησιμότητας στην εφαρμογή φακών επαφής.
- § Αξιόπιστη Κερατομέτρηση
Το HKR-8000A προσφέρει αξιόπιστα δεδομένα κερατομετρίας της καμπύλης της βάσης κερατοειδούς χρησιμοποιώντας δακτύλιο mire και LED.
- § Οδηγός εφαρμογής φακών επαφής
Η Παγκοσμίως Πρώτη λειτουργία εφαρμογής φακών επαφής σε αυτόματο διαθλασίμετρο / κερατόμετρο παρέχει τη δυνατότητα θέασης φθορίζοντος υγρού με μπλε φωτισμό.
Το HKR-8000A επίσης αναλύει και εξομοιώνει την κατάσταση εφαρμογής φακών με αυτόματο υπολογισμό και υπόδειξη.
- § Οδηγός συνταγογράφησης φακών επαφής
Το HKR-8000A παρέχει τον καλύτερο οδηγό εφαρμογής βάσει των δεδομένων μέτρησης της κερατομετρίας της καμπύλης της βάσης κερατοειδούς.
- § Έγχρωμο & επικλινές μόνιτορ αφής
Η έγχρωμη ευρεία οθόνη υψηλής ευκρίνειας και αντίθεσης VGA (Video Graphics Array)/TFT/LCD 7" εμφανίζει εικόνες βίντεο υψηλής ανάλυσης. Επίσης, η λειτουργία ομαλής και ελεύθερης κλίσης σας παρέχει άνετη και καθαρή θέαση από οποιαδήποτε γωνία. (εικόνα 3.1.5.4)



Εικόνα 3.1.5.4 : Έγχρωμο μόνιτορ αφής

- § **Αυτόματη ανίχνευση**
Η τεχνολογία αιχμής αυτόματης αίσθησης και ο μηχανισμός τρισδιάστατης μετακίνησης δίνουν τη δυνατότητα ανίχνευσης μίας εστιασμένης μέτρησης ενός οφθαλμού αυτόματα και ολοκληρώνουν τη μέτρηση τέλεια ακόμα και με ένα άπειρο χρήστη.
- § **Οδηγός παρουσίασης**
Αν μία εστίαση είναι εκτός εύρους αυτόματης ανίχνευσης, ο οδηγός παρουσίασης επί της οθόνης προτείνει πως θα χειριστείτε το μοχλό με τον απλούστερο δυνατό τρόπο.
- § **Λειτουργία σύγκρισης της όρασης**
Η εσωτερική παράσταση παρέχει σύγκριση της τρέχουσας όρασης με τη διορθωμένη.
- § **Ηλεκτρικό υποσιγάγωνο**
Με απλό πάτημα των κουμπιών «Up/Down», οι χρήστες μπορούν να ρυθμίσουν το ύψος του σημείου μέτρησης βολικά και γρήγορα.
- § **Πιο γρήγορη ταχύτητα μέτρησης**
Γρηγορότερη ταχύτητα μέτρησης από κάθε άλλο ανταγωνιστικό εξοπλισμό.
- § **Βολικό σύστημα κλειδώματος με ένα άγγιγμα**
Με το βολικό κλείδωμα με ένα άγγιγμα, το κύριο σώμα μπορεί εύκολα να σταθεροποιηθεί στη βάση.
- § **Αθόρυβος και υψηλής ταχύτητας εκτυπωτής αυτόματης κοπής χαρτιού**
Αυτόματη κοπή χαρτιού και εύκολη αλλαγή χαρτιού εκτύπωσης υιοθετώντας με λειτουργία one touch, είναι τα νέα πλεονεκτήματα του HRK-8000A.
- § **Εξωτερικό μόνιτορ και συνδεσιμότητα στο σύστημα Δικτύου**
Η λειτουργία βίντεο υψηλής ευκρίνειας μέσω της θυρίδας HDMI (High Definition Multimedia Interface) παρέχει διαφοροποιημένη βάση επεξήγησης για κλινική εξέταση ασθενών. Ένα HRK-8000 A υποστηρίζει συνδεσιμότητα δικτύου με το Ψηφιακό Σύστημα Διάθλασης της HUVITZ ενισχύοντας την εύκολη και γρήγορη διάθλαση στο σύστημα δικτύου.

3.1.6 HUVITZ HRK 7000 / 7000 A

Αυτόματο
κερατόμετροδιαθλασίμετρο

Κατασκευαστής : Huvitz
(ΧΑΛΙΩΤΗΣ & ΟΜΜΑ LITE)
(εικόνα 3.1.6.1)

Χαρακτηριστικά μηχανήματος



- § Βελτιστοποιημένο σύστημα οπτικών **Εικόνα 3.1.6.1 : HUVITZ HRK 700/7000 A**
- Η δημιουργία της MICRO LENS LET ARRAY της HUVITZ δημιουργεί ένα αριθμό ξέχωρων εστιακών σποτ, εκ των οποίων το υπόδειγμα παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για το οφθαλμικό σύστημα του ασθενή. Ενώ το SLD (Super Luminescent Diode) καθώς και η υψηλής ευαισθησίας CCD προσφέρουν καθαρότερες εικόνες και εξασφαλίζουν την ακρίβεια στο αποτέλεσμα μέτρησης σε αμετροπία, καταρράκτη και IOL.
- § Τύπος φωτισμού retro
Με αυτό το φωτισμό μπορείτε να δείτε μη φυσιολογικούς κρυστάλλινους φακούς, καταρράκτες, κερατοειδείς και εκδορές στο φακό επαφής προσδιορίζοντας έτσι πόσο υγιείς είναι οι οφθαλμοί του ασθενή.
- § Απεικόνιση γραφικών και χάρτης διάθλασης
Η γραφική απεικόνιση των διαθλαστικών σφαλμάτων ενισχύει την κατανόηση και αξιοπιστία στον πελάτη.
- § Περιφερική Κερατομετρία
Το HRK-7000/HRK-7000A παρέχει δεδομένα περιφερειακής κερατομετρίας που μπορούν να αποβούν εξαιρετικής χρησιμότητας στην εφαρμογή φακών επαφής.
- § Αξιόπιστη Κερατομέτρηση
Το HRK-7000/HRK-7000A προσφέρουν αξιόπιστα δεδομένα κερατομετρίας χρησιμοποιώντας 2 δακτυλίους mire και 2 LED.
- § Τύπος μέτρησης IOL
Το HRK-7000/HRK-7000A προσδιορίζει αυτόματα την κατάσταση των οφθαλμών για να ανιχνεύσει εάν υπάρχουν τοποθετημένοι ενδοφακοί, ή καταρρακτικοί οφθαλμοί ώστε να κάνει τις ανάλογες μετρήσεις.
- § Μέτρηση Μεγέθους Κόρης, Ιριδος και Κερατοειδή

Το HRK-7000/HRK-7000A μπορεί να μετρήσει κόρη, κερατοειδή και μέγεθος ίριδας διαμέτρου κάτω των 14mm με πάγωμα εικόνας

§ Καμπυλότητα βάσης CLBC (Contact Lens Base Curve)

Χρησιμοποιώντας τη βάση φακών επαφής, μετρήστε την καμπυλότητα βάσης του φακού επαφής.

§ Έγχρωμο μόνιτορ 6,5 ιντσών TFT LCD

Η έγχρωμη οθόνη TFT LCD 6.5” εμφανίζει καθαρές εικόνες και το «chip» επεξεργασίας εικόνας επιτρέπει στην LCD να εμφανίζει εικόνες σε πραγματικό χρόνο. (εικόνα 3.1.6.2)



Εικόνα 3.1.6.2 : Έγχρωμο μόνιτορ 6,5 ιντσών TFT LCD

§ Εύκολη Ρύθμιση

Η φιλικότητα του μηχανήματος επιτρέπει στους χρήστες να ρυθμίσουν εύκολα τις λειτουργίες και οι αλλαγές αυτών των ρυθμίσεων γίνονται χωρίς μετακίνηση σε άλλη σελίδα του προγράμματος

§ Βολικό σύστημα κλειδώματος με ένα άγγιγμα

Με το βολικό κλείδωμα με ένα άγγιγμα, το κύριο σώμα μπορεί εύκολα να σταθεροποιηθεί στη βάση.

§ Εκτυπωτής υψηλής ταχύτητας

Ο υψηλής ταχύτητας εκτυπωτής εκτυπώνει τα τελικά αποτελέσματα των μετρήσεων σε 3 δευτερόλεπτα. Το χαρτί εκτύπωσης αλλάζει εύκολα υιοθετώντας τη βάση «one touch». (εικόνα 3.1.6.3)



Εικόνα 3.1.6.3 : Εκτύπωση αποτελεσμάτων

§ Υλοποίηση σε Πλήρες Σύστημα Διάθλασης

Το HRK-7000/HRK-7000A μπορεί να συνδεθεί με το ψηφιακό φορόπτερο της HUVITZ, το φακόμετρο κι άλλες συσκευές ώστε να παίρνονται ταχύτερα τα δεδομένα και να υπάρχει ακριβέστερο αποτέλεσμα μέτρησης. Επίσης μπορεί να συνδεθεί και με εξωτερικό μόνιτορ ώστε να εμφανίζει το αποτέλεσμα της εξέτασης στους πελάτες

§ Σύστημα Δικτύου

Ένα HRK-7000/HRK-7000A μπορεί να συνδεθεί σε πολλαπλά συστήματα διάθλασης εύκολα κι απλά. Η απλή σύνδεση σε δίκτυο βοηθά στη σύνθεση μεγάλων κέντρων διάθλασης εύκολα.

§ Αυτόματη ανίχνευση

Η τεχνολογία αιχμής αυτόματης αίσθησης και ο μηχανισμός τρισδιάστατης μετακίνησης δίνουν τη δυνατότητα ανίχνευσης μία εστιασμένη μέτρηση ενός οφθαλμού αυτόματα και ολοκληρώνουν τη μέτρηση τέλεια.

§ Οδηγός παρουσίασης

Αν μία εστίαση είναι εκτός εύρους αυτόματης ανίχνευσης, ο οδηγός παρουσίασης επί της οθόνης προτείνει πως θα χειριστείτε το μοχλό με τον απλούστερο δυνατό τρόπο.

§ Ηλεκτρικό υποσιάγωνο

Με απλό πάτημα των κουμπιών «Up/Down», οι χρήστες μπορούν να ρυθμίσουν το ύψος του σημείου μέτρησης βολικά.

§ Λειτουργία σύγκρισης της όρασης

Η εσωτερική παράσταση παρέχει στην όραση σύγκριση της τρέχουσας με τη διορθωμένη

3.1.7 HUVITZ MRK 3100 P

Αυτόματο διαθλασίμετρο /
κερατόμετρο

Κατασκευαστής: HUVITZ
(OMMA LITE)
(εικόνα 3.17.1)

Ακόμη κι αν υπάρχουν
μικροσκοπικές διαφορές στα



Εικόνα 3.1.7.1 : HUVITZ MRK 3100 P

μάτια του ασθενή, το MRK-3100P θα κάνει μέτρηση.
Χαρακτηριστικά μηχανήματος

§ Τύπος φωτισμού retro

1. Με αυτό το φωτισμό μπορείτε να δείτε μη φυσιολογικούς κρυστάλλινους φακούς, καταρράκτες, κερατοειδείς και εκδορές στο φακό επαφής με τον υπέρυθρο φωτισμό IR (Infra Red) που αντανακλάται από τον αμφιβληστροειδή. Με αυτό τον τύπο, μπορείτε να προσδιορίσετε πόσο υγιείς είναι οι οφθαλμοί του ασθενή.
2. Μπορείτε να εξετάσετε τους οφθαλμούς με μεγάλη ακρίβεια επειδή το MRK-3100P υποστηρίζει 4 εικόνες (2 εικόνες από κάθε οφθαλμό) και ο χειριστής μπορεί να συγκρίνει και τις 4 ταυτόχρονα.
3. Ο τύπος φωτισμού retro στοχεύει στην ανίχνευση των οφθαλμών. Επιπρόσθετα, και για πληρέστερη πληροφόρηση είναι δυνατή η απεικόνιση σφαιρωμάτων, κυλίνδρων και άξονος των οφθαλμών.

§ Θέση και δείκτης εστίασης

Αν ο οφθαλμός είναι στη σωστή θέση και σε εστίαση, εμφανίζεται ένα σημάδι και ο χειριστής μπορεί να κάνει μέτρηση. Το σημάδι ακολουθεί τη θέση των οφθαλμών, υποδεικνύοντας στο χειριστή την κατεύθυνση προς την οποία θα πρέπει να κάνει ρυθμίσεις.

§ Τύπος μέτρησης IOL

Το MRK-3100P προσδιορίζει αυτόματα την κατάσταση των οφθαλμών για να ανιχνεύσει εάν υπάρχουν τοποθετημένοι ενδοφακοί, ή καταρρακτικοί οφθαλμοί ώστε να κάνει τις ανάλογες μετρήσεις.

§ Μέτρηση μεγέθους κόρης, ίριδος και κερατοειδή

Το MRK-3100P μπορεί να μετρήσει κάτω από 14mm με πάγωμα εικόνας

§ Μέτρηση διακορικής απόστασης

Κατά τη διόφθαλμη μέτρηση, γίνεται αυτόματη μέτρηση της διακορικής απόστασης και εκτύπωση.

§ Μεγαλύτερο εύρος μετρήσεων

Σφαιρώματα από -25D έως +22D

Κύλινδροι -10D έως +10D

§ Καμπυλότητα βάσης (CLBC)

Χρησιμοποιώντας τη βάση φακών επαφής, μετρήστε την καμπυλότητα βάσης του φακού επαφής.

§ Πολλαπλές παραστάσεις για τη μέθοδο θόλωσης

Επιλέξτε μία παράσταση από τις 3 διαθέσιμες, ανάλογα με τις προτιμήσεις σας, για υψηλότερη αξιοπιστία

§ Μόνιτορ υψηλής ευκρίνειας

Έγχρωμη οθόνη 5,5 ιντσών.

§ Ευκρινείς χαρακτήρες

Οι χαρακτήρες είναι ευανάγνωστοι και διατηρούν την ίδια ευκρίνεια ανεξάρτητα με το φωτισμό φόντου. Το MRK-3100P υποστηρίζει πολύγλωσσα μενού (αγγλικά, κινέζικα, καθώς και ευρωπαϊκές γλώσσες)

§ Εκτυπωτής υψηλής ταχύτητας

Ο υψηλής ταχύτητας εκτυπωτής εκτυπώνει τα τελικά αποτελέσματα των μετρήσεων σε 3 δευτερόλεπτα. Ένα εικονίδιο εκτύπωσης παρουσιάζεται στο μόνιτορ, όσο η εκτύπωση βρίσκεται σε εξέλιξη. Είναι εύκολη η αλλαγή χαρτιού στον εκτυπωτή.

§ Λειτουργία αυτόματης εξοικονόμησης ενέργειας

Το σύστημα κλείνει αυτόματα χωρίς εντολή από το χειριστή. Ο χρόνος στον οποίο θα κλείνει αυτόματα το σύστημα ορίζεται από το χειριστή στο παράθυρο ρυθμίσεων του χρήστη. Το χαρακτηριστικό αυτό εξοικονομεί ενέργεια ενώ προλαμβάνει την υπερθέρμανση του συστήματος.

§ Πληκτρολόγιο απλής αφής

Το πληκτρολόγιο διαθέτει εικονίδια επάνω στα κουμπιά έτσι ώστε να είναι ευκολότερη η κατανόηση και η χρήση των λειτουργιών. Ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει τα κουμπιά για διαφορετικές λειτουργίες, με πολύ απλή κι εύχρηστη διαδικασία.

§ Βολικό σύστημα κλειδώματος

Χρησιμοποιείται για την πρόληψη μετατόπισης του συστήματος. Με το κλείδωμα το άνω μέρος του οργάνου δεν μετακινείται.

§ Συνολικό Σύστημα διάθλασης

Το MRK-3100P συνδέεται με το αυτόματο Φακόμετρο της HUVITZ, το αυτόματο φορόπτερο (HRS-3100) και άλλες συσκευές για ταχύτερη απόκτηση δεδομένων και ακριβέστερες μετρήσεις. Το MRK-3100P συνδέεται σε πολλαπλά συστήματα διάθλασης απλά κι εύκολα.

§ Η πιο σύγχρονη τεχνολογία οπτικών

Το MRK-3100P μετρά κερατοειδικές καμπυλότητες, ίριδα, καταρράκτες, ενδοφθάλμιους φακούς, καμπυλότητα βάσης φακού επαφής. Όλες οι μετρήσεις επιτυγχάνονται με το μεγάλο εύρος διοπτριών.

§ Εύχρηστο, βολικό στη μέτρηση

Το MRK-3100P είναι τόσο εύχρηστο ώστε σχεδόν δεν χρειάζεται εγχειρίδιο οδηγιών χρήσης.

3.1.8 TONOREF II

Αυτοματοποιημένο
κερατοδιαθλασίμετρο/ τονόμετρο

Κατασκευαστής : Nidek
(ΚΑΚΙΑΣ & NIDEK Co., Ltd)
Συμπαγές και φιλικό προς το
χρήστη
(εικόνα 3.1.8.1)



Εικόνα 3.1.8.1 : TONOREF II

Χαρακτηριστικά μηχανήματος

Τρεις βασικές μετρήσεις σε ένα όργανο: Η πρώτη μονάδα παγκοσμίως που συνδυάζει αυτόματο διαθλασίμετρο, αυτόματο κερατόμετρο και τονόμετρο μη επαφής.

Ο νέος πιο συμπαγής και φιλικότερος προς το χρήστη σχεδιασμός επιτρέπει βελτιωμένη ροή ασθενών, προσφέροντας αυτόματη μέτρηση με διαθλασίμετρο-κερατόμετρο-τονόμετρο μη επαφής με μία ρύθμιση. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει εύκολα τρόπο μέτρησης ενώ έχει εύκολη πρόσβαση στα βλέφαρα του ασθενούς.

Οι λειτουργίες του TONOREF II επιτρέπουν:

- Ομαλή και εύκολη μετάβαση μεταξύ των τρόπων μέτρησης ασθενούς
 - Ο νέος σχεδιασμός επιτρέπει εύκολη πρόσβαση στο βλέφαρο
- (εικόνα 3.1.8.2)



Εικόνα 3.1.8.2 : Σωστή τοποθέτηση ασθενούς για μέτρηση

- Ø Ακριβής διάθλαση : Το TONOREF έχει υιοθετήσει τις αρχές λειτουργίας της NIDEK
- § Αναλύει μεγαλύτερη επιφάνεια της κόρης για ακριβέστερα αποτελέσματα στη διάθλαση.
- § Εξελιγμένη ποιότητα εικόνας.

§ Μέτρηση έντονου καταρράκτη και ψευδοφακίας.

Ø Ευκρινέστερη εικόνα από το LED. (εικόνα 3.1.8.3)

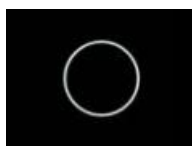
LED (normal eye)



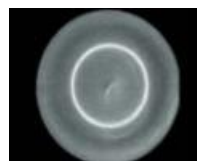
LED (Cataract eye)



SLD(normal eye)



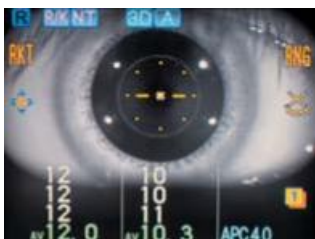
SLD(Catraract eye)



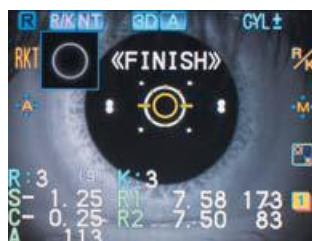
Εικόνα 3.1.8.3 : Απεικόνιση διαφοράς δεδομένων μεταξύ LED & SLD

Ø Ελκυστικό 5.7 ίντσες ανακλώμενο χρώμα LCD : Εμφάνιση εικόνας δεδομένων και γραφικών ως προς τους χρήστες για ευκρινέστερη αναγνώριση στοιχείων.

Ø Δαχτυλίδι για γρήγορη και εύκολη ανίχνευση των ανωμαλιών της κερατοειδικής επιφάνειας. Η ανακλώμενη λειτουργία προσφέρει εύκολη λειτουργία ακόμα και ένα χρήστη όρθιο. (εικόνες 3.1.8.4 & 3.1.8.5)



Εικόνα 3.1.8.4 : Απεικόνιση δαχτυλιδιού για ανίχνευση ανωμαλιών του κερατοειδούς



Εικόνα 3.1.8.5 : Έκδοση αποτελεσμάτων

- Άνετη μέτρηση της τονομετρίας : Οι τελευταίες εξελίξεις που είναι το APC (Auto Puff Control) και η μείωση του θορύβου έχουν σαν αποτέλεσμα μια πιο άνετη εμπειρία για τον πελάτη.
- Γρήγορη και ακριβής κερατομετρική μέτρηση.
- Τοποθέτηση χαρτιού και αυτόματη εκτύπωση χωρίς σκίσιμο χαρτιού. (εικόνες 3.1.8.6 & 3.1.8.7)



Εικόνα 3.1.8.6 : Τοποθέτηση χαρτιού



Εικόνα 3.1.8.7 : Αυτόματη εκτύπωση αποτελεσμάτων

Όρια μέτρησης : -30.00D έως +25D για σφαίρωμα

0.00D έως $\pm 12D$ για αστιγματισμό

Ακτίνες καμπυλότητας : 5.00 έως 13mm

Διαθλαστική ισχύ : 25.96D έως 67.50D ($n=1.3375$) για σφαίρωμα

0.0D έως $\pm 12D$ για αστιγματισμό

3.1.9 ARKM-200

Αυτόματο κερατοδιαθλασίμετρο

(Takagi Seiko Co., Ltd)

(εικόνα 3.1.9.1)

Χαρακτηριστικά μηχανήματος

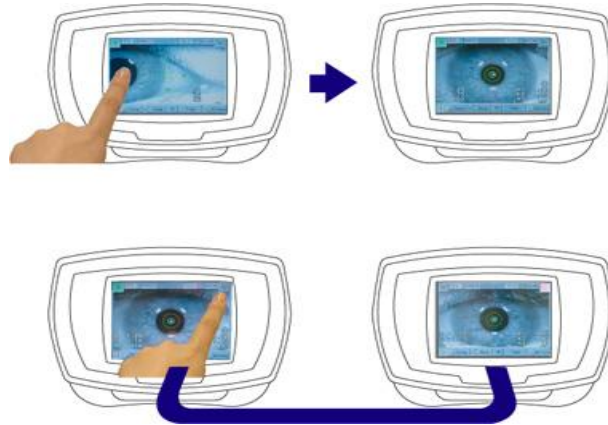
Μια εξαιρετικά ακριβής μηχανή η οποία διευκολύνει σύντομους χρόνους εξέτασης σε συνδυασμό με την ευκολία στη χρήση καθιστούν το ARKM-200 απαραίτητο για τον επαγγελματία. Η προηγμένη οθόνη αφής σας επιτρέπει να εκτελέσετε τόσο διάθλαση όσο και κερατομετρία με μια απλή κίνηση. Με τη “σύλληψη” εικόνας του ενός ματιού στην οθόνη, το ARKM-200 επιτρέπει με τα νέα χαρακτηριστικά την αποτελεσματική εξέταση των ασθενών.



Εικόνα 3.1.9.1 : ARMK-200

- § Διάφορες ρυθμίσεις μπορούν να γίνουν από την οθόνη αφής
 - § Η σταθερή εικόνα που παίρνει και καθηλώνει το μηχάνημα αποφεύγει τη συνεχή διαμονή του ματιού του ασθενούς
 - § Λόγω του γρήγορου θερμικού εκτυπωτή έχει μειωθεί ο συνολικός χρόνος μέτρησης.
- Αυτόματες μετρήσεις
 - 1. Χρησιμοποιήστε το joystick για την ευθυγράμμιση.

2. Αγγίζετε το κέντρο της κόρης στην οθόνη με το δάχτυλο σας και το ARKM-200 θα ευθυγραμμίσει αμέσως και θα αρχίσει τις μετρήσεις.
3. Πιέστε το πλήκτρο R/L εικονίδιο στην οθόνη και το μηχάνημα μετακινεί αυτόματα την εικόνα για να μετρήσει και το άλλο μάτι.
4. Η εκτύπωση είναι αυτόματη. (εικόνα 3.1.9.2)



Εικόνα 3.1.9.2 : Απεικόνιση της διαδικασίας της αυτόματης μέτρησης

- Δυναμική λειτουργία “joystick” : Το joystick μας δίνει την δυνατότητα να μετακινούμε το μηχάνημα πάνω-κάτω, δεξιά-αριστερά. (εικόνα 3.1.9.3)



Εικόνα 3.1.9.3: Απεικόνιση κινήσεων χειριστηρίου joystick

- Μηχανοκίνητο πηγούνι : Η θέση του πηγουνιού κινείται μηχανοκίνητα και δεν απαιτείται χειροκίνητη ρύθμιση.
- Διάθλαση:
 1. Κανονική λειτουργία: Εφαρμόζεται αυτόματα θόλωση για κάθε μέτρηση για πιο ακριβή αποτελέσματα.
 2. Γρήγορη λειτουργία: Θολώσει εφαρμόζεται όπως απαιτείται για διαδοχικές μετρήσεις.
 3. IOL / CAT (Cataract) Λειτουργία: Η λειτουργία αυτή χρησιμοποιείται για τη μέτρηση καταρράκτη ή για ψευδοφακικούς φακούς. (εικόνα 3.1.9.4)



Εικόνα 3.1.9.4 : Ένδειξη μέτρησης καταρράκτη / ψευδοφακικών φακών

- Κερατομετρία : Σύντομες διαδοχικές μετρήσεις παρέχουν αξιόπιστα στοιχεία. Μετρήσεις σε $\text{Ø}6.0\text{mm}$ ($R = 8,0$ χιλιοστά), καθώς και σε $\text{Ø}3.0\text{mm}$ θα σας δώσουν αρκετές πληροφορίες για την εφαρμογή των φακών επαφής. Οι καμπυλότητες των φακών επαφής αποθηκεύονται και κατηγοριοποιούνται. Τα αποτελέσματα εκτυπώνονται αυτόματα.
- Μέτρηση διαμέτρου του κερατοειδή και κόρης : Μέτρηση μπορεί να γίνει εύκολα με την κίνηση των δύο δρομείς στην οθόνη στο όριο του κερατοειδούς ή της κόρης. Αυτό είναι χρήσιμο για να αποφασίσει τη διάμετρο ενός φακού επαφής και για άλλες πρακτικές τοποθέτησης φακών επαφής. (εικόνα 3.1.9.5)



Εικόνα 3.1.9.5 : Ένδειξη μέτρηση διαμέτρου κόρης και κερατοειδή

3.1.10 SPEEDY IK

Κατασκευαστής : Righton

(MHNA)

(εικόνα 3.1.10.1)



Χαρακτηριστικά μηχανήματος

Οι σειρές Speedy & Retinomax, είναι οι μόνες που βασίζονται στην εξέταση με την μέθοδο του ρετινοσκοπίου, που είναι και ο βασικός κανόνας της οφθαλμολογίας. Ενώ οι άλλοι κατασκευαστές στην αγορά χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους.

Εικόνα 3.1.10.1 : *SPEEDY IK*

- § Έχει την ταχύτερη μέτρηση, σε 194 ms (millisecond)
- § Ιαπωνικής κατασκευής
- § Γρήγορη μελέτη προσαρμογής σε 49 δευτερόλεπτα
- § Αυτόματη μέτρηση του μεγέθους της κόρης (φωτοπική – σκοτοπική)
- § Μέτρηση κερατομετρίας σε 5 διαφορετικά σημεία
- § Μέτρηση addition
- § Υπολογισμός σφαιρικού ισοδύναμου

Πιο αναλυτικά, το Speedy i-k είναι ένα μηχάνημα που προσφέρει 3 διαφορετικές λειτουργίες

- Ø Αυτόματο Διαθλασίμετρο κερατόμετρο
- Ø Αυτόματη μέτρηση θίλωσης του ματιού
- Ø Αυτόματη μέτρηση προσαρμογής

Είναι το Μοναδικό με αυτόματη διάγνωση του καταρράκτη. Επίσης διαθέτει μελέτη προσαρμογής 3D με γραφική και χρωματική απεικόνιση

Επιπλέον διαθέτει τα χαρακτηριστικά:

- ü Άριστη ακρίβεια στις μετρήσεις & σταθερότητα
- ü Μεγάλη, έγχρωμη LCD οθόνη 6,5 inch
- ü Αυτόματη Μέτρηση του μεγέθους της κόρης
- ü Ταχύτερη μέτρηση κατά 20%, από τα προηγούμενα μοντέλα
- ü Ειδικό πρόγραμμα μέτρησης για παιδιά με δυνατότητα επιλογής μουσικής
- ü Αυτόματη μέτρηση & της κοντινής όρασης ADD (Addition)
- ü Ευρεία κλίμακα μετρήσεων, τόσο στο σφαίρωμα, όσο & στον κύλινδρο

- Κεντρική και περιφερειακή μέτρηση της ακτίνας καμπυλότητας
- Λειτουργία Retro, απεικόνιση θολερότητας ή εφαρμογή φακού επαφής.
- Ηλεκτρική κίνηση σαγωνιέρας

3.1.11 ARK-30

Αυτοματοποιημένο
διαθλασίμετρο / κερατόμετρο
Κατασκευαστής : Nidek
(ΚΑΚΙΑΣ & NIDEK Co. Ltd)
(εικόνα 3.1.11.1)



Χαρακτηριστικά μηχανήματος

- Ελαφρύ & φορητό :
Με σχεδιασμό που μοιάζει στο μέγεθος και στο βάρος με βιντεοκάμερα, ζυγίζει μόνο 980g (gram) ή 2,16lb (libra), (συμπεριλαμβανομένης της μπαταρίας) και επιτρέπει εύκολη φορητότητα. (εικόνα 3.1.11.2)

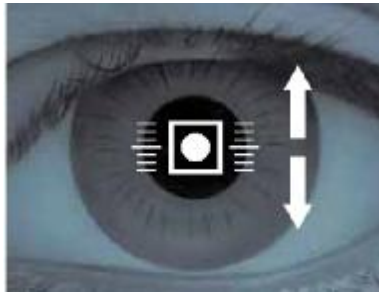
Εικόνα 3.1.11.1 : ARK-30



Εικόνα 3.1.11.2 : Απεικόνιση διαστάσεων μηχανήματος

- Μνήμη δεδομένων για 30 άτομα : Δεδομένα για μέχρι 30 άτομα αποθηκεύονται στην κυρίως μνήμη. Οι μετρήσεις μπορούν να εκτυπωθούν αργότερα.
- Συμπαγής σταθμός : Ακόμα και το κυρίως σώμα είναι συμπαγές . ένα κομμάτι του μετακινείται ενώ το άλλο παραμένει σταθερό κάτι που επιτρέπει τη χρήση του σε «σπαστό» τραπέζακι.
- Ασύρματη επικοινωνία : Υπέρυθρες ασύρματης επικοινωνίας συνδέουν το κυρίως μέρος (του μηχανήματος) με τον εκτυπωτή εξαλείφοντας έτσι την “ενοχλητική” σύνδεση του καλωδίου.

- Ακριβής και ταχεία μέτρηση : Μια καινούρια εξελιγμένη τεχνική μέτρησης που μετρά την διαφορά των 3 επιμήκης άξονες του ματιού για ακριβή και γρήγορη μέτρηση.
- Λειτουργία αυτόματης λήψης : Τόσο το κεντράρισμα όσο και η εστίαση μπορούν να βρεθούν γιατί η αυτόματη μέτρηση ξεκινά όταν το μάτι βρίσκεται στη σωστή θέση.
- Εξαιρετική ακρίβεια : Η συχνότητα της μέτρησης καθορίζεται από την ακρίβεια των δεδομένων μέτρησης. Οι τυπικές μετρήσεις υπολογίζονται μέσω της ιδανικής μέτρησης όλων των μετρήσεων.
- Ένδειξη εστίασης : Ο δείκτης εστίασης στην οθόνη δείχνει τον άξονα της διεύθυνσης “Z”. Πάνω είναι πιο κοντά και κάτω πιο μακριά. (εικόνα 3.1.11.3)

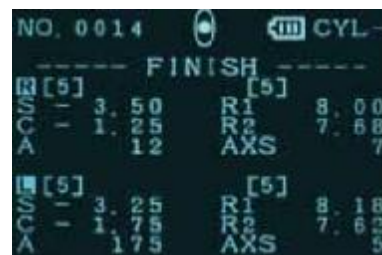


Εικόνα 4 : Απεικόνιση ένδειξης εστίασης

Ευκρινής οθόνη ενδείξεων : Η 2.5 ιντσών οθόνης LCD επιτρέπει άνετη λειτουργία σε μια παρεμβατική απόσταση μεταξύ ιατρού και ασθενούς. Και τα στοιχεία του R και του L εμφανίζονται έγχρωμα. Η μέτρηση για το R/L μάτι γίνεται αυτόματα. Τα δεδομένα βγαίνουν αυτόματα αρκεί να επιλέξουμε το μάτι για την αποφυγή λάθους μετρήσεως άλλου ματιού. (εικόνες 3.1.11.4 & 3.1.11.5)



Εικόνα 3.1.11.4 : Απεικόνιση οθόνης μηχανήματος για την επιλογή του οφθαλμού



Εικόνα 3.1.11.5 : Απεικόνιση τελικών αποτελεσμάτων πριν την εκτύπωση

- Ταχεία λειτουργία : Επιλογή γρήγορης μετρήσεως για παιδιά και ασθενείς που ανοιγοκλείνουν τα μάτια.

- Αυτόματη επιλογή λειτουργίας IOL (με ενδοφθάλμιο φακό) : Η μέτρηση γίνεται αυτόματα ακόμα και για τα μάτια με φακούς μετά από επέμβαση καταρράκτη, μια κατάσταση η οποία θα μπορούσε να δημιουργήσει σφάλμα επιτυγχάνεται χωρίς αμηχανία του ασθενούς.
- Ενσωματωμένη βάση για το μέτωπο : Το ενσωματωμένο στήριγμα μετώπου σταθεροποιεί το μέσο για την ευκολότερη ευθυγράμμιση (με στόχο)
- Λειτουργία διόρθωσης 90°
- Αναβάθμιση συστήματος : Σε συνδυασμό με το NIDEK AOS-2100/800/600 η χρησιμότητα του συμβατικού οπτομετρικού συστήματος μπορεί να ενισχυθεί.
- Κάλυμμα ματιού & στόχος : Η μάσκα ματιών καλύπτει το μάτι καθλώνοντας τον ασθενή που δεν μετριέται να αφοσιωθεί στον στόχο. (εικόνα 3.1.11.6)



Εικόνα 3.1.11.6 : Το κάλυμμα ματιού και ο έγχρωμος στόχος προσήλωσης

- Απλό σύστημα φόρτισης μπαταρίας : Η πλήρως φορτισμένη υψηλής απόδοσης μπαταρία ιόντων λιθίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περίπου 60 λεπτά. Βάλτε το στην υποδοχή της μπαταρίας που βρίσκεται στην πλευρά του σταθμού για εύκολη επαναφόρτιση (χρόνος φόρτισης 120min (minute)). Οι μπαταρίες μπορούν επίσης να είναι επαναφορτιζόμενες ged συνδέοντας το σταθμό με ένα καλώδιο ρεύματος.
- Λειτουργία αυτόματης λήψης : Είναι εύκολο να εκτελέσει μετρήσεις υψηλής ακρίβειας ευθυγράμμισης.
- Αξιόπιστη μέτρηση ακρίβειας : Μια κερατοειδική ακτίνα καμπυλότητας 5.00 έως 13.00 mm μπορεί να μετρηθεί. Τα δεδομένα των μετρήσεων μπορούν να εμφανιστούν σε 0.01mm προσαυξήσεων και 0.12/0.25 D προσαυξήσεως για ακτίνες καμπυλότητας και διαθλαστικής δύναμης του κερατοειδούς αντίστοιχα.
- Πλήκτρο άμεσης επιλογής για λειτουργία R/L : Η επιθυμητή λειτουργία μέτρησης επιλέγεται μέσω ενός κουμπιού λειτουργίας της τάξεως του.

3.1.12 RETINOMAX K-PLUS 3

Κατασκευαστής : Righton
(ΜΗΝΑ)
(εικόνα 3.1.12.1)



Χαρακτηριστικά μηχανήματος

Εικόνα 3.1.12.1 : RETINOMAX K-PLUS 3

- Πολύ ελαφρύ, ζυγίζει κάτω από κιλό
 - Διαθέτει ακόμη πιο γρήγορη μέτρηση με μεγάλη αξιοπιστία
 - Αυτόματη μέτρηση της κόρης του οφθαλμού
 - Υπολογίζει μέσω αισθητήρα την κλίση της κεφαλής για άριστες μετρήσεις
 - Ιδιαίτερα εύχρηστο σε παιδιά και ανθρώπους μεγάλης ηλικίας
- ✓ Πλήρης σειρά μετρήσεων και προηγμένες λειτουργίες μέτρησης
- ✓ Αρχίζει αναγνώσεις την στιγμή όταν επιτευχθεί η ευθυγράμμιση και η εστίαση.
- ✓ Οι ταχύτεροι χρόνοι μέτρησης συμπληρώνονται με αυξημένη ακρίβεια.
- ✓ Η εξάλειψη τις σαγωνίερας καθιστά τη διαδικασία εξέτασης πιο εύκολη, πιο χαλαρή και πιο διασκεδαστική για τα παιδιά. (εικόνα 3.1.12.2)



Εικόνα 3.1.12.2 : Απεικόνιση εξέτασης σε μικρά παιδιά

3.1.13 RETINOMAX 3

Κατασκευαστής : Righton

(MHNA)

(εικόνα 3.1.13.1)



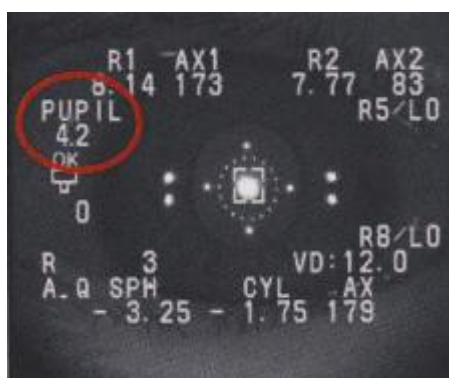
Εικόνα 3.1.13.1 : RETINOMAX 3

Χαρακτηριστικά μηχανήματος

Ζυγίζοντας μόλις κάτω από ένα κιλό, το κύριο σώμα με μπαταρία είναι πάνω από 17% ελαφρύτερο στην περίπτωση του K-Plus 3.

Ø Αυτόματη μέτρηση δεδομένων

Η μονάδα μετρά το μέγεθος της κόρης αυτόματα, εμφανίζει τον οριζόντιο άξονα X της οθόνης και εκτυπώνει τα μεγέθη XY (οριζόντιο και κάθετο) ξεχωριστά, αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση αναφοράς για τον έλεγχο της μυδρίασης. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να εκτυπώσει είτε όλα τα δεδομένα είτε μερικά. Εάν καμία μέτρηση δεν γίνεται εντός έξι δευτερολέπτων, η μονάδα μεταβαίνει αυτόματα στο quick mode. Μέτρηση κατόπιν λαμβάνεται στο 0.07 δευτερόλεπτα. Το quick mode AQ εμφανίζεται στις εκτυπώσεις. (εικόνα 3.1.13.2)



Εικόνα 3.1.13.2 : Απεικόνιση μέτρησης κόρης

Ø Παρατεταμένη χρήση λειτουργίας

Με την υιοθέτηση μίας μπαταρίας ιόντων λιθίου, η συνεχής χρόνου λειτουργίας έχει επεκταθεί σε περίπου 80 λεπτά. Ο σταθμός έχει έναν μετασχηματιστή, ώστε να μπορούν να συνδεόνται με το κύριο σώμα με

ένα καλώδιο dc (προαιρετικό) για να επιτρέψει εκτεταμένη συνεχή λειτουργία. Αυτό διευκολύνει τη διαλογή καθώς και τη χρήση στο χειρουργείο.(εικόνα 3.1.13.3)



Εικόνα 3.1.13.3 : Σύνδεση φορητού μηχανήματος με καλώδιο dc

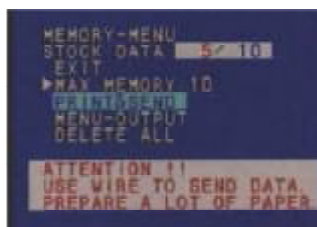
Ø Αυτόματη μέτρηση κορικής

Το ελάχιστο μέγεθος μέτρησης κόρης της αυτόματης γρήγορης λειτουργίας είναι 2,3 mm. Αν μία κόρη είναι μικρότερη από 3,0 mm η ένταση στερέωσης στόχου μειώνεται αυτόματα κατά περίπου 45% για να αποφευχθεί η συστολή της κόρης. Η ένταση μπορεί επίσης να μειωθεί με το πλήκτρο έντασης στερεώσεως.

Ø Αποθήκευση και εκτύπωση αποτελεσμάτων

Τα τελευταία δεδομένα του ασθενούς μπορούν να ανακληθούν πατώντας το πλήκτρο print. Τα δεδομένα μπορούν να μεταφερθούν ασύρματα σε ένα εκτυπωτή. Πατήστε το πλήκτρο «memory» για περισσότερο από ένα δευτερόλεπτο. Εδώ μπορείτε να αποθηκεύσετε τα δεδομένα μέχρι και 50 ασθενών

Για να διαγράψετε τα αποθηκευμένα δεδομένα, επιλέξτε το «delete all» στην οθόνη «set memory». Για να εκτυπώσετε πολλαπλές σειρές δεδομένων, χρησιμοποιήστε το προαιρετικό καλώδιο εκτυπωτή (κύριο σώμα στον εκτυπωτή) για να μεταφέρετε τα δεδομένα στον εκτυπωτή. (εικόνα 3.1.13.4)



Εικόνα 3.1.13.4 : Απεικόνιση κεντρικού menu επιλογών

Ø Ένδειξη ευθυγράμμισης

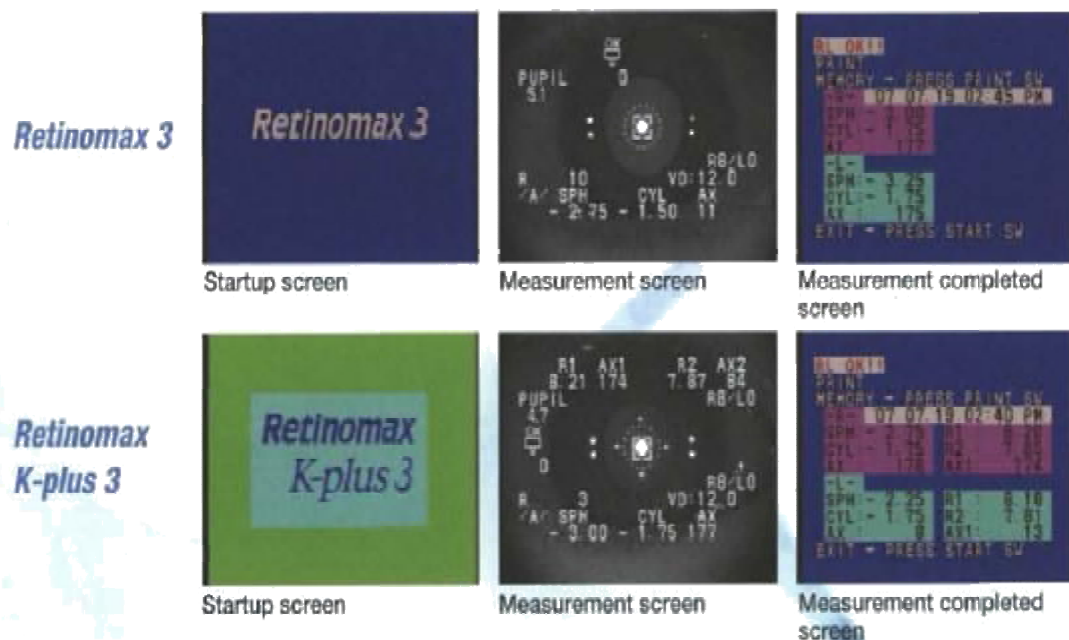
Πάνω στην οθόνη υπάρχουν δείκτες που δείχνουν τις κατευθύνσεις ευθυγράμμισης. Εστιάζοντας και ο δακτύλιος κάνει την εστίαση πιο εύκολη. (εικόνα 3.1.13.5)



Εικόνα 3.1.13.5 : Απεικόνιση δεικτών ευθυγράμμισης

Ø Ρετρό λειτουργία

Η Retinomat 3 περιλαμβάνει την ρετρό λειτουργία φωτισμού για την παρατήρηση του εσωτερικού της κόρης. Κατά συνέπεια η μόνη σημαντική διαφορά μεταξύ Retinomat 3 και του Retinomat K-plus 3 είναι η υιοθέτηση της λειτουργίας της κερατομετρίας (συμπεριλαμβανόμενων των περιφερειακών μετρήσεων του κερατοειδούς). Η παρακάτω εικόνα μας δείχνει τις διαφορές μεταξύ Retinomat 3 και Retinomat. (εικόνα 3.1.13.6)



Εικόνα 3.1.13.6 : Απεικόνιση διαφορών μεταξύ Retinomat 3 και Retinomat K-plus 3

Ø Λειτουργικά χαρακτηριστικά

- Η γωνία εξέτασης μπορεί να ρυθμιστεί σε ένα εύρος 0° έως 135° καθιστώντας έτσι εύκολη την μέτρηση ανεξάρτητα από τη θέση του σώματος του ασθενούς.
- Για την διόρθωση του άξονα ενός κυλίνδρου μια γωνία 45° διευκολύνει τη χρήση του Retinomax με ξαπλωμένο τον ασθενή. (εικόνα 3.1.13.7)



Εικόνα 3.1.13.7 : Απεικόνιση εξέτασης με ξαπλωμένο ασθενή

Η λειτουργία μελωδίας παρέχει μια πιο χαλαρή ατμόσφαιρα για τα παιδιά. (εικόνα 3.1.13.8)



Εικόνα 3.1.13.8 : Απεικόνιση χαλαρής εξέτασης παιδιών

- Ασύρματη μεταφορά δεδομένων από το κύριο σώμα σε έναν εκτυπωτή είναι δυνατή άμεσα για απόσταση 8,7 μέτρων και 6 μέτρων με γωνία 30°. (εικόνα 1.3.13.9)



Εικόνα 3.1.13.9 : Απεικόνιση ασύρματης μεταφοράς δεδομένων

3.1.14 URK-800 (UNIQUE-RK)

Αυτόματο κεταροδιαθλασίμετρο

Κατασκευαστής : Unicos
(MHNA & UNICOS Co.Ltd)
(εικόνα 3.1.14.1)



Χαρακτηριστικά μηχανήματος

- Βελτιωμένη ταχύτητα μέτρησης
Ειδικά σχεδιασμένες εικόνες με τσιπάκια έχουν επιτύχει να κάνουν την ταχύτητα μέτρηση του μηχανήματος πιο γρήγορη. Στο παρελθόν έπρεπε να είναι «επιφυλακή» ο εξεταστής μέχρι να φύγει η θόλωση τώρα έχουν επιτύχει την μέτρηση ακόμα και η θόλωση δεν έχει φύγει.
- Μέτρηση διαμέτρου κόρης και ίριδας

Εικόνα 3.1.14.1 : URK-800 (UNIQUE-RK)

Από τη λειτουργία της σύλληψης της εικόνας ο χρήστης μπορεί να τσεκάρει με ευκολία τη διάμετρο της ίριδας και της κόρης, έτσι ενισχύεται η ακρίβεια της οπτομετρίας

- Βολικό κουμπί κλειδώματος
Απλώς πατώντας το κουμπί κλειδώματος μια φορά ο χρήστης διορθώνει τις λειτουργίες του μηχανήματος. (εικόνα 3.1.14.2)



Εικόνα 3.1.14.2 : Τεχνικά χαρακτηριστικά μηχανήματος

- Οθόνη τελευταίας τεχνολογίας led
Οι οθόνες είναι σχεδιασμένες να δεις μέχρι 20° και ο χρήστης να μπορεί να λειτουργήσει το μηχάνημα πιο βολικά, ευκρινές εικόνες με ειδικά σχεδιασμένα “τσιπς” κάνουν την εικόνα πιο ζωντανή.
- Εύκολες ρυθμίσεις menu
Η οθόνη menu είναι σχεδιασμένη με σελίδες ώστε να μπορεί ο χρήστης να αλλάζει το menu εύκολα και γρήγορα.
- Ακριβείς αισθητήρες θερμοκρασίας για τη στάθμιση της θερμοκρασίας επιτρέποντας να φτάσει ο χρήστης στις θερμοκρασίες απώλειας.
- Ηλεκτρική σαγωνίερα. Ο χρήστης μπορεί να κινήσει το πηγούνι με ένα απλό άγγιγμα ενός κουμπιού και με τους νέους αισθητήρες μπορεί να αποφύγει την λάθος λειτουργία εκ των προτέρων.

3.1.15 AR-360A / 330A / 310A

Διαθλασίμετρο

Κατασκευαστής : Nidek
(ΚΑΚΙΑΣ & NIDEK Co. Ltd)
(εικόνα 3.1.15.1)



Χαρακτηριστικά μηχανήματος

Εικόνα 3.1.15.1 : AR-360A / 330A / 310A

Ο συνδυασμός της νέας αρχής μέτρησης – μέθοδος απεικόνισης ζώνης κόρης – και της μοναδικής τεχνολογίας SLD προσφέρει υψηλή ακρίβεια και αξιοπιστία στη μέτρηση της διάθλασης.

- Μέθοδος εικονοποίησης ζώνης της κόρης

Τα NIDEK ARK-360A/330A/10A υιοθετούν την προηγμένη μέθοδο εικονοποίησης της ζώνης της κόρης για τη μέτρηση της διάθλασης, η οποία αναλύει ευρύτερη περιοχή (μέγιστο \varnothing 4mm) για να αποκτηθούν πιο αξιόπιστα και ρεαλιστικά δεδομένα τα οποία είναι εγγύτερα στη δηλωμένη διάθλαση.

- SLD (Super Luminescent Diode)

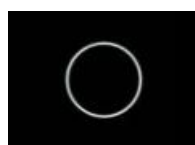
Τα ARK-360A/330A/ 310A χρησιμοποιούν την τεχνολογία SLD (υπερφωτεινή- διόδιος) καθώς και συσκευή υψηλής ευαισθησίας CCD για βελτιωμένη ποιότητα εικόνας. Η εικόνα με SLD είναι καθαρότερη και φωτεινότερη από εκείνες των LED ενώ το σύστημα προσφέρει βελτιωμένη δυνατότητα μετρήσεων ακόμη και σε δριμύ καταρράκτη και σε οφθαλμούς με τοποθετημένους ενδοφακούς.

Σύγκριση εικόνων με εικόνα LED και SLD (εικόνα 3.1.15.2)

LED (normal eye)



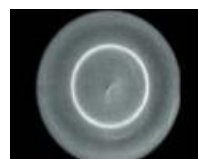
SLD(normal eye)



LED (Cataract eye)



SLD(Catraract eye)



Εικόνα 3.1.15.2 : Απεικόνιση διαφορών εικόνας μεταξύ LED & SLD

Το σύστημα παρέχει συνήθη μέτρηση (\varnothing 3,3mm) χρησιμοποιώντας δακτύλιο mire, κι επίσης περιφερειακή μέτρηση (\varnothing 6mm) χρησιμοποιώντας 4 σημεία, όπου αμφότερα προσφέρουν αξιόπιστα και ακριβή δεδομένα κερατομετρήσεων. Το ARK-360A/330A/310A χρησιμοποιεί διπλούς δακτυλίους mire για καλύτερη ευθυγράμμιση και παρατήρηση.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:

- Μεγάλο εύρος μετρήσεων: -30 έως +25D.

Τα ARK-360A/330A/310A προσφέρουν το μεγαλύτερο εύρος μετρήσεων από -30 έως +25D

- Το μικρότερο μετρήσιμο μέγεθος κόρης: \varnothing 2mm

Το ARK-360A/330A/510A μπορεί να μετρήσει μικρές κόρες έως και 2mm σε διάμετρο, επιτρέποντας έτσι ευρύτερη εφαρμογή.

- 3D Αυτόματη Ανίχνευση και Αυτόματη βολή

Η αυτόματη ευθυγράμμιση (κατευθύνσεις X και Y) η αυτόματη εστίαση (κατεύθυνση Z) και η αυτόματη βολή παρέχουν ταχύτερες, απλούστερες κι ακριβέστερες μετρήσεις. Όταν πραγματοποιείται ευθυγράμμιση σωστά, η μέτρηση ξεκινά αυτόματα.

- Πληροφοριακή, επικλινή, έγχρωμη οθόνη υγρών κρυστάλλων 5,7 ιντσών

Καθαρή εικόνα και απεικόνιση δεδομένων με καθοδήγηση φιλική προς το χρήστη επιτρέπουν απλούστερη και πιο αξιόπιστη λειτουργία. Η καθαρού μεγέθους 5,7 ιντσών, επικλινή έγχρωμη οθόνη υγρών κρυστάλλων προσφέρει εύκολο χειρισμό ακόμη και σε όρθιο χειριστή.

- Σύγκριση εικονικής οράσεως

Η εικονική σύγκριση μεταξύ τρέχουσας όρασης ασθενών (με ή χωρίς βοήθεια στην όραση*1) καθώς και διορθωμένη όραση με εσωτερικούς φακούς σφαιρωμάτων και κυλίνδρων*2 μπορεί εύκολα να επιδειχθεί.

*1 Προαπαιτείται μεταφορά δεδομένων από αυτόματο φακόμετρο NIDEK

*2 Φακοί σφαιρωμάτων και κυλίνδρων μόνον στο ARK-560A

Σφαιρικοί φακοί μόνον στα ARK-530A/510A

- Ηλεκτρικό υποσιάγωνο

Το ηλεκτρικό υποσιάγωνο με απλά κουμπιά άνω/κάτω κίνησης διευκολύνουν στον καλύτερο χειρισμό.

- Κλειδαριά με ένα άγγιγμα

3.2 ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ :

Το κόστος των αυτόματων διαθλασίμετρων – κερατόμετρων κυμαίνεται στην Ευρώπη από 4.500 € έως 10.000 € και το ποσό αυτό αυξάνεται ανάλογα με την εταιρία και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κάθε μηχανήματος. Στην Ελλάδα η τιμή των αυτόματων κερατόμετρων – διαθλασίμετρων είναι κατά 30% πιο αυξημένη σε σχέση με αυτά της Ευρώπης.

Πιο υψηλό κόστος έχουν τα διαθλασίμετρα – κερατόμετρα χειρός (φορητά), όπου η τιμή τους κυμαίνεται από 8.000€ έως 15.000€ (τιμές εξωτερικού) αφού τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους επιτρέπουν πολλαπλές λειτουργίες και εύκολη μεταφορά σε οποιοδήποτε μέρος.

Αξίζει να αναφέρουμε ότι η διανομή των αυτόματων διαθλασίμετρων – κερατόμετρων στην Ελλάδα γίνεται κυρίως σε οφθαλμολογικά ιατρεία και ιατρικές κλινικές. Σε αντίθεση με το εξωτερικό όπου η διανομή είναι ιδιαίτερα αυξημένη και σε οπτικά καταστήματα αλλά και σε οφθαλμολογικά ιατρεία.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την μελέτη του θέματος με τίτλο «ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΚΕΡΑΤΟΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΟ» που θίγει η παρούσα εργασία, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα οφθαλμολογικά προβλήματα του ανθρώπου αποτελούν βασικό αντικείμενο συνεχούς διερεύνησης και διαπιστώνουμε πως με την πάροδο του χρόνου γέννησαν την ανάγκη των κερατοδιαθλασιμέτρων για εξέλιξη.

Ξεκινώντας, εξετάζουμε σε βάθος το ανθρώπινο οπτικό σύστημα. Αναλύουμε εκτενώς τα ανατομικά χαρακτηριστικά του οφθαλμού και τοποθετούμαστε για τις οπτικές εκτροπές, οι οποίες επηρεάζουν την ποιότητα της όρασης.

Στην συνέχεια, θέλοντας να συνδέσουμε τις ανωμαλίες από τις οποίες πάσχει ο οφθαλμός, επισημαίνουμε τις διαφορετικές χρήσεις του κερατόμετρου και μέσα από μια ιστορική αναδρομή των τριών βασικότερων κερατόμετρων (Bausch and Lomb, Javal-Schiotz και Zeiss), αντιλαμβανόμαστε πόσο σημαντικό ρόλο έπαιξε ως όργανο μέτρησης στην κερατομετρία. Αναπτύσσουμε λεπτομερώς τις αρχές και την θεωρία των μηχανημάτων αυτών και φτάνουμε στο σήμερα όπου συναντάμε τα πιο σύγχρονα μηχανήματα τελευταίας τεχνολογίας.

Μιλώντας για την εξέλιξη των κερατοδιαθλασιμέτρων σε αυτόματα πλέον μηχανήματα προηγμένης τεχνολογίας, τα οποία έρχονται να καλύψουν τα κενά που άφησαν τα κερατόμετρα, παραθέτουμε τα πιο ευρέως διαδεδομένα μηχανήματα που κυκλοφορούν στον εμπόριο. Κατασκευασμένα με όλο τον τεχνολογικό εξοπλισμό, δίνουν εκτός από την δυνατότητα διασύνδεσης με άλλα μηχανήματα και την δυνατότητα εκτέλεσης τονομετρίας και τοπογραφίας. Σχεδιασμένα για εύκολη εξέταση των ασθενών, εκτελούν μετρήσεις διάθλασης και κερατομετρίας. Τα τεχνολογικά τους χαρακτηριστικά εκτός από την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων προσφέρουν και ευκολία στον χρήστη.

Όλα δείχνουν πως τα αυτόματα κερατοδιαθλασίμετρα θα συνεχίσουν να εξελίσσονται μελλοντικά, έτσι ώστε να μπορούν να καλύψουν τις νέες ανάγκες και απαιτήσεις του ασθενούς. Προσαρμοσμένα στις αλλαγές που επιφέρει η τεχνολογική πρόοδος, θα αποκτούν περισσότερα χαρακτηριστικά και θα εξασφαλίζουν την ευκολία και τη λειτουργικότητα στους χρήστες.

INDEX

Apertures = ανοίγματα
Auto = αυτόματο
Auto puff control = αυτόματος έλεγχος πνοής
Axis = άξονας
Biprism = δίπρισμα
Cataract eye = μάτι με καταρράκτη
Charge Coupled Device = συσκευή συζευγμένου φορτίου
Chip = τσιπ, ολοκληρωμένο κύκλωμα
Compound microscope = σύνθετο μικροσκόπιο
Contact Lens Base Curve = καμπυλότητα φακών επαφής
Cornea = κερατοειδής χιτώνας
Cut off = αποκόπτω
Cylinder = κύλινδρος
Delete all = διαγραφή όλων
Dioptre = δίοπτρα
Distance = απόσταση
Doubling prism = δίπρισμα διπλασιασμού
Down = κάτω
Eyepiece = προσοφθάλμιο
Gram = γραμμάριο
High Definition Multimedia Interface = διασύνδεση πολυμέσων υψηλής ευκρίνειας
Inch = ίντσα
Infra red illumination = υπέρυθρος φωτισμός
Intraocular lens = ενδοφακός
Joystick = χειριστήριο
Libra (roman) = λίβρα
Light emitting diode = δίοδος εκπομπής φωτός
Liquid crystal display = οθόνη υγρών κρυστάλλων
Millisecond = μιλιδευτερόλεπτο
Millimeter = χιλιοστόμετρο
Minute = λεπτό
Mire = φωτεινός στόχος
Mire image = είδωλο φωτεινού στόχου
Microscope = μικροσκόπιο
Monitor = ελεγκτής εκπομπών
Memory = μνήμη
Menu = κατάλογος
Micro lens array = Διάταξη μικροφακών

Normal eye = φυσιολογικό μάτι
Objective = αντικείμενο
One touch = ένα άγγιγμα
Panel = πίνακας
Patient's cornea = κερατοειδής ασθενούς
Pet mode = λειτουργία μηχανήματος
Point spread function = λειτουργία επέκτασης στόχου
Print = εκτύπωση
Pupillary distance = απόσταση κόρης
Quick mode = γρήγορη λειτουργία
Retro = ρετρό
Rigid gas permeable = σκληρός αεροδιαπερατός
Second = δευτερόλεπτο
Set memory = ρυθμίστε τη μνήμη
Start = έναρξη
Sphere = σφαίρα
Super luminescent diode = υπέρ φωτεινή δίοδος
Thin film transistor = τρανζίστορ λεπτής μεμβράνης
Trackball = ιχνοσφαίρα
Touch screen = οθόνη αφής
Underwriter laboratories = εργαστήρια ασφαλειών
Universal serial bus = ενιαίος σειριακός διάυλος
Up = επάνω
Vertex = κορυφή γωνίας
Video graphics array = διάταξη γραφικών βίντεο
Wave front = μέτωπο κύματος
Zoom = μεγεθύνω

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δαμανάκης, Α. (1999) *Διάθλαση-Βασικές αρχές και τεχνική*. 2^η έκδοση. ΑΘΗΝΑ: Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας.
- American Academy of ophthalmology (1996) *Οπτική, Διάθλαση και Φακοί Επαφής*. ΤΟΜΟΣ 3. ΑΘΗΝΑ: Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ Πασχαλίδης.
- BENNETT, A. G. (1966) *The calibration of keratometers*. *Optician*, 151, 317-322.
- CHASTON, J. (1978) *The verification of the optical dimensions of the soft lens*. In *Soft Contact Lenses: Clinical and Applied Technology*, p. 457. Edited by M. Ruben. Bailliere Tindall, London.
- Cheng X, Himebaugh NL, Kollbaum PS, Thibos LN, Bradley A. (2003) *Validation of a clinical Shack-Hartmann aberrometer*. *Optom Vis Sci* 80 (8): 587-95.
- D. Atchison, G. Smith. (2002) *Optics of the human eye*. Butterworth-Heinemann.
- Duke-Elder. (1978) *Practice of refraction*. Churchill Livingstone.
- Eugene Hecht. (2002) *Optics*. 4th Edition. Addison Wesley.
- LOBAN, D. F. C. (1980) *The verification of soft contact lenses, in Contact Lenses*, Voi. II, p. 469. Edited by J. Stone and A. J. Phillips. Butterworths, London.
- Lu GS. (1993) *Intraocular lens implantation in high myopes*. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 29 (1): 16-8.
- STONE, j. and FRANCIS, J. (1980) *Practical optics of contact lenses and aspects of contact lens design, in Contact Lense*. Vol. i, p. 91. Edited by J. Stone and A. J. Phillips. Butterworths, London.
- Thibos LN. (2000) *Principles of Hartmann-Shack aberrometry*. *J Refract Surg* 16 (5): S563-5.
- Howland HC, Buettner J. (1989) *Computing high order wave aberration coefficients from variations of best focus for small artificial pupils*. *Vision Res* 29 (8): 979-8

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Εταιρία UNICOS Co.Ltd, Products
http://www.e-unicos.com/flow/?ref=menu/view.emt&menu_table=m2_00

- Εταιρία ΜΗΝΑ, Οφθαλμολογικός Εξοπλισμός, Διαθλασίμετρα-Κερατόμετρα
http://www.minopta.gr/old/index.php?option=com_djcatalog2&view=items&cid=5%3Adiathlasimetra-keratometra&Itemid=48&lang=el
- Εταιρία ΒΑΙΡΑΜΟΓΛΟΥ, Μηχανήματα Οπτομετρίας
<http://www.bairamoglou.gr/GR/machines/optometry.htm>
<http://www.bairamoglou.gr/GR/machines/optometry%20products.pdf>
- Εταιρία ΚΑΚΙΑΣ, Οργάνωση Τμήματος Φακών Επαφής, Διαθλασίμετρα-Κερατόμετρα
<http://www.ionian-optical.gr/el/examination-room/ref-keratometers>
<http://www.ionian-optical.gr/el/examination-room/ref-keratometers/63-ref-keratometers>
<http://www.ionian-optical.gr/el/examination-room/ref-keratometers/112-auto-refractometer-ar-360a-330a-310a>
- Εταιρία ΦΑΡΜΕΞ Α.Ε, Ιατρικά Μηχανήματα
http://www.pharmex.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=31
http://www.pharmex.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=9
- Εταιρία ΧΑΛΙΩΤΗΣ Α.Ε., Ophthalmology-Οφθαλμολογικά
<http://www.optix.gr/downloads/Catalog/Ophthalmology.pdf>
- Εταιρία POTEK Co. Ltd, Product
<http://www.potec.biz/>
- BIB OPHTHALMIC INSTRUMENTS, Products, Refraction Equipment, Auto Refractors / Keratometers
<http://www.bibonline.co.uk/product-categories/auto-refractors-keratometers>
- Εταιρία Takagi Seiko Co., Ltd, Products, Refractive Examination Instruments
http://www.takagi-j.com/ENG/product/Ref/ARKM-200/product_EN_ref_ARKM-200.html
<http://www.takagieurope.com/ARKM-200.php>
- Εταιρία NIDEK Co. Ltd, Products, Examination Equipment, Auto Refractometers / Auto Keratometers / Non Contact Tonometers
<http://www.ionian-optical.gr/el/examination-room/ref-keratometers/111-auto-ref-kerato-tonometer-tonoreftm-ii>
<http://www.nidek-intl.com/products/examination/ar-360a.html>
<http://www.nidek-intl.com/products/examination/tonoref2.html>
<http://www.nidek-intl.com/products/examination/ark-30.html>

- Εταιρία Omma Lite, Διαγνωστικά Όργανα, Αυτόματα Διαθλασίμετρα- Κερατόμετρα
<http://www.ommalite.gr/>

<http://www.ommalite.gr>

<http://www.ommalite.gr/>

ΑΓΙΟ 2013

ΚΥΡΙΑΚΟΠΟΥΛΟΥ ΚΛΕΟΝΙΚΗ

ΣΤΡΑΤΙΚΗΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ