



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Συγκριτική μελέτη Orbscan και Pentacam

Όνοματεπώνυμο Σπουδαστή

ΤΖΙΦΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

Δρ Δήμητρα Μακρυνιώτη, Οπτικός - Οπτομέτρης, BSc (Hons), MSc, PhD

Αίγιο, Ιούνιος 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός:

Η παρούσα μελέτη έχει ως σκοπό την συσχέτιση των τοπογραφικών μηχανημάτων του κερατοειδούς, το Pentacam και το Orbscan. Επιπροσθέτως, η έρευνα πραγματοποιήθηκε για την σύγκριση των μηχανημάτων σε άτομα με φυσιολογικό κερατοειδή και σε άτομα με κερατόκωνο.

Μέρος:

Η έρευνα ήταν δειγματοληπτική από άτομα που είχαν εξετασθεί στο Athens Eye Hospital και στο Athens Eye Δυτικής Αττικής, Αθήνα, Ελλάδα και διήρκησε από τις 10 Δεκεμβρίου 2013 έως τις 20 Μαΐου του 2014.

Μέθοδος:

Μετρήθηκαν 132 άτομα συνολικά, 70 από αυτούς αποτελέσαν την ομάδα ελέγχου – άτομα με φυσιολογικό κερατοειδή (36 άνδρες) και 62 αποτέλεσαν την ομάδα με κερατόκωνο (37 άνδρες). Η μέση ηλικία των φυσιολογικών ασθενών ήταν $(30\pm 6,68)$ και των κερατοκωνικών ασθενών ήταν $(29\pm 4,92)$ αντίστοιχα. Μετρήθηκε η πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας, ο συνολικός κερατοειδικός αστιγματισμός, η πρόσθια κερατοειδική ισχύς, η συνολική κερατοειδική ισχύς και το κερατοειδικό πάχος. Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με αντίστοιχες μετρήσεις με το αυτόματο κερατοδιαθλασίμετρο. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ανάλυση πραγματοποιήθηκε για τα κεντρικά 3mm στο μηχάνημα Pentacam, ενώ για τα 3mm και τα 5mm του κερατοειδούς στο Orbscan II. Αναλύθηκε ο δεξιός οφθαλμός των φυσιολογικών ατόμων και ο οφθαλμός με τον πιο εξελιγμένο κερατόκωνο στους κερατοκωνικούς ασθενείς.

Αποτελέσματα:

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την στατιστική ανάλυση αφορούν την μέτρηση και εκτίμηση της πρόσθιας ακτίνας καμπυλότητας στους φυσιολογικούς οφθαλμούς του Pentacam (7.74 ± 0.24 mm) και του Orbscan (7.67 ± 2.22 mm) με ($p<0.05$), ενώ στους κερατοκωνικούς ασθενείς, Pentacam (7.18 ± 0.64 mm) και Orbscan (7.27 ± 0.51 mm) με ($p<0.05$). Στον συνολικό κερατοειδικό αστιγματισμό στους φυσιολογικούς οφθαλμούς του Pentacam (-1.36 ± 0.89 D) και του Orbscan (-1.09 ± 0.82 D) με ($p<0.05$), ενώ στους κερατοκωνικούς ασθενείς, Pentacam (-4.13 ± 2.60 D) και Orbscan (-3.70 ± 2.27 D) με ($p<0.05$). Στην πρόσθια κερατοειδική ισχύ στους φυσιολογικούς οφθαλμούς του Pentacam (43.00 ± 1.46 D) και του

Orbiscan (44.01 ± 1.25 D) με ($p < 0.05$), ενώ στους κερατοκωνικούς ασθενείς, Pentacam (45.46 ± 4.22 D) και Orbiscan (46.64 ± 3.46 D) με ($p < 0.05$). Στην συνολική κερατοειδική ισχύ στους φυσιολογικούς οφθαλμούς του Pentacam (42.52 ± 1.37 D) και του Orbiscan (44.01 ± 1.25 D) με ($p < 0.05$), ενώ στους κερατοκωνικούς ασθενείς, Pentacam (46.08 ± 4.19 D) και Orbiscan (46.64 ± 3.46 D) με ($p < 0.05$). Στον κερατοειδικό αστιγματισμό στους φυσιολογικούς οφθαλμούς του Orbiscan στα 3mm (-1.09 ± 0.82 D) και 5mm (-1.02 ± 0.07 D) με ($p > 0.05$), ενώ στους κερατοκωνικούς ασθενείς στα 3mm (-3.70 ± 2.27 D) και 5mm (-2.18 ± 1.45 D) με ($p < 0.05$). Στο κερατοειδικό πάχος στους φυσιολογικούς οφθαλμούς του Pentacam (549.14 ± 27.02 μ m) και του Orbiscan (560.33 ± 32.46 μ m) με ($p < 0.05$), ενώ στους κερατοκωνικούς ασθενείς, Pentacam (463.65 ± 56.34 μ m) και Orbiscan (435.63 ± 85.19 μ m) με ($p < 0.05$). Τέλος, στην πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας του Orbiscan στα 3mm (7.67 ± 0.22 mm) και 5mm (7.74 ± 0.22 mm) με ($p < 0.05$), ενώ στους κερατοκωνικούς ασθενείς στα 3mm (7.27 ± 0.51 mm) και 5mm (7.53 ± 0.40 mm) με ($p < 0.05$)

Συμπεράσματα:

Συμπερασματικά, σχετικά με την ανάλυση της στατιστικής έρευνας που πραγματοποιήθηκε, καταλήγουμε στο γεγονός ότι προκύπτουν ελάχιστες διαφορές που αφορούν και δύο μηχανήματα (Pentacam και Orbiscan). Ωστόσο, υπάρχουν σημαντικές διαφορές κατά το κερατοειδικό πάχος, και στην ακτίνα καμπυλότητας του Orbiscan στα 3mm και 5mm. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και τα δυο μηχανήματα παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα, γεγονός που καθιστά το καθένα ξεχωριστά εξίσου κατάλληλο για την διερεύνηση διαφόρων παραμέτρων του κερατοειδούς.

Abstract

Purpose:

The purpose of this study is to compare the results of corneal measurements, taken by both Pentacam and Orbscan. In addition, this research was conducted, so as the comparison of the machines to patients with normal corneal and those diagnosed with keratoconus to be evaluated.

Place / Area:

At an early stage, it should be clarified that the research was random. Initially, the samples of this particular research derived from individuals, who had been examined at Athens Eye Hospital and Athens Eye of Western Attica, Athens, Greece. The duration of this study was from 10th December 2013 to 20th May 2014.

Patients / Methods:

A total of 132 individuals, who had been examined, is included in this survey. This specific total of individuals includes 70 patients, of whom 36 males were diagnosed with normal corneal. Furthermore, the rest 62 patients, of whom 37 were diagnosed with keratoconus. The average age of patients with normal cornea was (30±6.68) and those diagnosed with keratoconus was (29±4.92). Moreover, anterior corneal curvature, total corneal astigmatism, total corneal apex, anterior corneal apex and corneal thickness were measured, estimated and determined. At a final stage, a comparison related to measurement took place with an additional machine, called Auto-Keratometer, with which the radii curvature and corneal astigmatism were measured and evaluated. It should be noted that the central 3mm were selected to be measured with Pentacam. On the other hand, 3mm and 5mm of the corneal were measured with Orbscan II. It should be realized that the right eye of patients with normal corneal and those suffered from keratoconus was analyzed, measured and estimated.

Results:

The results of this statistic analysis are related to the measurement of anterior radius curvature of normal eye, examined with Pentacam (7.74±0.44 mm) and Orbscan (7.67±2.22 mm) with ($p<0.05$), but in patients with keratoconus, Pentacam (7.18±0.64 mm) and Orbscan (7.27±0.51) with ($p<0.05$). The total corneal astigmatism of normal eyes, examined with Pentacam (-1.36±0.89 D) and Orbscan (-1.09±0.82 D) with ($p<0.05$), but in patients with keratoconus, Pentacam (-4.13±2.60 D) and Orbscan (-3.70±2.27 D) with ($p<0.05$).

The anterior corneal power of normal eyes, examined with Pentacam (43.00 ± 1.43 D) and Orbscan (44.01 ± 1.25 D) with ($p < 0.05$), but in patients with keratoconus, Pentacam (45.46 ± 4.22 D) and Orbscan (46.64 ± 3.46 D) with ($p < 0.05$). The total corneal power of normal eyes, examined with Pentacam (42.52 ± 1.37 D) and Orbscan (44.01 ± 1.25 D) with ($p < 0.05$), but in patients with keratoconus, Pentacam (46.08 ± 4.19 D) and Orbscan (46.64 ± 3.46 D) with ($p < 0.05$). The corneal astigmatism of normal eyes, examined with Orbscan in 3mm (-1.09 ± 0.82 D) and 5mm (-1.02 ± 0.07 D) with ($p > 0.05$), with patients with keratoconus in 3mm (-3.70 ± 2.27 D) and 5mm (-2.18 ± 1.45 D) with ($p < 0.05$). The corneal thickness of normal eyes, examined with Pentacam (549.14 ± 27.02 μm) and Orbscan (560.33 ± 32.46 μm) with ($p < 0.05$), but in patients with keratoconus, Pentacam (463.65 ± 56.34 μm) and Orbscan (435.63 ± 85.19 μm) with ($p < 0.05$). Finally, the anterior radius curvature, examined with Orbscan in 3mm (7.67 ± 0.22 mm) and 5mm (7.74 ± 0.22 mm) with ($p < 0.05$), but the patients with keratoconus in 3mm (7.27 ± 0.51 mm) and 5mm (7.53 ± 0.40 mm) with ($p < 0.05$).

Conclusion:

In conclusion, there are some slight differences related to both machines (Pentacam and Orbscan). On the other hand, there are some significant differences related to corneal thickness and radius curvature of Orbscan in 3mm and 5mm. It should be noted both machines offer valid results. For this reason, both of them would be equally appropriate, so as various parameters of corneal to be studied further.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ	10
1.2 ΒΛΕΦΑΡΑ	12
1.3 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΒΟΛΒΟΥ	13
1.3.1 Υδατοειδές υγρό.....	13
1.3.2 Φακός.....	14
1.3.4 Δακρυϊκός αδένας	15
1.3.5 Οφθαλμοκινητικοί μύες.....	15
1.4 ΑΜΕΤΡΩΠΙΑ	16
1.5 ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ	18
1.5.1 Αίτια κερατόκωνου	19
1.5.2 Συμπτώματα κερατόκωνου	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	21
2.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ	21
2.2 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ	21
2.3 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ	22
2.4 ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ	22
2.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ	22
2.6 Η ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ	24
2.7 Η ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΟΥ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΥ	24
2.8 Η ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΙΚΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ .	25
2.9 ORBSCAN II	28
2.9.1 Τι είναι η τοπογραφία του ORBSCAN II.....	28
2.9.2 Η τεχνολογία Placido disc	28
2.9.3 Τι παρέχει η εξέταση με το ORBSCAN II	29
2.9.4 Η τεχνολογία ανάκλασης και προβολής.....	30
2.9.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της τοπογραφίας του ORBSCAN II.....	33
2.9.6 Ονοματολογία χαρτών.....	34
2.9.7 Καμπυλομετρικοί χάρτες	34
2.9.8 Υψομετρικοί χάρτες	35
2.9.9 Παχυμετρικοί χάρτες	36
2.9.10 Η χαρτογραφική μορφολογία των χαρτών του ORBSCAN II.....	37

2.9.11 Οι τοπογραφικές απεικονίσεις του ORBSCANII.....	38
2.10 PENTACAM.....	40
2.10.1 Εκθέσεις.....	43
2.10.2 Τοπογραφία και κερατομετρία.....	44
2.10.3 Παχυμετρία.....	45
2.10.4 Πρόσθια επιφάνεια.....	47
2.10.5 Κερατοκωνική προβολή.....	47
2.11 ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΚΕΡΑΤΟ-ΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΟ.....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	51
3.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ.....	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	53
4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	53
4.1.1 Είδος έρευνας.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	54
5.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	54
5.1.1 Είδος δειγματοληψίας.....	54
5.1.2 Εργαλεία μετρήσεων.....	54
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	56
6.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	56
6.1.1 Αποτελέσματα ομάδας ελέγχου σε άτομων με φυσιολογικό κερατοειδή.....	56
6.1.2 Αποτελέσματα ομάδας ελέγχου σε άτομα με κερατόκωνο.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	78
7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ.....	80
ΑΡΘΡΑ.....	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	83

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην συγκεκριμένη μελέτη επιχειρείται η συσχέτιση μεταξύ της μηχανής ανίχνευσης Pentacam και της τοπογραφικής μηχανής Orbscan σε άτομα με φυσιολογικό κερατοειδή και άτομα με κερατόκωνο.

Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε επτά (7) κεφάλαια. Το πρώτο (1) κεφάλαιο κατηγοριοποιείται σε πέντε υποκεφάλαια. Περιγράφεται η ανατομία και η φυσιολογία του οφθαλμού, τα βλέφαρα, τα περιεχόμενα του βολβού (το υδατοειδές υγρό, ο φακός, το υαλοειδές σώμα, ο δακρυϊκός αδένας και οι οφθαλμοκινητικοί μύες), η αμετρωπία και ο κερατόκωνος (τα αίτια και τα συμπτώματα).

Στο δεύτερο (2) κεφάλαιο επεξηγείται ο όρος της τοπογραφίας, η τοπογραφία κερατοειδούς, οι τοπογραφικοί χάρτες, η χρωματική κλίμακα, η ανάλυση της τοπογραφικής κλίμακας, η απεικόνιση της τοπογραφίας (του φυσιολογικού κερατοειδούς, του κερατοειδικού αστιγματισμού και του κερατοκωνικού κερατοειδούς). Επιπροσθέτως, αναλύεται η τοπογραφική μηχανή Orbscan II (τι είναι το Orbscan II, τι παρέχει η εξέταση με το Orbscan II, η τεχνολογία ανάκλασης και προβολής σύμφωνα με την οποία λειτουργεί, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του. Ακόμα, παρουσιάζεται η ονοματολογία των χαρτών, οι καμπυλομετρικοί χάρτες, οι υψομετρικοί χάρτες, οι παχυμετρικοί χάρτες, η χαρτογραφική μορφολογία των χαρτών και οι τοπογραφικές απεικονίσεις του). Επιπλέον, αναπτύσσεται η μηχανή ανίχνευσης Pentacam, οι εκθέσεις της, η τοπογραφία και κερατομετρία, η παχυμετρία, η πρόσθια επιφάνεια και η κερατοκωνική προβολή. Τέλος, επεξηγείται η λειτουργία του αυτόματου διαθλασίμετρου.

Στο τρίτο (3) κεφάλαιο γίνεται η σύγκριση της βιβλιογραφικής ανασκόπησης με άλλα άρθρα, όπου γίνεται σύγκριση και συσχέτιση των δύο μηχανημάτων με διάφορες παραμέτρους.

Στο τέταρτο (4) κεφάλαιο προβάλλεται ο σκοπός της έρευνας και το είδος της έρευνας.

Στο πέμπτο (5) κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία της έρευνας, το είδος της δειγματοληψίας και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη έρευνα.

Στο έκτο (6) κεφάλαιο παρατίθενται τα στατιστικά αποτελέσματα σε γραφήματα από την έρευνα που διεξήχθη (σε άτομα με φυσιολογικό κερατοειδή και σε άτομα με κερατόκωνο) κατά το χρονικό διάστημα 10 Δεκεμβρίου 2013 έως 2 Μαΐου 2014.

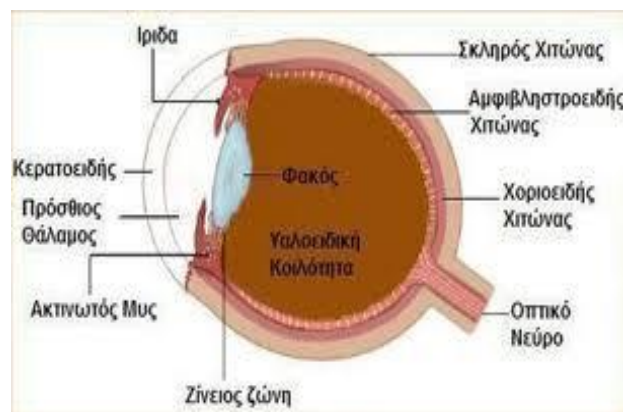
Τέλος, στο έβδομο (7) κεφάλαιο καταγράφονται τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τα αποτελέσματα των στατιστικών δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΟΦΘΑΛΜΟΥ

Ο ανθρώπινος οφθαλμός είναι το αισθητήριο όργανο της όρασης. Αποτελείται από τον βολβό και τα ανατομικά μέρη που τον περιβάλλουν και τον βοηθούν στην κίνηση και τις λειτουργίες του. Αυτά είναι τα βλέφαρα, οι μύες και η δακρυϊκή συσκευή. Επιπλέον, ο βολβός προστατεύεται μέσα στον οφθαλμικό κόγχο που αποτελεί κοιλότητα του οστού του κρανίου. (Drake., Vogl & Mitchell., 2009)

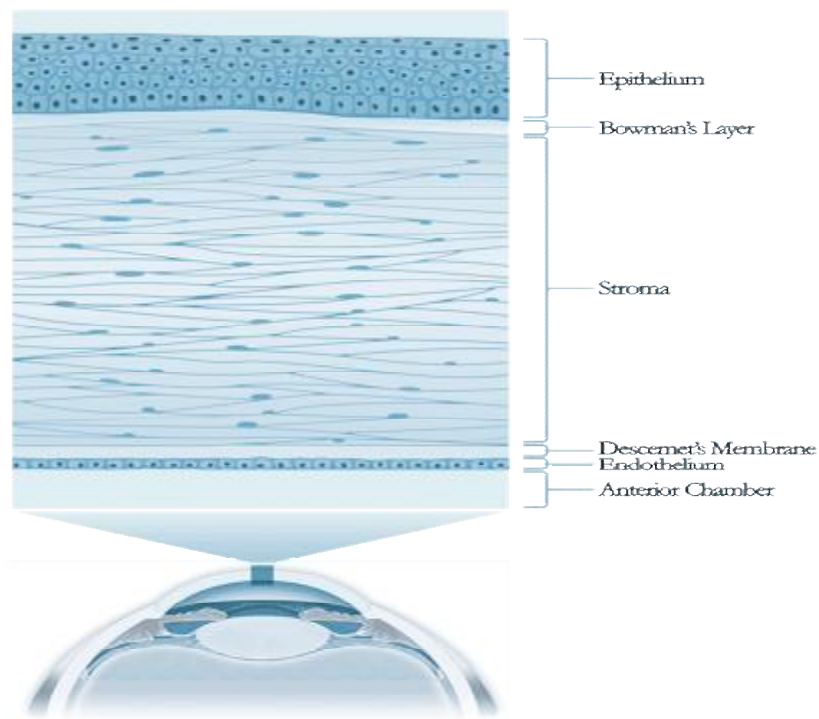
Ο οφθαλμικός βολβός έχει σχήμα σχεδόν σφαιροειδές, η διάμετρος του είναι περίπου 24mm και αποτελείται από το εξωτερικό περίβλημα των χιτώνων και από το κυρίως σώμα του βολβού. Το τοίχωμα του αποτελείται από τρεις χιτώνες, τον ινώδη, τον αγγειώδη και τον αμφιβληστροειδή. (Lemp & Snell., 1997)



Εικόνα 1.1.1: Χιτώνες οφθαλμικού βολβού

Ο ινώδης χιτώνας προς τα εμπρός είναι διαφανής και ονομάζεται κερατοειδής χιτώνας, ενώ προς τα πίσω είναι αδιαφανής και λέγεται σκληρός χιτώνας. Ο κερατοειδής χιτώνας είναι ένας διαφανής χιτώνας χωρίς αγγεία αλλά με πολλές νευρικές ίνες. Παίξει τον κυριότερο ρόλο στο διαθλαστικό σύστημα του ματιού. Ο κερατοειδής αποτελείται από δύο επιφάνειες την πρόσθια και την οπίσθια, οι οποίες μεταξύ τους διαχωρίζονται από 5 στοιβάδες :

- i. Επιθήλιο.
- ii. Μembrάνη του Bowman ή πρόσθιο αφοριστικό πέταλο.
- iii. Ίδια ουσία ή στρώμα.
- iv. Μembrάνη του Descemet ή οπίσθιο αφοριστικό πέταλο.
- v. Ενδοθήλιο.
(Μόσχος)



Εικόνα 1.1.2: Στοιβάδες κερατοειδούς

Επιθήλιο: Το επιθήλιο του κερατοειδούς είναι πολύστιβο πλακώδες. Αποτελείται από την βασική μεμβράνη πάνω από την οποία στηρίζεται ένας τοίχος κυλινδρικών κυττάρων, που αποτελούν την μητρική ή βασική στιβάδα του επιθηλίου. (Μόσχος)

Μεμβράνη του Bowman(ή πρόσθιο αφοριστικό πέταλο): Είναι ένα ομοιόμορφα παχύ πέταλο πάχους 10-16 μm και βρίσκεται κάτω ακριβώς από την βασική μεμβράνη του κερατικού επιθηλίου. Αποτελείται από σύμπλεγμα κολλαγόνων ινιδίων χωρίς κύτταρα. (Μόσχος)

Ιδία ουσία ή στρώμα: Το στρώμα αποτελεί το 90% του πάχους του κερατοειδούς και σχηματίζεται από τις κολλαγόνες ίνες και τα κερατοκυττάρα. Οι κολλαγόνες ίνες έχουν χαρακτηριστική παράλληλη διάταξη μεταξύ τους και πολλές μαζί δημιουργούν ένα πέταλο. (Μόσχος)

Μεμβράνη του Descemet(ή οπίσθιο αφοριστικό πέταλο): Η μεμβράνη του Descemet αποτελεί ένα πέταλο πάχους 6-10 μm, πολύ ελαστικό, που βρίσκεται κάτω από το στρώμα του κερατοειδούς με το οποίο συνδέεται χαλαρά. Αποτελείται από πλέγμα κολλαγόνων ινιδίων και στερείται κυττάρων. (Μόσχος)

Ενδοθήλιο: Το ενδοθήλιο αποτελείται από μια στιβάδα αποπλατυσμένων εξαγωνικών κυττάρων, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με προεκβολές της κυτταρικής τους επιφάνειας. Τα ενδοθηλιακά κύτταρα, όταν καταστρέφονται δεν αναπαράγονται, ο αριθμός τους μειώνεται με την ηλικία και το κενό που δημιουργείται, καλύπτεται με εξάπλωση των διπλανών κυττάρων.

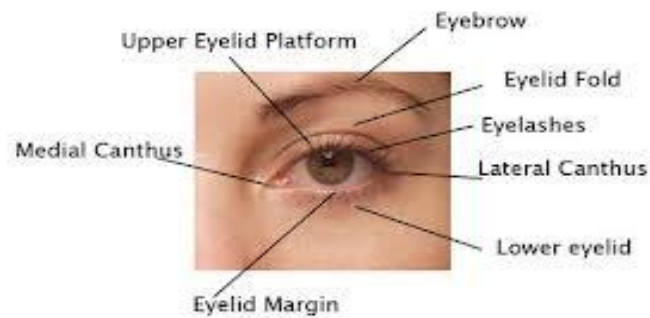
Γι'αυτό στην παιδική ηλικία τα κύτταρα του ενδοθηλίου είναι υψηλά και κυβοειδή, ενώ στους ενήλικους είναι πιο επίπεδα. (Μόσχος)

Στον σκληρός χιτώνας καταφύονται οι τένοντες των οφθαλμοκινητικών μυών. Ο σκληρός διαθέτει κάποια μικρά αγγεία και επιπλέον διαπερνάται στο πίσω μέρος από το οπτικό νεύρο. (An & Snell., 1997)

Ο αγγειώδης χιτώνας αποτελείται από την ίριδα, το ακτινωτό σώμα και τον χοριοειδή χιτώνα. Η ίριδα χωρίζει τον πρόσθιο από τον οπίσθιο θάλαμο του ματιού και στο μέσο της υπάρχει μια οπή, η κόρη. Η κόρη έχει διάμετρο που μεταβάλλεται αντανακλαστικά ανάλογα με τον φωτισμό του περιβάλλοντος. Το ακτινωτό σώμα, σε μια κάθετη διατομή, έχει σχήμα τριγωνικό. Οι ακτινωτοειδείς προβολές που αποτελούν μέρος του ακτινωτού σώματος περιβάλλουν κυκλοτερώς τον φακό και σχηματίζουν τον ακτινωτό κύκλο. Από την περιοχή αυτή εκφύονται οι ίνες της ζώνης του Zinn, οι οποίες καταφύονται στην περιφέρεια του φακού. Ο ακτινωτός μυς συγκρατεί τον φακό και ρυθμίζει την κύρτωση του, δηλαδή την προσαρμογή στην εγγύς και τη μακρινή όραση. Το ακτινωτό σώμα έχει μεγάλη σημασία στην διατήρηση της υπόστασης και της καλής λειτουργίας του βολβού, αφού παράγει το υδατοειδές υγρό βλάβη του οποίου μπορεί να προκαλέσει ακόμα και φθίση του βολβού. Ο χοριοειδής χιτώνας αποτελεί τον αγγειοβριθέστερο χιτώνα του ματιού και αιματώνει τις έξω στοιβάδες του αμφιβληστροειδούς. Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας αποτελεί τον αισθητηριακό χιτώνα του ματιού, διότι σε αυτόν βρίσκονται οι φωτοϋποδοχείς, τα ραβδία και κωνία, τα οποία είναι οι δέκτες του φωτός. Τα ραβδία βοηθούν την όραση σε σκοτοπικές συνθήκες (αμυδρό φως), ενώ τα κωνία, που είναι και λιγότερα, συγκεντρώνονται στην περιοχή της ωχράς και βοηθούν την όραση σε φωτοπικές συνθήκες στην αντίληψη των χρωμάτων. (Μόσχος)

1.2 ΒΛΕΦΑΡΑ

Τα βλέφαρα προστατεύουν τον οφθαλμό από τραυματισμό και συμβάλλουν στην διασπορά των δακρύων σε όλη την πρόσθια επιφάνεια του οφθαλμικού βολβού, καθώς και στην έξοδο αυτών προς το αποχετευτικό σύστημα στον έσω κανθό. Κάθε μάτι αποτελείται από δυο βλέφαρα, το άνω και το κάτω. Το άνω βλέφαρο είναι μεγαλύτερο και πιο ευκίνητο από το κάτω. Τα δυο βλέφαρα συναντιώνονται στον έσω και έξω κανθό. Όταν το μάτι είναι κλειστό, το άνω βλέφαρο καλύπτει πλήρως τον κερατοειδή χιτώνα του οφθαλμικού βολβού. Όταν το μάτι είναι ανοιχτό με το βλέμμα στραμμένο εμπρός, το άνω βλέφαρο καλύπτει το άνω χείλος του κερατοειδούς. Το κάτω βλέφαρο βρίσκεται λίγο πιο χαμηλά από το ύψος του κερατοειδούς όταν το μάτι είναι ανοιχτό και ανέρχεται όταν το μάτι είναι κλειστό. Η επιπολής επιφάνεια των βλεφάρων καλύπτεται από δέρμα, ενώ η εν το βάθει επιφάνεια καλύπτεται από βλεννογόνο που λέγεται επιπεφυκότας. Οι βλεφαρίδες είναι κοντές, καμπυλωτές τρίχες που βρίσκονται στο ελεύθερο χείλος των βλεφάρων και αποτρέπουν την είσοδο μικροβίων στο εσωτερικό του ματιού. (Snell., 1992)



Εικόνα 1.2.1 :Στοιχεία ανατομίας βλεφάρων

1.3 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΤΟΥ ΒΟΛΒΟΥ

1.3.1 Υδατοειδές υγρό

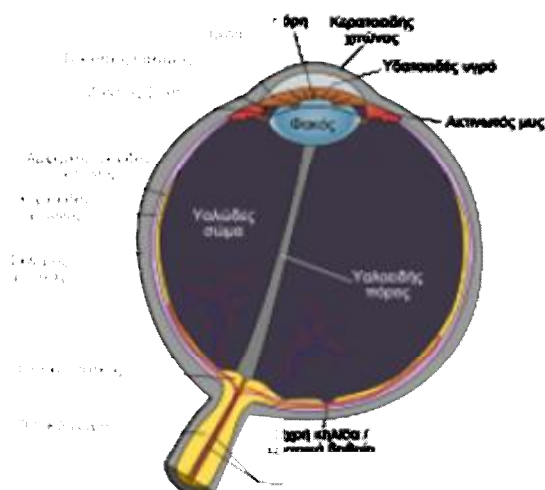
Το υδατοειδές υγρό είναι διαυγές, άχρωμο και εκκρίνεται από το επιθήλιο των ακτινοειδών προβολών του ακτινωτού σώματος. Καταλαμβάνει τον οπίσθιο και πρόσθιο θάλαμο του βολβού και αποχετεύεται από την γωνία του προσθίου θαλάμου. Το βάθος του προσθίου θαλάμου μειώνεται μετά τα 50 έτη της ηλικίας. Το υδατοειδές υγρό αποτελεί το βασικό παράγοντα στην ρύθμιση της ενδοφθάλμιας πίεσης, συμμετέχει στο μεταβολισμό του φακού προσκομίζοντας θρεπτικά συστατικά και τέλος, εξυπηρετεί σε μικρό βαθμό την διάθλαση (δείκτης διάθλασης = 1,336). (Μόσχος., Snell., 1992)

1.3.2 Φακός

Ο φακός έχει σχήμα αμφίκυρτο, είναι διαφανής, ελαστικός, στερείται αγγείων και νεύρων. Βρίσκεται μεταξύ της οπίσθιας επιφάνειας, της ίριδας και της πρόσθιας επιφάνειας του υαλοειδούς σώματος, ο οποίος περικυκλώνεται από τις ακτινοειδείς προβολές. Οι ίνες του φακού αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του. Το ελαστικό περιφάκιο βρίσκεται υπό τάση, με αποτέλεσμα ο φακός να τείνει να αποκτήσει σφαιροειδές, παρά δισκοειδές σχήμα. Ο ισημερινός του φακού προσφύεται στις ακτινοειδείς προβολές του ακτινωτού σώματος με τον κρεμαστήριο σύνδεσμο. Η έλξη των ακτινωτών ινών του κρεμαστήριου συνδέσμου τείνει να διατηρεί το φακό αποπλατυσμένο, έτσι ώστε το μάτι να μπορεί να εστιάζει σε αντικείμενα που βρίσκονται σε μακρινή απόσταση. Για να προσαρμοστεί το μάτι σε κοντινά αντικείμενα, ο ακτινωτός μυς συσπάται και έλκει το ακτινωτό σώμα κοντύτερα προς τον ισημερινό του φακού, με αποτέλεσμα οι ίνες του κρεμαστήριου συνδέσμου να χαλαρώνουν. Αυτό επιτρέπει στον φακό να αποκτήσει μεγαλύτερη σφαιρικότητα. Με την πάροδο της ηλικίας ο φακός γίνεται πυκνότερος και ανελαστικότερος, με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η ικανότητα προσαρμογής (πρεσβυωπία). (Snell., 1992)

1.3.3 Υαλοειδές σώμα

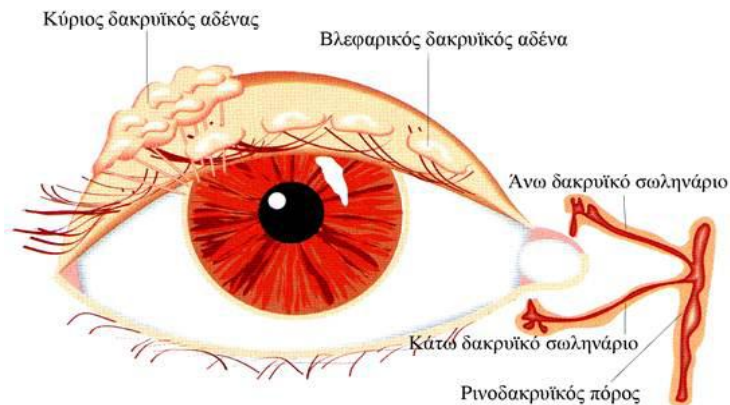
Το υαλοειδές σώμα είναι ένα ενιαίο σώμα σε πυκνόρρευση κατάσταση, που βρίσκεται μέσα στην κοιλότητα του οφθαλμικού βολβού, πίσω από το φακό και το ακτινωτό σώμα. Δεν υπάρχουν αγγεία στο υαλοειδές σώμα. Το υαλοειδές σώμα στηρίζει την οπίσθια επιφάνεια του φακού και βοηθά στην συγκράτηση του αμφιβληστροειδούς πάνω στο μελάγχρουν επιθήλιο. (Snell., 1992)



Εικόνα 1.3.3.1: Ανατομία οφθαλμού

1.3.4 Δακρυϊκός αδένας

Ο δακρυϊκός αδένας βρίσκεται στην έσω επιφάνεια του άνω βλεφάρου και τα κύτταρα του παράγουν τα δάκρυα. Το αποχετευτικό σύστημα των δακρύων αποτελείται από τους δακρυϊκούς πόρους, τον δακρυϊκό ασκό και το ρινοδακρυϊκό πόρο. (Snell., 1992)

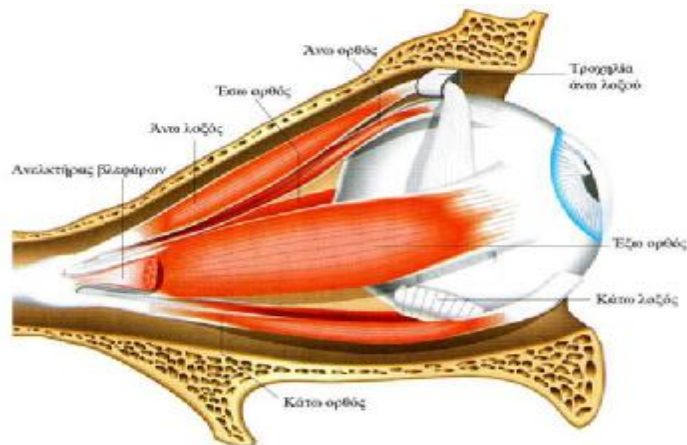


Εικόνα 1.3.4.1 :Δακρυϊκή συσκευή

1.3.5 Οφθαλμοκινητικοί μύες

Οι οφθαλμοκινητικοί μύες είναι ο άνω ορθός, ο κάτω ορθός, ο έσω ορθός, ο έξω ορθός, ο άνω λοξός και ο κάτω λοξός. Έχουν κοινή έκφυση από τον ινώδη δακτύλιο που περιβάλλει το οπτικό τρήμα. Πορεύονται μπροστά, και απομακρύνονται ο ένας από τον άλλον, σχηματίζοντας έναν μυϊκό κώνο μέσα στον οποίο υπάρχει λίπος αγγεία και νεύρα. Οι ορθοί οφθαλμοκινητικοί μύες καταφύονται στον σκληρό χιτώνα του βολβού συμμετρικά. Ο άνω και ο κάτω λοξός καταφύονται στο άνω, έξω, στο κάτω και έξω τμήμα του οπίσθιου πόλου του βολβού αντίστοιχα. (Drake, Vogl, & Mitchell., 2009)

Ο άνω λοξός μυς νευρώνεται από το τροχλιακό νεύρο και ο έξω ορθός από το απαγωγό νεύρο. Όλοι οι υπόλοιποι νευρώνονται από το κοινό κινητικό νεύρο. (Lemp & Snell., 1997, Drakeetal., 2009)

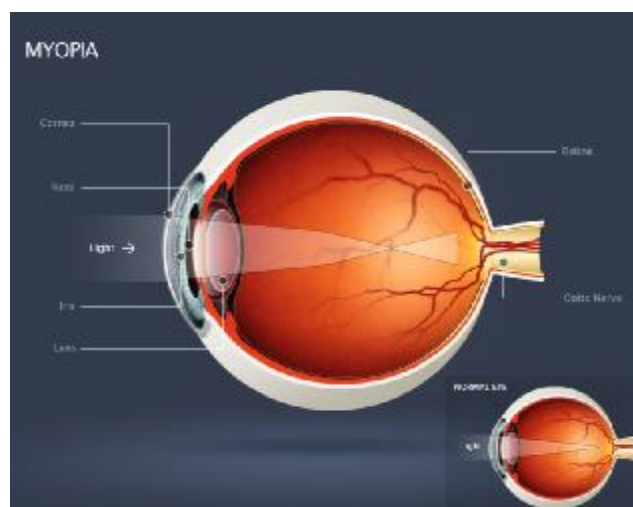


Εικόνα 1.3.5.1 :Οφθαλμοκινητικοί μύες

1.4 ΑΜΕΤΡΩΠΙΑ

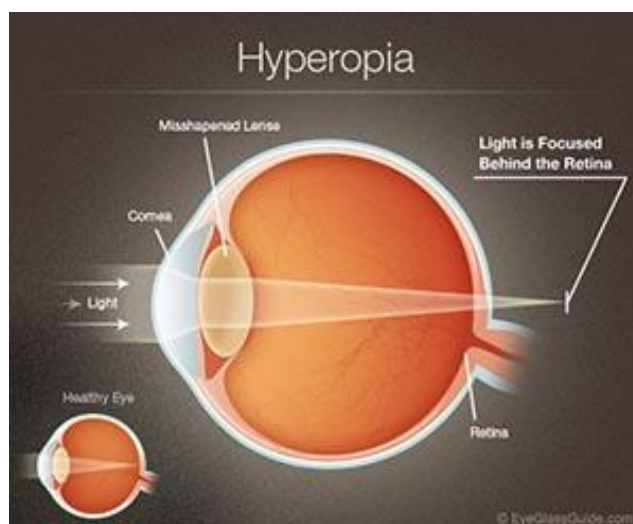
Όταν σε ένα μάτι δεν υπάρχει αρμονική σχέση μεταξύ διαθλαστικής δύναμης και αξονικού μήκους, τότε μία προσπίπτουσα παράλληλη δέσμη ακτίνων δεν εστιάζει επάνω στον αμφιβληστροειδή, αλλά μπροστά ή πίσω από αυτόν. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται αμετρωπία με αποτέλεσμα θολής όρασης. Οι αμετρωπίες διακρίνονται σε μυωπία, υπερμετρωπία και αστιγματισμό. (Δαμανάκης.,1999)

Στην μυωπία, μια παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτίνων δεν εστιάζεται επάνω στον αμφιβληστροειδή, αλλά σε ένα σημείο μπροστά από αυτό. Αυτό μπορεί να οφείλεται, είτε σε μεγάλη διαθλαστική δύναμη, είτε σε μεγάλο αξονικό μήκος του ματιού, είτε και στα δύο. (Δαμανάκης., 1999, Παλημέρης., 1996)



Εικόνα 1.4.1:Μυωπία

Στην υπερμετρωπία, μια παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτινών δεν εστιάζεται επάνω στον αμφιβληστροειδή, αλλά σε ένα σημείο πίσω από αυτόν. Αυτό μπορεί να οφείλεται, είτε σε πολύ μικρή διαθλαστική δύναμη, είτε σε πολύ μικρό αξονικό μήκος του ματιού, είτε και στα δύο. Στην υπερμετρωπία συμβαίνει ακριβώς το ανάποδο από την μυωπία. (Δαμανάκης., 1999, Παλημέρης., 1996)

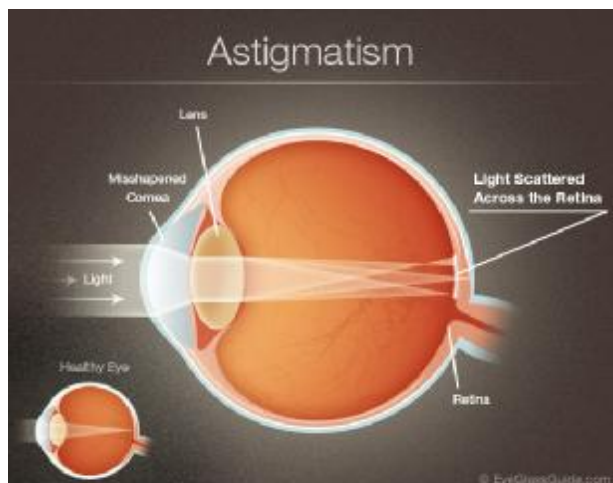


Εικόνα 1.4.2:Υπερμετρωπία

Ο αστιγματισμός, οφείλεται σε ανατομική ανωμαλία του κερατοειδούς ή σπανιότερα του φακού και αποτελεί διαθλαστική ανωμαλία όπου το μάτι δεν έχει την ίδια διαθλαστική δύναμη σε όλους τους μεσημβρινούς. Υπάρχουν δύο μεσημβρινοί, συνήθως κάθετοι μεταξύ τους οι οποίοι ονομάζονται κύριοι άξονες του αστιγματισμού. Οι δύο μεσημβρινοί μεταξύ τους εμφανίζουν ενδιάμεσες τιμές διαθλαστικών δυνάμεων. (Δαμανάκης., 1999, Παλημέρης., 1996)

Θεωρητικά σε οποιοδήποτε σημείο μίας καμπύλης επιφάνειας, η κατεύθυνση της μέγιστης και της ελάχιστης καμπυλότητας είναι πάντα 90 μοίρες μακριά. Αυτή η κατεύθυνση μπορεί να αλλάξει στο πέρασμα από το ένα σημείο στο άλλο. Αν οι βασικοί μεσημβρινοί του αστιγματισμού έχουν σταθερό προσανατολισμό σε κάθε σημείο στην κόρη, και αν το ποσοστό του αστιγματισμού είναι το ίδιο σε κάθε σημείο, η διαθλαστική κατάσταση είναι γνωστή ως ομαλός αστιγματισμός. Ο ομαλός αστιγματισμός διορθώνεται με κυλινδρικό φακό. Ο όρος λοξός αστιγματισμός χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον ομαλό αστιγματισμό κατά τον οποίο οι βασικοί μεσημβρινοί δεν βρίσκονται στις 90 ή 180 μοίρες. (Δαμανάκης., 1999, Παλημέρης., 1996)

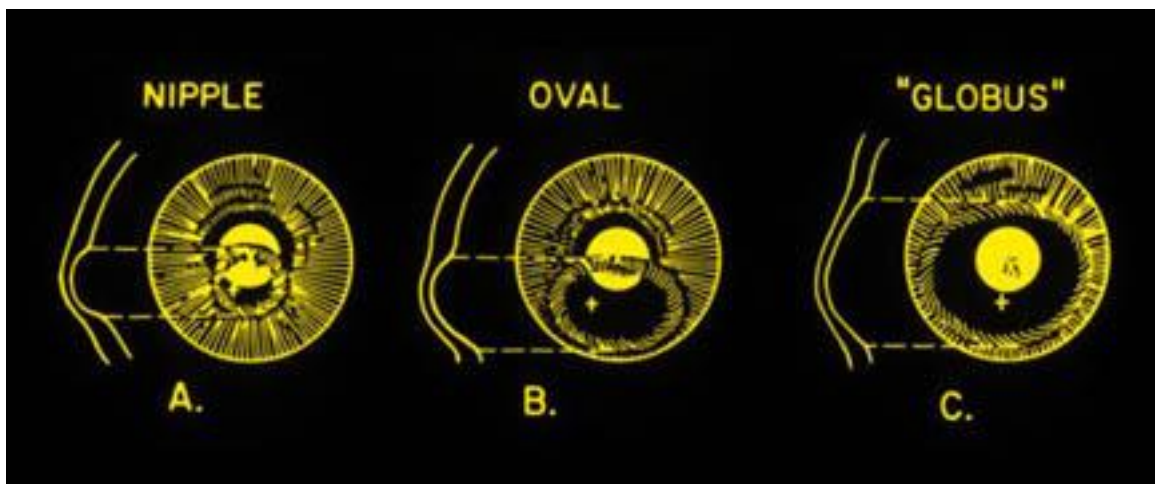
Εάν ο προσανατολισμός των βασικών μεσημβρινών αλλάζει από το ένα σημείο στο άλλο στην κόρη ή το ποσοστό του αστιγματισμού αλλάζει από το ένα σημείο στο άλλο, η κατάσταση είναι γνωστή ως ανώμαλος αστιγματισμός. (Δαμανάκης.,1999)



Εικόνα 1.4.3:Αστιγματισμός

1.5 ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΟΣ

Ο κερατόκωνος αποτελεί μη φλεγμονώδη εξελικτική δυστροφική εκτασία του κερατοειδούς, η οποία οδηγεί σε προεξοχή του κερατοειδή προς τα εμπρός. Είναι μια οφθαλμική νόσος που επηρεάζει την επιφάνεια του κερατοειδούς, ο οποίος παίρνει τη μορφή κώνου και έτσι το είδωλο δεν μπορεί να εστιαστεί πάνω στους φωτοϋποδοχείς του αμφιβληστροειδή. Επίσης, οδηγεί σε προοδευτική μείωση της όρασης λόγω ανώμαλου αστιγματισμού και θολεροτήτων στην κορυφή του κώνου. Ο κερατόκωνος οφείλεται σε μια ιδιοπαθή δομική αποδυνάμωση του κολλαγόνου του κερατοειδούς, με αποτέλεσμα, υπό την επίδραση της ενδοφθάλμιας πίεσης, ο κερατοειδής σταδιακά να λεπτύνεται και να σχηματίζει μια προεξοχή προς τα εμπρός. Η συχνότητα του κερατόκωνου υπολογίζεται στα 1 ανά 500 άτομα. Ο κερατόκωνος χωρίζεται σε 3 τύπους στην εκτασία θηλή, οβάλ εκτασία και σφαιροειδής. (Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996, Κατσούλος, Μακρυγιώτη, Ασημέλλης, Καραγεωργιάδης, Κωσταντακόπουλος, Σαπουνάκης& Φωτεινάκης., 2010, Ασημέλλης., 2007)



Εικόνα1.5.1: Τύποι κερατόκωνου

1.5.1 Αίτια κερατόκωνου

- i. Προσβάλλει κυρίως νεαρά άτομα κατά την εφηβική ηλικία και εξελίσσεται μέχρι την 3^η και 4^η δεκαετία της ζωής. Συνήθως εμφανίζεται και στους δύο οφθαλμούς αλλά με διαφορετική εξέλιξη στον καθένα.
- ii. Εμφανίζεται πιο συχνά στους άντρες παρά στις γυναίκες.
- iii. Η κληρονομικότητα παίζει ένα σχετικά μικρό ρόλο, καθώς περίπου μόνο το 6-8% των ασθενών που εμφάνισαν κερατόκωνο έχουν συγγενείς με αυτήν την πάθηση. Σε όσους εμφανίζεται κερατόκωνος λόγω κληρονομικότητας έχει βρεθεί ότι υπάρχει διαταραχή της ακεραιότητας τόσο στο επιθήλιο όσο και στο στρώμα του κερατοειδή που οφείλεται σε γενετικό υπόβαθρο.
- iv. Το μηχανικό τραύμα που προκαλείται από έντονο «τρίψιμο» των ματιών με τα χέρια έχει κύριο λόγο τις οφθαλμικές αλλεργίες, με αποτέλεσμα οι ίνες του κολλαγόνου του κερατοειδούς να είναι λιγότερο ανθεκτικές με αποτέλεσμα να αλλοιώνεται όλη η δομή του στρώματος.
- v. Το άσθμα, η εποχιακή αλλεργική ρινίτιδα και η χρόνια αλλεργική επιπεφυκίτιδα είναι παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη του κερατόκωνου.
- vi. Εμφανίζεται πιο συχνά σε περιοχές με θερμό ή ξηρό κλίμα, όπως είναι η Κύπρος, η Ρόδος, η Σαντορίνη και άλλες περιοχές.
- vii. Το σύνδρομο Down επίσης είναι ένας άλλος παράγοντας κινδύνου για την εμφάνιση της ασθένειας.
- viii. Δερματολογικές παθήσεις, όπως είναι το έκζεμα ή η ατοπική δερματίτιδα, η οποία δεν μεταδίδεται αλλά όμως κληρονομείται και δημιουργεί έντονο κνησμό στο δέρμα.
- ix. Ενδοκρινολογικά ή ορμονικά αίτια.
(Κατσούλος et al., 2010)

1.5.2 Συμπτώματα κερατόκωνου

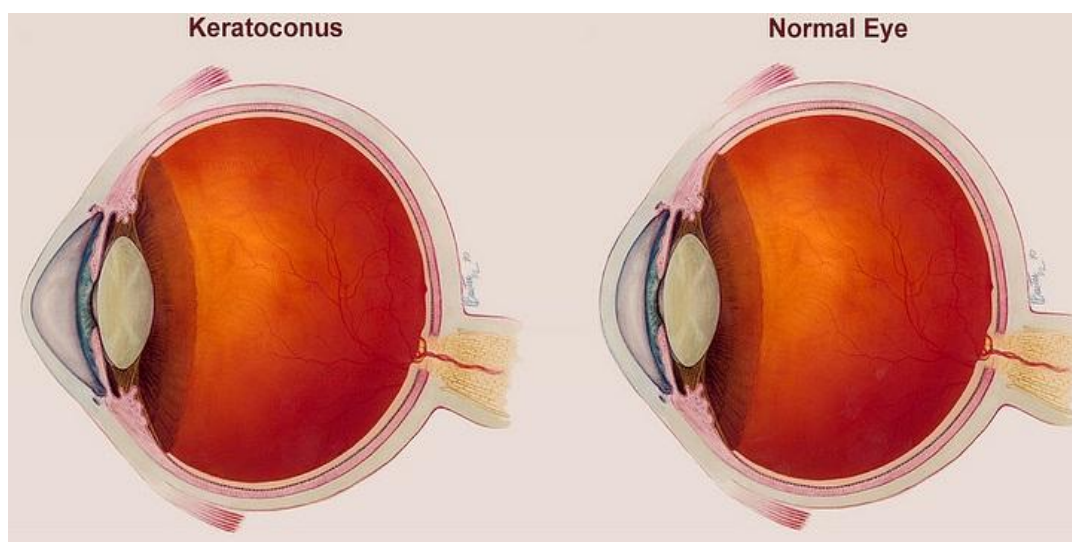
Τα συμπτώματα του κερατόκωνου ποικίλουν ανάλογα με το στάδιο που βρίσκεται. Στα πρώτα αρχικά στάδια ο κερατόκωνος γίνεται αντιληπτός, καθώς παρατηρείται μια διαρκώς αυξανόμενη μυωπία, αλλά και αρκετά υψηλός ανώμαλος αστιγματισμός που αυξάνεται συνεχώς. (Κατσούλος et al., 2010, Ασημέλλης., 2007)

Σε κάθε οφθαλμό η όραση προσβάλλεται σε διαφορετικό βαθμό, ενώ με την εξέλιξη της πάθησης η όραση αλλοιώνεται όλο και περισσότερο, καθώς ο κερατοειδής γίνεται πιο κυρτός, με αποτέλεσμα την ουλοποίηση του.(Κατσούλος et al., 2010)

Επίσης, δημιουργούνται φωτεινοί δακτύλιοι γύρω από τις πηγές φωτός και αυτό έχει ως αποτέλεσμα η εικόνα που φτάνει στον εγκέφαλο να είναι παραμορφωμένη και αρκετά θολή. (Κατσούλος et al., 2010, Ασημέλλης., 2007)

Στον κερατόκωνο παρατηρείται κακή όραση σε όλες τις αποστάσεις, καθώς δημιουργούνται είδωλα «φαντασμάτων», δηλαδή εστιάζονται είδωλα σε διαφορετικά σημεία του αμφιβληστροειδούς στον ίδιο οφθαλμό. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται «μονόφθαλμη πολυωπία». (Κατσούλος et al., 2010, Ασημέλλης., 2007)

Τέλος, ένα ακόμη σύμπτωμα που εμφανίζει ο ασθενής είναι ο έντονος κνησμός. (Κατσούλος et al., 2010)



Εικόνα 1.5.2.1 : Κερατόκωνος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ

Τοπογραφία είναι η ακριβής και λεπτομερής περιγραφή ενός τόπου ή μιας περιοχής από την εφαρμοσμένη επιστήμη της τοπογραφίας. Ο όρος τοπογραφία παραπέμπει ετυμολογικά στην τοπογραφική μέτρηση και καταγραφή της διαμόρφωσης μίας περιοχής της γήινης επιφάνειας. Ένας τόπος που μετριέται τοπογραφικά απεικονίζεται σε χαρτογραφική μορφή. (Μαγουλάς., 2005)

2.2 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Την τοπογραφία του κερατοειδούς την χρησιμοποιούμε για την απεικόνιση, την μορφολογία της πρόσθιας επιφάνειας, της οπίσθιας επιφάνειας, της παχυμετρίας καθώς και την ανύψωση του κερατοειδούς. Η τοπογραφία του κερατοειδούς βρίσκει εφαρμογές :

- i. Παθολογικές καταστάσεις του κερατοειδούς: η τοπογραφία χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση της κερατοειδικής εκτασίας που οφείλετε σε διάφορες νόσους. Μόνο η τοπογραφία αποκαλύπτει τον υποκλινικό κερατόκωνο. Επίσης, παρέχει την μελέτη άλλων διαθλαστικών παθολογικών καταστάσεων του κερατοειδούς που διαφοροποιούν την μορφολογία του όπως δυστροφικές, τραυματικές, φλεγμονές ή μετεγχειρητικές αλλοιώσεις του.
- ii. Προεγχειρητικός έλεγχος: η τοπογραφία παρέχει όπως αναφέραμε σημαντικές πληροφορίες όπως το πάχος του κερατοειδούς, την μορφολογία της πρόσθια και οπίσθιας επιφάνειάς του, οι οποίες δίνουν σημαντικές πληροφορίες στον οφθαλμίατρο για να καταλήξει, εάν ο ασθενής πληρεί τις προϋποθέσεις για να υποβληθεί σε διαθλαστική χειρουργική.
- iii. Ανώμαλος αστιγματισμός: η τοπογραφία βοηθάει στην ανίχνευση και εκτίμηση των ανώμαλων αστιγματισμών, καθώς και στην λεπτομερή και προσεκτική αφαίρεση ραμμάτων στους ασθενείς που έχουν υποβληθεί σε μεταμόσχευση κερατοειδούς.
- iv. Εφαρμογή των φακών επαφής: η τοπογραφία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την εφαρμογή των φακών επαφής σε υγιείς ή σε κερατοκωνικούς οφθαλμούς.

(Agarwal, Agarwal & Jacob., 2010, Agarwal, Agarwal & Jacob., 2009)

2.3 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

Με τους έγχρωμους τοπογραφικούς χάρτες παρέχεται μια χρωματική αναπαράσταση της κατανομής της διαθλαστικής ισχύος από το κέντρο του κερατοειδή έως την περιφέρεια του. Το χρώμα σε κάθε τοπογραφικό χάρτη αντιστοιχεί σε ένα εύρος διοπτριών. Όπως οι γεωγραφικοί χάρτες με τα χρώματα και τις υψομετρικές γραμμές απεικονίζουν την διαμόρφωση του εδάφους, έτσι και οι τοπογραφικοί χάρτες απεικονίζουν περιοχές με υψηλότερη ή μικρότερη διαθλαστική δύναμη. Τα χρώματα, τα οποία απεικονίζονται στους τοπογραφικούς χάρτες, είναι οι αποχρώσεις του κόκκινου (θερμά χρώματα), τα οποία αναλύουν περιοχές υψηλής κυρτότητας και οι αποχρώσεις του πράσινου και του μπλε (ψυχρά χρώματα), τα οποία αναλύουν περιοχές πιο κυρτές. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

2.4 ΧΡΩΜΑΤΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ

Οι τοπογραφικοί χάρτες διαθέτουν μια χρωματική κλίμακα με την οποία προσδιορίζεται η κερατομετρική διοπτρική τιμή. Η ερμηνεία των χαρτών δεν βασίζεται μόνο στην χρωματική απόδοση. Η απόλυτη τιμή των κερατομετρικών διοπτριών είναι η σημαντική πληροφορία για την κλινική ερμηνεία του χάρτη, καθώς και η διαμόρφωση των περιγραμμάτων των χρωμάτων του χάρτη. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

Οι χρωματικές κλίμακες βασίζονται στο χρωματικό φάσμα του ηλιακού φωτός(από το κόκκινο προς το μπλε). Τα θερμά χρώματα της κλίμακας (κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο) υποδηλώνουν περιοχές με αυξημένη κερατοειδική καμπυλότητα. Τα ψυχρά χρώματα (μπλε , ιώδες) εκπροσωπούν περιοχές με μειωμένη καμπυλότητα, ενώ το πράσινο χρώμα δηλώνει ενδιάμεση κατάσταση. (Agarwal et al., 2009)

2.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ

Στον κόσμο της τοπογραφικής πληροφορίας έχουν χρησιμοποιηθεί πάρα πολλών ειδών τοπογραφικές κλίμακες. (Agarwal et al., 2010)

Οι επικρατέστερες χρωματικές κλίμακες, οι οποίες έχουν λάβει χώρα έως σήμερα είναι η φυσική, η απόλυτη και η προσαρμοζόμενη κλίμακα:

- 1) Φυσική κλίμακα: οι χρωματικές διαβαθμίσεις ποικίλουν ανάλογα με τον εξεταζόμενο κερατοειδή. Ο υπολογιστής της συσκευής επιλέγει αυτόματα το μέσο χρώμα της κλίμακας της κερατοειδικής ισχύος, η οποία βασίζεται στη μέγιστη και ελάχιστη μέτρηση από τον κερατοειδή του συγκεκριμένου ασθενή. Το εύρος της κλίμακας είναι τυπικά μικρό για τον φυσιολογικό κερατοειδή, ενώ η αύξηση της κλίμακας είναι 0.5-1.0D ανά χρώμα. Συνεπώς, η φυσική κλίμακα παρουσιάζει περισσότερη λεπτομερή απεικόνιση της επιφάνειας και για αυτό το λόγο είναι πολύ χρήσιμη στις μελέτες. (Μαγουλάς., 2005)

Το μειονέκτημα της φυσικής κλίμακας είναι η αδυναμία να συγκριθούν χρωματικά δύο διαφορετικοί χάρτες (λόγω της διαφορετικής κλίμακας). Η σύγκριση περιορίζεται στις κερατομετρικές τιμές τους και στην διαμόρφωση των περιγραμμάτων, όταν το βήμα της κλίμακας είναι ταυτόσημο, και στους δυο τοπογραφικούς χάρτες. (Μαγουλάς., 2005)

- 2) Απόλυτη κλίμακα: είναι η αντιστοιχία κάθε χρώματος της κλίμακας για συγκεκριμένες τιμές της κερατοειδικής ισχύος για όλους τους κερατοειδείς. Το βήμα της απόλυτης κλίμακας είναι 1.0D έως 1.5D. Αυτό εξυπηρετεί στην γρήγορη ανάγνωση του σχήματος των τοπογραφικών χαρτών, κυρίως στην λεπτομερειακή ανάλυση του κερατόκωνου, του ανώμαλου και ομαλού αστιγματισμού. (Μαγουλάς., 2005)

Το μειονέκτημα είναι ότι δεν αποκαλύπτει τις μικρού εύρους ανωμαλίες, που περιλαμβάνονται στο μεγαλύτερο μέρος της χρωματικής κλίμακας. (Μαγουλάς., 2005)

- 3) Προσδιοριζόμενη κλίμακα: Ο χειριστής του μηχανήματος στην προσδιοριζόμενη κλίμακα επιλέγει την τιμή του βήματος της κλίμακας για να γίνει καλύτερη μελέτη στο εύρος των ανωμαλιών της τοπογραφίας. (Μαγουλάς., 2005)

2.6 Η ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Ο φυσιολογικός κερατοειδής εμφανίζεται ως ομοιόμορφη καμπυλομετρική τοπογραφία. Η υψομετρική χαρτογραφία του φυσιολογικού κερατοειδούς παρουσιάζει μεγαλύτερη ποικιλία της χαρτογραφικής εικόνας, η παρεχόμενη πληροφορία παρουσιάζεται λεπτομερειακώς και απαιτείται μια πολύπλοκη διαδικασία ερμηνείας. (Agarwal et al.,2009)

Σε ένα φυσιολογικό κερατοειδή με σφαιρική διαμόρφωση παρατηρείται υψομετρικά ένας κεντρικός λόφος, ο οποίος περιβάλλεται από μια σχεδόν ομοιόμορφη δακτυλοειδή θάλασσα. Σε αυτή την περίπτωση, ο κερατοειδής αναδύεται πάλι πάνω από την επιφάνεια αναφοράς και τα περιφερειακά υψίπεδα σχηματίζονται. (Agarwal et al., 2009)

Στους φυσιολογικούς κερατοειδείς υπάρχει και ένα σχετικά μικρό αστιγματικό στοιχείο μικρότερο από 1,5D. Σε ένα φυσιολογικό μικρό ομαλό αστιγματισμό παρουσιάζονται χαρτογραφικά στην περιφέρεια του χάρτη ανύψωσης, 2 μικρά συμμετρικά εφίππια και 2 σχετικά παρόμοιες θάλασσες. Τα χαρακτηριστικά που εμφανίζονται τα περιγράμματα των θαλασσών είναι μια σχετικά κλειστή διαμόρφωση και παρόμοιος αριθμός εσωτερικών περιγραμμάτων. (Agarwal et al.,2009)

Τα όρια των ευρημάτων που θα αξιολογούσαν μια τοπογραφική καταγραφή ως φυσιολογική ή ως παθολογική είναι σχετικά και έχουν να κάνουν περισσότερο με την ομαλότητα των περιγραμμάτων, παρά με τη συγκεκριμένη τιμή μίας παραμέτρου. Όμως, απόλυτα κριτήρια δεν ισχύουν για τα ευρήματα που μπορούν να χαρακτηρίσουν ένα κερατοειδή φυσιολογικό ή παθολογικό υψομετρικά. (Agarwal et al.,2009)

2.7 Η ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΙΚΟΥ ΑΣΤΙΓΜΑΤΙΣΜΟΥ

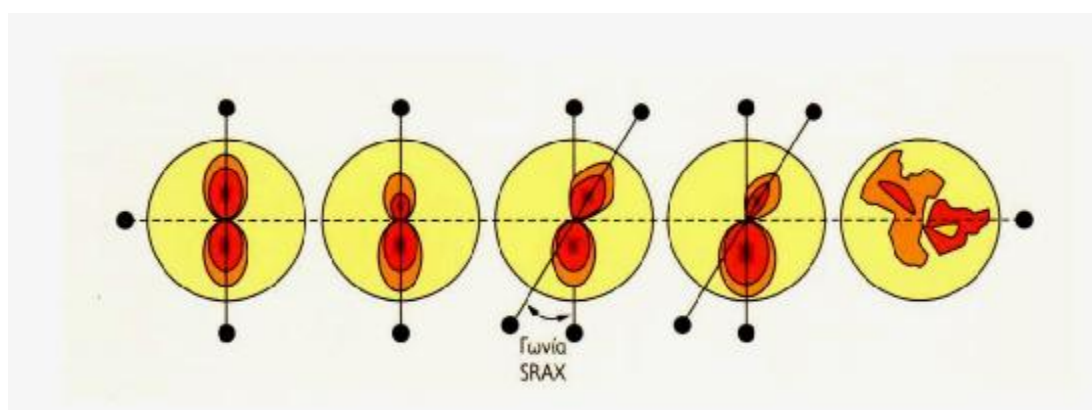
Ο κυρτός και ο επίπεδος άξονας της καμπυλότητας του κερατοειδούς είναι κάθετοι μεταξύ τους, στην περίπτωση ενός ομαλού αστιγματισμού. Επιπλέον, υπάρχει και ο λοξός αστιγματισμός, στον οποίο ο κυρτότερος άξονας είναι κοντά στον μεσημβρινό των 45° ή των 135° , ενώ συγχρόνως οι άξονες του εμφανίζονται ως ορθογωνικοί μεταξύ τους. Στην τοπογραφία, το αστιγματικό τοπογραφικό σχήμα απεικονίζεται με το σχήμα της κλεψύδρας, του παπιγιόν (bowtie) ή του οκτώ (8). (Μαγουλάς., 2005)

Η αστιγματική καμπυλομετρική κλεψύδρα μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

- i. Η ομαλή συμμετρική και ορθογωνική κλεψύδρα
- ii. Η ασύμμετρη ορθογωνική κλεψύδρα
- iii. Η μη ορθογωνική κλεψύδρα
- iv. Η ασύμμετρη και μη ορθογωνική κλεψύδρα
- v. Το ανώμαλο σχήμα χωρίς σχηματισμό κλεψύδρας

(Μαγουλάς., 2005)

Ωστόσο, υποδηλώνεται παρουσία αστιγματισμού, όταν η γωνία μεταξύ των σκελών της κλεψύδρας είναι μεγαλύτερη των 20° , όπως στην επόμενη εικόνα (2.7.1), τότε η γωνία ονομάζεται SRAX. (Μαγουλάς., 2005)



Εικόνα 2.7.1: Κατηγοριοποίηση της αστιγματικής καμπυλότητας

2.8 Η ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΤΗΣ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΡΑΤΟΚΩΝΙΚΟΥ ΚΕΡΑΤΟΕΙΔΟΥΣ

Η πιο έγκυρη προσέγγιση για τον κερατόκωνο γίνεται με την χρήση των τοπογραφικών δεδομένων, οι οποίες παρέχουν πληροφορίες για τον πρόσθιο και οπίσθιο υποκλινικό κερατόκωνο. Όσον αφορά τον πρόσθιο υποκλινικό κερατόκωνο χρησιμοποιούνται οι καμπυλομετρικοί χάρτες, οι οποίοι μας παρέχουν τα τοπογραφικά ευρήματα της πρόσθιας κερατοειδικής επιφάνειας, ενώ για τον οπίσθιο υποκλινικό κερατόκωνο χρησιμοποιούνται οι υψομετρικοί χάρτες, οι οποίοι παρέχουν τα τοπογραφικά κριτήρια της οπίσθιας κερατοειδικής επιφάνειας. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Sinjab., 2012, Auffarth, Wang & Volcker., 2000, Μαγουλάς., 2005, Maguire & Bourne., 1989)

Η καμπυλομετρική τοπογραφία κατηγοριοποιεί τον κερατόκωνο στα ακόλουθα στάδια:

- i. Ο ύποπτος κερατόκωνος
- ii. Ο ήπιος κερατόκωνος
- iii. Ο μέτριος κερατόκωνος
- iv. Ο προχωρημένος κερατόκωνος

(Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Sinjab., 2012, Maguire & Bourne., 1989, Μαγουλάς., 2005)

Ο ύποπτος κερατόκωνος:

Δεν υπάρχουν κριτήρια για την ταξινόμηση του υποκλινικού κερατόκωνου. Οι τοπογραφικοί χάρτες μοιάζουν με τους χάρτες του ήπιου και του μέτριου κερατόκωνου. Στην τοπογραφία εμφανίζονται στοιχεία ασύμμετρης κλεψύδρας με κλασική εμφάνιση αυξημένης τοπικής κυρτότητας στο κάτω, στο κεντρικό ή στο ανώτερο ημιμόριο του κερατοειδούς. Ο ύποπτος κερατόκωνος είναι μια ιδιαίτερη κατάσταση, διότι μπορεί να εξελιχθεί σε αληθή κλινικό κερατόκωνο ή μπορεί να εμφανίζεται ως ψευδοκερατόκωνος. Οι τοπογραφικοί δείκτες είναι πολύ χρήσιμοι για την ποσοτική εκτίμηση των οριακών μετρήσεων της ανωμαλίας και της ασυμμετρίας της τοπογραφίας. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Sinjab., 2012, Μαγουλάς., 2005, Auffarth, Wang & Volcker., 2000, Maguire & Bourne., 1989)

Ο ήπιος κερατόκωνος:

Ο ήπιος κερατόκωνος τοπογραφικά αναλύεται με τους καμπυλομετρικούς χάρτες με τιμή μικρότερη από 55 D σε όλα τα σημεία του χάρτη και ο κώνος παρουσιάζεται κυρίως στο κατώτερο σημείο του κερατοειδούς. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Sinjab., 2012, Auffarth et al., 2000, Maguire & Bourne., 1989, Μαγουλάς., 2005)

Ο μέτριος κερατόκωνος:

Ο μέτριος κερατόκωνος χαρακτηρίζεται από τιμή ίση ή μεγαλύτερη των 55 D. Η εντόπιση του κώνου στην συντριπτική πλειοψηφία των ασθενών είναι στο κατώτερο ημιμόριο του κερατοειδούς και είναι συνήθως αμφοτερόπλευρα ασύμμετρη, όσο αναφορά τα στάδια του κερατόκωνου. Η εικόνα της τοπογραφίας είναι χαρακτηριστική της έντονα ασύμμετρης και μη ορθογωνικής κλεψύδρας με σαφή καταγραφή της περιοχής στην οποία εντοπίζεται ο κώνος, χωρίς όμως να υπάρχει ακριβή εντόπιση της κορυφής του κώνου.

Αυτό οφείλεται σε αδυναμία του αξονικού αλγόριθμου να αναλύσει την θέση της κορυφής του κώνου, γιατί μετρά τις τιμές της καμπυλότητας σε αξονική κατεύθυνση. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Sinjab., 2012, Auffarth et al., 2000, Maguire & Bourne., 1989, Μαγουλάς., 2005)

Ο προχωρημένος κερατόκωνος:

Στον προχωρημένο κερατόκωνο, η παρουσία των κλινικών σημείων του κερατόκωνου είναι εμφανής. Η μέγιστη τιμή του περιγράμματος ισχύος είναι ίση ή μεγαλύτερη από 55D, στο ίδιο επίπεδο ισχύος με τον μέτριο κερατόκωνο. Ωστόσο, υπάρχει διάσπαση του σχήματος στους τοπογραφικούς χάρτες στην κορυφή του κώνου ή κοντά σε αυτή.

Στην τοπογραφική εικόνα του προχωρημένου κερατόκωνου εμφανίζεται μια περιοχή αυξημένης καμπυλότητας στην περιοχή του κώνου, και ένας ανώμαλος αστιγματισμός στην κορυφή του. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Sinjab., 2012, Auffarth et al., 2000, Μαγουλάς., 2005, Maguire & Bourne., 1989)

2.9 ORBSCAN II

2.9.1 Τι είναι η τοπογραφία του ORBSCAN II

Σήμερα, η τοπογραφική συσκευή Orbscan II χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα στην διαθλαστική χειρουργική, στον κερατόκωνο, στους φακούς επαφής και σε κάθε ανωμαλία του κερατοειδούς. Εφαρμόζεται για την μέτρηση του κερατοειδικού πάχους, καθώς επίσης και την ανύψωση των επιφανειών του κερατοειδούς. Η λειτουργία του Orbscan II επέτρεψε την λεπτομερειακή μελέτη των υψομετρικών ανωμαλιών της επιφάνειας του κερατοειδούς, δηλαδή τις εμβιομηχανικές ιδιότητες του κερατοειδικού στρώματος, παρέχοντας παράλληλα τοπογραφικά αποτελέσματα. Η μέτρηση του στηρίζεται στην αρχή της γεωγραφικής τοπογραφίας και σε τριγωνομετρικούς υπολογισμούς μιας οπτικής σχισμής πάνω στις κερατοειδικές επιφάνειες. Επιπροσθέτως, το placido disc αποτελεί ένα ακόμα σύστημα του Orbscan II. Ως μια υβριδική συσκευή, το Orbscan II συνδυάζει τις τεχνολογίες ανάκλασης και προβολής, και ειδικότερα της τεχνολογίας του placido disc και του slit scanning, που αφορούν την καμπυλομετρική και υψομετρική τοπογραφία αντίστοιχα. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010)

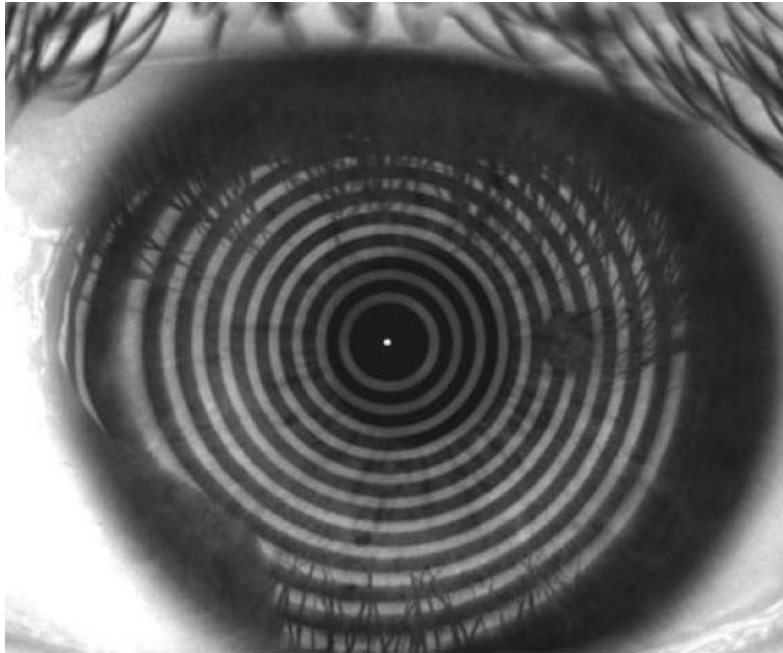


Εικόνα 2.9.1.1:Orbscan II

2.9.2 Η τεχνολογία Placido disc

Η κερατομετρία και η κερατοειδική τοπογραφία μέσω του placido disc εφευρέθηκε αρχικά για να υπολογιστεί η οπίσθια κερατοειδική καμπυλότητα. Η ανάλυση των δεδομένων που προκύπτει από την τελευταία έχει πρόσφατα αξιολογηθεί κατά την πρακτική της διαθλαστικής χειρουργικής.

Το πρόβλημα που προκύπτει είναι ότι τα συστήματα placido disc δεν μπορούν να εκτελέσουν μια τοπογραφία του κερατοειδή από μια σχισμή σάρωσης ανίχνευσης (slits can). Ωστόσο, αυτό επιλύθηκε από ένα όργανο, που ονομάζεται Orbscan, το οποίο συνδυάζει την σχισμή σαρώσεως ανίχνευσης και τις εικόνες placido, για να παραχθεί μια σύνθετη εικόνα για την τοπογραφική ανάλυση. Οι δημιουργοί του Orbscan είναι οι Bausch και Lomb. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010)



Εικόνα 2.9.2.1: Placido disc, το είδωλο των ομόκεντρων κυκλικών δακτυλίων

2.9.3 Τι παρέχει η εξέταση με το ORBSCAN II

Η εξέταση με το Orbscan II παρέχει:

- i. Απεικονίζει τοπογραφικές χαρτογραφίες και στατιστικές πληροφορίες για 4 οφθαλμικές επιφάνειες του πρόσθιου ημιμορίου, δηλαδή την πρόσθια και οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, την πρόσθια επιφάνεια της ίριδος και πρόσθια επιφάνεια του κρυσταλλοειδούς φακού.
- ii. Πραγματοποιεί την χαρτογραφική απεικόνιση της σχετικής ανύψωσης, της κλίσης και της καμπυλότητας των κερατοειδικών επιφανειών.
- iii. Αναλύει την παχυμετρία του κερατοειδούς, παρέχοντας τις κερατοειδικές υψομετρικές διαφορές μεταξύ δύο επιφανειών, καθώς επίσης και το βάθος του πρόσθιου θαλάμου.

- iv. Παρέχει την χαρτογράφηση και τον υπολογισμό της οπτικής λειτουργίας, που περιλαμβάνει την οπτική και παραξονική ισχύς.
- v. Τέλος, επιτρέπει την λειτουργία συγκεκριμένων κλινικών εργαλείων, όπως ο χειρουργικός σχεδιασμός RK (ακτινωτής κερατοτομίας) και AK (αστιγματικής κερατοτομίας), τις τονομετρικές και παχυμετρικές αναγωγές, και το πρόγραμμα εφαρμογής φακών επαφής.

(Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Μαγουλάς., 2005)

Η πρωτοπορία της τοπογραφικής συσκευήςOrbscanIIέγκειται στους χάρτες ανύψωσης. Η καλύτερη κατανόηση της μορφολογίας του ανώμαλου κερατοειδούς πραγματοποιείται μέσω της τοπογραφικής καταγραφής της ανύψωσης της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον καθορισμό της διάγνωσης και την παροχή σταθερών αποτελεσμάτων κατά τη διάρκεια διαθλαστικών χειρουργικών επεμβάσεων. Ωστόσο, οι χάρτες καμπυλότητας δεν αντανακλούν την πραγματική εικόνα της υψομετρικής μορφολογίας ενός κερατοειδούς. Η καμπυλότητα του κερατοειδούς απαγορεύει ασφαλή συμπεράσματα, που αφορούν την κερατοειδική διαμόρφωση. Έτσι η οπτική μετάφραση της κερατοειδικής διαμόρφωσης, ως τρισδιάστατο σχήμα δεν επιτρέπεται. Ιδιαίτερα, η υψομετρική αντίληψη είναι αδύνατη, εάν ο καμπυλομετρικός χάρτης παρουσιάζεται ως ασύμμετρος ή ανώμαλος. Μόνο η διαφορές ανύψωσης (κοιλιάδες και λόφοι) μπορούν να επιτρέψουν μια υψομετρική εκτίμηση. (Agarwaletal.,2009, Agarwaletal., 2010)

Οι χάρτες της καμπυλομετρικής ισχύος, ουσιαστικά οι χάρτες καμπυλότητας, έχουν ως κέντρο αναφοράς τον κερατομετρικό άξονα. Μέσω της χαρτογραφίας του orbscanII απεικονίζεται η καμπυλότητα του κερατοειδούς ως τοπική καμπυλότητα, με την βοήθεια των χαρτών της μέσης και της αστιγματικής καμπυλότητας (mean and astigmatic power maps). (Agarwal et al., 2010)

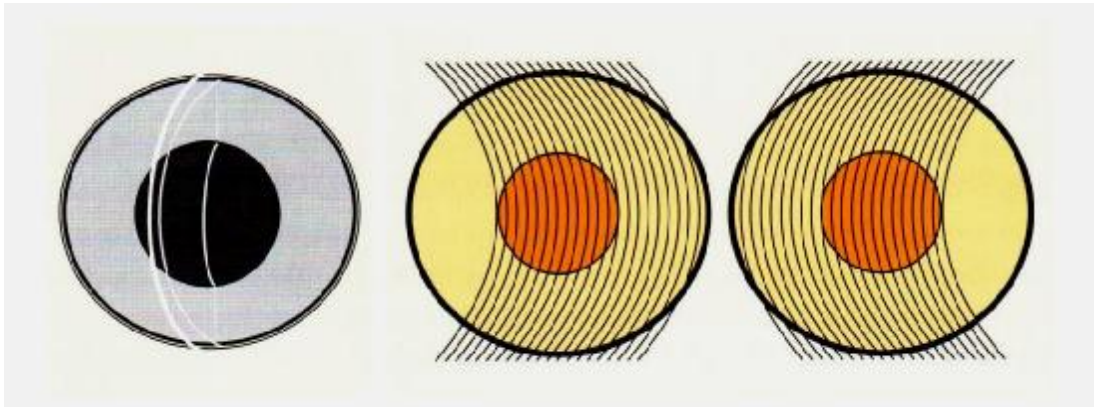
Η μορφολογία της οπίσθιας κερατοειδικής επιφάνειας και η πανκερατοειδική παχυμετρία παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την συνεισφορά της οπίσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς στην κερατοειδική ισχύ. Η θέση του λεπτότερου σημείου του κερατοειδούς εντοπίζεται από την υψομετρική μορφολογία, που παρουσιάζουν οι δύο κερατοειδικές επιφάνειες. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτό το σημείο αποτελεί ένα σημαντικό τοπικό κέντρο συμμετρίας, το οποίο για τους φυσιολογικούς οφθαλμούς βρίσκεται κοντά στο οπτικό άξονα του οφθαλμού. (Agarwal et al., 2010, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)

2.9.4 Η τεχνολογία ανάκλασης και προβολής

Η τεχνολογία του placido disc αξιοποιεί την ανακλαστική ιδιότητα της πρόσθιας επιφάνειας, ενώ παράλληλα υπολογίζει ένα διοπτρικό χάρτη της. Για να είναι υπολογίσιμη η ισχύς και το καμπυλομετρικό σχήμα του κερατοειδούς εφαρμόζονται μαθηματικοί αλγόριθμοι, αλλά η ανύψωση της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς υπολογίζεται από τον διοπτρικό χάρτη.

Οι συσκευές με placidodisc έχουν ως κύριο πλεονέκτημα την χαμηλή τιμή τους, και πραγματοποιούν ακριβή μέτρηση της καμπυλότητας και του αστιγματισμού του κερατοειδούς. Όμως, εντοπίζονται κάποια σημαντικά μειονεκτήματα, που αφορούν την ευαισθησία στην εστίαση και την ιδιαιτερότητα στην επικέντρωση, καθώς η κορυφή του κερατοειδούς τοποθετείται στον οπτικό άξονα της συσκευής. Ορισμένα λάθη, που μπορεί να δημιουργηθούν κατά τη διάρκεια της μέτρησης στο κέντρο του κερατοειδούς έχουν την τάση να μεταφέρονται προς την περιφέρεια. Επίσης, παρατηρείται ανακρίβεια στην καταγραφή των ομαλών κερατοειδών και στα συναγόμενα στοιχεία ανύψωσης, διότι οι μετρήσεις των κλασσικών τοπογραφικών συσκευών περιορίζονται σε μικρή ζώνη του κερατοειδούς. (Agarwal et al.,2009, Agarwal et al., 2010, Μαγουλάς., 2005, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)

Η τοπογραφική συσκευή Orbscan II αξιοποιεί τη διάχυτη ανάκλαση από την προβολή μίας σειράς 40 σχισμοειδών φωτεινών τομών (20 οπτικές τομές προς τα δεξιά και 20 προς τα αριστερά με γωνία πρόσπτωσης 45°). (Agarwal et al.,2009, Agarwal et al., 2010, Μαγουλάς., 2005)



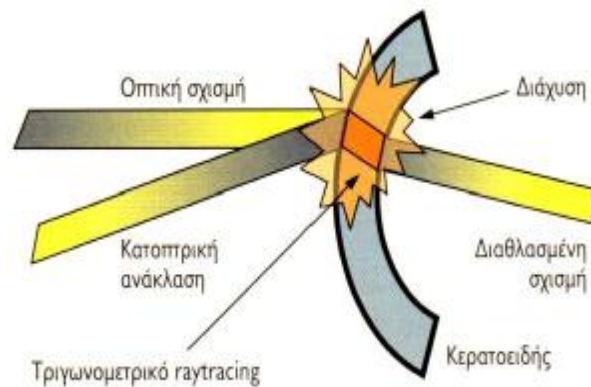
Εικόνα 2.9.4.1: Οπτικές τομές του OrbscanII

Οι οπτικές τομές είναι παραπλήσιες με αυτές της σχισμοειδούς λυχνίας. Με το σύστημα των οπτικών τομών μετριούνται τα δεδομένα ανύψωσης από 240 σημεία ανατομή και υπολογίζεται το πάχος και η υψομετρική διαμόρφωση της πρόσθιας και οπίσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς σε όλη την έκταση των επιφανειών. Η πρόσθια επιφάνεια που υπολογιζόταν αρχικά με την τεχνική σάρωσης των οπτικών τομών, μετράται επιπλέον με την placidodisc ανακλαστική τεχνική. (Agarwal et al., 2009, Μαγουλάς., 2005)

Όταν μια φωτεινή δέσμη διαπερνά τον κερατοειδή, διαχωρίζεται σε ένα ανακλώμενο και ένα διαθλώμενο τμήμα αντίστοιχα. Η διαθλώμενη δέσμη διαπερνά την επιφάνεια και διαχέεται από τα συστατικά του μέσου. Έτσι, οι διάχυτες ανακλώμενες εικόνες του κερατοειδούς και του κρυσταλοειδούς φακού που φωτίζονται, παρατηρούνται μέσω των δακρύων και του υδατοειδούς υγρού, χωρίς μεγάλη απώλεια φωτεινότητας. Επειδή η διάχυση έχει μικρότερο μήκος κύματος συγκριτικά με το μήκος κύματος της προβαλλόμενης φωτεινής δέσμης, το εκ διαχύσεως επιστρεφόμενο από τον κερατοειδή φως φαίνεται μπλε. (Agarwal et al., 2009, Μαγουλάς., 2005)

Η τοπογραφική συσκευή orbscanIIπραγματοποιεί τη μέτρηση επιφανειών κάθε σχήματος(κυρτή, κοίλη, ασφαιρική ή ανώμαλη), μέσω της χρήσης οπτικών τομών και την αξιοποίηση της διάχυσης. Όμως, η κατοπτρική ανάκλαση δεν εφαρμόζεται στους τριγωνομετρικούς υπολογισμούς της οπτικής σχισμής. (Agarwal et al., 2009, Μαγουλάς., 2005)

Μια επίπεδη οπτική σχισμή, που ανακλάται από την κυρτή κερατοειδική επιφάνεια, φαίνεται ως μέρος ενός τόξου στην καταγεγραμμένη εικόνα του video. Η πρόσθια και οπίσθια κερατοειδική επιφάνεια της οπτικής τομής απεικονίζεται από τα εξωτερικά και εσωτερικά όρια του τόξου, τα οποία προσδιορίζονται με ακρίβεια μικρότερη απο εκείνη ενός pixel. Ο χωρικός προσδιορισμός (ως προς τις συντεταγμένες x, y, z) του κάθε μετρήσιμου σημείου πάνω στην πρόσθια κερατοειδική επιφάνεια πραγματοποιείται στα όρια της οπτικής τομής με την διαδικασία του άμεσου τριγωνομετρικού υπολογισμού. Συγχρόνως, η μέτρηση μιας εσωτερικής οπτικής επιφάνειας (οπίσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς) υπολογίζεται με το τριγωνομετρικό raytrace. (Μαγουλάς., 2005)



Εικόνα2.9.4.2:Τριγωνικό Raytracing

Η καμπυλότητα μιας επιφάνειας αποτελεί μια από τις σπουδαιότερες γεωμετρικές ιδιότητες της. Η καμπυλότητα είναι αντιστρόφως ανάλογη της ακτίνας καμπυλότητας και μετρά κατά πόσο κάμπτεται μία επιφάνεια. Κατά την παραξονική οπτική, η τοπική ισχύς μίας επιφάνειας είναι ανάλογη της καμπυλότητας. Για να πραγματοποιηθεί ο υπολογισμός μιας καμπυλότητας, αξιοποιούνται πρώτα ανεξάρτητα σημεία για την κλίση της επιφάνειας. (Agarwal et al., 2010, Μαγουλάς., 2005, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)

Είναι γνωστό ότι η πρόσθια κερατοειδική επιφάνεια είναι υπεύθυνη για τα 3/4 της διαθλαστικής ισχύος του οφθαλμού. Κατά συνέπεια, η ακριβής μέτρηση της πρόσθιας επιφάνειας είναι σημαντική για την αποφυγή του σφάλματος στους raytrace τριγωνομετρικούς υπολογισμούς. Η τοπογραφική συσκευή OrbscanII προσεγγίζει με ακρίβεια την μέτρηση της πρόσθιας επιφάνεια, χάρη στην χρήση της κατοπτρικής ανάκλασης ενός placidodiscκαι της διάχυτης ανάκλασης της οπτικής σάρωσης.

Για την κατασκευή μιας υψομετρικής επιφάνειας με ακριβή ανύψωση, κλίση και καμπυλότητα πραγματοποιούνται παράλληλα ανεξάρτητες μετρήσεις ανύψωσης και κλίσης. Έτσι, μέσω των βελτιωμένων δεδομένων της κλίσης υπολογίζεται η αξονική (axial), η μεσημβρινή (tangential) καμπυλότητα και οι κερατομετρικές τιμές. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)

Απαιτείται σχετικά μεγάλο χρονικό διάστημα για να καταγραφούν οι πολλές εικόνες (από 40 οπτικές τομές και από τρεις placidodisc ανάκλασης), που χρειάζονται για την ανάλυση των δεδομένων. Ωστόσο, είναι ιδιαίτερα καθοριστικό το εύρος των κινήσεων του οφθαλμού κατά την διάρκεια του χρόνου εξέτασης. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)

2.9.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της τοπογραφίας του ORBSCAN II

Η τοπογραφική συσκευή OrbscanII παρουσιάζει καλύτερα δεδομένα καταγραφής, που αφορούν την ανύψωση και την καμπυλότητα του κερατοειδούς με τον συνδυασμό του slitscan και του placidodisc. Επιπροσθέτως, προσφέρει μεγάλες οπτικές ζώνες καταγραφής (μέχρι 11mm) και μικρότερη ευαισθησία της συσκευής στην εστίαση και την επικέντρωση και μικρότερη εξάρτηση από τον δακρυϊκό film. Ωστόσο, το κόστος της συγκεκριμένης τοπογραφικής συσκευής είναι υψηλό, η επεξεργασία των δεδομένων απαιτεί μεγαλύτερο χρόνο και η χρήση του προϋποθέτει εξειδικευμένη γνώση. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Μαγουλάς., 2005, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)

Η παρουσίαση των ανωμαλιών της οπίσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς αποτελεί σημαντικό κλινικό στοιχείο. Αν και η οπίσθια επιφάνεια έχει κατά 7 φορές μικρότερη οπτική ισχύ σε σύγκριση με την πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, η επίδραση των ανωμαλιών της οπίσθιας κερατοειδικής επιφάνειας στην οπτική επίδοση φαίνεται ότι είναι σημαντική. Η ακρίβεια και αξιοπιστία της συσκευής είναι μικρότερη των 10μm. Συνήθως, η ακρίβεια περιορίζεται στο εύρος των 4μm στην κεντρική περιοχή του κερατοειδούς και στα 7 μm στον περιφερικό κερατοειδή υπό ιδανικές συνθήκες. Όμως, στην κλινική πράξη, η ακρίβεια της μέτρησης είναι εξαρτώμενη σε μεγάλο βαθμό από ότι στην κλασική τοπογραφία του κερατοειδούς, και είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με την κίνηση των οφθαλμών, ο μεγαλύτερος χρόνος εξέτασης και η αδυναμία των ασθενών να κρατούν πολύ ανοιχτά τα μάτια τους για αρκετό χρόνο. Έτσι, μια ορθή μέτρηση προϋποθέτει την οπτική διαύγεια του κερατοειδούς, καθώς η τεχνολογία του OrbscanII βασίζεται σε οπτικές δομές. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)

2.9.6 Ονοματολογία χαρτών

Οι διάφοροι χάρτες του OrbscanII ακολουθούν μερικώς διαφορετική ονοματολογία από άλλα συστήματα τοπογραφίες. Οι κύριες κατηγορίες των χαρτών διακρίνονται σε:

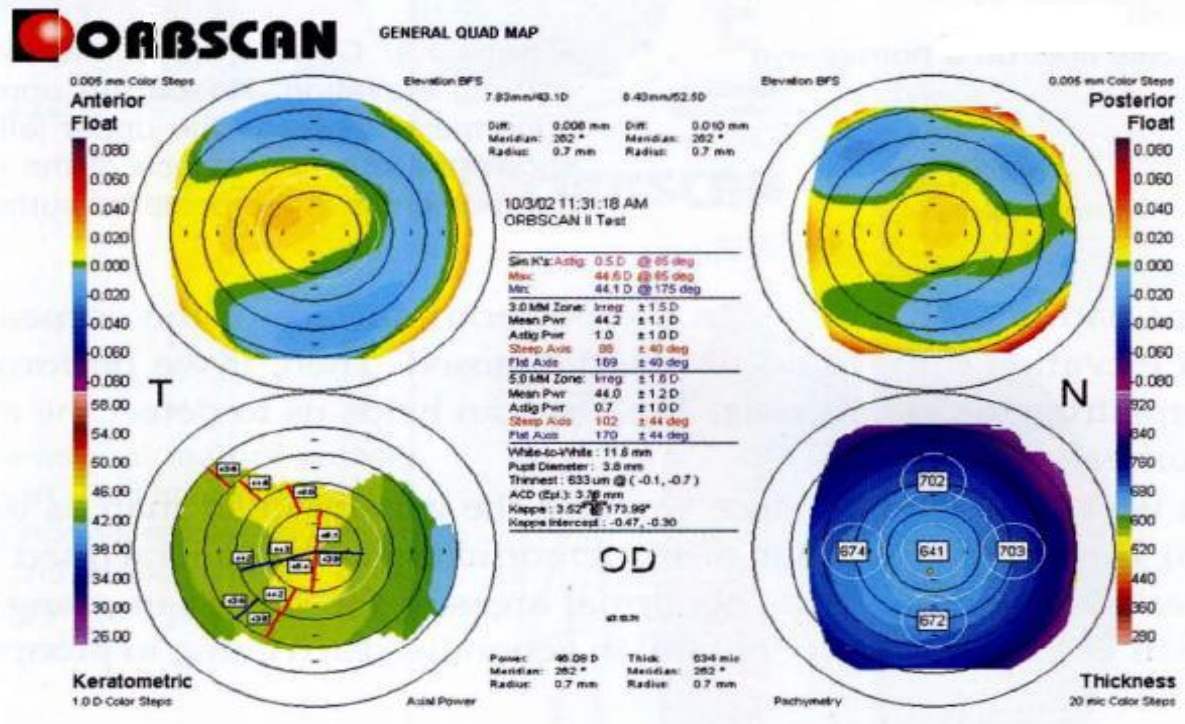
- i. Χάρτες ανύψωσης(elevationmap).
- ii. Χάρτες μέσης ισχύος(meanmap).
- iii. Χάρτες αστιγματικής ισχύος(astigmaticpowermap).
- iv. Χάρτες αξονικής ισχύος (axialpowermap).
- v. Χάρτες μεσημβρινής ισχύος (tangentialpowermap).
- vi. Χάρτες διαθλαστικής, οπτική ισχύος (opticalpowermap).
- vii. Χάρτες παχυμετρίας (pachymetrymap).
- viii. Χάρτες βάθους προσθίου θαλάμου(anteriorchambermap).

(Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας.,1996)

Το OrbscanII χρησιμοποιεί το χρωματικό φάσμα του ηλιακού φωτός (από το μπλε στο κόκκινο) για την χρωματική απεικόνιση των χαρτών και οι χρωματικές αποκλίσεις ακολουθούν τις γενικές συμβάσεις της τοπογραφικής χαρτογραφίας. Τέλος, ότι αποκλίνει προς το κόκκινο αντιστοιχεί στο υψηλό το οξύ(κυρτότερο) και το λεπτό, ενώ ότι αποκλίνει προς το μπλε αντιπροσωπεύει το χαμηλό, το επίπεδο(λιγότερο κυρτό) και το παχύ. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας.,1996)

2.9.7 Καμπυλομετρικοί χάρτες

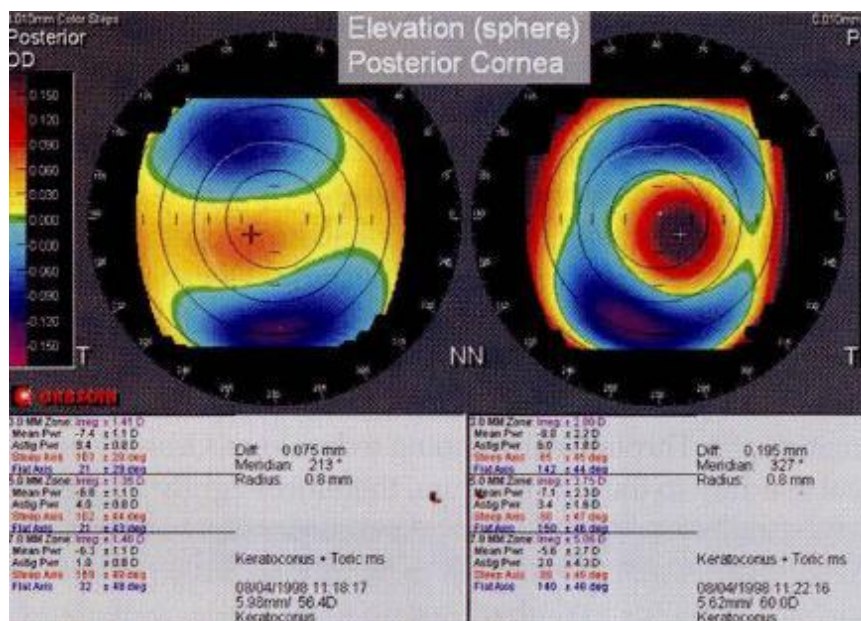
Μια αξιόλογη δυνατότητα του OrbscanIIείναι η απόδοση των καμπυλομετρικών χαρτών με τον κερατοειδικό ή τον φυσιολογικό δείκτη. Επιπλέον, η λειτουργία του φυσιολογικού δείκτη παρέχει την δυνατότητα για την ακριβή καμπυλομετρική απεικόνιση της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς, της οπίσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς ή του συνδυασμού και των δυο επιφανειών. Επίσης, μέσω της χρήσης του OrbscanII ,η λεγόμενη μέση καμπυλότητα (meanpower) καταγράφεται, και αποδίδεται ως ένας κερατομετρικός χάρτης μέσης καμπυλότητας και ως πρόσθιος (την πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς), οπίσθιος (την οπίσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς) και ολικός χάρτης της μέσης καμπυλότητας, οι οποίοι υπολογίζονται με την βοήθεια του φυσιολογικού διαθλαστικού δείκτη. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας.,1996)



Εικόνα 2.9.7:Καμπυλομετρικός χάρτης

2.9.8 Υψομετρικοί χάρτες

Οι λεγόμενοι χάρτες ανύψωσης (elevation maps) αποτελούν μια σπουδαία συνεισφορά του OrbiscanII στην τοπογραφία. Είναι γνωστό ότι ακολουθείται η εφαρμοσμένη τεχνική της γεωγραφικής τοπογραφίας, η οποία χρησιμοποιείται για την κατασκευή των υψομετρικών χαρτών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η επιφάνεια αναφοράς να καθορίζεται ως επιφάνεια μιας σφαίρας, που ονομάζεται η καλύτερη προσαρμοζόμενη σφαίρα. Η επιφάνεια της σφαίρας, η οποία χρησιμοποιείται ως επιφάνεια αναφοράς πρέπει να ισοπεδωθεί, ώστε να μεταφερθεί η πληροφορία της τοπικής ανύψωσης του κερατοειδούς, που είναι χίλιες (1000) φορές μικρότερη από την ακτίνα καμπυλότητας του κερατοειδούς στο χρωματικό χάρτη. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010)



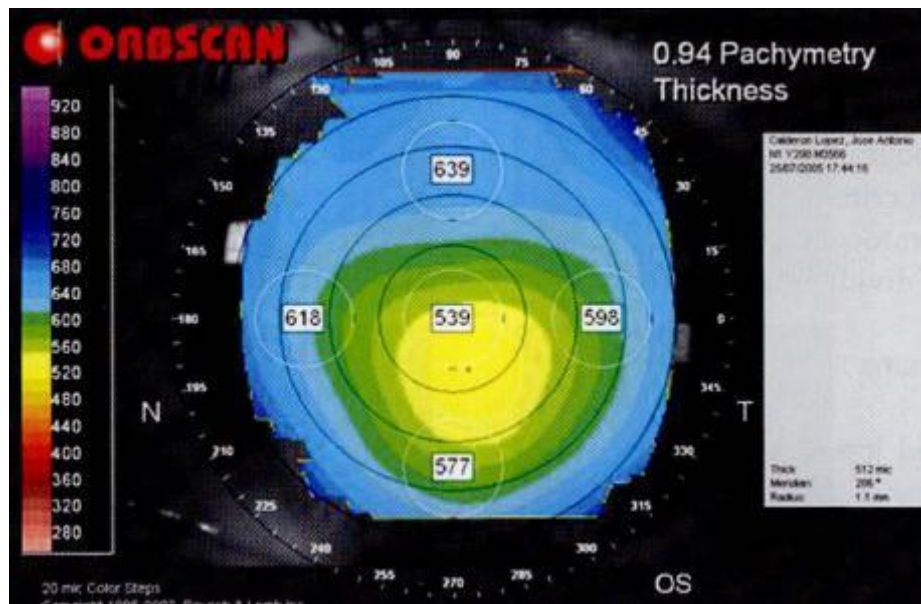
Εικόνα 2.9.8.1: Υψομετρικός χάρτης

2.9.9 Παχυμετρικοί χάρτες

Οι παχυμετρικοί χάρτες της συσκευής αποτελούν ένα πανκερατοειδικό χάρτη παχυμετρίας, ο οποίος απεικονίζει την παχυμετρική διασπορά ολόκληρου του κερατοειδούς. Προέρχεται από αφαίρεση του χάρτη ανύψωσης της πρόσθιας κερατοειδικής επιφάνειας από τον χάρτη ανύψωσης της οπίσθιας κερατοειδικής επιφάνειας. Ουσιαστικά, μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας οπτικός χάρτης για την καταγραφή του οποίου απαιτείται οπτική διαφάνεια του κερατοειδούς. Όμως, η παχυμετρική διασπορά του κερατοειδούς έχει ελλειπτική διαμόρφωση των περιγραμμάτων με το λεπτότερο σημείο να βρίσκεται ελαφρώς κροταφικά και κάτω. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Boscia, La Tegola, Alessio & Sborgia., 2000, Cairns, McGhee, Collins, Owens & Gamble., 2002, Gonzalez-Meijome, Cervino, Yebra-Pimental & Parafita., 2003, Liu, Huang & Pflugfelder., 1999)

Επειδή, συνήθως το λεπτότερο σημείο δεν αντιστοιχεί στο γεωμετρικό κέντρο του κερατοειδή, η μέτρηση του λεπτότερου σημείου του κερατοειδούς με την υπερηχητική παχυμετρία εμφανίζεται συνήθως ανακριβής. Πρέπει να σημειωθεί ότι το πάχος του κερατοειδούς μειώνεται λόγω σχετικής αφυδάτωσης κατά 30 μm περίπου από την στιγμή της αφύπνισης μέχρι ένα τρίωρο μετά από αυτή. Για αυτό το λόγο, η καλύτερη μέθοδος για την παχυμετρική εκτίμηση του κερατοειδούς προκύπτει η συγκριτική ανάγνωση και των δύο μορφών της παχυμετρίας, ώστε να εξαχθεί ένα τελικό συμπέρασμα. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Boscia, LaTegola, Alessio & Sborgia., 2000, Cairns, McGhee, Collins, Owens & Gamble.,

2002, Gonzalez-Mejome, Cervino, Yebra-Pimental & Parafita., 2003, Liu, Huang & Pflugfelder., 1999)



Εικόνα 2.9.9.1 : Παχυμετρικός χάρτης

2.9.10 Η χαρτογραφική μορφολογία των χαρτών του ORBSCAN II

Η χαρτογραφική μορφολογία των υψομετρικών χαρτών του Orbscan II αναπαριστάται ως:

- i. Κεντρικός λόφος
- ii. Ατελής ακρολοφία
- iii. Ομαλή ακρολοφία
- iv. Ανώμαλη ακρολοφία
- v. Ανώμαλο σχήμα

(Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Μαγουλάς., 2005, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)



Εικόνα 2.9.10.1: Οι τύποι της μορφολογίας του υψομετρικού χάρτη

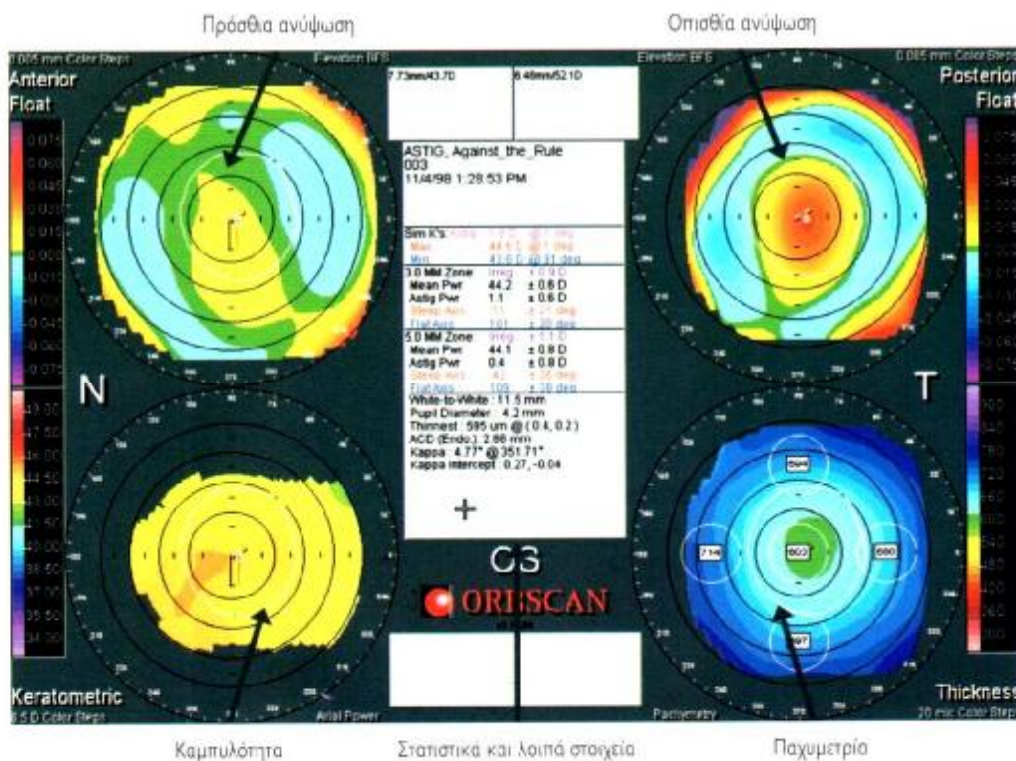
Ο συσχετισμός της υψομετρικής διαμόρφωσης με την επικέντρωση που παρουσιάζουν οι υψομετρικοί λόφοι ως προς το κέντρο της κόρης και το λεπτότερο σημείο της ταχυμετρίας στον τετραπλό χάρτη διαχωρίζεται σε :

- i. Συμμετρική επικεντρωμένη, στην οποία η κορυφή του πρόσθιου και οπίσθιου υψομετρικού λόφου συμπίπτει με το λεπτότερο σημείο της παχυμετρίας στο κέντρο της κόρης.
- ii. Συμμετρική έκκεντρη, στην οποία πραγματοποιείται σύμπτωση της κορυφής του πρόσθιου και οπίσθιου υψομετρικού λόφου με το λεπτότερο σημείο της παχυμετρίας εκτός του κέντρου της κόρης.
- iii. Ασύμμετρη, στην οποία δεν υπάρχει συμμετρική αντιστοιχία των λόφων και του λεπτότερου σημείου του κερατοειδή.

(Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Μαγουλάς., 2005, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)

2.9.11 Οι τοπογραφικές απεικονίσεις του ORBSCANII

Οι χαρτογραφικές απεικονίσεις των παθολογικών και μη παθολογικών καταστάσεων του κερατοειδούς είναι χαρακτηριστικές στους υψομετρικούς και παχυμετρικούς χάρτες του OrbscanII, όπως αντίστοιχα η μορφολογία των καμπυλομετρικών χαρτών της κλασικής placido disc τοπογραφίας του κερατοειδούς. Οι χάρτες που παρουσιάζονται στον τετραπλό χάρτη κατά τη χαρτογραφική μελέτη είναι ο χάρτης της ανύψωσης της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς (anteriorelevationmap) ο χάρτης της οπίσθιας επιφάνειας (posteriorelevationmap), ο κερατομετρικός αξονικός χάρτης (axialkeratometricpowermap) και ο χάρτης της παχυμετρίας (pachymetrymap). (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Θεοδοσιάδης & Δρούτσας., 1996)



Εικόνα 2.9.11.1: Τοπογραφικός χάρτης

Το πράσινο χρώμα αποτελεί τη χρωματική απόδοση για τα σημεία του κερατοειδή που εφάπτονται με την επιφάνεια αναφοράς. Επομένως, τα σημεία αυτά έχουν υψομετρική ανύψωση 0 μm. Η γενική χρωματική απόδοση των υψομετρικών χαρτών κατά τον αστιγματισμό είναι αντίστροφη από αυτή της καμπυλομετρικής τοπογραφίας. Ο κυριότερος μεσημβρινός βυθίζεται κάτω από την επιφάνεια αναφοράς και αντιστοιχεί στις περιοχές που απεικονίζονται με τα ψυχρά χρώματα προς το μπλε, ως θάλασσα. Κατά την καμπυλομετρική τοπογραφία τα αντίστοιχα σημεία αντιστοιχούν στα θερμά χρώματα δηλαδή προς το κόκκινο. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010)

Πάνω στους χάρτες εμφανίζονται κωδικοποιημένα σχήματα ή σημεία. Κατά την εξέταση διαγράφονται τα όρια της κόρης με λευκή κυκλική γραμμή, το λεπτότερο σημείο της παχυμετρίας με μια κίτρινη κηλίδα που οριοθετείται από κόκκινο περίγραμμα, το κέντρο της σφαίρας αναφοράς με ένα μικρό κύκλο (o), το σημείο karraintersert με ένα μικρό τετράγωνο που περιέχει το γράμμα K, το αρχομε ένα μικρό σταυρό (+), το σημείο προσήλωσης με ένα μικρό χ (x) και τέλος το κέντρο του συστήματος με ένα μικρό τετράγωνο (□). Επιπροσθέτως, πάνω στους χάρτες υπάρχουν 2 ομόκεντροι δακτύλιοι με διαμέτρους 3,5,7 και 9mm, οι κερατομετρικές γραμμές μίρες των ημιμεσημβρινών. Στο μεσαίο παράθυρο καταγράφονται η ακτίνα καμπυλότητα, η ισχύς της καλύτερης προσαρμοζόμενης σφαίρας και τέλος οι καταγραφές του κέρσορα στις διάφορες θέσεις. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010)

2.10 PENTACAM

Η οφθαλμιατρική ηλεκτρονική μηχανή ανίχνευσης του κερατοειδικού σφάλματος και άλλων παραμέτρων Pentacam είναι μια εξειδικευμένη κάμερα, η οποία αξιοποιεί την απεικόνιση Scheimpflug, ώστε να επιτευχθεί μια ποικιλία οφθαλμικών εφαρμογών. Η αναπαράσταση Scheimpflug αποτελεί εφεύρεση του Theodor Scheimpflug το 1904, ο οποίος ανακάλυψε ότι οι επίπεδες επιφάνειες μέσα σε μια κάμερα τέμνονται, από ότι όταν τοποθετούνται παράλληλα. Έτσι, το βάθος εστίασης επεκτείνεται. (Agarwal et al., 2009, Agarwal et al., 2010, Sinjab., 2012, Μαγουλάς., 2005)



Εικόνα 2.10.1:Pentacam

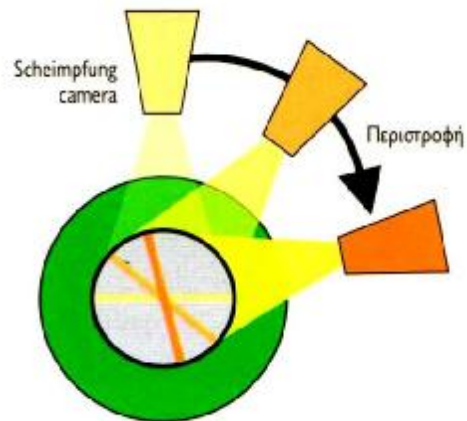
Σε μια αντιπροσωπευτική κάμερα, υπάρχουν τρεις φανταστικές επιφάνειες :

- i. Η επίπεδη επιφάνεια του λεπτού στρώματος του αντικείμενου.
- ii. Η επίπεδη επιφάνεια των φακών.
- iii. Και η ακριβής επίπεδη επιφάνεια του ειδώλου.

(Agarwal et al., 2010, Sinjab., 2012, Μαγουλάς., 2005)

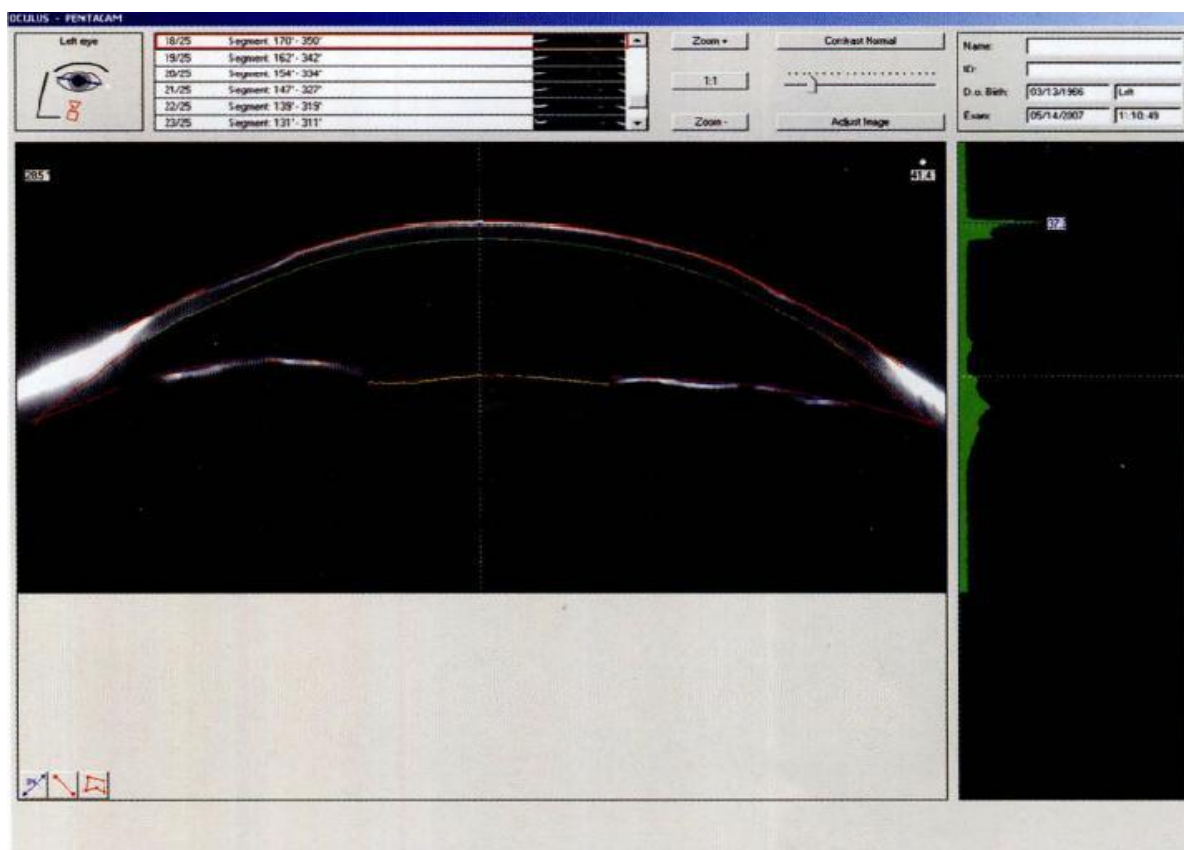
Είναι μεταξύ τους παράλληλες, έτσι ώστε η απεικόνιση του αντικείμενου να τοποθετείται πάνω στην επίπεδη επιφάνεια της ακριβής εστίασης, η οποία διαπερνά την επίπεδη επιφάνεια των φακών κάθετα στον άξονα τους και πέφτει πάνω στην επίπεδη επιφάνεια του λεπτότερου στρώματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, το βάθος της εστίασης να περιορίζεται σε μία τέτοιου είδους κάμερα. Αντίθετα, σε μια μηχανή Scheimpflug, οι τρεις επίπεδες επιφάνειες δεν εμφανίζονται ως παράλληλες, αλλά

τέμνονται με μια γραμμή, η οποία ονομάζεται γραμμή του Scheimpflug. Όταν οι φακοί ανασηκώνονται, η απεικόνιση του ειδώλου τέμνεται από την επίπεδη επιφάνεια του λεπτότερου στρώματος, ενώ συγχρόνως η επιφάνεια της ακριβής εστίασης διαπερνά την γραμμή Scheimpflug. Έτσι το βάθος της εστίασης επεκτείνεται. Όμως, το συγκεκριμένο αποτέλεσμα σε απεικόνιση ήπιας παραμόρφωσης μπορεί να διορθωθεί με την χρήση του συστήματος Pentacam. (Agarwal et al., 2009, Sinjab., 2012, Μαγουλάς., 2005)



Εικόνα 2.10.2: Η τεχνική της Scheimpflug κάμερας

Τα αποτελέσματα που αφορούν ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα δισδιάστατης απεικόνισης, παρατηρούνται στην επόμενη εικόνα (2.10.3)



Εικόνα 2.10.3: Η τρισδιάστατη απεικόνιση του Pentacam

Κατά τη λειτουργία της συσκευής ανίχνευσης, δύο κάμερες χρησιμοποιούνται για να αναπαραστήσουν την εικόνα. Μια τοποθετημένη στο κέντρο κάμερα ανιχνεύει το μέγεθος της κόρης του οφθαλμού και τον προσανατολισμό της, και παράλληλα ελέγχει την προσήλωσή της. Η δεύτερη περιστρέφεται στις 180°, απεικονίζοντας 25 ή 50 εικόνες του προηγούμενου τμήματος πάνω από το επίπεδο της ίριδας και μέσα στην κόρη, για να εκτιμηθούν οι φακοί. Πενήντα χιλιάδες (50.000) πραγματικές μονάδες δεδομένων ανύψωσης που παράγονται ανά εικόνα, προκύπτουν εικοσιπέντε χιλιάδες (25.000) μονάδες για κάθε επιφάνεια. Οι μονάδες των δεδομένων εμφανίζονται για το κέντρο του κερατοειδούς, μία περιοχή στην οποία οι τοπογραφικές συσκευές placido disk και slit συσκευές ανίχνευσης δεν έχουν τη δυνατότητα να υπολογίσουν. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

Η εκτίμηση των δεδομένων ανύψωσης, με τη χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου, παρέχει αρκετά πλεονεκτήματα. Επειδή είναι ανεξάρτητη από τον άξονα, τον προσανατολισμό και τη θέση, αποδίδει μία περισσότερο ακριβή απεικόνιση του πραγματικού σχήματος του κερατοειδούς. Έτσι, ο χάρτης καμπυλότητας του Pentacam είναι θεωρητικά περισσότερο ακριβής, αν και δεν λαμβάνει υπ' όψιν τη θέση. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

Οι χάρτες ανύψωσης δημιουργούνται, χρησιμοποιώντας ένα από τα τρία σημεία αναφοράς :

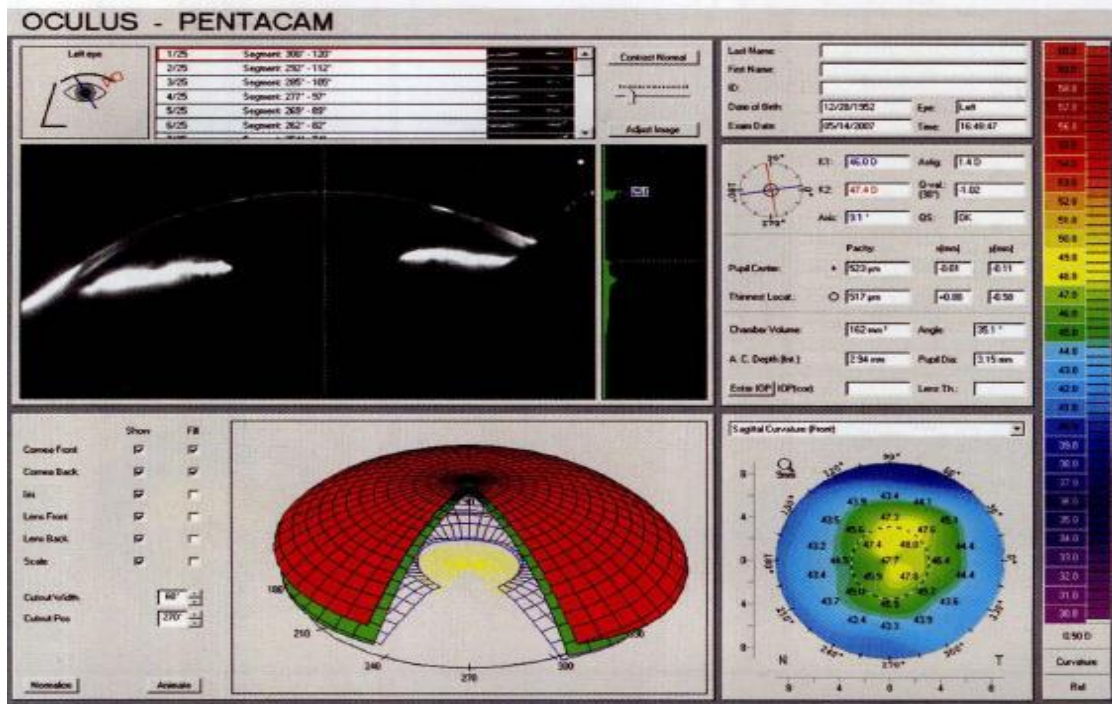
- i. Ένα κατάλληλα προσαρμοσμένο τομέα.
- ii. Μια έλλειψη περιστροφής.
- iii. Και μια ανώμαλη κορυφή.

(Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

Ο υπολογισμός του κατάλληλα προσαρμοσμένου σφαιρικού τομέα προσεγγίζει την σφαίρα όσο το δυνατόν με ακρίβεια, σε σχέση με τον φυσιολογικό κερατοειδή. Αυτό διευκολύνει τη σύγκριση με άλλους τοπογράφους, αλλά δεν είναι η κατάλληλη για τον ασφαιρικό κερατοειδή. Η ελλειπτική περιφέρεια υπολογίζεται από την κερατομετρική εκκεντρικότητα και το μέσο της κεντρικής ακτίνας. Το σχήμα αναφοράς σχετίζεται με το πραγματικό σχήμα ενός φυσιολογικού κερατοειδή. Η ανώμαλη κορυφή βασίζεται στη κεντρική ακτίνα, όπως και η κερατομετρική εκκεντρικότητα. Η επίπεδη και κυρτή ακτίνα χρησιμοποιούνται αυτόματα. Η ανώμαλη κορυφή αποτελεί μια σπουδαία εκτίμηση για τους αστιγματικούς κερατοειδείς. Η ανώμαλη ελλειπτική κορυφή αναγνωρίζει τις ανωμαλίες στις πρόσθιες και οπίσθιες επιφάνειες, που μπορεί να βρίσκονται στον κερατόκωνο. Ο κώνος εντοπίζεται εύκολα μέσω του σημείου αναφοράς της ανώμαλης ελλειπτικής κορυφής. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

2.10.1 Εκθέσεις

Στα ακόλουθα δεδομένα παρουσιάζεται η έκθεση σύντομης επισκόπησης, η οποία περιλαμβάνει την απεικόνιση Scheimpflug, ένα τρισδιάστατο μοντέλο, έναν επιπρόσθετο χάρτη, τα κερατομετρικά στοιχεία, την κόρη του οφθαλμού, τις πρόσθιες μετρήσεις του κερατοειδούς και την παχυμετρία. Ένα παράδειγμα μιας έκθεσης σύντομης επισκόπησης σε έναν ασθενή με ιστορικό κερατοπλαστικής εμφανίζεται στην επόμενη εικόνα (2.10.1.1). (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)



Εικόνα 2.10.1.1: Έκθεση ενός ασθενή που έχει υποβληθεί σε Κερατοπλαστική

Άλλες εκθέσεις έχουν επιλεγθεί ως αντιπροσωπευτικές σχετικά με τους λόγους που γίνεται η ανίχνευση, όπως η διαθλαστική χειρουργική, ο υπολογισμός του κερατόκωνου, ο καταρράκτης και οι πρόσθιες μετρήσεις του κερατοειδούς. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

2.10.2 Τοπογραφία και κερατομετρία

Το ποιοτικό αποτέλεσμα που εμφανίζεται ως QS (Quality Score) στο έντυπο θα προβάλλεται με χρώμα κίτρινο και κόκκινο όταν ο χάρτης θα πρέπει να επαναληφθεί. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ακόμα και με κατάλληλους χειριστές οι αρκετοί ασύμμετροι κερατοειδείς ίσως δείξουν το αποτέλεσμα του QS 0,5 κλικάροντας πάνω στη συγκεκριμένη μέτρηση ανοίγεται το εικονίδιο της ποιοτικής εξειδικευμένης εξέτασης η οποία, περιγράφει με λεπτομερειακό τρόπο τα σφάλματα. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

Οι δύο μεγαλύτεροι μεσημβρινοί, όπου χρησιμοποιούν 3mm δακτύλιοι απέχουν μεταξύ τους 90° και κατηγοριοποιούνται ως K1 ο επίπεδος μεσημβρινός και K2 ο κυρτός μεσημβρινός και ανταποκρίνονται στις ακτίνες R1 και R2 αντίστοιχα. Η μέση ακτίνα και η μέση κερατομετρία αποτελούν ένα αριθμητικό μέσο όρο των μετρήσεων. Η λέξη Boscia περιγράφει το κερατοειδικό αστιγματισμό. Η μέση ακτίνα

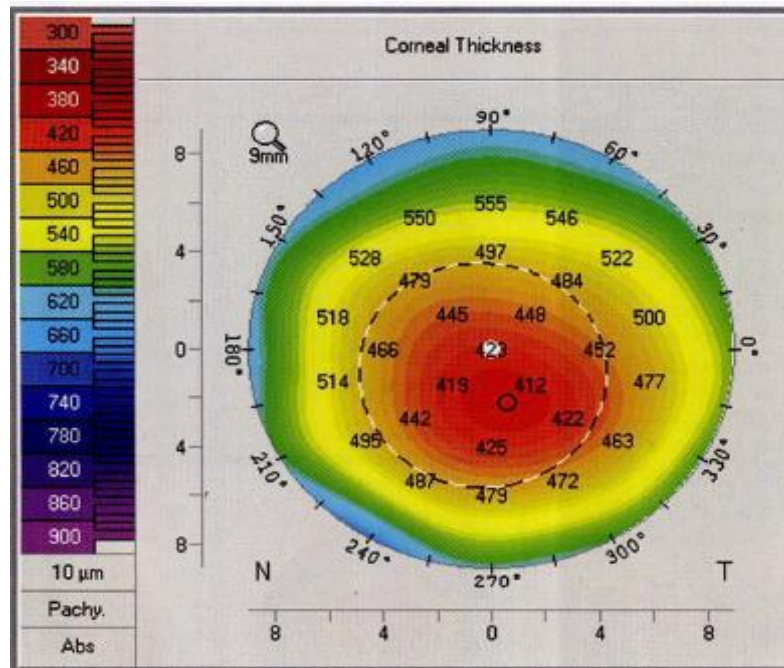
των δακτυλίων 7mm και 9mm αντίστοιχα, περιγράφονται ως Rper. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

Η ποιοτική μέτρηση (Q-value) περιγράφει τον παράγοντα διαμόρφωσης του κερατοειδούς ή την εκκεντρότητα του κερατοειδούς. Όταν το αποτέλεσμα της μέτρησης του Q-value είναι -0,26, είναι ιδανική. Οι κερατοειδείς με σημαντικά υψηλά αρνητικές μετρήσεις ίσως υποδηλώνουν κερατόκωνο ή υπερμετρωπία. Οι θετικές τιμές υποδηλώνουν επίπεδο κερατοειδή. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

Η παρουσία της ευρέος αποδεκτής (Quad map) περιλαμβάνει την καμπυλότητα της πρόσθιας και οπίσθιας ανύψωσης του κερατοειδούς και τους χάρτες της παχυμετρίας του. Κατά την διάρκεια μιας εξέτασης, μέσω του Pentacam αποφασίζεται εάν υπάρχει προαιρετική διόρθωση της όρασης, ενώ συγχρόνως η σχέση μεταξύ των χαρτών πρέπει να αξιολογηθεί. Εφόσον η πρόσθια επιφάνεια είναι η πρώτη για να δείξει την ύπαρξη κερατόκωνου, θα πρέπει πάντα ο χάρτης αρχικά να αναλυθεί. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

2.10.3 Παχυμετρία

Η οπτική παχυμετρία υπολογίζεται από την μέτρηση της πρόσθιας και της οπίσθιας επιφάνειας του χάρτη της ανύψωσης. Ένα πλεονέκτημα της οπτικής παχυμετρίας είναι η έκθεση των μετρήσεων πάνω στην επιφάνεια του κερατοειδούς. Ένα πλεονέκτημα της οπτικής παχυμετρίας είναι η έκθεση των μετρήσεων πάνω στην κερατοειδική επιφάνεια. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)



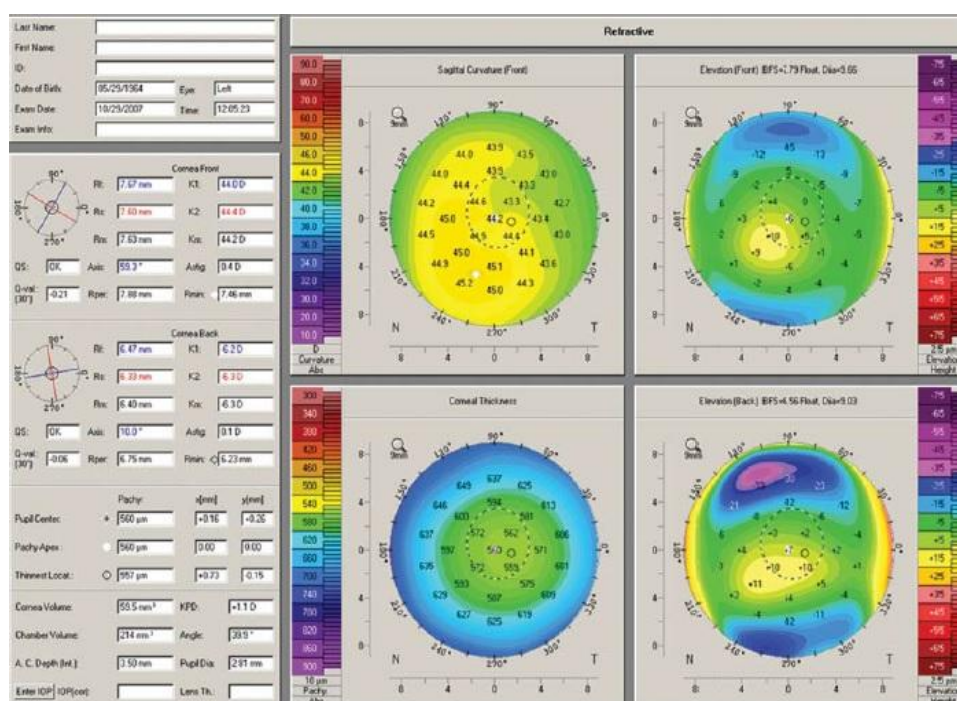
Εικόνα 2.10.1.2: Παχυμετρικός χάρτης

Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να ελεγχθούν οι παχυμετρικές μετρήσεις, που σχετίζονται με τις μετρήσεις της κερατοειδικής επιφάνειας, καθώς επίσης και η μέτρηση του πιο λεπτού σημείου. Μια μελέτη εμφανίζει τη μηχανή Pentacam να παρέχει μετρήσεις, οι οποίες ήταν χαμηλότερες σε σύγκριση με τις μετρήσεις της υπερηχητικής παχυμετρίας σε φυσιολογικούς κερατοειδείς. Άλλες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν με την τοπογραφική συσκευή Orbscan II είναι λεπτότερες σε σύγκριση με εκείνες της μηχανής Pentacam σε φυσιολογικούς οφθαλμούς. Τα αποτελέσματα της μελέτης που αφορούσαν τις μετρήσεις έδειξαν ότι υπήρξε πλήρης συμφωνία μεταξύ τους, αλλά οι συγκεκριμένες μέθοδοι δεν μπορούν απλά να εναλλαχθούν. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

Η παχυμετρία μετά τη μέθοδο PRK έχει παρατηρηθεί ότι εμφανίζει προβλήματα για τις μηχανές ανίχνευσης slit. Το κερατοειδικό πάχος υπολογιζόταν με την χρήση της μηχανής Pentacam, της τοπογραφικής συσκευής Orbscan II, και η υπερηχητική παχυμετρία σε μη εγχειρισμένους οφθαλμούς και σε εκείνους μετά από τη μέθοδο PRK. Συγγραφείς έχουν αναφέρει ότι με τη μέθοδο PRK για μυωπία, η μέτρηση με τη μηχανή Pentacam ήταν συγκρίσιμη με την υπερηχητική παχυμετρία, ενώ οι μετρήσεις με τη συσκευή Orbscan II ήταν λεπτότερες. Με τη μέθοδο LASIK, η παχυμετρία εμφανίζει ποικιλία. Αρκετές μελέτες έχουν δημοσιευθεί στη δυνατότητα επανάληψης στις παχυμετρικές μετρήσεις και στην ισχυρή συσχέτιση, ώστε οι συγγραφείς πρότειναν τη μέτρηση παχυμετρίας με Pentacam, ως εναλλακτική μέθοδο του υπέρηχου σε έναν ασθενή μετά από εγχείρηση με τη μέθοδο LASIK. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)

2.10.4 Πρόσθια επιφάνεια

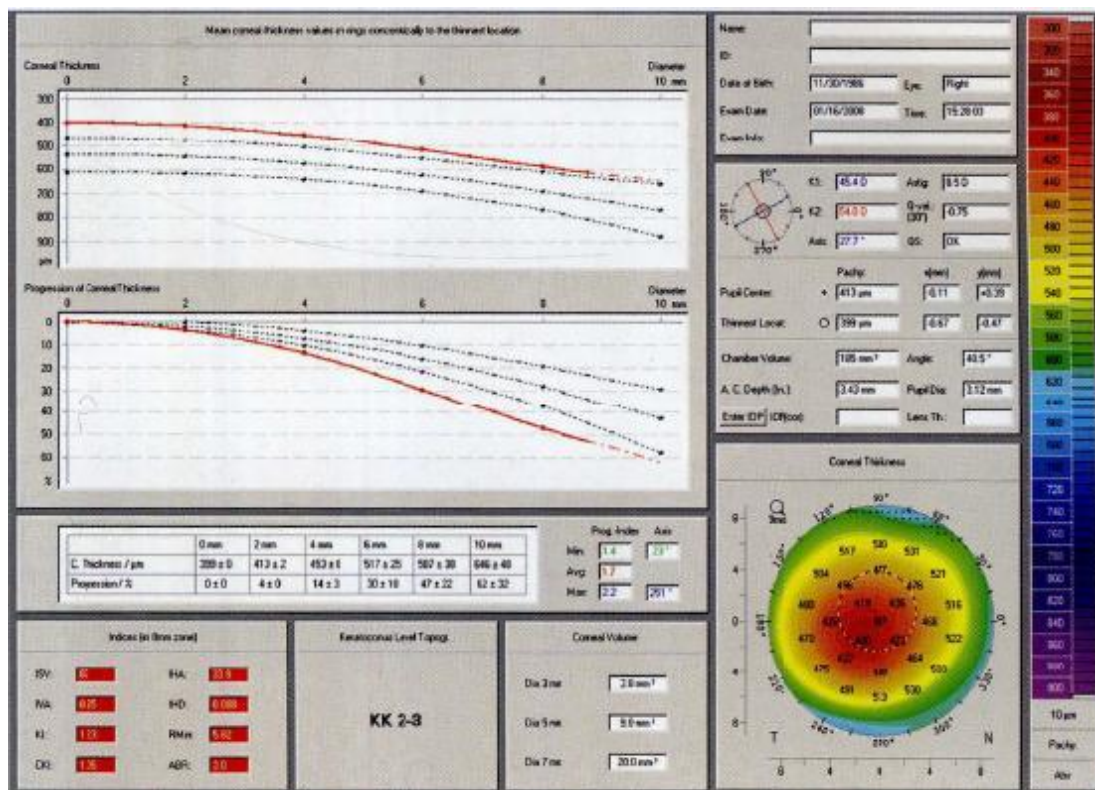
Ως ένας τομογράφος, το Pentacamυπολογίζει άμεσα την πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς. Οι υπολογισμοί βασίζονται στο οφθαλμικό μοντέλοGull-strand. Οι μετρήσεις είναι αρνητικές, εξαιτίας του αρνητικού διαθλώμενου δείκτη του κερατοειδούς και του υδατοειδούς υγρού. Βιβλιογραφικές αναφορές υποδηλώνουν καλή δυνατότητα επανάληψης για την πρόσθια κατάλληλη σφαίρα (BSF), με σημαντικές διαφορές κατά την σύγκριση με τη συσκευή Orbscan II . (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009)



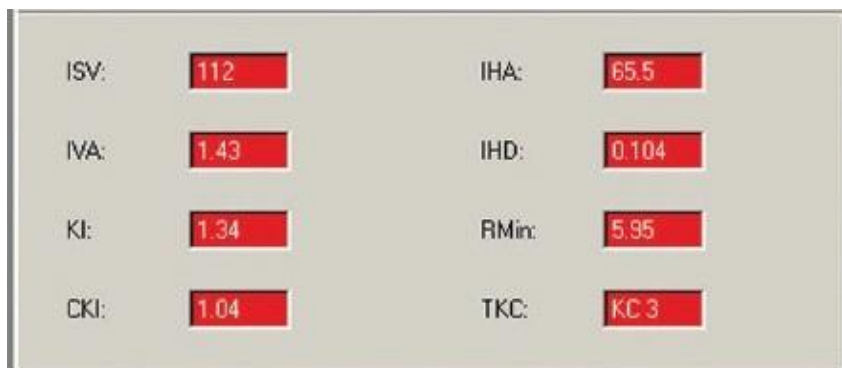
Εικόνα 2.10.2.1: Απεικόνιση της πρόσθιας και οπίσθιας επιφάνειας τουPentacam

2.10.5 Κερατοκωνική προβολή

Η έκθεση της κερατοκωνικής προβολής εμπεριέχει την κερατομετρία, την παχυμετρία, τις πληροφορίες του οπίσθιου θαλάμου, το πάχος του κερατοειδούς και την αξιολόγηση της λεπτότητας συγκριτικά με το πιο λεπτό σημείο. Ο δακτύλιος με διαμέτρους 1, 2, 3, 4 και 5 mm που δημιουργείται γύρω από το λεπτότερο σημείο, η μέση κερατοειδική πυκνότητα και η κίνηση της προς τα εμπρός απεικονίζονται στην επόμενη εικόνα (2.10.3.1). Ποικίλες ενδείξεις, που περιγράφονται στην επόμενη εικόναχρησιμοποιούνται για να αποφασιστεί το επίπεδο κινδύνου του κερατόκωνου, και πιθανές μετρήσεις εμφανίζονται με κόκκινο χρώμα, όπως φαίνεται στις επόμενες εικόνες (2.10.3.2). (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009, Sinjab., 2012)



Εικόνα 2.10.3.1: Η αξιολόγηση της κερατοκωνικής προβολής



Εικόνα 2.10.3.2: Οι κερατοκωνικοί δείκτες (ISV : Δείκτης της επιφάνειας διακύμανσης, IVA: Δείκτης της κάθετης ασυμμετρίας, IHA: Δείκτης της ασυμμετρίας του ύψους, ABR: Δείκτης των εκτροπών, KI: Δείκτης του κερατόκωνου, CKI: Δείκτης κεντρικού κερατόκωνου, Rmin: Ελάχιστη διάμετρος καμπυλότητας, IHD: Δείκτης αποκέντρωσης του ύψους)

Πρέπει να σημειωθεί ότι αυτές οι ενδείξεις έχουν εκτιμηθεί χρησιμοποιώντας μόνο την οπίσθια επιφάνεια. Οι αριθμητικές μετρήσεις που περιγράφουν τις φυσιολογικές υποδεικνύουν της παθολογικές μετρήσεις, οι ενδείξεις των οποίων κατηγοριοποιούνται στην εικόνα (2.10.3.3). (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009, Sinjab., 2012)

<i>Index</i>	<i>Abnormal (Yellow)</i>	<i>Pathological (Red)</i>
Index of Surface Variance (ISV)	≥ 37	≥ 41
Index of Vertical Asymmetry (IVA)	≥ 0.28	≥ 0.32
Keratoconus Index(KI)	>1.07	>1.07
Center Keratoconus Index (CKI)	≥ 1.03	≥ 1.03
Radii Minimum(R_{min})	<6.71	<6.71
Index of height asymmetry (IHA)	≥ 19	≥ 21
Index of height decentration (IHD)	≥ 0.014	≥ 0.016
Aberration coefficient (ABR)	≥ 1	≥ 1

Εικόνα 2.10.3.3:Οι ενδείξεις του κερατόκωνου

Επιλέγοντας το επίπεδο τοπογραφίας του κερατόκωνου, ανοίγεται ο πίνακας, ο οποίος περιγράφει τις συνήθεις ενδείξεις του κερατόκωνου. Ο κλινικός προσδιορισμός πρέπει να ενσωματωθεί, καθώς εκείνες δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για μια διάγνωση. Οι παράμετροι που κατηγοριοποιούνται κατά την έκθεση του κερατόκωνου βασίζονται σε μελέτες, οι οποίες υποδηλώνουν την ύπαρξη διαφορών ανάμεσα σε κερατοειδείς με κερατόκωνο και στους υγιείς αντίστοιχα. (Agarwal et al., 2010, Agarwal et al., 2009, Sinjab., 2012)

2.11 ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΚΕΡΑΤΟ-ΔΙΑΘΛΑΣΙΜΕΤΡΟ

Το αυτόματο κερατο-διαλασίμετρο είναι ένα μηχάνημα αυτόματης μέτρησης των διαθλαστικών ανωμαλιών, το οποίο είναι απαραίτητο στο χώρο των οφθαλμιάτρων και των οπτικών-οπτομετρών. Διαθέτει ενσωματωμένο οπτικό σύστημα που δημιουργεί τεχνητές συνθήκες μακρινής όρασης, προκαλεί πλήρη χαλάρωση της προσαρμογής, η οποία αν δεν επιτευχθεί προκύπτει το φαινόμενο της υπερδιόρθωσης της μυωπίας και της υποδιόρθωσης της υπερμετρωπίας, κυρίως σε νεαρά άτομα. (Δαμανάκης., 1999)



Εικόνα 2.11.1 : Αυτόματο κερατο-διαθλασίμετρο

Η χρήση του είναι πολύ απλή, τα αποτελέσματα των μετρήσεών του έχουν μεγάλη ακρίβεια και πλησιάζουν τις μετρήσεις της τοπογραφίας και της σκιασκοπίας σε άτομα που δεν έχουν προβλήματα στον κερατοειδή τους. Αν υπάρχουν προβλήματα στον κερατοειδή, όπως κερατόκωνος, έλκος κερατοειδούς, το αυτόματο κερατο-διαθλασίμετρο δεν βγάζει πάντα σωστές μετρήσεις. Ωστόσο, τα αποτελέσματα που αφορούν την διάθλαση δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται για την συνταγογράφηση των γυαλιών, χωρίς την υποκειμενική διάθλαση και λεπτομερειακή ρύθμιση του σφαιρώματος και του κυλίνδρου. (Δαμανάκης., 1999)

Η χρήση του αυτόματου κερατο-διαθλασίμετρου σε παιδιά μπορεί να δώσει λανθασμένα αποτελέσματα, αν δεν έχει πραγματοποιηθεί κυκλοπληγία. Τέλος, στα βρέφη και στα μη συνεργαζόμενα άτομα δεν μπορεί να γίνει η μέτρηση με το κερατο-διαθλασίμετρο, με αποτέλεσμα ο οφθαλμίατρος ή ο οπτικός-οπτομέτρης να πρέπει να προβεί σε σκιασκοπία για την ακριβή και λεπτομερειακή μέτρηση των διαθλαστικών ανωμαλιών του ατόμου. (Δαμανάκης., 1999)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗΣ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗΣ

Ο Kawamorita μελέτησε 17 άτομα, όπου μετρήθηκε η πρόσθια, η οπίσθια και η συνολική δύναμη του κερατοειδούς στα 3 mm κεντρικά μόνο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επαναληψιμότητα και η αναπαραγωγιμότητα είναι υψηλότερες στο Pentacam από ότι στο Orbscan. (Kawamorita, Uozato, Kamiya, Bax, Tsutsui, Aizawa & Shimizu., 2009)

Ο Lackner μετρήσε το κεντρικό πάχος του κερατοειδούς σε 30 υγιή άτομα με διαφορετικό παρατηρητή κάθε φορά και σε τυχαία σειρά. Κατά τον υπολογισμό του φυσιολογικού κερατοειδή, οι μετρήσεις για το κεντρικό πάχος του κερατοειδούς του Pentacam είναι πολύ κοντά στις μετρήσεις της υπερηχογραφίας και πιο μακριά από τις μετρήσεις του Orbscan. (Lackner, Schmidinger, Pieh, Funovics & Skorpik., 2005)

Ο Gonzalez μελέτησε το κεντρικό και το περιφερειακό πάχος του κερατοειδούς σε ακτίνα 1, 2, 3mm σε 22 υγιή άτομα από τα οποία τα 7 ήταν άντρες και τα 15 γυναίκες. Οι κεντρικές και περιφερειακές μετρήσεις του πάχους του κερατοειδούς που έγιναν με το Orbscan και το Pentacam είναι σημαντικά διαφορετικές. Δεν υπάρχει συμφωνία των δύο συστημάτων και ενδεχομένως προκαλείται μια υπερεκτίμηση του κεντρικού πάχους του κερατοειδούς και του περιφερειακού πάχους του κερατοειδούς από το Orbscan σε σχέση με το Pentacam. (González-Pérez, González-Méijome, Rodríguez Ares & Parafita., 2011)

Ο Hashemi μελέτησε τους ασθενείς μετά από τη μέθοδο LASIK, χρησιμοποιώντας τη συσκευή Orbscan και τον τομογράφο Pentacam προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά. Αναφέρθηκε ότι η συσκευή Orbscan II υπέδειξε μεγαλύτερες πρόσθιες μετρήσεις ανύψωσης πριν και μετά το χειρουργείο, καθώς και σημαντικές μετεγχειρητικές αλλαγές στην πρόσθια κερατοειδική ανύψωση σε σχέση με τον τομογράφο Pentacam. (Hashemi, Mehravarani., 2007)

Ο Ciolino δεν βρήκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην πρόσθια μετατόπιση του κερατοειδούς μεταξύ των ασθενών της μεθόδου LASIK και εκείνων της PRK, που υπολογίστηκαν από τον τομογράφο Pentacam και εμφανίστηκε εκτασία, η οποία μπορεί να μην εμφανιζόταν μετά τη μέθοδο LASIK. (Ciolino & Belin., 2006)

Ο Quisling βρήκε ότι η μέτρηση με τον τομογράφο Pentacam και τη συσκευή Orbscan II είχε παρόμοια σημεία λεπτότητας, αλλά διέφερε σε πρόσθιες ανυψώσεις πάνω στην κατάλληλη σφαίρα, παρά τις παρόμοιες ακτίνες καμπυλότητας. Δεν ήταν δυνατό να αποφασιστεί, εάν μέσω του τομογράφου Pentacam υποτιμήθηκε το ύψος

ή εάν μέσω της συσκευής Orbscan υπερεκτιμήθηκε. (Quisling, Sjoberg, Zimmerman, Goins & Sutphin., 2006)

Ο Emre βρήκε ότι η πιθανότητα ασθένειας, η ολική κερατοειδική παχυμετρία και το βάθος του προσθίου θαλάμου ήταν στατιστικά διαφορετικές, ενώ συγχρόνως υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην πρόσθια γωνία θαλάμου και στις μετρήσεις του κερατοειδικού πάχους μεταξύ του ήπιου και των ευπαθών ομάδων κερατόκωνου. (Emre, Doganay & Yologlu., 2007)

Ο Ambrosio μελέτησε τους ήπιους έως μέτριους κερατοκωνικούς οφθαλμούς συγκριτικά με τους φυσιολογικούς οφθαλμούς, χρησιμοποιώντας την οφθαλμιατρική ηλεκτρονική μηχανή Pentacam. Το πάχος του κερατοειδούς, η κατανομή του κερατοειδικού πάχους και το ποσοστό αύξησης του ήταν διαφορετικά, τόσο στους κερατοκωνικούς όσο και στους φυσιολογικούς κερατοειδείς. (Ambrosio, Alonso, Luz & CocaVelarde., 2006)

Ο Du μελέτησε τις αλλαγές της πρόσθιας και της οπίσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς, την καλύτερη τοποθέτηση της σφαίρας, τις κατώτερες και ανώτερες μετρήσεις στα (3mm και στα 4mm). Τέλος, την ταξινόμηση των χαρτών ανύψωσης και το πάχος του κερατοειδή. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπάρχει διαφορά μεταξύ των δύο μηχανημάτων και των δεικτών τους στα φυσιολογικά μάτια, με ποιο σωστές τιμές του Pentacam. Επιπροσθέτως, το Pentacam σε σχέση με το Orbscan έχει πιο σωστές τιμές στους χάρτες ανύψωσης με σημαντικό πλεονέκτημα σε αυτό για την σωστή διάγνωση των ύποπτων κερατόκωνων. (DU, Chen, Ma, Wang & Xie., 2012)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Ο γενικός σκοπός της συγκεκριμένης έρευνας είναι να αναδείξει και να αποδείξει την συσχέτιση των δύο συσκευών που χρησιμοποιούνται στην τοπογραφική ανάλυση του κερατοειδή, το Pentacam (Oculus, Erlangen, Germany) και το Orbscan II (Bausch & Lomb, New York, USA). Βασικό κριτήριο αξιολόγησης είναι η πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας, ο συνολικός κερατοειδικός αστιγματισμός, η συνολική κερατοειδική ισχύς, η πρόσθια κερατοειδική ισχύς και το κερατοειδικό πάχος. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε δύο ομάδες ασθενών, σε άτομα με φυσιολογικό κερατοειδή και σε άτομα με κερατόκωνο και άλλες εκτατικές παθήσεις του κερατοειδούς, όπως Pellucid Marginal Degeneration. Επιπροσθέτως, θα διερευνηθεί η συσχέτιση μεταξύ του Pentacam και του Orbscan II. Μέσω της σύγκρισής τους παρέχεται η δυνατότητα της αξιολόγησης της ακτίνας καμπυλότητας, της ισχύος του κερατοειδή και του κερατοειδικού αστιγματισμού.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επιλογή του θέματος αποτελεί μία από τις πρώτες προσεγγίσεις του θέματος για την Ελλάδα. Παρόμοιες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί μόνο στο εξωτερικό.

Μέσω της παρούσας μελέτης διερευνάται και η συσχέτιση μεταξύ των δύο κερατοειδικών τοπογράφων με ένα αυτόματο κερατο-διαθλασίμετρο (Topcon, Tokyo, Japan) που αποτελεί στην καθημερινή κλινική πράξη και τον πιο συχνό τρόπο μέτρησης της καμπυλότητας του κερατοειδούς και του διαθλαστικού σφάλματος..

Η αξιολόγηση μεταξύ των μηχανημάτων θα έχει ως συνέπεια την ορθή διεξαγωγή αποτελεσμάτων που θα αφορούν οφθαλμιατρικά και οπτικά-οπτομετρικά θέματα.

4.1.1 Είδος έρευνας

Το είδος της έρευνας που επιλέχθηκε είναι η ποσοτική έρευνα, η οποία υιοθετεί κλειστές μεθόδους και τεχνικές με σκοπό να εξηγήσει και να προβλέψει την συνεισφορά και τη μεταβλητότητα συγκεκριμένων και προκαθορισμένων παραγόντων στο φαινόμενο που επιλέγεται προς μελέτη. (Cohen-Manion., 1994)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Κατά τη διάρκεια της έρευνας, εξετάσθηκαν και μετρήθηκαν 132 άτομα, εκ των οποίων 73 άντρες και 59 γυναίκες. Από το σύνολο των αντρών, 36 είχαν φυσιολογικό κερατοειδή ενώ υπόλοιποι 37 είχαν κερατόκωνο. Από το σύνολο των γυναικών, οι 34 είχαν φυσιολογικό κερατοειδή και οι υπόλοιπες 25 είχαν κερατόκωνο αντίστοιχα. Συνολικά, 70 άτομα αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου με φυσιολογικό κερατοειδή μέσου όρου ηλικίας ($30\pm 6,68$), ενώ 62 αποτέλεσαν την ομάδα ασθενών με κερατόκωνο (και άλλες εκτατικές παθήσεις του κερατοειδούς) με μέσο όρο ηλικίας ($29\pm 4,92$). Η επιλογή των ατόμων είχε ως βασική προϋπόθεση το όριο της ηλικίας να είναι από δεκαοκτώ (18) έως σαράντα (40) ετών. Επιπλέον προϋπόθεση ήταν να μην έχουν υποβληθεί σε διαθλαστική χειρουργική (PRK ή LASIK) ή / και διασύνδεση του κολλαγόνου του κερατοειδούς (cross-linking), ενώ επίσης όλοι οι ασθενείς δεν παρουσίαζαν κάποιο άλλο οφθαλμολογικό πρόβλημα.

5.1.1 Είδος δειγματοληψίας

Να διευκρινιστεί ότι αν και μετρήθηκαν και οι δυο οφθαλμοί για κάθε ασθενή, στην πτυχιακή θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα μόνο από τον δεξιό οφθαλμό κάθε φυσιολογικού ατόμου (μια και στους φυσιολογικούς ασθενείς υπάρχει μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των 2 οφθαλμών) και ο οφθαλμός από τους ασθενείς της κερατοκωνικής ομάδας που παρουσίαζε τη μεγαλύτερη εξέλιξη κερατόκωνου. Να σημειωθεί ότι η ομάδα των κερατοκωνικών ασθενών δεν παρουσιάζει μεγάλη ομοιογένεια, λόγω της συμμετοχής οφθαλμών με διαφορετική εξέλιξη στο κερατόκωνο (στάδιο εξέλιξης 1 με 4).

5.1.2 Εργαλεία μετρήσεων

Τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν κατά την διάρκεια της έρευνας είναι η μηχανή ανίχνευσης κερατοειδικού σφάλματος Pentacam (Oculus, Erlangen, Germany), η τοπογραφική συσκευή Orbscan II (Bausch & Lomb, New York, USA) και το αυτόματο κερατο-διαθλασίμετρο (Topcon, Tokyo, Japan). Όλες οι πληροφορίες ή δεδομένα που θα συγκεντρωθούν, θα αναλυθούν αριθμητικά, με αποτέλεσμα να πραγματοποιηθεί μία στατιστική μέτρηση στη συνέχεια. Για το Pentacam μετρήθηκαν μόνο τα κεντρικά 3mm του κερατοειδούς, ενώ παράλληλα για το Orbscan II μετρήθηκαν τα 3mm και τα 5mm του κερατοειδούς. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε ακόμα ένα μηχάνημα το αυτόματο κερατο-διαθλασίμετρο, το οποίο

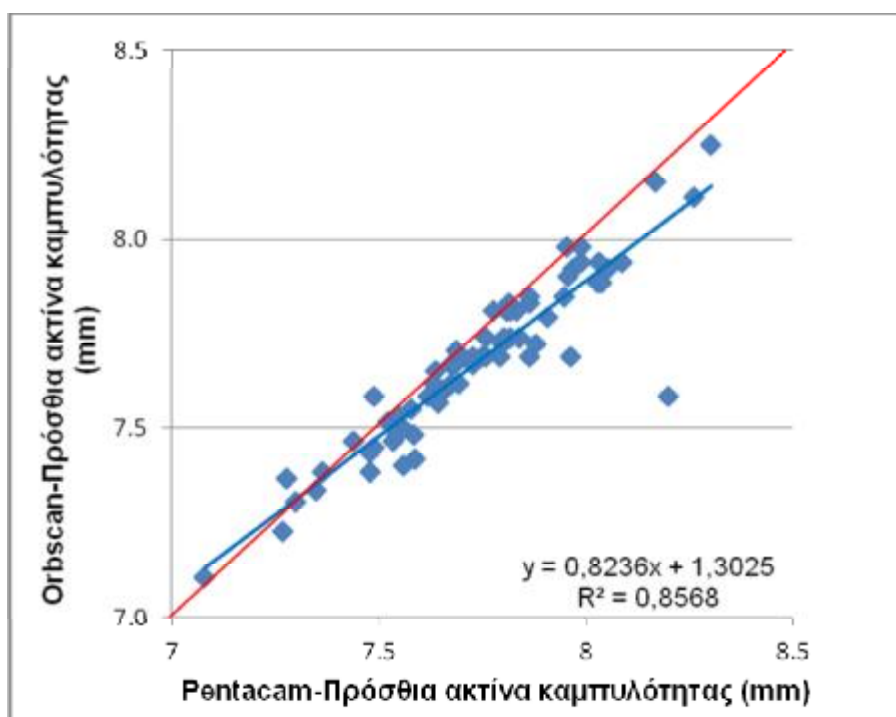
συγκρίθηκε με τα άλλα δυο μηχανήματα στην ακτίνα καμπυλότητας και στον κερατοειδικό αστιγματισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

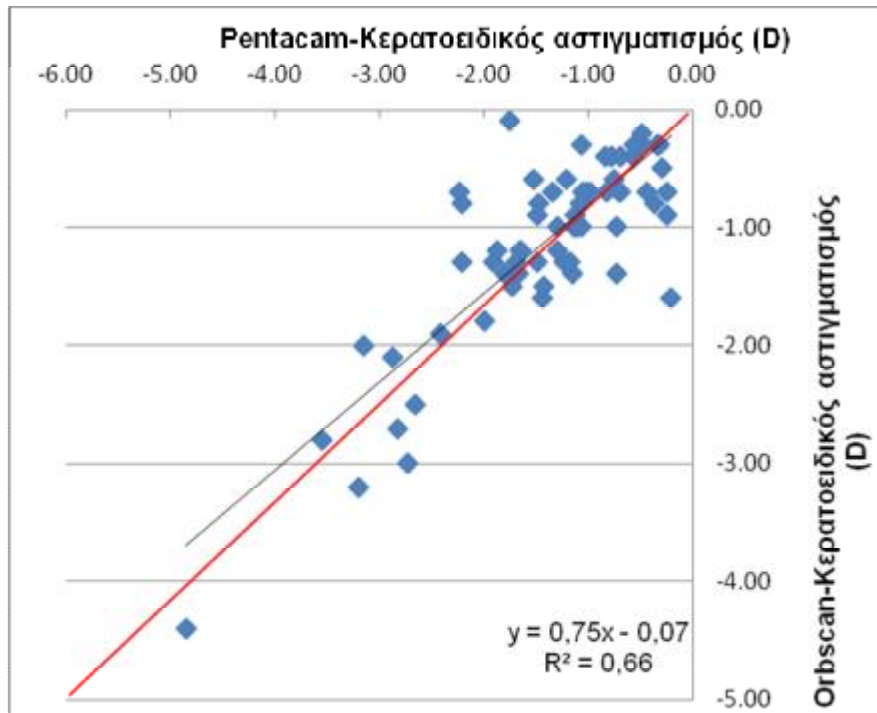
6.1.1 Αποτελέσματα ομάδας ελέγχου σε ατόμων με φυσιολογικό κερατοειδή

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση της πρόσθιας ακτίνας καμπυλότητας μεταξύ του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος της ακτίνας καμπυλότητας με το Orbscan (7.67 ± 0.22 mm) είναι μικρότερος σε σχέση με το Pentacam (7.74 ± 0.24 mm) κατά 0.07mm (όπου paired t-test, $p < 0.05$).



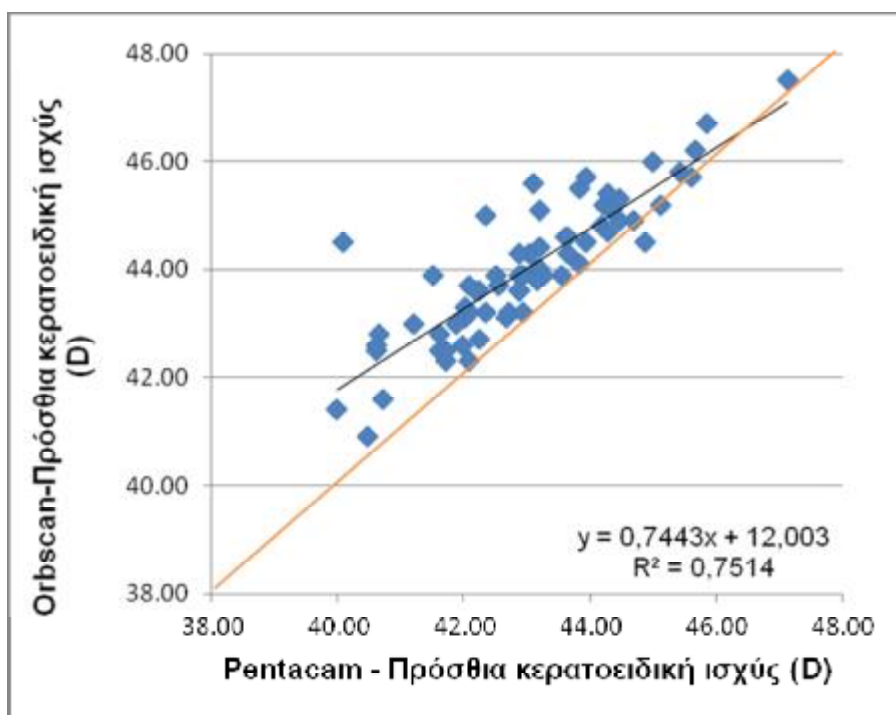
	PENTACAM Πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας(mm)	ORBSCAN Πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας(mm)
AVERAGE	7.74	7.67
ST DEVIATION	0.24	0.22
ST ERROR	0.03	0.02
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση του κερατοειδικού αστιγματισμού του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος του κερατοειδικού αστιγματισμού με το Orbscan (-1.09 ± 0.82 D) είναι μικρότερος σε σχέση με το Pentacam (-1.36 ± 0.89 D) κατά -0.27 D (όπου paired t-test, $p < 0.05$).



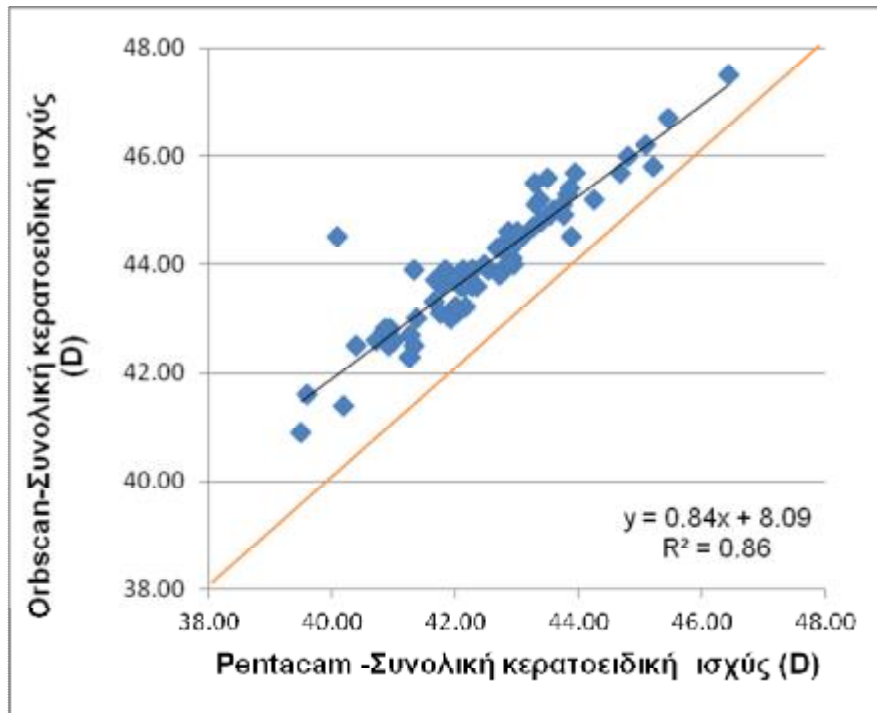
	PENTACAM Κερατοειδικός αστιγματισμός(D)	ORBSCAN Κερατοειδικός αστιγματισμός(D)
AVERAGE	-1.36	-1.09
ST DEVIATION	0.89	0.82
ST ERROR	0.10	0.07
Paired t-test, (p)	p<0.05	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η πρόσθια κερατοειδική ισχύς του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος της πρόσθιας κερατοειδικής ισχύος με το Orbscan (44.01 ± 1.25 D) είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το Pentacam (43.00 ± 1.46 D) κατά 1.01 D (όπου paired t-test, $p < 0.05$).



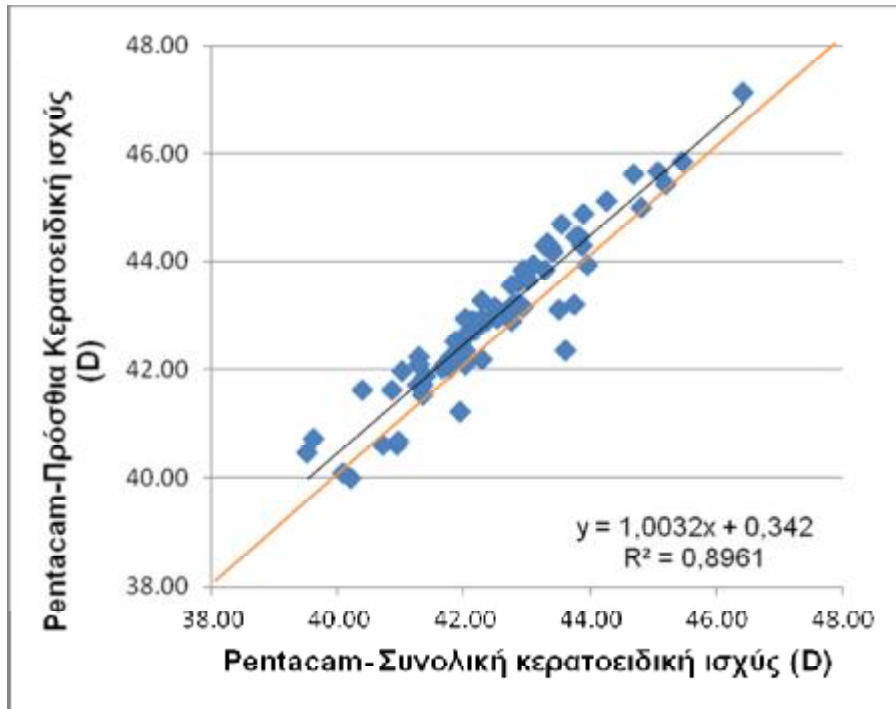
	PENTACAM Πρόσθια κερατοειδική ισχύς (D)	ORBSCAN Πρόσθια κερατοειδική ισχύς(D)
AVERAGE	43.00	44.01
ST DEVIATION	1.46	1.25
ST ERROR	0.17	0.10
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συνολική κερατοειδική ισχύς του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος της συνολικής κερατοειδικής ισχύος με το Orbscan (44.01 ± 1.25 D) είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το Pentacam (42.52 ± 1.37 D) κατά 1.49D (όπου paired t-test, $p < 0.05$)



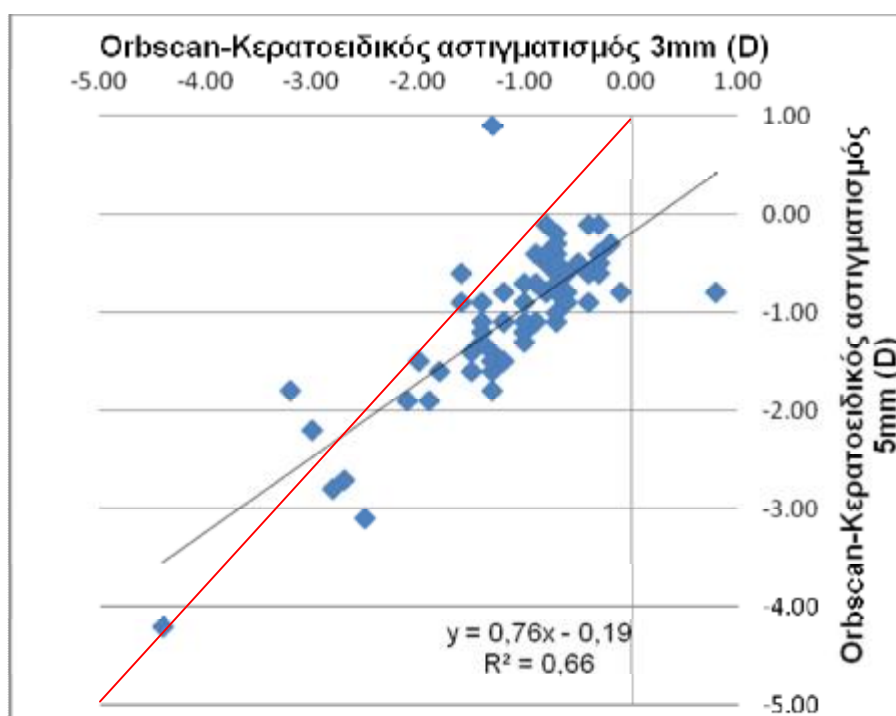
	PENTACAM Συνολική κερατοειδική ισχύς(D)	ORBSCAN Συνολική κερατοειδική ισχύς(D)
AVERAGE	42.52	44.01
ST DEVIATION	1.37	1.25
ST ERROR	0.16	0.10
Paired t-test, (p)	p<0.05	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάται η συνολική κερατοειδική ισχύς σε συσχέτιση με την πρόσθια κερατοειδική ισχύ του Pentacam. Ο μέσος όρος της πρόσθιας κερατοειδικής ισχύος (43.00 ± 1.46 D) είναι μεγαλύτερος σε σχέση με την συνολική κερατοειδική ισχύ (42.52 ± 1.37 D) κατά 0.48 D (όπου paired t-test, $p < 0.05$)



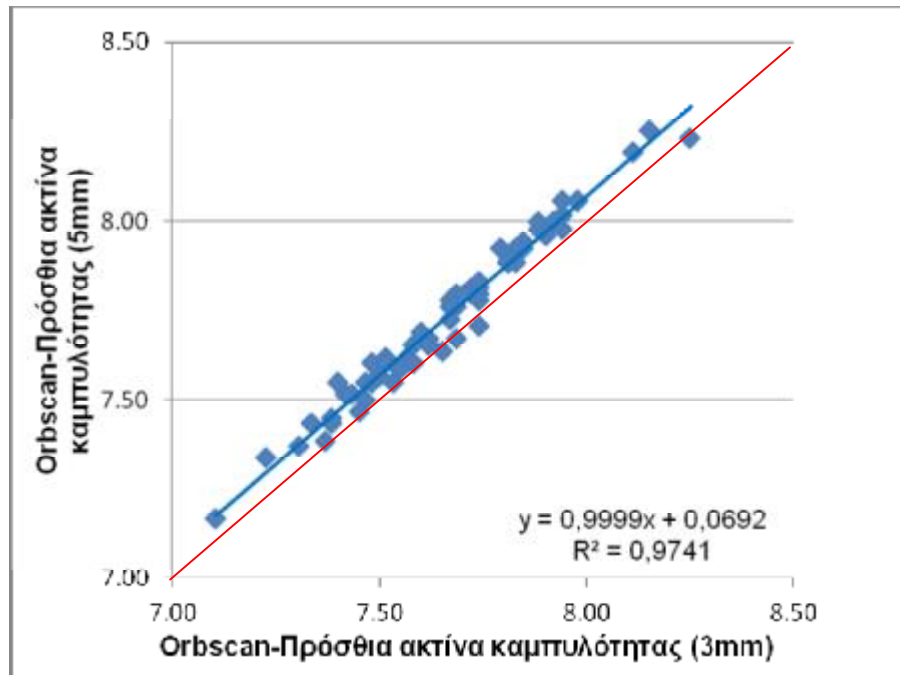
	PENTACAM Συνολική κερατοειδική ισχύς(D)	PENTACAM Πρόσθια κερατοειδική ισχύς(D)
AVERAGE	42.52	43.00
ST DEVIATION	1.37	1.46
ST ERROR	0.16	0.17
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται ο κερατοειδικός αστιγματισμός στα 3mm και στα 5mm του Orbscan. Ο μέσος όρος στα 5mm (-1.02 ± 0.77 D) είναι μικρότερος σε σχέση με τα 3mm (-1.09 ± 0.82 D) κατά $-0,07$ D (όπου paired t-test, $p > 0.05$).



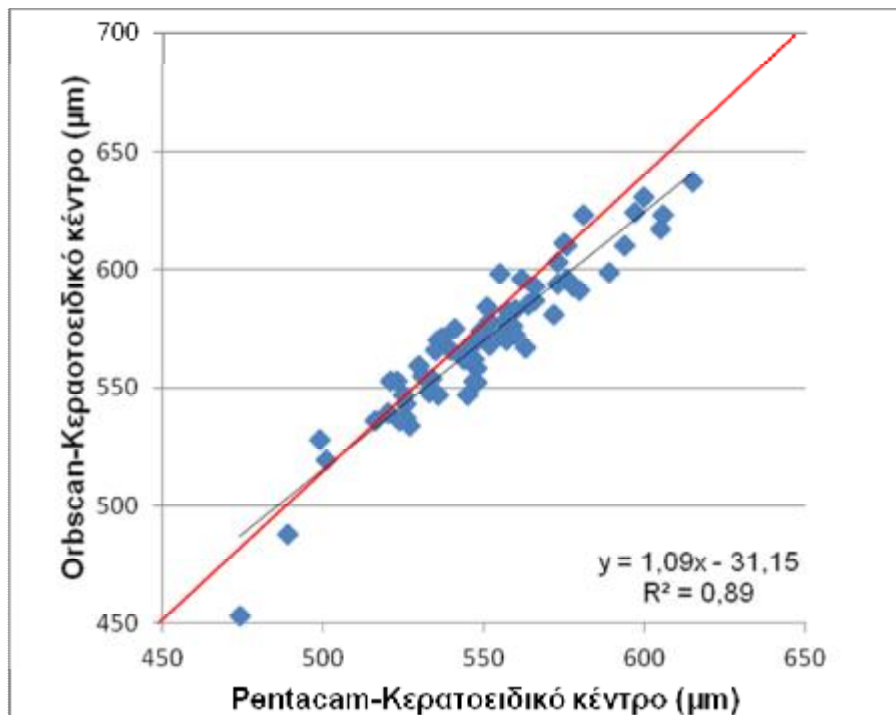
	ORBSCAN Κερατοειδικός αστιγματισμός 3mm(D)	ORBSCAN Κερατοειδικός αστιγματισμός 5mm(D)
AVERAGE	-1.09	-1.02
ST DEVIATION	0.82	0.77
ST ERROR	0.07	0.06
Paired t-test, (p)	$p > 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας του Orbscan στα 3mm και στα 5mm του κερατοειδούς. Ο μέσος όρος στα 5mm (7.74 ± 0.22 mm) είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τα 3mm (7.67 ± 0.22 mm) κατά 0.07mm (όπου Paired t-test, $p < 0.05$)



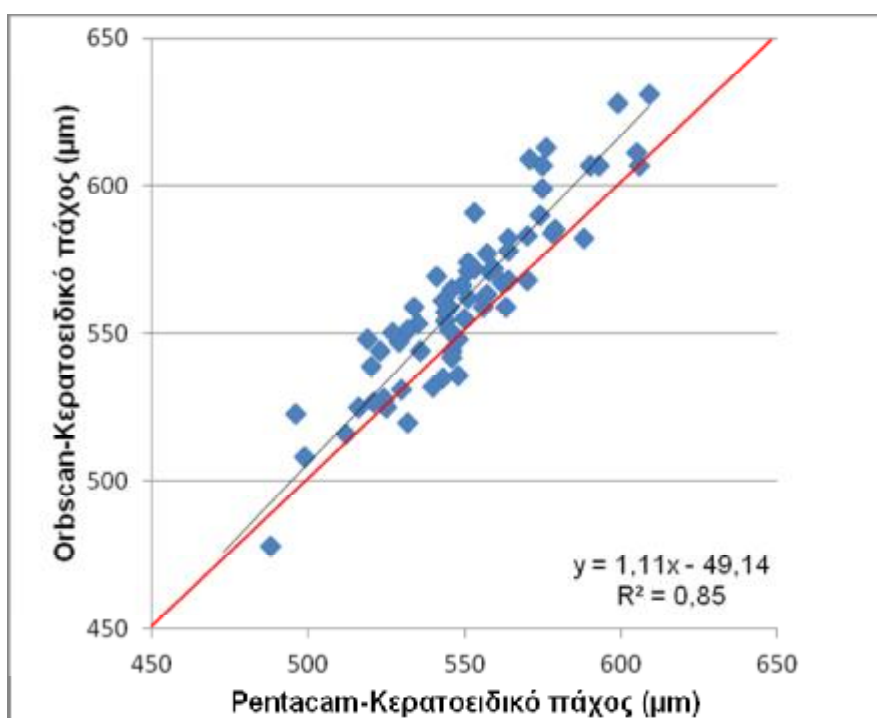
	ORBSCAN Ακτίνα καμπυλότητας 3mm(D)	ORBSCAN Ακτίνα καμπυλότητας 5mm(D)
AVERAGE	7.67	7.74
ST DEVIATION	0.22	0.22
ST ERROR	0.02	0.02
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση του κερατοειδικού κέντρου του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος του κερατοειδικού κέντρου του Orbscan ($571.24 \pm 31.17 \mu\text{m}$) είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το Pentacam ($551.20 \pm 26.91 \mu\text{m}$) κατά $20,04 \mu\text{m}$ (όπου Paired t-test, $p < 0.05$).



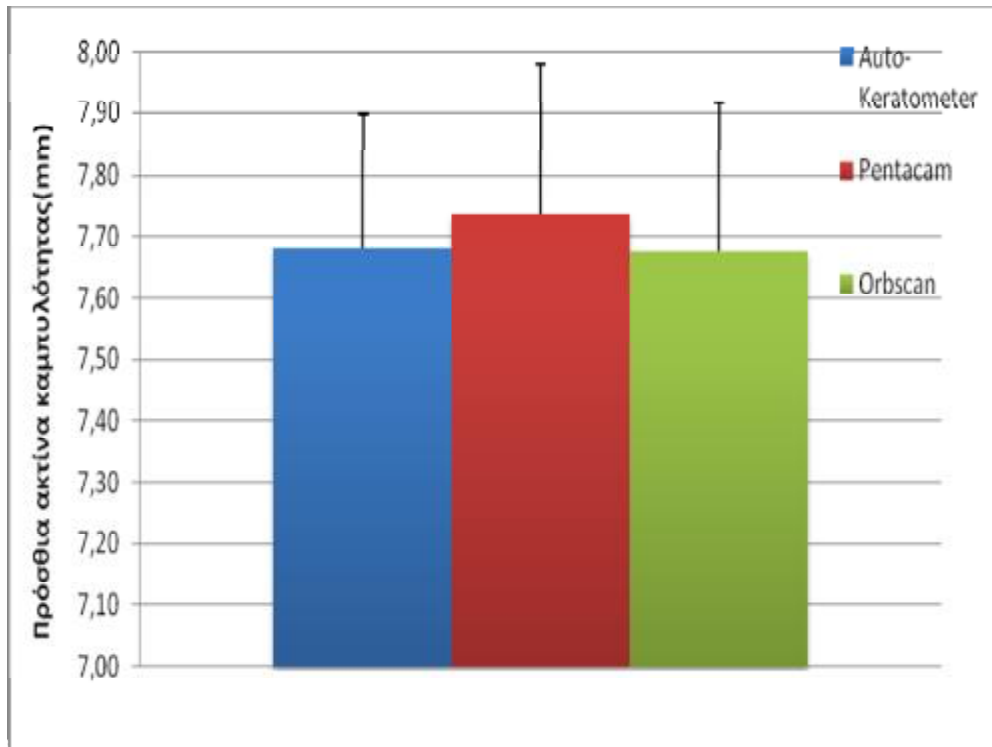
	PENTACAM Κερατοειδικό κέντρο(μm)	ORBSCAN Κερατοειδικό κέντρο(μm)
AVERAGE	551.20	571.24
ST DEVIATION	26.91	31.17
ST ERROR	3.09	2.50
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση του κερατοειδικού πάχους του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος του κερατοειδικού πάχους του Orbscan ($560.33 \pm 32.46 \mu\text{m}$) είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το Pentacam ($549.14 \pm 27.02 \mu\text{m}$) κατά $11.19 \mu\text{m}$ (όπου Paired t-test, $p < 0.05$).



	PENTACAM Κερατοειδικό πάχος(μm)	ORBSCAN Κερατοειδικό πάχος(μm)
AVERAGE	549.14	560.33
ST DEVIATION	27.02	32.46
ST ERROR	3.10	2.60
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

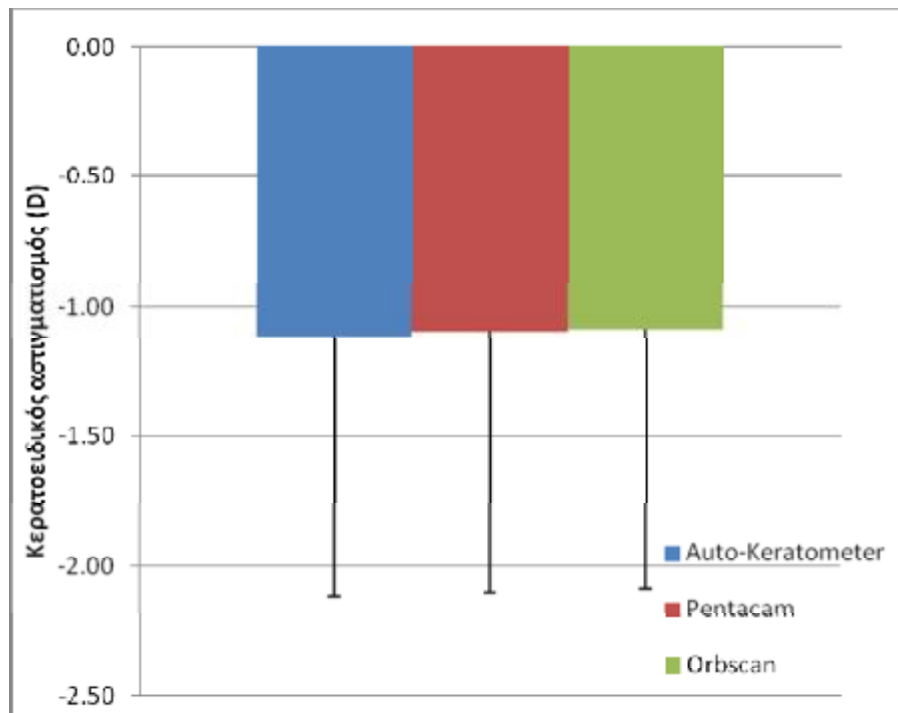
Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση του μέσου όρου και η τυπική απόκλιση της πρόσθιας ακτίνας καμπυλότητας για τις τρεις (3) συσκευές (Auto-Keratometer, Pentacam και Orbscan).



	AUTO-KERATOMETER	PENTACAM	ORBSCAN
AVERAGE	7.68	7.74	7.67
ST DEVIATION	0.24	0.24	0.22

Paired t-test (PENTACAM vs. ORBSCAN)	p<0.05
Paired t-test (AUTO-KERATOMETER vs. ORBSCAN)	p>0.05
Paired t-test (AUTO-KERATOMETER vs. PENTACAM)	p<0.05

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση του μέσου όρου και η τυπική απόκλιση του κερατοειδικού αστιγματισμού του για τις τρεις (3) συσκευές (Auto-Keratometer, Pentacam και Orbscan).

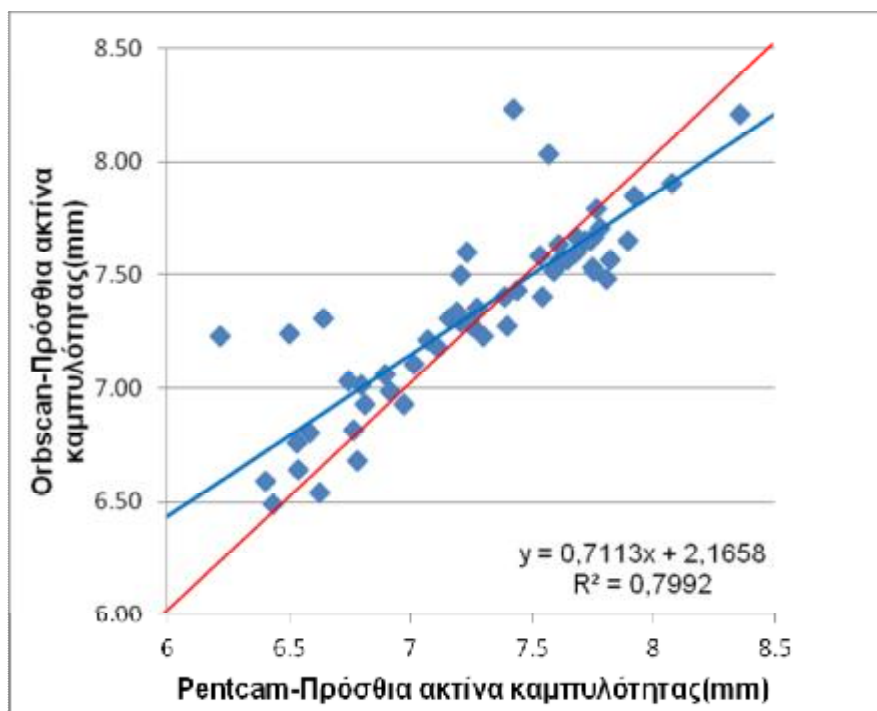


	AUTO-KERATOMETER	PENTACAM	ORBSCAN
AVERAGE	-1.11	-1.10	-1.09
ST DEVIATION	0.82	0.88	0.77

Paired t-test (PENTACAM vs. ORBSCAN)	p>0.05
Paired t-test (AUTO-KERATOMETER vs. ORBSCAN)	p<0.05
Paired t-test (AUTO-KERATOMETER vs. PENTACAM)	p>0.05

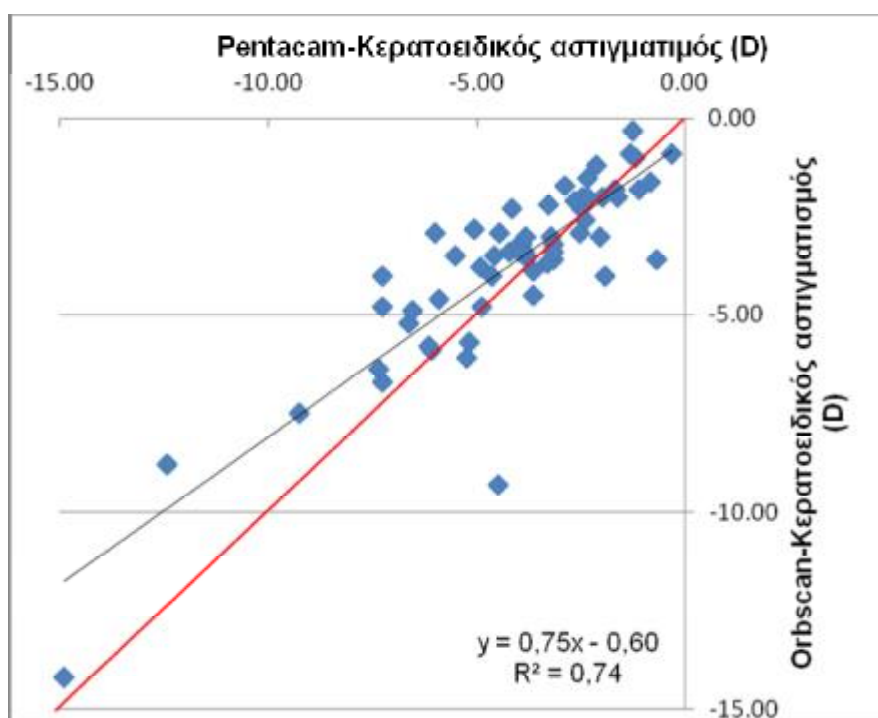
6.1.2 Αποτελέσματα ομάδας ελέγχου σε άτομα με κερατόκωνο

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση της πρόσθιας ακτίνας καμπυλότητας του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος της πρόσθιας ακτίνας καμπυλότητας με το Orbscan (7.27 ± 0.51 mm) είναι μεγαλύτερη σε σχέση με το Pentacam (7.18 ± 0.64 mm) κατά 0.09mm (όπου Paired t-test, $p < 0.05$)



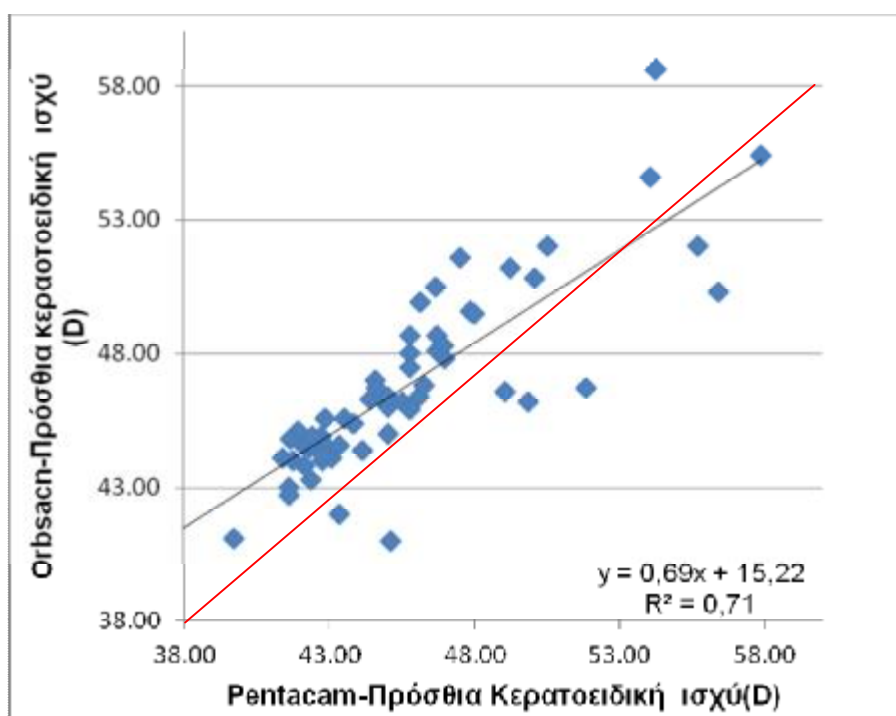
	PENTACAM Πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας(mm)	ORBSCAN Πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας(mm)
AVERAGE	7.18	7.27
ST DEVIATION	0.64	0.51
ST ERROR	0.08	0.04
Paired t-test, (p)	p<0.05	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάται η συσχέτιση του κερατοειδικού αστιγματισμού του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος του κερατοειδικού αστιγματισμού με το Orbscan (-3.70 ± 2.27 D) είναι μικρότερος σε σχέση με το Pentacam (-4.13 ± 2.60 D) κατά -0.43 D (όπου Paired t-test, $p < 0.05$).



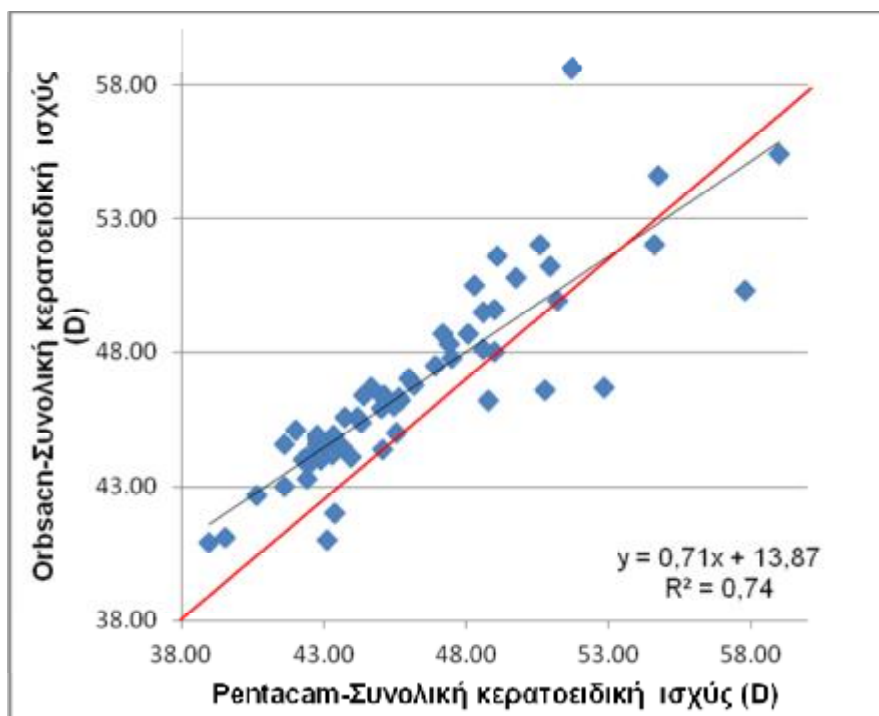
	PENTACAM Κερατοειδικός αστιγματισμός(D)	ORBSCAN Κερατοειδικός αστιγματισμός(D)
AVERAGE	-4.13	-3.70
ST DEVIATION	2.60	2.27
ST ERROR	0.31	0.18
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση της πρόσθιας κερατοειδικής ισχύος του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος της πρόσθιας κερατοειδικής ισχύος με το Orbscan (46.64 ± 3.46 D) είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το Pentacam (45.46 ± 4.22 D) κατά 1.18D (όπου Paired t-test, $p < 0.05$)



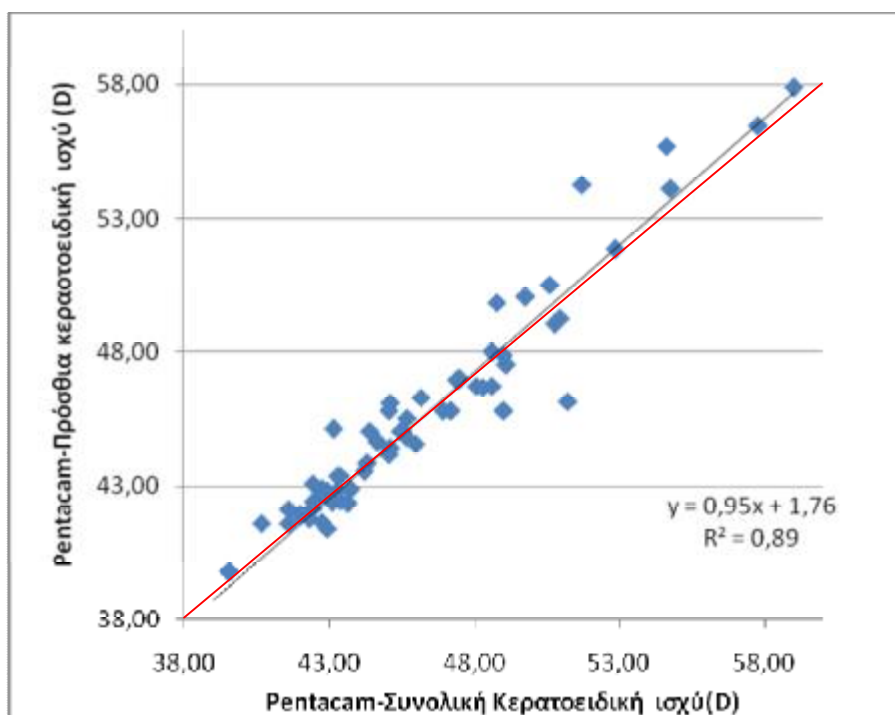
	PENTACAM Πρόσθια κερατοειδική ισχύς(D)	ORBSCAN Πρόσθια κερατοειδική ισχύς(D)
AVERAGE	45.46	46.64
ST DEVIATION	4.22	3.46
ST ERROR	0.51	0.28
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση της συνολικής κερατοειδικής ισχύος του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος της συνολικής κερατοειδικής ισχύος με το Orbscan (46.64 ± 3.46 D) είναι μεγαλύτερος σε σχέση με το Pentacam (46.08 ± 4.19 D) κατά 0.56 D (όπου Paired t-test, $p < 0.05$).



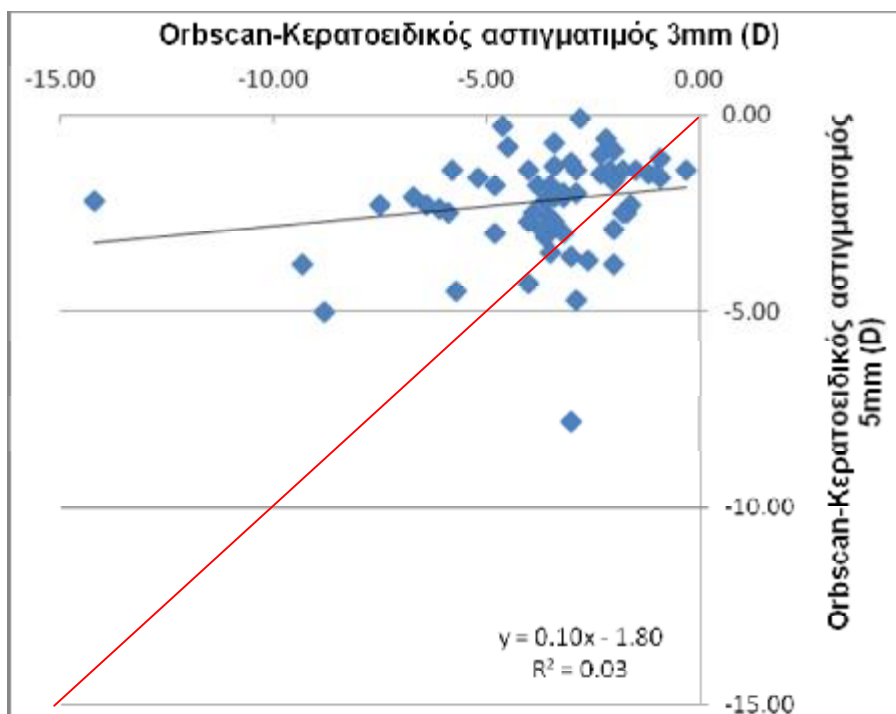
	PENTACAM Συνολική κερατοειδική ισχύς(D)	ORBSCAN Συνολική κερατοειδική ισχύς(D)
AVERAGE	46.08	46,64
ST DEVIATION	4.19	3,46
ST ERROR	0.50	0,28
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση της συνολικής κερατοειδικής ισχύος και της πρόσθιας κερατοειδικής ισχύος του Pentacam. Ο μέσος όρος της συνολικής κερατοειδικής ισχύος (46.08 ± 4.19 D) είναι μεγαλύτερος σε σχέση με την πρόσθια κερατοειδική ισχύ (45.46 ± 4.22 D) κατά 0.62D (όπου Paired t-test, $p < 0.05$).



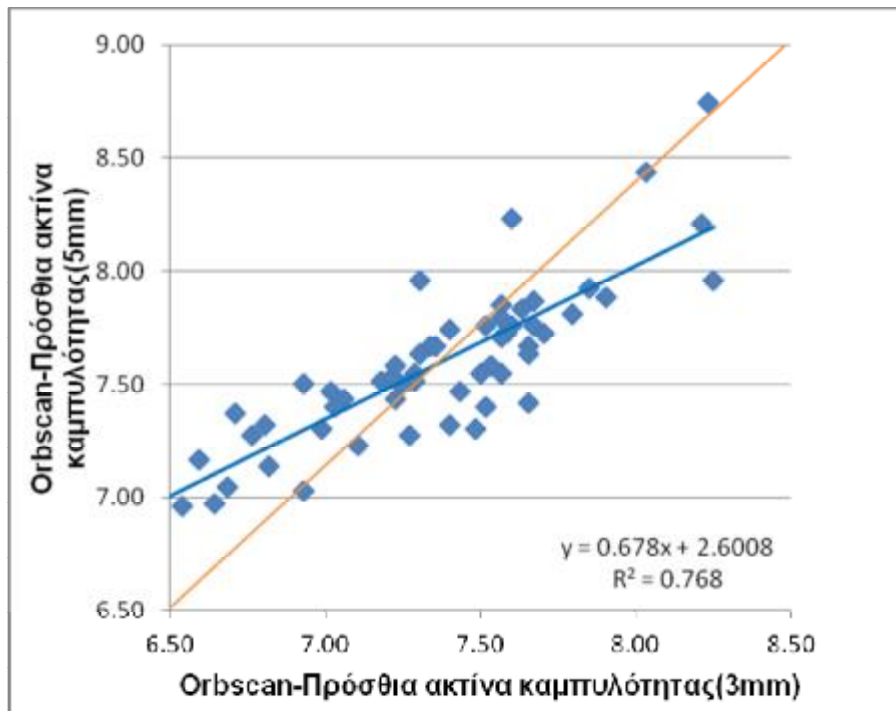
	PENTACAM Συνολική κερατοειδική ισχύς(D)	PENTACAM Πρόσθια κερατοειδική ισχύς(D)
AVERAGE	46.08	45.46
ST DEVIATION	4.19	4.22
ST ERROR	0.50	0.51
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση του κερατοειδικού αстиγματισμού του Orbscan στα 3mm και στα 5mm. Ο μέσος όρος στα 5mm (-2.18 ± 1.45 D) είναι μικρότερος σε σχέση με τα 3mm (-3.70 ± 2.27 D) κατά -1.52 D (όπου Paired t-test, $p < 0.05$).



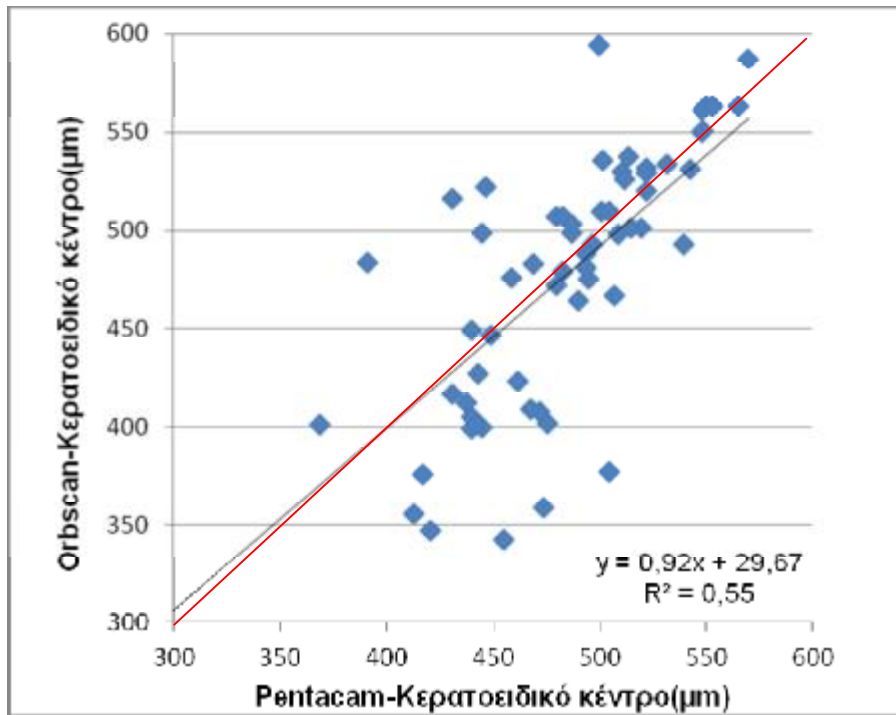
	ORBSCAN Κερατοειδικός αстиγματισμός 3mm(D)	ORBSCAN Κερατοειδικός αстиγματισμός 5mm(D)
AVERAGE	-3.70	-2.18
ST DEVIATION	2.27	1.45
ST ERROR	0.18	0.12
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση της πρόσθιας ακτίνας καμπυλότητας του Orbscan στα 3mm και στα 5mm. Η μέση πρόσθια ακτίνα καμπυλότητα του μηχανήματος στα 3mm και στα 5mm είναι 0.24 (όπου $p < 0.01$). Ο μέσος όρος στα 5mm (7.53 ± 0.40 mm) είναι μεγαλύτερος σε σχέση με τα 3mm (7.27 ± 0.51 mm) κατά 0.26mm (όπου Paired t-test, $p < 0.05$).



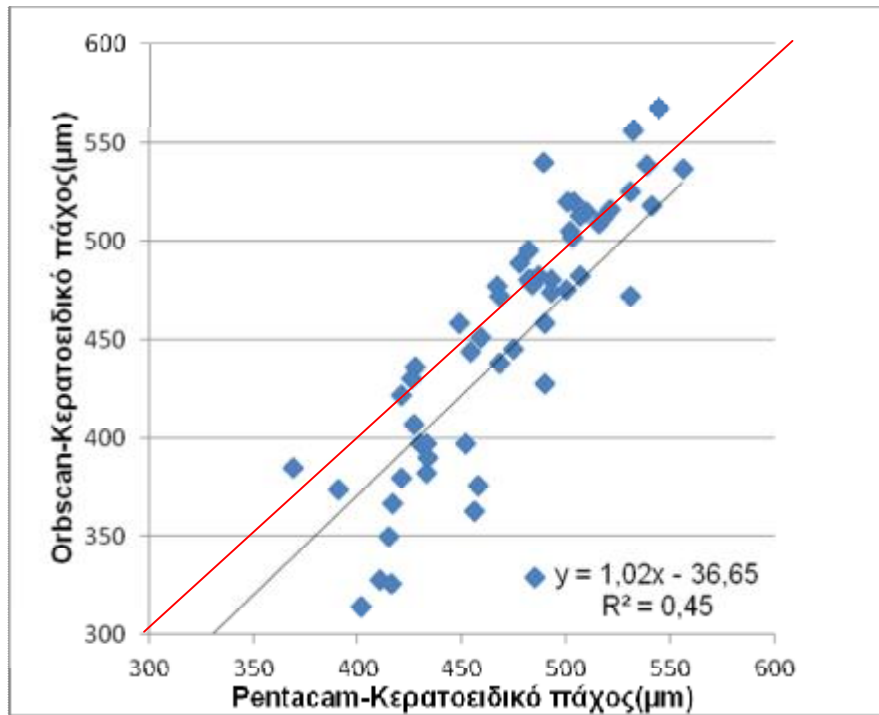
	ORBSCAN Ακτίνα καμπυλότητας 3mm(D)	ORBSCAN Ακτίνα καμπυλότητας 5mm(D)
AVERAGE	7.27	7.53
ST DEVIATION	0.51	0.40
ST ERROR	0.04	0.03
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση του κερατοειδικού κέντρου του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος του κερατοειδικού κέντρου του Orbscan ($474.24 \pm 67.00 \mu\text{m}$) είναι μικρότερος σε σχέση με το Pentacam ($480.81 \pm 53.95 \mu\text{m}$) κατά $6.57 \mu\text{m}$ (όπου Paired t-test, $p > 0.05$).



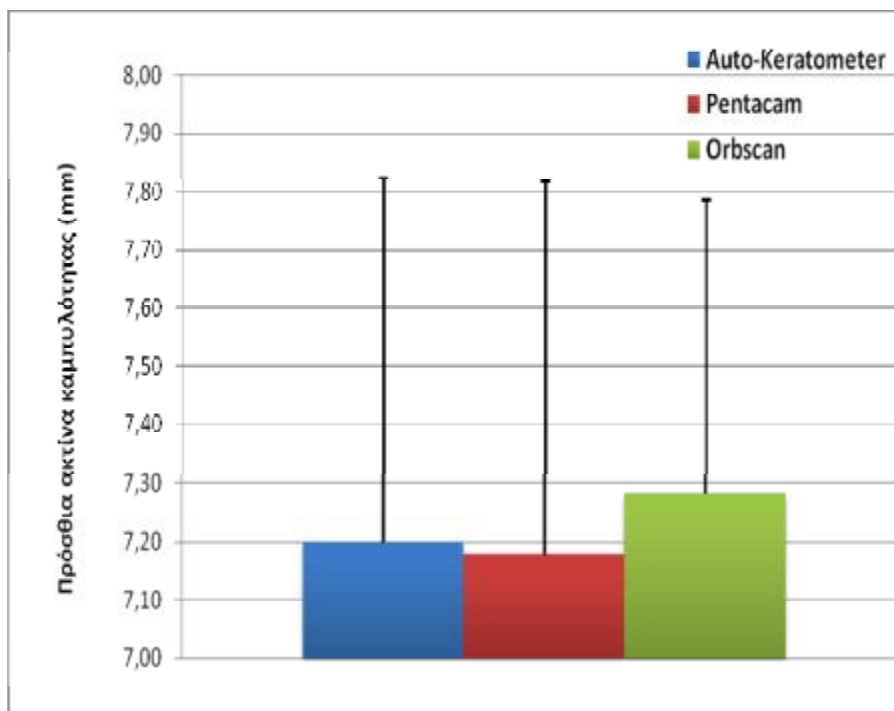
	PENTACAM Κερατοειδικό κέντρο(μm)	ORBSCAN Κερατοειδικό κέντρο(μm)
AVERAGE	480.81	474.24
ST DEVIATION	53.95	67.00
ST ERROR	6.49	5.36
Paired t-test, (p)	p>0.05	

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση του κερατοειδικού πάχους του Pentacam και του Orbscan. Ο μέσος όρος του κερατοειδικού πάχους του Orbscan ($435.04 \pm 85.19 \mu\text{m}$) είναι μικρότερος σε σχέση με το Pentacam ($463.65 \pm 56.34 \mu\text{m}$) κατά $28.02 \mu\text{m}$ (όπου Paired t-test, $p < 0.05$).



	PENTACAM Κερατοειδικό πάχος(μm)	ORBSCAN Κερατοειδικό πάχος(μm)
AVERAGE	463.65	435.63
ST DEVIATION	56.34	85.19
ST ERROR	6.78	6.82
Paired t-test, (p)	$p < 0.05$	

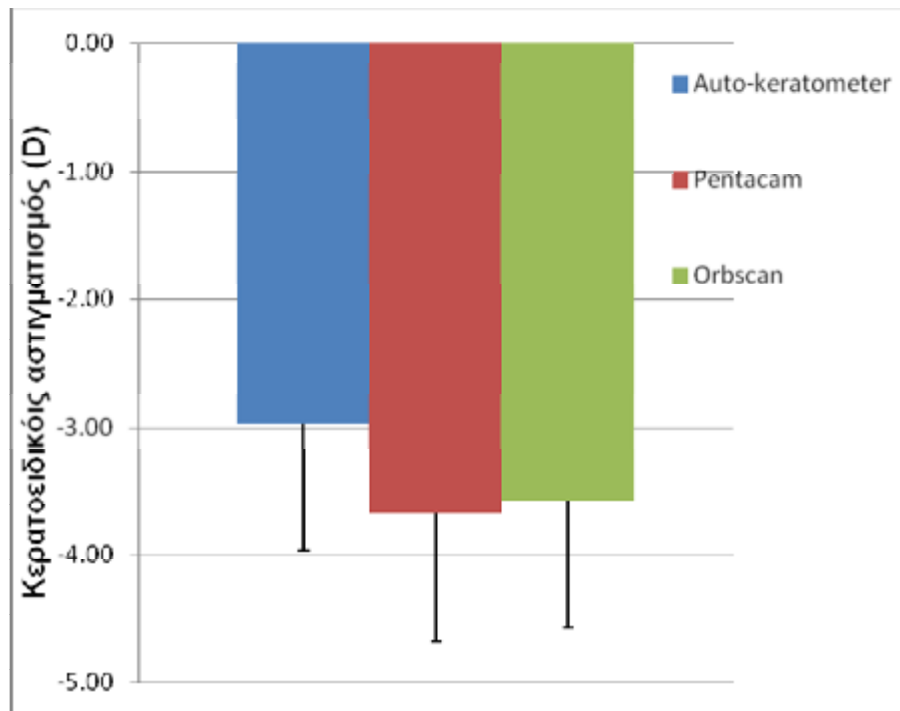
Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάνεται η συσχέτιση του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης της πρόσθιας ακτίνας καμπυλότητας των τριών (3) μηχανημάτων (Auto-Keratometer, Pentacam και Orbscan).



	AUTO-KERATOMETER	PENTACAM	ORBSCAN
AVERAGE	7.20	7.18	7.27
ST DEVIATION	0.63	0.64	0.51

Paired t-test (PENTACAM vs. ORBSCAN)	p<0.05
Paired t-test (AUTO-KERATOMETER vs. ORBSCAN)	p<0.05
Paired t-test (AUTO-KERATOMETER vs. PENTACAM)	p>0.05

Στο επόμενο γράφημα αναπαριστάται η συσχέτιση του μέσου όρου και της τυπικής απόκλισης του κερατοειδικού αστιγματισμού των τριών (3) μηχανημάτων (Auto-Keratometer, Pentacam και Orbscan).



	AUTO-KERATOMETER	PENTACAM	ORBSCAN
AVERAGE	-2.97	-3.67	-3.70
ST DEVIATION	3.36	2.41	2.27

Paired t-test (PENTACAM vs. ORBSCAN)	p>0.05
Paired t-test (AUTO-KERATOMETER vs. ORBSCAN)	p>0.05
Paired t-test (AUTO-KERATOMETER vs. PENTACAM)	p>0.05

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Με βάση την ανάλυση των στατιστικών αποτελεσμάτων φαίνεται ότι σε ένα φυσιολογικό οφθαλμό (Model Eye), σύμφωνα με το ευρέως αποδεκτό μηχάνημα Pentacam, η πρόσθια κερατοειδική ισχύς είναι 43D, η συνολική κερατοειδική ισχύς είναι 42.52D, η πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας είναι 7.74mm, η οπίσθια ακτίνα καμπυλότητας είναι 6.40mm και το κερατοειδικό πάχος είναι 549.14 μ m. Όσο αφορά τους ασθενείς με κερατόκωνο, η πρόσθια κερατοειδική ισχύς είναι 45.46D, η συνολική κερατοειδική ισχύς είναι 46.08D, η πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας είναι 7.18mm, η οπίσθια ακτίνα καμπυλότητας είναι 5.87mm και το κερατοειδικό πάχος είναι 463.65 μ m.

Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι σε φυσιολογικούς κερατοειδείς η πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας μεταξύ του Pentacam και του Orbscan, εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά, αλλά κατά την κλινική πράξη προκύπτουν μικρές διαφορές. Στους κερατοκωνικούς ασθενείς προκύπτουν τα ίδια αποτελέσματα.

Κατά το συνολικό κερατοειδικό αστιγματισμό σε φυσιολογικούς οφθαλμούς, μεταξύ του Pentacam και του Orbscan, εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά, αλλά κατά την κλινική πράξη προκύπτουν μικρές διαφορές. Στους κερατοκωνικούς ασθενείς προκύπτουν τα ίδια ακριβώς αποτελέσματα.

Κατά την πρόσθια κερατοειδική ισχύ σε φυσιολογικούς οφθαλμούς, μεταξύ του Pentacam και του Orbscan, εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά, αλλά κατά την κλινική πράξη προκύπτουν ελάχιστες διαφορές. Στους κερατοκωνικούς ασθενείς προκύπτουν παρόμοια αποτελέσματα.

Στην συνολική κερατοειδική ισχύ σε φυσιολογικούς οφθαλμούς, μεταξύ του Pentacam και του Orbscan, εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά, αλλά κατά την κλινική πράξη προκύπτουν ελάχιστες διαφορές. Στους κερατοκωνικούς ασθενείς προκύπτουν τα ίδια ακριβώς αποτελέσματα.

Στον κερατοειδικό αστιγματισμό του Orbscan στα 3mm και στα 5mm σε φυσιολογικούς οφθαλμούς δεν εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά. Αντίθετα, στους ασθενείς με κερατόκωνο εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά, αλλά κατά την κλινική πράξη προκύπτουν ελάχιστες διαφορές.

Στο κερατοειδικό πάχος σε φυσιολογικούς οφθαλμούς, μεταξύ του Pentacam και του Orbscan, εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά και κατά την κλινική

πράξη. Στους ασθενείς με κερατόκωνο εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά και κατά την κλινική πράξη.

Τέλος, στην πρόσθια ακτίνα καμπυλότητας του Orbscan στα 3mm και 5mm σε φυσιολογικούς οφθαλμούς, εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά, αλλά κατά την κλινική πράξη προκύπτουν ελάχιστες διαφορές. Ενώ, στους ασθενείς με κερατόκωνο εμφανίζεται σημαντική στατιστική διαφορά και κατά την κλινική πράξη

Εν κατακλείδι, σύμφωνα με την ανάλυση της στατιστικής έρευνας που διεξήχθη, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι προκύπτουν μικρές διαφορές μεταξύ των δύο μηχανημάτων (Pentacam και Orbscan), αλλά υπάρχουν σημαντικές διαφορές κατά το κερατοειδικό πάχος, ενώ παράλληλα η ακτίνα καμπυλότητας του Orbscan στα 3mm και 5mm εμφανίζει διαφορές. Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι και τα δυο μηχανήματα παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα, γεγονός που καθιστά το καθένα ξεχωριστά εξίσου κατάλληλο για την διερεύνηση διαφόρων παραμέτρων του κερατοειδούς.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

Ασημέλλης, Γ., Κατσούλος, Κ., Καραγεωργιάδης, Λ., Μακρυνιώτη, Δ., Βασιλείου, Ν., Μουσαγειροπούλου, Θ., Μπαχάρης, Κ. (2007) *Οπτική και Υπερόραση*. 1sted. Αθήνα: Σύγχρονη γνώση.

Δαμανάκης, Α. (1999) *Διάθλαση Βασικές αρχές και τεχνική*. 2nded. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας.

Θεοδοσιάδης, Γ., & Δρούτσας, Δ. (1996) *Τοπογραφία Κερατοειδούς*. 1sted. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., Ασημέλλης, Γ., Καραγεωργιάδης, Λ., Κωσταντακόπουλος, Σ., Σαπουνάκης, Η., & Φωτεινάκης, Β. (2010) *Φακοί Επαφής Β΄ Κλινική Πρακτική & Εφαρμογές*. 1sted. Τόμος Β. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.

Μιχάλης, Π. Μαγουλάς (2005) *Τοπογραφία & Wavefront*. 1sted. Αθήνα: Βήτα ιατρικές εκδόσεις.

Μόσχος, Μ. Ν. *Εισαγωγή Στην Οφθαλμολογία*. 1sted. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Ζήτα.

Παλημέρης, Γ. Δ. (1996) *Οπτική, Διάθλαση και Φακοί Επαφής*. 1sted. Τόμος 3. Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

Agarwal, A., Agarwal, A., Jacob S. (2009) *Corneal Topography*. 1sted. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers.

Agarwal, A., Agarwal, A., Jacob, S. (2010) *Dr Agarwal's Textbook on Corneal Topography*. 2sted. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers.

Drake, R., Vogl, W., & Mitchell, A. (2009) *Grey's anatomy for students*. 2nded. Εκδόσεις Churchill Living stone.

Lemp, M., & Snell, R. (1997) *Clinical anatomy of the eye*. 1sted. Εκδόσεις Blackwell Science.

Sinjab, M. (2012) *Quick Guide To The Management Of Keratoconus* 1st ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Snell, R. S. (1992) *Κλινική Ανατομία*. 1sted. Τόμος 2. Αθήνα: ΙατρικέςεκδόσειςΛίτσας.

APOPA

Ambrosio R Jr., Alonso RS., Luz A., Coca Velarde LG. Corneal-thickness spatial profile and corneal-volume distribution: Topographic indices to detect keratoconus. J Cataract Refract Surg 2006;32(11):1851-9

Auffarth GU., Wang L., Volcker HE. Keratoconus evaluation using the Orbscan Topography System. J Cataract Refract Surg 2000, 26:222-228

Boscia F., La Tegola MG., Alessio G., Sborgia C. Accuracy of Orbscan optical pachymetry on corneas with haze. J Cataract Refract Surg 2000, 28:253

Cairns G., McGhee CN., Collins MJ., Owens H., Gamble GD. Accuracy of Orbscan II slit-scanning elevation topography. J Cataract Refract Surg 2002, 28:2181

Ciolino JB., Belin MW. Changes in the posterior cornea after laser *in situ* keratomileusis and photorefractive keratectomy. J Cataract Refract Surg 2006;32(9):1426-31

DU XL., Chen M., Ma L., Wang XX., Xie LX. Comparison of Pentacam and Orbscan II systems for the diagnosis of keratoconus suspects. Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2012 Apr;48(4):323-9)

Emre S., Doganay S., Yologlu S. Evaluation of anterior segment parameters in keratoconic eyes measured with the Pentacam system. J Cataract Refract Surg 2007;33(10):1708-12

Gonzalez-Meijome JM., Cervino A., Yebra-Pimental E., Parafita MA. Central and peripheral corneal thickness measurement with Orbscan II and topographical ultrasound pachymetry. J Cataract Refract Surg 2003, 29:125-132

Hashemi H., Mehravaran S. Corneal changes after laser refractive surgery for myopia: Comparison of Orbscan II and Pentacam findings. J Cataract Refract Surg 2007;33(5):841-7

Kawamorita T., Uozato H., Kamiya K., Bax L., Tsutsui K., Aizawa D., Shimizu K. Repeatability, reproducibility, and agreement characteristics of rotating Scheimpflug photography and scanning-slit corneal topography for corneal power measurement. J Cataract Refract Surg. 2009 Jan;35(1):127-33.

Lackner B., Schmidinger G., Pieh S., Funovics MA., Skorpik C. Repeatability and reproducibility of central corneal thickness measurement with Pentacam, Orbscan, and ultrasound. Optom Vis Sci. 2005 Oct;82(10):892-9

Liu Z., Huang AJ., Pflugfelder SC. Evaluation of corneal thickness and topography in normal eye using the Orbscan corneal topography system. Br J Ophthalmology 1999, 83:774-778

Maguire L., Bourne W. Corneal topography of early Keratoconus. *Am J Ophthalmol* 1989, 108:107-112

Quisling S., Sjoberg S., Zimmerman B., Goins K., Sutphin J. Comparison of Pentacam and Orbscan IIz on posterior curvature topography measurements in keratoconus eyes. *Ophthalmology* 2006;113(9):1629-3

Tanabe T., Oshika T., Tomidokoro A., Amano S., Tanaka S, Kuroda T, Maeda N, Tokunaga T, Miyatara K. Standardized color-coded scales for anterior and posterior elevation maps of scanning slit corneal topography. *Ophthalmology* 2002, 109:1298-1302

Wing M, ed. *Corneal Topography in the Wavefront Era: A Guide for clinical Application*. New Jersey Slack Publishin, 2006

Walker RN., Khachikian SS., Belin MW. Scheimpflug Imaging of Pellucid Marginal Degeneration. *CORNEA* 2008 step; 27(8): 963-6

Lackner B., Schimding G., Skorpik C. Validity and repeatability of anterior chamber depth measurements with Pentacam and Orbscan. *OptomVisSci* 2005; 82:858-61

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1.1: Χιτώνες οφθαλμικού βολβού. (www.eyepathology.gr)

Εικόνα 1.1.2: Στοιβάδες κερατοειδούς. (www.webeye.ophth.uiowa.edu)

Εικόνα 1.2.1: Στοιχεία ανατομίας βλεφάρων. (www.eyepathology.gr)

Εικόνα 1.3.3.1: Ανατομία οφθαλμού. (www.eyepathology.gr)

Εικόνα 1.3.4.1: Δακρυϊκή συσκευή. (www.eyepathology.gr)

Εικόνα 1.3.5.1: Οφθαλμοκινητικοί μύες. (www.eyepathology.gr)

Εικόνα 1.4.1: Μυωπία. (www.eyewiki.aao.org)

Εικόνα 1.4.2: Υπερμετρωπία. (www.villageeyecare-fayetteville.com)

Εικόνα 1.4.3: Αστιγματισμός. (www.eyeglassguide.com)

Εικόνα 1.5.1: Τύποι κερατόκωνου. (www.pacificu.edu)

Εικόνα 1.5.2.1: Κερατόκωνος. (www.keratomania.com)

Εικόνα 2.7.1: Κατηγοριοποίηση της αστιγματικής καμπυλότητας. (Μαγουλάς, 2005)

Εικόνα 2.9.1.1: Orbscan II. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2010)

Εικόνα 2.9.2.1: Placido disc, το είδωλο των ομόκεντρων κυκλικών δακτυλίων. (Μαγουλάς, 2005)

Εικόνα 2.9.4.1: Οπτικές τομές του Orbscan II. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2010)

Εικόνα 2.9.4.2: Τριγωνικό Raytracing. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2009)

Εικόνα 2.9.7: Καμπυλομετρικός χάρτης. (Μαγουλάς 2005)

Εικόνα 2.9.8.1: Υψομετρικός χάρτης (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2009)

Εικόνα 2.9.9.1: Παχυμετρικός χάρτης. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2010)

Εικόνα 2.9.10.1: Οι τύποι της μορφολογίας του υψομετρικού χάρτη. (Μαγουλάς 2005)

Εικόνα 2.9.11.1: Τοπογραφικός χάρτης. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2010)

Εικόνα 2.10.1: Pentacam. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2009)

Εικόνα 2.10.2: Η τεχνική της Scheimpflug κάμερας. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2009)

Εικόνα 2.10.3: Η τρισδιάστατη απεικόνιση του Pentacam. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2010)

Εικόνα 2.10.1.1: Έκθεση ενός ασθενή που έχει υποβληθεί σε Κερατοπλαστική. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2009)

Εικόνα 2.10.1.2: Παχυμετρικός χάρτης. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2010)

Εικόνα 2.10.2.1: Απεικόνιση της πρόσθιας και οπίσθιας επιφάνειας του Pentacam. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2009)

Εικόνα 2.10.3.1: Η αξιολόγηση της κερατοκωνικής προβολής. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2009)

Εικόνα 2.10.3.2: Οι κερατοκωνικοί δείκτες. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2010)

Εικόνα 2.10.3.3: Οι ενδείξεις του κερατόκωνου. (Agarwal, Agarwal, Jacob., 2009)

Εικόνα 2.11.1 : Αυτόματο κερατο-διαθλασίμετρο. (www.ommalite.gr)