

ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑ

Σ. ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας γίνονται συνεχώς προσπάθειες και έρευνες για την αντιμετώπιση των αμετρωπιών του οφθαλμού με τις λιγότερες δυνατόν αρνητικές επιδράσεις στην μετέπειτα υγεία του. Η απαλλαγή από τα γυαλιά ή τους φακούς επαφής κατά τη διάρκεια της ημέρας είναι πολύ σημαντική για έναν αμετρωπικό ασθενή, γι' αυτό και οι έρευνες προσανατολίζονται στη δυνατότητα μόνιμης διόρθωσης των διαθλαστικών σφαλμάτων. Ήδη η διαθλαστική χειρουργική έχει γίνει «καθημερινή» διαδικασία. Μια πιθανή εναλλακτική λύση αποτελεί η διαδικασία αποτελεί η ορθοκερατολογία.

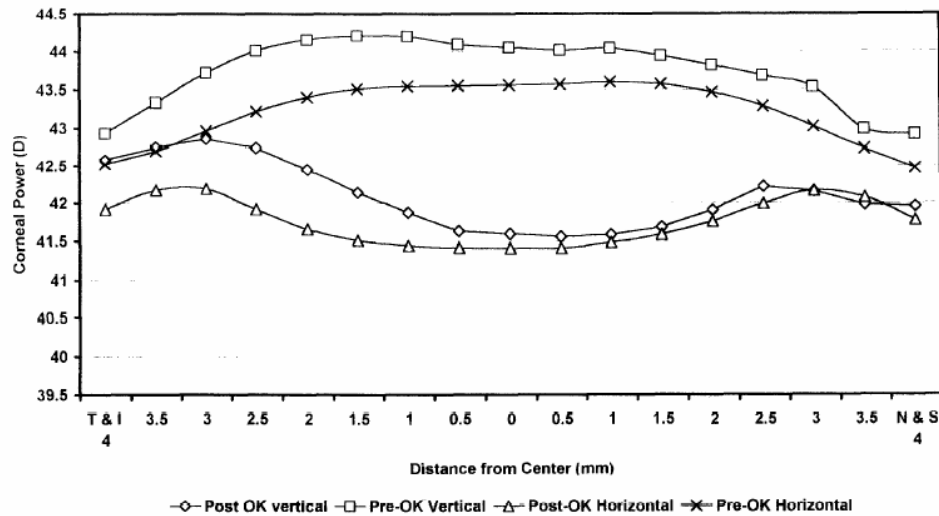
ΟΡΙΣΜΟΣ

Η ορθοκερατολογία μπορεί να οριστεί ως μία μη χειρουργική διαδικασία που αφορά την εφαρμογή μιας σειράς ειδικά σχεδιασμένων ημίσκληρων φακών επαφής (ΦΕ) (RGP – rigid gas permeable), με σκοπό τον σταδιακό και προοδευτικό ανασχηματισμό της καμπυλότητας του κερατοειδούς με την πάροδο του χρόνου, έτσι ώστε να μειωθούν, να ελαχιστοποιηθούν ή να εξαιρεθούν διαθλαστικά σφάλματα μυωπίας και αστιγματισμού. Τα αποτελέσματα δεν είναι μόνιμα και έτσι πρέπει περιοδικά να εφαρμόζονται ΦΕ που θα διατηρούν τις βελτιώσεις που έχουν επιτευχθεί στην όραση, ενώ αν η εφαρμογή σταματήσει, το αποτέλεσμα αντιστρέφεται πλήρως σε διάστημα 3 μηνών περίπου.

Έχει πρόσφατα προταθεί (Harris and Schachel) ότι η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιβράδυνση της ανάπτυξης της μυωπίας σε παιδιά, και επίσης ότι μπορεί ν' αποτελέσει μέθοδο βελτίωσης της επιφάνειας του κερατοειδούς μετά από κερατοπλαστική ή για την τελειοποίηση του αποτελέσματος της κερατεκτομής.

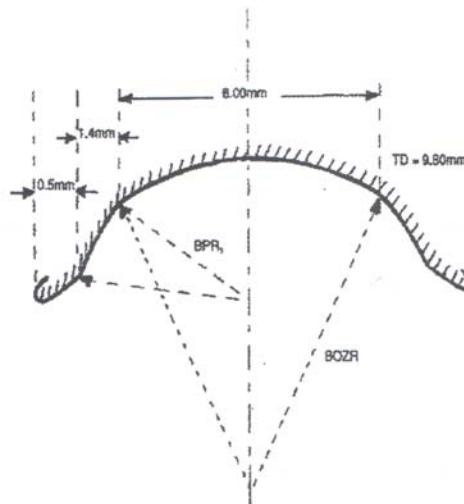
ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Οι ορθοκερατοπτικοί φακοί, ασκούν πίεση στο επιθήλιο, επιτυγχάνοντας μείωση του πάχους του κερατοειδή στην κεντρική του μοίρα, με παράλληλη αύξηση του πάχους του στην περιφέρεια, τα οποία συντελούν στην μεταβολή της διαθλαστικής του δύναμης (εικόνα 1) και την διόρθωση του οπτικού σφάλματος.

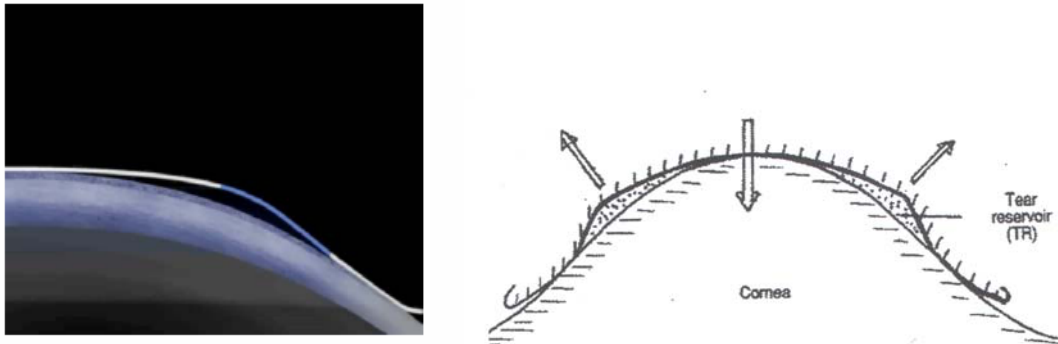


Εικόνα 1

Οι ορθοκερατοπτικοί φακοί είναι ειδικοί, **ημίσκληροι φακοί**, κατασκευασμένοι από υλικά με υψηλό δείκτη διαπερατότητας σε οξυγόνο (**υψηλό dk**), για άνετη χρήση κατά τη διάρκεια του ύπνου (έχει επιτευχθεί έγκριση απ' το FDA). Κυρίως χρησιμοποιούνται οι λεγόμενοι "**φακοί αντίστροφης γεωμετρίας**", που αρχικά είχαν τρικαμπυλωτή οπίσθια επιφάνεια, με μία βασική, κεντρική οπτική ζώνη διαμέτρου (BOZD) 6 έως 7 mm, μία περιφερική οπτική ακτίνα καμπυλότητας (BPR₁) κυρτότερη κατά 1.00 έως 5.00D από την κεντρική ακτίνα καμπυλότητας (BOZR) και μία μεσοπεριφερική περιοχή επαφής (για τη καλύτερη επικέντρωση του φακού) που καταλήγει σε ένα ελαφρώς ανασηκωμένο άκρο του φακού, το οποίο επιτρέπει την είσοδο των δακρύων. Με την εξέταση φλουρορεσείνης μπορεί να διαπιστωθεί ότι ο φακός ακουμπά στην κορυφή (κέντρο) του κερατοειδούς και περιτριγυρίζεται από τη λεγόμενη δεξαμενή δακρύων (tear reservoir), που χρησιμεύει ως χώρος όπου «εκτοπίζεται» ο κεντρικός κερατοειδικός ιστός, κατά τη διάρκεια της επιπέδωσής του αλλά και για την επαρκή διαβροχή δακρύων. (Εικόνες 2 και 3).



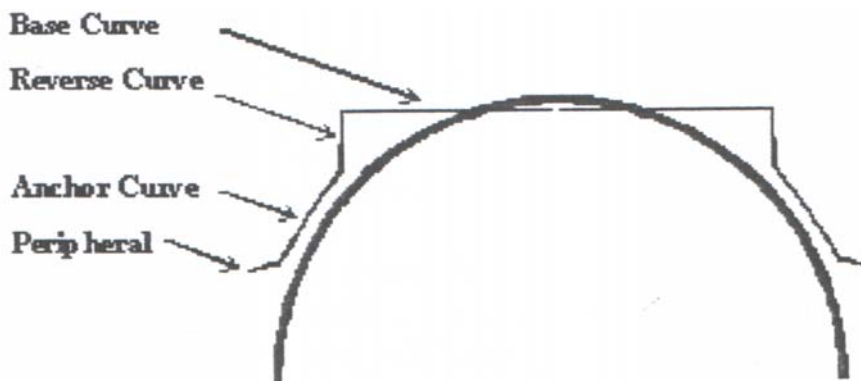
Εικόνα 2



Εικόνα 3

Ο ορθοκερατοπτικός φακός, επιλέγεται σύμφωνα με την τοπογραφία, τις κερατομετρικές ενδείξεις και το τεστ φλουορεσεΐνης(π.χ. για κερατοειδή καμπυλότητας 44.00 D και μυωπία προς διόρθωση 3.00D, εφαρμογή φακού κεντρικής καμπυλότητας 41.00 D). Το τοξοειδές βάθος του φακού, θα είναι ίσο με το τοξοειδές ύψος του κερατοειδούς για χορδή που εξαρτάται από την ΒΟΖD του φακού, +0.01 mm λόγω της δακρυϊκής στοιβάδας. Η συνολική διάμετρος του φακού μπορεί να κυμαίνεται από 9.50 έως 11.00 mm.

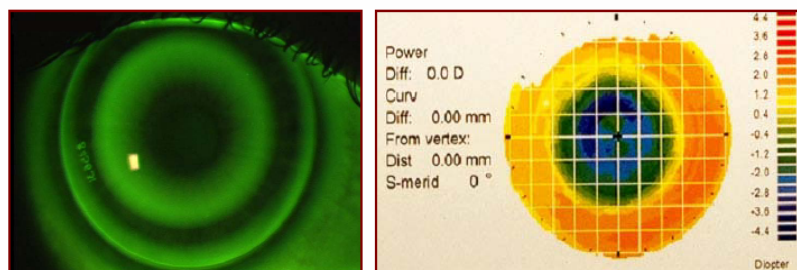
Για τη βελτίωση της επικέντρωσης του φακού στον κερατοειδή και για ακόμη πιο επίπεδη εφαρμογή, αναπτύχθηκαν οι φακοί **διπλής αντίστροφης γεωμετρίας** με τετρακαμπυλωτή πίσω επιφάνεια, προστίθεται δηλ. μία ακόμη καμπυλότητα ευθυγράμμισης παράλληλα με το μεσοπεριφερικό κερατοειδή. (Εικόνα 4)



Εικόνα 4

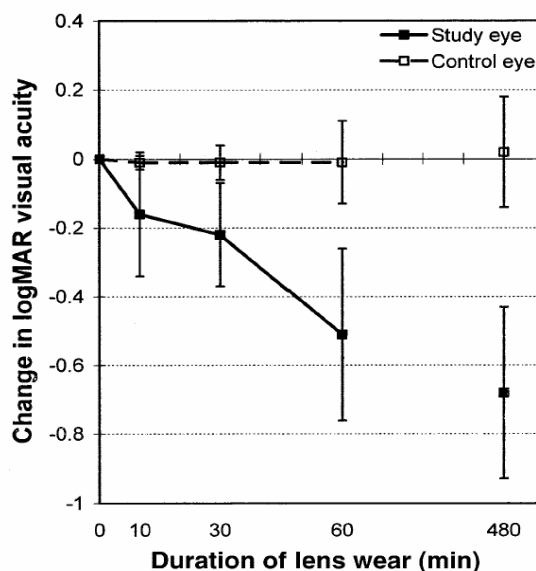
ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η διαδικασία της ορθοκερατολογίας ξεκινά όπως είπαμε με ακριβή προσδιορισμό του διαθλαστικού σφάλματος, κερατομετρικές ενδείξεις και έλεγχο της τοπογραφίας του κερατοειδή, ώστε να γίνει σωστή επιλογή του φακού. Μετά την εφαρμογή γίνεται τεστ φλουορεσεΐνης, ώστε να διαπιστωθεί η σωστή επικέντρωση και το σωστό «κάθισμα» του φακού (να διακρίνονται οι τέσσερις ζώνες, να μην υπάρχουν φυσαλίδες, *Εικόνα 5*). Οι φακοί «φοριούνται» κατά τη διάρκεια του ύπνου και αφαιρούνται το πρωί χωρίς να υπάρχει ανάγκη διόρθωσης για την περισσότερη ή και όλη την ημέρα. Την πρώτη μέρα και στη συνέχεια στο τέλος της πρώτης, δεύτερης, τέταρτης, όγδοης κ.ο.κ. εβδομάδας επαναλαμβάνεται ο έλεγχος τοπογραφίας, η εξέταση με φλουορεσεΐνης καθώς και μέτρηση διάθλασης και οπτικής οξύτητας με αφαίρεση των φακών. Ετσι μπορεί να διαπιστωθεί πιθανή αποκέντρωση του φακού (δημιουργία αστιγματισμού) ή μη σωστή εφαρμογή (ρηχό ή βαθύ κάθισμα που θα δώσει λάθος αποτελέσματα).

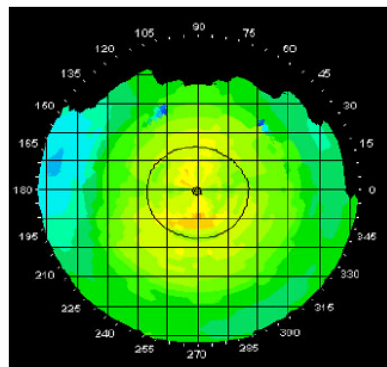
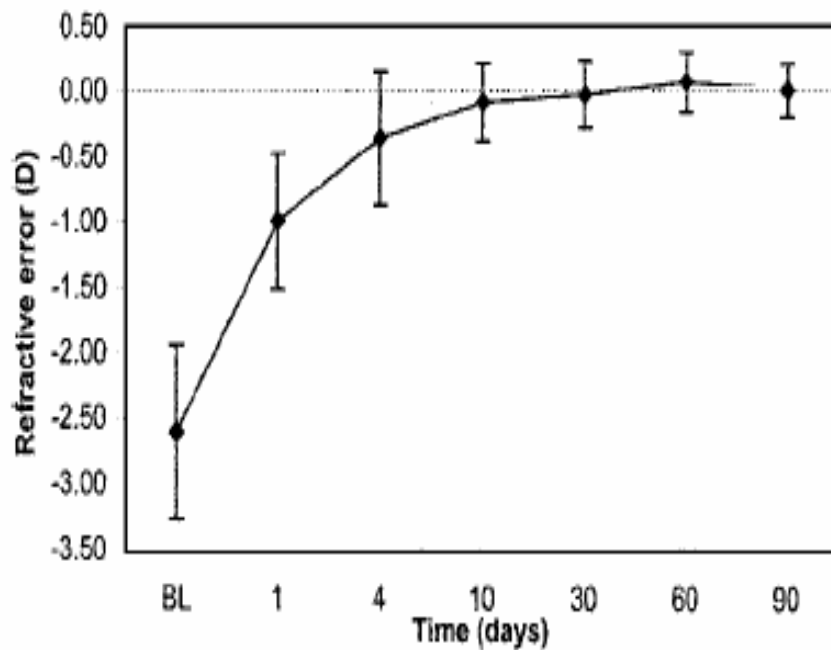


Εικόνα 5

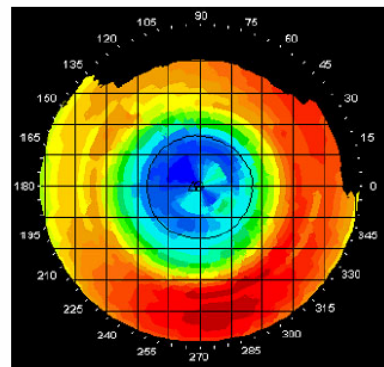
Η επιπέδωση του κερατοειδούς ξεκινάει από τα πρώτα λεπτά εφαρμογής. Το 50% της επίδρασης επιτυγχάνεται την 1η ώρα και το **75% την πρώτη νύχτα εφαρμογής**(*εικόνα 6*). Οι αλλαγές σταθεροποιούνται τη 10η μέρα περίπου(*εικόνα 7*), ενώ οι φακοί συνεχίζουν να φοριούνται για συντήρηση κάθε βράδυ και μετά από κάποιο διάστημα κάθε δεύτερο ή και τρίτο βράδυ ανάλογα με την περίπτωση. Αν σταματήσει η εφαρμογή ο κερατοειδής επανέρχεται σταδιακά (σε 90 περίπου μέρες) στην αρχική του κατάσταση επαναφέροντας και το αρχικό διαθλαστικό σφάλμα.



Εικόνα 6



PRETREATMENT



ONE WEEK POST TREATMENT

Εικόνα 7

Η εφαρμογή των ορθοκερατοπτικών φακών το βράδυ κατά τη διάρκεια της θεραπείας και μετά για την διατήρηση των αποτελεσμάτων (night therapy and night retension), έχει αρκετά πλεονεκτήματα όπως :

- i. Άνεση και καλύτερη υγεία του οφθαλμού χάρη στον μικρό χρόνο εφαρμογής των φακών
- ii. Τα προβλήματα των ημίσκληρων φακών με αέρα, σκόνη, φωτοφοβία και ερεθισμούς δεν υπάρχουν.
- iii. Μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα λόγω της αυξημένης βλεφαρικής πίεσης και της γρήγορης κίνησης του ματιού κατά τη διάρκεια του ύπνου.

Βέβαια μπορεί να παρουσιαστούν και προβλήματα από την ολονύχτια χρήση RGP φακών όπως πιθανή δυσφορία, κερατοειδική ξήρανση, υπεραιμία του επιπεφυκότα, προσκόλληση του φακού στο μάτι, χρώση κερατοειδούς και ακόμη μολύνσεις από μικρόβια όπως *Pseudomonas aeruginosa*, *Acanthamoeba*, *Serratia marcescens* κ.α. λόγω και κακής υγιεινής.

ΠΡΟΒΛΕΨΙΜΟΤΗΤΑ

Έχει προταθεί η χρήση της παρακάτω εξίσωσης για να προβλεφτεί το ποσό της μυωπίας που πρόκειται να μειωθεί:

Μείωση μυωπίας(D)=2(Kc-Kt) + 1.00 (Harris and Stoyan 1992) όπου Kc:κεντρική οριζόντια κερατομετρική ένδειξη, Kt: κροταφική οριζόντια κερατομετρική ένδειξη.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν το αποτέλεσμα, όπως:

- **Οφθαλμική ακαμψία (ocular rigidity):** όσο μεγαλύτερη τόσο δυσκολότερο το αποτέλεσμα.
- **Ελαστικότητα κερατοειδούς:** μεγαλύτερη ελαστικότητα θα έχει καλύτερα και γρηγορότερα αποτελέσματα αλλά και εξίσου γρήγορη επαναφορά στην αρχική κατάσταση.
- **Eccentricity (E) και κεντρική R κερατοειδούς:** καλύτερα αποτελέσματα με μεγάλο E (πιο επίπεδο περιφερικό κερατοειδή) και μικρή κεντρική ακτίνα καμπυλότητας(πιο κυρτό κεντρικό κερατοειδή).
- **Πάχος κεντρικού κερατοειδούς:** διόρθωση μεγαλύτερων διαθλαστικών σφαλμάτων με μεγαλύτερο κεντρικό πάχος, εφόσον αυτό επιτυγχάνεται με μετακίνηση κερατοειδικού ιστού από το κέντρο προς την περιφέρεια.
- **Διάμετρος κόρης:** Σε μεγάλες διαμέτρους κόρης (μεγαλύτερες από τη διάμετρο της κεντρικής οπτικής ζώνης του φακού=6mm), αν δεν αποκλειστούν από την εφαρμογή θα τους δημιουργηθούν φαινόμενα λάμπων στην περιφερική όραση.
- **Φύλη:** Διαφοροποίηση αποτελεσμάτων λόγω φυλετικών διαφορών στα χαρακτηριστικά του οφθαλμού. Οι Ασιάτες έχουν στενότερα βλέφαρα και μικρότερο άνοιγμα οφθαλμού με αποτέλεσμα να ασκείται μεγαλύτερη πίεση από τα βλέφαρα στο φακό, άρα και γρηγορότερα αποτελέσματα.
- **Ηλικία:** Όπως αναφέρθηκε, έχει προταθεί- χωρίς να έχει αποδειχθεί- ότι η εφαρμογή ορθοκερατολογίας σε παιδιά μπορεί να επιβραδύνει την ανάπτυξη της μυωπίας. Επίσης σε μικρότερες ηλικίες υπάρχει μεγαλύτερη ελαστικότητα του οφθαλμού.

ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑΣ

Ενδοθήλιο του κερατοειδούς:

Από μελέτη: "Influence of overnight orthokeratology on corneal endothelium" (Hiraoka et al. 2004)

Εφαρμογή διάρκειας ενός χρόνου

Μετρήσεις:

- Μέσης πυκνότητα ενδοθηλιακών κυττάρων
- Συντελεστών μεταβλητότητας της έκτασης των κυττάρων
- Ποσοστιαία αναλογία εξαγωνικών κυττάρων

Συμπέρασμα: Δεν επηρεάζεται η πυκνότητα και η μορφολογία των ενδοθηλιακών κυττάρων

✚ **Σφάλματα μονοχρωματικών εκτροπών:**

Από μελέτη: “Effects after orthokeratology on corneal topography and monochromatic wavefront aberration”(Mao XJ et al. 2004)

Εφαρμογή διάρκειας 12 εβδομάδων

Μετρήσεις:

- Αντικειμενική διάθλαση
- Corrective visual acuity
- Τοπογραφία
- Εξέταση με slit lamp

Συμπέρασμα: Αύξηση εκτροπών, οι οποίες πιθανόν προκαλούν την παράλληλη μείωση του οπτικής οξύτητας.

✚ **Ομαλός και ανώμαλος κερατοειδικός αστιγματισμός:**

Από μελέτη: “Quantitative evaluation of regular and irregular corneal astigmatism in patients having overnight orthokeratology”(Hiraoka et al. 2004)

Εφαρμογή διάρκειας >3 μήνες

Μετρήσεις:

- Διάθλαση
- Uncorrected and best corrected visual acuity
- Κερατομετρία-Τοπογραφία
- Βιομικροσκοπία

Συμπέρασμα: Δημιουργία ή αύξηση κυρίως ανώμαλου αστιγματισμού (όπως μετά από PRK και LASIK)

Απαιτείται περαιτέρω έρευνα

✚ **Πάχος κερατοειδούς:**

→ Λέπτυνση κεντρικού κερατοειδούς (εικόνα 8): όπως διαπιστώνεται, η μεταβολή του πάχους οφείλεται κυρίως στην μείωση του πάχους του επιθηλίου. Πιστεύεται ότι αυτό μπορεί να οφείλεται σε :

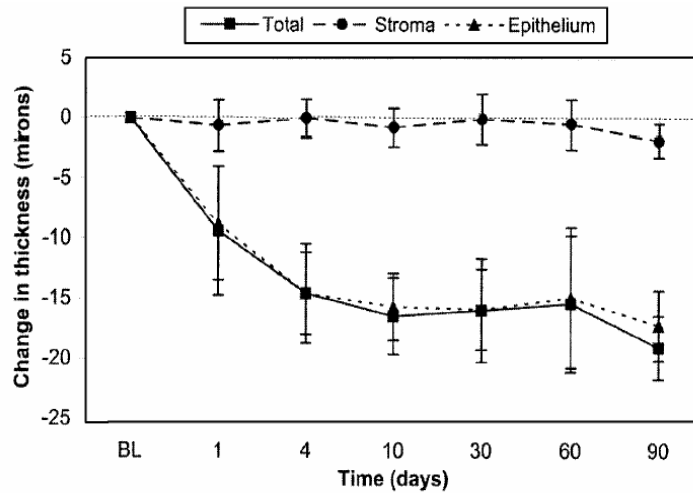
❖ Απώλεια- πολτοποίηση επιθηλιακών κερατοκυττάρων (Greenberg-Hill 1973 μετά από μελέτη σε κουνέλια).

❖ Αφυδάτωση των Κυττάρων.

Επικρατέστερη είναι η άποψη ότι οφείλεται σε:

❖ Μετανάστευση κερατοκυττάρων από το κέντρο προς την περιφέρεια (Holden et al.2004 μετά από μελέτη σε γάτα).

Απαιτείται περαιτέρω έρευνα.

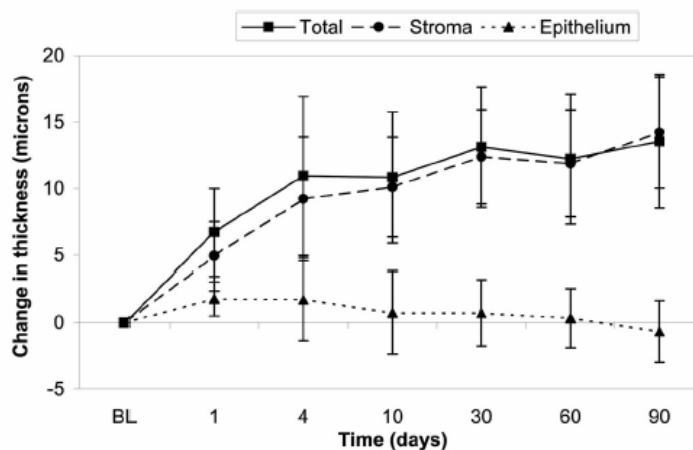


Εικόνα 8

→ Αύξηση πάχους μεσοπεριφερικού κερατοειδούς (εικόνα 9): όπως διαπιστώνεται, η μεταβολή του πάχους οφείλεται κυρίως στην αύξηση του πάχους του στρώματος. Έχει προταθεί πως αυτή μπορεί να οφείλεται σε:

- ❖ Οίδημα κερατοειδούς.
 - ❖ Απόθεση ουσιών από το υπόστρωμα, λόγω της αρνητικής πίεσης στο σημείο αυτό (reverse curve of lens).
- Επικρατέστερη είναι η άποψη ότι οφείλεται σε:
- ❖ Μετανάστευση κυττάρων προερχόμενα από τον κεντρικό κερατοειδή.

Απαιτείται περαιτέρω έρευνα



Εικόνα 9

✚ **Contrast sensitivity:** Διάφορες μελέτες έδειξαν ότι η εφαρμογή ορθοκερατολογίας δεν επηρεάζει το contrast sensitivity.

ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ-ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Διαθλαστικό σφάλμα: Συνίσταται σε άτομα που έχουν το πολύ έως -4.50D μυωπία και κερατοειδικό αστιγματισμό έως -1.50D (υπολογισμένος από σφαιρικό ισοδύναμο) κατά 50%. Ο αστιγματισμός που μπορεί να μειωθεί είναι σύμφωνα με τον κανόνα, ενώ αντιθέτως αστιγματισμός παρά τον κανόνα μπορεί να χειροτερέψει, λόγω του ότι υπάρχει η τάση επιπέδωσης του κάθετου μεσημβρινού του κερατοειδούς, εξαιτίας της διεύθυνσης ανοιγοκλεισίματος των βλεφάρων. Τα όρια αυτά δεν σημαίνουν βέβαια ότι σε άτομα με μεγαλύτερο διαθλαστικό σφάλμα είναι επικίνδυνη η ορθοκερατολογία, απλά ο ασθενής μπορεί να έχει βελτιωμένη αλλά όχι τέλεια όραση

Διάμετρος κόρης: Δε συνιστάται σε διαμέτρους κόρης μεγαλύτερες από την κέντρική οπτική ζώνη του φακού για την αποφυγή φαινομένων λάμψης στην περιφερική όραση ειδικά σε συνθήκες μη επαρκούς φωτισμού.

Δεν ενδείκνυται σε περιπτώσεις:

- Μόλυνσης, τραυματισμού, ανωμαλίας ή ασθένεια του οφθαλμού που επηρεάζει τον κερατοειδή, τον επιπεφυκότα ή τα βλέφαρα
- Ξηροφθαλμίας
- Αφακίας
- Κερατόκωνου
- Αλλεργιών κ.α.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ♦ Είναι κατάλληλη για άτομα που ασχολούνται με σπορ (κυρίως θαλάσσια), ή εργάζονται σε συνθήκες με καπνό, βλαβερά αέρια, χαμηλή υγρασία, όπου δεν ενδείκνυται η ημερησία χρήση φ.ε., καθώς και για παιδιά που είναι πιο επιρρεπή σε τραυματισμούς και θα προτιμούσαν να μη φοράνε γυαλιά ή φ.ε. ημέρας
- ♦ Είναι μη-χειρουργική διαδικασία
- ♦ Είναι τροποποιήσιμη και αντιστρεπτή μέθοδος

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

- ♦ Έχει τις αρνητικές επιδράσεις που έχουν όλα τα είδη φακών επαφής(ερεθισμούς, δυσανεξίες, μολύνσεις κ.τ.λ.)
- ♦ Απαιτεί συχνή παρακολούθηση ειδικά το πρώτο διάστημα εφαρμογής
- ♦ Η εφαρμογή των φακών για τη διατήρηση του αποτελέσματος είναι απαραίτητη, αλλιώς ο κερατοειδής θα επανέλθει στο αρχικό του σχήμα

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ LASER

- ✓ Η ορθοκερατολογία είναι αντιστρεπτή το laser όχι
- ✓ Στην ορθοκερατολογία η μυωπία μπορεί να επανέλθει, για να επιτευχθεί αποτέλεσμα μονο-όρασης (monovision) στην πρεσβυωπία.
- ✓ Οι ασθενείς που προορίζονται για laser πρέπει να είναι μεγαλύτεροι από 21 ετών και με σταθεροποιημένο διαθλαστικό σφάλμα, ενώ η ορθοκερατολογία εφαρμόζεται σε οποιαδήποτε ηλικία
- ✓ Η ορθοκερατολογία ουσιαστικά έχει επιτυχία έως -4.50D μυωπίας και -1.50D αστιγματισμού, ενώ το laser και για μεγαλύτερα σφάλματα καθώς και για υπερμετρωπία.
- ✓ Ασθενείς με δυσανεξία σε RGP φ.ε και γενικά αποτυχημένοι χρήστες φ.ε για διάφορους λόγους μπορούν να κάνουν laser, αλλά όχι εφαρμογή ορθοκερατολογίας
- ✓ Η ορθοκερατολογία έχει μικρότερο αρχικό κόστος αλλά περισσότερα τρέχοντα έξοδα που δεν έχει το laser

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

- Τορικοί ορθοκερατοπτικοί φακοί για ακριβή και συγκεκριμένη διόρθωση του αστιγματισμού
- Ορθοκερατοπτικοί φακοί για διόρθωση υπερμετρωπίας και πρεσβυωπίας με κύρτωση του κεντρικού κερατοειδούς
- Βελτιωμένα υλικά κατασκευής φακών για πιο άνετη και ασφαλή εφαρμογή
- Χρήση σε παιδιά για αντιμετώπιση ανισομετρικής αμβλυωπίας (εφαρμόζοντας το φ.ε. στο «κακό» μάτι) ή , για επιβράδυνση αύξησης μυωπίας, για αντιμετώπιση υψηλής μυωπίας κ.α..

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η ορθοκερατολογία δεν περικλείει μεγαλύτερο ρίσκο από μια απλή εφαρμογή ΦΕ, με την προϋπόθεση ότι παρέχονται σωστές οδηγίες από τους εφαρμοστές στους ασθενείς. Αν μπορέσουν καλύτερα και ακριβέστερα να προβλεφτούν τα αποτελέσματα της μεθόδου, θα μπορεί να γίνεται καταλληλότερη επιλογή ασθενών και να υπάρξει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Επίσης θα είναι ευκολότερο να χειριστεί κανείς την ορθοκερατολογία όταν κατανοηθούν με απόλυτη ακρίβεια όλοι οι μηχανισμοί που οδηγούν στα ορθοκερατολογικά αποτελέσματα, καθώς και να ερευνηθούν οι παράγοντες που σχετίζονται με την ασφάλεια της μεθόδου, διακηρύττοντας διεθνώς τα ελάχιστα κλινικά κριτήρια εφαρμογής.

Οι προοπτικές εξέλιξης φαίνονται θετικές χάρη στη συνεχή πρόοδο της τεχνολογίας.