



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΟΠΤΙΚΗΣ & ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Έλεγχος Μυωπίας (Myopia Control) με Φακούς Επαφής και λοιπές μεθόδους – Νέα Δεδομένα

Σπουδαστές:

Μπίμης Βασίλειος Α.Μ. 744

Νικολής Ηλίας Α.Μ. 748

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Μακρυνιώτη Δήμητρα

Αίγιο, Δεκέμβριος, 2021

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιήθηκε υπό την αιγίδα του Πανεπιστημίου Πατρών και συγκεκριμένα του τμήματος Οπτικής και Οπτομετρίας στο Αίγιο Αχαΐας. Επειδή τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια πολύ μεγάλη αύξηση της μυωπίας, πολλοί επιστήμονες «έχουν στρέψει το βλέμμα τους» εύρεση ενός τρόπου ελέγχου της ταχύτητας με την οποία εξελίσσεται η μυωπία (myopia control) στα μικρά παιδιά και στα παιδιά σχολικής ηλικίας (έως 18 ετών) ή ενός προληπτικού τρόπου για την καθυστέρηση της εμφάνισης της σε παιδιά που έχουν οικογενειακό ιστορικό με την πάθηση αυτή. Πολλές είναι οι μελέτες που έχουν αναδείξει κάποιους αποτελεσματικούς τρόπους που εξυπηρετούν τον σκοπό αυτό. Έτσι λοιπόν, για την εκπόνηση αυτής της εργασίας που έχει ως στόχο την ενημέρωση για το πως μπορεί να μειωθεί η εξέλιξη της μυωπίας, πραγματοποιήθηκε μια μεγάλη συλλογή ερευνών γύρω από αυτό το θέμα. Τέλος, στο σημείο αυτό θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε την επιβλέπουσα καθηγήτριά μας κ.α. Μακρυινιώτη Δήμητρα για όλες τις γνώσεις και τη βοήθεια που μας παρείχε για την εκπόνηση της εργασίας αυτής.

Περίληψη

Το θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας πραγματεύεται το πως μπορεί να επιτευχθεί ο έλεγχος της μυωπίας (myopia control) με τη χρήση φακών επαφής αλλά και με άλλες μεθόδους. Αρχικά, στα πρώτα δύο εισαγωγικά κεφάλαια γίνεται μια αναφορά στο πως λειτουργεί ο οφθαλμός και στο τι είναι το διαθλαστικό σφάλμα του οποίου η συχνότητα εμφάνισης έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια, τη μυωπία. Στη συνέχεια, στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται λόγος στην ορθοκερατολογία, μια από τις αποτελεσματικότερες μεθόδους επιβράδυνσης της μυωπίας, η οποία επιτυγχάνεται με θεραπευτικούς φακούς επαφής. Έπειτα, στο τέταρτο κεφάλαιο, αναλύεται ο έλεγχος της μυωπίας με διαθλαστικούς φακούς επαφής, ενώ στο πέμπτο κεφάλαιο, στον τρόπο που επιτυγχάνεται ο έλεγχος αυτός με κάποιους ειδικούς φακούς επαφής. Μετέπειτα, στο έκτο και στο έβδομο κεφάλαιο, περιγράφεται ο έλεγχος της μυωπίας με τους κοινούς οφθαλμικούς φακούς αλλά και με κάποιους πιο εξειδικευμένους. Ύστερα, στο όγδοο κεφάλαιο παρουσιάζεται η αποτελεσματικότητα των φαρμακευτικών μεθόδων στην επιβράδυνση της εξέλιξης του διαθλαστικού αυτού σφάλματος. Τέλος, στο ένατο κεφάλαιο εμφανίζονται κάποιοι συνδυασμοί των παραπάνω μεθόδων οι οποίοι έχουν δείξει κάποια αποτελεσματικότητα στο να μην αυξηθεί το προαναφερθέν διαθλαστικό σφάλμα.

Λέξεις Κλειδιά: Μυωπία, Έλεγχος μυωπίας, Φακοί επαφής, Ατροπίνη, Παρενέργειες, Ορθοκερατολογία, Πιρενζεπίνη, Αξονικό μέγεθος, Συνδυασμός μεθόδων, Διπλεσιακός φακός, Πολυεστιακός φακός, Περιφερειακή αμφιβληστροειδική αφεστίαση.

Abstract

The aim of this thesis is to illustrate how myopia control can be achieved with the use of contact lenses and other methods. Firstly, the initial two introductory chapters, refer to how the eye functions and what is the refractive error, whose appearance rate, has rapidly increased in the recent years the cases of myopia. Subsequently, in the third chapter, we talk about orthokeratology, one of the most effective methods of slowing down myopia, which is conducted through therapeutic contact lenses. Next, in the fourth chapter, myopia control using common types of contact lenses is analyzed, while in the fifth chapter, we look into the way this control is achieved with special contact lenses. Following, in the sixth and seventh chapters, we describe myopia control with common ocular lenses and some more specialized ones. Then in the eighth chapter, the effectiveness of pharmaceutical methods in slowing down the evolution of this refractive error is presented. Finally, in the ninth chapter we present how some combinations of the analyzed methods have shown some effectiveness in stopping the increase of the aforementioned refractive error.

Key Words: Myopia, Myopia control, Contact lenses, Atropine, Side effects, Orthokeratology, Pirenzepine, Axial length, Bifocal lenses, Multifocal lenses, Peripheral retinal defocus.

Περιεχόμενα

Εισαγωγή.....	7
Κεφάλαιο 1. Η οπτική λειτουργία του οφθαλμού.....	9
1.1. Τα διαθλαστικά μέσα του οφθαλμού	9
1.2. Το οπτικό σύστημα του οφθαλμού	13
1.3. Ο εμμετρωπικός οφθαλμός.....	14
1.4. Ο αμμετρωπικός οφθαλμός.....	15
1.4.1. Ο μυωπικός οφθαλμός	15
1.4.2. Ο υπερμετρωπικός οφθαλμός.....	16
1.4.3. Ο αστιγματικός οφθαλμός	17
1.5. Η κοντινή όραση	19
Κεφάλαιο 2. Η Μυωπία αναλυτικά	23
2.1. Μυωπική ταξινόμηση	23
2.2. Επιδημιολογία	24
2.3. Αιτιολογία	27
2.3.1. Περιβαλλοντικοί παράγοντες κινδύνου.....	29
2.3.2. Γενετικοί παράγοντες κινδύνου – κληρονομικότητα	36
2.4. Συμπτώματα.....	38
2.5. Οπτική κατάσταση μυωπικού οφθαλμού	38
2.6. Αντιμετώπιση	39
2.6.1. Διόρθωση της Μυωπίας με τη χρήση Γυαλιών	39
2.6.2. Διόρθωση της Μυωπίας με τη χρήση Φακών Επαφής.....	42
2.6.3. Διόρθωση της μυωπίας με την χρήση της διαθλαστικής χειρουργικής	44
Κεφάλαιο 3. Ο έλεγχος της μυωπίας (Myopia Control).....	47
3.1. Πότε πρέπει να αρχίσει και πότε να σταματήσει η θεραπεία του ελέγχου της μυωπίας (myopia control).....	48
3.2. Η επιλογή των κατάλληλων στρατηγικών του myopia control.	49
3.3. Η αξία της θεωρίας του Peripheral Retinal Defocus στον πιο αποτελεσματικό μυωπικό έλεγχο	49
3.4. Τα ηθικά ζητήματα σχετικά με τον έλεγχο της μυωπίας	51
Κεφάλαιο 4. Myopia control με Ορθοκερατολογικούς Φακούς Επαφής	53
4.1. Η Ορθοκερατολογία	53
4.2. Myopia control με Ορθοκερατολογικούς φακούς επαφής	54
Κεφάλαιο 5. Myopia control με Φακούς Επαφής.....	60

5.1. Ο σκληρός αεροδιαπερατός μονοεστιακός φακός επαφής.....	60
5.1.1. Myopia control με σκληρούς αεροδιαπερατούς μονοεστιακούς φακούς επαφής ..	60
5.2. Ο διπλεστιακός και ο πολυεστιακός φακός επαφής	62
5.3. Myopia control με διπλεστιακούς και πολυεστιακούς φακούς επαφής	67
Κεφάλαιο 6. Ειδικές κατηγορίες Φακών Επαφής για το Myopia control.....	71
6.1. Ο Misght 1 day της Coopervision.....	71
6.2. NaturalVue Multifocal 1 Day της Neurofocus Optics	75
6.3. MYLO της Mark'ennovy	77
Κεφάλαιο 7. Myopia control με Οφθαλμικούς Φακούς.....	79
7.1. Ο διπλεστιακός οφθαλμικός φακός.....	79
7.1.1. Myopia control με διπλεστιακούς οφθαλμικούς φακούς	82
7.2. Ο πολυεστιακός οφθαλμικός φακός.....	84
7.2.1. Myopia control με πολυεστιακούς οφθαλμικούς φακούς.....	85
7.3. Η υποδιόρθωση της μυωπίας ως μέθοδος του Myopia Control.....	86
Κεφάλαιο 8. Ειδικές κατηγορίες Οφθαλμικών Φακών για το Myopia control.....	89
8.1. MiyoSmart lenses της HOYA	89
8.2. MyoVision Pro της ZEISS	92
8.3. MyoKids της ZEISS	94
8.4. Stellest της Essilor	98
Κεφάλαιο 9. Myopia control με φαρμακευτικούς παράγοντες.....	101
9.1. Η ατροπίνη	101
9.1.1. Myopia control με ατροπίνη	103
9.2. Η πιρενζεπίνη.....	111
9.2.1. Myopia control με πιρενζεπίνη.....	113
Κεφάλαιο 10. Συνδυασμός των μεθόδων του Myopia Control.....	118
10.1. Ατροπίνη και ορθοκερατολογία	118
10.2. Πολυεστιακά γυαλιά και ατροπίνη.....	120
Συμπεράσματα.....	122
Λίστα Βιβλιογραφικών Παραπομπών	123

Εισαγωγή

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται τα νεότερα δεδομένα που υπάρχουν στην επιστημονική βιβλιογραφία σχετικά με το πως επιτυγχάνεται ο έλεγχος της μυωπίας (Myopia Control) με φακούς επαφής αλλά και με τις υπόλοιπες μεθόδους που έχουν εξεταστεί. Αρχικά, η μυωπία είναι ένα από τα πιο κοινά διαθλαστικά σφάλματα (αν όχι και το πιο κοινό) του οφθαλμού. Το διαθλαστικό λοιπόν αυτό σφάλμα έχει ανησυχεί σε μεγάλο βαθμό τους επιστήμονες της όρασης επειδή εμφανίζεται σε όλο και μεγαλύτερο αριθμό παιδιών και νέων του παγκόσμιου πληθυσμού και ιδιαίτερα της Ασίας. Όταν η μυωπία αρχίζει να μεγαλώνει τότε, ο μύωπας όχι μόνο δεν βλέπει ευκρινώς αλλά κινδυνεύει και από πολλές σοβαρές επιπλοκές που μπορούν να συμβούν στους οφθαλμούς του. Για αυτόν τον λόγο, η μυωπία χαρακτηρίζεται από πολλούς ειδικούς ως πάθηση.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, οι επιστήμονες της όρασης πρέπει να βρουν λύση σε δύο προβλήματα: πρώτον, γιατί υπάρχει τόσο μεγάλη εμφάνιση της μυωπίας σε παιδιά και νέους και δεύτερον, πως αυτή θα διατηρηθεί χαμηλή ώστε να μην προκαλέσει διάφορες επιπλοκές στον οφθαλμό. Σχετικά με το πρώτο ζητούμενο, οι ειδικοί διαπίστωσαν πως η εμφάνιση της μυωπίας οφείλεται και σε γενετικούς - κληρονομικούς παράγοντες αλλά και σε περιβαλλοντολογικούς που όμως δεν έχουν εξακριβωθεί όλοι τους ακόμη.

Όσον αφορά και το δεύτερο ζητούμενο, δηλαδή, το πως θα μπορέσει ο οφθαλμίατρος και ο οπτικός - οπτομέτρης να διατηρήσουν τη μυωπία σε κάποιον μύωπα ασθενή τους σε χαμηλούς βαθμούς πριν αυτή γίνει μεγάλη και προκαλέσει βλάβες στον οφθαλμό, οι ειδικοί δεν έχουν βρει ακόμα τη θεραπεία. Βέβαια, έχουν ανακαλυφθεί πολλές μέθοδοι και τεχνικές ελέγχου της μυωπίας που έχουν πολύ υψηλά ποσοστά επιτυχίας και που είναι πολλά υποσχόμενες.

Μία από αυτές τις μεθόδους επιτυγχάνεται με τη χρήση φακών επαφής. Όπως είναι γνωστό οι μονοεστιακοί φακοί επαφής εφαρμόζονται στους μύωπες εδώ και πολλά χρόνια από τους ειδικούς ώστε να μπορέσουν να δουν ευκρινώς. Το πρόβλημα που συναντάται πλέον όμως είναι πως μονοεστιακοί φακοί επαφής αλλά και οι οφθαλμικοί φακοί διορθώνουν το διαθλαστικό σφάλμα μόνο κεντρικά του κεντρικά του αμφιβληστροειδούς και όχι περιφερειακά, με αποτέλεσμα της δημιουργίας μια υπερμετρωπικής αφεστίασης περιφερειακά του αμφιβληστροειδούς, η οποία έχει ενοχοποιηθεί πως είναι υπαίτια για την αύξηση της μυωπίας. Για αυτόν τον λόγο, πολλοί οπτικοί – οπτομέτρες και οφθαλμίατροι άρχισαν να χορηγούν στα μυωπικά παιδιά διπλεστιακούς και πολυεστιακούς φακούς επαφής χωρίς βέβαια να συνυπάρχει η πρεσβυωπία αφού αναφερόμαστε σε παιδιά, μιας και οι φακοί αυτοί απευθύνονται κατά κόρον σε άτομα μεγαλύτερης ηλικίας που πάσχουν από πρεσβυωπία και από κάποιο άλλο διαθλαστικό σφάλμα. Εκτός αυτού όμως, πολλές εταιρίες του χώρου εφηύραν διάφορους φακούς επαφής που μοιάζουν με πολυεστιακούς που απευθύνονται συγκεκριμένα σε παιδιά και που έχουν εγκριθεί από το FDA κατάλληλοι για την σταθεροποίηση της μυωπίας.

Άλλη μία πολύ αποτελεσματική τεχνική η οποία επιτυγχάνεται και αυτή με τη χρήση φακών επαφής, αλλά αυτήν τη φορά, θεραπευτικών, είναι η ορθοκερατολογία. Μέσω της τεχνικής αυτής, ο κερατοειδής αλλάζει σχήμα και συγκεκριμένα επιπεδώνεται, με αποτέλεσμα, οι φωτεινές ακτίνες που εισέρχονται στο μάτι να μην εστιάζουν μπρος του αμφιβληστροειδούς αλλά πάνω σε αυτών.

Εξίσου αποτελεσματική τεχνική αποτελεί και η χορήγηση φαρμακευτικών ουσιών και συγκεκριμένα η ενστάλαξη της ατροπίνης και της πιρενζεπίνης. Και οι δύο αυτές οφθαλμικές σταγόνες επιβραδύνουν την ανάπτυξη της μυωπίας όμως προκαλούν στα παιδιά πολλές παρενέργειες και για αυτόν τον λόγο η τεχνική αυτή δεν χρησιμοποιείται ευρέως.

Όπως και με τους φακούς επαφής έτσι ο έλεγχος της μυωπίας μπορεί να επιτευχθεί και με οφθαλμικούς φακούς. Οι δύο τεχνικές αυτές λειτουργούν κατά πολύ παρόμοιο τρόπο

και επίσης, όπως και στους φακούς επαφής, έτσι και στους οφθαλμικούς, υπάρχουν εταιρίες που έχουν δημιουργήσει ειδικούς οφθαλμικούς φακούς για το myopia control οι οποίοι μοιάζουν με τους κοινούς πολυεστιακούς.

Τέλος, υπάρχει και η δυνατότητα του συνδυασμού μεθόδων για καλύτερο και ασφαλέστερο αποτέλεσμα όμως η τεχνική αυτή της συνδυαστικής θεραπείας δεν έχει ερευνηθεί προς το παρόν αρκετά.

Κεφάλαιο 1. Η οπτική λειτουργία του οφθαλμού

Για να δει κάποιος ένα αντικείμενο καθαρά, θα πρέπει η παράλληλη δέσμη των φωτεινών ακτινών, που θα εκπέμψει το αντικείμενο, να εισέλθει στο μάτι να διαθλαστεί από τα δύο κύρια διαθλαστικά μέσα του οφθαλμού (που θα ονομαστούν και θα αναλυθούν παρακάτω) και να εστιάσει πάνω στον αμφιβληστροειδή. Όμως η διαθλαστική δύναμη και το μέγεθος των ματιών δεν είναι σε όλους τους ανθρώπους το ίδιο με αποτέλεσμα αυτή η παράλληλη δέσμη ακτινών να μην εστιάζεται πάνω στον αμφιβληστροειδή αλλά μπροστά ή πίσω από αυτόν (Ψύλλας, 2014) (Δαμανάκης, 2011). Σε αυτό το κεφάλαιο, θα αναλυθούν τα διαθλαστικά μέσα του οφθαλμού, η διαθλαστική δύναμή τους, καθώς και τι συμβαίνει όταν οι φωτεινές ακτίνες δεν εστιάζουν πάνω στον αμφιβληστροειδή.

1.1. Τα διαθλαστικά μέσα του οφθαλμού

Τα διάφορα αντικείμενα που παρατηρούμε εκπέμπουν φωτεινές ακτίνες προς τον οφθαλμό οι οποίες κυρτώνονται από τα διαθλαστικά του μέσα. Τα κυριότερα διαθλαστικά μέσα αποτελούν ο κερατοειδής και ο κρυσταλλοειδής φακός. (Δαμανάκης, 2011)

Το κυριότερο εκ των δύο διαθλαστικών προαναφερθέντων μέσων είναι ο κερατοειδής του οποίου η διαθλαστική του ισχύς ανέρχεται περίπου στα 45 διοπτρίες (D). Η διαφάνειά του επιτρέπει την είσοδο των φωτεινών ακτινών, που προέχονται από τα διάφορα αντικείμενα του περιβάλλοντος χώρου, για να ερεθίσουν τον αμφιβληστροειδή. (Ψύλλας, 2014)

Ανατομικά, ο κερατοειδής είναι ο ιστός με την πιο πυκνή νεύρωση στο ανθρώπινο σώμα. Στερεΐται όμως αγγείων και αποτελεί το 1/6 τμήμα του βολβού του ματιού. Στη φυσιολογική του κατάσταση είναι διαφανής και αποτελείται από δυο επιφάνειες: την πρόσθια η οποία είναι υπόκυρτη και την οπίσθια η οποία είναι υπόκοιλη. Κατά μέσο όρο, ακτίνα καμπυλότητας της πρόσθιας επιφάνειας είναι 7.8mm ενώ εκείνη της οπίσθιας 6.5mm. Το δε πάχος του κεντρικά ανέρχεται στα 0.54mm κατά μέσο όρο ενώ περιφερειακά είναι πιο μεγάλο με αποτέλεσμα να φτάνει μέχρι 0.65- 1.0mm περίπου. Η οριζόντια διάμετρος του, κατά μέσο όρο, ανέρχεται στα 11mm ενώ η κάθετη είναι μικρότερη. (Snell & Lemp, 2006)

Όσον αφορά, την μεταφορά των θρεπτικών συστατικών, αυτή επιτυγχάνεται μέσω του υδατοειδούς υγρού οπισθίως και μέσω των δακρύων από την πρόσθια επιφάνεια (Bowling, 2016). Αναπτυξιακά, η διάμετρος και οι διαστάσεις του κερατοειδούς πλησιάζουν τις φυσιολογικές τιμές – σε σχέση με αυτές που παρουσιάζονται σε έναν ενήλικα- από τον 6^ο μήνα της ζωής ενώ η ανάπτυξη του ολοκληρώνεται κατά τον 6^ο χρόνο. (Ψύλλας, 2014)

Η ιστολογική δομή του κερατοειδούς αποτελείται από πέντε στιβάδες. Από έξω προς τα μέσα η σειρά των στιβάδων είναι η εξής:

- a) Το επιθήλιο του κερατοειδούς. Αυτό είναι πολύ στίβο, πλακώδες και έρχεται σε επαφή με τα δάκρυα. Το πάχος του κεντρικά ανέρχεται στα 50 μm και περιφερειακά στα 80μm ενώ αποτελεί κιόλας το 10% του συνολικού πάχους του κερατοειδούς (Snell & Lemp, 2006). Το επιθήλιο δεν παραμένει στάσιμο αλλά αναγεννιέται σε τακτά χρονικά διαστήματα (περίπου κάθε 7 ημέρες) και αποτελείται από 3 είδη κυττάρων (Κατσούλος, Κ., Μακρυνιώτη, Δ., Ασημέλλης, Γ., Καραγεωργιάδης, Λ., Κωσταντακόπουλος, Σ., Σαπουνάκης, Η., Φωτεινάκης, Β. 2010). Τα επιφανειακά επιθηλιακά κύτταρα που είναι αποπλατισμένα και διατεταγμένα σε 2-3 στιβάδες, τα πτερυγοειδή πολυγωνικά κύτταρα που είναι πολυγωνικού σχήματος και διατεταγμένα σε 3 στοίχους και τα βασικά επιθηλιακά κύτταρα που είναι μονή στιβάδα (Ψύλλας, 2014). Γενικά τα επιθηλιακά κύτταρα δεν έχουν κερατίνη και είναι άρρηκτα συνδεδεμένα μεταξύ τους, τόσο πολύ που μοιάζουν συμπιεσμένα. Επιπλέον, οι τρεις

προαναφερθέντες τύποι κυττάρων δεν είναι τίποτα άλλο παρά τα ίδια κύτταρα σε διαφορετικό στάδιο ζωής (Κατσούλος, et al., 2010)

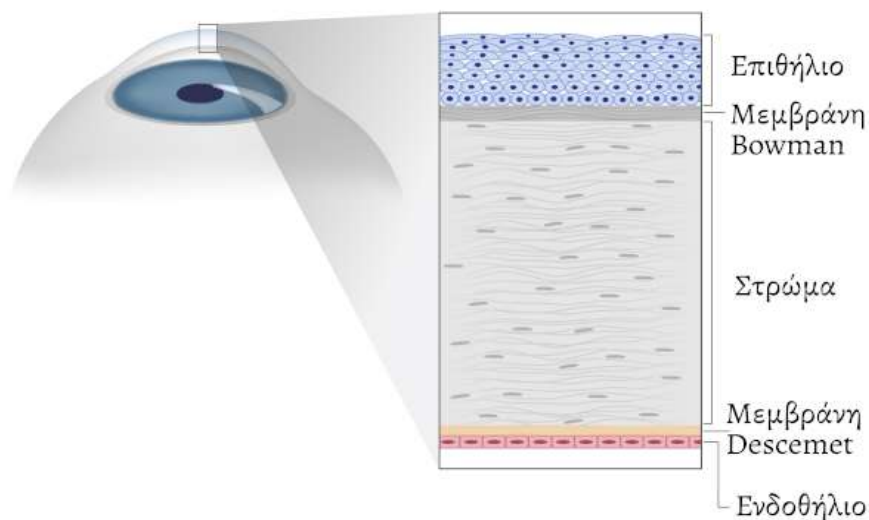
- b) Η μεμβράνη του Bowman. Αυτή είναι μια μεμβράνη πάχους 8-10μm που βρίσκεται κάτω από τη βασική μεμβράνη του κερατικού επιθηλίου. Αποτελεί την ακυτταρική επιφανειακή στιβάδα του στρώματος (που θα αναλυθεί παρακάτω) και αποτελείται από ίνες κολλαγόνου (Bowling, 2016). Επιπλέον, βασικό χαρακτηριστικό αυτής της μεμβράνης αποτελεί ότι ναι μεν παραμορφώνεται δύσκολα αλλά εάν τραυματιστεί δεν πρόκειται να αναγεννηθεί (Κατσούλος, et al., 2010)
- c) Το στρώμα αποτελεί το 90% του ανθρώπινου κερατοειδούς με πάχος να κυμαίνεται περίπου στα 500μm (Κατσούλος, et al., 2010). Ανατομικά, είναι σχηματισμένο από ελάσματα κολλαγόνων ινιδίων, κύτταρα και θεμέλιο ουσία. Τα ελάσματα κολλαγόνου, 200 με 250 στον αριθμό, έχουν το σχήμα πλακών οι οποίες επικάθονται η μία πάνω στην άλλη και διατάσσονται παράλληλα μεταξύ τους και προς την επιφάνεια του κερατοειδούς (Ψύλλας, 2014). Γενικά, βασικό χαρακτηριστικό του στρώματος του κερατοειδούς είναι διαφάνειά του – οφειλόμενη στην απουσία αιμοφόρων αγγείων, στην διάταξη των ινών κολλαγόνου και στον μικρό αριθμό κερατοκυττάρων- και η ανθεκτικότητά του όμως, αποτελεί σημαντικό πως αν τυχόν δημιουργηθεί ουλή τότε δεν θα μπορέσει να αναγεννηθεί μετά από την βλάβη. (Κατσούλος, et al., 2010) (Bowling, 2016)



Εικόνα 1 : Η διάταξη των πλακών κολλαγόνου του στρώματος του κερατοειδούς (Κατσούλος, et al., 2010)

- d) Η μεμβράνη του Descemet ή αλλιώς Δεσκεμέτειος μεμβράνη αποτελεί μια ελαστική μεμβράνη κολλαγόνου η οποία βρίσκεται προ του ενδοθηλίου. Η μεμβράνη αυτή είναι ακυτταρική και αποτελείται από ένα λεπτό δίκτυο ινιδίων κολλαγόνου που διαφέρει από το κολλαγόνο του στρώματος (Bowling, 2016). Κατά την γέννηση έχει πάχος 4μm ενώ κατά την ενηλικίωση φθάνει τα 10μm (Ψύλλας, 2014). Επιπλέον, είναι ανθεκτική σε τραυματισμούς όμως όταν υπέστη βλάβη δεν αναγεννιέται. Σε μία τέτοια περίπτωση η διαδικασία επούλωσης της βλάβης-τραυματισμού επιτυγχάνεται με την μετακίνηση των ενδοθηλιακών κυττάρων στην περιοχή της βλάβης ώστε να εμφανιστεί τοπικό οίδημα και να μειωθεί η απώλεια (Κατσούλος, et al., 2010)
- e) Το ενδοθήλιο είναι η τελευταία στιβάδα του κερατοειδή η οποία αποτελείται από επίπεδα κύτταρα εξαγωνικού σχήματος των οποίων ο συνολικός αριθμός κυμαίνεται περίπου στις 400.000 (Ψύλλας, 2014). Τα κύτταρά αυτά είναι πολύ σημαντικά για τη

φυσιολογική υδάτωση και θρέψη του κερατοειδούς, αφού δρουν και σαν φράγμα (εμποδίζοντας την υπερβολική είσοδο του υδατοειδές υγρού στο στρώμα) αλλά και σαν αντλία ύδατος με τη βοήθεια ενεργού μηχανισμού μεταφοράς ιόντων (Snell & Lemp, 2006). Έτσι με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η διατήρηση της οσμωτικής πίεσης του στρώματος. Επιπροσθέτως, τα ενδοθηλιακά κύτταρα μπορούν -μέσω μια διαδικασίας που λέγεται πλεομορφισμός- να αλλάξουν σχήμα και μέσω μιας άλλης διαδικασίας -που ονομάζεται πολυμεγεθισμός- να αλλάξουν το μέγεθός τους σαν απάντηση σε τυχόν τραυματισμούς (Κατσούλος, et al., 2010).



Εικόνα 2 : Οι 5 στιβάδες του κερατοειδούς

(<https://www.sotiriapalioura.gr/%CE%B5%CF%80%CE%B5%CE%BC%CE%B2%CE%B1%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82/%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%87%CE%B5%CF%85%CF%83%CE%B7%CE%BA%CE%B5%CF%81%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%B5%CE%B9%CE%B4%CE%BF%CF%85%CF%82.html>) (Επίσκεψη στις 10 Αυγούστου, 2021)

Το δεύτερο κυριότερο διαθλαστικό μέσο του οφθαλμού που θα αναλυθεί είναι ο κρυσταλλοειδής φακός ο οποίος είναι διαφανής και αμφίκυρτος. Βρίσκεται πίσω από την ίριδα και μπροστά από το υαλώδες σώμα ενώ ταυτόχρονα συγκρατείται στη θέση του με τη βοήθεια της ζώνης του Zinn. Αυτή η ζώνη αποτελείται από λεπτές, ακτινοειδώς διατεταγμένες ίνες κολλαγόνου οι οποίες καταλήγουν στο περιφάκειο, σε απόσταση, κατά μέσο όρο 0.5mm εκατέρωθεν του ισημερινού (Ψύλλας, 2014). Ο φακός αυτός έχει δύο επιφάνειες την πρόσθια και την οπίσθια όπου η κυρτότητα της οπίσθιας επιφάνειας είναι μεγαλύτερη από αυτήν της πρόσθιας (Snell & Lemp, 2006). Επίσης, ο στα νέα άτομα ο κρυσταλλοειδής φακός είναι ελαστικός και εύπλαστος με αποτέλεσμα να μεταβάλλει εύκολα το σχήμα του κατά τη σύσπαση του ακτινωτού μυός ώστε να επιτυγχάνεται η όραση σε όλες τις αποστάσεις (Δαμανάκης, 2011).

Ανατομικά, 3 είναι τα βασικά μέρη του κρυσταλλοειδούς φακού:

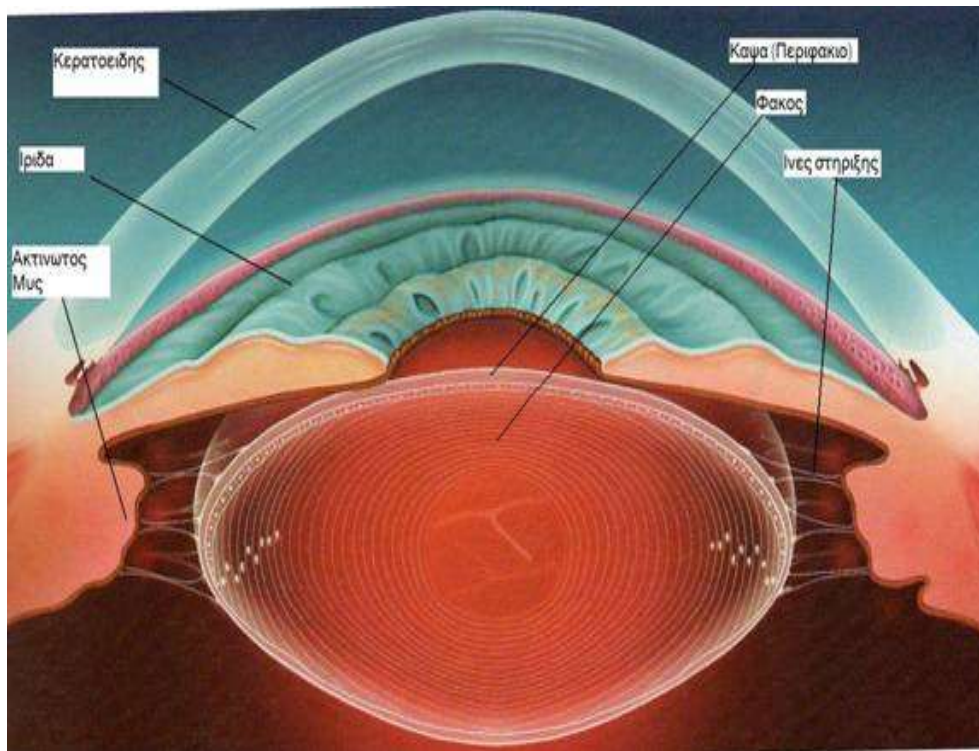
- a) Το περιφάκειο είναι μια ελαστική παχιά και διαφανή κάψα που περικλείει τον φακό και διακρίνεται σε πρόσθιο και οπίσθιο περιφάκειο. Το πρώτο αποτελεί τη βασική μεμβράνη του φακικού επιθηλίου η οποία είναι και η παχύτερη βασική μεμβράνη του ανθρώπινου σώματος με το κεντρικό πάχος (κοντά στον

ισημερινό) να είναι περίπου 20 μ m (Snell & Lemp, 2006) (Ψύλλας, 2014). Η εσωτερική επιφάνειά του πρόσθιου περιφακείου εφάπτεται με το επιθήλιο του φακού και η οπίσθια με τις φακικές ίνες (Snell & Lemp, 2006).

- b) Το επιθήλιο του φακού βρίσκεται σε άμεση επαφή με την εσωτερική επιφάνεια του πρόσθιου περιφακείου, είναι μονόστιβο, κυβοειδούς σχήματος, που εκτείνεται μέχρι τον ισημερινό ενώ, το οπίσθιο περιφακείο στερείται επιθηλίου (Ψύλλας, 2014).
- c) Η ιδίως ουσία του φακού είναι το σύνολο των φακικών ινών. Οι φακικές ίνες αποτελούν την κύρια μάζα του φακού και προκύπτουν από των πολλαπλασιασμό και την διαφοροποίηση των επιθηλιακών κυττάρων στον ισημερινό (Snell & Lemp, 2006).

Αναφορικά, ο φακός του εμβρύου είναι σφαιρικός όπου μετά την γέννηση αποπλατύνεται προοδευτικά για να πάρει την τελική του μορφή κατά την ενηλικίωση. Τότε η ακτίνα καμπυλότητας της πρόσθιας επιφάνειάς του θα είναι 10mm ενώ της οπίσθιας 6mm. Το πάχος του στην ηλικία των 40-45 ετών θα είναι περίπου 4mm και θα αυξάνεται με την πάροδο των χρόνων ενώ η διάμετρός του στον ισημερινό είναι περίπου 9mm στην ενήλική ζωή (Ψύλλας, 2014).

Τέλος, το κέντρο της πρόσθιας επιφάνειας του κρυσταλλοειδούς φακού ονομάζεται πρόσθιος πόλος ενώ το κέντρο της οπίσθιάς επιφάνειας οπίσθιος πόλος του φακού και η νοητή γραμμή που συνδέει τους δύο πόλους και που αντιστοιχεί στο πάχος του φακού ονομάζεται προσθοπίσθιος άξονας του φακού (Snell & Lemp, 2006).



Εικόνα 3: Ο κρυσταλλοειδής φακός περικλείεται από το περιφάκειο (κάψα), βρίσκεται πίσω από την ίριδα και συγκρατείται από τις ίνες στήριξης ή αλλιώς ίνες της Ζιννείου ζώνης (<https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.kriti-eyemd.gr%2Fkataract.php&psig=AOvVaw3nKbpc4EvV-pXd7YzUCqg&ust=1616386233757000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCIDwn8XDwO8CFQAA AAAA AAAA BAD>) (Επίσκεψη στις 10 Αυγούστου, 2021)

1.2. Το οπτικό σύστημα του οφθαλμού

Σύμφωνα με τον νόμο του Snell, όταν η δέσμη φωτεινών ακτινών φτάσει στο μάτι και εισέλθει στον αμφιβληστροειδή, περνάει από τα διάφορα διαθλαστικά μέσα του οφθαλμού. Αναφορικά, τα ανατομικά μέρη που θα συναντήσει και θα διαπεράσει η δέσμη φωτός κατά την πορεία της για να καταλήξει στον αμφιβληστροειδή είναι: η πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, το στρώμα, η οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς, το υδατοειδές υγρό, η πρόσθια και η οπίσθια επιφάνεια του κρυσταλλοειδούς φακού και το υαλώδες σώμα. (Δαμανάκης, 2011)

Η δέσμη φωτεινών ακτινών πρέπει να φθάσει στον αμφιβληστροειδή για να σχηματιστεί το είδωλο. Ο εν λόγω σχηματισμός του ειδώλου καθορίζεται από την διάθλαση που υφίστανται οι φωτεινές ακτίνες πάνω στις επιφάνειες του οφθαλμού που διαχωρίζουν τμήματα με διαφορετικό δείκτη διάθλασης. Τις κυριότερες διαχωριστικές επιφάνειες αποτελούν η πρόσθια και η οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς καθώς και η πρόσθια και η οπίσθια επιφάνεια του κρυσταλλοειδούς φακού. (Ψύλλας, 2014) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008)

Η πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς αποτελεί την διαχωριστική επιφάνεια που προκαλεί την μεγαλύτερη διάθλαση των φωτεινών ακτινών και αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι διαχωρίζει δύο διαθλαστικά μέσα των οποίων η διαφορά των δεικτών διαθλάσεων είναι μεγάλη. (ο δείκτης διάθλασης του αέρα ισούται με 1 ενώ εκείνος της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδή με 1,376) (Πατέρας, 2010). Επιπλέον, η μεγάλη διαθλαστική δύναμη της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς είναι τόσο μεγάλη λόγω της μεγάλης κυρτότητας που σημειώνεται στην κεντρική περιοχή (Δαμανάκης, 2011). Ωστόσο, αν ο φακός αντικατασταθεί

από έναν τεχνητό φακό ίδιου πάχους, όμοιων ακτινών καμπυλότητας και ομοιόμορφου δείκτη διάθλασης, θα πρέπει ο δείκτης διάθλασης του τεχνητού φακού να είναι μεγαλύτερος από τον μέγιστο του πραγματικού. Άρα, όταν θεωρείται πως η μέγιστη τιμή που έχει ο δείκτης διάθλασης του πραγματικού φακού είναι 1,406 τότε η τιμή του δείκτη διάθλασης του τεχνητού φακού θα θεωρηθεί πως ισούται με 1,42 (Πατέρας, 2010).

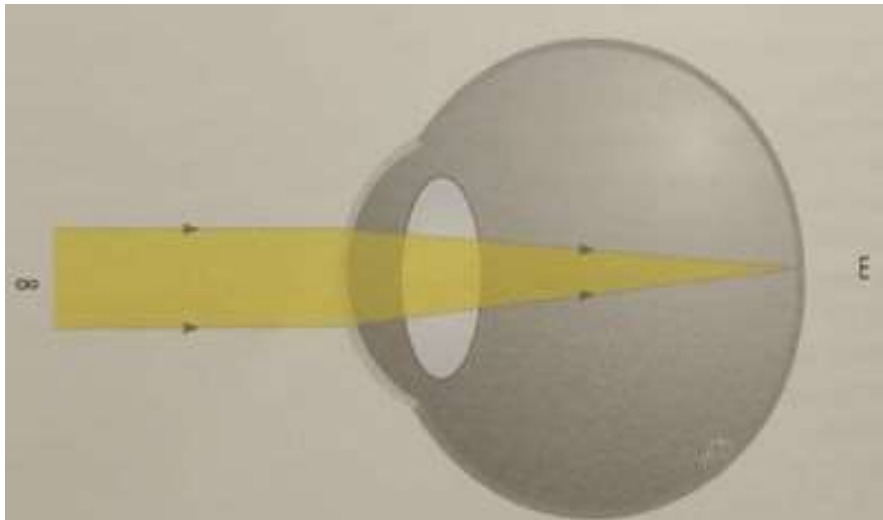
Από την άλλη, η οπίσθια επιφάνεια του κερατοειδούς είναι ασήμαντη λόγω μηδαμινής διαφοράς στους δείκτες διάθλασης του στρώματος του κερατοειδούς και του υδατοειδούς υγρού. (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008)

Όσον αφορά τον κρυσταλλοειδή φακό, η πρόσθια επιφάνειά του έχει μικρότερη διαθλαστική ικανότητα από αυτή της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς. Αυτό οφείλεται στο ότι ο δείκτης διάθλασης του υδατοειδούς υγρού δεν διαφέρει πολύ με αυτόν του κρυσταλλοειδούς φακού. (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008) Παρόλα αυτά, η διαθλαστική δύναμη του φακού είναι υπολογίσιμη αφού ισούται με το υπόλοιπο $1/3$ της ολικής διάθλασης του οφθαλμού και αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι ο φακός αποτελείται από πολλές ομόκεντρες στιβάδες των οποίων η διαθλαστική δύναμη αυξάνεται από τις περιφερειακές στις πιο κεντρικές (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Όμως στην οπίσθια επιφάνεια του φακού οι ακτίνες η σύγκλιση των ακτινών μικραίνει σε ένα μικρό ποσοστό και αυτό οφείλεται στο ότι η πορεία των ακτινών υπέστη μετάβαση από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο. (Ψύλλας, 2014)

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, η μεγάλη σύγκλιση που θα υποστεί η δέσμη των ακτινών οφείλεται στη μεγάλη διαθλαστική ικανότητα της πρόσθιας επιφάνειας του κερατοειδούς η οποία ανέρχεται περίπου στις +40.0 με +45.0D (Ψύλλας, 2014). Με άλλα λόγια η πρόσθια επιφάνεια του κερατοειδούς προσφέρει περίπου τα $2/3$ της συνολικής διαθλαστικής ενός οφθαλμού αν και το ποσοστό αυτό θα μειωθεί αν ο οφθαλμός προσαρμόσει επειδή τότε θα αυξηθεί και η δύναμη του κρυσταλλοειδούς φακού. Η διαθλαστική δύναμη του φακού – όταν ο οφθαλμός κοιτάει το άπειρο- ισούται περίπου με +19.0D ενώ αν ο οφθαλμός κοιτάξει κάποιο κοντινό αντικείμενο και προσαρμόσει, τότε, η διαθλαστική δύναμη του φακού θα αυξηθεί (Πατέρας, 2010).

1.3. Ο εμμετρωπικός οφθαλμός

Στον εμμετρωπικό οφθαλμό, η εισερχόμενη προσπίπτουσα παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτινών εστιάζει πάνω στον αμφιβληστροειδή. Σκεπτόμενοι την δομή του οφθαλμού σαν οπτικό όργανο, είναι προφανές ότι για να επιτευχθεί η καθαρή όραση πρέπει τα οπτικά στοιχεία του οφθαλμού να βρίσκονται σε πλήρη αρμονία (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Με άλλα λόγια, το εμμετρωπικό μάτι μπορεί να έχει οποιαδήποτε διαθλαστική δύναμη, αρκεί το αξονικό του μήκος να είναι τέτοιο ώστε όταν η παράλληλη δέσμη των φωτεινών ακτινών εισέλθει στο μάτι και διαθλαστεί από τα διαθλαστικά του μέσα, να εστιαστεί πάνω στον αμφιβληστροειδή (Δαμανάκης, 2011). Άρα, ως εμμετρωπία χαρακτηρίζεται η κατάσταση κατά την οποία το είδωλο ενός μακρινού αντικειμένου εστιάζεται, χωρίς προσαρμογή, πάνω στον αμφιβληστροειδή. Επιπροσθέτως, οι επιστήμονες που ασχολούνται με τη διαδικασία της όρασης έχουν ανακαλύψει έναν ειδικό νευρολογικό μηχανισμό, ο οποίος, κατά την παιδική ηλικία, συντονίζει την ανάπτυξη των οπτικών στοιχείων του οφθαλμού, έτσι ώστε το άτομο να μπορεί να βλέπει πάντα καθαρά, δηλαδή, να είναι εμμέτρωπας. Ο μηχανισμός αυτός ονομάζεται εμμετρωποποίηση ή αλλιώς (emmetropization) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008).



Εικόνα 4: Ο εμμετρικός οφθαλμός όπου η παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτίνων εστιάζουν πάνω στον αμφιβληστροειδή (Δαμανάκης, 2011).

1.4. Ο αμμετρικός οφθαλμός

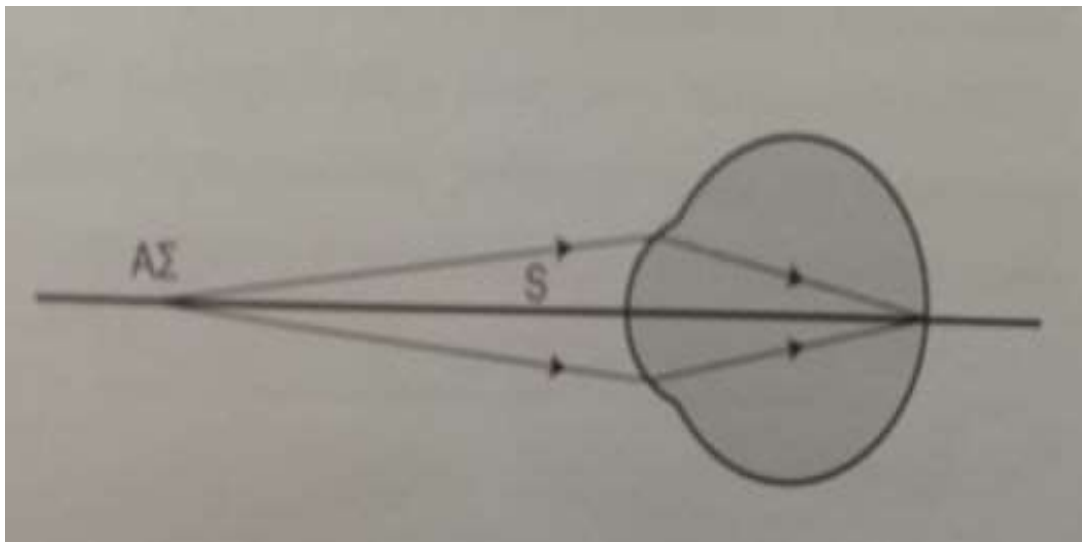
Αναφέρθηκε προηγουμένως, πως για να επιτευχθεί η καθαρή όραση και επομένως ο οφθαλμός να είναι εμμετρικός, πρέπει τα οπτικά στοιχεία του οφθαλμού να βρίσκονται σε πλήρη αρμονία ώστε όταν η παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτίνων εισέλθει στο μάτι και διαθλαστεί, να εστιαστεί πάνω στον αμφιβληστροειδή (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Αν για κάποιο λόγο, δεν υπάρξει αυτή η αρμονική σχέση μεταξύ διαθλαστικής δύναμης του οφθαλμού και του αξονικού του μήκους τότε, η παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτίνων, όταν διαθλαστεί, δεν θα εστιαστεί πάνω στον αμφιβληστροειδή, αλλά μπροστά ή πίσω από αυτόν. Αυτή η κατάσταση καλείται ως αμετρωπία και όπως είναι επόμενο, το άτομο δεν θα έχει καθαρή όραση. Έτσι, η αμετρωπία μπορεί να οφείλεται σε δύο λόγους. Ο πρώτος είναι να υπάρχει κάποια διαταραχή στη διαθλαστική κατάσταση του οφθαλμού (διαθλαστική αμμετρωπία) όπως για παράδειγμα σε μεγάλη κυρτότητα του κερατοειδούς ή σε αφακία, ενώ ο δεύτερος λόγος, μπορεί να οφείλεται σε διαταραχή του αξονικού μήκους του οφθαλμού (αξονική αμμετρωπία), δηλαδή το μάτι να είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από όσο πρέπει για να σχηματιστεί η εστία πάνω στον αμφιβληστροειδή (Δαμανάκης, 2011).

1.4.1. Ο μυωπικός οφθαλμός

Στον μυωπικό οφθαλμό, όταν η παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτίνων εισέλθει στο μάτι και διαθλαστεί από τα διαθλαστικά του μέσα, δεν θα σχηματιστεί επάνω στον αμφιβληστροειδή, αλλά σε ένα σημείο μπροστά από αυτόν (Πατέρας, 2010). Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται σε τρεις λόγους, είτε ο οφθαλμός να έχει πολύ μεγάλη διαθλαστική δύναμη (διαθλαστική μυωπία), είτε ο οφθαλμός να έχει πολύ μεγάλο αξονικό μήκος (αξονική μυωπία), είτε και στα δύο (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008) (Ψύλλας, 2014).

«Σύμφωνα με τον κ.Δαμανάκη» λόγω του ότι δεν είναι ορισμένη η διαθλαστική δύναμη ή το αξονικό μήκος που πρέπει να έχει ο φυσιολογικός οφθαλμός, είναι καλύτερο να οριστεί η μυωπία ως η κατάσταση όπου δεν υπάρχει η φυσιολογική σχέση μεταξύ διαθλαστικής δύναμης και του προσθοπίσθιου άξονα του ματιού, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό της παράλληλης δέσμης φωτεινών ακτίνων προ του αμφιβληστροειδούς (Δαμανάκης, 2011).

Έτσι, γίνεται σαφές ότι ένα μάτι με μυωπία δεν θα διακρίνει ευκρινώς ένα μακρινό αντικείμενο, αφού οι ακτίνες που θα προέλθουν από αυτό στο μάτι θα είναι παράλληλες. Όμως, αν το αντικείμενο αρχίσει να πλησιάζει τον μυωπικό οφθαλμό, οι ακτίνες που θα στέλνει θα είναι όλο και πιο αποκλίνουσες και αυτό θα φέρει ως αποτέλεσμα τη μετακίνηση της εστίας προς τα πίσω. Οπότε, αν το αντικείμενο βρεθεί σε μια ορισμένη απόσταση από το μάτι, η εικόνα του θα εστιαστεί στον αμφιβληστροειδή και ο μύωπας θα το διακρίνει με ευκρίνεια. Άρα, το μακρινότερο σημείο που μπορεί να δει καθαρά ένα άτομο με μυωπία, βρίσκεται σε κάποια απόσταση μπροστά από τον κερατοειδή του (Δαμανάκης, 2011). Η απόσταση, του μακρινότερου σημείου που μπορεί να δει καθαρά ένα μυωπικό μάτι από τον κερατοειδή (άπω σημείο), μπορεί να υπολογισθεί αν είναι γνωστός ο βαθμός της αμετρωπίας, δηλαδή, της μυωπίας. Για παράδειγμα, αν ο βαθμός της μυωπίας ενός μυωπικού οφθαλμού είναι $-4.00D$, τότε το άπω σημείο του ματιού αυτού θα βρίσκεται σε απόσταση $1/4.0 = 0.25m$ μπροστά από τον κερατοειδή. Επομένως, η απόσταση του άπω σημείου είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον βαθμό της μυωπίας (Ψύλλας, 2014). Τέλος, εκτενέστερη ανάλυση σχετικά με τη μυωπία θα πραγματοποιηθεί στο δεύτερο κεφάλαιο το οποίο αποτελεί την εισαγωγή του myopia control.



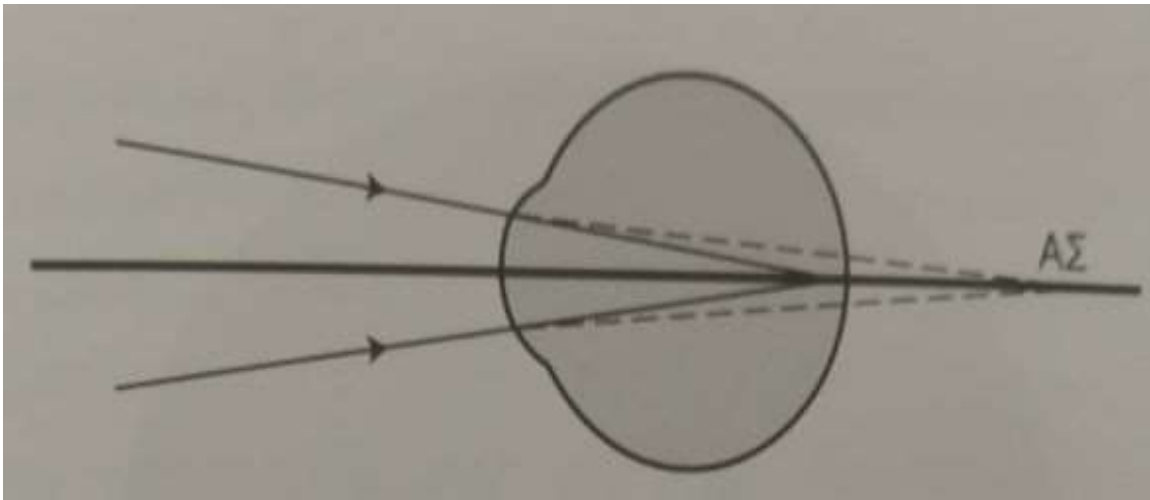
Εικόνα 5: Άπω Σημείο του μυωπικού οφθαλμού, όπου το S ισούται με την απόσταση του Άπω Σημείου από την κορυφή του κερατοειδούς (Ψύλλας, 2014)

1.4.2. Ο υπερμετρωπικός οφθαλμός

Σε αντίθεση με πριν, στην περίπτωση του υπερμετρωπικού οφθαλμού, όταν σε αυτόν θα εισέλθει η παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτίνων και διαθλαστούν από τα διαθλαστικά του μέσα, τότε αυτή θα συναντήσει τον αμφιβληστροειδή πριν προλάβει να σχηματίσει εστία (Πατέρας, 2010). Η κατάσταση αυτή μπορεί να οφείλεται πάλι σε τρεις λόγους, όμως αυτήν τη φορά, ο πρώτος λόγος μπορεί να είναι η πολύ μικρή διαθλαστική κατάσταση του οφθαλμού (διαθλαστική υπερμετρωπία), ο δεύτερος το πολύ μικρό αξονικό μήκος του οφθαλμού και ο τρίτος λόγος ένα συνονθύλευμα και των δύο (Ψύλλας, 2014). Με άλλα λόγια δηλαδή, στην υπερμετρωπία συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο από ότι στη μυωπία. Έτσι, όπως και συνέβη και προηγουμένως αντίστοιχα με τη μυωπία, ως υπερμετρωπία χαρακτηρίζεται η κατάσταση όπου λείπει η φυσιολογική σχέση μεταξύ της διαθλαστικής δύναμης και του προσθοπίσθιου άξονα του ματιού, με αποτέλεσμα τον σχηματισμό της παράλληλης δέσμης των φωτεινών ακτίνων μετά του αμφιβληστροειδούς. Βέβαια, στην πραγματικότητα ο σχηματισμός της εστίας δεν συμβαίνει λόγω της παρεμβολής του

αμφιβληστροειδούς, και έτσι ο καθορισμός της εστίας επιτυγχάνεται από την προς τα πίσω προέκταση των ακτινών (Ψύλλας, 2014).

Ο υπερμετρωπικός οφθαλμός, δεν διακρίνει ευκρινώς ούτε τα μακρινά ότε τα κοντινά αντικείμενα. Αυτό συμβαίνει επειδή, η αποκλίνουσα δέσμη που αυτά στέλνουν στο μάτι, μετακινούν την εστία ακόμα πιο πίσω του αμφιβληστροειδούς και έτσι ελαττώνεται λιγότερο η ευκρίνεια της εικόνας (δεν λαμβάνεται υπόψιν η διαδικασία της προσαρμογής, όπου τα νέα άτομα μέσω αυτής μπορούν να εξουδετερώσουν την εν λόγω κατάσταση). Για να καταφέρει ένας υπερμετρωπικός οφθαλμός να δει ένα αντικείμενο με ευκρίνεια, θα πρέπει το αντικείμενο να τοποθετηθεί σε ένα σημείο τέτοιο ώστε η δέσμη ακτινών που θα στείλει στο μάτι να φθάσει στον κερατοειδή ως συγκλίνουσα (Δαμανάκης, 2011). Φυσικά, ένα τέτοιο σημείο δεν υπάρχει στον χώρο και έτσι το άπω σημείο του υπερμετρωπικού οφθαλμού είναι υποθετικό του οποίου η θέση βρίσκεται πίσω από τον κερατοειδή. Εφαρμόζοντας λοιπόν ξανά τον παραπάνω τύπο, το άπω σημείο ενός υπερμετρωπικού οφθαλμού που έχει +2.00D υπερμετρωπία βρίσκεται κατά $1/2.0 = 0.5\text{m}$ πίσω από τον κερατοειδή. Επομένως, και σε αυτήν την περίπτωση, η απόσταση του άπω σημείου είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον βαθμό της υπερμετρωπίας. Αν όμως έστω ότι ο υπερμέτρωπας του προηγούμενου παραδείγματος ήταν νεαρής ηλικίας, τότε ενεργοποιώντας την προσαρμογή του κατά +2.00D θα εξουδετέρωνε την υπερμετρωπία και θα έβλεπε καθαρά μακριά. Ωστόσο, αν η ενεργοποίηση της προσαρμογής είναι συνεχείς, τότε θα προκληθούν κλινικά συμπτώματα όπως κωπιοπία (Ψύλλας, 2014).



Εικόνα 6: Το υποτιθέμενο Άπω Σημείο του υπερμετρωπικού οφθαλμού (Ψύλλας, 2014)

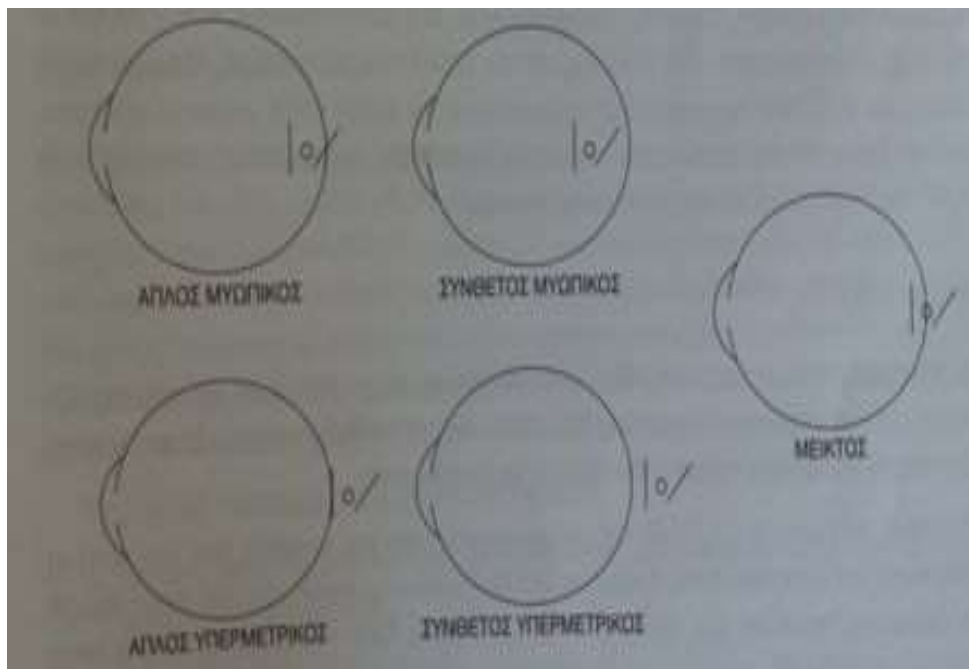
1.4.3. Ο αστιγματικός οφθαλμός

Ως αστιγματισμός καλείται η διαθλαστική ανωμαλία κατά την οποία, όλοι οι μεσημβρινοί του οφθαλμού δεν έχουν την ίδια διαθλαστική δύναμη. Δυο μεσημβρινοί, τις περισσότερες φορές οι κάθετοι μεταξύ τους, έχουν τη μεγαλύτερη μεταξύ τους διαφορά και έτσι αποτελούν τους κύριους άξονες του αστιγματισμού, ενώ οι μεσημβρινοί που βρίσκονται μεταξύ των δύο κύριων αξόνων έχουν ενδιάμεσε τιμές διαθλαστικής δύναμης (Δαμανάκης, 2011).

Ο αστιγματισμός είναι αποτέλεσμα κάποιας ανατομικής ανωμαλίας, συνηθέστερα του κερατοειδούς και σπανιότερα του κρυσταλλοειδούς φακού. Επίσης, είναι πάντα διαθλαστικός

καθώς δεν είναι εφικτό ο οφθαλμός να έχει διαφορετικό μήκος σε δύο μεσημβρινούς (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Ο ασιγματικός κερατοειδής δεν δρα όπως ένας σφαιρικός φακός αλλά ως ένας σφαιροκυλινδρικός. Στον ασιγματικό οφθαλμό, όταν η παράλληλη δέσμη φωτεινών ακτινών εισέλθει στο μάτι και διαθλαστεί από τα διαθλαστικά του μέσα, δεν θα σχηματίσει εστία, αλλά θα διαμορφωθεί σε ένα, όπως αυτό αποκαλείται, κωνοειδές του Sturm. Οπότε, θα σχηματιστούν δύο εστιακές γραμμές οι οποίες θα είναι και κάθετες μεταξύ τους (Δαμανάκης, 2011). Έτσι, αναλόγως τη θέση των εστιακών αυτών γραμμών σε σχέση με τον αμφιβληστροειδή, ο ασιγματισμός έχει διάφορες μορφές. Εν συντομία, αν ο σχηματισμός της μίας εκ των δύο εστιακών γραμμών γίνεται επάνω στον αμφιβληστροειδή, ενώ, ο σχηματισμός της άλλης, μπρος ή πίσω από αυτόν, τότε ο ασιγματισμός είναι απλός. Άρα ο ένας κύριος μεσημβρινός είναι εμμετρωπικός και ο άλλος μυωπικός η υπερμετρωπικός αντίστοιχα, με αποτέλεσμα, στην πρώτη περίπτωση ο οφθαλμός να έχει απλό μυωπικό ασιγματισμό και στην δεύτερη απλό υπερμετρωπικό. Αν όμως, καμία εστιακή γραμμή δεν εστιάζεται επί του αμφιβληστροειδούς, αλλά και οι δύο εστιάζονται μπρος ή πίσω από αυτόν τότε ο ασιγματισμός είναι σύνθετος, όπου στην πρώτη περίπτωση το μάτι έχει σύνθετο μυωπικό ασιγματισμό και στη δεύτερη σύνθετο υπερμετρωπικό. Επιπλέον, υπάρχει και η περίπτωση, όπου η εστιακή γραμμή εστιάζεται προ του αμφιβληστροειδούς και η άλλη πίσω από αυτόν, με αποτέλεσμα ο ασιγματισμός αυτός να καλείται μικτός, αφού ο ένας κύριος μεσημβρινός είναι μυωπικός και ο άλλος υπερμετρωπικός (Ψύλλας, 2014) (Πατέρας, 2010).

Επιπροσθέτως, ο ασιγματισμός μπορεί να χαρακτηριστεί είτε ως ομαλός, είτε ως ανώμαλος ασιγματισμός ανάλογα με τον προσανατολισμό των δύο κύριων μεσημβρινών. Αν οι δύο κύριοι μεσημβρινοί του κερατοειδούς είναι κάθετοι μεταξύ τους, τότε ο ασιγματισμός είναι ομαλός, όπου αν ο διαθλαστικότερος άξονας του ματιού είναι ο κάθετος τότε ο ασιγματισμός καλείται σύμφωνος με τον κανόνα, ενώ αν ο διαθλαστικότερος άξονας του ματιού είναι ο οριζόντιος, τότε ο ασιγματισμός καλείται παρά τον κανόνα. Τέλος, ο ασιγματισμός χαρακτηρίζεται ως ανώμαλος αν οι δύο κύριοι μεσημβρινοί δεν είναι κάθετοι μεταξύ τους (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008) (Ψύλλας, 2014) (Δαμανάκης, 2011).

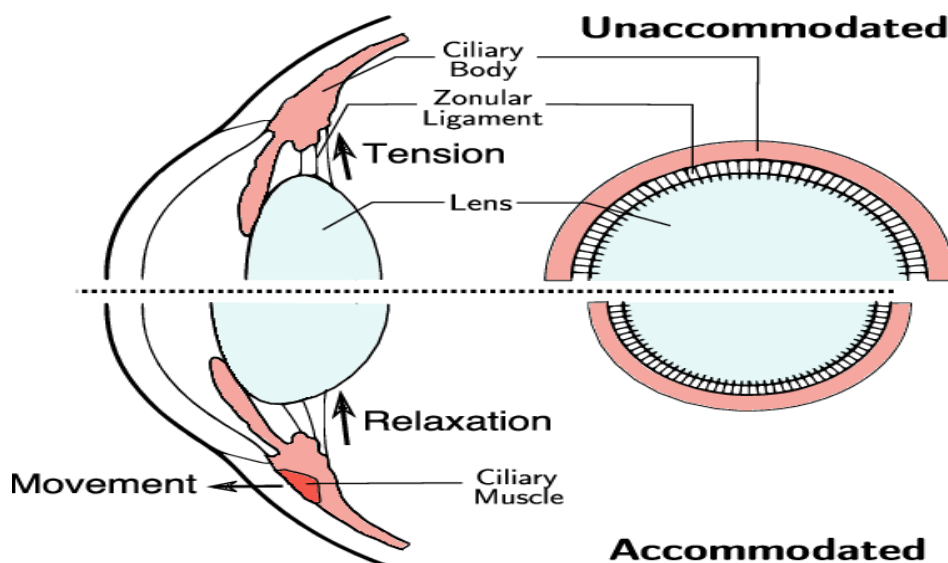


Εικόνα7: οι πιθανές μορφές ασιγματισμού, ανάλογα με τη θέση της εστίασης των παράλληλων ακτινών σε σχέση με τον αμφιβληστροειδή (Πατέρας, 2010).

1.5. Η κοντινή όραση

Αν ο οφθαλμός ήταν στατικός θα έβλεπε καθαρά μόνο τα μακρινά αντικείμενα, αφού για να θεωρηθούν οι φωτεινές ακτίνες παράλληλες προϋποθέτει να προέχονται από μεγάλη απόσταση (πάνω από 6m). Αν ένα αντικείμενο τοποθετηθεί κοντά μάτι τότε θα του στείλει αποκλίνουσες ακτίνες και για να εστιάσουν αυτές οι ακτίνες πάνω στον αμφιβληστροειδή, απαιτείται πρόσθετη θετική δύναμη (Δαμανάκης, 2011).

Ο οφθαλμός έχει την δυνατότητα προσαρμογής της εστιακής του απόστασης σε σχέση με την απόσταση οφθαλμού-αντικειμένου. Οι ίνες του ακτινωτού συνδέσμου συγκρατούν το φακό στη θέση του πίσω από την κόρη της ίριδας. Ο ακτινωτός σύνδεσμος χαλαρώνει και η τάση στην κάψα του φακού που ασκείται, δέχεται μείωση, αφήνοντας κυρτές τις επιφάνειες του φακού, αυτό συμβαίνει όταν οι λείες μυϊκές ίνες του ακτινωτού σώματος συστέλλονται, αυτό συμβάλλει στην κοντινή όραση. Ενώ όταν είναι σε ηρεμία, ο ακτινωτός σύνδεσμος αυξάνει την τάση στην κάψα του φακού και κάνει επίπεδο τις επιφάνειές του αυτό συμβάλλει στην μακρινή όραση. (Ασημέλλης, et al., 2008) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008) (Πατέρας, 2010) (Kohnen, 2015)



Εικόνα 8: Η διαδικασία της προσαρμογής (https://www.researchgate.net/figure/Figure-The-process-of-accommodation-When-the-eye-is-focused-at-a-distance-the-zonular_fig2_338802872) (Επίσκεψη στις 20 Μαΐου, 2021).

Ο εγκέφαλος, ως κεντρικός ρυθμιστής, φέρνει όλους τους μηχανισμούς σε επικοινωνία, ώστε να συνεργάζονται για βέλτιστο αποτέλεσμα. Στην οφθαλμολογία, στους υποδοχείς μπορεί να εμφανιστεί ένα φαινόμενο συνεχής διέγερση αποτυγχάνει να προκαλέσει μια αίσθηση ή αντίδραση. Η προσαρμογή του οφθαλμού μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ποικίλες αποστάσεις μέσω της εστίασης του ειδώλου ενός αντικειμένου στον αμφιβληστροειδή μεταβάλλοντας την καμπυλότητα του φακού. Στην προσαρμογή για κοντινή όραση, ο ακτινωτός μυς συσπάται, προκαλώντας αυξημένη καμπυλότητα του φακού, η κόρη συσπάται και οι οπτικοί άξονες συγκλίνουν. Αυτές οι τρεις ενέργειες αποτελούν το

αντανακλαστικό της προσαρμογής. Η ικανότητα του οφθαλμού για προσαρμογή μειώνεται με την ηλικία. (Πατέρας, 2010) (Ασημέλλης, et al., 2008)

Σαν ορισμό της προσαρμογής ο (Πατέρας, 2010) δίνει το εξής: «Προσαρμογή καλούμε την ικανότητα του οφθαλμού να μεταβάλλει την ισχύ του, μεταβάλλοντας το σχήμα του άρα και την καμπυλότητα του φακού, και να βλέπει ευκρινώς αντικείμενα σε διάφορες αποστάσεις απ' αυτόν.»

Η θέση του φακού καθορίζεται από τις ίνες της Ζιννείου ζώνης, οι οποίες αποτελούν την συνέχεια ακτινοειδείς προβολές του ακτινωτού σώματος. Τελειώνουν στην περιφέρεια στην μεγάλη διάμετρο του φακού. Στην συνέχεια το ακτινωτό σώμα συντελείται από διάφορες ίνες που νευρώνονται από το αυτόνομο νευρικό σύστημα. Από το αυτόνομο νευρικό σύστημα αποστέλλονται ερεθίσματα και το παρασυμπαθητικό μεγαλώνει την κυρτότητα του φακού και βοηθά την προσαρμογή έως και 10 διοπτρίες. Η αλλαγή του σχήματος και η αύξηση της δύναμης του φακού βασίζεται πάνω σε συσπάσεις του ακτινωτού μυός που επιδρούν στην χαλάρωση του μυός και μικραίνει η τάση που ασκείται στον φακό. Κατά την κατάσταση της προσαρμογής η σχέση μεταξύ της κάθετης και οριζόντιας διαμέτρου είναι αντιστρόφως ανάλογη καθώς η πρώτη μειώνεται και η δεύτερη αυξάνεται κατά αυτόν τον τρόπο ο ανθρώπινος οφθαλμός μπορεί να εστιάσει και κοντά και μακριά. Και τα δύο μάτια δέχονται την ίδια δύναμη προσαρμογής. (Πατέρας, 2010) (Ασημέλλης, et al., 2008)

Στην προσαρμογή μονάδα μέτρησης αποτελεί η διοπτρία και συμβολίζεται με το λατινικό D. Η προσαρμογή που απαιτείται για συγκεκριμένη απόσταση όρασης, δίνεται από τον εξής τύπο: Προσαρμογή = 1/Απόσταση προσήλωσης

Ως εγγύς σημείο ονομάζεται το σημείο με την μικρότερη απόσταση που ένας φυσιολογικός οφθαλμός μπορεί να προσαρμόσει. Ενώ αντίθετα το άπω σημείο είναι το σημείο με την μεγαλύτερη απόσταση που ένας φυσιολογικός οφθαλμός μπορεί να εστιάσει και να δει με ευκρίνεια. Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο σημείων είναι ονομάζεται έκταση προσαρμογής. (Ασημέλλης, et al., 2008) (Πατέρας, 2010) (Ψύλλας, 2014)

Το εύρος της προσαρμογής όπου σε έναν άνθρωπο είναι το πλήθος των τιμών προσαρμογής που μπορεί να προσαρμόσει, είναι αντιστρόφως ανάλογο με την ηλικία που σημαίνει ότι όσο ελαττώνεται το εύρος και ένας ασθενής οδηγείται στην πρεσβυωπία. Για την μέτρηση του εύρους προσαρμογής, η διαδικασία που ακολουθείται έχει ως εξής: τοποθετούνται μπροστά στο μάτι του ασθενούς θετικοί φακοί μέχρις ότου να θολώσει ο οπτότυπος πίνακας που παρακολουθεί ο ασθενής. Στην συνέχεια, αφαιρείται κάποιο ποσό δύναμης με σκοπό να θολώσει ο οπτότυπος πίνακας ξανά. Έτσι επιτυγχάνεται η ενεργοποίηση της μέγιστης προσαρμογής με την διαφορά να αποτελεί το εύρος προσαρμογής. (Ψύλλας, 2014) (Πατέρας, 2010)

Το ενδιαφέρον με τον μηχανισμό της προσαρμογής αποτελεί πως είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με αυτόν της σύγκλισης. Η όραση σε ένα αντικείμενο από έναν εμμετρωπικό οφθαλμό ή σε έναν διορθωμένο αμμετρωπικό, που έχει απόσταση μεγαλύτερη από 6m δηλαδή στο άπειρο, δεν υφίσταται κάποια προσαρμογή. Αυτό συμβαίνει διότι οι άξονες οράσεως του ατόμου είναι παράλληλοι μεταξύ τους και έτσι έχουμε ηρεμία στην προσαρμογή. Στην περίπτωση αλλαγής του βλέμματος, σε ένα αντικείμενο που βρίσκεται σε κοντινότερη απόσταση, οι οφθαλμοί δέχονται δύο αλλαγές. Η πρώτη αποτελεί την αύξηση της διαθλαστικής ισχύος του εκάστοτε οφθαλμού έτσι ώστε να δει καθαρά το αντικείμενο και ονομάζεται προσαρμογή και η δεύτερη αλλαγή είναι ο προσανατολισμός των ματιών που θα πρέπει να στραφούν προς τα έσω για να υπάρξει διόφθαλμη όραση στο αντικείμενο που θέλει να προσηλώσει, αυτή η διαδικασία ονομάζεται σύγκλιση. Ο τρόπος που συνδέονται αυτά τα δύο μεταξύ τους είναι με το εγγύς αντανακλαστικό, κατά το οποίο συμβαίνει και η μύση της κόρης, δηλαδή, η συστολή της. Οπότε, προκύπτει πως εγγύς αντανακλαστικό = προσαρμογή, σύγκλιση, μύση (Πατέρας, 2010) (Δαμανάκης, 2011).

Με άλλα λόγια η προσαρμογή σχετίζεται και με την σύγκλιση επειδή κατά την κοντινή όραση, οι δύο οφθαλμοί προσαρμόζουν ώστε να εξασφαλίσουν την ευκρινή όραση του αντικείμενου, όμως το αμφιβοθρικό ερέθισμα προκαλείται από την σύγκλιση. Ως σύγκλιση με απλά λόγια ορίζεται η έσω στροφή των οφθαλμών και για την κοντινή όραση είναι σημασίας αυτή η ενέργεια επειδή έτσι οι οπτικοί άξονες συνεχίζουν να συναντώνται στον κοντινό στόχο. (Πατέρας, 2010)

Έτσι, για μια ορισμένη απόσταση, το απαιτούμενο ποσό της σύγκλισης εξαρτάται από την διακορική απόσταση του εκάστοτε ατόμου. Για παράδειγμα, σε μια δεδομένη απόσταση, ένα άτομο με μικρή διακορική απόσταση θα χρειαστεί μικρότερη σύγκλιση από ότι θα χρειαστεί ένα άτομο με μεγαλύτερη διακορική. (Δαμανάκης, 2011)

Επίσης, για να υπολογιστεί η απόλυτη τιμή της σύγκλισης, χρησιμοποιείται σαν μονάδα μέτρησης η πρισματική διοπτρία (Δ). Και για να υπολογιστεί η απαιτούμενη σύγκλιση για μια ορισμένη απόσταση, σε πρισματικές διοπτρίες, χρησιμοποιείται ο εξής τύπος:

$$\text{Σύγκλιση } (\Delta) = \frac{1}{\text{Απόσταση προσήλωσης (m)}} \times \text{Διακορική απόσταση (m)}$$

Για την κατανόηση του προαναφερόμενου τύπου, έστω ότι η απόσταση προσήλωσης ισούται με 1m και έστω ότι η διακορική απόσταση του ατόμου που πρέπει να προσηλώσει ισούται με 6.5cm. Τότε, η σύγκλιση που θα απαιτηθεί θα είναι ίση με 6.5Δ. Από αυτό το παράδειγμα λοιπόν, γίνεται αντιληπτό πως η σύγκλιση που απαιτείται (Δ) για την απόσταση του ενός μέτρου είναι, ίση αριθμητικά, με την διακορική απόσταση του εκάστοτε ατόμου (Δαμανάκης, 2011). Συμπεραίνοντας, γίνεται αντιληπτό, πως το πιο κοντινό σημείο όπου οι οφθαλμοί μπορούν να συγκλίνουν και να δουν καθαρά το κοντινό αντικείμενο ονομάζεται εγγύτατο σημείο σύγκλισης. Το σημείο αυτό μπορεί να υπολογισθεί ζητώντας από κάποιον να προσηλώσει σε μια κάθετη μαύρη γραμμή πάνω σε λευκό φόντο. Μετακινώντας το φύλλο αυτό προς τα μάτια του εξεταζόμενου ζητείται από τον εξεταζόμενο να εντοπίσει τότε η γραμμή αυτή θα φαίνεται διπλή. Το σημείο αυτό είναι το εγγύτατο σημείο σύγκλισης και μετριέται σε εκατοστά (cm) (Πατέρας, 2010).

Επιπροσθέτως, όσον αφορά τις διαθλαστικές ανωμαλίες, εκτός από την υπερμετρωπία έτσι και οι άλλες σχετίζονται με την προσαρμογή του οφθαλμού. Κατά την μυωπία η προσαρμογή δεν αποτυπώνεται κάπως διότι στην μυωπία η δύναμη που εμφανίζεται στον οφθαλμό είναι μεγαλύτερη από έναν εμμετρωπικό οφθαλμό με αποτέλεσμα να πρέπει να υποστεί μείωση της διαθλαστικής ισχύος. Κατά την προσαρμογή, η διαθλαστική δύναμη αυξάνεται. Οπότε, καταλήγει σε μειωμένη προσαρμογή και μειωμένη σύγκλιση που δίνει ως αποτέλεσμα εξωφορία για κοντά. (Πατέρας, 2010)

Στην περίπτωση του αστιγματισμού, η προσαρμογή δεν προσφέρει καμία βοήθεια γιατί δεν διαθέτει κυλινδρική δύναμη και δεν έχει κανένα πλεονέκτημα στην όραση. Αντιθέτως με τις προηγούμενες διαθλαστικές ανωμαλίες, η υπερμετρωπία κερδίζει από την προσαρμογή διότι όπως προαναφέρθηκε η προσαρμογή αυξάνει την διαθλαστική ισχύ του οφθαλμού μέχρις ότου να φαίνεται καθαρά ένα αντικείμενο που σημαίνει πως φέρει το υπερμετρωπικό μάτι σε ουδέτερο σημείο. Πρέπει να ειπωθεί πως ένα υπερμετρωπικό άτομα ζητά περισσότερη προσαρμογή σε κοντινότερη απόσταση από κάποιον με φυσιολογική όραση. Αν θα μπορούσε εξουδετερώσει την επιπλέον δύναμη που απαιτείται εξαρτάται από το εύρος προσαρμογής που έχει το εκάστοτε άτομο σε αναλογία με την ηλικία. Οι υπερμέτρωπες λοιπόν, επειδή προσαρμόζουν και μαζί με την προσαρμογή πραγματοποιείται και σύγκλιση, μεγαλώνει η πιθανότητα του συγκλίνοντα στραβισμού και μπορεί να εμφανιστεί είτε ως λανθάνων που αντιστοιχεί σε εσωφορία είτε ως έκδηλος που αντιστοιχεί σε εσωτροπία. Αυτό εξαρτάται από την σύγκλιση που επιτυγχάνεται για το αν μπορεί να αντιρροπηθεί από την απόκλιση ταύτισης ή όχι. (Δαμανάκης, 2011)

Ενδιαφέρον επίσης, αποτελεί και το πως λειτουργεί ο μηχανισμός της προσαρμογής στις διάφορες συνθήκες φωτισμού. Ο τρόπος λειτουργίας της προσαρμογής στο φως ενεργοποιείται κατά την εναλλαγή από λιγιστό φως σε πολύ έντονο. Για μερικά

δευτερόλεπτα όλα φαίνονται σαν μια λευκή λάμψη και αυτό γίνεται γιατί οι υποδοχείς βρίσκονται στην κατάσταση του ημίφως. Με τους υποδοχείς να είναι σε μια κατάσταση διέγερσης και σε συνδυασμό με μεγάλα ποσά φωτός οδηγούν σε έντονο φως. Αυτό που συμβαίνει είναι ότι ο αμφιβληστροειδής χάνει αισθητά την ευαισθησία και οι νευρώνες του αναστέλλουν την λειτουργία των ραβδίων. Τα κωνία βρίσκονται σε ευνοϊκές συνθήκες τα οποία διεγείρονται καθώς περνάει ο χρόνος όραση βελτιώνεται. (Πατέρας, 2010). Από την άλλη, ο τρόπος που λειτουργεί ο οφθαλμός για την όραση στο σκοτάδι είναι διαφορετικός από τον τρόπο λειτουργίας στο φως. Όπως είναι γνωστό στον αμφιβληστροειδή υπάρχουν φωτοϋποδοχείς κοινά ως κωνία και ραβδία που έχουν πάρει το όνομα τους από το σχήμα τους. Τα κωνία είναι υπεύθυνα για την όραση στο φως και η διαδικασία αυτή ονομάζεται φωτοπική όραση ενώ αντίθετα για την όραση στο σκοτάδι είναι υπεύθυνα για τα ραβδία και η λειτουργία ονομάζεται σκοτοπική όραση. Προσαρμογή ονομάζεται η διαδικασία κατά την οποία χημικές επεξεργασίες πραγματοποιούνται στα κύτταρα κατά την μετάβαση από την όραση στο φως στην όραση στο σκοτάδι και χρειάζεται κάποιο χρόνο για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία. (Φωτεινάκης, Β., Πατέρας, Ε., Χανδρινός, Αρ. 2000)

Έτσι, σύμφωνα με τα παραπάνω, γίνεται αντιληπτό πως η σκοτοπική όραση και πιο συγκεκριμένα η προσαρμογή στο σκοτάδι βασίζεται στη λειτουργία των ραβδίων. Για την εξέταση και τον έλεγχο της προσαρμογής στο σκοτάδι χρησιμοποιείται το προσαρμόμετρο ή στα αγγλικά *adaptometer*. Η έκφραση των αποτελεσμάτων για την προσαρμογή δίνονται από την καμπύλη σε σχεδιάγραμμα με άξονες χρόνου και μεγέθους προσαρμογής. Τέλος η λειτουργία προσαρμογής στο σκοτάδι επηρεάζεται από διάφορες παθολογίες. Όταν δεν υπάρχει προσαρμογή η κατάσταση εκείνη καλείται ημεραλωπία. Μπορεί να είναι συγγενής πάθηση ή να υπάρχει με κάποια άλλη πάθηση ή να είναι επίκτητη. (Ψύλλας, 2014)

Κεφάλαιο 2. Η Μυωπία αναλυτικά

Στο κεφάλαιο 1.4.1. αναφέρθηκε τι καλείται μυωπία, σε αυτό το κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί μια εκτενέστερη ανάλυση του διαθλαστικού αυτού σφάλματος

2.1. Μυωπική ταξινόμηση

Ο τρόπος που γίνεται η ταξινόμηση της μυωπίας βασίζεται στο σύστημα Grosvenor, ένα σύστημα που έχει ως βασική αρχή την ηλικία. Πιο συγκεκριμένα η ταξινόμηση ξεκινάει από την ηλικία που είτε διαγνώστηκε είτε αντιμετωπίστηκε. (Σαϊτάκης, 2014)

Οι διαφορετικές ενότητες που υπάρχουν σε αυτή την κατηγορία είναι οι εξής έξι:

1. Early Onset. Πιο αναλυτικά στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι σχολικές και νεανικές ηλικίες, ξεκινάει συνήθως από τα 9 έως 11 έτη ζωής και συνεχίζει να αναπτύσσεται στην εφηβική ηλικία και ύστερα προς το τέλος της εφηβικής ηλικίας παρατηρείται επιβράδυνση που μπορεί να κρατήσει μέχρι και τα 30 έτη ζωής που τελικά η διαθλαστική δύναμη της μυωπίας θα σε σταθεροποιηθεί σε κάποια τιμή που μπορεί να είναι από 3.00 διοπτρίες και πάνω (Cooper & Tkatchenko, 2018) (Wolffsohn, James S., Flitcroft, D. I., Gifford, K. L., Jong, M., Jones, L., Klaver, Caroline C.W., Logan, N. S., Naidoo, K., Resnikoff, S., Sankaridurg, P., Smith, E. L., Troilo, D., Wildsoet, C. F. 2019).
2. Late Onset. Η δεύτερη κατηγορία της ταξινόμησης της μυωπίας είναι η Όψιμης έναρξης (Late Onset) ξεκινάει στις ηλικίες μεταξύ 15 έως 18 έτη και σπάνια σε μεγαλύτερες ηλικίες των 30. (Morgan, I. G., French, A. N., Ashby, R. S., Guo, X., Ding, X., He, M., Rose, K. A. 2018) (Wolffsohn, et al., 2019) Η εξέλιξη της μυωπίας σε αυτή την περίπτωση διαθέτει αργούς ρυθμούς και με τις περισσότερες συνθηκών να μην ξεπερνάει τους 2.00 βαθμούς μυωπίας. (Σαϊτάκης, 2014)
3. High Myopia. Σε αυτή την κατηγορία η ταξινόμηση πραγματοποιείται με βάση την δύναμη της μυωπίας που έχουν και όχι με βάση της ηλικίας. (Σαϊτάκης Γεώργιος, 2014) Συνήθως τα άτομα που ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία διαθέτουν μυωπία με δύναμη μεγαλύτερη των 6 διοπτριών. (Morgan, et al., 2018) (Curtin, 1984)
4. Συγγενής Μυωπία
5. Μυωπία Δευτερογενών Παθήσεων και
6. Μυωπία που προέρχεται από αλλαγές στον κρυσταλλοειδή φακό σε προχωρημένη ηλικία.

Κατά τη δημιουργία ινών κολλαγόνου που έχουν ομόκεντρη διάταξη, ο πυρήνας του φακού δέχεται κάποιες αλλαγές αυτές είναι η συμπίκνωση και η σκλήρυνση του (Morgan, et al., 2012). Από κάποια δεδομένα που δεν είναι δημοσιευμένα αναφέρουν για μια μυωπική μετατόπιση της τάξεως των 0.50 έως 0.75D κατά την ανερχόμενη φάση της πρεσβυωπίας. Αυτή η μετατόπιση σημειώθηκε στο 15% των ατόμων και ήταν πιο τρανταχτή στους ήδη πάσχοντες από μυωπία (Cooper & Tkatchenko, 2018).

Όμως αυτή η μυωπική αφεστίαση του ειδώλου, έρχεται σε αντιπαράθεση με το γεγονός του αν οφείλεται πράγματι σε βιοχημικές αλλαγές του κρυσταλλοειδούς φακού, και όχι σε αξονική επιμήκυνση η οποία μπορεί να πραγματοποιήσει μετατόπιση του

αμφιβληστροειδούς οπισθίως του εστιακού επιπέδου κάτι που θα καθιστούσε τον οφθαλμό μυωπικό (Σαϊτάκης, 2014) (Gilmartin & Fcoptom, 2004).

2.2. Επιδημιολογία

Η πάθηση της μυωπίας έχει κατακλίσει όλο τον κόσμο αφού 1,5 δις ανθρώπων πάσχουν από μυωπία, αυτό αντιστοιχεί σε ποσοστό το 20% με 25% του παγκόσμιου πληθυσμού. Τα άτομα που πάσχουν από μυωπία τείνουν να είναι πιο ευάλωτα σε κάποιες οφθαλμολογικές παθήσεις, το πιο σύνηθες είναι της υψηλής μυωπίας (Σαϊτάκης 2014). Η μυωπία, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, βρίσκεται στην πρώτη θέση για την οπτική εξασθένιση σε παγκόσμιο επίπεδο (Hughes, R. P.J., Vincent, S. J., Read, S. A., Collins, M. J. 2020). Έντονη αύξηση στα επίπεδα μυωπίας παρατηρείται στην Ασία από το 1900 και μετά. Επιστήμονες και μελέτες υποστηρίζουν πως η πάθηση της μυωπίας έχει πλέον επιδημιολογικό χαρακτήρα και κυρίως σε περιοχές που έχουν μεγάλο μορφωτικό επίπεδο τάξης του 80%. Σε παιδιά ηλικίας κάτω των 6 ετών, ο επιπολασμός της μυωπίας είναι χαμηλός (Morgan, et al., 2018).

Ακόμη και στην Ανατολική Ασία και τη Σιγκαπούρη, όπου ο επιπολασμός της μυωπίας θεωρείται εξαιρετικά ανησυχητικός σε νεαρούς ενήλικες, εμφανίζει ένα ποσοστό επιπολασμού της μυωπίας στην ηλικιακή ομάδα ηλικίας των 6 ετών, κάτω του 5%. Σε ορισμένους πληθυσμούς, η μυωπία έχει βρεθεί σε περισσότερο από 5% των παιδιών κάτω των 6 ετών, αν και ο επιπολασμός σπάνια υπερβαίνει το 10% (Prousalis, E., Haidich, A. B., Fontalis, A., Ziakas, N., Brazitikos, P., Mataftsi, A. 2019). Πρόσφατες μελέτες έχουν αναφέρει ότι η συχνότητα εμφάνισης μυωπίας σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα μπορεί να αυξάνεται. Τα ποσοστά, που έχουν ληφθεί για διάφορες περιοχές της Ανατολικής Ασίας, για την εμφάνιση της μυωπίας στα πρώτα σχολικά έτη δείχνουν ένα 20% (Wolffsohn, et al., 2019) (Morgan, I. G., Ohno-Matsui, K., Saw, S. M. 2012). Επιστήμονες αναφέρουν ότι ο επιπολασμός της μυωπίας στα παιδιά προσχολικής ηλικίας του Χονγκ Κονγκ έχει αυξηθεί σημαντικά από 2,3% σε 6,3% για 10 χρόνια (Wu, et al., 2016).

Στην Κίνα, η ετήσια συχνότητα εμφάνισης μυωπίας σε παιδιά 7 ετών ήταν περίπου 10% έως 14%. Στην Ταϊβάν, η ετήσια συχνότητα εμφάνισης μυωπίας σε παιδιά ηλικίας 7 έως 12 ετών ήταν 8% έως 18%. Στην Αυστραλία, η ετήσια συχνότητα εμφάνισης μυωπίας σε παιδιά 12 και 17 ετών ήταν 2,2% και 4,1%, αντίστοιχα (Σαϊτάκης, 2014).

Η διαφορά μεταξύ Ασίας, Ευρώπης και Αμερικής είναι μεγάλη και αυτό φαίνεται στην εικόνα 9. Σε δυτικές χώρες εκτός από αυτές που αναφέρθηκαν παραπάνω, η συχνότητα εμφάνισης μυωπίας κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας, και επομένως η αντίστοιχη επικράτηση, είναι πολύ χαμηλότερη. Οι περισσότερες από τις περιπτώσεις μυωπίας που εντοπίστηκαν σε μία μελέτη στο Ηνωμένο Βασίλειο όπου τα άτομα που έπασχαν από μυωπία είχαν την καθυστερημένη έναρξη της (16 ετών και άνω) (Morgan, et al., 2012). Από τα στοιχεία μιας μελέτης το 1980 για την μυωπία στα Καυκάσια φύλα δεν έδειξε κάποια σημαντική αναφορά, εκτός της υψηλής μυωπίας, που φαίνονταν μειωμένη σε κάθε ηλικιακή ομάδα σε σχέση με τις ασιατικές περιοχές (Laatikainen & Erkkilä, 1980). Όμως υπάρχουν ενδεικτικά στοιχεία που δείχνουν ποσοστά εμφάνισης της μυωπίας όμως ήταν αρκετά παλιά καθώς υπήρχε και μικρό ποσοστό εμφάνισης.

Αυτό που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι σε μια έρευνα που διήρκεσε 4 χρόνια και γίνονταν σε παιδιά ηλικίας 13 ετών έδειξε μια αύξηση 16%, κάτι βέβαια που αποτελεί σχετικά μικρό ποσοστό σε σύγκριση με την Ασία (Mäntyljärvi, 1983). Στην Αυστραλία και πιο συγκεκριμένα στην πόλη του Σύδνεϋ που αποτελείται από πολλές διαφορετικές εθνότητες το ποσοστό της μυωπικής διαταραχής σε παιδιά ήταν 8,3% και σε λιγότερο ποσοστό η Ευρώπη με 5,1% (Σαϊτάκης, 2014).

Country	n	Age (years)	Prevalence of myopia	
			Criteria	%
UK	7600	7	< -1.00 D	1.1
Sweden	1045	12-13	≤ -0.50 D	45
USA	2583	6-14	≤ -0.75 D	10.1
USA	2523	5-17	≤ -0.75 D	9.2
African American	534			6.6
Asian	491			18.5
Hispanic	463			13.2
White	1035			4.4
Australia	2571	5	< -0.50 D	2.8
		12	< -0.50 D	8.7
Singapore	1453	7	≤ -0.50 D	29.0
		8	≤ -0.50 D	34.7
		9	≤ -0.50 D	53.1
Hong Kong		13-15		
Local school	335			85-88
International school	789			43 in non-Chinese 65 in mixed Chinese 80 in Chinese

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟΣ ΕΠΙΠΟΛΑΣΜΟΣ ΜΥΩΠΙΑΣ⁶

Εικόνα 9: Απεικόνιση αποτελεσμάτων μελετών του 2000 σε διάφορα αστικά κέντρα ανά τον κόσμο. Αυτό που πρέπει να αναφερθεί από τον παραπάνω πίνακα είναι πως εμφανίζεται για γενετική προδιάθεση σε συγκεκριμένες εθνότητες που δεν επηρεάζεται από τον τόπο διαμονής (Σαϊτάκης Γεώργιος, 2014).

Αυτές οι μελέτες πραγματοποιήθηκαν στις Η.Π.Α., Ευρώπη και Αυστραλία πραγματοποιήθηκε μια έρευνα το 2000 για άτομα για την διαθλαστική κατάσταση σε ηλικίες άνω των 40 ετών υπήρξαν τα εξής αποτελέσματα με σκοπό την αποτύπωση στοιχείων όσον αφορά την διαθλαστική κατάσταση των κατοίκων σε αυτές τις ηπείρους σε ένα πλαίσιο χρόνου 20 ετών. Από αυτές τις μελέτες αντλούνται σημαντικά στοιχεία για τον επιπολασμό της μυωπίας σε άτομα διαφορετικής εθνικότητας, φύλου και ηλικίας καθώς και για τις διαφορετικές δημογραφικές περιοχές. (Kempner, et al., 2004) (Σαϊτάκης, 2014):

	≤-1.00D	≤-5.00D
Η.Π.Α	25,4%	4,4%
Ευρώπη	26,6%	4,5%
Αυστραλία	16,4%	2,9%

Πίνακας 1: Ο επιπολασμός της μυωπίας σε άτομα κάτω των 40 ετών στις διάφορες ηπείρους το 2000

Η ίδια έρευνα που έγινε το 2020 τα αποτελέσματα που είχε ήταν τα εξής:

	≤-1.00D
Η.Π.Α	22,5%
Ευρώπη	26,5%
Αυστραλία	15,7%

Πίνακας 2: Ο επιπολασμός της μυωπίας σε άτομα κάτω των 40 ετών στις διάφορες ηπείρους το 2020

Από όλα τα αποτελέσματα που έχουν βγει σε όλες τις μελέτες, που χρησιμοποιήθηκαν για την συγγραφή, αποδεικνύονται πράγματα γνωστά όπως ότι η μυωπία έχει την πρώτη θέση ως αιτία για την διαταραχή της όρασης. Οι πάσχοντες στην συνέχεια μέσω εξετάσεων μπορούν να βρουν πόση δύναμη χρειάζεται για να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της μυωπίας είτε με γυαλιά, είτε με φακούς, είτε με την διαθλαστική χειρουργική (Σαϊτάκης, 2014). Μολονότι υπάρχει ο δρόμος της αντιμετώπισης φαίνεται πως δεν είναι επαρκής λόγω της συνεχόμενης αύξησης των διαθλαστικών σφαλμάτων (Cooper & Tkatchenko, 2018). Σε κάποιες των περιπτώσεων θεωρείται πως οι τρόποι αντιμετώπισης μπορούν να επιδεινώσουν την κατάσταση της διαθλαστικής ανωμαλίας. Στους φακούς επαφής για παράδειγμα μπορεί να υπάρξει βακτηριακή κερατίτιδα που έχει ποσοστό εμφάνισης 0,04% σε άτομα που κάνουν καθημερινή χρήση των φακών επαφής και σε 0.2% στα άτομα που κάνουν παρατεταμένη χρήση των φακών ανά έτος (Wu, et al., 2016). Αναφέρεται επίσης ότι η όραση που χάνεται από την μυωπία είναι λιγότερη από τις άλλες οπτικές διαθλαστικές παθήσεις αλλά λόγω του μεγάλου επιπολασμού αυτής, ο κίνδυνος πλέον είναι πολλαπλάσιος των υπολοίπων (Morgan, et al., 2018) (Σαϊτάκης, 2014)

Ταυτόχρονα σημαντική αύξηση εμφανίζεται και στους νέους ενήλικες με ποσοστό 20% έως 24% του επιπολασμού της μυωπίας σε ενήλικες. Η πρώιμη εμφάνιση μυωπίας είναι ο πιο σημαντικός προγνωστικός παράγοντας της υψηλής μυωπίας αργότερα στη ζωή. Μια σειρά ερευνών από την Ταιβάν πληροί αυτά τα απαιτητικά πρότυπα το 1983 έδειξε ότι ο επιπολασμός της μυωπίας σε 18χρονους ήταν ήδη πάνω από 70% (Villarreal, et al., 2000) Μεταγενέστερες έρευνες το 1986, 1990, 1995, 2000 έδειξαν μέγιστο επιπολασμό άνω του 80% (Saw, S. M., Katz, J., Schein, O. D., Chew, S. J., Chan, T. K. 1996) (Seet, B. W., Tien Y., Tan, D. T. H., Saw, M., Balakrishnan, V., Lee, L. K. H., Lim, A. S. M. 2001).

Στους φοιτητές του κολλεγίου στην Ταιβάν, η υψηλή μυωπία αυξήθηκε από 26% μεταξύ όλων των τύπων μυωπίας το 1988 σε 40% το 2005. Έχουν διαπιστώσει ότι η ηλικία έναρξης της μυωπίας είναι ο ισχυρότερος προγνωστικός παράγοντας της υψηλής μυωπίας στα παιδιά της Σιγκαπούρης. Όπως ήταν αναμενόμενο, η διάρκεια της εξέλιξης της μυωπίας ήταν επίσης σημαντική για την πρόβλεψη της υψηλής μυωπίας (Kleinstein, R. N., Jones, L. A., Hullett, S., Kwon, S., Lee, R. J., Friedman, N. E., Manny, R. E., Mutti, D. O., Yu, J. A., Zadnik, K. 2003).

Για παιδιά με υψηλή μυωπία σε ηλικία 11 ετών, υπήρχε πιθανότητα 87% ότι το παιδί έγινε μυωπικό σε ηλικία 7 ετών ή νεότερο ή είχε διάρκεια εξέλιξης μυωπίας 4 ετών και άνω. Αναφορές από άλλες χώρες (Δανία, Αργεντινή, Ηνωμένο Βασίλειο) αναπαράγουν αξιόπιστα αυτήν την παρατήρηση. Στις πόλεις Σιγκαπούρη, Χονγκ Κονγκ, Νότια Κορέα και Ιαπωνία παρουσιάζουν παρόμοια μοτίβα, αν και η επίπτωση μπορεί να είναι υψηλότερη στη Σιγκαπούρη, την Ταιβάν και το Χονγκ Κονγκ σε νεότερες ηλικίες (Σαϊτάκης, 2014). Υπήρξαν πιο σημαντικές αυξήσεις στον επιπολασμό της μυωπίας σε νεότερες ηλικίες, δείχνοντας μια ολοένα και πιο πρώιμη ηλικία έναρξης, αλλά σε αυτές τις σπερματικές μελέτες, υπήρξε μικρή ανάλυση των παραγόντων κινδύνου (Σαϊτάκης, 2014). Σύμφωνα με μια εθνική έρευνα, ο επιπολασμός της υψηλής μυωπίας (> -6.00D) σε αυτά τα 18 έτη αυξήθηκε από 10.9% το 1983 σε 21% το 2000.

Ο επιπολασμός της μυωπίας στην ενήλικη ζωή είναι πιο σταθερός επειδή η εμφάνιση μυωπίας είναι πολύ μικρότερη από αυτήν της παιδικής ηλικίας. Ωστόσο, ο επιπολασμός στον ηλικιωμένο πληθυσμό θα μπορούσε να υπερεκτιμηθεί λόγω του φακοειδούς καταρράκτη που προκαλεί διαθλαστική μυωπία. Στην Ταιβάν για παράδειγμα, μια μελέτη ανδρών

στρατιωτικών στρατολόγων ηλικίας 18 έως 24 ετών ανέφερε ότι ο επιπολασμός της μυωπίας ήταν 86,1%. Η μελέτη στο Shihrai Eye σε ενήλικες της Ταιβάν ηλικίας άνω των 65 ετών διαπίστωσε ότι ο επιπολασμός της μυωπίας ήταν μόνο 19.4%. Στην Κίνα, ο επιπολασμός της μυωπίας ήταν 22.9% στη μελέτη για τα μάτια του Πεκίνου (ηλικίας 40-90 ετών). Στην Ιαπωνία, ο επιπολασμός ήταν 41.8% για τη μυωπία σε νεότερους ενήλικες. Στην Ινδία, ο επιπολασμός ήταν 34.6% σε αυτά τα 40 ετών και άνω (Σαϊτάκης, 2014). Στη Σιγκαπούρη, τα ποσοστά επιπολασμού σε Κινέζους από τη Σιγκαπούρη, Μαλαισιανούς και Ινδούς ενήλικες άνω των 40 ετών ήταν 38,7%, 26.2% και 28.0%, αντίστοιχα.

Στο Μπαγκλαντές και στο Πακιστάν ενήλικες άνω των 30 ετών, ο επιπολασμός της μυωπίας ήταν 23,8% και 36,5%, αντίστοιχα. Στην Ινδονησία, ο επιπολασμός ήταν 48.1% σε ενήλικες άνω των 21 ετών. Στη Μογγολία, ο επιπολασμός ήταν 17.2% σε ενήλικες άνω των 40 ετών. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο επιπολασμός της μυωπίας ήταν 33.1% σε ενήλικες 20 ετών και άνω. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, ο επιπολασμός ήταν 49% σε ενήλικες ηλικίας 44 ετών. Στη Νορβηγία, ο επιπολασμός ήταν 35.0% σε ενήλικες ηλικίας 20 έως 25 ετών. Στην Αυστραλία, ο επιπολασμός ήταν 15.0% σε ενήλικες ηλικίας 40 έως 97 ετών (Σαϊτάκης Γεώργιος, 2014).

2.3. Αιτιολογία

Η μυωπία είναι μια πάθηση του οφθαλμού και χαρακτηρίζεται είτε από μεγαλύτερο μήκος του προσθοπίσθιου άξονα του ματιού είτε σε μεγαλύτερη διαθλαστική δύναμη, από ένα εμμετρωπικό οφθαλμό, στον κρυσταλλοειδή φακό ή στον κερατοειδή είτε ένα συνονθύλευμα των δύο (Ψύλλας, 2014).

Αρχικά, ξεκινώντας από την ανάλυση από την διαθλαστική μυωπία η οποία οφείλεται στην αυξημένη διαθλαστική δύναμη του συστήματος του οφθαλμού. Πιο συγκεκριμένα το διαθλαστικά μέσα του οφθαλμού συντελούνται από τον κερατοειδή και τον κρυσταλλοειδή φακό, στην πρώτη περίπτωση συναντάται μεγαλύτερη καμπυλότητα ενώ στην δεύτερη ο φακός έχει περισσότερη διαθλαστικότητα. Αιτία για τον διαθλαστικότερο φακό αποτελούν οι εξής:

- Άτομα με σακχαρώδη διαβήτη.
- Ερχόμενος καταρράκτης.
- Πριν την έναρξη θόλωσης του φακού.
- Πιο σπάνια η προς τα εμπρός παρεκτόπιση του φακού από παθολογικά αίτια
- Και τέλος αύξηση της δύναμης από σπασμό του ακτινωτού μυός ή αλλιώς όπως καλείται ψευδομυωπία (Δαμανάκης, 2011).

Στην συνέχεια υπάρχει η μυωπία που οφείλεται σε μεγαλύτερο μήκος προσθοπίσθιου άξονα και ονομάζεται αξονική μυωπία. Στις αξονικές μυωπίες συνήθως εντάσσονται οι υψηλές μυωπίες τάξεων από -6.00dpt και πάνω. (Ψύλλας, 2014)

Ο (Δαμανάκης, 2011) εξηγεί πως: « Η αύξηση του προσθοπίσθιου άξονα του ματιού κατά την περίοδο της ανάπτυξης ευθύνεται για την προοδευτική αύξηση της μυωπίας που παρατηρείται σ' αυτή την περίοδο.»

Αντίστοιχα με την ολοκλήρωση ανάπτυξης του σώματος ενός ανθρώπου σταματάει και η ανάπτυξη της μυωπίας. Εάν παρατηρηθεί αύξηση της μυωπίας και μετά την ολοκλήρωση ανάπτυξης του σώματος, είναι ένα φαινόμενο της εκφυλιστικής μυωπίας. Επίσης πρέπει να αναφερθεί πως η ξαφνική παρουσία μυωπίας σε μεγαλύτερες ηλικίες ή

αύξηση των βαθμών μυωπίας που υπάρχει ήδη συμβαίνει εξαιτίας πυρηνικής σκλήρυνση του φακού. (Δαμανάκης, 2011)

Ο εντοπισμός της μυωπίας πραγματοποιείται σε νεαρές ηλικίες λόγω της ανάγκης για την καλύτερη μακρινή όραση στο σχολείο, με την πορεία της να είναι καλοήθη με την επερχόμενη σταθεροποίηση της να γίνεται στην ενηλικίωση όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. (Δαμανάκης, 2011) Σημαντικό να τονισθεί είναι πως μπορεί να εμφανιστεί μυωπία στα νεογνά με αρκετά μεγάλους βαθμούς μυωπίας τάξης έως και 20.00D η οποία στην συνέχεια ελαττώνεται, αυτή η πάθηση ονομάζεται αμφιβληστροειδοπάθεια της προωρότητας και έχει ως αποτέλεσμα την υψηλή μυωπία χωρίς όμως να δέχεται κάποια εξέλιξη. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω η εκφυλιστική μυωπία είναι η μυωπία που συνδυάζει τα αρνητικά της μυωπίας με κάποιες εκφυλιστικές αλλοιώσεις των χιτώνων του οφθαλμού. Αυτές οι αλλοιώσεις συνήθως εμφανίζονται κυρίως στις περιπτώσεις της υψηλής μυωπίας χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως δεν μπορεί να εμφανιστεί σε μικρότερους βαθμούς. Αν οι αλλοιώσεις αυτές προκαλούν έντονη επιδείνωση στην όραση πολλές φορές δεν μπορεί να διορθωθεί σε φυσιολογικό με οποιοδήποτε απλό συμβατικό φακό (Ψύλλας, 2014) (Πατέρας, 2010) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008)

Οι εκφυλιστικές αλλοιώσεις που εμφανίζονται κατά κόρον, σύμφωνα με τον (Δαμανάκης, 2011), είναι οι εξής:

1. Λέπτυνση του σκληρού. Εμφανίζεται μαζί με εκτάνυση και είναι συνήθως μεγαλύτερη στον οπίσθιο πόλο. Μέσω της ενδοφθάλμιας πίεσης επιδρά στον σκληρό που έχει δεχθεί την αλλοίωση και τελικώς δημιουργείται το οπίσθιο σταφύλωμα. Αυτό στην συνέχεια μεγαλώνει το μήκος του προσθοπίσθιου άξονα που συνεπάγεται και την ανάπτυξη της μυωπίας. Η αύξηση αυτή που πραγματοποιείται από την λέπτυνση του σκληρού είναι η αύξηση που αναφέρθηκε παραπάνω που γίνεται μετά την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του σώματος.
2. Μυωπικός κώνος. Ο μυωπικός κώνος αποτελεί ένα αποτέλεσμα από την επιμήκυνση του βολβού προς τα πίσω, αυτό που προκαλείται είναι το οπτικό νεύρο να αποκτήσει λοξή φορά το οποίο οδηγεί σε απομάκρυνση των εσωτερικών χιτώνων του βολβού στο χείλος του οπτικού δίσκου στο κροταφικό επίπεδο. Αυτός ο μυωπικός κώνος συντελείται από ένα λευκωπό σκληρικό μηνίσκο στο εσωτερικό και στο εξωτερικό από έναν κοκκινωπό χοριοειδικό μηνίσκο. Με την προϊούσα ατροφία του χοριοειδούς ο σκληρικός μηνίσκος αυξάνει σε βάρος του χοριοειδικού και αργότερα μπορεί να περιβάλλει τον οπτικό δίσκο.
3. Χοριοειδική ατροφία. Σε αυτή την αλλοίωση η χοριοειδική ατροφία παρουσιάζεται ως ατροφικές εστίες οι οποίες βρίσκονται στον οπίσθιο πόλο. Αυτό που προκαλεί είναι να εμφανίζει κάποια σημεία του λευκού σκληρού. Σε κάποιες περιπτώσεις εκεί που υπάρχει συγκέντρωση μελαγχρωστικής συμβαδίζει με τη χοριοειδική ατροφία και η εικόνα που παράγεται θυμίζει αυτή της χοριοαμφιβληστροειδίτιδας (Δαμανάκης, 2011).
4. Ρήξεις της μεμβράνης του Bruch. Είναι σπάνιο να εκδηλωθούν αλλά όταν εκδηλώνονται παρουσιάζονται μαζί με υπαμφιβληστροειδική νεοαγγειακή μεμβράνη και δευτερογενή αιμορραγία στην ευρύτερη περιοχή της ωχράς κηλίδας. Στην περίπτωση αυτής της αλλοίωσης σημειώνεται έντονη μείωση στην όραση. Καθώς εξετάζεται ο ασθενής παρατηρείται μια μαύρη κηλίδα σε εκείνη την περιοχή. Η συγκέντρωση μελαγχρωστικής στην περιοχή αυτή προσδίδει στην εστία ένα γκρι χρώμα και καλείται ως κηλίδα του Fuchs.

5. Αλλοιώσεις του υαλοειδούς. Κατά το οποίο παρατηρείται στο υαλοειδές σώμα, ρευστοποίηση, οπίσθια αποκόλληση και θολερότητα που τελικά δημιουργεί μυιοψίες. (Δαμανάκης, 2011) Στην υψηλή μυωπία το σοβαρότερο που μπορεί να συμβεί είναι η αποκόλληση του αμφιβληστροειδή με τον βαθμό εμφάνισης να ανέρχεται στο 5-8%. Συνήθως συμβαίνει λόγω περιφερικής εκφύλισης του αμφιβληστροειδούς και κυρίως σε δικτυωτή εκφύλιση και σχηματισμό ρωγμών. Μετά από εγχείρηση που αποσκοπεί είτε για τον καταρράκτη είτε για την διόρθωση υψηλής μυωπίας ή μετά από τραυματισμό αυξάνεται η πιθανότητα αποκόλλησης.

2.3.1. Περιβαλλοντικοί παράγοντες κινδύνου

2.3.1.1. Κοντινή εργασία

Όσον αφορά τους παράγοντες κινδύνου επιδείνωσης της μυωπίας, εργασίες των (Huang, H. M., Chang, D. S. T., Wu, P. C. 2015), (Rose, K. A., French, A. N., Morgan, I. G., 2016) (Lingham, G., MacKey, D. A., Lucas, R., Yazar, S. 2020) (Wen, L., Cao, Y., Cheng, Q., Li, X., Pan, L., Li, L., Zhu, H. G., Lan, W., Yang, Z. 2020) υποδεικνύουν ότι τα παιδιά που αφιερώνουν περισσότερο χρόνο σε κοντινή εργασία όπως διάβασμα, γράψιμο, παιχνίδια σε υπολογιστή, έχουν αυξημένο κίνδυνο να αναπτύξουν μυωπία, ειδικά όταν αυτό συνδυάζεται με μειωμένο χρόνο σε εξωτερικές δραστηριότητες, πολύωρη εκπαίδευση και αστικό περιβάλλον. Ο χρόνος της κοντινής εργασίας όμως, δεν είναι ικανός να προβλέψει τη μελλοντική ανάπτυξη μυωπίας. Φαίνεται πως (Rose, et al., 2016) η ανακριβής εστίαση κατά το διάβασμα (προσαρμοστικό lag) είναι παράγοντας κινδύνου για την εμφάνιση μυωπίας, ωστόσο η διόρθωση του lag με κοντινά γυαλιά επηρεάζει ελάχιστα την εξέλιξή της. Επομένως, η χρήση των κοντινών γυαλιών παρέχει πιο άνετο διάβασμα σε μυωπικά μάτια, αλλά δεν υπάρχει καμία απόδειξη ότι η αποφυγή του διαβάσματος θα αποτρέψει την εμφάνιση μυωπίας. Τα εξαιρετικά δημοφιλή στα παιδιά ηλεκτρονικά μέσα (tablets, κινητά, υπολογιστές) δυσχεραίνουν ακόμη περισσότερο την πρόληψη/επιβράδυνση της μυωπίας, αν και η «επιδημία» της άρχισε πριν την ευρεία εξάπλωσή τους (Huang, et al., 2015)

Στη μελέτη των (Huang, et al., 2015) τα κλινικά στοιχεία που λήφθηκαν βασίζονται σε μια ολοκληρωμένη αναζήτηση σχετικών άρθρων και σε ενοποίηση των διαθέσιμων στοιχείων. Η κοντινή εργασία προσδιορίστηκε ως παράγοντας κινδύνου για την μυωπία, παρά τα ασυνεπή ευρήματα μεταξύ των περιλαμβανόμενων μελετών και των σημαντικών διαφορών στη μέθοδο ποσοτικού προσδιορισμού της κοντινής εργασίας (π.χ., ώρες που πραγματοποιείται ανάγνωση ανά εβδομάδα). (Huang, et al., 2015)

Η σχέση μεταξύ του χρόνου που αφιερώνεται σε εξωτερικούς χώρους και της μυωπίας μπορεί απλώς να προκύψει από άτομα που εκτελούν λιγότερη εργασία όταν βρίσκονται έξω. Ο επιπολασμός της μυωπίας σε όλο τον κόσμο έχει αυξηθεί πρόσφατα και θα έχει την τάση να αυξάνεται ακόμα περισσότερο. Διάφοροι είναι οι παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη μυωπίας (Mountjoy, E., Davies, N. M., Plotnikov, D., Smith, G. D., Rodriguez, S., Williams, C. E., Guggenheim, J. A., Atan, D. 2018).

2.3.1.2. Πως το περιβάλλον και ο χρόνος στους εξωτερικούς χώρους επιδρά στην μυωπία

Εκτός από τους γενετικούς παράγοντες, το περιβάλλον συντελεί στην ανάπτυξη μυωπίας. Με βάση την μελέτη των (Huang, et al., 2015) σε διάφορους πληθυσμούς ανά ήπειρο με παρόμοιο γενετικό υπόβαθρο που μεγάλωσαν σε διαφορετικά περιβάλλοντα έχει

αποδειχθεί ότι εκείνοι που μεγαλώνουν σε αγροτικά περιβάλλοντα έχουν μικρότερο επιπολασμό της μυωπίας (Huang, et al., 2015).

Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις που σχετίζονται με την παρατεταμένη ανάγνωση ή την κοντινή εργασία καθώς και λιγότερες ώρες που ξοδεύονται σε εξωτερικούς χώρους έχουν συντελεστή για υψηλότερη επικράτηση της μυωπίας. Μια συστηματική ανασκόπηση και ανάλυση της μελέτης για τον προσδιορισμό της συσχέτισης μεταξύ του χρόνου που αφιερώνεται στο ύπαιθρο και της μυωπίας έδειξε έως και 2% μειωμένες πιθανότητες μυωπίας ανά επιπλέον ώρα του χρόνου που αφιερώνεται σε εξωτερικούς χώρους την εβδομάδα, ένα ποσοστό σχετικά μικρό που έχει όμως μεγάλο αντίκτυπο στον επιπολασμό της μυωπίας (Huang, et al., 2015).

Σε παρόμοια ποσοστά έρχεται και η συσχέτιση μεταξύ κοντινής εργασίας και μυωπίας έδειξε επίσης 2% αυξημένες πιθανότητες μυωπίας ανά επιπλέον διόπτρα-ώρα του χρόνου που ξοδεύτηκε στην κοντινή εργασία ανά εβδομάδα. Αυτό σημαίνει πως στην καθημερινότητα των παιδιών οι υπαίθριες δραστηριότητες και η κοντινή εργασία είναι σημαντικοί ανταγωνιστικοί παράγοντες που διαθέτουν άμεση συσχέτιση με τη μυωπία (Huang, et al., 2015). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω για την εμφάνιση της μυωπίας στα παιδιά γίνεται στα έξι έτη ζωής, όμως η εξέλιξη της γίνεται με ρυθμό περίπου 0,50 διοπτρίες ανά έτος έως και 15 έως 16 ετών σε παιδιά δυτικών χωρών και περίπου 1.00 διοπτρία ανά έτος εξέλιξη σε παιδιά στην ήπειρο της Ασίας (Huang, et al., 2015). Η εξέλιξη της μυωπίας είναι συνήθως ταχύτερη σε νεότερες ηλικίες. Επομένως, η μελέτη αυτή βασίστηκε σε άρθρα που μελετούσαν παιδιά ηλικίας 6-18 ετών και αξιολογήθηκε εάν οι δραστηριότητες που έχουν άμεση επαφή με την κοντινή εργασία επηρεάζουν τη μυωπική συχνότητα, τον επιπολασμό και την εξέλιξη της μυωπίας. (Huang, et al., 2015)

Σε ανατολικές περιοχές, το εκπαιδευτικό σύστημα και το άγχος είναι διαφορετικά από τη Δύση. Οι γονείς σε εκείνες τις περιοχές προσφέρουν μεγάλη προσοχή στην ακαδημαϊκή απόδοση των παιδιών και ενθαρρύνουν την εντονότερη κοντινή εργασία για καλύτερα αποτελέσματα. Αντίθετα, οι γονείς των δυτικών χωρών αφοσιώνουν την προσοχή τους στη φυσική αγωγή των παιδιών και ευαισθητοποιούν τα παιδιά σε περισσότερες δραστηριότητες που πραγματοποιούνται σε εξωτερικούς χώρους. Αυτή η διαφορά συμβάλει στην υψηλή επικράτηση της μυωπίας στην Ανατολή σε αντίθεση με την Δύση (Huang, et al., 2015) (Rose, K. A., French, A. N., Morgan, I. G. 2016).

Πρόσφατα, σε μια άλλη έρευνα από τους (Rose, et al., 2016) ειπώθηκε πως η εκτεταμένη χρήση μαθημάτων μετά το σχολείο και το αυξανόμενο εκπαιδευτικό φορτίο έχουν σύνδεση με τα υψηλά ποσοστά επικράτησης μυωπίας.

Ώρες επίσης επιπλέον που αφιερώνονται στην αίθουσα διδασκαλίας ενδίδουν σε περισσότερη κοντινή εργασία. Εάν ένα παιδί ξοδεύει τέσσερις ώρες σε κοντινή εργασία σε μαθήματα μετά το σχολείο κατά τις καθημερινές ημέρες της εβδομάδας, τότε αριθμητικά διαθέτει πιθανότητες τάξης του 120% επιπλέον για να αποκτήσει μυωπία ή αν πάσχει ήδη να αυξηθεί ακόμα περισσότερο. (Huang, et al., 2015) Τα ευρήματα από αυτήν την τελική ανάλυση έδειξαν ότι τα άτομα που δραστηριοποιούνται κατά βάση στην κοντινή εργασία βρέθηκε πως έχουν έως και 80% πιθανότητα εμφάνισης μυωπίας. (Huang, et al., 2015)

Η κοντινή εργασία δεν περιορίζεται μόνο στο διάβασμα, σε πολλές περιπτώσεις τα παιδιά χρησιμοποιούσαν τον υπολογιστή ή και την τηλεόραση. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως τα παιδιά με μυωπία χρησιμοποιούσαν ηλεκτρονικές συσκευές σε μεγαλύτερο βαθμό από τα μη μυωπικά παιδιά. Μπορεί να σημειωθεί εδώ πως ότι η επίδραση της κοντινής εργασίας στη μυωπία φαίνεται να προέρχεται από την ανάγνωση που απαιτεί περισσότερη προσοχή και συγκέντρωση από τα παιδιά (Huang, et al., 2015).

Επιπλέον, το αντίκτυπο της κοντινής εργασίας στη μυωπία μπορεί να είναι αθροιστικός παράγοντας με την πάροδο του χρόνου, όπως επίσης και παράγοντες τύπου φωτισμού ή χρονικοί παράγοντες (π.χ. χρόνος διακοπής μεταξύ κειμένων) μπορεί να

επιδράσουν στις αλλαγές των τελικών εκτιμήσεων. Συμπερασματικά, αυτή η συστηματική ανασκόπηση δείχνει ότι οι δραστηριότητες κοντινής εργασίας συνδέονται με την μυωπία και ότι η αύξηση της διόπτρας-ώρας της κοντινής εργασίας έχει την δυνατότητα αύξησης του επιπολασμού της μυωπίας (Huang, et al., 2015).

Εκτός από το γεγονός ότι ο αριθμός των διαθέσιμων μελετών όρασης είναι σημαντικά χαμηλός, ορισμένοι παράγοντες μπορούν να συμβάλουν στα ασυνεπή συμπεράσματα. Πολλοί είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν στο σχεδιασμό της μελέτης, όπως η εθνικότητα των παιδιών, επίσης ο ορισμός της μυωπίας, η κοντινή εργασία, η ακρίβεια των χρόνων δραστηριότητας που ειπώθηκε από τον εκάστοτε ή από τους γονείς και τέλος η ποιότητα της συλλογής δεδομένων (Huang, et al., 2015).

Σύμφωνα με τους (Wu, et al., 2018) διαπίστωσαν ότι ο κίνδυνος μυωπίας αυξήθηκε κατά 80% για τα άτομα χρησιμοποιούσαν συχνά την ανάγνωση σε κοντινή απόσταση σημαντικά με λιγότερη αξονική ανάπτυξη των ματιών.

Σε μια άλλη μελέτη διερευνήθηκαν οι σχέσεις μεταξύ της έκθεσης στο φως, της κοντινής εργασίας και της μυωπίας μέσω αντικειμενικών μετρημένων δεδομένων. Η διαπίστωση που πραγματοποιήθηκε είναι πως ο χρόνος που αφιερώνεται με συνάρτηση την ένταση του φωτός να ξεπερνά τα 3000 lux ήταν ένας παράγοντας που αποτρέπει τη μυωπία, ενώ ο χρόνος που αφιερώθηκε σε συνάρτηση με την απόσταση εργασίας να είναι μικρότερος των 20cm ήταν παράγοντας που μπορούσε να αυξήσει τη μυωπία. Σε μια ανασκόπηση της ερευνητικής ομάδας των (Huang, J., Wen, D., Wang, Q., McAlinden, C., Flitcroft, I., Chen, H., Saw, S. M., Chen, H., Bao, F., Zhao, Y., Hu, L., Li, X., Gao, R., Lu, W., Du, Y., Jinag, Z., Yu, A., Lian, H., Qiuruo, J., Yu, Y., Qu, J. 2016) πολλών μελετών έδειξαν την σύνδεση μεταξύ της κοντινής εργασίας και της επίπτωσης ή της εξέλιξης της μυωπίας (Wu, P. C., Chuang, M. N., Choi, J., Chen, H., Wu, G., Ohno-Matsui, K., Jonas, J. B., Cheung, C. M. G. 2019).

Οι συγγραφείς πρότειναν ότι η αύξηση του χρόνου έκθεσης σε 70 λεπτά την εβδομάδα σε ένταση φωτός με τιμή ανώτερη των 1000 lux μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο ανάπτυξης μυωπίας κατά 35% που αποτελεί ένα αρκετά σημαντικό ποσοστό (Wu, et al., 2019). Επιβεβαιώθηκε επίσης από την μελέτη των (Nickels, S., Hopf, S., Pfeiffer, N., Schuster, A. K., 2019) πως όσο μεγαλύτερο χρόνο υπάρχει έκθεση σε μεγάλη ένταση του φωτός συνδέεται με μια μη μυωπική κατάσταση, με τον περιορισμό πως η συσχέτιση υπήρχε μόνο όταν η τιμή της αυξημένης έντασης φωτός ορίστηκε σε 3000 lux ή περισσότερη. Αν και το κατώτατο όριο της αποτελεσματικής έντασης φωτός φαίνεται να ποικίλλει μεταξύ των εκάστοτε μελετών, είναι μάλλον δύσκολο να συγκριθούν οι τιμές άμεσα λόγω των διαφορετικών συσκευών μελέτης που χρησιμοποιούνται σε αυτές τις μελέτες.

Παρά το συνολικό παρόμοιο μοτίβο, παρατηρήθηκαν ποικίλα πρότυπα έκθεσης σε αυτούς τους περιβαλλοντικούς παράγοντες σε ορισμένα συγκεκριμένα επεισόδια. Παραδείγματος χάριν όταν τα παιδιά είχαν απογευματινή μελέτη (Nickels, et al., 2019) ή ακόμα όταν τα παιδιά έφευγαν από το σχολείο (Wu, et al., 2018).

Η μεγαλύτερη διαφορά στην ένταση του φωτός ήταν στον χρόνο σωματικής άσκησης κατά τη διάρκεια της εισόδου στην τάξη. Παρ' όλα αυτά, μια πρόσθετη ανάλυση που έγινε έδειξε ότι μόνο το 8,62% (5/58) των παιδιών που δεν είχαν μυωπία ασχολήθηκαν με δραστηριότητες κοντινής εργασίας, και αντίστοιχα για τους μύωπες ότι το 50% (14/28) των παιδιών ασχολήθηκε με αυτές τις εργασίες (Wu, et al., 2019) (Nickels, et al., 2019). Τα κατώτατα όρια αυτών των δύο σημαντικών περιβαλλοντικών παραγόντων μπορεί να βοηθήσουν στην παροχή σχετικών αναφορών για περιβαλλοντικές τροποποιήσεις όσον αφορά τον έλεγχο της μυωπίας.

Ωστόσο, το συγκεκριμένο επίπεδο αυτών των παραγόντων κινδύνου δεν πρέπει να υπερβάλλεται, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς της μελέτης. Συμπερασματικά, με τη μέτρηση της κοντινής εργασίας και της φωτεινότητας του φωτός επιβεβαιώθηκε η σχέση

μεταξύ αυτών των περιβαλλοντικών παραγόντων και της μυωπίας (Wen, et al., 2020) (Rose, et al., 2016).

Άλλες μελέτες έχουν δείξει ανεξάρτητα αποτελέσματα του χρόνου που αφιερώνεται σε εξωτερικούς χώρους και στην κοντινή εργασία για τον κίνδυνο της μυωπίας, αν και αυτό μπορεί να προκύψει από περιορισμούς στην ακριβή μέτρηση αυτών των μεταβλητών (Wu, et al., 2019). Συνολικά, φαίνεται απίθανο ο χρόνος που αφιερώνεται στην κοντινή εργασία να μεσολαβεί στη σχέση μεταξύ του χρόνου που αφιερώνεται εξωτερικά του σπιτιού και της μυωπίας (Lingham, et al., 2020).

2.3.1.3. Εκπαίδευση και Μυωπία

Άλλος ένας παράγοντας που έχει κυριαρχήσει στη συζήτηση της αιτιολογίας της σχολικής μυωπίας είναι η εκπαίδευση. Το πρώτο είναι η παρατεταμένη έντονη εκπαίδευση. Με την ανάπτυξη σύγχρονων εκπαιδευτικών συστημάτων στην Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική, σημειώθηκε αύξηση των περιπτώσεων μυωπίας (Mountjoy, et al., 2018).

Αν και τα επιδημιολογικά πρότυπα της ημέρας ήταν χαμηλά, η υπόθεση ότι η εκπαίδευση οδήγησε σε μυωπία αναπτύχθηκε και υποστηρίχθηκε από σχεδόν όλες τις έρευνες που στη συνέχεια εξέτασαν το ζήτημα. Μια πρόσφατη λεπτομερής μελέτη από τη Γερμανία υποστήριξε περαιτέρω αυτήν την σύνδεση, δείχνοντας ότι οι περιβαλλοντικές εκθέσεις ήταν πιο σημαντικές από τις γενετικές διαφορές στην εξήγηση του υψηλότερου επιπολασμού της μυωπίας σε άτομα με περισσότερη εκπαίδευση (Mountjoy, et al., 2018).

Όταν τα συστήματα μαζικής εκπαίδευσης αναπτύχθηκαν κάπως αργότερα στην Ανατολική και Νοτιοανατολική Ασία σε κοινωνίες όπου οι κοινωνικές δομές έδιναν έμφαση στην εκπαίδευση, καθώς ο δρόμος προς την επιτυχία και οι οικογενειακές δομές επέβαλλαν έντονα καθεστώτα μελέτης, εμφανίστηκαν οι τρέχουσες επιδημίες (Mountjoy, et al., 2018).

Η εκπαίδευση είναι, ωστόσο, μια σύνθετη μεταβλητή, η οποία καλύπτει όχι μόνο τη διάρκεια αλλά και την ένταση. Η βιβλιογραφία για αυτό το θέμα είναι εκτεταμένη, και για αυτόν τον λόγο έχουν αναφερθεί μόνο επιλεγμένα αλλά ενδεικτικά παραδείγματα. Οι ενήλικες με περισσότερα χρόνια εκπαίδευσης τείνουν να είναι πιο μυωπικοί. Μέσα στα σχολικά έτη, η μυωπία συσχετίζεται επίσης με το IQ και τα ακαδημαϊκά αποτελέσματα. (Mountjoy, et al., 2018).

Τα παιδιά που με μεγάλο φόρτο εργασίας μαθημάτων εντός και εκτός σχολείου τείνουν επίσης να είναι πιο μυωπικά. Σε αυτό το στάδιο, δεν υπάρχει απλή μέτρηση που να καλύπτει όλες αυτές τις διαστάσεις της εκπαίδευσης. (Mountjoy, et al., 2018).

Οι χώρες με γνωστά υψηλά ποσοστά μυωπίας κυριαρχούν στη λίστα των χωρών με υψηλή απόδοση. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες χώρες στη λίστα των υψηλών εκπαιδευτικών επιδόσεων που δεν φαίνεται να έχουν επιδημία μυωπίας, όπως η Αυστραλία, η Νέα Ζηλανδία, ο Καναδάς και η Φινλανδία, καθώς και η εξέταση του τρόπου ζωής και των εκπαιδευτικών τους συστημάτων, τα οποία μπορούν να προσφέρουν υψηλά εκπαιδευτικά αποτελέσματα χωρίς όμως την ύπαρξη της μυωπίας, μπορεί να παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την πρόληψη της μυωπίας (Mountjoy, et al., 2018).

2.3.1.4. Covid και Μυωπία

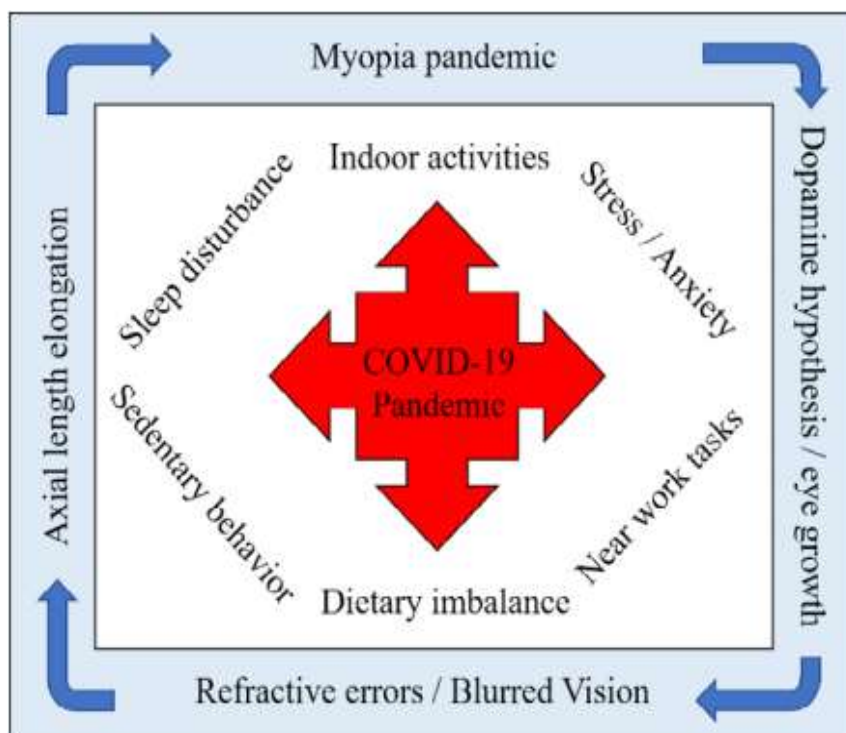
Σε παρόμοια κατάσταση με τους παραπάνω παράγοντες έρχεται και η ζωή με τον Covid-19, όπου η κοντινή εργασία και η εκπαίδευση μέσω ηλεκτρονικών συσκευών επιδρούν

αρνητικά, και επιδεινώνουν την μυωπία. Ως συνέπεια αυτού του περιορισμού, τα περισσότερα παιδιά, έφηβοι και ενήλικες ξοδεύουν το χρόνο τους διαβάζοντας βιβλία, παρακολουθώντας τηλεοπτικές εκπομπές, παίζοντας βιντεοπαιχνίδια ή χρησιμοποιώντας υπολογιστές, tablet και smartphone για πρόσβαση διαδικτυακά μέσα και κοινωνικά δίκτυα. (Jiang, N., Zhang, G., Zhang, L., Liu, L. 2020) Η χρήση από αυτές τις ηλεκτρονικές συσκευές αύξησε δραματικά τον χρόνο θέασης σε οθόνες (Navel, V., Beze, S., Dutheil, F., 2020) (Zeng, W., Wang, X., Li, J., Yang, Y., Qiu, X., Song, P., Xu, J., Wei, Y. 2020).

Αυτή η υπερβολική κοντινή εργασία μπορεί να εκδηλώσει μεγαλύτερο κίνδυνο μυωπίας για αυτούς με προσαρμοστικές δυσλειτουργίες (Navel, et al., 2020). Ο περιορισμός εξ ορισμού περιορίζει το χρόνο σε εξωτερικό χώρο (Jiang, et al., 2020). Ένα μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε εσωτερικούς χώρους κατά τη διάρκεια παρατεταμένων περιόδων περιορισμού θα μπορούσε να επιδεινώσει την έκθεση σε τεχνητό φως σε μεσόπικες συνθήκες (ανάμεσα από φωτοπικές και σκοτοπικές) (Pellegrini, M., Bernabei, F., Scordia, V., Giannaccare, G. 2020). Ωστόσο, πρόσφατα στοιχεία δείχνουν ότι ο χρόνος που αφιερώνεται σε εξωτερικούς χώρους κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας (δηλαδή, η έκθεση σε υπεριώδες φως) θα μπορούσε να προστατεύσει από την αξονική επιμήκυνση των μυωπικών ματιών, μειώνοντας έτσι τη συχνότητα εμφάνισης μυωπίας (Jiang, et al., 2020).

Είναι ενδιαφέρον το πως η σωματική δραστηριότητα, η διάρκεια του ύπνου και η διατροφή μπορούν επίσης να επηρεάσουν τη διαθλαστική κατάσταση του ατόμου. Με άλλα λόγια, έχει φανεί πως η τακτική φυσική δραστηριότητα (περισσότερες από τρεις ώρες ανά εβδομάδα) σχετίζεται με χαμηλότερο επιπολασμό μυωπίας. (Jiang, et al., 2020).

Ένα μεγάλο φορτίο που επιφέρει ανάπτυξη στη μυωπία αποτελεί και η ανησυχία σε θέματα ψυχικής υγείας σε εφήβους, όπως η μοναξιά ή το άγχος, που μπορεί να επιδεινώθηκε από την πανδημική κρίση (Pellegrini, et al., 2020). Τελευταίο αλλά όχι λιγότερο σημαντικό, οι άνθρωποι είναι λιγότερο πιθανό να επισκεφθούν τους γιατρούς για να συμβουλευτούν την υγεία των ματιών κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19. (Zeng, et al., 2020) (Jiang, et al., 2020) (Pellegrini, et al., 2020) (Navel, et al., 2020) (Navel, et al., 2020)



Εικόνα 10 : Η σύνδεση μεταξύ της ασθένειας του Covid-19 με την μυωπία (Navel, Valentin; Beze, Steven; Dutheil, Frédéric, 2020)

Παιδιά και έφηβοι πρέπει να λαμβάνουν τακτικά ολοκληρωμένες εξετάσεις για την υγεία των ματιών, ειδικά όσον αφορά τη διαθλαστική κατάσταση. Ορισμένες χώρες ή περιοχές παρέχουν τηλε-διαβούλευση ή ηλεκτρονική υγεία ως εναλλακτικές λύσεις, που βοηθούν στη διατήρηση του γιατρού-ασθενούς σχέση και εκπαίδευση των οικογενειών με προσοχή στην φροντίδα (Jiang, et al., 2020). Παρ' όλα αυτά, οι γιατροί δεν μπορούν να εκτελέσουν οφθαλμικές εξετάσεις ή αξιολογήσεις διαθλαστική κατάσταση για παιδιά ή εφήβους μέσω τηλε-διαβούλευσης (Navel, et al., 2020). Παρ' όλα αυτά, παιδιά, οι έφηβοι και οι γονείς τους μπορούν ακόμα να δεχτούν χρήσιμες πληροφορίες για τη φροντίδα των ματιών από γιατρούς που εργάζονται στον έλεγχο της ανάπτυξης ή της εξέλιξης της μυωπίας και άλλων παιδιατρικών οφθαλμικών παθήσεων. (Jiang, et al., 2020).

Πρέπει να αναφερθεί και ένα άλλο κομμάτι στο παζλ των πιθανών επιπτώσεων του περιορισμού στο σπίτι στα παιδιά, που είναι το αυξημένος κίνδυνος μυωπίας (δηλαδή, «μυωπία καραντίνας») (Navel, et al., 2020) (Navel, et al., 2020) (Zeng, et al., 2020). Ο επιπολασμός της μυωπίας έχει αυξηθεί ραγδαία τα τελευταία χρόνια δεκαετίες, ιδιαίτερα σε χώρες από την Ανατολή και τη Νοτιοανατολική Ασία (Pellegrini, et al., 2020). Ο ανεπαρκής χρόνος που ξοδεύεται σε εξωτερικούς χώρους αναγνωρίζεται ως σημαντικός παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξή του. Επιπλέον, η διάρκεια και ένταση των κοντινών εργασιακών δραστηριοτήτων (π.χ. ανάγνωση και γραφή) σχετίζονται επίσης με μυωπία. Οι μηχανισμοί οπτικής ανατροφοδότησης που ρυθμίζει την ανάπτυξη των ματιών είναι περίπλοκες και δεν είναι πλήρως κατανοητές (Navel, et al., 2020).

Σύμφωνα με την UNESCO, περισσότερες από 160 χώρες είχαν κλείσει τα σχολεία στην προσπάθεια περιορισμού της εξάπλωσης του COVID-19, και αυτό το μέτρο αφορά πάνω από το 87% των παγκόσμιων φοιτητικών πληθυσμών (Pellegrini, et al., 2020) (Zeng, et al., 2020). Μια σημαντική συνέπεια του περιορισμού στο σπίτι στην υγεία των παιδιών θα μπορούσε να είναι η εξέλιξη ή και η επιδείνωση της μυωπίας. Από την ακριβή διάρκεια του η έκθεση αυτή τη στιγμή είναι απροσδιόριστη, είναι δύσκολο να εκτιμηθεί το αποτέλεσμα από διαθλαστική άποψη (Zeng, et al., 2020). Μια πρόσφατη μοντελοποιημένη μελέτη για τη γρίπη

ανέφερε ότι σε περίπτωση σοβαρών πανδημιών, η μείωση της συχνότητας εμφάνισης της ασθένειας μπορεί να είναι δυνατή μόνο με απόλυση σχολείου διάρκειας 16 εβδομάδων και άνω (Jiang, et al., 2020) (Navel, et al., 2020) (Navel, et al., 2020).

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα μιας συστηματικής ανάλυσης καταδεικνύουν πως ο χρόνος που περνάει ένα παιδί σε εξωτερικές δραστηριότητες αποτελεί προστατευτικός παράγοντας για την εμφάνιση μυωπίας, αλλά όχι για τη μυωπική εξέλιξη (Xiong, S., Sankaridurg, P., Naduvilath, T., Zang, J., Zou, H., Zhu, J., Lv, M., He, X., Xu, X. 2017). Ωστόσο, η συγκεκριμένη μελέτη έδειξε ότι ενώ η αύξηση του χρόνου που αφιερώνεται σε εξωτερικούς χώρους θα μπορούσε να οδηγήσει σε μεγαλύτερη προστασία από την έναρξη της μυωπίας, δεν είχε ως αποτέλεσμα την επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας σε μάτια που ήταν ήδη μυωπικά. (Xiong, et al., 2017)

Γενικά, ο χρόνος σε εξωτερικούς χώρους έχει αποδειχθεί ως ο πιο σημαντικός παράγοντας κινδύνου (Suhr T. A., Lundberg, K., Grauslund, J. 2017). Όμως, η επίδραση της σωματικής άσκησης φαίνεται πως μπορεί να μην συνδέεται άμεσα με μυωπία. Ένας από τους πιο πιθανούς λόγους που η σωματική άσκηση και η ενασχόληση με εξωτερικές δραστηριότητες δεν έχει αποδειχθεί ότι δεν επιβραδύνει την ήδη υπάρχουσα μυωπία είναι ότι παιδιά με μυωπία μπορεί να περνούν λιγότερο χρόνο έξω, ως αποτέλεσμα της διαθλαστικής τους κατάστασης και της πιθανής ανάγκης των γυαλιών, κάτι που μπορεί να τους εμποδίσει την ενασχόληση τους. (Suhr Thykjær, et al., 2017).

Από την άλλη όμως, ο χρόνος που αφιερώνεται στις εσωτερικές δραστηριότητες δεν συσχετίστηκε με μείωση της μυωπίας (Suhr Thykjær, et al., 2017). Πιο πρόσφατα, δημοσιεύθηκαν ορισμένες τυχαίοποιημένες ελεγχόμενες δοκιμαστικές μελέτες που επιβεβαίωσαν την προστατευτική επίδραση του χρόνου σε εξωτερικούς χώρους στη μυωπία.

Ωστόσο, το γεγονός ότι ορισμένες μελέτες βρίσκουν μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της σωματικής δραστηριότητας και του βαθμού μυωπίας και του αξονικού μήκους δεν έρχεται απαραίτητα σε σύγκρουση με μελέτες που βρίσκουν συσχετισμούς με το χρόνο σε εξωτερικούς χώρους (Suhr Thykjær, et al., 2017).

Η φυσική δραστηριότητα μπορεί να είναι ένας ανεξάρτητος και σημαντικός παράγοντας που δεν ακολουθεί τις ίδιες θεωρητικές παθογόνες οδούς με τον εξωτερικό παράγοντα. (Suhr Thykjær, et al., 2017)

Σύμφωνα με μια μελέτη που αναφέρεται στο άρθρο των (Suhr Thykjær, et al., 2017) η σωματική άσκηση μπορεί να επηρεάσει βραχυπρόθεσμα την ανάπτυξη του αξονικού μήκους του οφθαλμού και συνεπώς την επίδραση της εξέλιξης. Η μελέτη περιλάμβανε 20 νεαρούς ενήλικες από την Αυστραλία, αλλά διαφορετικών εθνικών καταγωγής.

Τα άτομα εξετάστηκαν δύο φορές, μία φορά πριν και μία φορά μετά την άσκηση (εργομετρία ποδηλάτου). (Suhr Thykjær, et al., 2017). Η μελέτη έδειξε ότι το αξονικό μήκος μειώθηκε μετά την άσκηση και παρόλο που η βραχυπρόθεσμη αλλαγή μπορεί να μην είναι κλινικά σημαντική, κατέδειξε σαφώς μια μετρήσιμη επίδραση της σωματικής άσκησης στον οφθαλμό. (Suhr Thykjær, et al., 2017)

Σε μια άλλη μελέτη, η σωματική άσκηση οδήγησε σε μείωση της μυωπίας, όταν συγκρίθηκαν οι μετρήσεις πριν και μετά την σωματική δραστηριότητα. (Muhamedagic et al. 2013). Η μελέτη περιλάμβανε 100 μυωπικούς φοιτητές πανεπιστημίου από τη Βοσνία και Ερζεγοβίνη, οι οποίοι ρωτήθηκαν δοκιμάστηκαν σωματικά. (Suhr Thykjær, et al., 2017) Οι οφθαλμικές εξετάσεις πραγματοποιήθηκαν πριν και μετά τις φυσικές εξετάσεις για τον προσδιορισμό του επιπέδου της μυωπίας. Καμία από αυτές τις μελέτες δεν συμπεριλήφθηκε επίσημα σε αυτήν την ανασκόπηση λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών της μελέτης σε σύγκριση με τις περιλαμβανόμενες μελέτες (Suhr Thykjær, et al., 2017). Συγκεκριμένα, η διάθλαση μετρήθηκε αμέσως μετά την άσκηση και συνεπώς δεν είναι απαραίτητα δείκτης διαρκούς αλλαγής στο διαθλαστικό σφάλμα. Οι μελέτες, ωστόσο, προσθέτουν μια άλλη

προοπτική και πιθανή εξήγηση για το γιατί η σωματική δραστηριότητα μπορεί να έχει προστατευτικό αποτέλεσμα έναντι της ανάπτυξης μυωπίας. (Suhr Thykjær, et al., 2017)

Επιπλέον, υπάρχουν και μελέτες οι οποίες διαπίστωσαν ότι περισσότερη σωματική δραστηριότητα προστατεύει από τη μυωπία ίσως μέσω βιοχημικών αλλαγών που προκαλούνται από την άσκηση (Lingham, et al., 2020).

Τέλος, σε μια άλλη μελέτη παιδιών (Lingham, et al., 2020), ο περισσότερος χρόνος που αφιερώθηκε σε υπαίθρια αθλήματα και δραστηριότητες συσχετίστηκε με χαμηλότερο κίνδυνο μυωπίας, αλλά δεν υπήρχε παρόμοιο αποτέλεσμα για αθλητικές δραστηριότητες εσωτερικού χώρου (Lingham, et al., 2020). Αυτό υποδηλώνει ότι το να ξοδεύεται χρόνος σε εξωτερικούς χώρους, παρά στη σωματική δραστηριότητα, ήταν προστατευτικό (Lingham, et al., 2020). Πιο πρόσφατες διαχρονικές μελέτες συμπέραναν ότι η ίδια η σωματική δραστηριότητα δεν σχετίζεται με τον κίνδυνο μυωπίας και ως εκ τούτου δεν συνδέεται με τον χρόνο που αφιερώνεται σε εξωτερικούς χώρους και τη μυωπία. (Lingham, et al., 2020)

2.3.1.5. Βιταμίνη D και η επίδραση της στην μυωπία

Τέλος, ένας ακόμη προστατευτικός παράγοντας αποτελεί και η βιταμίνη D. Η βιταμίνη D παράγεται όταν το δέρμα εκτίθεται σε υπεριώδη ακτινοβολία και μπορεί να συνδέσει το χρόνο που αφιερώνεται σε εξωτερικούς χώρους και μυωπία, αν και οι πιθανές μοριακές οδοί είναι ασαφείς (Tan, Q., Ng, A. L., Cheng, G. P., Woo, V. C., Cho, P. 2019).

Εναλλακτικά, τα επίπεδα 25-υδροξυβιταμίνης D (25 (OH) D) στον ορό (ο συνηθισμένος δείκτης επάρκειας βιταμίνης D) μπορεί να λειτουργήσει μόνο ως βιοδείκτης του πρόσφατου χρόνου που ξοδεύεται σε εξωτερικούς χώρους (εβδομάδες – μήνες) χωρίς να σχετίζεται αιτιώδη με τη μυωπία (Pan, C. W., Qian, D. J., Saw, S. M. 2017) (Specht, I. O., Jacobsen, N., Frederiksen, P., Heitmann, B. L. 2020).

Παρά την ουσιαστική ετερογένεια μεταξύ των μελετών, μια πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση και ανάλυση διαπίστωσε ότι, συνολικά, εκείνοι με μυωπία είχαν χαμηλότερη 25 (OH) D από τα άτομα εκείνα που δεν είχαν μυωπία (Williams, K. M., Bentham, G. C.G., Young, I. S., McGinty, A. McKay, G. J., Hogg, R., Hammond, C. J., Chakravarthy, U., Rahu, M., Seland, J., Soubrane, G., Tomazzoli, L., Topouzis, F., Fletcher, A. E. 2017) (Tan, et al., 2019).

Τα στοιχεία που συνδέουν τη βιταμίνη D και τη μυωπία είναι ασυνεπή (Pan, et al., 2017). Αυτό μπορεί να προκύψει από την αδυναμία μέτρησης του χρόνου που ξοδεύεται με ακρίβεια, αν και υπάρχουν μελέτες που είναι σε θέση να αγνοήσουν σε μεγάλο βαθμό τον χρόνο που αφιερώνεται σε εξωτερικούς χώρους. (Tan, et al., 2019) (Williams, et al., 2017). Παρόλα αυτά, αν και υπάρχουν ενδείξεις, δεν μπορεί να ειπωθεί με βεβαιότητα, πως η χαμηλή σε συγκέντρωση βιταμίνης D στα παιδιά συσχετίζεται με τον κίνδυνο εμφάνισης της μυωπίας.

2.3.2. Γενετικοί παράγοντες κινδύνου – κληρονομικότητα

Από τη γέννηση, τα μάτια έχουν την ικανότητα να αναπτύσσονται και η διαθλαστική κατάσταση προορίζεται συνήθως προς την εμμετροπία. Στο πρώτο εξάμηνο ζωής τα ανθρώπινα νεογέννητα διαθέτουν τις περισσότερες φορές ένα μεταβλητό, αλλά χαμηλό υπερμετρωπικό διαθλαστικό σφάλμα με μέσο όρο περίπου 2.00D (Wolffsohn, et al., 2019).

Η εμμετροπία για το δεύτερο εξάμηνο της ζωής καταλήγει σε ελάττωση της υπερτροφίας με αποτέλεσμα, οι εισερχόμενες προς το μάτι φωτεινές ακτίνες να μην εστιάζουν πάνω στον αμφιβληστροειδή αλλά πίσω από αυτόν. Στην συνέχεια όμως, κατά τη

διαδικασία της ανάπτυξης του νεογνού οφθαλμού το υπερμετρωπικό διαθλαστικό σφάλμα μειώνεται σταδιακά με αργό ρυθμό για τα επόμενα χρόνια. (Wolffsohn, et al., 2019).

Σε πληθυσμούς με σχετικά χαμηλά έως μέτρια επίπεδα εκπαίδευσης, το διαθλαστικό σφάλμα είναι πιθανό να παραμείνει σε αυτό το επίπεδο σε όλη την εφηβική και ενήλικη ηλικία. Σε ορισμένα άτομα, για λόγους που δεν είναι καλά κατανοητοί, το διαθλαστικό σφάλμα θα γίνει μυωπικό και είναι πιθανό να επιδεινωθεί για τα επόμενα χρόνια (Wolffsohn, et al., 2019) (Tsai, M. Y., Lin, L. L.K., Lee, V., Chen, C. J., Shih, Y. F. 2009).

Τα περισσότερα παιδιά γεννιούνται υπερμετρωπικά. Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους ή δύο μετά τη γέννηση, η κατανομή περιορίζεται, με μέσο όρο στο εύρος + 1.00-2.00D. Αυτή η αλλαγή δείχνει ότι υπάρχει μια ενεργή διαδικασία που διαμορφώνει την κατανομή της διάθλασης, γνωστή ως εμμετρωπία (Wu, et al., 2016). Η φυσιολογική ανάπτυξη της εμμετρωπίας είναι η υπερμετρωπία +2.00D περίπου στα νεογνά και τα βρέφη (Morgan, et al., 2012). Η υπερμετρωπία μειώνεται ταχέως σε περίπου +1.00D κατά τα πρώτα 2 χρόνια (Rozema, J. J., Herscovici, Z., Snir, M., Axer-Siegel, R. 2018).

Μετά από αυτήν την περίοδο, ο κερατοειδής σταθεροποιείται, αλλά η διάθλαση μπορεί να γίνει πιο μυωπική καθώς το αξονικό μήκος μπορεί να συνεχίσει να αυξάνεται για άλλες δύο δεκαετίες (Morgan, et al., 2018). Αντίθετα, η ισχύς του φακού μειώνεται σημαντικά έως την ηλικία των περίπου 12 ετών, με βραδύτερες μειώσεις για το μεγαλύτερο μέρος της ζωής των ενηλίκων. Κατά την περίοδο των 2 έως 14 ετών, η υπερμετρωπία μειώνεται αργά σε εμμετρωπία (Dirani, M., Shekar, S. N., Baird, P. N. 2008).

Η μυωπία αναπτύσσεται γενικά κατά τη διάρκεια της πρώιμης έως μέσης παιδικής ηλικίας, αλλά σημαντική μυωπία μπορεί επίσης να αναπτυχθεί στα τέλη της εφηβικής περιόδου ή στην αρχή της ενηλικίωσης (Wu, et al., 2016). Το αξονικό μήκος είναι ο πιο μεταβλητός παράγοντας κατά την ανάπτυξη, με τον ισχυρότερο συσχετισμό με τη διαθλαστική κατάσταση, με μακρύτερα μάτια πιθανότατα να είναι μυωπικά από τα μικρότερα μάτια (Wolffsohn, et al., 2019). Ο έλεγχος της αξονικής επιμήκυνσης του ματιού κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης είναι επομένως ζωτικής σημασίας για την επίτευξη φυσιολογικής όρασης, και ως εκ τούτου αποτελεί πρωταρχικό σημείο πρόληψης (Morgan, et al., 2012).

Οι γενετικοί παράγοντες συμβάλλουν στην έναρξη της και στην ανάπτυξη της μυωπίας. Ένας από τους βασικότερους παράγοντες είναι η κληρονομικότητα της μυωπίας από τους γονείς και πιο στοχευμένα σε παιδιά με υψηλή μυωπία (Morgan, et al., 2012). Ένας βασικός δείκτης γενετικής βάσης είναι η οικογενειακή ομαδοποίηση. Στην περίπτωση της μυωπίας, οι κίνδυνοι εμφάνισης της μεταξύ αδελφών είναι γενικά υψηλοί και ακόμη υψηλότεροι αυτοί που σχετίζονται με την υψηλή μυωπία (Harb & Wildsoet, 2019) (Rozema, et al., 2018).

Η κληρονομικότητα της μυωπίας εκτιμάται ότι υπερβαίνει το 90% σε μεγάλες μελέτες σε δίδυμα. Αυτές οι μελέτες έχουν δείξει σαφώς τον υψηλό επιπολασμό της μυωπίας σε διαφορετικούς πληθυσμούς, ειδικά στους πληθυσμούς της Ανατολικής Ασίας, και αυτή η ασθένεια έχει υψηλή κληρονομικότητα, υποδεικνύοντας τη σημασία και την ανάγκη μελέτης του γενετικού τοπίου της μυωπίας. Οι τιμές κληρονομικότητας για μυωπία σε μελέτες που αφορούν δίδυμα αδέρφια ήταν γενικά υψηλές. Αν και η ανάλυση της κληρονομικότητας στα δίδυμα εξαρτάται από την κοινή υπόθεση περιβάλλοντος ότι τα μονοζυγωτικά και διζυγωτικά δίδυμα είναι εκτεθειμένα στα ίδια περιβάλλοντα για έναν δεδομένο πληθυσμό σε μια δεδομένη στιγμή (Cai, X. B., Shen, S. R., Chen, D. F., Zhang, Q., Jin, Z. B. 2019). (Teikari, et al., 1990).

Ένα σταθερό εύρημα είναι ότι τα παιδιά με μυωπικούς γονείς έχουν υψηλότερο επιπολασμό μυωπίας, αλλά ο σχετικός κίνδυνος ποικίλλει σημαντικά και είναι χαμηλότερος σε περιοχές όπου ο επιπολασμός της μυωπίας είναι υψηλός, όπως στην Ανατολική Ασία. Δεν υπάρχει συνεπής σχέση με τον αριθμό των μυωπικών γονέων. Σε αυτό το στάδιο, ο

αντίκτυπος της γονικής μυωπίας μπορεί να αποτελεί ένδειξη γενετικών επιδράσεων (Tsai, et al., 2009).

Οι διαφορές στην οικογενειακή συμπεριφορά που σχετίζονται με μυωπικούς γονείς φαίνονται λιγότερο πιθανές, αλλά δεν μπορούν να αποκλειστούν αυτήν τη στιγμή. Αρκετές πρόσφατες κριτικές κάλυψαν εκτενώς τη γενετική ανάλυση της ανθρώπινης μυωπίας. (Harb & Wildsoet, 2019) (Morgan, et al., 2018).

2.4. Συμπτώματα

Τα περισσότερα από τα συμπτώματα που αναφέρονται παρακάτω είναι προϊόν της θολής όρασης των μακρινών αντικειμένων. Μια τεχνική που χρησιμοποιείται ιδιαίτερα από τους μύωπες είναι αυτή του στενοπικού δίσκου που συγκλίνει τα μάτια περιορίζοντας έτσι τις παραξονικές ακτίνες που εισέρχονται στο μάτι με αποτέλεσμα να διέρχονται οι ακτίνες οι οποίες είναι παράλληλες στον άξονα της όρασης. Αυτό οδηγεί το είδωλο του αντικείμενου να δημιουργείται πάνω στον αμφιβληστροειδή αδιάθλαστο και το βλέπει καθαρά. (Δαμανάκης, 2011) Όσον αφορά την προσαρμογή που χρειάζεται ένας μύωπας σε σχέση με έναν εμμέτρωπα είναι λιγότερη. (Ψύλλας, 2014) Πιο αναλυτικά η αντιστοιχία που υπάρχει μεταξύ αυτών των δύο μεταβλητών είναι πως η προσαρμογή που ασκείται από έναν μυωπικό οφθαλμό εξισώνεται με αυτή του εμμετρωπικού οφθαλμού μείον τους βαθμούς της μυωπίας (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Όλη αυτή η διαδικασία λειτουργεί αρνητικά για έναν μύωπα καθώς η λιγότερη προσαρμογή συνοδεύεται με λιγότερη προσαρμοστική σύγκλιση η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην σύγκλιση των οπτικών αξόνων. Αυτό οδηγεί στην εμφάνιση μιας εξωφορίας για την κοντινή όραση μαζί με την δύναμη της σύγκλισης να επιφέρει στον ασθενή μας κοπιωπία. Υπάρχει η πιθανότητα, στα αρχικά στάδια ζωής, αυτή η εξωφορία να μας δώσει έκδηλο αποκλίνοντα στραβισμό όταν ο μύωπας αντί για διόφθαλμη όραση να χρησιμοποιεί την μονόφθαλμη όραση (Δαμανάκης, 2011) (Ψύλλας, 2014).

Τα συμπτώματα κοντινής όρασης μπορεί να περιλαμβάνουν:

- Η ανάγκη για μερικό κλείσιμο των βλεφάρων για να δείτε καθαρά.
- Πονοκέφαλοι που προκαλούνται από τα μάτια.
- Δυσκολία στην οδήγηση ενός οχήματος, ειδικά τη νύχτα (νυχτερινή μυωπία).

Η κοντινή όραση συχνά εντοπίζεται κατά τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας και συνήθως διαγιγνώσκεται μεταξύ των πρώτων σχολικών ετών μέσω των εφήβων. Ένα παιδί με μυωπία μπορεί:

- Να έχει επίμονο στραβισμό.
- Να πρέπει να κάθεται πιο κοντά στην τηλεόραση, στην οθόνη της ταινίας ή στο μπροστινό μέρος της τάξης.
- Να αγνοεί μακρινά αντικείμενα.
- Να αναβοσβήνει υπερβολικά.
- Να τρίβει αρκετά συχνά τα μάτια του (Δαμανάκης, 2011)

2.5. Οπτική κατάσταση μυωπικού οφθαλμού

Το μυωπικό μάτι συγκεντρώνει και εστιάζει τις παράλληλες ακτίνες φωτός που διέρχονται από τον φακό μπροστά από το αμφιβληστροειδή με αποτέλεσμα να σχηματίζεται

ασαφές το είδωλο του αντικείμενου που βρίσκεται μακριά. Όσο όμως το αντικείμενο πλησιάζει οι ακτίνες που εκπέμπει ή ανακλά είναι πλέον αποκλίνουσες και όχι παράλληλες (Πατέρας, 2010). Αυτό σημαίνει πως όσο πιο κοντά βρίσκεται το μάτι στο αντικείμενο τόσο πιο αποκλίνουσες θα είναι και οι ακτίνες. Συνεπώς οι αποκλίνουσες ακτίνες ταξιδεύουν και διέρχονται από τον κρυσταλλοειδή φακό, έχουν την τάση να εστιάζουν σε σημείο πιο πίσω από ότι μια παράλληλη δέσμη ακτινών. Έτσι η εστία που δημιουργείται από την αποκλίνουσα βρίσκεται και πιο κοντά στον αμφιβληστροειδή (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Σε συγκεκριμένη απόσταση του αντικείμενου με το μάτι παρατηρείται πως η εστία από τις ακτίνες πέφτουν πάνω στον αμφιβληστροειδή και πλέον σχηματίζεται ευκρινώς το είδωλο του αντικείμενου. Αυτή η απόσταση καλείται άπω σημείο, και ορίζεται ως η πιο μακρινή απόσταση που αν τοποθετηθεί ένα αντικείμενο φαίνεται καθαρά από ένα μάτι. Η μυωπία με το άπω σημείο είναι αντιστρόφως ανάλογα ποσά, δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η μυωπία τόσο μικρότερο είναι το άπω σημείο. Έτσι εξηγείται και η χρήση αρνητικών φακών για την διόρθωση της μυωπίας καθώς μετατρέπει την παράλληλη δέσμη σε αποκλίνουσα με σκοπό να πραγματοποιηθεί η εστίαση πάνω στον αμφιβληστροειδή (Δαμανάκης, 2011).

2.6. Αντιμετώπιση

Τα διαθλαστικά σφάλματα αποτελούν παθήσεις στους οφθαλμούς, αδιαμφισβήτητα η μυωπία αποτελεί την πιο συχνή πάθηση από τα διαθλαστικά αυτά σφάλματα. Οι τρόποι αντιμετώπισης αυτής είναι είτε με την χορήγηση βοηθημάτων όπως παραδείγματος χάριν τα γυαλιά και οι φακοί επαφής, που φέρουν το είδωλο πάνω στον αμφιβληστροειδή και επιτυγχάνεται η εστίαση στο σωστό σημείο. Πρέπει να σημειωθεί πως η διαφορά της μυωπίας με την υπερμετρωπία είναι ότι στην υπερμετρωπία και ίσως λίγο περισσότερο στους μικρούς βαθμούς να μπορεί να αντιμετωπισθεί με τον φυσιολογικό μηχανισμό της προσαρμογής κάτι που στην μυωπία δεν συμβαίνει (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008).

Σε άλλες περιπτώσεις ένας εναλλακτικός τρόπος αντιμετώπισης σε μόνιμο επίπεδο είναι η διαθλαστικές εγχειρίσεις με λέιζερ όπως για παράδειγμα την επέμβαση LASIK και PRK και άλλες (Δαμανάκης, 2011).

2.6.1. Διόρθωση της Μυωπίας με τη χρήση Γυαλιών

Η χρήση γυαλιών είναι ως επί το πλείστον, μεταξύ των άλλων τρόπων διόρθωσης, είναι πιο κοινός, έχει μηδενική επικινδυνότητα και είναι αρκετά εύκολος. Η διόρθωση αυτή γίνεται με την βοήθεια αρνητικών φακών στον σκελετό των γυαλιών που αποσκοπούν στην μετατόπιση του ειδώλου πάνω στον αμφιβληστροειδή του οφθαλμού. (Δαμανάκης, 2011) Οι λόγοι χορήγησης των γυαλιών γίνεται πρώτον για την αποκατάσταση της μακρινής όρασης και δεύτερον για την εξασφάλιση της αρμονικής διόφθαλμης όρασης μέσω αποκατάστασης της φυσιολογικής σχέσης των λειτουργιών της προσαρμογής και σύγκλισης. (Δαμανάκης, 2011) Η ηλικία είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει την διόρθωση όπως και την χρήση γυαλιών. Πιο αναλυτικά, σε νεαρές ηλικίες όπου η μυωπία βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα και έχουν την δυνατότητα να διαβάσουν κοντά, είναι προαιρετικό να τους χορηγηθούν γυαλιά (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008) και στην περίπτωση που χορηγηθούν είναι προαιρετική η συνεχής χρήση τους. Αυτό συμβαίνει γιατί τα παιδιά που έχουν μικρούς βαθμούς μυωπίας, όταν χρησιμοποιούν την διόρθωση προσαρμόζουν περισσότερο από το κανονικό με αποτέλεσμα να κουράζονται περισσότερο (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Η συνεχής χρήση της προσαρμογής αυτής μπορεί σταδιακά να αυξήσει την μυωπία (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Συνεπώς, η βέλτιστη λύση χρήσης των γυαλιών σε τέτοιες περιπτώσεις να εφαρμόζεται όταν χρειάζεται να δει κάποιος μακριά. Παραδείγματος χάριν στο σχολείο τα παιδιά να φοράνε τα γυαλιά όταν θέλουν να δουν τον πίνακα (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Ωστόσο αν βρεθούν περιπτώσεις με εξωφορία ή διαλείπουσα εξωτροπία τονίζεται η

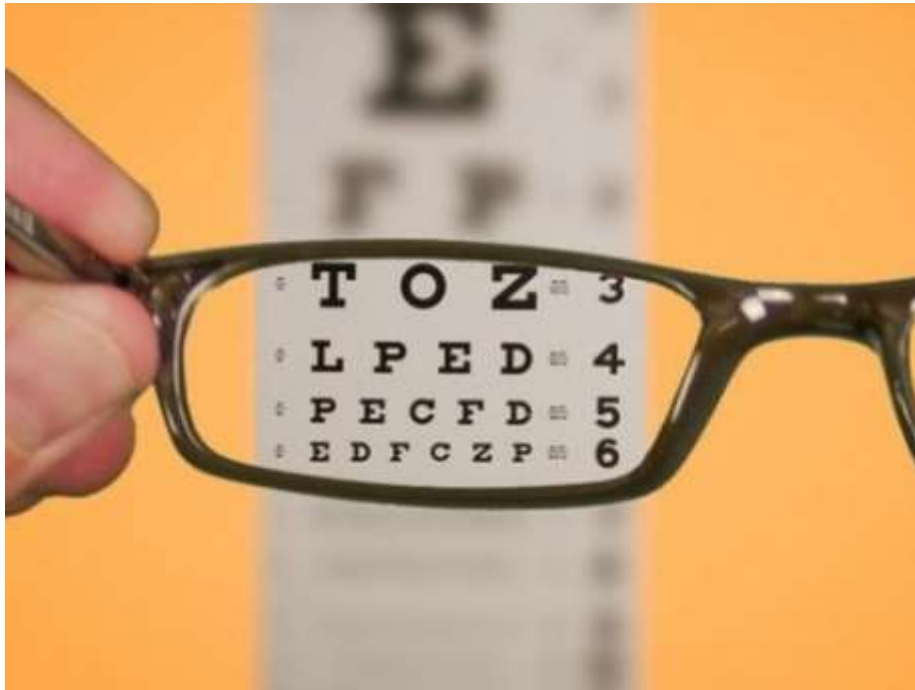
πλήρης διόρθωση καθώς εξασφαλίζει στον ασθενή μας όχι μόνο αποκατάσταση της μακρινής όρασης αλλά ταυτόχρονα και σωστή οφθαλμοκινητική συνεργασία για την σωστότερη εξέλιξη της διόφθαλμης όρασης. Το αποτέλεσμα που επιτυγχάνεται είναι η σωστή όραση του μύωπα και την σταθεροποίηση της προσαρμογής και σύγκλισης. (Δαμανάκης, 2011)



Εικόνα 41 : Γυαλιά Οράσεως για την διόρθωση μυωπίας σε παιδιά (https://www.parenting.gr/wp-content/uploads/2017/09/shutterstock_568229692-e1506692507392.jpg) (Επίσκεψη στις 03 Ιουνίου, 2021)

Σε πιο υψηλούς βαθμούς, πιο συγκεκριμένα πάνω από $-2,50$ διοπτρίες (dpt) με την κοντινή όραση να είναι ασαφή, το παιδί οφείλει να φορά τα γυαλιά του, όλη την ημέρα με σκοπό να διαθέτει άνετη και ευκρινή όραση παράλληλα και κοντά όμως και μακριά (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Ο Δαμανάκης αναφέρει πως «η υποδιόρθωση της μυωπίας για μακριά σχεδόν ποτέ δεν συνίστανται, γιατί ακολουθείται από μείωση της οπτικής οξύτητας» (Δαμανάκης, 2011). Το σχεδόν ποτέ αναφέρθηκε γιατί υπάρχουν και εξαιρέσεις, η υποδιόρθωση γίνεται μόνο σε σπάνιες περιπτώσεις που υπάρχει μυωπία με εσωφορία (Δαμανάκης, 2011). Όταν υπάρχει ασθενής με μυωπία που φέρει και εσωφορία, χορηγούνται δύο γυαλιά, με το ένα γυαλί να αποτελεί πλήρη διόρθωσης της μακρινής όρασης και το άλλο να είναι ένα γυαλί με υποδιορθωμένη την όραση για κοντά (Δαμανάκης, 2011). Η πλήρης διόρθωση της μυωπίας προσφέρει στο παιδί την ευκρινή όραση και εξασφαλίζει την φυσιολογική διόφθαλμη όραση τόσο για κοντά όσο και για μακριά συμπεριλαμβάνοντας φυσιολογική σχέση μεταξύ της σύγκλισης και της προσαρμογής (Φωτεινάκης, Β., Πατέρας, Ε., Χανδρινός, Αρ. 2000). Όπως με τα παιδιά έτσι και με τους ενήλικες ισχύουν οι ίδιοι κανόνες αλλά σε μεγαλύτερες ηλικίες πρέπει να υφίσταται προσοχή στις απότομες αλλαγές της ισχύος στα γυαλιά (Φωτεινάκης, et al., 2000). Η διόρθωση της μυωπίας πρέπει να γίνεται εξ' ολοκλήρου ώστε να δοθεί ευκρινή μακρινή όραση στον μύωπα (Δαμανάκης, 2011). Στους ενήλικες που έχουν μυωπία πρέπει γίνεται χρήση των γυαλιών τους τόσο για κοντά όσο και για μακριά (Δαμανάκης, 2011). Όταν δεν χρησιμοποιούνται κατά την κοντινή όραση οδηγείται σε μειωμένη προσαρμοστική σύγκλιση (Δαμανάκης, 2011). Στις περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλες μυωπίες δεν εφαρμόζεται πλήρης διόρθωσης εξαιτίας του πάχους και βάρους των γυαλιών (Δαμανάκης, 2011). Οι μυωπικοί φακοί, όντας αρνητικοί φακοί λόγω της κατασκευής του έχουν την ικανότητα της σμίκρυνσης με αποτέλεσμα τα μάτια του μύωπα να φαίνονται

πιο μικρά απ' ό τι είναι στην πραγματικότητα, επομένως το αισθητικό αποτέλεσμα δεν είναι τόσο ικανοποιητικό (Δαμανάκης, 2011). Με την σμίκρυνση όμως έρχονται και το μειονέκτημα πως τα αντικείμενα και τα οπτικά σφάλματα που φαίνονται, οδηγούν τον ασθενή στην δυσαρέσκεια και καθιστούν τα γυαλιά μη ανεκτά. Επιπροσθέτως, ένα φαινόμενο που παρατηρείται είναι η αύξηση των περιφερειακών εκτροπών που επηρεάζουν την όραση του ασθενή, και χάνεται η ευκρίνεια στην όραση με τα γυαλιά του μόνο από σημεία που είναι αρκετά κοντά στο οπτικό κέντρο (Ψύλλας, 2014).

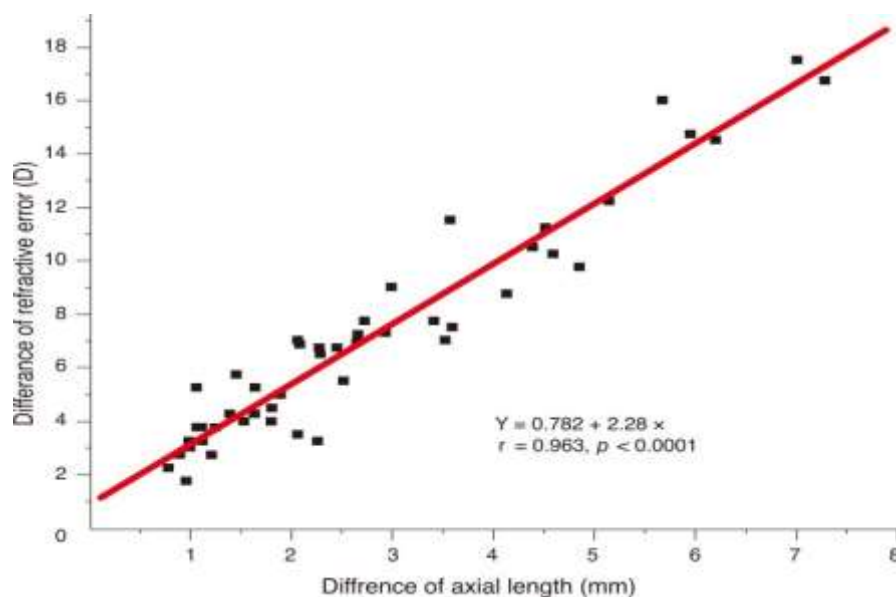


Εικόνα 12 : Γυαλιά Οράσεως (<https://www.e-gortynia.gr/wp-content/uploads/2021/03/gyalia.jpg>) (Επίσκεψη στις 08 Ιουνίου, 2021)

Προβλήματα στην όραση δημιουργούνται από τους αρνητικούς φακούς που έχουν μεγάλη δύναμη, κυρίως στην περιφέρεια, γι' αυτό τον λόγο ο μύωπας μπορεί να ανεχτεί πλήρη διόρθωση μόνο για μικρά χρονικά διαστήματα, ενώ η υποδιόρθωση είναι αρκετές φορές απαραίτητη (Φωτεινάκης, et al., 2000). Ο (Δαμανάκης, 2011) υπογραμμίζει πως η υποδιόρθωση, πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη ώστε να εξασφαλίζει την καλύτερη οπτική οξύτητα καθώς να είναι ανεκτά από τον μύωπα. Τα γυαλιά οράσεως σημειώνουν αρκετά πλεονεκτήματα και αποτελεί τον πιο κοινό τρόπο διόρθωσης λόγω της ποικιλότητας των οφθαλμικών φακών που υπάρχουν στην αγορά με αποτέλεσμα ο ειδικός να έχει περισσότερες επιλογές, καθώς και ο ασθενής κρίνεται να επιλέξει ανάμεσα σε μια μεγάλη γκάμα σκελετών και χρωμάτων σύμφωνα με την αρέσκεια του (μεταλλικοί ή κοκάλινοι σκελετοί σε διάφορα σχήματα και χρώματα) (Ψύλλας, 2014) (Ασημέλλης, et al., 2008)

Αντίθετα, τα μειονεκτήματα που εμφανίζονται κατά την χρήση γυαλιών οράσεως, κατά κόρον προέρχονται από τους οφθαλμικούς φακούς, όπου σε μεγάλες μυωπίες η λάθος επιλογή οφθαλμικού φακού υπάρχει η πιθανότητα να οδηγήσει ένα μη επιθυμητό αισθητικό αποτέλεσμα (Φωτεινάκης, et al., 2000) (Ψύλλας, 2014). Το πάχος σε συνεργασία με το βάρος των γυαλιών και την σμίκρυνση δημιουργούν πολλά οπτικά σφάλματα και καθιστούν τα γυαλιά μη ανεκτά. Σε αυτό το σημείο η υποδιόρθωση αποτελεί εξαίρεση του κανόνα για τις συγκεκριμένες περιπτώσεις, αλλά πρέπει να είναι σχετικά μικρή η αλλαγή που θα πραγματοποιηθεί για να υπάρξει η βέλτιστη οπτική οξύτητα στο άτομο κάνοντας επιπλέον τα γυαλιά άνετα για χρήση (Δαμανάκης, 2011). Το καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα έρχεται στις

μικρότερες καμπυλότητες, που ο φακός παρουσιάζει το μικρότερο δυνατό πάχος. Σε αντιστοιχία έρχεται ο υψηλός δείκτης διάθλασης, με την λεπτότητα του φακού για μια συγκεκριμένη διαθλαστική ισχύ (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Με το πλεονέκτημα του που φέρει ο μεγαλύτερος δείκτης διάθλασης έρχεται και το μειονέκτημα, πιο συγκεκριμένα εμφανίζονται μεγαλύτερες χρωματικές εκτροπές όπως επίσης και πιο πολλές αντανάκλασεις στον φακό (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Τελικώς το αποτέλεσμα που επιφέρεται είναι πως το πάχος ενός μυωπικού οφθαλμικού φακού έχει την δυνατότητα μείωσης επιλέγοντας έναν φακό με μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης ή σε αντίστοιχο επίπεδο επιλέγοντας έναν σκελετό μικρού μεγέθους ώστε να μειωθεί το περιφερειακό πάχος του φακού (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Επιπλέον εκτός των χρωματικών εκτροπών υπάρχουν και οι οπτικές εκτροπές. Η διαθλαστική ισχύ του φακού και ο αριθμός Abbe του υλικού καθορίζουν τις χρωματικές εκτροπές. Ο αριθμός Abbe συγκεκριμένα, όσο πιο υψηλός είναι, τόσο περιορίζει τις εκτροπές και δίνει καλύτερη όραση στον ασθενή. Όσον αφορά τις μονοχρωματικές εκτροπές, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το σχήμα των επιφανειών του φακού (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Σημαντικός παράγοντας της διόρθωσης της μυωπίας αποτελεί η σωστή επιλογή οφθαλμικών φακών με βάση το υλικό τους και με βάση το σχήμα των επιφανειών τους (Φωτεινάκης, et al., 2000) (Δαμανάκης, 2011). Πιο συγκεκριμένα οι φακοί, διακρίνονται στους σφαιρικούς και στους ασφαιρικούς φακούς (Πατέρας, 2010). Οι σφαιρικοί φακοί έχουν ως χαρακτηριστικό τις μεγάλες καμπυλότητες, που συνεπάγεται στο ότι ο φακός είναι πιο παχύς, και οι ασφαιρικοί φακοί, οι οποίοι σε αντίθεση με τους προηγούμενους φέρουν μικρότερη καμπυλότητα, άρα ο φακός είναι πιο λεπτός. Επομένως, τα καλύτερα αισθητικά αποτελέσματα προκύπτουν όταν οι επιφάνειες έχουν μικρές καμπυλότητες (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008).



Εικόνα 13: Σχεδιάγραμμα συνάρτησης Abbe Value με μήκος του άξονα
(<https://www.researchgate.net/publication/235393065/figure/fig2/AS:202643172532243@1425325305606/Correlation-between-differences-of-axial-length-and-refractive-errors-in-anisomyopia-D.png>)

2.6.2. Διόρθωση της Μυωπίας με τη χρήση Φακών Επαφής

Επόμενη μέθοδος διόρθωσης της μυωπίας είναι η χρήση φακών επαφής. Όπως και στα γυαλιά, έτσι και στους φακούς επαφής οι μύωπες κατέχουν την μεγαλύτερη ομάδα χρηστών φακών επαφής (Κατσούλος, et al., 2010). Ένας από τους πολυάριθμους λόγους χρήσεις τους είναι αρχικά πως διαθέτουν εύκολη διόρθωση χωρίς κανένα αισθητικό

πρόβλημα και ίσως το πιο σημαντικό είναι ότι υπερτερούν σε ορισμένα σημεία σε σχέση με τα γυαλιά οράσεως (Κατσούλος, et al., 2010). Αντιθέτως από τα γυαλιά οράσεως, οι φακοί επαφής παρέχουν λιγότερη σμίκρυνση στην όραση του ασθενή και κάνει τα αντικείμενα ακριβώς όπως είναι στην πραγματικότητα (Ασημέλλης, et al., 2008). Προσφέρουν καλύτερη οπτική οξύτητα και μεγαλύτερο οπτικό πεδίο αυτό αποτελεί την υπεροχή φακών από τα γυαλιά. Πλεονέκτημα ακόμα αποτελεί ότι τα σφάλματα τους φακούς είναι σε σημαντικό βαθμό περιορισμένα με αποτέλεσμα να παρέχουν πιο ευκρινή όραση. Εξαιρετική επιλογή για σπορ καθώς και για άλλες δραστηριότητες που δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν με την χρήση γυαλιών. Η εφαρμογή στα πρώτα στάδια των φακών αποτελεί μια πρόκληση αλλά στην συνέχεια με το πέρασμα των ημερών ξεκινάει η εξοικείωση και τέλος η πλήρης προσαρμογή στην εφαρμογή των φακών. Σοβαρές οφθαλμικές μολύνσεις μπορεί να προκληθούν αν δεν τηρηθούν σωστά οι οδηγίες καθαρισμού και φροντίδας τους, γι' αυτό οι χρήστες θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί ως προς τον καθαρισμό τους καθημερινά και θα πρέπει να λάβουν την κατάλληλη «εκπαίδευση» (Κολιόπουλος, Ι. Ξ., Μελά, Ι., Γαργατάνης, Σ., Παυλόπουλος, Γ., Διαμαντόπουλος, Δ., Σερπετόπουλος, Χ., Φαρμάκης, Ν., Φωτεινάκης, Β. 1997).

Σε περιπτώσεις όπου ο μύωπας υποφέρει από ξηροφθαλμία, από διαβήτη, από αλλεργίες ή αν το περιβάλλον εργασίας του περιέχει πολύ σκόνη, τότε η χρήση των φακών επαφής μπορεί να τον δυσανασχετήσσει (Ασημέλλης, et al., 2008) (Κολιόπουλος, et al., 1997) (Κατσούλος, et al., 2010).

Στην παιδική ηλικία, η χρήση φακών επαφής είναι κάτι σπάνιο λόγω μη συμμόρφωσης στους κανόνες υγιεινής. Το παιδί θα πρέπει να πληροί από υπευθυνότητα και πειθαρχία και να τηρεί τους κανόνες υγιεινής ώστε να μην υπάρξουν επιπλοκές και επιμολύνσεις στους οφθαλμούς καθώς ο φακός έρχεται σε απευθείας επαφή με τον κερατοειδή. Οι επιπλοκές περιλαμβάνει από τυχόν τραυματισμοί κατά την εφαρμογή σε λοιμώξεις και σε περιπτώσεις που δεν υπήρξε η βέλτιστη φροντίδα (Κατσούλος, et al., 2010). Οι φακοί επιλέγονται από παιδιά και εφήβους γιατί βλέπουν καλύτερα καθώς και επίσης για λόγους αισθητικής. Είναι σημαντικό να ειπωθεί ότι οι φακοί επαφής έχουν καλύτερη ασφάλεια σε περίπτωση ατυχήματος των παιδιών σε σχέση με τα γυαλιά που μπορούν να τραυματίσουν τους οφθαλμούς. Στην ανισοκονία, οι φακοί επαφής προσδίδουν καλύτερο οπτικό αποτέλεσμα καθώς δεν εμφανίζουν διαφορά ανάμεσα στις δυο εικόνες και έτσι έχουμε καλύτερη διόφθαλμη όραση (Κατσούλος, et al., 2010).

Σε μικρές μυωπίες τιμών μεταξύ 0.25 - 4.00D οι χρήστες των φακών είναι οι πιο εύκολοι στην εφαρμογή καθώς δεν υπάρχει κριτήριο επιλογής μεταξύ των φακών και μπορούν να φορέσουν οποιονδήποτε τύπο φακό επαφής. (Κατσούλος, et al., 2010) Οι συγκεκριμένοι χρήστες μπορούν να χρησιμοποιήσουν φακούς ημερήσιας, εβδομαδιαίας, μηνιαίας, εξαμηνιαίας ή μόνιμης αντικατάστασης. (Κατσούλος, et al., 2010) Το μεγαλύτερο ποσοστό των χρηστών αυτής της κατηγορίας προτιμά να χρησιμοποιεί μηνιαίους φακούς, καθώς δεν είναι επιρρεπείς ως προς τον καθαρισμό και την συντήρηση τους και πιστεύουν επίσης πως είναι οι πιο οικονομικοί (Κατσούλος, et al., 2010) (Κολιόπουλος, et al., 1997). Η μεσαία τάξη βαθμών μυωπίας από 4.00D έως και 8.00D και η υψηλή μυωπία 8.00D και άνω, είναι αρκετά δύσκολη η επιλογή φακών γιατί ο φακός σε αυτές τις περιπτώσεις έχει αυξημένο πάχος με αποτέλεσμα να υπάρχει ενόχληση στον χρήστη και να δημιουργείται πρόβλημα κατά την οξυγόνωση του κερατοειδή (Κατσούλος, et al., 2010). Στην μεσαία μυωπία, οι επιλογές των φακών είναι οι φακοί σιλικόνης- υδρογέλης, φακοί επαφής υδρογέλης υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, φακοί υδρογέλης υπέρ-λεπτοί και σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί (Κατσούλος, et al., 2010). Οι ιδανικοί φακοί για μέτρια και μεγάλη μυωπία είναι οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από μεγάλη μεταβιβαστικότητα οξυγόνου (Κατσούλος, et al., 2010). Σε υψηλές μυωπίες, στους φακούς επαφής δίνεται πλήρης διόρθωση σε αντίθεση με τα γυαλιά τα οποία σε υψηλές μυωπίες και εμφανίζουν μειονεκτήματα (Δαμανάκης, 2011) (Κατσούλος, et al., 2010).

Από την άλλη μεριά, οι φακοί λόγω μεγάλου πάχους που έχουν, μειώνουν την οξυγόνωση του κερατοειδή με αποτέλεσμα να προκαλούν υποξία (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Για την αποφυγή τέτοιων προβλημάτων οι εφαρμοστές συνιστούν από τους χρήστες να φοράνε για λιγότερες ώρες τους φακούς επαφής τους.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι φακών επαφής και ανάλογα με τις ιδιότητες του υλικού κατασκευής διακρίνονται στους μαλακούς, σκληρούς αεροδιαπερατούς (ή αλλιώς ημίσκληρους) και σκληρούς, όπου ο καθένας με την σειρά του παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι φακοί είναι είτε συχνής αντικατάστασης που διακρίνονται σε ημερήσιους, μηνιαίους, διμηνιαίους, τριμηνιαίους, είτε μόνιμους δηλαδή ετήσιους, με σκοπό να εξυπηρετούν όλες τις ανάγκες των ασθενών (Κατσούλος, et al., 2010). Οι φακοί συχνής αντικατάστασης, οι οποίοι είναι πιο οικονομικοί σε σχέση με τους μόνιμους, ενδείκνυνται για χρήση από νεαρά άτομα που παρουσιάζουν συχνά μολύνσεις στους οφθαλμούς ύστερα από την χρήση των φακών και από άτομα που δεν κάνουν σωστή χρήση (Κατσούλος, et al., 2010).

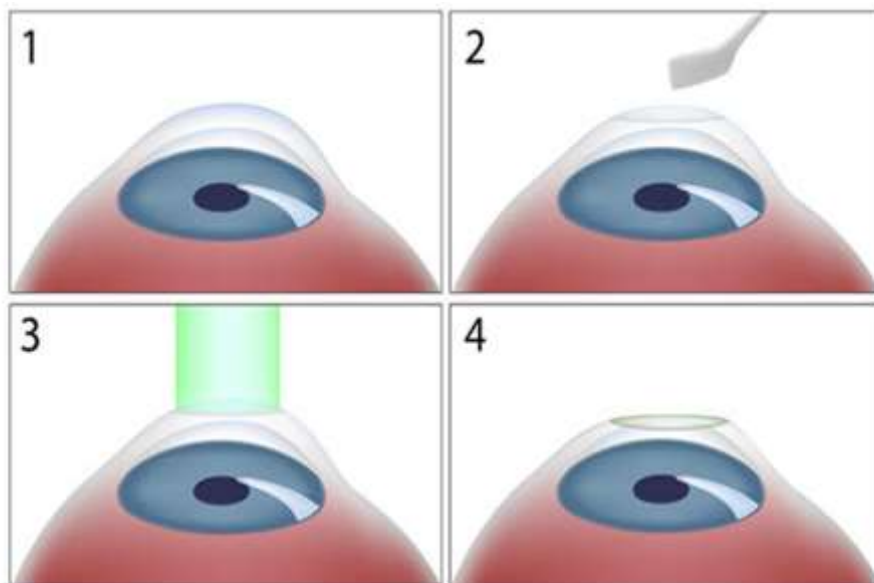


Εικόνα 14: Φακοί επαφής
(https://mothers.bbend.net/media/com_news/story/2017/09/13/49069/main/lathosmefakousepafis.jpg) (Επίσκεψη στις 12 Ιουνίου, 2021)

2.6.3. Διόρθωση της μυωπίας με την χρήση της διαθλαστικής χειρουργικής

Ο τελευταίος τρόπος διόρθωσης των διαθλαστικών ανωμαλιών και συγκεκριμένα της μυωπίας, είναι η διαθλαστική χειρουργική η οποία έχει τη μακρότερη ιστορία από όλες τις διορθώσεις της όρασης (Ασημέλλης, et al., 2008). Σαν τεχνική, είναι μια επέμβαση που ρυθμίζει την εστίαση του οφθαλμού με σκοπό ο ασθενής να αποκτήσει την ευκρινή όραση που ζητάει χωρίς όμως την χρήση γυαλιών οράσεως ή φακούς επαφής (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Για την πραγματοποίηση της διαθλαστικής χειρουργικής ο ασθενής πρέπει να είναι τουλάχιστον 18 ετών, να έχει πάνω από 1.00 βαθμό μυωπίας, να μην έχει χρόνιες παθήσεις στον κερατοειδή ή στον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού, αν είναι γυναίκα ο ασθενής να μην είναι έγκυος ή να θηλάζει και τέλος, η όραση να είναι σταθερή τουλάχιστον τον τελευταίο χρόνο αυτές είναι οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται.

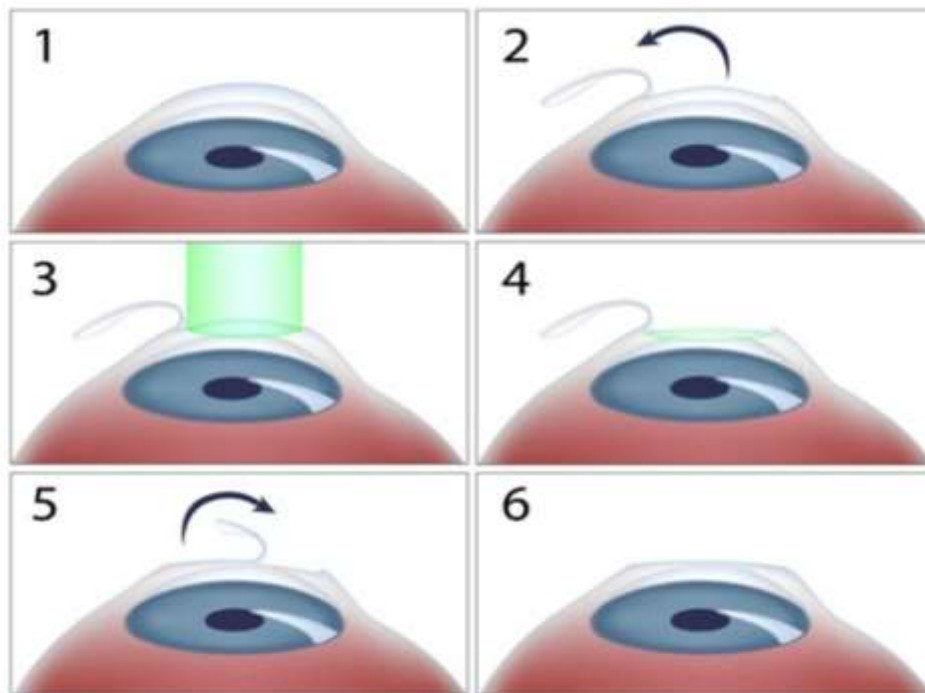
Επόμενο βήμα για την διαδικασία είναι ο προεγχειρητικός έλεγχος που αποσκοπεί στην διαπίστωση της σταθερότητας της όρασης, της κατάστασης του κερατοειδούς και της υγείας του ματιού. Πιο συγκεκριμένα ο ασθενής θα πρέπει να μην φοράει τους φακούς του για το διάστημα δύο εβδομάδων πριν την επέμβαση, οφθαλμικές σταγόνες τοποθετούνται δύο ημέρες πριν την επέμβαση και επιπλέον για τις γυναίκες απαγορεύονται τα είδη μακιγιάζ για τα μάτια τους (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Απαραίτητο έπειτα της επέμβασης κρίνεται η πραγματοποίηση μετεγχειρητικού ελέγχου από τον οφθαλμίατρο με σκοπό να παραδοθούν στον ασθενή οι κατάλληλες οδηγίες για τυχόν συμπτώματα που μπορεί να εμφανιστούν καθώς και οδηγίες για την δοσολογία των κολλύριων. Η σημερινή ελάχιστη ηλικία για την διαθλαστική χειρουργική είναι 18 ετών, οι περισσότερες όμως κλινικές συνιστούν την ηλικία των 21 ετών και άνω ώστε να υπάρχει συμμόρφωση των ασθενών καθώς και η συνταγή να έχει σταθεροποιηθεί πλήρως. Όσον αφορά τις τεχνικές που υπάρχουν, είναι πολυάριθμες και διαφορετικές. Οι βασικές τεχνικές είναι η φωτοδιαθλαστική κερατοτομή (PRK) και η ενδοστρωματική κερατοσμίλευση με laser (LASIK). Άλλες τεχνικές είναι η επιθηλιακή κερατεκτομή (LASEK), η φωτοθεραπευτική κερατεκτομή (PTK) και η Epi-Lasik (Ασημέλλης, et al., 2008) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008).



Photorefractive Keratectomy (PRK)

Εικόνα 15: Μέθοδος PRK

(<https://images.ctfassets.net/u4vv676b8z52/47NpLagDvUYOICruKsDL22/e3e12e16c82c79784ca8fcc3d82bb063/prk-hero.jpg?fm=jpg&q=80>)



Lasik Eye Surgery

Εικόνα 16: Μέθοδος LASIK [[shutterstock_94216582-e1441844763972.jpg](https://www.shutterstock.com/image-vector/94216582-e1441844763972.jpg) (300×307) (bettervisionguide.com)]
(Επίσκεψη στις 12 Ιουνίου, 2020)

Κεφάλαιο 3. Ο έλεγχος της μυωπίας (Myopia Control)

Λόγω του αυξανόμενου επιπολασμού της μυωπίας, οι γονικές ανησυχίες για την εμφάνισή της στα παιδιά τους είναι ιδιαίτερα εμφανείς επειδή οι γονείς συνήθως δεν θέλουν να γίνουν τα παιδιά τους πολύ μυωπικά, αλλά ανησυχούν επίσης και για τις απειλητικές - για την όραση - επιπλοκές που σχετίζονται με την υψηλή μυωπία, όπως οι διαταραχές του χοριοειδούς χιτώνα, ο καταρράκτης και το γλαύκωμα (Walline, 2016) . Με άλλα λόγια, η μυωπία, το γνωστό αυτό διαθλαστικό σφάλμα, μπορεί να χαρακτηριστεί και ως πάθηση η οποία εμφανίζει μεγάλη «επιδημία» τον τελευταίο μισό αιώνα με τις Ασιατικές χώρες να αντιμετωπίζουν αυτό το πρόβλημα σε μεγαλύτερο βαθμό συγκριτικά με τις Δυτικές. Επιπροσθέτως, όπως δηλώνεται σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η μυωπία περιλαμβάνεται στις 10 προτεραιότητες των οφθαλμικών παθήσεων στην καμπάνια εκστρατείας «VISION 2020» για την πρόληψη της τύφλωσης και την αποφυγή των προβλημάτων της όρασης (Prousalis, et al., 2019).

Όμως το πρόβλημα της μυωπίας δεν είναι κάτι καινούριο, μάλιστα η μυωπία είναι γνωστή για περισσότερο από το 2000 χρόνια και περιεγράφηκε για πρώτη φορά από τους αρχαίους Έλληνες. Ωστόσο, παρά την καταγεγραμμένη χρήση κυρτών φακών για πρεσβυωπία στα τέλη του 13ου αιώνα στη Φλωρεντία της Ιταλίας, η διόρθωση του μυωπικού διαθλαστικού σφάλματος έπρεπε να περιμένει την ανάπτυξη κοίλων φακών η οποία έλαβε χώρα τον 16ο αιώνα (Saw, S. M., Gazzard, G., Au E., K. G. 2002). Αλλά η θεραπεία της μυωπίας έχει συζητηθεί πολύ έντονα τις τελευταίες δεκαετίες λόγω του μεγάλου επιπολασμού της (Saw, S. M., Chan Shih-Yen, E., Koh, A., Tan, D. 2002).

Ο λόγος που η επιστημονική κοινότητα έχει στρέψει το βλέμμα της στην εν λόγω πάθηση είναι ότι η μυωπία έχει σημαντικό κοινωνικό και ψυχολογικό αντίκτυπο, καθώς φαίνεται να επηρεάζει την αντίληψη των παιδιών για τη φυσική τους εμφάνιση, την αθλητική τους ικανότητα και την κοινωνική τους αποδοχή. Επίσης άλλος ένας σημαντικός λόγος αποτελεί και η σημαντική οικονομική επιβάρυνση που επιβάλλει στις κοινωνίες αφού τα ετήσια έξοδα για τη θεραπεία της εκτιμάται ότι είναι μεγαλύτερα από ό,τι για άλλες οφθαλμικές παθήσεις, συμπεριλαμβανομένου του εκφυλισμού της ωχράς κηλίδας και το γλαύκωμα ανοιχτής γωνίας καθώς και από μη οφθαλμικές χρόνιες παθήσεις όπως η νόσος του Πάρκινσον και η Χρόνια Αποφρακτική Πνευμονοπάθεια. Η αιτία της υψηλής αυτής δαπάνης που πρέπει να κάνουν τα κράτη για να την αντιμετωπίσουν είναι ότι εκτός από την προφανή οπτική αναπηρία, η οποία μπορεί να διορθωθεί με γυαλιά, φακούς επαφής ή διαθλαστική χειρουργική επέμβαση, η υψηλή ή παθολογική μυωπία σχετίζεται με σημαντική οφθαλμική νοσηρότητα και αποτελεί σημαντική αιτία τύφλωσης όπως προαναφέρθηκε (Prousalis, et al., 2019) (Tan, D., Tay, S. A., Loh, K. L., Chia, A. 2016).

Οπότε, λόγω της αυξανόμενης επιβάρυνσης της δημόσιας υγείας (όσον αφορά τη μυωπία) έχουν δημιουργηθεί σημαντικά ερευνητικά ερωτήματα σχετικά με την κατανόηση τόσο της αιτιολογίας της όσο και για την ανάπτυξη αποτελεσματικών μεθόδων για την επιβράδυνση ή τη διακοπή της ανάπτυξης της, μέθοδοι που ονομάζονται συλλογικά <<myopia control>>. Οι μέθοδοι αυτές λοιπόν, μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες που θα αναλυθούν στη συνέχεια: α) τις οπτικές μεθόδους όπου ο έλεγχος της εξέλιξης της μυωπίας επιτυγχάνεται κυρίως: με τη χρήση γυαλιών και φακών επαφής και β) τις φαρμακευτικές μεθόδους όπου αυτήν τη φορά ο μυωπικός έλεγχος λαμβάνει χώρα με τη χρήση κυρίως οφθαλμικών σταγόνων (Kang, 2018).

3.1. Πότε πρέπει να αρχίσει και πότε να σταματήσει η θεραπεία του ελέγχου της μυωπίας (myopia control)

Προτού χορηγηθεί σε κάποιο μυωπικό παιδί ή νέο κάποια από τις μεθόδους του myopia control, θα πρέπει πρώτα να γνωρίζει και αυτό αλλά και το οικογενειακό του περιβάλλον τα οφέλη του μυωπικού ελέγχου. Η διόρθωση της μυωπίας με γυαλιά, με φακούς επαφής ή μέσω της διαθλαστικής χειρουργικής μπορεί να μειώσει τα οπτικά συμπτώματα που σχετίζονται με την μυωπία, όμως καμία από αυτές τις επιλογές δεν μειώνουν τις μακροπρόθεσμες παθολογικές επιπλοκές που σχετίζονται με τη μυωπία. Συγκεκριμένα, έχει βρεθεί μια ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των υψηλών επιπέδων μυωπίας και των υψηλότερων πιθανοτήτων ανάπτυξης γλαυκώματος ανοιχτής γωνίας, αποκόλλησης του αμφιβληστροειδούς και του καταρράκτη. Επομένως, η μείωση της εξέλιξης της μυωπίας θα μπορούσε να μειώσει σημαντικά την πιθανότητα εμφάνισης μιας οπτικά απειλητικής κατάστασης. (Pucker, 2018)

Όσον αφορά το πότε πρέπει χορηγηθεί σε ένα μυωπικό παιδί κάποια από τις μεθόδους του myopia control, η ηλικία είναι ο καλύτερος προγνωστικός δείκτης της μυωπικής εξέλιξης, όπου η νεότερη εμφάνιση της μυωπίας σχετίζεται με την ταχύτερη εξέλιξη της. (Chua, S. Y.L., Sabanayagam, C., Cheung, Y. B., Chia, A., Valenzuela, R. K., Tan, D., Wong, T. Y., Cheng, C. Y., Saw, S. M. 2016) (Hyman, L., Gwiazda, J., Hussein, M., Norton, T. T., Wang, Y., Marsh-Tootle, W., Everett, D. 2005) Έτσι, οι γονείς οποιουδήποτε μυωπικού παιδιού, αλλά κυρίως εκείνων ηλικίας κάτω των 12 ετών, θα πρέπει να εκπαιδεύονται σχετικά με τις μεθόδους ελέγχου της μυωπίας. Τα περισσότερα παιδιά αναπτύσσουν μυωπία κατά τη σχολική ηλικία, η οποία είναι σε γενικές γραμμές καλά διαχειριζόμενη με τις υπάρχουσες μεθόδους ελέγχου της μυωπίας (Richdale, 2020).

Από την άλλη, στο άρθρο του (Pucker, 2018) ο ιδανικός ασθενής που θα υποστεί σε θεραπεία μυωπικού ελέγχου είναι κάποιος που θα του συνταγογραφηθεί το πρώτο ζευγάρι γυαλιά δύναμης -0.75D. Ωστόσο, ο έλεγχος μυωπίας μπορεί να προσφερθεί σε κάθε ασθενή του οποίου η μυωπία συνεχίζει να προοδεύει. Αυτή η ομάδα μπορεί να περιλαμβάνει ασθενείς στα τέλη της εφηβείας τους ή στις αρχές των 20 ετών. Όμως, πριν από τη συναίνεση πριν από την χορήγηση της εκάστοτε μεθόδου του myopia control, θα πρέπει να λάβει χώρα η εκπαίδευση των ασθενών ότι αυτή η ηλικιακή ομάδα δεν έχει συμπεριληφθεί στις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί περί του μυωπικού ελέγχου και ότι μπορεί να ωφεληθούν λιγότερο σε σύγκριση σε κάποιον νεότερο σε ηλικία μύωπα. Καθώς ορισμένοι μύες εξελίσσονται στα μέσα ή και στα τέλη της δεκαετίας των 20 ετών, οι ασθενείς θα πρέπει να ξεκινήσουν κάποια από τις μεθόδους του myopia control μέχρι τα μέσα της εφηβείας ή ακόμη περισσότερο, αν και προς το παρόν δεν υπάρχουν δεδομένα που να υποδηλώνουν πότε οι ασθενείς πρέπει να διακόψουν τη θεραπεία της μυωπίας.

Βέβαια, η μέση ηλικία κατά την οποία η μυωπία θα σταματήσει να προοδεύει είναι 15 έως 16 ετών. Ωστόσο, περίπου το 10% των περιπτώσεων των μυωπικών παιδιών θα προχωρήσει πέρα από την ηλικία 21 ετών (Richdale, 2020). Όμως σε κάθε περίπτωση, τα παιδιά θα εξακολουθήσουν να επωφελούνται από τη θεραπεία ελέγχου της μυωπίας σε σχέση με την παραδοσιακή διόρθωση μονής όρασης για όσο διάστημα συνεχίζεται η μυωπική εξέλιξη. Για αυτόν τον λόγο οι γονείς θα πρέπει να εκπαιδεύονται για το κόστος και τα οφέλη της συνεχιζόμενης θεραπείας της μυωπικής εξέλιξης.

3.2. Η επιλογή των κατάλληλων στρατηγικών του myopia control.

Το Διεθνές Ινστιτούτο Μυωπίας (IMI) υποστηρίζει πως ο οπτικός – οπτομέτρης και ο οφθαλμίατρος πριν χορηγήσουν την εκάστοτε θεραπεία του myopia control θα πρέπει πρώτα να έχουν προσδιορίσει τον ρυθμό εξέλιξης της μυωπίας. Αυτό προτείνεται πολύ απλά επειδή κατά την προσπάθεια ελέγχου της εξέλιξης της μυωπίας, η κατανόηση και η εκτίμηση του ρυθμού με τον οποίο εξελίσσεται η μυωπία για κάθε παιδί και έφηβο μπορεί να βοηθήσει στον προσδιορισμό της καταλληλότερης μεθόδου. (Jong & Gifford, 2021) (Jong & Jones, 2021)

Επιπροσθέτως, πάλι σύμφωνα με το Διεθνές Ινστιτούτο Μυωπίας πριν τη χορήγηση της εκάστοτε μεθόδου επιβράδυνσης της μυωπίας οι ειδικοί της όρασης θα πρέπει να έχουν λάβει υπόψιν τους όλους τους παράγοντες κινδύνου σχετικά με την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά που διαθέτουν πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου μπορεί να απαιτούν ιδιαίτερη διαχείριση και συχνή παρακολούθηση, σε σύγκριση με παιδιά με ελάχιστους ή καθόλου σχετιζόμενους παράγοντες κινδύνου. Πολλοί από τους παράγοντες που σχετίζονται με τον ασθενή και τη θεραπεία που θα πρέπει ο οπτικός – οπτομέτρης και ο οφθαλμίατρος να λάβουν υπόψιν τους πριν να επιλέξουν τη θεραπεία να χορηγήσουν είναι οι εξής:

- Το διαθλαστικό σφάλμα κατά την έναρξη της μυωπίας.
- Η ηλικία του παιδιού καθώς πολλές φορές, όσο μικρότερη είναι η ηλικία του μυωπικού παιδιού τόσο πιο γρήγορη είναι και η εξέλιξή της μυωπίας.
- Η κατάσταση της διόφθαλμης όρασης καθώς υπάρχουν μέθοδοι, όπως οι διπλεσσιακοί και πολυεστιακοί οφθαλμικοί φακοί, οι οποίοι ήταν πολύ αποτελεσματικοί (όσον αφορά τον μυωπικό έλεγχο) σε παιδιά με εσωφορία για κοντά και με προσαρμοστικές δυσκολίες.
- Η εθνικότητα μιας και στα παιδιά Ασιατικής καταγωγής έχουν μεγαλύτερη προδιάθεση για την εμφάνιση της μυωπίας συγκριτικά με αυτά που έχουν Ευρωπαϊκή εθνικότητα
- Το οπτικό περιβάλλον καθώς τα μυωπικά παιδιά πολλές φορές αφιερώνουν λιγότερο χρόνο σε εξωτερικές δραστηριότητες σε σύγκριση με παιδιά της ίδιας ηλικίας χωρίς μυωπία.
- Με την εμφάνιση της μυωπίας, υπάρχουν υποθέσεις για το κατά πόσο τα σφάλματα της προσαρμογής αποτελούν αιτία ή χαρακτηριστικό της
- Και τέλος, οι εκτιμήσεις περί της ασφάλειας, της συμμόρφωσης και του κόστους. (Jong & Jones, 2021)

3.3. Η αξία της θεωρίας του Peripheral Retinal Defocus στον πιο αποτελεσματικό μυωπικό έλεγχο

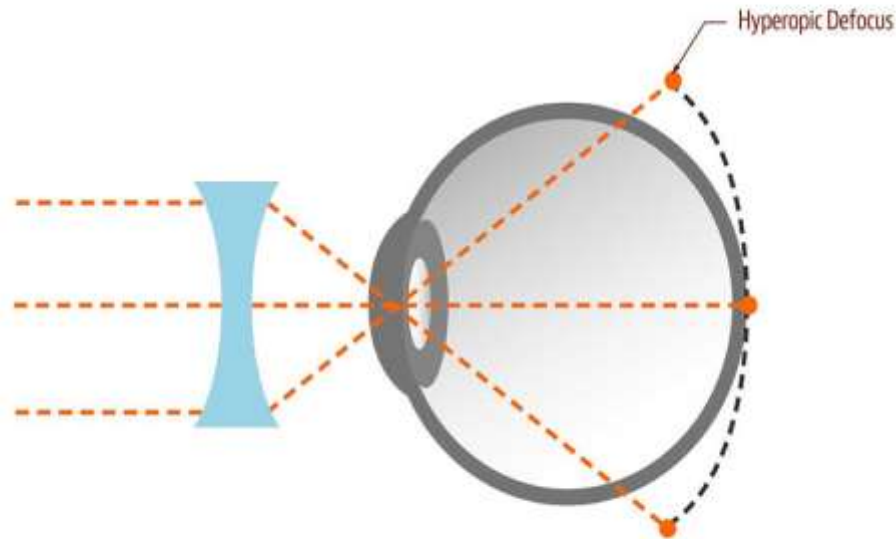
Η θεωρία του Peripheral Retinal Defocus υποστηρίζει ότι η υπερμετρωπική θόλωση του περιφερειακού αμφιβληστροειδή αποτελεί κύριο ερέθισμα για την έναρξη και την εξέλιξη της μυωπίας. Συγκεκριμένα, πριν από περίπου 40 χρόνια, σε μια έρευνα για τις

περιφερειακές διαθλάσεις σε ολλανδικούς εμπορικούς και στρατιωτικούς πιλότους, ανακαλύφθηκε ότι το 77.0% των εμμετρωπικών πιλότων που εμφάνισαν υπερμετρωπία στα περιφερειακά διαθλαστικά τους προφίλ, έγιναν αργότερα μύωπες. Στη μελέτη Orinda Longitudinal Study of Myopia που διαδραματίστηκε το 1993, οι κυκλοπληγικές περιφερειακές διαθλάσεις στις 30° ρινικά του αμφιβληστροειδούς οχτακοσίων είκοσι δύο παιδιών, έδειξαν ότι τα μυωπικά παιδιά είχαν μια μέση σχετική υπερμετρωπική μετατόπιση στην περιφέρεια $+0.80 \pm 1.29D$, ενώ τα εμμετρωπικά και τα υπερμετρωπικά παιδιά παρουσίασαν μία σχετική μυωπική μετατόπιση στην περιφέρεια σε σύγκριση με την κεντρική διαθλαστική τους κατάσταση. Άλλες, μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε ζωικά μοντέλα έδειξαν ότι ο περιφερειακός αμφιβληστροειδής παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των ματιών επιδρώντας στο αξονικό τους μήκος και παράλληλα συμμετέχοντας στη διαδικασία του emmetropization, μια διαδικασία όπου πραγματοποιείται η ρύθμιση της ανάπτυξης των ματιών με τρόπο που συνήθως εξαλείφονται τα διαθλαστικά λάθη (Sunderji, Farrah, 2018) (Mutti, D. O., Sholtz, R. I., Friedman, N. E., Zadnik, K. 2000).

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό ότι τα μυωπικά και τα υπερμετρωπικά μάτια αντιμετωπίζουν αντίθετες περιφερειακές διαθλάσεις, τουλάχιστον στον οριζόντιο μεσημβρινό. Επίσης, στη βιβλιογραφική ανασκόπηση των (mcmonnies2014) γίνεται η αναφορά πως πολλά εμμετρωπικά μάτια που στο τέλος γίνονται μυωπικά αρχίζουν να εμφανίζουν περιφερειακή υπερμετρωπική διάθλαση αρκετό καιρό πριν την έναρξη της εμφάνισης της μυωπίας.

Άρα, με λίγα λόγια, η επιμήκυνση των οφθαλμών μπορεί να ευθύνεται από την περιφερειακή αφεστίαση που σημειώνεται στον αμφιβληστροειδή λόγω του κοίλου σχήματος του. Το φαινόμενο αυτό συναντάται και κατά την διόρθωση της μυωπίας με τη χρήση των συμβατικών μονοεστιακών οφθαλμικών φακών ή και με τη χρήση των κοινών μονοεστιακών φακών επαφής οι οποίοι διορθώνουν μεν το κεντρικό διαθλαστικό σφάλμα, όμως δημιουργούν μια αφεστίαση περιφερειακά του αμφιβληστροειδούς. Επιπροσθέτως, μελέτες που έχουν διεξαχθεί σε ανθρώπους (κυρίως σε Καυκάσιους) αναφέρουν πως τα μυωπικά παιδιά είχαν μεγαλύτερη υπερμετρωπία στην περιφέρεια σε σύγκριση με τα υπερμετρωπικά και τα εμμετρωπικά και ότι έχει φανεί πως η υπερμετρωπική σχετική διάθλαση εμφανίζεται, κατά βάση, στον οριζόντιο μεσημβρινό (Leo, S. W., Adio, A., Fernandez, A., Godts, D., Mojon, D., Salchow, D. J., Granet, D. B., Bremond-Gignac, D., Li, J., Nischal, K. K., Kowal, L., Welinder, L., Pompe, M. T., Goldchmit, M., Younis, M., Freeman, N., Kekunnaya, R., Hertle, R., Cotter, S., Morad, Y., Choong, Y. F. 2017) (Sunderji, 2018). Για τους παραπάνω λόγους, στα επόμενα κεφάλαια που αναλύονται οι τεχνικές ελέγχου της μυωπίας, σε πολλές από αυτές γίνεται η αναφορά στο πως επηρεάζουν τον περιφερειακό αμφιβληστροειδή.

Hyperopic Defocus



Εικόνα 17: Η διόρθωση της μυωπίας με έναν συμβατικό αρνητικό μονοεστιακό φακό. Το κεντρικό διαθλαστικό σφάλμα είναι διορθωμένο όμως οι περιφερειακές ακτίνες δεν εστιάζουν πάνω στον αμφιβληστροειδή. (<https://www.kidsorthok.com.au/how-does-ortho-k-slow-myopia.htm>) (Επίσκεψης στις 28 Μαρτίου, 2021)

3.4. Τα ηθικά ζητήματα σχετικά με τον έλεγχο της μυωπίας

Σύμφωνα με το άρθρο των (Jong & Gifford, 2021) (Jong & Jones, 2021) που πραγματεύεται τα ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με τον επιτυχή μυωπικό έλεγχο, το Διεθνές Ινστιτούτο Μυωπίας (IMI) έχει κάνει κάποιες συστάσεις στις βιομηχανίες, στους κατασκευαστές, στους ακαδημαϊκούς και στους κλινικούς σχετικά την ορθή συνταγογράφηση και χρήση της θεραπείας που σχετίζεται με το myopia control. Οι συστάσεις του Διεθνούς Ινστιτούτου Μυωπίας είναι οι εξής:

1. Οι κατασκευαστές, οι ακαδημαϊκοί και όλοι οι επαγγελματίες περίθαλψης της όρασης έχουν την ηθική ευθύνη να φροντίζουν την υγεία των ματιών του ασθενούς καθώς και να αντιμετωπίζουν με ειλικρινή και δίκαιο τρόπο ζητήματα που σχετίζονται με την ποιότητα της οφθαλμικής περίθαλψης και την πρόσβαση σε αυτήν.
2. Όσοι είναι άμεσα εμπλεκόμενοι με την πρακτική έλεγχου της μυωπικής εξέλιξης ή στη δημιουργία νέων κατασκευασμάτων θα πρέπει να αναφέρουν οποιαδήποτε σύγκρουση συμφερόντων (παραδείγματος χάριν πηγές χρηματοδότησης της έρευνας).
3. Όλοι οι ασθενείς θα πρέπει να έχουν ενημερωθεί εάν το προϊόν που τους προτάθηκε έχει εγκριθεί για τον μυωπικό έλεγχο ή εάν θεωρείται εκτός ένδειξης.

4. Το κόστος της εκάστοτε θεραπείας δεν θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν μεμονωμένα αλλά ως αναλογία κόστους – όφελους για τον κάθε ασθενή ξεχωριστά. Πιο συγκεκριμένα, το όφελος θα αξιολογείται ως προς την επιβράδυνση της μυωπικής εξέλιξης σε σύγκριση με το αναμενόμενο για τον συγκεκριμένο ασθενή (λαμβάνοντας υπόψιν κάποια κριτήρια όπως για παράδειγμα την ηλικία του ασθενούς, την πρόσφατη εξέλιξη της μυωπίας, τους βαθμούς της κ.α.)
5. Οι επαγγελματίες περίθαλψης της όρασης θα πρέπει – κατόπιν ενημέρωσης – να περιθάλπουν τους ασθενείς τους, συστήνοντας τις κατάλληλες θεραπείες και χρησιμοποιώντας τεκμηριωμένες πρακτικές.
6. Οι ακαδημαϊκοί είναι υπεύθυνοι στο να διαδίδουν τις επιστημονικές πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα εγκεκριμένων και μη μεθόδων του μυωπικού ελέγχου
7. Είναι εμφανής η ανάγκη η δημιουργία ενός τυποποιημένου εκπαιδευτικού υλικού για τους κινδύνους που εγκυμονεί η ανάπτυξη της μυωπίας καθώς και το ποιες είναι οι μέθοδοι ελέγχου της εξέλιξής της.

Κεφάλαιο 4. Myopia control με Ορθοκερατολογικούς Φακούς Επαφής

Η χρήση σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής μπορεί να δημιουργήσει αλλαγές στην καμπυλότητα του κερατοειδούς. Ως ορθοκερατολογία (OK, ortho-k, αναμόρφωση του κερατοειδούς, διαθλαστική θεραπεία του κερατοειδούς ή και θεραπεία διαμόρφωσης της όρασης) πολλές φορές ορίζεται η προγραμματισμένη, προσωρινή μείωση της μυωπίας μέσω της εφαρμογής ειδικών σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής (RGP) που επιπεδώνουν τον κερατοειδή (Bullimore & Johnson, 2020) (Cooper, J., Schulman, E., Jamal, N. 2012). Η πρώτη εφαρμογή ενός τέτοιου φακού επαφής (που επιπεδώνει τον κερατοειδή) αναφέρθηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1960 όταν το «orthofocus» περιεγράφηκε η τεχνική (Bullimore & Johnson, 2020). Σήμερα, η συνηθέστερη κλινική εφαρμογή της ορθοκερατολογίας αποτελεί η μείωση της μυωπίας [(όχι μόνο στα παιδιά αλλά και στους ενήλικες) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008)], παρόλο που αναπτύσσονται νέα σχέδια φακών που στοχεύουν στον αστιγματισμό, την υπερμετρωπία και την πρεσβυωπία (Swarbrick, 2006).

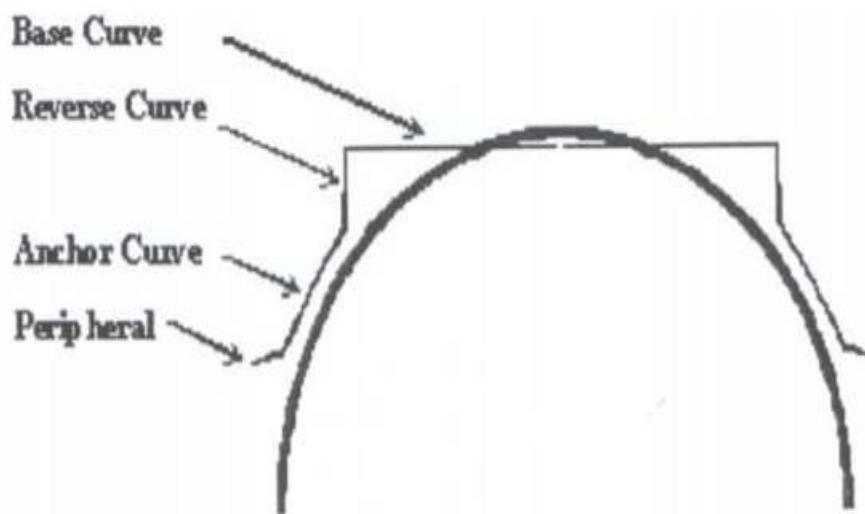
4.1. Η Ορθοκερατολογία

Στόχος της μεθόδου της ορθοκερατολογίας αποτελεί η πίεση του επιθηλίου του κερατοειδούς με τη χρήση ειδικών φακών επαφής, των ορθοκερατολογικών. Εφαρμόζοντας τους φακούς αυτούς σε ένα μυωπικό μάτι αναδιαμορφώνεται ο κερατοειδής όπου πιο συγκεκριμένα μεταβάλλεται το κεντρικό του πάχος και αυξάνεται το περιφερειακό του. Οι ορθοκερατικοί φακοί ή όπως αλλιώς ονομάζονται φακοί αντίστροφης γεωμετρίας εφαρμόζονται στον μύωπα κατά τη διάρκεια της νύχτας και ενώ ο χρήστης κοιμάται αυτοί επιπεδώνουν τον κερατοειδή του ώστε να μπορέσει να δει καθαρά την επόμενη ημέρα (Λαμπρινού & Μποτζακάκη, 2016)

Όσον, αφορά τους ορθοκερατολογικούς φακούς επαφής, υπάρχει μια πληθώρα σχεδιάσεων των οποίων η διαφορά έγκειται κυρίως στο αν οι φακοί αυτοί είναι τρικαμπυλωτοί ή τετρακαμπυλωτοί καθώς και στα χαρακτηριστικά της κεντρικής και της αντίστροφης καμπύλης. Σύμφωνα με τους (Κατσούλος, et al., 2010), ο Jessen τη δεκαετία του 1960 έχει πει πως για κάθε διοπτρία διαθλαστικής αλλαγής, ο ορθοκερατολογικός φακός πρέπει να διαφέρει 0.20mm σε σχέση με τον φακό που θα εφαρμοζόταν σε φυσιολογικές συνθήκες. Για παράδειγμα, αν ο κερατοειδής έχει 7.80mm ακτίνα καμπυλότητας και ο εφαρμοστής θέλει να μειώσει τη υπάρχουσα μυωπία του ασθενούς κατά 1.00D, τότε θα του εφαρμόσει ορθοκερατολογικό φακό επαφής με κεντρική ακτίνα καμπυλότητας 8.00 - 8.10mm αντί για 7.80 -7.90mm. Βέβαια, οι σύγχρονοι ορθοκερατολογικοί φακοί επαφής χρησιμοποιούν παραλλαγές αυτού του κανόνα.

Προαναφέρθηκε ότι για επίτευξη της μεθόδου της ορθοκερατολογίας εφαρμόζονται οι λεγόμενοι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί αντίστροφης γεωμετρίας. Η οπίσθια επιφάνεια των φακών αυτών ήταν τρικαμπυλωτή και πιο συγκεκριμένα αποτελούταν από την κεντρική οπτική ζώνη που είχε διάμετρο 6 – 7mm, μια περιφερειακή που ήταν κυρτότερη από την κεντρική και μια μεσοπεριφερειακή περιοχή η οποία κατέληγε σε ένα μέρος του φακού το οποίο ήταν λίγο ανασηκωμένο ώστε να επιτευχθεί η εισροή δακρύων. Έπειτα όμως, για να επιτευχθεί καλύτερη επιπέδωση του κερατοειδούς, δημιουργήθηκαν οι φακοί διπλής αντίστροφης γεωμετρίας των οποίων η οπίσθια επιφάνεια αντί για τρικαμπυλωτή, μέσω της προσθήκης μιας καμπυλότητας ευθυγράμμισης που βρίσκεται παράλληλα με τον μεσοπεριφερειακό κερατοειδή, είναι τετρακαμπυλωτή. Με άλλα λόγια λοιπόν, ο ορθοκερατολογικός φακός επαφής αποτελείται από τις εξής ζώνες καμπυλότητας:

- Την πρώτη ζώνη ή αλλιώς την κεντρική οπτική ζώνη η οποία είναι πιο επίπεδη από τον κεντρικό κερατοειδή και έχει διάμετρο 6.00 έως 7.00mm.
- Την δεύτερη ζώνη η οποία είναι και η προαναφερθείσα αντίστροφη καμπύλη. Αυτή είναι πιο σφιχτή από την πρώτη και έχει ακτίνα καμπυλότητας από 0.5 έως 1.00mm.
- Την τρίτη ζώνη γνωστή και ως καμπύλη ευθυγράμμισης. Αυτή η ζώνη βρίσκεται στους τετρακαμπυλωτούς φακούς, είναι πιο επίπεδη από την αντίστροφη καμπύλη και βρίσκεται παράλληλα του μεσοπεριφερειακού κερατοειδούς.
- Την τέταρτη καμπύλη που είναι πιο επίπεδη από την τρίτη και ταυτόχρονα πιο κυρτή συγκριτικά με εκείνη των συμβατικών φακών παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο ένα μικρό άνοιγμα στα άκρα του φακού ώστε να επιτυγχάνεται η εισροή των δακρύων στον κερατοειδή



Εικόνα 18 : Η τεχνολογία του ορθοκερατολογικού φακού επαφής
<http://www.ivo.gr/files/items/1/109/georgiadou-othokeratology.pdf> (Επίσκεψη 08 Μαΐου 2021)

4.2. Μυοπία control με Ορθοκερατολογικούς φακούς επαφής

Όσον αφορά τον μυωπικό έλεγχο, οι ορθοκερατολογικοί φακοί επαφής πιστεύεται ότι επιβραδύνουν οπτικά την εξέλιξη της μυωπίας αφού διορθώνουν το κεντρικό διαθλαστικό σφάλμα αφήνοντας την περιφερική μυωπική θόλωση, η οποία λειτουργεί ως πιθανή ένδειξη για την επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας. Άρα, αυτό που επιτυγχάνουν οι φακοί επαφής αντίστροφης γεωμετρίας είναι να “ισοπεδώνουν” το κεντρικό κερατοειδή παρέχοντας έτσι μια σαφή εικόνα στον κεντρικό αμφιβληστροειδή, ενώ ο μεσαίος-περιφερειακός κερατοειδής γίνεται πιο απότομος (steep), επιβάλλοντας έτσι μια μυωπική απόκλιση στον περιφερειακό αμφιβληστροειδή και διορθώνοντας ταυτόχρονα την υπερμετρωπική περιφερική αφεστίαση, επιβραδύνοντας τελικά τη μυωπική εξέλιξη (Bullimore & Johnson, 2020). Επίσης, λόγω του ότι αυτοί οι φακοί επαφής φοριούνται κατά τη διάρκεια της νύχτας, σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο μικροβιακής κερατίτιδας, όπου ο κίνδυνος αυτός είναι τόσο

αυξημένος, όσο να φορούσε κάποιος μαλακούς φακούς επαφής όλη τη νύχτα (Bullimore & Johnson, 2020).

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα που αποδίδει η μέθοδος της ορθοκερατολογίας στο μυωπικό έλεγχο και αναδράμοντας στις σχετικές κλινικές δοκιμές που έχουν λάβει χώρα, οι (Walline, J. J., Rah, M. J., Jones, L. A. 2004), στην πιλοτική μελέτη Children's Overnight Orthokeratology Investigation (COOKI) αξιολόγησαν το διαθλαστικό σφάλμα, τις οπτικές αλλαγές και ευρήματα βιομικροσκοπίας πριν και μετά από 6 μήνες ολονύχτιας ορθοκερατολογίας σε 29 παιδιά ηλικίας μεταξύ 8 και 11 ετών, με 0.75D έως 5.00D μυωπία και λιγότερο από 1.50D κερατοειδικό αστιγματισμό. Στο τέλος της 6μηνης επίσκεψης, ο μέσος όρος της μη διορθωμένης οπτικής οξύτητας ήταν 20/25 και το μέσο σφαιρικό ισοδύναμο (SE) ήταν $-0.16 \pm 0.66D$ σε κάθε μάτι. Στη διάρκεια των πρωινών επισκέψεων, το 58,8% των παιδιών εμφάνισε ήπια χρώση του κερατοειδούς και μόνο το 35,3% των παιδιών την εμφάνισαν και κατά την απογευματινή επίσκεψη και έτσι οι (Kakita, et al., 2011) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι φακοί ήταν αποτελεσματικοί για νέους μυωπικούς ασθενείς. Έναν χρόνο μετά, στην μελέτη έρευνας Longitudinal Orthokeratology Research in Children (LORIC), οι (Cho, P., Cheung, S. W., Edwards, M. 2005) σύγκριναν το αξονικό μήκος του οφθαλμού μέσω του υπερηχογραφήματος A-scan σε παιδιά μεταξύ των ηλικιών 7 και 12, με μυωπία μεταξύ του $-0.25D$ και $-4.50D$ και με λιγότερο από 2.00D αστιγματισμού. Το συνολικό δείγμα των παιδιών χωρίστηκε σε 2 ομάδες για να εξοπλιστούν είτε με τους φακούς επαφής αναδιαμόρφωσης του κερατοειδούς (N = 35), είτε με απλά μονοεστιακά γυαλιά. Το 81% των παιδιών ολοκλήρωσαν τη μελέτη και παρατηρήθηκε σημαντική επιβράδυνση της ανάπτυξης των οφθαλμών στην ομάδα των φακών επαφής. Συγκεκριμένα, το αξονικό μήκος στην ομάδα της ορθοκερατολογίας αυξήθηκε κατά $0.29 \pm 0.27mm$ έναντι της ομάδας των γυαλιών όπου η αύξηση ήταν: $0.54 \pm 0.27mm$, ενώ επίσης παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα που βρέθηκαν και στις μετρήσεις βάθους του υαλοειδούς σώματος αφού η αύξηση που σημειώθηκε (κατά μέσο όρο) ήταν $0.29 \pm 0.27mm$ και $0.54 \pm 0.27mm$ για τις αντίστοιχες ομάδες. Ωστόσο όμως, αν και η μέση μυωπική μείωση κυμάνθηκε στο 46% οι (Cho, et al., 2005) ανέφεραν ότι υπήρξε σημαντική μεταβλητότητα στο ποσό της επιμήκυνσης, υποδηλώνοντας ότι δεν υπάρχει τρόπος να προβλεφθεί η επίδραση της ορθοκερατολογίας στην εξέλιξη της μυωπίας για το οποιοδήποτε παιδί.

Σε μια παρόμοια μελέτη με την παραπάνω (Corneal Reshaping and Yearly Observation of Nearsightedness), οι (Walline, et al., 2009) προσδιόρισαν κατά πόσο οι φακοί επαφής που αναμορφώνουν το κερατοειδή είναι αποτελεσματικοί στην επιβράδυνση της εξέλιξης του οφθαλμού. Σαράντα παιδιά από 8 έως 11 ετών, τα οποία είχαν μυωπία μεταξύ του $-0.75D$ και του $-4.00D$ και αστιγματισμό μικρότερο του 1.00D, φόρεσαν ορθοκερατολογικούς φακούς για 2 χρόνια. Στη συγκεκριμένη μελέτη, το 70% των παιδιών ολοκλήρωσε τη μελέτη, μέσω του υπερηχογραφήματος A-scan μετρήθηκε το αξονικό μήκος στα παιδιά που φόρεσαν είτε ορθοκερατολογικούς φακούς, είτε μαλακούς φακούς επαφής. Στα παιδιά όπου εφαρμόστηκε η ορθοκερατολογία, σε σύγκριση με εκείνα όπου το διαθλαστικό σφάλμα διορθώθηκε με μαλακούς φακούς, ο ρυθμός αλλαγής στο αξονικό μήκος ήταν κατά μέσο όρο 0.16mm ετησίως μικρότερος ενώ παράλληλα το βάθος του υαλοειδούς σώματος ήταν μικρότερο κατά 0.10mm ετησίως και τα αποτελέσματα αυτά, σύμφωνα με τους (Walline, et al., 2009), αντιπροσωπεύουν σε 38% μείωση της μυωπικής εξέλιξης.

Την προηγούμενη δεκαετία, οι (Kakita, T., Hiraoka, T., Oshika, T. 2011) διεξήγαγαν μια μελέτη για την αξιολόγηση της επιρροής της ολονύχτιας ορθοκερατολογίας στην αξονική επιμήκυνση σε μυωπικά παιδιά σε σχέση με αυτά που χρησιμοποιούν γυαλιά οράσεως. Το αξονικό μήκος μετρήθηκε κατά την έναρξη της εξέτασης και επαναλήφθηκε μετά από 2 χρόνια. Έτσι, μετά τα δύο χρόνια της έρευνας, το αξονικό μήκος αυξήθηκε $0.39 \pm 0.27mm$ για την ομάδα ορθοκερατολογίας και $0.61 \pm 0.24mm$ για την ομάδα ελέγχου. Αυτή η διαφορά χαρακτηρίστηκε ως στατιστικά σημαντική και τα ευρήματα κατέδειξαν ότι η ορθοκερατολογία επιβραδύνει την αξονική επιμήκυνση των μυωπικών παιδιών κατά περίπου 36% σε σύγκριση με τη διόρθωση του που παρέχει ο οφθαλμικός φακός. Σε παρόμοια μελέτη, οι

(Santodomingo-Rubido, J., Villa-Collar, C., Gilmartin, B., Gutiérrez-Ortega, R. 2012) συνέκριναν το αξονικό μήκος -πάλι- σε παιδιά που φορούν είτε ορθοκερατολογικούς φακούς, είτε γυαλιά μονοεστιακά για 2 χρόνια. Οι προαναφερθέντες ερευνητές ανέφεραν ότι το αξονικό μήκος αυξήθηκε σημαντικά με την πάροδο του χρόνου τόσο για την ομάδα των φακών (0.47mm) όσο και για την ομάδα των γυαλιών (0.69mm) αν και η διαφορά αντιπροσώπευσε τη μείωση της μυωπίας.

Σε άλλη μια σύγκριση της αποτελεσματικότητας της ορθοκερατολογίας έναντι των οφθαλμικών μονοεστιακών γυαλιών, οι (Mok & Chung, 2011) μέτρησαν τη διαθλαστικό σφάλμα και την κεντρική καμπυλότητα του κερατοειδούς για 34 παιδιά που φορούσαν ορθοκερατικούς φακούς και για 36 παιδιά που φορούσαν γυαλιά για 6 ή και περισσότερα χρόνια. Όλοι οι ασθενείς με Ortho-K είχαν περίοδο έκπλυσης καθοριζόμενη από το ταίριασμα των κερατομετρικών ενδείξεων στο τέλος της μελέτης με αυτά πριν την έναρξή της. Η εξέλιξη της μυωπίας υπολογίστηκε ως η αλλαγή μυωπίας από την αρχική στην τελική επίσκεψη. Η μέση μυωπική εξέλιξη των φακών επαφής κατά τη διάρκεια της νύχτας ήταν $0.37 \pm 0.49D$ ($0.05D$ / έτος) ενώ, η μέση μυωπική εξέλιξη της ομάδας των γυαλιών ήταν $2.06 \pm 0.81D$ ($0.29D$ / έτος) μετά από 7 χρόνια. Το ενδιαφέρον της μελέτης αυτής αποτελεί το μειωμένο ποσοστό της εξέλιξης τόσο της ομάδας ορθοκερατολογίας όσο και της ομάδας ομάδα των γυαλιών, σε σύγκριση με άλλες μελέτες. Δεν πραγματοποιήθηκαν, σε αυτή τη μελέτη, εξετάσεις με A-scan ή κυκλοπληγικές διαθλάσεις, ωστόσο όμως, αυτή η προκαταρκτική μελέτη παρείχε καλά πιλοτικά δεδομένα που καταδεικνύουν τη μακροπρόθεσμη επίδραση των ορθοκερατικών φακών επαφής. Σε ακόμη μία μακροχρόνια μελέτη (5 χρόνια), οι (Hiraoka, T., Kakita, T., Okamoto, F., Takahashi, H., Oshika, T. 2012) συνέκριναν τις αλλαγές αξονικού μήκους στα παιδιά που ακολούθησαν τη μέθοδο της ολονύχτια ορθοκερατολογία σε σχέση με τα παιδιά που χρησιμοποίησαν απλά γυαλιά. Η αύξηση του αξονικού μήκους κατά τη διάρκεια της πενταετούς μελέτης ήταν $0.99 \pm 0.47mm$ για τα παιδιά που φόρεσαν φακούς και $1.41 \pm 0.68mm$ για την ομάδα ελέγχου. Η διαφορά που προέκυψε ήταν στατιστικά σημαντική για τα πρώτα 3 χρόνια, αλλά όχι και για το τέταρτο και πέμπτο έτος. Επομένως, συνιστάται προσοχή ώστε να αποφευχθεί η γενίκευση των βραχυπρόθεσμων δεδομένων σε μακροπρόθεσμα συμπεράσματα (Hiraoka, et al., 2012) (Kinoshita, et al., 2008) (Cooper, et al., 2012). Βέβαια, σε μια πιο πρόσφατη κλινική δοκιμή που αξιολόγησε την επίδραση των ορθοκερατολογικών φακών επαφής και των μονοεστιακών γυαλιών για 7 χρόνια, φάνηκε πως η ορθοκερατολογία κατάφερε μειώσει τον ρυθμό της αξονικής επιμήκυνσης κατά 33% σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Όμως, είναι άξιο να σημειωθεί πως σε αυτήν την έρευνα τα παιδιά αξιολογούνταν κάθε εξάμηνο για τα πρώτα δυο χρόνια και μόνο μία φορά αξιολογήθηκαν στα επόμενα 5, η οποία φορά ήταν στο τέλος της έρευνας, δηλαδή, μετά από 84 μήνες (Santodomingo-Rubido, J., Villa-Colla, C., Gilmartin, B., Gutiérrez-Ortega, R., Keiji, S. 2016).

Μια ακόμη ενδιαφέρουσα κλινική δοκιμή αποτελεί και αυτή των (Cho & Cheung, 2012), γνωστή και ως ROMIO (Retardation of myopia in orthokeratology study). Σε αυτήν τη διετούς τυχαίοποιημένη κλινική δοκιμή που πραγματοποιήθηκε στο Χονγκ Κονγκ, η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε ήταν $0.36 \pm 0.24mm$ στην ομάδα ορθοκερατολογίας και $0.63 \pm 0.26mm$ στην ομάδα των γυαλιών μονής όρασης. Οι (Cho & Cheung, 2012) επίσης, συνέκριναν την εξέλιξη της μυωπίας μεταξύ των ατόμων με $\geq -5.00D$ μυωπία που διορθώθηκαν είτε με συνδυασμό φακών επαφής ορθοκερατολογίας και γυαλιά μονής όρασης ή μόνο με γυαλιά μονής όρασης. Τα μάτια που διορθώθηκαν με φακούς επαφής ορθοκερατολογίας και γυαλιά αυξήθηκαν κατά $0.19 \pm 0.1mm$, σε σύγκριση με $0.51 \pm 0.32mm$ για όσα φορούσαν μόνο γυαλιά. Σύμφωνα με την έρευνα των (Cho & Cheung, 2012) αποτελεί την πρώτη απόδειξη της αποτελεσματικότητας της ορθοκερατολογίας ως μέθοδο του myopia control σε παιδιά που είναι υψηλοί μύωπες, και επιβεβαιώνει και άλλες μελέτες που διαπίστωσαν ότι οι φακοί επαφής ορθοκερατολογίας επιβραδύνουν την ανάπτυξη των ματιών. Επιπροσθέτως, άξια αναφοράς αποτελεί και η μελέτη των (Swarbrick, H. A., Alharbi, A., Watt, K., Lum, E., Kang, P. 2015), οι οποίοι διερεύνησαν την επίδραση της ορθοκερατολογίας σε παιδιά της Ανατολικής Ασίας με προοδευτική μυωπία με τον εξής

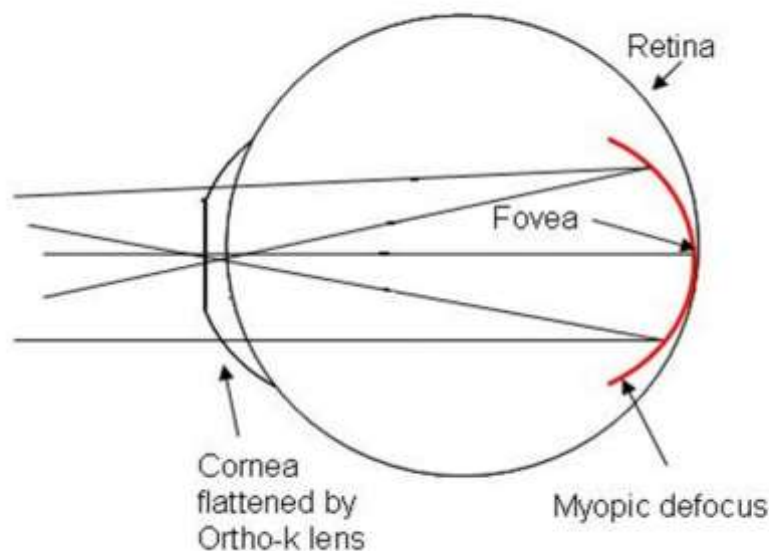
τρόπο: 26 παιδιά κλήθηκαν να φορούν στο ένα μάτι - κατά τη διάρκεια της νύκτας - έναν ορθοκερατικό φακό επαφής, και στο άλλο μάτι – κατά τη διάρκεια της ημέρας- έναν ημισκληρο φακό επαφής (RGP), για έναν χρόνο. Μετά από 6 μήνες, το αξονικό μήκος είχε αυξηθεί κατά $0.04 \pm 0.06\text{mm}$ στο μάτι με τον RGP φακό αλλά δεν έδειξε καμία αλλαγή ($0.02 \pm 0.05\text{mm}$) στο μάτι με τον ορθοκερατολογικό φακό. Κατά τη διάρκεια της δεύτερης 6μηνης αξιολόγησης, στο μάτι με της ορθοκερατολογίας, δεν υπήρξε αλλαγή από την γραμμική βάση στο αξονικό μήκος στο 12μήνο ($0.04 \pm 0.08\text{mm}$, ωστόσο όμως, στον οφθαλμό με τον RGP φακό, η 12μηνη αύξηση του αξονικού μήκους ήταν σημαντική ($0.09 \pm 0.09\text{mm}$). Οι (Swarbrick, et al., 2015) ανέφεραν πως το μάτι που φορούσε RGP φακούς έδειξε προοδευτική ανάπτυξη αξονικού μήκους σε όλη τη μελέτη, όμως, όσον αφορά την ορθοκερατολογία, αποδεικνύεται ότι, τουλάχιστον κατά τους αρχικούς μήνες χρήσης του φακού, ανέστειλε την ανάπτυξη των αξονικών ματιών και την εξέλιξη της μυωπίας σε σύγκριση με τους συμβατικούς σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς.

Όπως φαίνεται παραπάνω, οι περισσότερες έρευνες ασχολούνται με το πως επιδρά η ορθοκερατολογία στη μυωπική εξέλιξη σε παιδιά που έχουν $\leq 2.00\text{D}$ αστιγματισμό. Η μέθοδος της ορθοκερατολογίας όμως έχει δείξει πως μπορεί να μειώσει τη μυωπική εξέλιξη και σε παιδιά με μεγαλύτερους αστιγματισμούς. Στη διετούς μελέτη των (Chen, C., Cheung, S. W., Cho, P. 2013) διερευνήθηκε το αν η ορθοκερατολογία μπορεί να είναι αποτελεσματική για τον έλεγχο της μυωπίας σε παιδιά με μέτριο έως υψηλό αστιγματισμό (έως 3.50D). Τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν ηλικίας 6-12 ετών, με μυωπία από -0.50 έως -5.00D και με - κατά κανόνα - αστιγματισμό από -1.25 έως 3.50D . Από τα 80 παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα, τα 58 ολοκλήρωσαν τη μελέτη με επιτυχία όπου τα 35 φόρεσαν τορικούς ορθοκερατολογικούς φακούς επαφής και 23 μονοεστιακά γυαλιά. Η μέση αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε στο τέλος της μελέτης ήταν $0.31 \pm 0.27\text{mm}$ και $0.64 \pm 0.31\text{mm}$ για τις δύο προαναφερθέντες ομάδες, με αποτέλεσμα, η αξονική επιμήκυνση να ήταν κατά 52% πιο αργή για την ομάδα της ορθοκερατολογίας. Τρία χρόνια μετά, στην έρευνά τους, οι (Lyu, B., Hwang, K. Y., Kim, S. Y., Kim, S. Y., Na, K. S. 2016) αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα των τορικών ορθοκερατολογικών φακών σε άτομα με μυωπία (-0.75 έως -6.00D) και αστιγματισμό (έως -4.00D). Στην συγκεκριμένη έρευνα εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα των τορικών ορθοκερατολογικών φακών σε παιδιά αλλά και σε ενήλικες αφού η ηλικία του δείγματος ήταν από 7 έως 49 ετών. Κατά το διάστημα των 4 μηνών, το μυωπικό διαθλαστικό σφάλμα μειώθηκε σημαντικά κατά $2.60 \pm 2.21\text{D}$ όπως επίσης και το αστιγματικό μειώθηκε σημαντικά κατά $0.63 \pm 0.98\text{D}$ και έτσι οι (Lyu, et al., 2016) δήλωσαν ότι η τορική ορθοκερατολογία αποτελεί μια αποτελεσματική μέθοδο θεραπείας της μυωπίας και του αστιγματισμού.

Ένα ακόμη σημαντικό ερώτημα που απασχολεί τους επιστήμονες και αφορά τον κάθε τρόπο ελέγχου της μυωπίας είναι εάν τα οφέλη διατηρούνται μετά τη διακοπή της παρέμβασης. Ελάχιστες είναι οι έρευνες που έχουν βρει πως μετά τη διακοπή των ορθοκερατολογικών φακών υπήρχε ξανά ανάκαμψη της μυωπίας (Bullimore & Johnson, 2020). Μια από αυτές είναι των (Cho & Cheung, 2017), οι οποίοι συγκρίνοντάς τις αλλαγές στην αξονική επιμήκυνση σε άτομα που διέκοψαν για 6 μήνες και ύστερα συνέχισαν τη χρήση φακών ορθοκερατολογίας σε σχέση με εκείνα που δεν διέκοψαν να φορούν τους φακούς τη νύχτα, βρήκαν πως στα 15 άτομα σταμάτησαν να φοράνε τους φακούς, το αξονικό μήκος αυξήθηκε κατά $0.15 \pm 0.08\text{mm}$, και μόνο κατά $0.09 \pm 0.08\text{mm}$ στα 16 άτομα που δεν διέκοψαν τη θεραπεία.

Περί περιφερειακής διάθλασης, όπως έχει προαναφερθεί όταν τα παραδοσιακά γυαλιά ή οι φακοί επαφής διορθώνουν το σφάλμα, στον οπίσθιο πόλο, δημιουργείται υπερμετρωπική περιφερειακή αφεστίαση η οποία έχει φανεί ότι αποτελεί σήμα για τοπική αξονική επιμήκυνση (Cooper, et al., 2012). Οι ορθοκερατολογικοί φακοί επαφής πιστεύεται ότι λόγω της αναμόρφωσης που προκαλούν στο κερατοειδή διορθώνουν την περιφερειακή υπερμετρωπική αφεστίαση. Προς υποστήριξη αυτής της θεωρίας, οι στην μελέτη τους περιέγραψαν την περιφερειακή διάθλαση σε μυωπικά παιδιά που φορούσαν στο ένα μάτι

ορθοκερατολογικό φακό επαφής και στο ετερόπλευρο ημίσκληρο. Μετά από 3 μήνες χρήσης φακού ορθοκερατολογίας, στο ένα μάτι, μετρήθηκε η περιφερειακή διάθλαση 30 μίρες στο κροταφικό οπτικό πεδίο και 20 μίρες στο ρινικό οπτικό πεδίο. Η περιφερική διάθλαση ήταν παρόμοια με το κέντρο σε όλες τις θέσεις στο κροταφικό οπτικό πεδίο ενώ παρέμειναν σημαντικά μυωπικές σε όλες τις θέσεις στο ρινικό οπτικό πεδίο. Από την άλλη πλευρά, δεν υπήρξε καμία αλλαγή ούτε στην κεντρική ούτε στην περιφερική διάθλαση στο μάτι ελέγχου, που φορούσε απλό παραδοσιακό RGP φακός επαφής, καταλήγοντας έτσι στο συμπέρασμα ότι η ορθοκερατολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόκληση μυωπικής εστίας στην περιφέρεια των μυωπικών παιδιών παρέχοντας έναν πιθανό μηχανισμό για τον έλεγχο της μυωπίας. Επιπλέον σύμφωνα με τους (Bullimore & Johnson, 2020) υπάρχουν και άλλες μεταγενέστερες μελέτες που επιβεβαιώνουν ότι η αναμόρφωση του κερατοειδούς μέσω της ορθοκερατολογίας μετατρέπει την προ θεραπείας περιφερική υπερμετρωπική αφεστίαση σε περιφερική μυωπική αφεστίαση μετά την θεραπεία.



Εικόνα 19 : Η αναμόρφωση του κερατοειδούς μέσω της ορθοκερατολογίας μετατρέπει την προ θεραπείας περιφερική υπερμετρωπική αφεστίαση σε περιφερική μυωπική αφεστίαση μετά την θεραπεία. (https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ftheeyeclinic.com.sg%2Fservice%2Fortho-k-orthokeratology%2F&psig=AOvVaw2KK8XcphP_a-gmAoKbxQRX&ust=1617522695167000&source=images&cd=vfe&ved=0CAMQjB1qFwoTCiifOLL4e8CFQAAAAdAAAAABAD) (Επίσκεψη στις 12 Μαΐου 2021)

Τέλος, το τελευταίο ζήτημα που απασχολεί την επιστημονική κοινότητα αφορά την ασφάλεια που παρέχει η μέθοδος της ορθοκερατολογίας. Το 2008, η Αμερικανική Ακαδημία Οφθαλμολογίας εξέδωσε επίσημη δήλωση σχετικά με την ασφάλεια ορθοκερατολογίας, συνιστώντας ένα μεγάλο περιθώριο ασφάλειας για ασθενείς που υποβάλλονται σε αυτή τη θεραπεία σε αναφορές περιπτώσεων επιπλοκών που απειλούν την όραση, όπως η λοιμώδης κερατίτιδα και ηπιότερες επιπλοκές των διαβρώσεων του κερατοειδούς και της ιρίτιδας (Van Meter, W. S., Musch, D. C., Jacobs, D. S., Kaufman, S. C., Reinhart, W. J., Udell, I. J. 2008). Έκτοτε, έχουν δημοσιευθεί και άλλες αναφορές περιπτώσεων που σημείωσαν υψηλή συχνότητα ψευδομονάδας και ακανθαμοιβαδός (Chan, T. C.Y., Li, E. Y.M., Wong, V. W.Y., Jhanji, V., 2014) (Arance-Gil, Á., Gutiérrez-Ortega, Á. R., Villa-Collar, C., Nieto-Bona, A., Lopes-Ferreira, D., González-Méijome, J. M. 2014), δύο μικροοργανισμούς που αποτελούν δυνητικά καταστροφικές αιτίες μολυσματικής κερατίτιδας (Hsu, 2019). Μία από αυτές, είναι η

έρευνα των (Cope, J. R., Collier, S. A., Schein, O. D., Brown, A. C., Verani, J. R., Gallen, R., Beach, M. J., Yoder, J. S. 2016), όπου κατά τη δημοσίευση των αποτελεσμάτων μιας αναδρομικής μελέτης 37 περιπτώσεων ακανθαμοιβάδας, διαπίστωσαν πως το 24% των περιπτώσεων ήταν χρήστες ορθοκερατολογικών φακών επαφής και ότι η τεχνική της ορθοκερατολογίας αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα κινδύνου της εμφάνισης κερατίτιδας από ακανθαμοιβάδα. Σε αυτό έρχεται να συμφωνήσει και η συστηματική ανασκόπηση των (Kam, et al., 2017), όπου από τα 172 άρθρα που περιλάμβανε, το 69.4% ήταν θετικό σε μικροβιολογικές καλλιέργειες, των οποίων η ψευδομονάδα και η ακανθαμοιβάδα αποτέλεσαν τους πιο συνηθισμένους αιτιολογικούς παράγοντες. Επιπλέον, η πλειονότητα των λοιμώξεων είχε ως αποτέλεσμα το σχηματισμό ουλών του κερατοειδούς και σχεδόν το 10% των ματιών χρειάστηκε χειρουργική θεραπεία με αποτέλεσμα την αναγνώριση από μέρους της Αμερικάνικης Ακαδημίας Οπτομετρίας πως ο κίνδυνος της μικροβιακής κερατίτιδας δεν έχει μειωθεί για δεκαετίες, παρά την καινοτομία που έχει υποστεί η μέθοδος της ορθοκερατολογίας (Szcotka-Flynn, L. B., Shovlin, J. P., Schnider, C. M., Caffery, B. E., Alfonso, E. C., Carnt, N. A., Chalmers, R. L., Collier, S., Jacobs, D. S., Joslin, C. E., Kroken, A. R., Lakkis, C., Pearlman, E., Schein, O. D., Stapleton, F., Tu, E., Willcox, M. D.P. 2021). Επιπλέον, όπως και σε κάθε χρήστη φακών επαφής, πρέπει να γίνεται σωστός έλεγχος των δακρύων πριν την εφαρμογή του φακού επαφής, επειδή υπάρχουν ενδείξεις, πως η χρήση των ορθοκερατολογικών φακών επηρεάζει τα συμπτώματα του ξηρού οφθαλμού μειώνοντας την λειτουργία του δακρυϊκού φιλμ (Wang, et al., 2019).

Κεφάλαιο 5. Myopia control με Φακούς Επαφής

Οι φακοί επαφής αποτελούν έναν από τους πιο συνηθισμένους τρόπους διόρθωσης της μυωπίας και γενικά των διαθλαστικών σφαλμάτων. Ο πιο σύνηθες διαχωρισμός των φακών αφορά το υλικό κατασκευής τους. Οι δύο πιο μεγάλες κατηγορίες λοιπόν είναι οι μαλακοί και οι σκληροί αεροδιαπερατοί, αν και υπάρχουν και άλλα είδη φακών όπως οι υβριδικοί και οι σκληρικοί. Εκτός όμως από το υλικό τους, όπως συμβαίνει και με τα γυαλιά, υπάρχουν στην αγορά, εκτός από μονοεστιακοί φακοί επαφής, διπλεσσιακοί και πολυεστιακοί (Πατέρας, 2010) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Αν και αυτοί οι φακοί επαφής, προτείνονται περισσότερο σε μεγάλους ανθρώπους, όπου εκτός από πρεσβυωπία συνυπάρχει και κάποιο άλλο διαθλαστικό σφάλμα, οι διπλεσσιακοί και οι πολυεστιακοί φακοί επαφής χορηγούνται πολλές φορές και στα παιδιά καθώς υπάρχουν οι ενδείξεις ότι μπορούν να επιβραδύνουν την εξέλιξη της μυωπίας (Cooper, et al., 2012) (Walline, 2016) (Smith & Walline, 2015).

5.1. Ο σκληρός αεροδιαπερατός μονοεστιακός φακός επαφής

Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής (Rigid Gas Permeable) εμφανίστηκαν για πρώτη φορά το 1977 με σκοπό την αντικατάσταση των σκληρών φακών επαφής που αποτελούνταν από PMMA. Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής λοιπόν, ήταν κατασκευασμένοι από σιλικόνη και μία σκληρή πολυμερή ουσία, τη MMA ή αλλιώς την methyl-methacrylate. Ο λόγος δημιουργίας αυτών των φακών ήταν η εμφάνιση της διαπερατότητας σε στο οξυγόνο αφού η διαπερατότητα των φακών από PMMA ήταν σχεδόν μηδενική (Κολιουγλος, 1990). Σήμερα, η πλειοψηφία των σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής είναι κατασκευασμένη από φθοριο-σιλικονούχα ακρυλικά υλικά (fluoro-silicone acrylates) όπου το φθοριούχο τμήμα του υλικού ευθύνεται για την ομοιόμορφη διασπορά των δακρύων πάνω στον φακό (Κατσούλος, et al., 2010).

Κατασκευαστικά οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής εμφανίζουν κάποια ενδιαφέροντά χαρακτηριστικά. Ένα από αυτά είναι ότι ο σκληρός αεροδιαπερατός φακός επαφής έχει μικρότερη διάμετρο από αυτή του κερατοειδούς (οριζόντια = 11.7mm και κατακόρυφη = 10.6mm) και πιο συγκεκριμένα κυμαίνεται μεταξύ 8.80 με 9.80mm. Η οπίσθια επιφάνεια του φακού, λόγω του σχήματος του κερατοειδή ο οποίος αποπλατύνεται από το κέντρο προς την περιφέρεια, δεν έχει μια ενιαία καμπυλότητα με αποτέλεσμα να αποτελείται από μια κεντρική ζώνη που είναι και η οπτική ζώνη του φακού και από μία, δύο ή και σπανιότερα τρεις περιφερειακές ζώνες των οποίων οι ακτίνες καμπυλότητας είναι προοδευτικά μεγαλύτερες. Η διάμετρος της κεντρικής άρα και της οπτικής ζώνης είναι τουλάχιστον 7.40mm ώστε να είναι μεγαλύτερη από τη διάμετρο της κόρης σε χαμηλό φωτισμό και η μετάβαση από τη μία ζώνη στην άλλη έχει δεχτεί ιδιαίτερη επεξεργασία για να είναι ομαλή και να μην πιέζεται ο κερατοειδής στα σημεία αυτά (Δαμανάκης, 2011).

5.1.1. Myopia control με σκληρούς αεροδιαπερατούς μονοεστιακούς φακούς επαφής

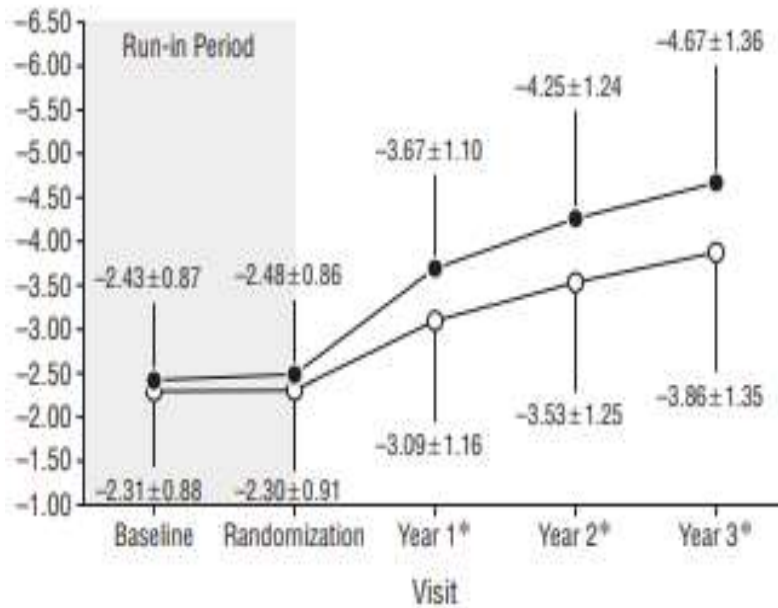
Οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής προτείνονται συνήθως σαν αντιμετώπιση της μεσαίας και της μεγάλης μυωπίας. Ως μεσαία μυωπία ορίζεται το διαθλαστικό σφάλμα

που κυμαίνεται από -4.00D έως -8.00D ενώ στη μεγάλη μυωπία αντιστοιχούν οι -8.00D και άνω. Λόγω του ότι στις μεγάλες διαθλαστικές μυωπίας είναι πολύ πιθανόν οι κερατομετρικές ενδείξεις να είναι πολύ ακραίες, ίσως κριθεί αναγκαίο η εφαρμογή εξατομικευμένων φακών. Οι φακοί οι οποίοι μπορούν να κατασκευαστούν σε οποιαδήποτε παράμετρο και ταυτοχρόνως να παρέχουν μια καθαρή όραση είναι οι σκληροί αεροδιαπερατοί και για αυτόν τον λόγο αποτελούνε μια ιδανική επιλογή στις μεσαίες με μεγάλες μυωπίες, ειδικά στις μεγάλες (Κατσούλος, et al., 2010).

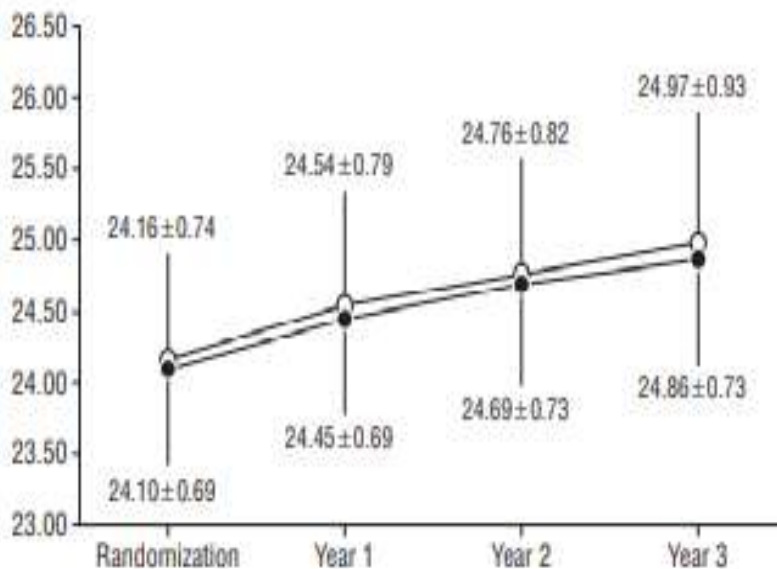
Σύμφωνα με (Walline, 2016), αρκετές από τις πρώιμες μελέτες που αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα των σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής στον έλεγχο της εξέλιξης της μυωπίας ανέφεραν να μην επιβράδυνση αλλά είχαν κάποιους περιορισμούς που αμφισβητούσαν τα αποτελέσματα αυτά, όπως η μη επαρκή παρακολούθηση των ασθενών (follow-up), η συμπερίληψη ατόμων μετά την ηλικία της αναμενόμενης μυωπικής εξέλιξης, η έλλειψη εξετάσεων μέτρησης του αξονικού μήκους των εξεταζόμενων οφθαλμών και ανεπαρκείς ομάδες ελέγχου.

Όμως, όλοι οι προαναφερθέντες ισχυρισμοί των παραπάνω συγγραφέων αφορούσαν κλινικές δοκιμές που έχουν διεξαχθεί την προηγούμενη χιλιετία και η ανάλυσή τους είναι εκτός του θέματος της παρούσας εργασίας λόγω της παλαιότητάς τους. Όσον αφορά τις κλινικές δοκιμές που έχουν διεξαχθεί την τρέχουσα χιλιετία, ελάχιστος είναι ο αριθμός αυτών. Μία λοιπόν από αυτές αποτελεί η έρευνα των (Katz, J., Schein, O. D., Levy, B., Cruiscullo, T., Saw, S. M., Rajan, U., Chan, T. K., Yew K, C., Chew, S. J. 2003) οι οποίοι θέλησαν να ερευνήσουν αν η χρήση των σκληρών αεροδιαπερατών φακών μπορεί να μειώσει την εξέλιξη της μυωπίας σε παιδιά. Τα παιδιά αυτά ήταν κινέζικης καταγωγής, ηλικίας 6 έως 12 ετών, με μυωπία από -1.00 έως -4.00D και με αστιγματισμό έως 2.00D. Οι συγγραφείς της έρευνας, διόρθωσαν και τα δύο μάτια των παιδιών (298 ολοκλήρωσαν την 24μηνη έρευνα) είτε με σκληρούς αεροδιαπερατούς φακούς επαφής, είτε με μονοεστιακά γυαλιά. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες που προσαρμόστηκαν στους φακούς επαφής (η περίοδος προσαρμογής ήταν 3 μήνες), τους φορούσαν για 7 ώρες την ημέρα και ένα ποσοστό μικρότερο του 40% για τουλάχιστον 8 ώρες την ημέρα για κάθε μέρα. Από την άλλη, τα γυαλιά χρησιμοποιούνταν για 15 ώρες ημερησίως. Έτσι, μετά από 24 μήνες, η αύξηση που παρατηρήθηκε στο σφαιρικό ισοδύναμο (SE), στην ομάδα των παιδιών που φορούσε τους φακούς επαφής, ήταν 1.33D και 1.28D στα παιδιά που φορούσαν τα γυαλιά, ενώ παράλληλα το αξονικό μήκος των μυωπικών ματιών που φορούσαν τους φακούς αυξήθηκε κατά 0.84mm και κατά 0.79mm τα μάτια που φορούσαν τα γυαλιά. Με αποτέλεσμα οι (Katz, et al., 2003) να δηλώσουν, μέσω της έρευνάς τους, ότι οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής δεν επιβράδυναν τη μυωπική εξέλιξη ακόμα και σε παιδιά που τους φορούσαν τακτικά και με συνέπεια.

Έναν χρόνο μετά, στην τελευταία έρευνα που βρέθηκε κατά την αναζήτησή μας, οι (Walline, et al., 2004) σκόπευσαν να συγκρίνουν την επίδραση των σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής στη μυωπική εξέλιξη με αυτήν των μαλακών φακών επαφής. Η έρευνα αυτή ανέθεσε τυχαία 116 παιδιά να φορέσουν είτε το ένα, είτε το άλλο είδος φακού για 3 χρόνια. Οπότε, μετά από 36 μήνες, το μέσο σφαιρικό ισοδύναμο προχώρησε κατά $-1.56 \pm 0.95D$ στους χρήστες των σκληρών αεροδιαπερατών φακών ($n=59$) και κατά $-2.19 \pm 0.89D$ στους χρήστες των μαλακών φακών επαφής ($n=57$). Όμως, παρόλο που διαφορά στην αύξηση του διαθλαστικού σφάλματος των ματιών μεταξύ των δύο ομάδων, αυτό δεν συνέβη και στην αξονική επιμήκυνση, αφού η διαφορά της επιμήκυνσης δεν ήταν στατιστικά σημαντική ($p>0.05$). Λόγω λοιπόν του ότι ναι μεν η μυωπία αυξήθηκε λιγότερο στους χρήστες των σκληρών αεροδιαπερατών φακών σε σχέση με τους χρήστες των μαλακών αλλά η αξονική ανάπτυξη δεν ήταν σημαντικά διαφορετική μεταξύ αυτών των δύο ομάδων, η μελέτη αυτή δεν παρείχε αρκετά στοιχεία που υποδεικνύουν ότι οι σκληροί αεροδιαπερατοί φακοί επαφής πρέπει να συνταγογραφούνται με απώτερο σκοπό τον μυωπικό έλεγχο.



Εικόνα 20 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε στην ομάδα των χρηστών μαλακών Φ.Ε και σκληρών αεροδιαπερατών στη διάρκεια των τριών χρόνων θεραπείας (Walline, et al., 2004)



Εικόνα 21 : Η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε στην ομάδα των χρηστών μαλακών Φ.Ε και σκληρών αεροδιαπερατών στη διάρκεια των τριών χρόνων θεραπείας (Walline, et al., 2004)

5.2. Ο διπλεστικός και ο πολυεστικός φακός επαφής

Οι διπλεστικοί φακοί επαφής πρωτοεμφανίστηκαν το 1938, όπου ο οπτομέτρης William Feinbloom που κατάγονταν από την Νέα Υόρκη αναφέρθηκε σε διπλεστικό φακό επαφής όπως και τριπλεστικό φακό και ανήκαν στην κατηγορία των alternating/translating

(Moss, 1962). Όμως δεν χρησιμοποιήθηκαν σε κλινικό επίπεδο καθώς δεν είχαν παρθεί περιορισμοί στην περιστροφή των φακών στο μάτι. Στην συνέχεια το 1957 ο John De Carle στο Λονδίνο ανέπτυξε τους διπλεσσιακούς φακούς επαφής ταυτόχρονης όρασης οι οποίοι από φύση τους δεν έφεραν το πρόβλημα της περιστροφής, και αποτέλεσαν τα θεμέλια για τους σημερινούς διπλεσσιακούς (DeCarle 1989). Στα τέλη της δεκαετίας του 1980 ξεκίνησαν να αναπτύσσονται οι ασφαιρικοί πολυεστιακοί (Stein, 1990) και οι περιθλαστικοί φακοί επαφής (Freeman and Stone 1987), και ως αποτέλεσμα είχε να κυκλοφορήσουν προϊόντα διπλεσσιακών. Κάποιοι φακοί επαφής έδειξαν μείωση ή αύξηση του αριθμού των συνταγών με σκοπό την απόκτηση τους, ενώ άλλα προϊόντα υπέστη διακοπή καθώς οι κατασκευάστριες εταιρίες σταμάτησαν την παραγωγή τους. Για παράδειγμα, η ανάλυση των μακροχρόνιων χρηστών του διπλεσσιακού CL μεταξύ των ασθενών μας, όπως περιγράφεται παρακάτω, αποκάλυψε την εξαφάνιση της παλιάς διπλής εστίασης CL που πέτυχε μη ικανοποιητική όραση και κακή αντίθεση σε σύγκριση με εκείνες που παρέχονται από άλλους τύπους CL. Τα τελευταία χρόνια ο διπλεσσιακός φακός επαφής βελτιώθηκε περισσότερο, και αν συμπεριληφθεί η ανάπτυξη των τροποποιημένων φακών monovision με διαφορά ισχύος μεταξύ της δεξιάς και της αριστερής πλευράς (Gohrmet, 1989) και των διαφασικών μαλακών φακών επαφής (SCL) στους οποίους ο οπτικός άξονας ταυτίζεται με την όραση των ατόμων (Tanaka, et al. 1995).

Οι διπλεσσιακοί φακοί ταξινομούνται σε αυτούς με εναλλασσόμενη όραση και σε αυτούς με ταυτόχρονη όραση. Με τον πρώτο τύπο να έχει αρχή λειτουργίας όπως και με τα διπλεσσιακά γυαλιά, ο φορέας δηλαδή βλέπει ένα αντικείμενο σε μια απόσταση που επιλέγει αυτός μετακινώντας τον οπτικό άξονα της όρασης του προς τα πάνω ή προς τα κάτω βλέποντας για μακριά και κοντά αντίστοιχα, ενώ στον δεύτερο τύπο φακών, μακρινές όσο και κοντινές εικόνες σχηματίζονται στον αμφιβληστροειδή ταυτόχρονα και επιλέγεται στην συνέχεια η εικόνα από τον εγκέφαλο. Η ταυτόχρονη όραση στους διπλεσσιακούς φακούς επαφής χωρίζονται σε διαθλαστικούς και περιθλαστικούς τύπους.

1. Εναλλασσόμενη όραση. Οι διπλεσσιακοί φακοί ταυτόχρονης όρασης ονομάζονται και αλλιώς τμηματοποιημένοι φακοί. Οι συγκεκριμένοι φακοί φέρουν ομοιότητα με τα διπλεσσιακά γυαλιά, όπου η μακρινή και η κοντινή όραση επιτυγχάνεται από τα άνω και κάτω μέρη του φακού, αντίστοιχα (Κατσούλος, et al., 2010). Συνεπώς, είναι απαραίτητο να μετακινηθεί ο οπτικός άξονας προς τα κάτω για κοντινή όραση και με αντίθετη κατεύθυνση για μακριά με την αναπήδηση της εικόνας να εμφανίζεται όταν διασχίζει το όριο μεταξύ των δύο μερών του φακού ο ασθενής. (Paune, 2015). Το κεντράρισμα, του φακού στο μάτι, είναι σημαντικό και για να αποφευχθεί η περιστροφή του, τοποθετείται ένα πρίσμα στο κάτω μέρος του φακού ως αντίβαρο ή χρησιμοποιείται η μέθοδος αποκοπής (Toshida, H., Takahashi, K., Sado, K., Kanai, A., Murakami, A. 2008).



Figure 1 Diagram of an alternating vision RGP lens. The upper and lower parts of the lens provide distant and near vision, respectively.

Εικόνα 22: Φακοί Εναλλασσόμενης Όρασης (Toshida, et al., 2008)

2. Φακοί ταυτόχρονης όρασης. Ένας τέτοιος διπλεστικός φακός είναι ο διαθλαστικός φακός ομόκεντρου τύπου. Στον τύπο φακού DeCarle , τα κεντρικά μέρη του φακού επιτελούν έργο για την μακρινή όραση ενώ τα περιφερειακά μέρη του φακού χρησιμοποιούνται για την κοντινή όραση ενώ στον τύπο φακού Alges τα μέρη για κοντινή και μακρινή είναι αντεστραμμένα όπως και οι λειτουργίες τους. Στον πολυεστιακό φακό επαφής, η ισχύς αλλάζει διαδοχικά από το κέντρο προς την περιφέρεια. Το φως που λαμβάνει ο φορέας και από μακριά όσο και από κοντά αντικείμενα δημιουργεί εικόνες στον αμφιβληστροειδή ταυτόχρονα. Ο φορέας βλέπει και τις δύο εικόνες με τον εγκέφαλο να αποτελεί το όργανο που αποφασίζει ποια από τις δύο εικόνες πρέπει να επιλεγεί. Κατά τον ίδιο τρόπο διαφοροποιείται ο ήχος που θέλει να ακούσει κάποιος από το θόρυβο του περιβάλλοντος. Αυτός ο τύπος φακού δεν φέρει το πρόβλημα της περιστροφής. Ωστόσο, εδώ είναι απαραίτητο να ειπωθεί πως δεδομένου ότι η όραση επηρεάζεται από την κλίση ή απόκλιση του φακού, το κεντράρισμα και η κατάλληλη τοποθέτηση χρήζουν σημαντικά. Επιπλέον, υπάρχει και διπλεστικός φακός 5 ζωνών με την κεντρική ζώνη να είναι για την μακρινή όραση, ο οποίος διαθέτει ζώνες που εναλλάσσονται για την όραση κοντά και από απόσταση. (Toshida, et al., 2008).

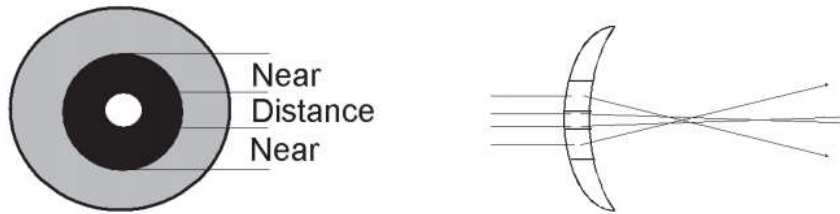


Figure 2 Diagram of a concentric SCL. In this design, distant and near vision are provided by concentric areas of the CL, which are classified as bifocal and progressive multifocal.

Εικόνα 23: Σφαιρικός φακός (Toshida, et al., 2008)

- 2.1. Μη σφαιρικός τύπος. Η οπίσθια επιφάνεια (ή οι πρόσθιες και οπίσθιες επιφάνειες) του φακού είναι μη σφαιρική και τα κεντρικά μέρη του παρέχουν μακρινή και την κοντινή όραση την καθορίζουν τα απόκεντρα μέρη με την ισχύ του φακού να αλλάζει διαδοχικά μεταξύ αυτών των δύο μερών. (Toshida, et al., 2008) (Paune, 2015) (Κατσούλος, et al., 2010). Στην περίπτωση άκαμπτου αεροδιαπερατού (RGP) CL, ο φακός κινείται στον κερατοειδή, και συνεπώς το αποτέλεσμα της εναλλασσόμενης όρασης μπορεί επίσης να επιτευχθεί με υπέρυθη ακτινοβολία. (Toshida, et al., 2008)

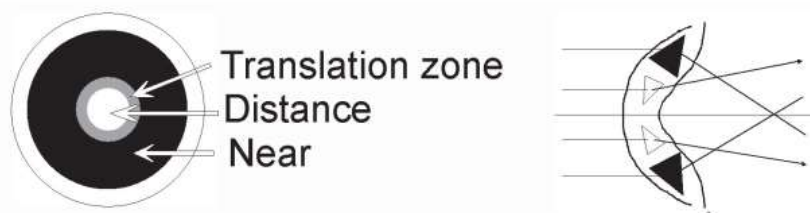


Figure 3 Diagram of a nonspherical lens. The posterior surface (or the anterior and posterior surfaces) of the lens is nonspherical, and the central and paracentral parts of the lens provide distant and near vision, respectively. The power changes successively between the two parts.

Εικόνα 24: Μη σφαιρικός φακός (Toshida, et al., 2008)

- 2.2. Φακός επαφής στον οποίο ο οπτικός άξονας συμπίπτει με την οπτική γωνία. Σε αυτό το σχέδιο, το οπτικό κέντρο δεν βρίσκεται στο κέντρο του φακού, αλλά είναι μετατοπισμένο ελαφρώς προς τη ρινική κατεύθυνση έτσι ώστε να συμπίπτει με την κόρη. Έχοντας υπ' όψη ότι ο οπτικός άξονας διέρχεται από το τμήμα της κοντινής όρασης του φακού, η σύγκλιση και η μύση εμφανίζονται κατά τη στιγμή της κοντινής όρασης, οπότε αυτός ο τύπος φακού συνιστάται για καλή κοντινή όραση. (Κατσούλος, et al., 2010)



Figure 4 Diagram of a lens in which the optical axis coincides with the line of sight. In this design, the optical center of the lens is shifted slightly toward the nose so that it coincides with the line of sight. Since convergence and miosis occur at the time of near vision, this design is most suitable for near vision.

Εικόνα 25: Φακός επαφής στον οποίο ο οπτικός άξονας συμπίπτει με την οπτική γωνία (Toshida, et al., 2008)

3. Περιθλαστικοί φακοί. Σε αυτούς τους φακούς εμφανίζεται μια ομόκεντρη εσοχή στην οπίσθια επιφάνεια αυτών των φακών, η οποία προκαλεί περίθλαση σε μερικές από τις προσπίπτουσες ακτίνες φωτός. Η εικόνα του απομακρυσμένου αντικειμένου σχηματίζεται με διάθλαση στο κέντρο του φακού, ενώ η εικόνα του κοντινού αντικειμένου σχηματίζεται στην κυκλική περιθλαστική ζώνη στην εσωτερική επιφάνεια του φακού. Ωστόσο, η αντίθεση των διαθλαστικών εικόνων είναι κακή και το έντονο φως συχνά δημιουργεί πρόβλημα. (Paune, 2015) (Toshida, et al., 2008)



Figure 5 Diffractive SCL. There is a refractive part at the center, which is surrounded by many circular diffractive zones. A distant image is formed by refraction at the center, while a near image is formed in the diffractive zone on the inner surface of the lens.

Εικόνα 26: Περιθλαστικοί Φακοί (Toshida, et al., 2008)

Επιπλέον, όσον αφορά τα γενικά χαρακτηριστικά των διπλεσσιακών φακών επαφής, είναι δεδομένο ότι η συνταγογράφηση του διπλεσσιακού CL είναι αρκετά δύσκολη καθώς διαθέτει μικρό ποσοστό επιτυχίας. Αυτό πιθανώς να συμβαίνει διότι υπάρχει ποικιλία στα σχέδια και στους τύπους διπλεσσιακών φακών επαφής: δεν υπάρχουν πολλές επιλογές προσθήκης για κοντινή όραση. Η αντίθεση είναι μειωμένη, και συνεπάγεται την δυσκολία όρασης στο σκοτάδι. Η λάμψη αποτελεί ένα πρόβλημα όπως και το ότι η όραση από έναν μονοεστιακό φακό επαφής είναι καλύτερη από αυτήν του διπλεσσιακού. Ένα ακόμα μειονέκτημα που φέρουν οι διπλεσσιακοί είναι η τιμή τους που είναι ακριβή. Τέλος ενδείκνυται οι απαραίτητες γνώσεις και ειδικές τεχνικές για σωστή συνταγή. Αρκετοί συγγραφείς, συμφωνούν με το λεγόμενο πως ο διπλεσσιακός φακός επαφής πρέπει να συνταγογραφείται μόνο με βάση την ιστορία χρήσης φακών επαφής από τον ασθενή και μετά από επιβεβαίωση κάλυψης των αναγκών και προϋποθέσεων του φορέα να χορηγείται διπλεσσιακός φακός επαφής και αν η κοντινή όσο και η μακρινή όραση είναι εξίσου σημαντικές για την δουλειά του. (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008) (Κολιόπουλος, et al., 1997) Σημαντικό στοιχείο αναφοράς είναι πως και συνταγή και τύπος του φακού πρέπει να αντικαθίσταται συχνά, για την σωστή επιτυχία της συνταγής θα πρέπει να δοκιμαστούν διαφορετικοί τύποι φακών και αυτό συνηστά υπομονή. Το ποσοστό επιτυχίας της συνταγογράφησης τέτοιων φακών ήταν 67% –83% μετά από 3 μήνες παρακολούθησης των ασθενών με Follow up εξετάσεων, κάτι που είναι αρκετά υψηλό (Tanaka et al., 1996) (Takahashi & Sado, 2002) (Hamano, 2002). Επιπλέον έχει επίσης διατυπωθεί πιο πρόσφατα ότι το πραγματικό ποσοστό επιτυχίας είναι μικρότερο, καθώς δεν ξεπερνάει το 40% στις περισσότερες των περιπτώσεων (Harris et al., 2005) (Hamano et al., 2006).

Γενικά όμως οι φακοί επαφής που είναι οι πιο διαδεδομένοι πλέον είναι οι εξής:

- Πολυεστιακοί φακοί επαφής με κέντρο την κοντινή όραση (center near) : οι φακοί αυτοί αποτελούν την πλειοψηφία των πολυεστιακών φακών επαφής όπου στο κέντρο βρίσκεται η κοντινή όραση ενώ στην περιφέρεια η μακρινή. Ο χρήστης των φακών αυτών βλέπει καθαρά για μακριά λόγω της μυδρίασης της κόρης.
- Πολυεστιακοί φακοί επαφής με κέντρο τη μακρινή όραση (center distance): η τεχνολογία του φακού αυτού είναι αντίστροφη από τον προηγούμενο αφού ο χρήστης βλέπει από το κέντρο του φακού καθαρά για μακριά και από την περιφέρεια καθαρά για κοντά
- Ομόκεντροι δακτύλιοι (concentric circles): ο φακός αυτός δεν θεωρείται πολυεστιακός αλλά διπλεσσιακός καθώς οι ομόκεντροι δακτύλιοι ενσωματώνουν μία μικρής διαμέτρου κεντρική κυκλική ζώνη. Η ζώνη αυτή διαθέτει τη μακρινή ή την κοντινή διόρθωση η οποία περιβάλλεται από έναν ή περισσότερους δακτυλίους που διαθέτουν τη κοντινή ή τη μακρινή ζώνη αντίστοιχα. Βέβαια, στην περίπτωση που ο φακός αυτός διαθέτει παραπάνω από έναν δακτύλιο που περιβάλλει την κεντρική

ζώνη, τότε οι λοιποί δακτύλιοι διαθέτουν εναλλάξ τη μακρινή και την κοντινή διόρθωση (Κολιόπουλος, et al., 1997) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008).

5.3. Μυοπία control με διπλεσσιακούς και πολυεστιακούς φακούς επαφής

Οι διπλεσσιακοί και οι πολυεστιακοί φακοί επαφής συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται από ασθενείς ηλικίας 40 ετών και άνω επειδή τους παρέχουν καθαρότερη όραση κατά την ανάγνωση (πρεσβυωπία). Παρόλο που διατίθενται τόσο σε σκληρούς αεροδιαπερατούς και σκληρούς όσο και σε μαλακούς φακούς, οι μαλακοί διπλεσσιακοί και πολυεστιακοί φακοί επαφής είναι αυτοί που έχουν διερευνηθεί για την αποτελεσματικότητά τους στον μυωπικό έλεγχο (Walline, 2016) (Tarrant, J., Severson, H., Wildsoet, Christine F. 2008). Κλινικές δοκιμές που έχουν πραγματοποιηθεί από τις αρχές τις χιλιετίας και μετά και που διερευνούν την επίδραση των διπλεσσιακών μαλακών φακών επαφής στην εξέλιξη της μυωπίας σε παιδιά και νεαρούς ενήλικες, έχουν αναφέρει πολύ μεγαλύτερες επιδράσεις θεραπείας συγκριτικά με εκείνες που παρατηρούνται με τους αντίστοιχους διπλεσσιακούς οφθαλμικούς φακούς (Tarrant, et al., 2008).

Λόγω του ότι έχει γίνει η αναφορά ότι τα διπλεσσιακά γυαλιά και τα PALS μπορούν να μειώσουν την εξέλιξη της μυωπίας κυρίως σε μύωπες με εσωφορία, στην έρευνά τους, οι (Aller & Wildsoet, 2008) σύγκριναν την μυωπική πρόοδο σε δίδυμα με εσωφορία για κοντά. Πιο συγκεκριμένα, δύο 12χρονα δίδυμα μυωπικά κορίτσια ανατέθηκαν, τυχαία, να φοράνε είτε διπλεσσιακούς μαλακούς φακούς επαφής, είτε μονοεστιακούς μαλακούς φακούς επαφής για έναν χρόνο. Το κορίτσι που φόραγε τους μονοεστιακούς φακούς κατά το πρώτο έτος έδειξε σημαντική μυωπική πρόοδο (-1.19D), ενώ το κορίτσι που φορούσε διπλεσσιακούς δεν έδειξε μεγάλη πρόοδο (+0.13D). Το τελευταίο εκ των δύο κοριτσιών έδειξε περιορισμένη εξέλιξη (-0.28D) κατά το δεύτερο έτος, ενώ το κορίτσι που άλλαξε από μονοεστιακό σε διπλεσσιακό σημείωσε εξέλιξη: +0.44D μετά από ένα έτος. Τα δεδομένα αξονικού μήκους ήταν σύμφωνα με τα διαθλαστικά ευρήματα και το παιδί που εμφάνισε περισσότερη μυωπία στο τέλος των πρώτων 12 μηνών είχε μεγαλύτερα μάτια κατά 0.64mm από την αδελφή της. Κατά το δεύτερο έτος όμως, που και τα δύο κορίτσια φορούσαν μαλακούς διπλεσσιακούς φακούς, οι αξονικές αυξήσεις που υπέστη στα μάτια τους ήταν μικρές (0.05 και 0.09mm) και για αυτόν τον λόγο οι (Aller & Wildsoet, 2008) υποστήριξαν πως οι μαλακοί διπλεσσιακοί φακοί επαφής μπορούν να θεραπεύσουν τη μυωπία σε παιδιά με εσωφορία για κοντά. Προς υποστήριξη του εγχειρήματος ότι τα διπλεσσιακά και πολυεστιακά γυαλιά, όπως προαναφέρθηκε και παραπάνω μπορούν να επιδράσουν στη μείωση της εξέλιξης της μυωπίας σε παιδιά με εσωφορία για κοντά και σε προσαρμοστικές δυσλειτουργίες, οι (Aller, T. A., Liu, M., Wildsoet, C. F. 2016) πραγματοποίησαν μια μονοετούς τυχαίοποιημένη, κλινική δοκιμή διπλεσσιακών φακών επαφής για τον έλεγχο της μυωπίας σε παιδιά με προβλήματα στην κοντινή όραση. Το μέσο διαθλαστικό σφάλμα των παιδιών ήταν $-2.69 \pm 1.40D$ και σε όλα τα παιδιά η μυωπία είχε προχωρήσει κατά 0.50D τον τελευταίο χρόνο. Τα παιδιά ήταν ηλικίας από 8 έως 18 ετών και ανατέθηκαν σε δύο ομάδες για να φορέσουν, είτε μονοεστιακούς μαλακούς φακούς, είτε μαλακούς διπλεσσιακούς και συγκεκριμένα τους Vistakon Acuvue Bifocal. Η ομάδα των διπλεσσιακών εμφάνισε σημαντικότερη επιβράδυνση της μυωπίας στους 6 και στους 12 μήνες, αφού οι συνολικά, η μυωπία, στην ομάδα των διπλεσσιακών προχώρησε κατά $-0.22 \pm 0.34D$ έναντι με $-0.79 \pm 0.43D$ για την ομάδα των μονοεστιακών φακών. Οι αντίστοιχες αλλαγές αξονικού μήκους ήταν 0.05 ± 0.14 και $0.24 \pm 0.17mm$ με αποτέλεσμα, οι διπλεσσιακοί φακοί στους οποίους η μακρινή συνταγή βρίσκονται στο κέντρο, πέτυχαν μεγαλύτερο έλεγχο της εξέλιξης της μυωπίας και της αξονικής επιμήκυνσης.

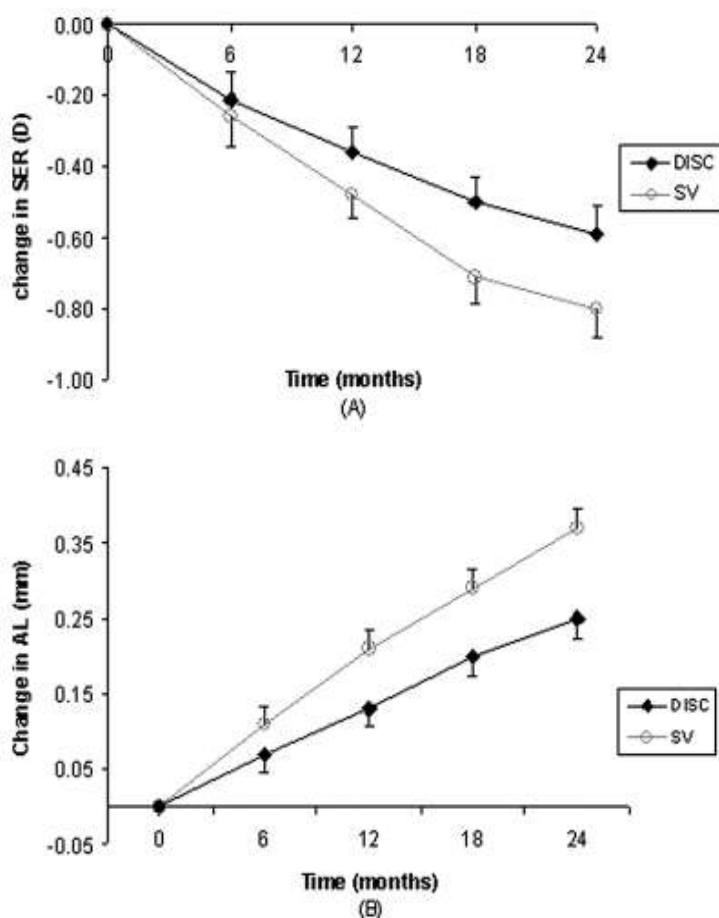
Στην έρευνά τους οι (Tarrant, et al., 2008) τονίζοντας πως το σκεπτικό για τη συνταγογράφηση του addition στον τον έλεγχο της εξέλιξης της μυωπίας είναι η μείωση της προσαρμοστικής ζήτησης, και κατά συνέπεια και της προσαρμοστικής καθυστέρησης,

θέλησαν να εκτιμήσουν την επίδραση των διπλεσσιακών μαλακών φακών επαφής στα προσαρμοστικά σφάλματα (καθυστερήσεις) σε νεαρούς ενήλικες. Οι προσαρμοστικές αποκρίσεις μετρήθηκαν για τέσσερις αποστάσεις: 100, 50, 33 και 25cm σε 35 νεαρά ενήλικα άτομα (10 εμμέτρωπες και 25 μύωπες με μέση ηλικία, 22.8 ± 2.5 ετών) για τρεις φακούς επαφής: α) μαλακοί μονοεστιακοί φακοί μακρινής όρασης β) μονοεστιακοί φακοί κοντινής όρασης (+1.50 add) και γ) διπλεσσιακοί φακοί επαφής (+1.50 add). Για τους φακούς μακρινής όρασης, όλοι οι εξεταζόμενοι εμφάνισαν προσαρμοστικές καθυστερήσεις (accommodation lag), με τους μύωπες να προσαρμόζουν σημαντικά λιγότερο από τους εμμέτρωπες για τις αποστάσεις 100 και 50cm. Με τους φακούς κοντινής όρασης, δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στις προσαρμοστικές αποκρίσεις μεταξύ των εμμετρώπων και των μυώπων, ενώ, με τους διπλεσσιακούς φακούς, τόσο οι εμμέτρωπες όσο και οι μύωπες εμφάνισαν προσαρμοστικό προβάδισμα (lead of accommodation) όλες τις αποστάσεις.

Γενικά, πιστεύεται ότι οι διπλεσσιακοί φακοί επαφής, όπως και οι ορθοκερατικοί, επιβραδύνουν την μυωπική εξέλιξη προκαλώντας μια περιφερειακή μυωπική εστίαση, η οποία επιβραδύνει τον ρυθμό της αξονικής επιμήκυνσης (Tay, S. A., Farzavandi, S. & Tan, D. 2017). Ορισμένες από τις δοκιμές που έχουν αξιολογήσει τη χρήση διπλεσσιακών μαλακών φακών επαφής (BSCL) έχουν δείξει ότι κατά μέσο όρο, επιβραδύνουν την εξέλιξη της μυωπίας κατά 46%, παρόμοια με αυτήν την επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας που παρουσιάστηκε από τους φακοί επαφής ορθοκερατολογίας (43%) (Walline, 2016).

Μια κλινική δοκιμή άξια αναφοράς αποτελεί αυτή των (Lam, et al., 2014) που διαδραματίστηκε στο Χονγκ Κονγκ. Οι (Lam, C. S. Y., Tang, W. C., Tse, D. Y. Y., Lee, R. P. K., Chun, R. K. M., Hasegawa, K., Qi, H., Hatanaka, T., To, C. H. 2020) διαπίστωσαν μέσω αυτής της έρευνας ότι παιδιά ηλικίας, από 8 έως 13 ετών, φορώντας - όπως αποκαλούνται - μαλακούς φακούς επαφής ενσωματωμένης αφεστίασης (Defocus Incorporated Soft Contact Lenses) μείωσαν τη μυωπική τους εξέλιξη κατά 25% σε σύγκριση με εκείνους που φορούσαν μονοεστιακούς φακούς επαφής (0.30D έναντι 0.40D ανά έτος αντίστοιχα). Οι φακοί αυτοί, που προκάλεσαν αυτήν την επιβράδυνση, είναι custom-made, δηλαδή, ειδικής παραγγελίας μαλακοί διπλεσσιακοί φακοί που έχουν τον σχεδιασμό ομόκεντρων δακτυλίων, οι οποίοι παρέχουν προσθήκη (addition) +2.50D και εναλλάσσονται με την κανονική διόρθωση απόστασης. Έτσι τα παιδιά φορώντας, τουλάχιστον για 5 ώρες τους φακούς αυτούς, κατάφεραν να μειώσουν, όχι μόνο την εξέλιξη της μυωπίας, αλλά και το αξονικό μήκος των ματιών τους (0.13 έναντι 0.18mm / έτος). Σε αυτό το σημείο να τονισθεί, παρά την καλή αποτελεσματικότητα των φακών αυτών στη επιβράδυνση της μυωπικής εξέλιξη, υπήρξε ένα υψηλό ποσοστό εγκατάλειψης κατά το πρώτο έτος (42%) λόγω έλλειψης κινήτρων και συμμόρφωσης από πλευρά ασθενών.

Σε μία άλλη μελέτη που ασχολήθηκε με το περιφερειακό defocus οι (Anstice, N. S., Phillips, J. R. 2011) εξέτασαν - σε παιδιά από τη Νέα Ζηλανδία, ηλικία από 11 έως 14 ετών - την αποτελεσματικότητα των Διπλεσσιακών φακών Dual-Focus. Οι φακοί αυτοί αποτελούνται μια κεντρική ζώνη που διορθώνει το διαθλαστικό σφάλμα και τις ομόκεντρες ζώνες θεραπείας που δημιουργούν 2.00D μυωπική αμφιβληστροειδική αφεστίαση και κατά την μακρινή και κατά την κοντινή όραση. Οι (Anstice & Phillips, 2011) φόρεσαν έναν μονοεστιακό φακό επαφής στο ένα μάτι των παιδιών και έναν dual-focus στο άλλο. Η πρόοδος που σημειώθηκε, ήταν πιο αργή στα μάτια που φορούσαν τον διπλεσσιακό μαλακό φακό επαφής, με μείωση 37% της μυωπικής εξέλιξης συγκριτικά με τα μάτια που φορούσαν τον μονοεστιακό φακό επαφής (μέση αλλαγή του σφαιρικού ισοδυνάμου: $-0.44 \pm 0.33D$ έναντι $-0.69 \pm 0.38D$, για την περίοδο των 10 μηνών. Αυτά τα παιδιά επίσης δεν είχαν κανέναν <<συμβιβασμό>> στην οπτική τους λειτουργία αφού ήταν φυσιολογική η οπτική οξύτητα, η ευαισθησία αντίθεσης και η προσαρμογή.



Εικόνα 5 : Η μυωπική εξέλιξη και η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε στην ομάδα των χρηστών των μονοεσθιακών Φ.Ε και των DISC στη διάρκεια της ετήσιας θεραπείας (Lam, et al., 2020)

Επιπροσθέτως, οι (Sankaridurg, P., Holden, B., Smith, E., Naduvilath, T., Chen, X., De la Jara, P. L., Martinez, A., Kwan, J., Ho, A., Frick, K., Ge, J. 2011) κατέδειξαν 34% μειωμένη μυωπική πρόοδο σε μια ομάδα παιδιών, κινέζικης καταγωγής, ηλικίας 7 έως 14, σε διάστημα ενός έτους με τη χρήση διπλεσθιακών μαλακών φακών επαφής, σχεδιασμένων έτσι ώστε να μειώνουν την περιφερειακή υπερμετρωπία. Οι φακοί αυτοί αποτελούνται από μία κεντρική ζώνη που διόρθωνε το κεντρικό διαθλαστικό σφάλμα και έξω από αυτήν, η διαθλαστική ισχύς του φακού αυξανόταν σταδιακά για την επίτευξη σχετικής θετικής ισχύος 1.00D στα 2.00mm και 2.00 D στην άκρη της περιφερικής ζώνης θεραπείας (9.00mm). σε αυτήν τη μελέτη ελέγχου λοιπόν, τα παιδιά που φόρεσαν τους διπλεσθιακούς φακούς είχαν μικρότερη μυωπική εξέλιξη (0.57D) σε σχέση με αυτά που φόρεσαν απλά μονοεσθιακά γυαλιά (0.86D). το μέγεθος της αξονικής επιμήκυνσης ήταν επίσης κατά 33% λιγότερο στα παιδιά με τους φακούς (0.27mm) σε σύγκριση με τα παιδιά που διορθώθηκαν με γυαλιά (0.40mm).

Σε πιο πρόσφατες μελέτες, αναφερόμενοι στη χρήση των πολυεσθιακών φακών επαφής ως μέθοδος του myopia control, στη μελέτη τους οι (Walline, J. J., Greiner, K. L., Mcvey, M. E., Jones-Jordan, L. A. 2013) προσδιόρισαν την εξέλιξη της μυωπίας και την αξονική επιμήκυνση σε παιδιά που εξοπλίστηκαν με μαλακούς πολυεσθιακούς φακούς επαφής όπου στο κέντρο βρίσκεται το τμήμα της μακρινής όρασης (center distance vision) σε περίοδο 2 χρόνων. Τα παιδιά της έρευνας ήταν από 8 έως 11 ετών με μυωπία από -1.00 έως -6.00D και με αστιγματισμό μικρότερο από 1.00D. Ο πολυεσθιακός φακός που

χρησιμοποιήθηκε ως πολυεστιακός ήταν ο Proclear Multifocal της CooperVision. 40 ήταν τα παιδιά που εξοπλίστηκαν με τους πολυεστιακούς φακούς και που ολοκλήρωσαν τη διетуός έρευνα. Η μέση αλλαγή στο σφαιρικό ισοδύναμο που σημειώθηκε ήταν $-1.03 \pm 0.06D$ για την ομάδα ελέγχου (η ομάδα των παιδιών που εξοπλίστηκε με μονοεστιακούς φακούς επαφής) έναντι με $-0.51 \pm 0.06D$ για τους χρήστες των μαλακών πολυεστιακών φακών επαφής. Η μέση αξονική επιμήκυνση που παρατηρήθηκε, ήταν εξίσου μικρότερη για τα παιδιά με τους πολυεστιακούς φακούς επαφής ($0.29 \pm 0.03mm$) σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου ($0.41 \pm 0.03mm$), με αποτέλεσμα οι (Walline, et al., 2013) να τονίσουν πως η χρήση των μαλακών πολυεστιακών φακών επαφής μείωσε κατά 50% την μυωπική εξέλιξη και κατά 29% την αξονική επιμήκυνση των μυωπικών ματιών.

Γενικώς αναφερόμενοι στο πως οι διπλεστιακοί και οι πολυεστιακοί φακοί επαφής δρουν στην εξέλιξη της μυωπίας, είναι σημαντικό να τονιστεί πως οι μαλακοί διπλεστιακοί φακοί με ομόκεντρους κύκλους και οι μαλακοί πολυεστιακοί με περιφερικό addition είναι οι πιο αποτελεσματικοί στην καθυστέρηση της μυωπικής εξέλιξης σε παιδιά προσχολικής και σχολικής ηλικίας. Ο σχεδιασμός των ομόκεντρων δακτυλίων διπλής εστίασης αποτελείται από έναν μαλακό φακό επαφής με μια κεντρική ζώνη απόστασης που περιβάλλεται από την διορθωτική για την κοντινή όραση ζώνη, ενώ οι πολυεστιακοί μαλακοί φακοί επαφής με περιφερικό addition αποτελούνται από μια κεντρική ζώνη για τη μακρινή όραση η οποία περιβάλλεται από προοδευτικά αυξημένη σχετική θετική ισχύ σε περιφερειακές ζώνες. Αυτοί οι ειδικά σχεδιασμένοι φακοί επαφής είναι πολλά υποσχόμενοι. (Li, S. M., Kang, M. T., Wu, S. S., Meng, B., Sun, Y. Y., Wei, S. F., Liu, L., Peng, X., Chen, Z., Zhang, F., Wang, N., 2017) (Zhu, Q., Liu, Y., Tighe, S., Zhu, Y., Su, X., Lu, F. H. M. 2019) Όμως, αν και οι φακοί αυτοί είναι μια πολλά υποσχόμενη θεραπευτική μέθοδος για τον έλεγχο της μυωπίας, η χρήση φακών επαφής γενικά δεν είναι πάντα ευεργετική. Το βασικό αμφιλεγόμενο ζήτημα της χρήσης φακών επαφής σχετίζεται με την ασφάλεια. Σε παιδιά που έχουν χορηγηθεί φακοί επαφής έχουν σημειωθεί περιπτώσεις με μικροβιακή κερατίτιδα όπως παρατηρείται σε πολλούς χρήστες ορθοκερατικών φακών. Επιπλέον, η δυσφορία θα μπορούσε να περιπλέξει την αποτελεσματική χρήση των φακών επαφής αφού υπήρξε η αναφορά πως η συμμόρφωση με τη χρήση φακών επαφής είναι κρίσιμη για την καθυστέρηση της εξέλιξης της μυωπίας (Zhu, et al., 2019) (Lam, et al., 2014).

Τέλος, όσον αφορά το πως δρουν οι πολυεστιακοί και διπλεστιακοί φακοί επαφής στην περιφερειακή αμφιβληστροειδική αφεστίαση, οι (Zhu, et al., 2019) αναφέρουν πως έχει συζητηθεί για το αν οι φακοί αυτοί διορθώνουν την περιφερειακή υπερμετρωπική αφεστίαση όμως τα αποτελέσματα που είναι μέχρι πρότινος διαθέσιμα είναι ανεπαρκή. Πιο συγκεκριμένα, οι (Rosén, R., Jaeken, B., Lindskoog Petterson, A., Artal, P., Unsbo, P., Lundström, L. 2012) εξετάζοντας για το αν οι πολυεστιακοί/ διπλεστιακοί φακοί επαφής όπου στο κέντρο υπάρχει η μακρινή συνταγή (center distance) μπορούν να διορθώσουν την περιφερειακή υπερμετρωπική αφεστίαση βρήκαν πως οι φακοί αυτοί προκάλεσαν μια μικρή περιφερειακή μετατόπιση. Βέβαια, τόνισαν οι συγγραφείς πως το θεραπευτικό αποτέλεσμα δεν ήταν μεγάλο και ότι πρέπει η υπόθεση να εξεταστεί σε μεγαλύτερο δείγμα έρευνας. Αυτό έγινε έναν χρόνο μετά στην έρευνα των (Ticak & Walline, 2013) οι οποίοι διερεύνησαν, σε μεγαλύτερο δείγμα, αν οι (center distance) πολυεστιακοί φακοί επαφής (Proclear Multifocal της CooperVision) παρέχουν την ίδια μυωπική περιφερειακή απόκλιση με τους ορθοκερατικούς φακούς. Κατά την ανάλυση των αποτελεσμάτων δεν σημειώθηκαν σημαντικά στατιστικές διαφορές και το συμπέρασμα των συγγραφέων ήταν πως αν και πολλοί άνθρωποι υποθέτουν ότι και οι πολυεστιακοί/ διπλεστιακοί φακοί επαφής και οι ορθοκερατικοί επιβραδύνουν την εξέλιξη της μυωπίας παρέχοντας μυωπική αφεστίαση στην περιφέρεια του αμφιβληστροειδούς, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δεν επιβεβαίωσαν την υπόθεση αυτή, δηλαδή, ότι οι πρώτοι εκ των δύο ειδών φακών επαφής βοηθούν στην περιφερική αφεστίαση.

Κεφάλαιο 6. Ειδικές κατηγορίες Φακών Επαφής για το Myopia control

Εκτός από τους κοινούς φακούς επαφής αλλά και τους ορθοκερατολογικούς, έχουν κυκλοφορήσει στην αγορά και κάποιοι άλλοι φακοί επαφής(τύπου πολυεστιακών) οι οποίοι προτείνονται για τον μυωπικό έλεγχο. Πιο συγκεκριμένα, πολλές εταιρίες κατασκεύασαν τους ειδικούς αυτούς φακούς επαφής με σκοπό την μείωση της περιφερειακής αφεστίασης.

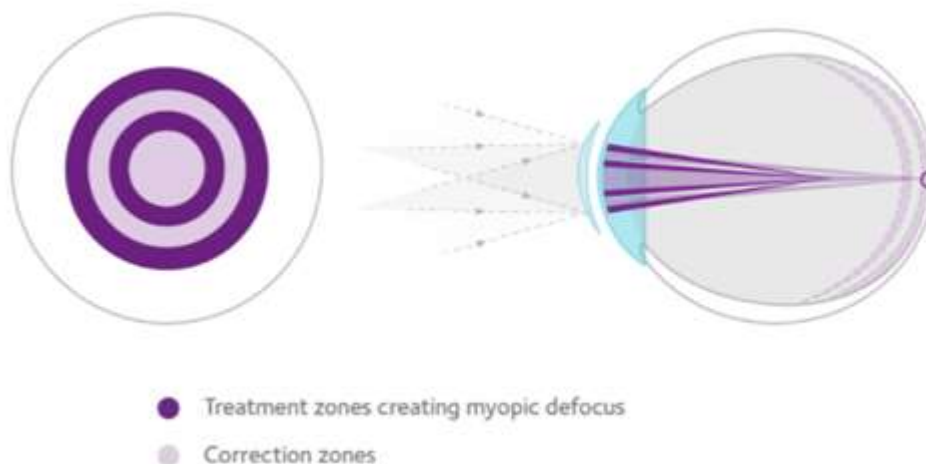
6.1. Ο Misght 1 day της Coopervision

Ο Misght 1 day, σύμφωνα με το επίσημο site της εταιρίας, είναι ένας μαλακός φακός ημερήσιας αντικατάστασης ο οποίος αποτελείται από Omaflicon A, με ακτίνα καμπυλότητας 8.7mm. Ο φακός αυτός έχει εγκριθεί από τον F.D.A. και χρησιμοποιεί την τεχνολογία ActivControl™ Technology η οποία βοηθάει στη επιβράδυνση της αξονικής επιμήκυνσης. Πιο αναλυτικά, ο Misight 1 day έχει 2 θεραπευτικές ζώνες οι οποίες δημιουργούν μυωπική αφεστίαση, δηλαδή, περιφερειακά η εικόνα σχηματίζεται μπροστά από τον αμφιβληστροειδή και όχι πίσω από αυτόν (<https://coopervision.com/practitioner/our-products/misight-1-day/misight-1-day>, Επίσκεψη στις 28 Μαΐου, 2021).



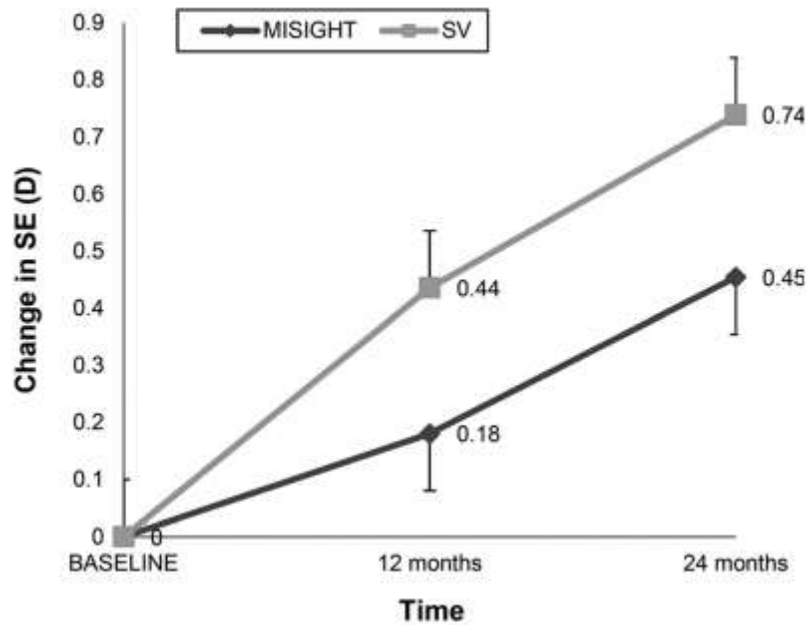
Εικόνα 68 : Το κουτί των Misight 1 day Φ.Ε. (<https://coopervision.com/practitioner/our-products/misight-1-day/misight-1-day>, Επίσκεψη στις 28 Μαΐου, 2021)

Λίγες ακόμη πληροφορίες, για τον φακό αυτόν πριν περιγράψουμε την αποτελεσματικότητά του είναι ότι η περιεκτικότητά του σε νερό είναι 60%. Η ολική του διάμετρος είναι 14.2mm με κεντρική οπτική ζώνη μακρινής όρασης 3.36mm και τελευταία οπτική ζώνη στα 11.66mm με 4 τέσσερις εναλλασσόμενες μακρινής και κοντινή όρασης ζώνες. Επιπροσθέτως, η θεραπευτική ζώνη του φακού, δηλαδή, οι ζώνες που δημιουργούν τη μυωπική αφεστίαση, είναι δύναμης +2.00D (Ruiz-Pomeda, A., Pérez-Sánchez, B., Valls, I., Prieto-Garrido, F. L., Gutiérrez-Ortega, R., Villa-Collar, C. 2018).

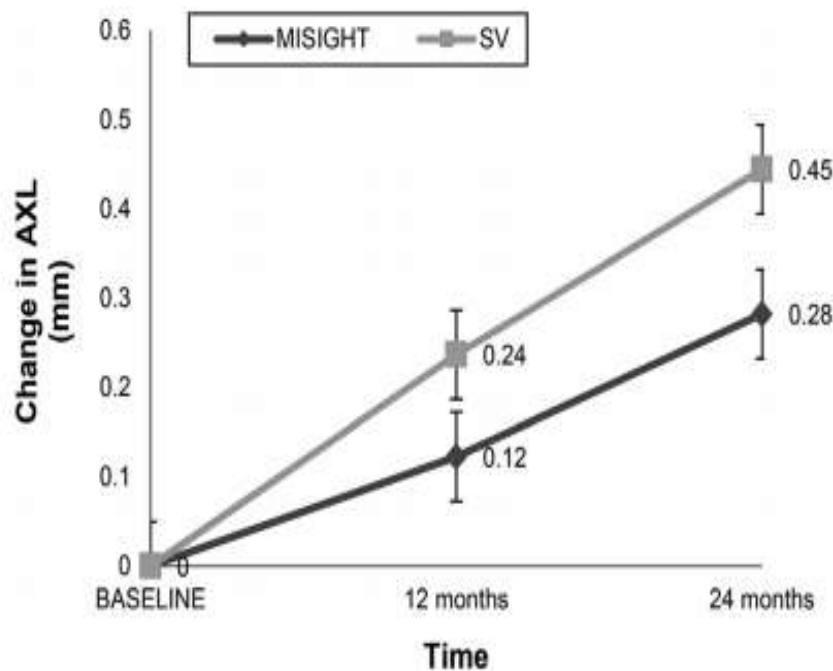


Εικόνα 297 : Ο σχεδιασμός του Misight 1 day Φ.Ε. (<https://coopervision.com/practitioner/our-products/misight-1-day/misight-1-day>, Επίσκεψη στις 28 Μαΐου, 2021)

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα του προαναφερθέν φακού, οι (Ruiz-Pomeda, et al., 2018) χώρισαν 74 παιδιά ηλικίας 8-12 ετών με μυωπία από -0.75 έως -4.00D και αστιγματισμό $< -1.00D$ σε δύο ομάδες για να λάβουν είτε τους φακούς Misight 1 day (n=41) είτε μονοεστιακά γυαλιά για δύο χρόνια. Μετά από τα δύο χρόνια παρακολούθησης, η μυωπία προχώρησε πιο αργά στην ομάδα των παιδιών που έλαβαν τους φακούς σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (0.4 D έναντι 0.74D,) και σημειώθηκε ταυτοχρόνως μικρότερη αξονική επιμήκυνση στην ομάδα των φακών (0.28mm έναντι 0.44mm), με αποτέλεσμα, η εφαρμογή των φακών Misight 1 day να παράξει μικρότερη μυωπική εξέλιξη κατά 39.32% και χαμηλότερη αξονική επιμήκυνση του οφθαλμού κατά 36.04% σε διάρκεια δύο χρόνων σε σύγκριση με τα παραδοσιακά μονοεστιακά γυαλιά.



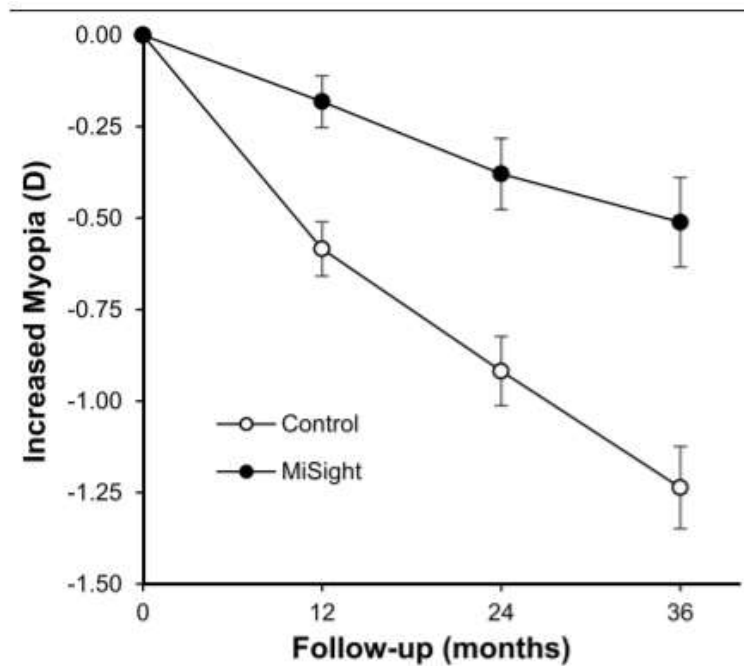
Εικόνα 80 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε στην ομάδα των χρηστών του Φ.Ε. Misight 1 day και των συμβατικών γυαλιών στη διάρκεια δύο ετών θεραπείας. (Ruiz-Pomeda César Villa-Collar & Ruiz-Pomeda, 2020)



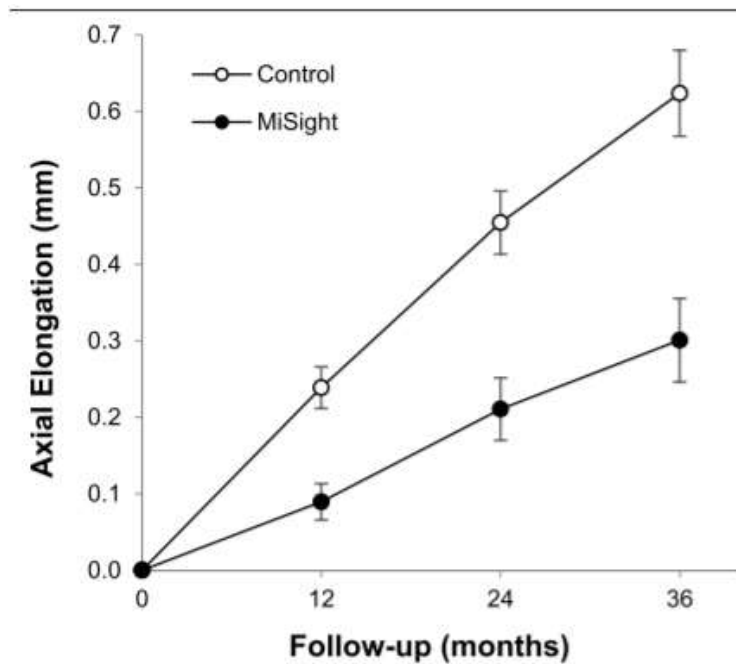
Εικόνα 91 : Η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε στην ομάδα των χρηστών του Φ.Ε. Misight 1 day και των συμβατικών γυαλιών στη διάρκεια των δύο ετών θεραπείας (Ruiz-Pomeda César Villa-Collar & Ruiz-Pomeda, 2020)

Σε μία άλλη κλινική δοκιμή η οποία αναφέρεται και στο επίσημο site της εταιρίας, οι (Chamberlain, P., Peixoto-De-Matos, S. C., Logan, N. S., Ngo, C., Jones, D., Young, G., 2019) χώρισαν τυχαία σε δύο ομάδες 144 παιδιά με τα ίδιων χαρακτηριστικών και κριτηρίων με την προηγούμενη έρευνα για να λάβουν είτε τους Misight 1 day είτε τους Proclear 1-day (ομάδα ελέγχου) για 3 χρόνια. Από τα 144 παιδιά την έρευνα την ολοκλήρωσαν τα 109 (75.5%) όπου στα 53 εφαρμόστηκε ο Misight 1 day και στα υπόλοιπα 56 ο Proclear 1 day. Κανένα από τα παιδιά δεν εμφάνισε σοβαρές παρενέργειες και έτσι μετά από τα 3 χρόνια

θεραπείας η μέση διαθλαστική αλλαγή που σημειώθηκε ήταν κατά -0.73D (59.0%) μικρότερη στην ομάδα των MiSight 1 day από ό, τι στην ομάδα ελέγχου ($-0.51 \pm 0.64\text{D}$ έναντι $-1.24 \pm 0.61\text{D}$). Η μέση μεταβολή στο αξονικό μήκος που παρατηρήθηκε ήταν και αυτή κατά 0.32mm (52.0%) μικρότερη στην ομάδα δοκιμής από ό, τι στην ομάδα ελέγχου (0.30 ± 0.27 έναντι $0.62 \pm 0.30\text{mm}$) και κατά συνέπεια οι συγγραφείς τόνισαν πως τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν την αποτελεσματικότητα του μαλακού μίας χρήσης MiSight 1 day στην επιβράδυνση της διαθλαστικής κατάστασης και του αξονικού μήκους.



Εικόνα 102 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε στην ομάδα των χρηστών του Φ.Ε. MiSight 1 day και του Proclear 1 day στη διάρκεια των τριών ετών θεραπείας (Chamberlain, et al., 2019)



Εικόνα 113 : Η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε στην ομάδα των χρηστών του Φ.Ε. MiSight 1 day και των συμβατικών γυαλιών στη διάρκεια των τριών ετών θεραπείας (Chamberlain, et al., 2019)

6.2. NaturalVue Multifocal 1 Day της Neurofocus Optics

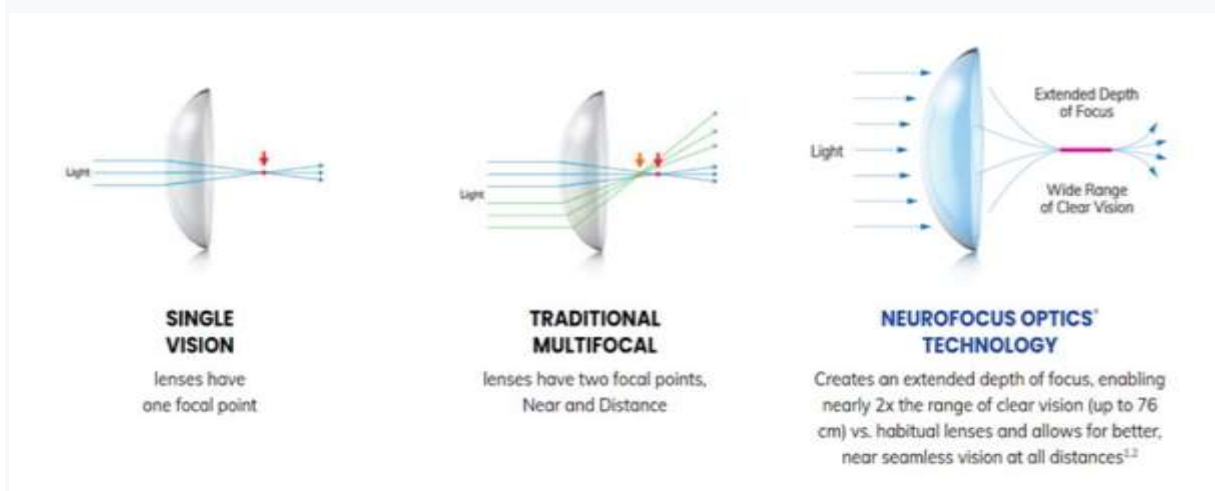
Ο NaturalVue Multifocal 1 Day πολυεστιακός φακός επαφής, σύμφωνα με το επίσημο site της εταιρίας, είναι ένας μαλακός φακός τύπου center-distance ο οποίος είναι αποτελούμενος από το υλικό etafilcon A, έχει 58% περιεκτικότητα σε νερό και έχει βασική ακτίνα καμπυλότητας 8.3mm. Επιπλέον, ο φακός αυτός χρησιμοποιεί την τεχνολογία Extended Depth of Focus (Center Distance) και όσον αφορά το addition περιλαμβάνει απαιτήσεις ισχύος έως +3.00D ώστε να επιτευχθεί ο μυωπικός έλεγχος (<https://global.vtvision.com/practitioner/products/multifocal-myopia/>, Επίσκεψη στις 03 Ιουνίου, 2021) .



Εικόνα 124 : Το κουτί του Φ.Ε. NaturalVue Multifocal 1 Day
[\(https://global.vtivision.com/practitioner/products/multifocal-myopia/](https://global.vtivision.com/practitioner/products/multifocal-myopia/), Επίσκεψη στις 03 Ιουνίου, 2021)

Σχετικά με την αποτελεσματικότητα του φακού αυτού στον μυωπικό έλεγχο, πριν από 3 χρόνια περίπου οι (Cooper, J., Watanabe, R., Fuerst, R., Berger, S., Eisenberg, N., Dillehay, S. M., 2017) δημοσίευσαν μια έρευνα στην οποία συμμετείχαν 32 μυωπικά παιδιά από 6 έως 19 ετών, με ετήσια μυωπική εξέλιξη $-0.50D$. Οι ασθενείς ολοκλήρωσαν 6 – 25 μήνες εφαρμογής του φακού με μέσο όρο τους 11 μήνες. Η μυωπική πρόοδος που σημειώθηκε πριν χορηγηθούν οι φακοί επαφής ήταν $-0.90D \pm 0.57D$ ανά έτος και μειώθηκε σε $-0.03D \pm 0.17D$ ανά έτος. Μόνο σε ένα παιδί από τα 32 συνέχισε να αυξάνεται η εξέλιξη της μυωπίας του. Επιπλέον, αρνητικό της έρευνας αυτής αποτελεί γεγονός πως δεν περιελάμβανε μετρήσεις του αξονικού μήκους.

Σε άλλη μια έρευνα, οι (Aller, T., Achenbach, P., Cooper, J., Dillehay, S., Jamal, N., Jeruss, J., O'Connor, B., Ostrom, H., Watanabe, R., Zaunbrecher, A. 2019) κατέδειξαν την αποτελεσματικότητα των φακών NaturalVue Multifocal 1 Day. Είκοσι έξι διαδοχικοί ασθενείς με μέση ηλικία 11.8 ετών (εύρος 6 - 22 ετών) άλλαξαν από μια ποικιλία διορθώσεων (συμπεριλαμβανομένης της μονής όρασης, της ορθοκερατολογίας, της ατροπίνης και άλλων πολυεστιακών φακών επαφής) στους NaturalVue. Υπολογίστηκε η εξέλιξη της μυωπίας πριν από την τοποθέτηση του NaturalVue και μόλις εφαρμόστηκε ο νέος φακός. Η πρόοδος πριν από την εφαρμογή του NaturalVue (προσαρμόστηκε σε ρυθμό έξι μηνών) ήταν $-0.45 \pm 0.42D$ και μετά την εφαρμογή του νέου φακού επιβραδύνθηκε δραματικά σε $0.00 \pm 0.30D$.



Εικόνα 135 : Η τεχνολογία του Φ.Ε. NaturalVue Multifocal 1 Day
[\(https://global.vtivision.com/practitioner/products/multifocal-myopia/](https://global.vtivision.com/practitioner/products/multifocal-myopia/), Επίσκεψη στις 03 Ιουνίου, 2021)

6.3. MYLO της Mark'ennovy

Ο τρίτος φακός που θα αναλυθεί και που έχει αποδειχθεί ότι είναι αποτελεσματικός στον μυωπικό έλεγχο είναι ο MYLO της Mark'ennovy. Ο MYLO λοιπόν είναι ένας φακός σιλκόνης υδρογέλης που αποτελείται από το υλικό Filcon 5B. Ο φακός αυτός επίσης έχει 75% περιεκτικότητα σε νερό, 60 διαπερατότητα σε οξυγόνο και είναι μηνιαίας αντικατάστασης. Επιπροσθέτως, η βασική ακτίνα καμπυλότητας του MYLO ξεκινά από 7.10 έως 9.80mm (0.30 βήματα), η διάμετρός του από 13.50 έως 15.50mm (0.50 βήματα) και το εύρος ισχύος από -0.25 έως -15.00 σε 0.25 βήματα και μόνο σφαιρικές δυνάμεις (<https://markennovy.com/mylo-new-myopia-management-lens/>, Επίσκεψη στις 05 Ιουνίου, 2021).

Όσον αφορά την τεχνολογία και την αποτελεσματικότητα του MYLO χρησιμοποιεί την τεχνολογία EDOF του Brien Holden Vision Institute. Πριν από περίπου δύο χρόνια, δημοσιεύθηκε μια κλινική δοκιμή που είχε ως δείγμα 508 παιδιά κινέζικης καταγωγής, ηλικίας 7 έως 13 χρονών, με μυωπία από -0.75 έως -3.50D και με όχι περισσότερο από 0.75D αστιγματισμό. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε 5 ομάδες για να λάβουν τους εξής φακούς:

- Ομάδα ελέγχου: Φακός επαφής μονής όρασης (n: έναρξη = 102, τέλος = 50)
- Σχεδιασμός 1: Στοχεύει στη μείωση της υπερμετροπικής εστίασης και στην πρόκληση μυωπικής εστίασης σε μεγάλο μέρος του αμφιβληστροειδούς. Περιέχει ενσωματωμένο σχετικό συν με κλιμακωτό τρόπο, ξεκινώντας από τα 1.50mm και με μέγιστη ισχύ στα 3.00mm. Επίσης ενσωματώνει μια κλιμακωτή, σχετική θετική ισχύ κεντρικά έως + 1.00D
 - Φακός I: Μέγιστο + 2.50D στα 3.00mm (n: έναρξη = 103, τέλος = 47)
 - Φακός II: Μέγιστο + 1.50D στα 3.00mm (n: έναρξη = 101, τέλος = 45)
- Σχεδιασμός 2: Φακός EDOF που ενσωματώνει εκτροπές υψηλότερης τάξης για τη βελτίωση της ποιότητας της εικόνας του αμφιβληστροειδούς σε τοποθεσίες πάνω και μπροστά από τον αμφιβληστροειδή και που «υποβαθμίζει» την ποιότητα της εικόνας πίσω από τον αμφιβληστροειδή.
 - Φακός III: EDOF έως + 1,75D (n: έναρξη = 98, τέλος = 45)
 - Φακός IV: EDOF έως + 1,25D (n: έναρξη = 104, τέλος = 47)

Στους 24 μήνες θεραπείας, όλοι οι δοκιμαστικοί φακοί επαφής οδήγησαν σε στατιστικά σημαντική μείωση του αξονικού μήκους, ενώ οι φακοί III και IV (σχέδιο 2) μείωσαν τη μυωπική εξέλιξη (σφαιρικό ισοδύναμο). Τα παιδιά που φορούσαν τους φακούς τους 6 ημέρες την εβδομάδα ή περισσότερο είχαν ελαφρώς καλύτερο αποτέλεσμα. Τέλος δεν αναφέρθηκαν δεδομένα ασφαλείας, παρόλο που καμία από τις διακοπές δεν προκλήθηκε λόγω ανεπιθύμητων ενεργειών και για τους παραπάνω λόγους οι συγγραφείς τόνισαν πως μπορεί να επιτευχθούν σημαντικές μειώσεις της μυωπικής εξέλιξης με τη χρήση νέων φακών επαφής σχεδιασμού EDOF (Sankaridurg, P., Bakaraju, R. C., Naduvilath, T., Chen, X., Weng, R., Tilia, D., Xu, P., Li, W., Conrad, F., Smith, E. L., Ehrmann, K. 2019)



Εικόνα 146 : Το κουτί του Φ.Ε. MYLO (https://markennovy.com/our_products/mylo/, Επίσκεψη στις 05 Ιουνίου, 2021)

Κεφάλαιο 7. Myopia control με Οφθαλμικούς Φακούς

Η χρήση οφθαλμικών φακών ή πιο απλά η χρήση γυαλιών οράσεως αποτελεί τον πιο παραδοσιακό τρόπο διόρθωσης της μυωπίας. Κατασκευαστικά, σύμφωνα με τις εστίες που δημιουργεί ο κάθε φακός, τα γυαλιά μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: τα μονοεστιακά, τα διπλεστικά και τα πολυεστιακά. Γενικά, η χορήγηση των μονοεστιακών γυαλιών αποτελεί τον πιο σύνηθες τρόπο διόρθωσης της μυωπίας σε παιδιά καθώς οι άλλες δύο κατηγορίες απευθύνονται κυρίως σε ανθρώπους μεγαλύτερης ηλικίας όπου εκτός από τη μυωπία συνυπάρχει και η πρεσβυωπία (Ψύλλας, 2014) (Πατέρας, 2010) (Δαμανάκης, 2011) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Όμως σε αυτό το κεφάλαιο θα μελετηθεί το πως οι πολυεστιακοί και οι διπλεστικοί οφθαλμικοί φακοί μπορούν να επιδράσουν θετικά στον μυωπικό έλεγχο καθώς υπάρχουν ενδείξεις ότι οι φακοί αυτοί μπορούν να επιβραδύνουν την εξέλιξη της μυωπίας έστω και σε ένα μικρό μόνο σύνολο μυωπικών παιδιών (Cooper, et al., 2012) (Smith & Walline, 2015) (Walline, 2016).

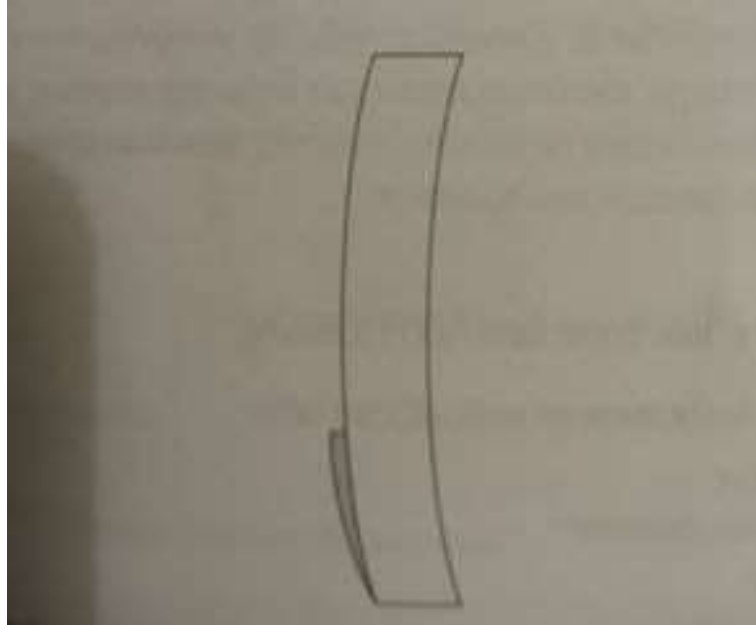
7.1. Ο διπλεστικός οφθαλμικός φακός

Οι διπλεστικοί φακοί αποτελούνται από δύο τμήματα: ένα ανώτερο μεγαλύτερη επιφάνειας, όπου θα υπάρχει η τυχόν αναγκαία διόρθωση της μακρινής όρασης και ένα κατώτερο, μικρότερης επιφάνειας, όπου θα υπάρχει η κατάλληλη διόρθωση που χρειάζεται ο εκάστοτε χρήστης για την ανάγνωση. Έτσι, όταν ένα άτομο θα χρειάζεται διαφορετική διόρθωση για μακριά και για κοντά, η μία από τις λύσεις που του προτείνεται είναι οι δύο συνταγές να χορηγηθούν σε ένα μόνο ζευγάρι γυαλιών, μέσω των διπλεστικών φακών (Ψύλλας, 2014).

Ο πρώτος διπλεστικός οφθαλμικός φακός, σύμφωνα εφευρέθηκε από τον Βενιαμίν Φραγκλίνο το 1784 ενώ σύμφωνα με τον (Πατέρας, 2010), ο όρος <<διπλεστικά>> χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον John Isaac Hawkins, τον άνθρωπο που εφηύρε τον τριπλεστικό φακό. Ο φακός αυτός ήταν απλώς χωρισμένος στη μέση όπου στρέφοντας το βλέμμα του προς το πάνω μισό έβλεπε μακριά και όταν έστρεφε το βλέμμα του στο κάτω μισό έβλεπε κοντά. Όμως αυτός ο τύπος διπλεστικού φακού δεν χρησιμοποιείται σήμερα (Δαμανάκης, 2011).

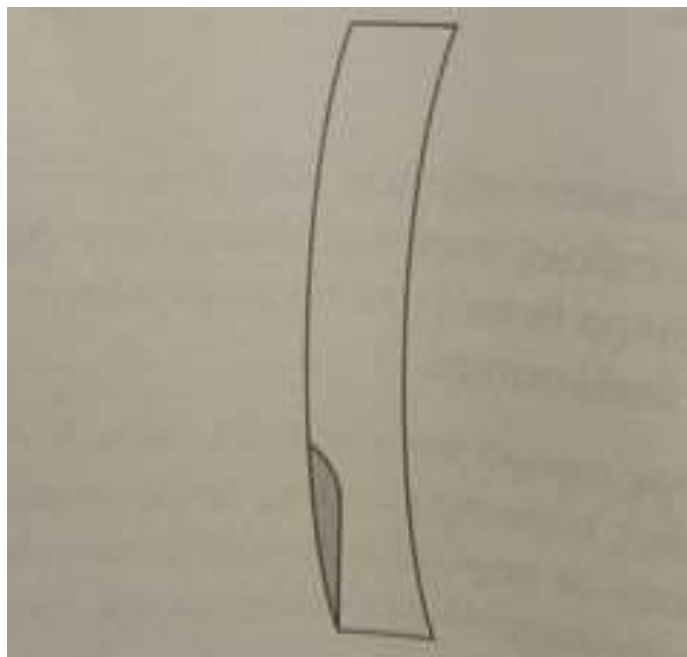
Οι σύγχρονοι διπλεστικοί οφθαλμικοί φακοί, ανάλογα με τον τρόπο που κατασκευάζονται, διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τα χωνευτά (fused) που είναι πλέον και τα πιο διαδεδομένα και τα μονοκόμματα (one-piece) (Δαμανάκης, 2011) ή αλλιώς, έτσι όπως αναφέρονται από τον (Πατέρας, 2010), τα συμπαγή (solid).

Τα χωνευτά διπλεστικά κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο όπου ενσωματώνεται στην πρόσθια επιφάνεια του κάτω τμήματος του διορθωτικού γυάλινου φακού (δείκτης διάθλασης: $n= 1.523$) ένας μικρός γυάλινος φακός με υψηλότερο δείκτη διάθλασης ($n=1.65-1.71$) ο οποίος προσφέρει το απαιτούμενο πρόσθιο σφαίρωμα της κοντινής όρασης. Βασικό πλεονέκτημα της κατηγορίας αυτής αποτελεί η εμφάνισή τους, αφού δεν είναι αντιληπτή (σε μεγάλο βαθμό) η διαχωριστική γραμμή μεταξύ της μακρινής και της κοντινής εστίας, ένα μειονέκτημα των συμπαγών διπλεστικών (Πατέρας, 2010).



Εικόνα 157 : Διπλεστικός φακός τύπου *Solid* (Πατέρας, 2010)

Τα μονοκόμματα-συμπαγή είναι κατασκευασμένα από ένα μόνο φακό. Η δύναμη του τμήματος που αφορά την κοντινή όραση δημιουργείται μεταβάλλοντας την καμπυλότητα της επιφάνειας του segment (ο συμπληρωματικός φακός θετικής δύναμης που προστίθεται στον κυρίως φακό ή η συμπληρωματική επιφάνεια στον κυρίως φακό ώστε να παραχθεί η επιθυμητή διαφορά στη δύναμη του κοντινού τμήματος (addition)), με αποτέλεσμα να γίνεται περισσότερο ή λιγότερο θετική από την καμπυλότητα της μακρινής περιοχής. Βασικό πλεονέκτημα των γυαλιών αυτών αποτελεί η δυνατότητα ενσωμάτωσης πρισμάτων στην μακρινή διόρθωση με αποτέλεσμα να αποτελούν έναν εξειδικευμένο τύπο διπλεστικών (Πατέρας, 2010). Τέλος, σύμφωνα με τον (Δαμανάκης, 2011), τα διπλεστικά αυτά είναι κατασκευασμένα από γυαλί, ενώ σύμφωνα με τον (Πατέρας, 2010), τα συμπαγή διπλεστικά είναι οργανικά.



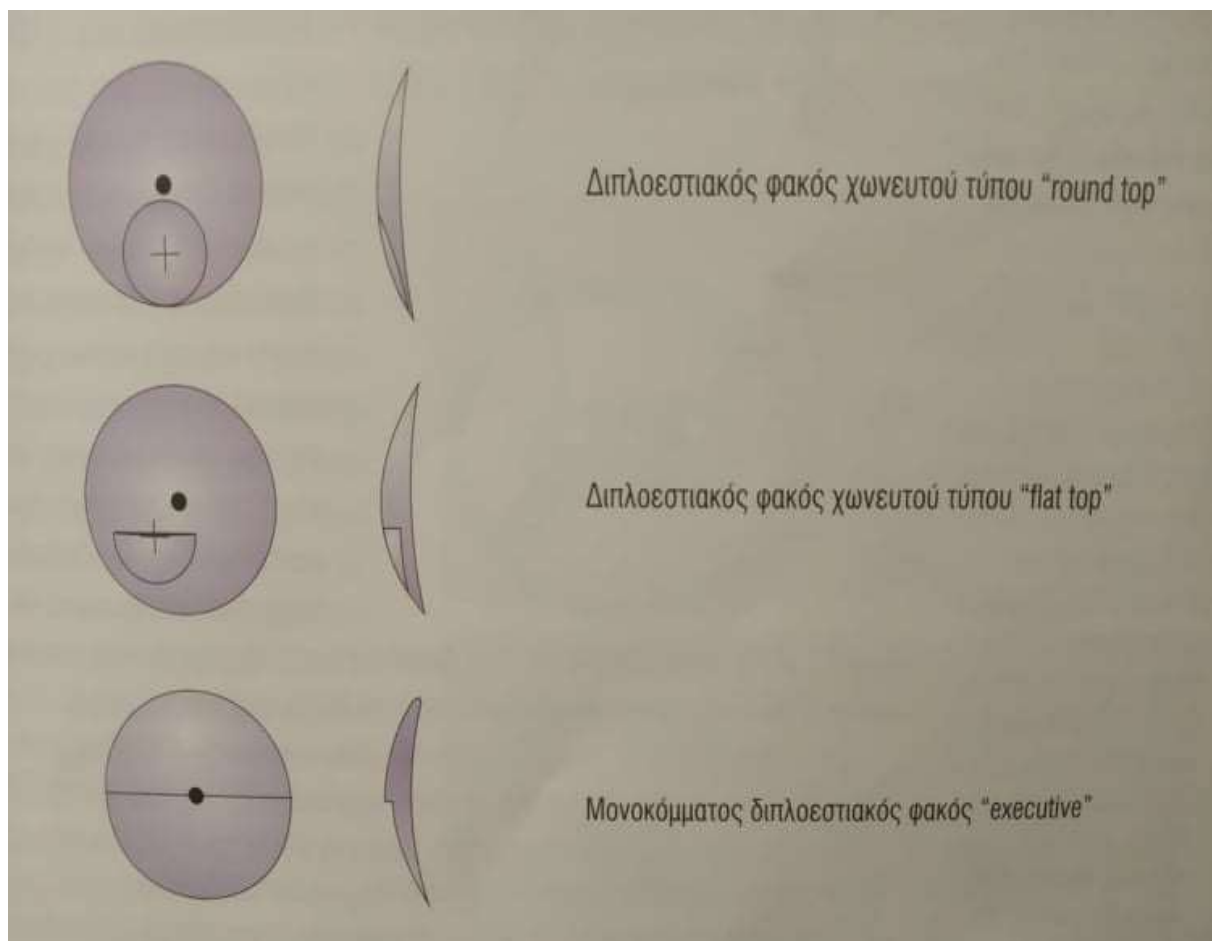
Εικόνα 38 : Διπλεστικός φακός τύπου *Fused* (Πατέρας, 2010)

Επιπροσθέτως, ανάλογα με το σχήμα του segment, οι διπλοεστιακοί φακοί μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις βασικούς τύπους, αν και υπάρχει μεγάλη ποικιλία σχημάτων (Δαμανάκης, 2011).

Ο πρώτος τύπος είναι ο flat-top φακός, όπου στον τύπο αυτόν η διαχωριστική γραμμή μεταξύ άνω και κάτω τμήματος είναι ευθεία και το οπτικό κέντρο του κάτω τμήματος είναι κοντά στη διαχωριστική γραμμή (Δαμανάκης, 2011). Το segment σε αυτόν το τύπο είναι ένα ημικυκλικό τόξο ενσωματωμένο στον κυρίως φακό (Πατέρας, 2010).

Ο δεύτερος τύπος είναι ο round-top φακός, όπου στον τύπο αυτόν η διαχωριστική γραμμή μεταξύ άνω και κάτω τμήματος είναι κυρτή και το οπτικό κέντρο του κάτω τμήματος βρίσκεται σε αρκετή απόσταση από τη διαχωριστική γραμμή (Δαμανάκης, 2011).

Ο τρίτος και τελευταίος τύπος είναι ο executive φακός όπου στον τύπο αυτόν η διαχωριστική γραμμή μεταξύ άνω και κάτω τμήματος είναι ευθεία που πορεύεται κατά μήκος όλου του φακού, φθάνει δηλαδή ως τα άκρα του. Η γραμμή αυτή με άλλα λόγια χωρίζει τον φακό στη μέση και τα οπτικά κέντρα των δύο τμημάτων του φακού πρακτικά συμπίπτουν (Δαμανάκης, 2011) (Πατέρας, 2010).



Εικόνα 39 : Τα πιο κοινά είδη διπλοεστιακού φακού ανάλογα με τη θέση του seg (Πατέρας, 2010)

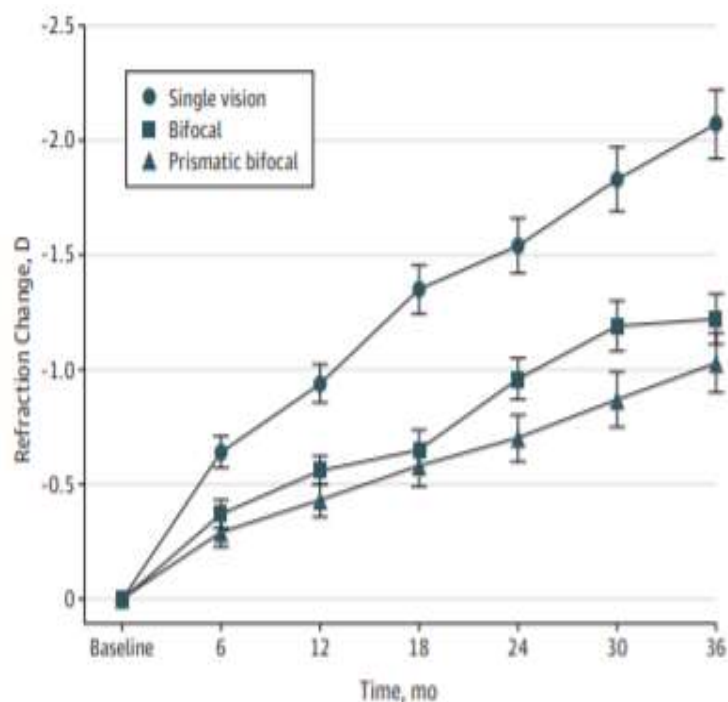
7.1.1. Myopia control με διπλεσσιακούς οφθαλμικούς φακούς

Οι οπτομέτρες έχουν χρησιμοποιήσει διπλεσσιακούς φακούς ως μέθοδο του myopia control από τη δεκαετία του 1940. Ο κύριος λόγος της εφαρμογής αυτής της μεθόδου είναι ότι η μειωμένη προσαρμοστική απόκριση των μυωπικών παιδιών στο να βλέπουν κοντινά αντικείμενα (κοντινή όραση ή κοντινή εργασία) μπορεί να σχετίζεται με τη θολερότητα του αμφιβληστροειδούς με αποτέλεσμα τη πιθανή μη συντονισμένη ανάπτυξη των ματιών. Οι διπλεσσιακοί οφθαλμικοί φακοί μπορεί να μειώσουν τη μεγάλη προσαρμογή που απαιτείται κατά τη διάρκεια της κοντινής εργασίας ώστε να μειωθεί το ποσοστό εξέλιξης της μυωπίας (Saw, S. M., Gazzard, G., Au Eong, K. G., Tan, D. T.H. 2002). Αυτό επιτυγχάνεται από το ότι οι φακοί αυτοί επιτρέπουν στα παιδιά να βλέπουν καθαρά τα μακρινά αντικείμενα μέσω του άνω τμήματος του φακού ενώ ο κάτω μέρος του φακού περιέχει την ισχύ ανάγνωσης, η οποία μπορεί να ελέγξει την εξέλιξη της μυωπίας μειώνοντας ή εξαλείφοντας την προσαρμοστική προσπάθεια ή το σφάλμα που σχετίζεται με τη μυωπία (Smith & Walline, 2015). Ωστόσο όμως, ενδέχεται με αυτήν την μέθοδο, να είναι αδύνατος ο πλήρης έλεγχος της προσαρμογής σε όλες τις αποστάσεις. Η αιτία του συγκεκριμένου προβλήματος ευθύνεται από το γεγονός πως η τεχνολογία του διπλεσσιακού φακού στηρίζεται σε δύο εστιακές ζώνες, μια ζώνη απόστασης και μια κοντινή ζώνη, με αποτέλεσμα να μην είναι πλήρως εστιασμένες οι αμφιβληστροειδικές εικόνες σε όλες τις αποστάσεις. Κάποιες από τις τυχαίοποιημένες κλινικές δοκιμές διπλεσσιακών οφθαλμικών φακών σε παιδιά (το δείγμα κυμαινόταν από 32 έως 246 παιδιά) στις Ηνωμένες Πολιτείες, τη Φινλανδία και τη Δανία όπου χρησιμοποιήθηκε μια σειρά από addition από +1.00 D έως + 2.00D έδειξαν ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στα ποσοστά εξέλιξης της μυωπίας. Επιπροσθέτως, τονίστηκε η μη χρησιμότητα των εν λόγω φακών καθώς είναι και πολύ αισθητικά αποδεκτοί καθώς επίσης τα παιδιά δεν μπορούν πάντα να χρησιμοποιούν το κάτω τμήμα του φακού για ανάγνωση (Saw, et al., 2002). Παρόλα αυτά, η μέθοδος των διπλεσσιακών γυαλιών δεν εμφάνισε καμία παρενέργεια στα παιδιά που την χρησιμοποίησαν όπως και επίσης υπήρξε και η αναφορά ότι η αναφορά ότι η μέθοδος αυτή έχει παρουσιάσει μια τάση βραδύτερης προόδου της εξέλιξης της μυωπίας σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο αντιμετώπισής της η οποία είναι τα συμβατικά γυαλιά μονής εστίασης (Saw, et al., 2002).

Επιώθηκε προηγουμένως πως η χρήση διπλεσσιακών φακών θα μπορούσε να μειώσει την μυωπική εξέλιξη των παιδιών έστω και σε μικρό επίπεδο. Ωστόσο, σε πιο πρόσφατες μελέτες παρατηρήθηκε ότι αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο σε ένα υποσύνολο παιδιών. Το υποσύνολο αυτό περιλαμβάνει παιδιά με γρήγορη μυωπική εξέλιξη, παιδιά που έχουν εσωφορία για κοντά ή /και με υψηλές καθυστερήσεις προσαρμογής (Cheng, D., Woo, G. C., Schmid, K. L. 2011). Επιπλέον, έχει γίνει και η αναφορά πως ο διπλεσσιακός φακός έχει επίδραση στην αλλαγή της περιφερειακής θαμπάδας του αμφιβληστροειδούς και το ότι η πολύωρη κοντινή εργασία αποτελεί έναν από τους παράγοντες κινδύνου ανάπτυξης της μυωπίας αφού η υπερβολική κοντινή εργασία μπορεί να προκαλέσει παροδική μυωπία μέσω της παρατεταμένης συνεχόμενης ανάγνωσης. Έτσι έχει υποστηριχθεί ότι τα διπλεσσιακά γυαλιά μέσω της τεχνολογίας κατασκευής τους θα καταφέρουν έναν καλύτερο μυωπικό έλεγχο (Cheng, et al., 2011).

Μάλιστα, για να εξεταστούν τα εν λόγω εγχειρήματα, πραγματοποιήθηκε μια κλινική δοκιμή που διήρκεσε 3 χρόνια είχε ως στόχο να προσδιορίσει εάν τα πρισματικά διπλεσσιακά γυαλιά και αν τα απλά διπλεσσιακά μπορούν να ελέγξουν τη μυωπία και να εκτιμήσουν εάν το αποτέλεσμα της θεραπείας οφείλεται στην καθυστέρηση της προσαρμογής και / ή στην κοντινή εσωφορία. Συνολικά 135 παιδιά κινέζο-καναδέζικης καταγωγής με μέση ηλικία τα 10.29 +/- 0.15 έτη (8 έως 13) με μέση μυωπία -3.08 +/- 0.10D και με μυωπική εξέλιξη 0.50D από τον προηγούμενο χρόνο, έλαβαν μέρος σε αυτήν την έρευνα. Τα παιδιά χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες για να αξιολογηθούν οι δύο προαναφερθέντες τύποι φακών συγκριτικά με τους απλούς μονοεστιακούς, όπου η πρώτη ομάδα εξοπλιστική με μονοεστιακά γυαλιά, η δεύτερη με διπλεσσιακά τύπου executive (+1.50D) και η τρίτη με διπλεσσιακά τύπου executive με πρίσματα δύναμης 3Δ με βάση μέσα. Συνολικά 128 ολοκλήρωσαν την έρευνα και η

μυωπική εξέλιξη στο διάστημα των 3 χρόνων ήταν κατά μέσο όρο: $-2.06 \pm 0.13D$ για την ομάδα των μονοεσθιακών, $-1.25 \pm 0.10D$ για τη διπλεσθιακή ομάδα και $-1.01 \pm 0.13D$ για την πρισματική διπλεσθιακή ομάδα. Η αύξηση του αξονικού μήκους (κατά μέσο όρο) που σημειώθηκε ήταν η εξής: $0.82 \pm 0.05mm$, $0.57 \pm 0.07mm$ και $0.54 \pm 0.06mm$ για τις αντίστοιχες ομάδες. Ερευνώντας μεμονωμένα, τις διάφορες κατηγορίες των παιδιών που έλαβαν μέρος στην έρευνα, φαίνεται ότι σε αυτά που είχαν υψηλές προσαρμοστικές καθυστερήσεις και τα δύο πρισματικά γυαλιά ήταν εξίσου αποτελεσματικά, ενώ εκείνα με χαμηλές, η θεραπευτική επίδραση των πρισματικών διπλεσθιακών ήταν εμφανώς καλύτερη. Επίσης, το θεραπευτικό αποτέλεσμα και των δύο τύπων διπλεσθιακών γυαλιών ήταν ανεξάρτητο της κατάστασης της κοντινής φορίας με αποτέλεσμα να είναι εμφανής ότι τα διπλεσθιακά γυαλιά είναι αποτελεσματικά συγκριτικά με τα μονοεσθιακά και ότι τα πρισματικά διπλεσθιακά είναι πιο αποτελεσματικά για μυωπικά παιδιά με χαμηλές προσαρμοστικές καθυστερήσεις (Cheng, D., Woo, G. C., Drobe, B., Schmid, K. L. 2014). Όμως δεν πρέπει να παραληφθεί και η ανησυχία πως δεν είναι γνωστό εάν αυτή η μελέτη βρήκε ισχυρή επίδραση επειδή όντως τα διπλεσθιακά γυαλιά είναι αποδοτικά για την επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας ή αν το αποτέλεσμα αυτό οφείλεται και σε άλλους παράγοντες όπως για παράδειγμα ότι σε αυτήν την μελέτη εγγράφηκαν μόνο προχωρημένοι μυωπικοί ασθενείς, όπου σε αυτούς <<επιτρέπεται>> καλύτερος μυωπικός έλεγχος (Walline, 2016). Και αυτός είναι ο λόγος που, πέραν του γεγονότος ότι τα πρισματικά διπλεσθιακά γυαλιά είχαν 51% επιτυχία συγκριτικά με τα μονοεσθιακά, έχουν δημοσιευθεί άρθρα που υποστηρίζουν πως τα απλά μονοεσθιακά γυαλιά δεν διαφέρουν ως προς το κλινικής σημασίας θεραπευτικό αποτέλεσμα σε σχέση με τα διπλεσθιακά (Smith & Walline, 2015) (Walline, 2016).



Εικόνα 160 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε στην εκάστοτε ομάδα σε διάστημα τριών χρόνων θεραπείας (Cheng, et al., 2014)

7.2. Ο πολυεστιακός οφθαλμικός φακός

Στους πολυεστιακούς οφθαλμικούς φακούς, σε αντίθεση με τους διπλεστιακούς, δεν υπάρχει ξεχωριστό τμήμα για την κοντινή όραση. Στους φακούς αυτούς, η διαθλαστική τους ισχύς παρουσιάζει μια προοδευτική μεταβολή. Οπότε, στο επάνω τμήμα του φακού θα περιέχεται η απαιτούμενη ισχύς που χρειάζεται ο εκάστοτε χρήστης για να βλέπει ευκρινώς μακριά και στο κατώτερο τμήμα η διαθλαστική ισχύς που απαιτείται για την κοντινή όραση. Η διαφορά όμως με τους διπλεστιακούς φακούς είναι πως στην περίπτωση αυτή μεταξύ των δύο ακραίων αυτών τμημάτων παρουσιάζονται προοδευτικά ενδιάμεσες τιμές. Και αυτόν είναι ένας από τους κυριότερους λόγους που οι φακοί αυτοί πλεονεκτούν σε σύγκριση με τους διπλεστιακούς, αφού ο χρήστης πολυεστιακών γυαλιών θα πετύχει ευκρινή όραση και για τις ενδιάμεσες αποστάσεις. Με άλλα λόγια, στον πολυεστιακό οφθαλμικό φακό δημιουργούνται πολλές εστίες, ανάλογα με το μέρος του φακού από όπου διέρχονται οι φωτεινές ακτίνες. Έτσι, κοιτώντας μέσα από έναν πολυεστιακό φακό, εμφανίζεται διαφορετική διαθλαστική ισχύ, ανάλογα με το σημείο απ' όπου διέρχεται το βλέμμα του διοπτροφόρου (Ψύλλας, 2014).

Ο πρώτος πολυεστιακός οφθαλμικός φακός ήταν ο Varilux της Essilor του οποίου ο εφευρέτης ήταν ο Bernard Maitenaz. Ο φακός αυτός σχεδιάστηκε στην Γαλλία και κατά επέκταση προωθήθηκε και στην υπόλοιπη Ευρώπη το 1959. Ο πρώτος όμως πολυεστιακός φακός που διατέθηκε στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν ο Omnofocal, το 1965, και ο Varilux διατέθηκε εκεί το 1967 (Πατέρας, 2010).

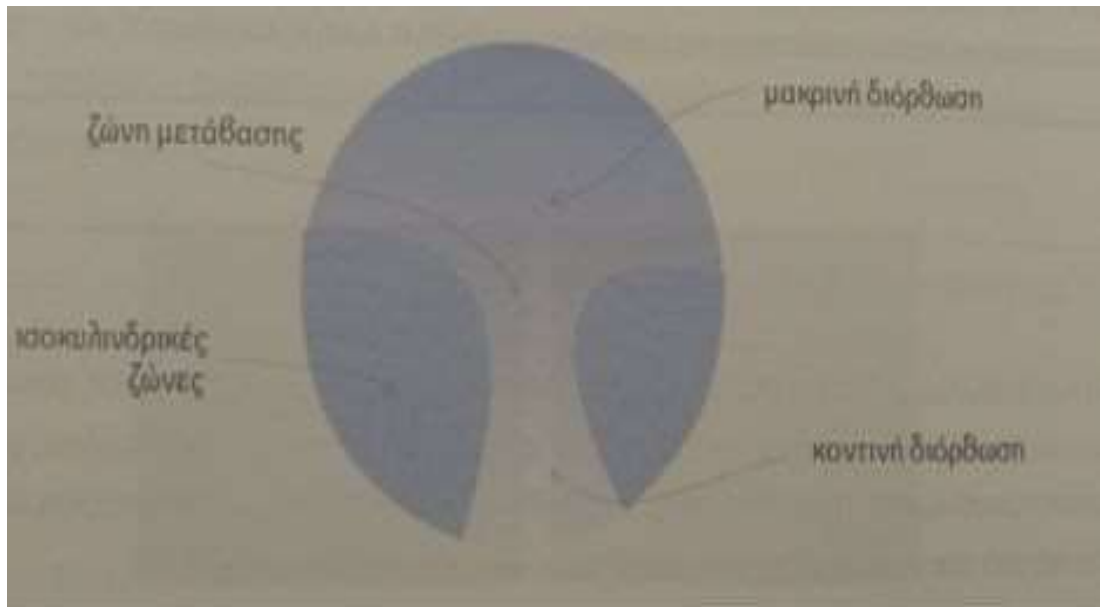
Σημαντικό να τονισθεί είναι το γεγονός πως τους πολυεστιακούς φακούς δεν υφίσταται η ύπαρξη της διαχωριστικής γραμμής, αφού η μετάβαση από την μακρινή στην κοντινή ζώνη γίνεται προοδευτικά και όχι απότομα. Αυτό μάλιστα αποτελεί και ένα σημαντικό αισθητικό πλεονέκτημα των φακών αυτών αφού απουσιάζει, σε αντίθεση με τους διπλεστιακούς φακούς, η αντιαισθητικής διαχωριστική γραμμή. Επιπλέον, λύνεται εντελώς ένα σημαντικό πρόβλημα των διπλεστιακών φακών το οποίο είναι η αναπήδηση της εικόνας, δηλαδή, η απότομη μετατόπιση του ειδώλου που δημιουργείται λόγω του πρισματικού φαινομένου όταν το βλέμμα του χρήστη περνά από τη διαχωριστική γραμμή που ενώνει τη μακρινή με την κοντινή ζώνη του φακού (Πατέρας, 2010).

Όμως, το σημαντικότερο πλεονέκτημα της προοδευτικής μετάβασης είναι ότι εξασφαλίζεται η όραση σε όλες τις αποστάσεις. Καθώς, ο διοπτροφόρος κατεβάζει το βλέμμα του, ο πολυεστιακός φακός του παρέχει ολοένα και μεγαλύτερη διαθλαστική ισχύ. Έτσι σε οποιοδήποτε σημείο, ο πολυεστιακός φακός παρέχει στον διοπτροφόρο την απαραίτητη ισχύ για να δει ένα αντικείμενο σε μακρινή, κοντινή και μεσαία απόσταση. (Πατέρας, 2010) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008).

Παρά όλων των πλεονεκτημάτων αυτών όμως, οι πολυεστιακοί φακοί εμφανίζουν και ένα μειονέκτημα. Αυτό αφορά και σχετίζεται με τις περιφερικές εκτροπές που δημιουργούνται αναγκαστικά εξαιτίας του σχεδιασμού τους. Στην περιφέρεια του φακού, στις λεγόμενες περιφερειακές ζώνες ή σύμφωνα με τους (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008) ισοκυλινδρικές, δημιουργούνται αστιγματικές εκτροπές που αλλοιώνουν την ποιότητα της όρασης όταν ο διοπτροφόρος κοιτάει μέσα από αυτές (Δαμανάκης, 2011).

Ωστόσο, από τη μακρινή ως την κοντινή ζώνη, υπάρχει μια περιοχή που λείπουν οι εκτροπές, η λεγόμενη ζώνη μετάβασης ή αλλιώς, το «κανάλι» (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Όταν ο διοπτροφόρος των πολυεστιακών γυαλιών βλέπει μέσα από το κανάλι, επιτυγχάνει καθαρή όραση. Το σημείο του καναλιού από το οποίο ο διοπτροφόρος θα κοιτάξει έχει να κάνει με την απόσταση του αντικειμένου που επιθυμεί να δει. Για μακρινά αντικείμενα, πρέπει το βλέμμα του να είναι «στραμμένο» στο πάνω σημείο του καναλιού (μακρινή ζώνη), για κοντινά αντικείμενα να είναι «στραμμένο» στο κάτω σημείο του καναλιού (κοντινή ζώνη), ενώ για αντικείμενα που βρίσκονται σε μέσες αποστάσεις, ο διοπτροφόρος πρέπει να δει από τα ενδιάμεσα σημεία του καναλιού. Έτσι, σύμφωνα με τα παραπάνω, είναι

σημαντικό ο διοπτροφόρος των πολυεστιακών γυαλιών να μάθει να κοιτάει αποκλειστικά μέσα από το κανάλι και όχι από την περιφέρεια του φακού αφού θα του θολώσει η όραση σε σημείο μάλιστα να δημιουργηθούν και κυματισμοί, ενώ ταυτόχρονα, θα πρέπει να χρησιμοποιεί συγκεκριμένο τμήμα του καναλιού, ανάλογα με την απόσταση του αντικειμένου που θέλει να δει. (Δαμανάκης, 2011) (Πατέρας, 2010)



Εικόνα 171 : Η τεχνολογία του πολυεστιακού οφθαλμικού φακού (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008)

7.2.1. Myopia control με πολυεστιακούς οφθαλμικούς φακούς

Οι πολυεστιακοί φακοί χρησιμοποιούνται ως μέθοδος του μυωπικού ελέγχου αφού μέσω της τεχνολογίας τους επιβραδύνουν την μυωπική εξέλιξη με την ελάττωση ή την εξάλειψη της προσαρμογής (Smith & Walline, 2015). Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά που διαβάζουν συνεχώς για περισσότερο από 30 λεπτά, είναι πιθανότερο να αναπτύξουν μυωπία από εκείνα που διαβάζουν για μικρότερη διάρκεια. Επιπλέον, τα παιδιά με μικρότερες αποστάσεις ανάγνωσης (<30cm) είναι 2.5 φορές πιο πιθανό να είναι μυωπικά από εκείνα με μεγαλύτερες αποστάσεις εργασίας, γεγονός που υποδηλώνει ότι η ένταση καθώς και η διάρκεια της κοντά εργασίας μπορεί να είναι παράγοντες που σχετίζονται με την ανάπτυξη μυωπίας (Kang, 2018).

Το πρόβλημα όμως που συναντάται στα παιδιά που φοράνε τους πολυεστιακούς φακούς είναι ότι δεν γίνεται με τον σωστό τρόπο η χρήση τους σχετικά με το πιο μέρος του φακού πρέπει να χρησιμοποιείται ανάλογα με την απόσταση της όρασης και ως εκ τούτου μπορεί τα παιδιά ακούσια να χρησιμοποιήσουν το τμήμα της αποστάσεως για να δουν με την μεσαία ή την κοντινή τους όραση. Επιπροσθέτως, ακόμη και όταν στα παιδιά παρέχονται οι κατάλληλες οδηγίες όπως για παράδειγμα να στρίβουν το βλέμμα τους προς τα κάτω όταν θέλουν να αναγνώσουν, αυτά εξακολουθούν να χρησιμοποιούν άλλα τμήματα των πολυεστιακών φακών εάν η διαφορά που παρουσιάζεται στην όραση τους δεν είναι αντιληπτή. Επίσης, το πρόβλημα αυτό πιθανώς να επιδεινωθεί αν τα γυαλιά δεν φορεθούν σωστά ή αν γλιστρήσουν προς τα κάτω (Cheng, et al., 2011).

Σε πολλά άρθρα, τους φακούς αυτούς, μπορεί να τους συναντήσει κάποιος ως PALs, δηλαδή, ως Progressive Addition Lenses (ή και ως progression lenses) (Κατσούλος & Ασημέλλης, 2008). Όπως και στους διπλεσσιακούς φακούς, η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των πολυεστιακών οφθαλμικών φακών έχει δείξει κλινικά μικρές μειώσεις της εξέλιξης της μυωπίας ακόμα και σε εσωφορικά παιδιά ή παιδιά με μεγάλη προσαρμοστική καθυστέρηση όπου αυτά θεωρητικά επωφελούνται περισσότερο από αυτούς του φακούς (Tay, et al., 2017) (Leo, 2017).

Συγκεντρωτικά δεδομένα διαφόρων ερευνών έχουν δείξει ότι η εξέλιξη της μυωπίας στον 1 χρόνο ήταν μόνο κατά 0.16D πιο αργή για τους χρήστες πολυεστιακών γυαλιών από ότι στους χρήστες μονοεστιακών γυαλιών. Σε μια δοκιμή για την αξιολόγηση της επίδρασης των PALs σε παιδιά με μεγάλη προσαρμοστική καθυστέρηση, η εξέλιξη της μυωπίας στον 1 χρόνο, ήταν εξίσου μικρή με 0.18D για την ομάδα των παιδιών που φορούσαν πολυεστιακά γυαλιά έναντι των παιδιών που φορούσαν μονοεστιακά (Mak, C. Y., Yam, J. C., Chen, L. J., Lee, S. M., Young, A. L. 2018).

Αποτελέσματα μιας άλλης μεγάλης πολυκεντρικής δοκιμής αξιολόγησης της μυωπίας γνωστή και ως C.O.M.E.T. (The Correction of Myopia Evaluation Trial), χρησιμοποίησε 469 παιδιά ηλικίας 6 έως 11 ετών και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι κατά την τριετία που διαδραματίστηκε, το θεραπευτικό αποτέλεσμα που παρείχαν τα PALs ήταν: 0.20 +/-0.08D και 0.11 +/- 0.03mm όσον αφορά την αύξηση του αξονικού μήκους του μυωπικού οφθαλμού. Πρόσθετες αναλύσεις επίσης έχουν δείξει ότι υπήρχαν πιο αποτελεσματικά θεραπευτικά αποτελέσματα σε παιδιά με μεγαλύτερες προσαρμοστικές καθυστερήσεις σε συνδυασμό με εσωφορία για κοντά (0.64 +/-0.21 D), για παιδιά που χρησιμοποιούν μικρότερες αποστάσεις ανάγνωσης (0.44 +/-0,20 D) και για παιδιά με μικρότερη μυωπία (0.48 +/-0.15 D). Αν και στατιστικά σημαντικές, αυτές οι διαφορές για μια περίοδο 3 ετών δεν είναι κλινικά σημαντικές. Επίσης να σημειωθεί ότι τα θεραπευτικά αποτελέσματα μειώθηκαν ακόμη περισσότερο μετά από το διάστημα των 5 χρόνων (Leo, 2017). Παρόλα αυτά, η χρήση πολυεστιακών φακών αποτελεί μια από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους ελέγχου της μυωπίας – αν και αμφισβητούμενη- που υποστηρίζεται από πολλούς οπτομέτρους, επειδή οι πολυεστιακοί φακοί είναι άμεσα διαθέσιμοι και ασφαλή (Mak, et al., 2018).

Τέλος, σύμφωνα με τον (Kang, 2018), κάτι που δεν πρέπει να παραληφθεί σχετικά με την τεχνολογία των πολυεστιακών οφθαλμικών φακών, είναι ότι έχει αποδειχθεί πρόσφατα ότι όχι μόνο το ποσό του addition αλλά και η κατανομή της οπτικής ισχύος μέσω της ζώνης της κοντινή όρασης μπορούν επίσης να επηρεάσουν τις προσαρμοστικές αποκρίσεις των παιδιών.

7.3. Η υποδιόρθωση της μυωπίας ως μέθοδος του Myopia Control

Δύο είναι οι κύριοι λόγοι που η μέθοδος της υποδιόρθωσης της μυωπίας δεν αναλύεται ως ξεχωριστό κεφάλαιο. Ο πρώτος είναι η αποδεδειγμένη μη αποτελεσματικότητά της όσον αφορά τον μυωπικό έλεγχο με αποτέλεσμα να μην διεξάγονται πλέον κλινικές δοκιμές που να μελετούν την μέθοδο αυτήν και ο δεύτερος είναι ότι οι πιο πρόσφατες κλινικές δοκιμές (που μελετούν την μέθοδο της υποδιόρθωσης) που βρέθηκαν κατά τη διαδικασία της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, εφάρμοσαν τη μέθοδο αυτή μη τη χρήση οφθαλμικών φακών, δηλαδή γυαλιών.

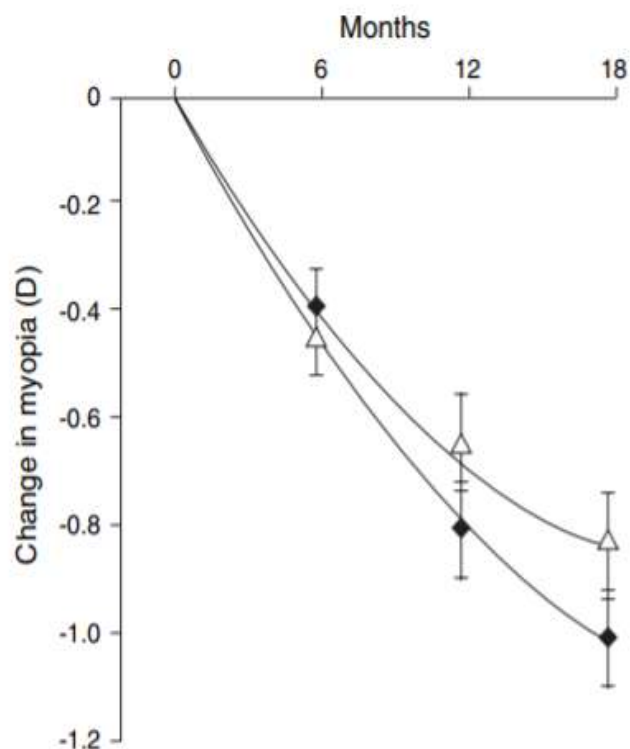
Η υποδιόρθωση της μυωπίας δεν συνιστάται σχεδόν ποτέ αφού με αυτόν τον τρόπο ο ασθενής δεν θα πετύχει την καλύτερη δυνατή οπτική οξύτητα. Όμως, πολλοί οπτομέτρους και οφθαλμίατροι εφαρμόζουν την μέθοδο της υποδιόρθωσης της μυωπίας σε παιδιά με εσωφορία. Σε αυτήν την περίπτωση η υποδιόρθωση είναι σκόπιμη όμως κυρίως κατά την κοντινή εργασία. Με άλλα λόγια δηλαδή, σε εσωφορικά παιδιά ίσως κριθεί απαραίτητο να χορηγηθούν δύο ζευγάρια γυαλιών: ένα που θα παρέχει την πλήρη διόρθωση και που θα το

χρησιμοποιεί τον παιδί κυρίως στις δραστηριότητές του και ένα άλλο ζευγάρι που δεν θα έχει την πλήρη διόρθωση όπου το εσωφορικό παιδί θα το χρησιμοποιεί στο σχολείο και πιο πολύ τις ώρες που θα διαβάζει στο σπίτι του (Δαμανάκης, 2011).

Ο λόγος που χορηγείται η μέθοδος της υποδιόρθωσης σε αυτήν μόνο την ομάδα των παιδιών είναι ότι μειώνεται η προσαρμοστική προσπάθεια (Δαμανάκης, 2011). Όμως, λόγω της θεωρίας ότι η αυξημένη προσαρμοστική προσπάθεια μπορεί να αυξήσει την μυωπική εξέλιξη, πολλοί επαγγελματίες εφαρμόζαν την μέθοδο αυτήν για να την επιβραδύνουν (Walline, 2016).

Δύο είναι οι πιο πρόσφατες, εντός της εντός της παρούσας χιλιετίας, κλινικές δοκιμές που βρέθηκαν κατά τη διαδικασία της βιβλιογραφικής αναζήτησης. Η πρώτη εκ των δύο χρονικά διεξαγόμενη μελέτη ήταν αυτή των (Cheng, et al., 2014) οι οποίοι χώρισαν 94 μυωπικά παιδιά ηλικίας 9 με 14 ετών σε δύο ομάδες, όπου η μία ομάδα παιδιών ήταν πλήρως διορθωμένη, ενώ η δεύτερη ήταν υποδιορθωμένη ή αλλιώς θολωμένη κατά +0.75D. Έτσι μετά από δύο χρόνια όχι μόνο η υποδιόρθωση δεν επιβράδυνε την εξέλιξη της μυωπίας αλλά την επιτάχυνε. Με άλλα λόγια, τα παιδιά που τα γυαλιά τους δεν φέρανε την πλήρη διόρθωση είχαν ταχύτερη μυωπική εξέλιξη και αξονική επιμήκυνση σε σύγκριση με αυτά που ήταν πλήρως διορθωμένα. Επιπροσθέτως, θα μπορούσε να πει κανείς, ότι η μέθοδος αυτή <<απέτυχε παταγωδώς>> αφού στη διάρκεια των δύο αυτών χρόνων που διήρκεσε η μελέτη, τα παιδιά δυσκολεύτηκαν αρκετά στην καθημερινότητά τους αφού δεν είχαν οπτική οξύτητα 6/6 όπως είχαν τα παιδιά που είχαν την πλήρη διόρθωση στα γυαλιά τους.

Τέσσερα χρόνια μετά, δημοσιεύθηκε άλλη μια κλινική δοκιμή που εξέτασε την μέθοδο της υποδιόρθωσης. Οι (Aller & Wildsoet, 2008) χώρισαν 48 μυωπικά παιδιά ηλικίας 5 έως 15 ετών σε δύο ομάδες για να λάβουν είτε γυαλιά που είχαν την πλήρη διόρθωση που χρειαζόταν το εκάστοτε παιδί της ομάδας (n=23), είτε γυαλιά που δεν θα φέρανε την πλήρη διόρθωση που χρειαζόντουσαν τα παιδιά ώστε να έχουν οπτική οξύτητα 6/6 (n=25). Η μελέτη διήρκεσε 18 μήνες και τα παιδιά που ανήκαν στη δεύτερη ομάδα ήταν υποδιορθωμένα ή όπως αλλιώς αναφέρεται θολωμένα κατά +0.50D. Έτσι μετά από αυτόν τον ενάμιση χρόνο που χρειάστηκε για να διεξαχθεί η μελέτη οι (Aller & Wildsoet, 2008) διαπίστωσαν ότι η υποδιόρθωση δεν αποτελεί μια αποτελεσματική θεραπεία της επιβράδυνσης της μυωπικής εξέλιξης αφού τα παιδιά που ανήκαν στην ομάδα που εφαρμόστηκε αυτή η μέθοδος εμφάνισαν μια μικρή όμως μη στατιστικά σημαντική αύξηση της μυωπικής εξέλιξης ίση με 0.17D (σε διάρκεια 18 μηνών).



Εικόνα 182 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε με την μέθοδο της υποδιόρθωσης σε διάστημα 18 μηνών θεραπείας (Alder & Millodot, 2006)

Έτσι λοιπόν, όπως αναφέρουν και άλλοι συγγραφείς που αναλύουν τις μελέτες αυτές, είναι φανερό πως στις δύο πιο πρόσφατες κλινικές δοκιμές που έχει μελετηθεί η μέθοδος υποδιόρθωση της στη μία παρατηρήθηκε αύξηση της εξέλιξης της μυωπίας ενώ στην άλλη καμία αλλαγή σε σύγκριση με την ομάδα των παιδιών που ήταν πλήρως διορθωμένα (Cooper, et al., 2012) (Walline, 2016).

Κεφάλαιο 8. Ειδικές κατηγορίες Οφθαλμικών Φακών για το Myopia control

Ερευνώντας διεξοδικά τις κατηγορίες των οφθαλμικών φακών που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της μυωπίας θα δούμε παρακάτω ότι υπάρχουν πολλές ειδικές κατηγορίες που χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της μυωπίας και ότι πολλές από αυτές έχουν ως στόχο την μείωση της περιφερικής αφεστίασης ή και τη μείωση της προσαρμοστικής υστέρησης (Sunderji, 2018) (Schilling, T., Ohlendorf, A., Varnas, S. R., Wahl, S. 2017).

8.1. MiyoSmart lenses της HOYA

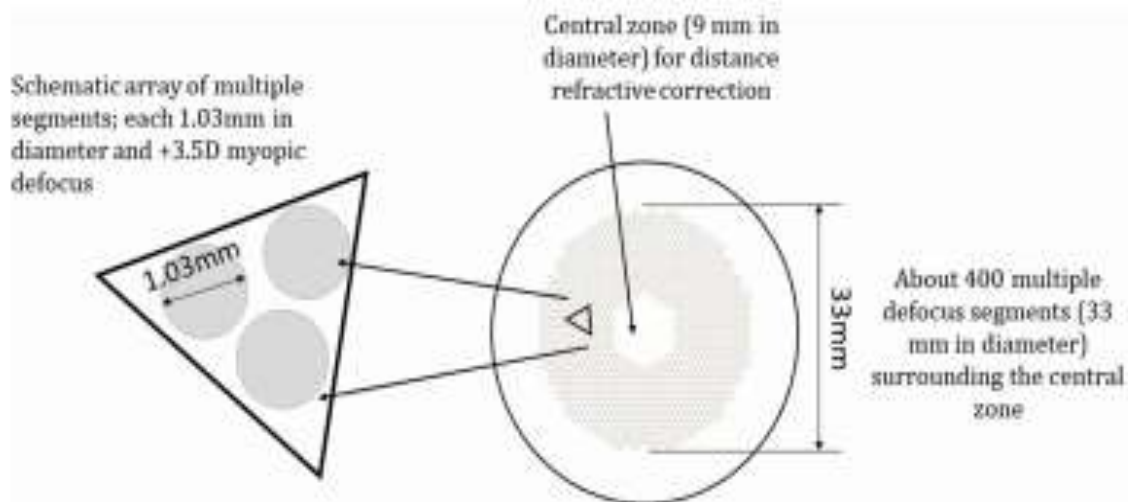
Ο οφθαλμικός φακός της HOYA, ο MiyoSmart, σύμφωνα με το επίσημο site της εταιρίας, είναι ένας οφθαλμικός φακός ειδικά σχεδιασμένος για τον έλεγχο της μυωπίας που χρησιμοποιεί την τεχνολογία D.I.M.S. (Defocus Incorporated Multiple Segments). (<https://www.hoyavision.com/my/discover-products/for-eye-care-professionals/special-lenses2/miyosmart/>) (Επίσκεψη στις 15 Απριλίου, 2021)



Εικόνα 193: Ο οφθαλμικός φακός MiyoSmart της HOYA (<https://www.hoyavision.com/my/discover-products/for-eye-care-professionals/special-lenses2/miyosmart/>) (Επίσκεψη στις 15 Απριλίου, 2021)

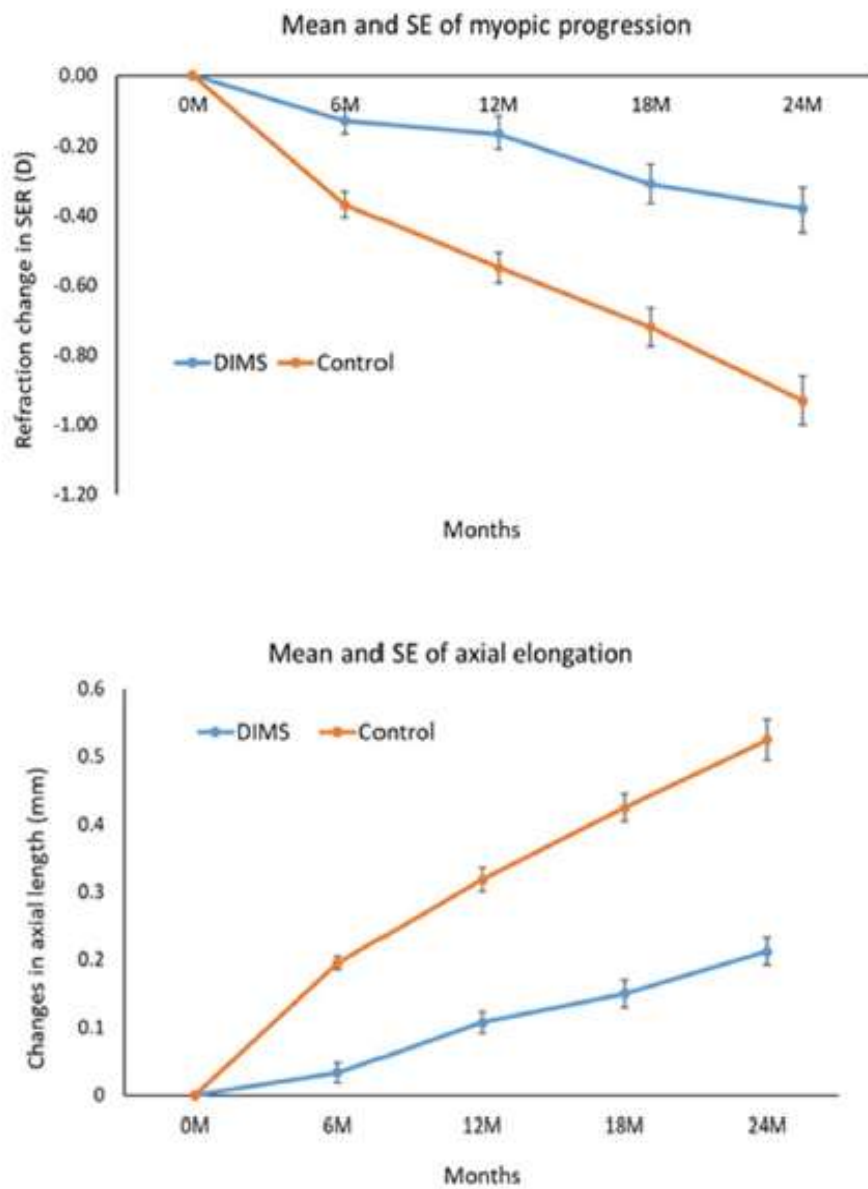
Στο site της εταιρίας λοιπόν, υπάρχει και μία κλινική δοκιμή για την αξιολόγηση του φακού αυτού που θα αναλυθεί μετά. Όμως μέσα σε αυτήν μελέτη εξηγείται η τεχνολογία του φακού αυτού. Συγκεκριμένα, λέγεται πως ο MiyoSmart είναι ένας custom-made πλαστικός φακός γυαλιών. Περιλαμβάνει μια κεντρική οπτική ζώνη (9.0mm σε διάμετρο) για τη διόρθωση διαθλαστικών σφαλμάτων απόστασης και έναν δακτύλιο πολλαπλών εστιακών

ζωνών με πολλαπλά τμήματα (33.0mm σε διάμετρο) που έχουν σχετική θετική ισχύς (+3,50 D). Η διάμετρος κάθε τμήματος είναι 1.03mm και το αποτέλεσμα αυτού του σχεδιασμού είναι η μείωση του myopic defocus καθώς και η παροχή καθαρής όρασης στο χρήστη σε όλες τις αποστάσεις (Lam, et al., 2020).



Εικόνα 204: Η τεχνολογία των DIMS. Στο κέντρο είναι η κεντρική ζώνη του φακού (για μακρινή όραση), και γύρω από αυτήν ένας δακτύλιος που αποτελείται από τμήματα seg (για κοντινή όραση). (Lam, et al., 2020)

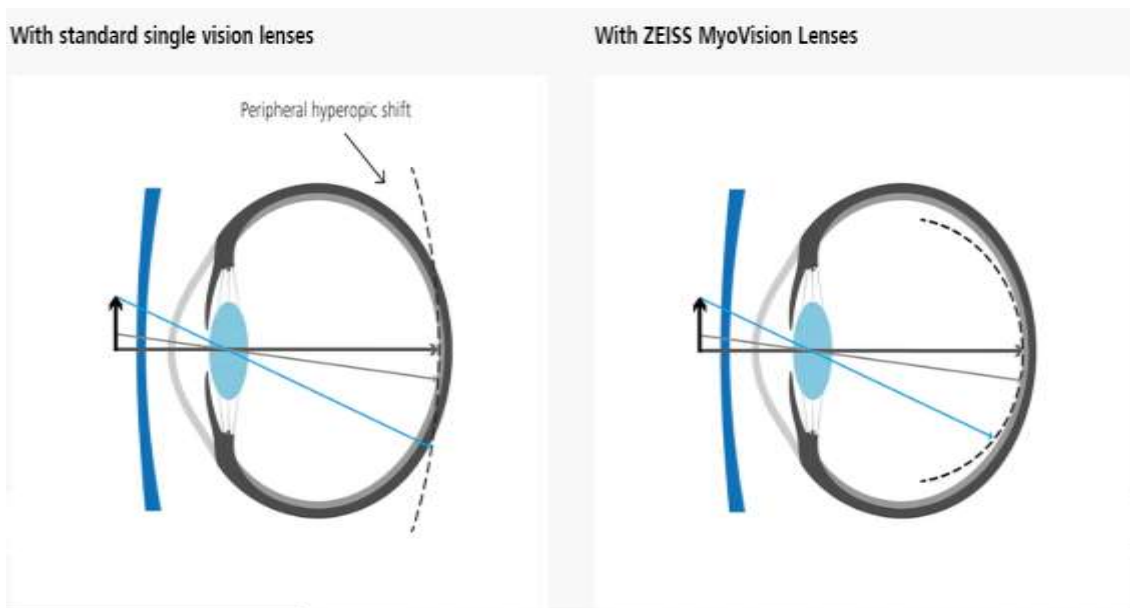
Όσον αφορά την προαναφερθείσα κλινική δοκιμή, αυτή είχε ως δείγμα 183 παιδιά κινέζικης καταγωγής, ηλικίας 8 –13 ετών, με μυωπία μεταξύ -1.00 και -5.00 D και αστιγματισμός ≤ 1.50 D. Η εν λόγω δοκιμή διήρκεσε 2 χρόνια και ο σκοπός της ήταν να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των συγκεκριμένων φακών συγκρίνοντάς τους με απλούς μονοεστιακούς. Η διάθλαση κατάσταση των παιδιών μετρούταν κάθε 6 μήνες και από τα 183 παιδιά ολοκλήρωσαν τη δοκιμή τα 160. Πιο συγκεκριμένα, από τα 93 παιδιά που χρησιμοποίησαν τα DIMS, τα 73 έβγαλαν εις πέρας την έρευνα ενώ αντίστοιχα από τα 90 που φόρεσαν μονοεστιακά γυαλιά, τα 81 συμμετείχαν έως το τέλος της. Ελέγχοντας τον μέσο όρο των μυωπικών εξελίξεων φαίνεται πως για το διάστημα των 2 χρόνων ήταν μικρότερη για την ομάδα των DIMS (-0.41 ± 0.06 D) συγκριτικά με την ομάδα των μονοεστιακών γυαλιών $-0,85 \pm 0,08$ D). Ομοίως και η αξονική επιμήκυνση των μυωπικών οφθαλμών ήταν μικρότερη για την ομάδα των DIMS (0.21 ± 0.02 mm) συγκριτικά με το άλλο είδος φακού (0.55 ± 0.02 mm). Έτσι, η μυωπία εξέλιξη ήταν 52% πιο αργή για την ομάδα DIMS καθώς και η αξονική επιμήκυνση ήταν λιγότερη κατά 62% σε σχέση με την άλλη ομάδα παιδιών. Επιπρόσθετα, είναι άξιο να σημειωθεί ότι το 21.5% των παιδιών που χρησιμοποίησαν τους MiyoSmart δεν εμφάνισαν καμία εξέλιξη της μυωπίας και αυτό το φαινόμενο παρατηρήθηκε μόνο στο 7.4% για τα παιδιά που χρησιμοποίησαν τους άλλους φακούς. Οπότε συμπερασματικά, η καθημερινή χρήση των φακών MiyoSmart της HOYA μπορεί να προσφέρει σημαντικά λιγότερη μυωπική εξέλιξη στα παιδιά καθώς και μειωμένη αξονική επιμήκυνση καθιστώντας τους φακούς αυτούς ένα καλό << όπλο στην φαρέτρα>> των οπτομετρών ώστε να επιτύχουν τον καλύτερο μυωπικό έλεγχο (Lam, C. S. Y., Tang, W. C., Tse, D. Y. Y., Lee, R. P. K., Chun, R. K. M., Hasegawa, K., Qi, H., Hatanaka, T., To, C. H. 2020).



Εικόνα 215: Το πάνω σχεδιάγραμμα απεικονίζει την μέση διαθλαστική αύξηση (σε διοπτρίες) που προκλήθηκε, στο διάστημα των 2 χρόνων, στα παιδιά που εξοπλίστηκαν είτε με DIMS είτε με μονοεστιακούς φακούς σε και το κάτω διάγραμμα την μέση αξονική επιμήκυνση (σε mm) που προκλήθηκε με τη χρήση των παραπάνω φακών. (Lam, et al., 2020)

8.2. MyoVision Pro της ZEISS

Η εταιρία της ZEISS έχει δημιουργήσει και κυκλοφορήσει δύο είδη οφθαλμικών φακών ώστε να επιτευχθεί ο μυωπικός έλεγχος. Σε αυτήν την ενότητα θα μελετήσουμε τους MyoVision Pro. Αυτοί οι φακοί, σύμφωνα με το επίσημο site της εταιρίας, χρησιμοποιούν την τεχνολογία ZEISS AgeFit Junior Technology και είναι σχεδιασμένοι κατάλληλα ώστε να εφαρμοστούν οι αρχές του Peripheral Defocus Management με σκοπό τον έλεγχο της υπερμετρωπικής περιφερειακής αφεστίασης των γυαλιών. (<https://www.zeiss.com/vision-care/int/eye-care-professionals/products/spectacle-lenses/myopia-management-lens-solutions/myovision-pro-lenses.html>) (Επίσκεψη στις 18 Απριλίου, 2021)



Εικόνα 226: Στην πρώτη εικόνα, ο συμβατικού φακού, για τη διόρθωση της μυωπίας, προκαλεί περιφερειακή αφεστίαση. Στη δεύτερη εικόνα, ο φακός ZEISS MyoVision, για τη διόρθωση της μυωπίας, διορθώνει και την κεντρική αλλά και την περιφερειακή διάθλαση. (<https://www.zeiss.com/vision-care/int/eye-care-professionals/products/spectacle-lenses/myopia-management-lens-solutions/myovision-pro-lenses.html>) (Επίσκεψη στις 18 Απριλίου, 2021)

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται στο σχήμα του φακού και η τεχνολογία λειτουργίας του. Αναλυτικά, η κεντρική ζώνη του φακού παρέχει ευκρινή μακρινή όραση και το περιφερειακό τμήμα του, μέσω του ειδικού του σχεδιασμού, μειώνει την μυωπική εξέλιξη ελέγχοντας ή και καλύτερα μειώνοντας την αμφιβληστροειδική περιφερειακή αφεστίαση (<https://www.zeiss.com/vision-care/int/eye-care-professionals/products/spectacle-lenses/myopia-management-lens-solutions/myovision-pro-lenses.html>) (Επίσκεψη στις 18 Απριλίου, 2021)



Εικόνα 237: Η τεχνολογία του φακού MyoVision PRO της ZEISS (<https://www.zeiss.com/vision-care/int/eye-care-professionals/products/spectacle-lenses/myopia-management-lens-solutions/myovision-pro-lenses.html>) (Επίσκεψη στις 18 Απριλίου, 2021)

Στο site της εταιρίας υπάρχει μια κλινική δοκιμή για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας αυτών των φακών. Αυτή η κλινική δοκιμή διήρκεσε 12 μήνες και είχε ως δείγμα μυωπικά παιδιά κινέζικης καταγωγής, ηλικίας 6 με 16 ετών. Ο αριθμός των παιδιών ήταν 210 και είχαν μυωπία από -0.50D έως -3.50D και αστιγματισμό $\leq 1.50D$. Ο σκοπός της εν λόγω έρευνας ήταν να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα της 12μηνιαίας χρήσης τριών τύπων γυαλιών που έχουν βασιστεί στην τεχνολογία της μείωση της περιφερειακής υπερμετρωπικής αφεστίασης και ενός απλού οφθαλμικού μονοεστιακού φακού (Sankaridurg, P., Donovan, L., Varnas, S., Ho, A., Chen, X., Martinez, A., Fisher, S., Lin, Z., Smith 3rd, E. L., Ge, J., Holden, B. 2010).

Σχετικά με τους 3 τύπους φακών, κατασκευάστηκαν από την Carl Zeiss Vision με σχέδια που αναπτύχθηκαν από κοινού από την Carl Zeiss Vision και Vision CRC. Ο πρώτος φακός ήταν περιστροφικού συμμετρικού σχεδιασμού που είχε ένα διαυγές κεντρικό άνοιγμα διαμέτρου 20mm όπου περιβάλλονταν από μια προοδευτικά ενισχυμένη οπτική ζώνη αυξανόμενης θετικής ισχύος με μέγιστη δύναμη +1.00D σχετικά με την περιφερειακή ισχύ (δηλαδή, αύξηση ισχύος σε σχέση με την κεντρική ισχύ) που επιτεύχθηκε 25mm από τον άξονά του. Ο δεύτερος φακός ήταν και αυτός περιστροφικού συμμετρικού σχεδιασμού, με διαυγές κεντρικό άνοιγμα διαμέτρου 14mm με πιο απότομη όμως ενισχυμένη ζώνη αυξανόμενης θετικής ισχύος. Η μέγιστη δύναμη ήταν 2.00D σχετικά με την περιφερειακή ισχύ που επιτεύχθηκε 25mm από τον άξονά του. Ο τρίτος και ο τελευταίος φακός που ήθελαν οι ερευνητές να μελετήσουν - είναι ο γνωστός MyoVision Pro - ήταν ασυμμετρικού σχεδιασμού αυτήν τη φορά. Το κεντρικό άνοιγμα ήταν περίπου 10mm και στις δύο πλευρές του κέντρου κατά μήκος του οριζώντιου μεσημβρινού και παρόμοια απόσταση καθέτως για να παρέχει σαφές όραση για τη σύγκλιση και όταν το βλέμμα είναι στραμμένο προς τα κάτω. Ο σχεδιασμός στον τρίτο φακό βελτιστοποιήθηκε για να επιτευχθεί μειωμένος αστιγματισμός στον οριζόντιο μεσημβρινό επιτυγχάνοντας παράλληλα θετική πρόσθετη περιφερειακή ισχύ 1.90D στα 25mm από τον άξονα σε αυτόν τον μεσημβρινό. Επιπροσθέτως, οι φακοί τοποθετήθηκαν σε σκελετούς για μεγέθη ματιών, από 45mm έως 55mm και όπως είναι

αναμενόμενο, τα μεγαλύτερα παιδιά εξοπλίστηκαν με μεγαλύτερος σκελετούς γυαλιών από ότι τα νεότερα σε ηλικία (Sankaridurg, et al., 2010).

Τα 210 παιδιά ταχτοποιήθηκαν σε 4 ομάδες, μία για τον κάθε υπό εξέταση φακό, και εξετάστηκαν 2 φορές κατά τη διάρκεια της έρευνας, μία στο 6μηνο και μία στο 12μηνο, ώστε να γίνει η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του κάθε φακού στην επιβράδυνση της μυωπικής εξέλιξης. Όπως φάνηκε λοιπόν, η πρόοδος των ματιών που φορούσαν μονοεστιακούς φακούς ήταν $-0.55D \pm 0.35D$ στο 6μηνο και $-0.78 \pm 0.50D$ στο 12μηνο. Γενικά, όμως δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους ρυθμούς της εξέλιξης με τα νέα σχέδια σε σύγκριση με τους μονοεστιακούς φακούς. Ωστόσο, πολύ σημαντικό εύρημα της δοκιμής αυτής αποτέλεσε το γεγονός ότι σε μικρότερα παιδιά 6 έως 12 ετών με γονικό ιστορικό μυωπίας ($n = 100$), υπήρξε σημαντικά μικρότερη πρόοδος ($-0.68D \pm 0.47D$) έναντι ($-0.97 D \pm 0.48D$) με τον φακό ασφαιρικού σχεδιασμού (MyoVision Pro) σε σύγκριση με τα συμβατά γυαλιά (Sankaridurg, et al., 2010).

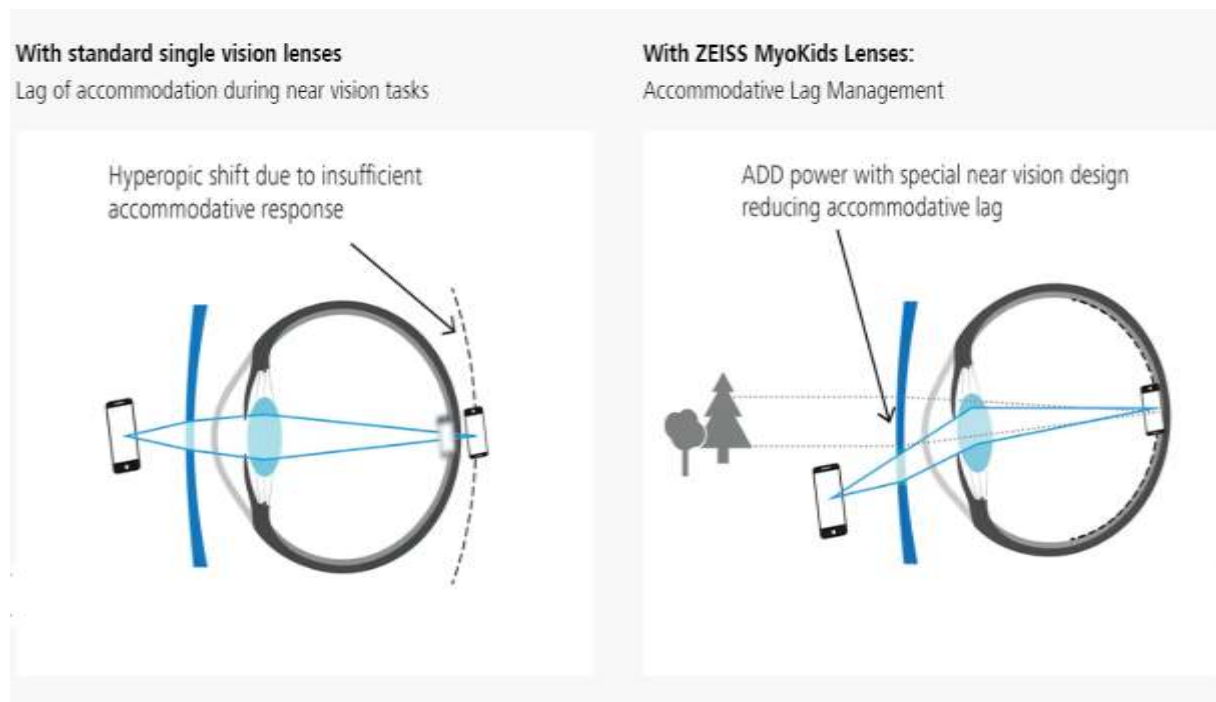
Κατά τη διαδικασία της βιβλιογραφικής αναζήτησης βρέθηκε και άλλο ένα άρθρο, το οποίο δεν υπάρχει στο site της ZEISS ΚΑΙ αξιολογεί την αποτελεσματικότητα των φακών MyoVision Pro σε παιδιά της Ιαπωνίας. Η μελέτη αυτή χρησιμοποίησε 207 παιδιά ηλικίας 6 με 12 ετών που είχαν κυμαινόμενο διαθλαστικό σφαιρικό ισοδύναμο (SER) από $-1.50D$ έως $-4.50D$ και τουλάχιστον 1 μυωπικό γονέα. Τα παιδιά χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες όπου η πρώτη εξοπλίστηκε με απλούς μονοεστιακούς φακούς και η άλλη με τους MyoVision Pro. Τα παιδιά των δύο ομάδων εξεταζόντουσαν διαθλαστικά κάθε 6 μήνες για 2 χρόνια (Kanda, H., Oshika, T., Hiraoka, T., Hasebe, S., Ohno-Matsui, K., Ishiko, S., Hieda, O., Torii, H., Varnas, S. R., Fujikado, T. 2018).

Την έρευνα κατάφεραν να την ολοκληρώσουν συνολικά 203 παιδιά (98,1%) και η μέση προσαρμοσμένη μεταβολή στο σφαιρικό ισοδύναμο που σημειώθηκε κατά το διάστημα των 24 μηνών ήταν: ($-1.43 \pm 0.10D$ στην ομάδα του MyoVision, η οποία δεν διέφερε σημαντικά από αυτήν της ομάδας ελέγχου ($-1.39 \pm 0.07D$). Η αξονική επιμήκυνση που παρατηρήθηκε στο διάστημα των δύο ετών ήταν: $0.73 \pm 0.04mm$ για την ομάδα του MyoVision, η οποία δεν ήταν ούτε τώρα σημαντικά διαφορετική από αυτήν που υπήρξε στην ομάδα ελέγχου που φορούσε μονοεστιακά γυαλιά ($0.69 \pm 0.03mm$). οπότε το συμπέρασμα που βγαίνει από αυτήν την έρευνα είναι πως αυτήν τη φορά δεν μπόρεσε να επαληθευτεί η θεραπευτική επίδραση των MyoVision Pro όσον αφορά την επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας στα παιδιά της Ιαπωνίας και ότι απαιτούνται περαιτέρω μελέτες για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση αυτών των φακών (Kanda, et al., 2018) .

8.3. MyoKids της ZEISS

Μετά τους MyoVision Pro η εταιρία της ZEISS δημιούργησε και κυκλοφόρησε τους φακούς MyoKids. Σύμφωνα με το site της εταιρίας, ο νέος και καινοτόμος σχεδιασμός είναι προσαρμοσμένος για την ανάπτυξη των μυωπικών ματιών και εφαρμόζει τις αρχές του Accommodative Lag Management. Ο λόγος που αυτοί οι φακοί χρησιμοποιούν την εν λόγω αρχή είναι επειδή η μείωση της προσαρμοστικής καθυστέρησης οδηγεί σε πιθανή μείωση της εξέλιξης της μυωπίας. επιπλέον οι φακοί αυτοί σχεδιάστηκαν για να παρέχουν στα μυωπικά παιδιά τον βέλτιστο έλεγχο της προσαρμοστικής καθυστέρησης κατά τη διάρκεια εργασιών όπου απαιτείται η κοντινή όραση. Παράλληλα, οι φακοί αυτοί παρέχουν καθαρή και άνετη όραση σε όλες τις αποστάσεις. Επίσης, όσον αφορά την τεχνολογία των φακών, εκτός από το ότι χρησιμοποιούν τις αρχές Accommodative Lag Management, οι φακοί αυτοί χρησιμοποιούν την τεχνολογία ZEISS Digital Inside Technology ώστε να είναι προσαρμοσμένοι για τον σύγχρονο τρόπο ζωής των παιδιών, παρέχοντας εργονομική υποστήριξη για τις οπτικές εργασίες που απαιτούν τη συμμετοχή της κοντινής όρασης, και για την σύγχρονη ψηφιακή ζωή των σημερινών παιδιών. (<https://www.zeiss.com/vision->

[care/int/eye-care-professionals/products/spectacle-lenses/myopia-management-lens-solutions/myokids-lenses.html#design](https://www.zeiss.com/vision-care/int/eye-care-professionals/products/spectacle-lenses/myopia-management-lens-solutions/myokids-lenses.html#design)) (Επίσκεψη στις 20 Απριλίου, 2021)



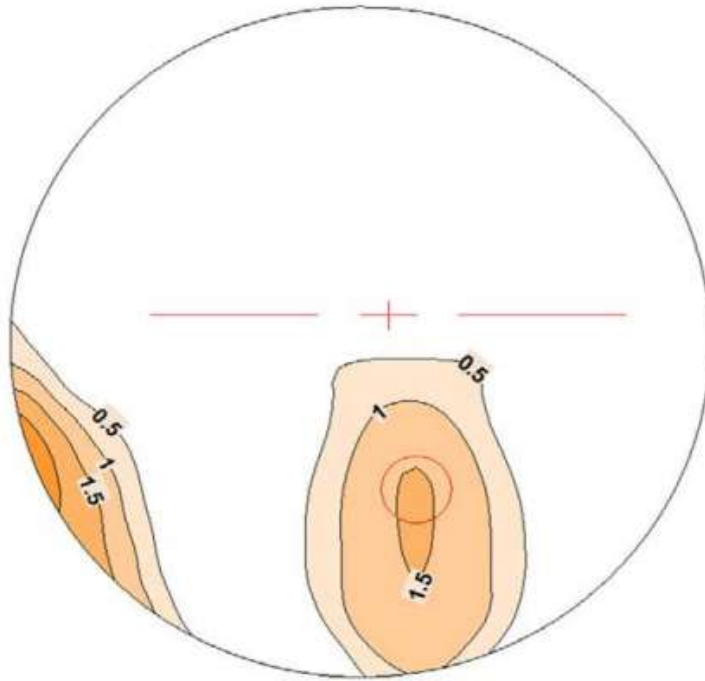
Εικόνα 4824: Αριστερά η υπερμετρωπική μετατόπιση που δημιουργείται όταν το παιδί εκτελεί κοντινή εργασία και χρησιμοποιεί έναν απλό σφαιρικό φακό. Δεξιά, η εστιακή γραμμή εστιάζεται πάνω στον αμφιβληστροειδή, όταν το παιδί εκτελεί κοντινή εργασία, με τη χρήση του φακού ZEISS MyoKids. (<https://www.zeiss.com/vision-care/int/eye-care-professionals/products/spectacle-lenses/myopia-management-lens-solutions/myokids-lenses.html#design>) (Επίσκεψη στις 20 Απριλίου, 2021)

Όπως και πριν, η παρακάτω εικόνα μας δείχνει το σχήμα του φακού και την τεχνολογία λειτουργίας του. το πάνω τμήμα του φακού παρέχει ευκρινή όραση για μακριά ενώ στο κάτω μέρος υπάρχει μια ζώνη η οποία βοηθά την κοντινή όραση κατά τη διαδικασία της κοντινή εργασίας με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ο μυωπικός έλεγχος (<https://www.zeiss.com/vision-care/int/eye-care-professionals/products/spectacle-lenses/myopia-management-lens-solutions/myokids-lenses.html#design>) (Επίσκεψη στις 20 Απριλίου, 2021)



Εικόνα 4925: Η τεχνολογία του φακού Myokids της ZEISS (<https://www.zeiss.com/vision-care/int/eye-care-professionals/products/spectacle-lenses/myopia-management-lens-solutions/myokids-lenses.html#design>) (Επίσκεψη στις 21 Απριλίου, 2021)

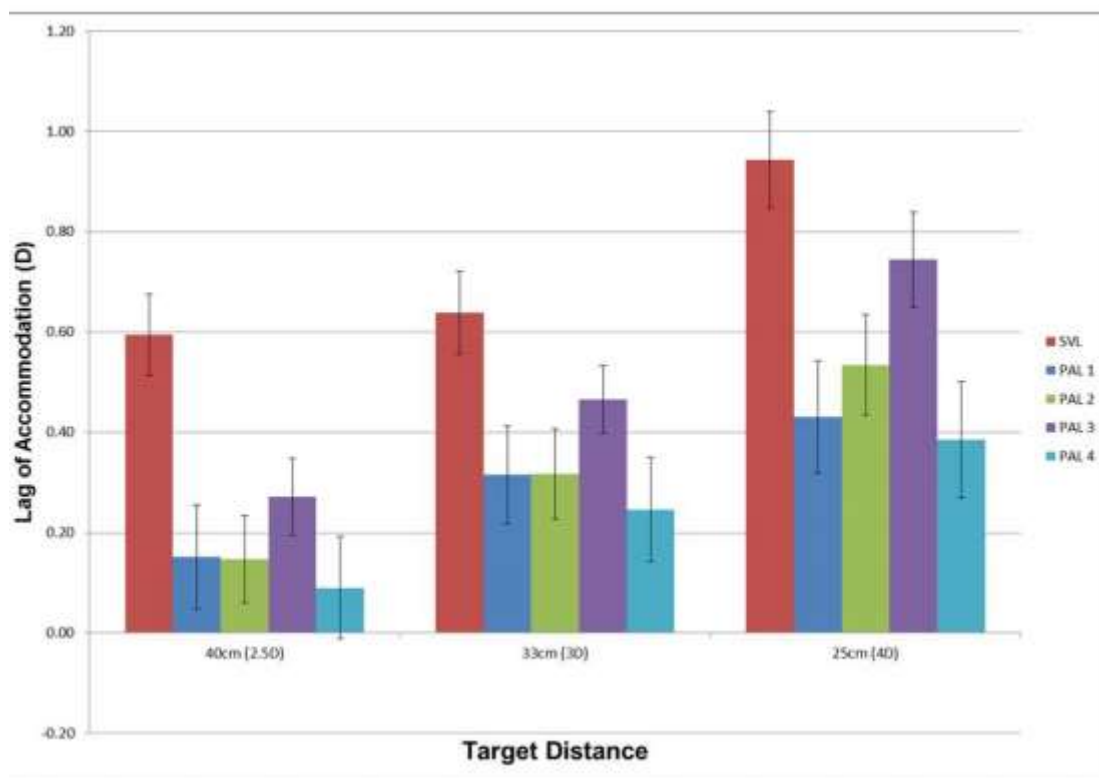
Αυτά όσον αφορά το site της εταιρίας. Κατά την αναζήτηση των επιστημονικών άρθρων που έχουν δημοσιευθεί βρέθηκε μία κλινική δοκιμή η οποία δημοσιεύθηκε το 2017. Σε αυτήν τη μελέτη συμμετείχαν 31 συμμετέχοντες ηλικίας 18 έως 25 ετών με μυωπία $\geq -6.00D$ και αστιγματισμό $\geq -1.50D$ και οι ερευνητές που συμμετείχαν στην έρευνα θέλησαν να συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα των φακών MyoKids συγκριτικά με τους απλούς μονοεστιακούς φακούς αλλά και με άλλους 4 τύπους φακών τύπου PALs. Όπως και πριν, στην έρευνα αναφέρονται περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την τεχνολογία του κάθε φακού. Συγκεκριμένα, αναφέρεται πως έχει 13mm μήκος διαδρόμου (corridor length) με ζώνη μακρινής όρασης και σχετικά στενή ζώνη κοντινής όρασης που περιβάλλεται από περιοχές με τη μέση οπτική ισχύ κοντά στην ισχύ της ζώνης της μακρινής όρασης (Schilling, et al., 2017).



Εικόνα 260: Ο Progressive Addition Lens MyoKids. Το πάνω τμήμα του φακού είναι για μακρινή όραση ενώ Το κάτω τμήμα του φακού περιέχει την τμήμα της κοντινής όρασης το οποίο είναι προοδευτικά αυξανόμενο κατά +0.50D (Schilling, et al., 2017)

Όσον αφορά τα αποτελέσματα της έρευνας, η διόρθωση με απλούς μονοεστιακούς φακούς οδήγησε σε ανεπαρκή προσαρμοστική απόκριση για τις κοντινές αποστάσεις εργασίας που δοκιμάστηκαν (40cm, 33cm και 25cm). Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν γνώριζαν την αποτελεσματικότητα του PAL 2 και για αυτόν τον λόγο τον χρησιμοποίησαν ως στάνταρτ, δηλαδή ως φακό ελέγχου. Οι επιστήμονες θέλησαν ουσιαστικά να σχεδιάσουν έναν φακό που θα παρείχε καλύτερα θεραπευτικά αποτελέσματα από τον φακό PAL 2 ο οποίος είναι ένα φακός τύπου PA PAL (positively aspherized progressive addition lens) όπου σε μια άλλη έρευνα δεν κατάφερε, συγκριτικά με απλούς μονοεστιακούς φακούς, να παρέχει καλύτερα θεραπευτικά αποτελέσματα (Hasebe, et al., 2014). Βέβαια, στην εν λόγω έρευνα, ο PAL 2 κατάφερε να μειώσει σημαντικά την προσαρμοστική υστέρηση για όλες τις κοντινές αποστάσεις που δοκιμάστηκαν. Αυτός ο φακός όμως που κατάφερε να προσφέρει στους μυωπικούς συμμετέχοντες καλύτερα θεραπευτικά αποτελέσματα σε σχέση με τον PAL 2 ήταν ο γνωστός MyoKids (PAL 4) ο οποίος παρείχε σημαντικά μικρότερες προσαρμοστικές καθυστερήσεις στην απόσταση των 25cm με αποτέλεσμα να καθίσταται πιο αποτελεσματικός στη μείωση της προσαρμοστικής καθυστέρησης η οποία έχει κατηγορηθεί ότι αυξάνει το κίνδυνο της μυωπικής εξέλιξης (Schilling, et al., 2017).

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται και τα θεραπευτικά αποτελέσματα και των άλλων φακών όσον αφορά τις μειώσεις της προσαρμοστικής καθυστέρησης που πέτυχαν σε όλες τις αποστάσεις που δοκιμάστηκαν.



Εικόνα 271: Το σχεδιάγραμμα παρουσιάζει την προσαρμοστική υστέρηση που προσέφερε ο κάθε φακός στις αποστάσεις: 40cm, 33cm και 25cm (Schilling, et al., 2017)

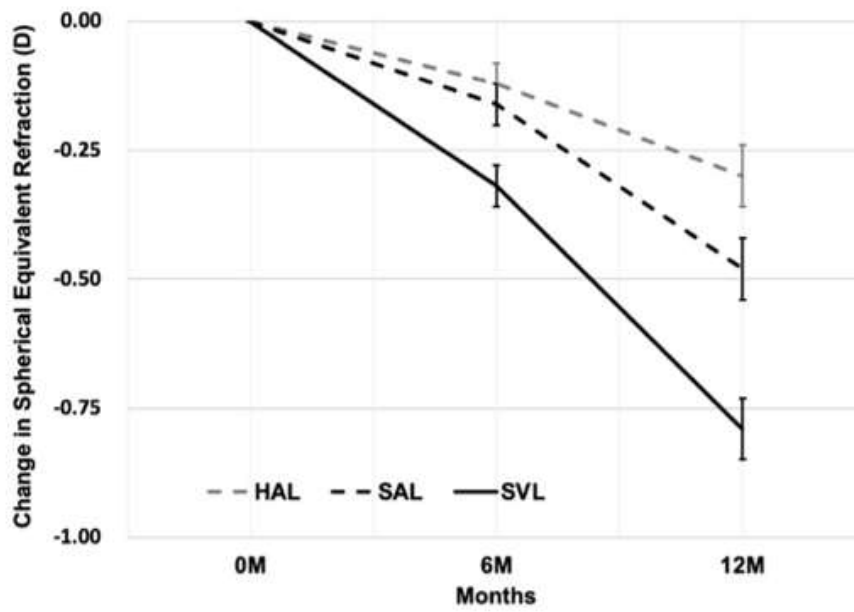
8.4. Stellest της Essilor

Το 2020, σύμφωνα με το επίσημο site της εταιρίας, η Essilor παρουσίασε τον οφθαλμικό φακό Stellest στην Κίνα, μια νέα γενιά λύσεων φακών γυαλιού που επιβραδύνουν την εξέλιξη της μυωπίας (https://www.essilor.com/highlights2020/highlight_07.html) (Επίσκεψη στις 28 Απριλίου, 2021). Ο φακός αυτός δεν έχει κυκλοφορήσει ακόμα (καθώς αυτό προβλέπεται να γίνει το δεύτερο εξάμηνο του 2021), χρησιμοποιεί την τεχνολογία H.A.L.T. (Highly Aspherical Lenslet Target) και αποτελείται (κατασκευαστικά) από έναν «αστερισμό» ασφαιρικών φακών σε 11 δακτυλίδια. Έτσι, ο φακός είναι σε θέση να παρέχει καθαρή όραση μέσω μιας κεντρικής ζώνης μονής όρασης, ενώ ταυτόχρονα ελέγχει την εξέλιξη της μυωπίας του παιδιού. Η διαθλαστική δύναμη των δακτυλίων δημιουργεί σήματα μπροστά από τον αμφιβληστροειδή για να επιβραδύνει την επιμήκυνση του ματιού και ως εκ τούτου, την εξέλιξη της μυωπίας (<https://evershineoptical.com.sg/2021/04/06/essilor-stellest-new-myopia-control-lens/>) (Επίσκεψη στις 28 Απριλίου, 2021).

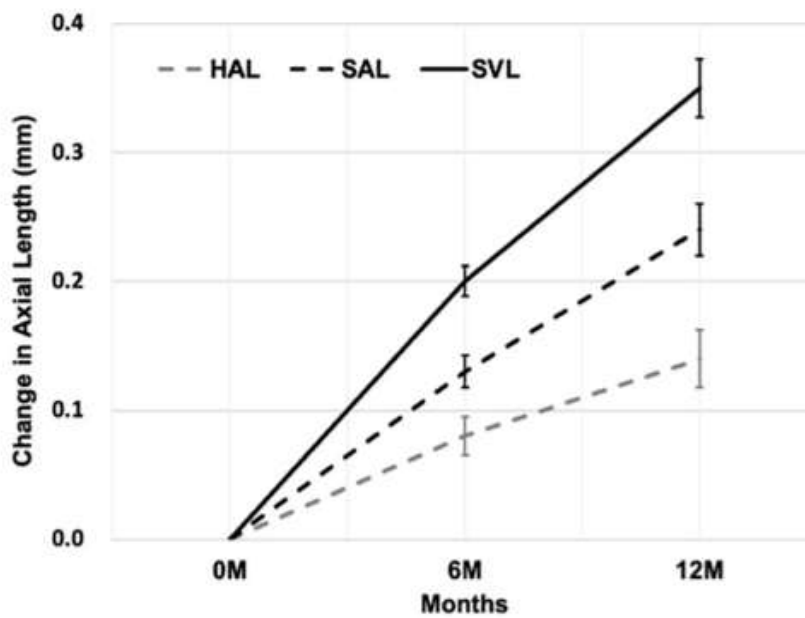


Εικόνα 282 : Η τεχνολογία του φακού Stellest (<https://evershineoptical.com.sg/2021/04/06/essilor-stellest-new-myopia-control-lens/>) (Επίσκεψη στις 28 Απριλίου, 2021)

Κατά την διαδικασία της βιβλιογραφικής ανασκόπησης βρέθηκε μόνο μία κλινική δοκιμή όπου οι (Bao, J., Yang, A., Huang, Y., Li, X., Pan, Y., Ding, C., Lim, E. W., Zheng, J., Spiegel, D. P., Drobe, B., Lu, F., Chen, H. 2021) αξιολόγησαν την αποτελεσματικότητα του προαναφερόμενου φακού και ακόμη ενός παρόμοιας τεχνολογίας σε διάρκεια ενός έτους. Πιο συγκεκριμένα, στην έρευνα συμμετείχαν εκατό εβδομήντα μαθητές ηλικίας 8 με 13 χρονών με μυωπία από $-0.75D$ έως $-4.75D$, οι οποίοι χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες σε αναλογία 1: 1: 1 για να λάβουν είτε τα γυαλιά με τους φακούς τεχνολογίας H.A.L.T., είτε γυαλιά με φακούς τεχνολογίας S.A.L.T. (slightly aspherical lenslets), είτε απλά μονοεστιακά γυαλιά. Σε αυτό το σημείο να τονισθεί ότι και οι δύο προς εξέταση φακοί έχουν σφαιρική μπροστινή επιφάνεια με 11 ομόκεντρους δακτύλιους που σχηματίζονται από γειτονικούς μικρούς ασφαιρικούς φακούς διαμέτρου $1.10mm$ και η περιοχή του φακού που δεν περιέχει τους μικρούς φακούς παρέχει τη μακρινή διόρθωση. Η γεωμετρία των ασφαιρικών αυτών φακών έχει υπολογιστεί για να δημιουργήσει ένα, όπως αναφέρουν οι συγγραφείς, VoMD (volume of myopic defocus), με τη διαφορά ότι η οι πρώτοι το κάνουν σε μεγαλύτερο βαθμό. Έτσι, μετά από έναν χρόνο θεραπείας, οι μέσες αλλαγές που σημειώθηκαν στο σφαιρικό ισοδύναμο (SER) και στο αξονικό μήκος των ματιών στην ομάδα των μονοεστιακών γυαλιών ήταν $-0.81 \pm 0.06D$ και $0.36 \pm 0.02mm$ αντίστοιχα. Σε σύγκριση με την ομάδα αυτή, η αποτελεσματικότητα του μυωπικού ελέγχου ήταν, όσον αφορά το σφαιρικό ισοδύναμο, κατά 67% καλύτερη (διαφορά $0.53D$) στην ομάδα των H.A.L.T. και κατά 41% (διαφορά $0.33D$) καλύτερη στην ομάδα των S.A.L.T. Επιπροσθέτως, όσον αφορά τη αξονική επιμήκυνση, αυτή ήταν κατά 64% μικρότερη (διαφορά $0.23mm$) για την ομάδα των H.A.L.T. και κατά 31% (διαφορά $0.11mm$) για την ομάδα των S.A.L.T.. Ο μέσος ημερήσιος χρόνος χρήσης των εκάστοτε γυαλιών ήταν 13.2 ± 2.6 ώρες και κανένα από τα παιδιά δεν παραπονέθηκε για παρενέργειες με αποτέλεσμα οι (Bao, et al., 2021) να αναφέρουν ότι οι φακοί τεχνολογίας H.A.L.T. ήταν οι πιο αποτελεσματικοί εκ των τριών στην επιβράδυνση της μυωπικής εξέλιξης. Βέβαια, αυτά είναι τα αποτελέσματα της χρήσης των γυαλιών σε διάρκεια ενός χρόνου καθώς αναμένεται να δημοσιευθούν τα αποτελέσματα χρήσης των γυαλιών αυτών σε διάρκεια δύο χρόνων καθώς η εν λόγω κλινική δοκιμή βρίσκεται σε εξέλιξη (ongoing).



Εικόνα 293 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε με τον φακό τύπου S.A.L.T, τύπου H.A.L.T. και με τον μονοεσθιακό σε διάστημα ενός έτους θεραπείας (Bao, et al., 2021)



Εικόνα 304 : Η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε με τον φακό τύπου S.A.L.T, τύπου H.A.L.T. και με τον μονοεσθιακό σε διάστημα ενός έτους θεραπείας (Bao, et al., 2021)

Κεφάλαιο 9. Myopia control με φαρμακευτικούς παράγοντες

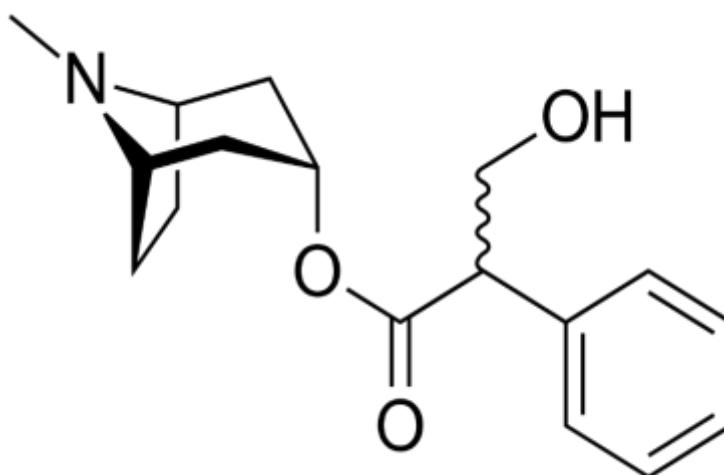
Οι φαρμακευτικοί παράγοντες αποτελούν μία από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους του myopia control. Η πιο αποτελεσματική φαρμακευτική ουσία είναι η ατροπίνη, μια ουσία που χρησιμοποιείται κυρίως ως μυδριατικό κατά τη διαδικασία της αντικειμενικής διαθλαστικής εξέτασης, όμως η χρήση της ως θεραπεία του μυωπικού ελέγχου δεν είναι ευρέως διαδεδομένη λόγω των πιθανών παρενεργειών της (Walline, 2016) (Smith & Walline, 2015).

9.1. Η ατροπίνη

Η εξέλιξη της μυωπίας έχει απασχολήσει ιδιαίτερα την επιστημονική κοινότητα για τον λόγο ότι η μυωπία αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό καθιστώντας έτσι την αντιμετώπιση της καθώς και τον έλεγχο της από μικρή ηλικία σε σημαντικά επίπεδα. Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί που αποσκοπούν στην χρήση της κυκλοπληγίας για να ελαχιστοποιήσουν την προσαρμοστική δυσλειτουργία ως ερέθισμα για τη μυωπική ανάπτυξη έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα. Η ατροπίνη είναι μια φαρμακευτική ουσία η οποία έχει δείξει τη μεγαλύτερη επίδραση στην επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας σε αρκετές μελέτες. Πέραν των θετικών στοιχείων που προσδίδει η ατροπίνη δεν λείπουν από αυτήν ανεπιθύμητες ενέργειες και μειονεκτήματα που κυρίως σχετίζονται με τη χρήση της. Αυτά τα μειονεκτήματα είναι η φωτοφοβία, το έντονο φως και η συνολική δυσφορία που προέρχονται από τον μηχανισμό της δράσης μυδρίασης της κυκλοπληγίας και μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμένη κλινική χρήση της σε νεότερους μυωπικούς ασθενείς ως μορφή θεραπείας. Πρέπει να αναφερθεί πως η έρευνα έχει επικεντρωθεί στη χρήση ποικίλων συγκεντρώσεων ατροπίνης ή εναλλακτικών οφθαλμικών μουσκαρινικών ανταγωνιστών όπως η πιρενζιπίνη και λιγότερο συχνά, τροπικαμίδη και σκοπολαμίνη (Fang, et al., 2010) (Tran, et al., 2018) (Wu, et al., 2019).

Οι σταγόνες ατροπίνης χρησιμοποιούνται για να διευρύνουν τους ασθενείς κατά τη διάρκεια μιας οφθαλμικής εξέτασης. Στην περίπτωση των παιδιών η χορήγηση της σε μικρές ποσότητες για 2 έως 3 χρόνια, έχει αντίκτυπο στην επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας. Η λειτουργία της πάνω στο μάτι δεν είναι ακόμα γνωστή αφού βρίσκεται σε πειραματικό επίπεδο, κάποιο θεωρούν πως η χρήση της βοηθάει στο σταμάτημα ανάπτυξης του μυωπικού ματιού καθώς η μυωπία μεγαλώνει ανάλογα με την ανάπτυξη του ματιού. Η ατροπίνη για μυωπία χορηγείται, σε παιδιά ηλικίας μεταξύ 5 και 18 ετών, με την τοποθέτηση της στο μάτι κάθε βράδυ κατά τον ύπνο. Τέλος οι σταγόνες ατροπίνης σε χαμηλές δόσεις μπορεί να έχουν παρενέργειες στον ασθενή μας με αυτές να αποτελούν, ερυθρότητα ή φαγούρα γύρω από τα μάτια. (Fang, et al., 2010)

Η θειική ατροπίνη, που χρησιμοποιείται ευρέως ως οφθαλμικές σταγόνες, αποτελεί το θειικό άλας της ατροπίνης, ένα αλκαλοειδές που μπορεί να εμφανιστεί στα φύλλα της *Atropa belladonna*, αλλά επίσης σε άλλα φυτά κυρίως από την οικογένεια *Solanaceae* όπως το *Datura stramonium*, *A. Belladonna*, *Hyoscyamus niger* και *Mandragora officinarum*. Η ατροπίνη συντελείται από μια οργανική βάση (tropine) και ένα αρωματικό (tropic) οξύ για την ολοκλήρωση της δομής ενός οργανικού εστέρα.



Εικόνα 315: Χημική ένωση της Ατροπίνης (<https://en.wikipedia.org/wiki/Atropine#/media/File:Atropine.svg>) (Επίσκεψη στις 27 Απριλίου, 2021)

Η ατροπίνη είναι ένας μη εκλεκτικός, αντιμουσκαρινικός υποδοχέας με συγγένεια και για τους 5 υποτύπους μουσκαρινικής ακετυλοχολίνης υποδοχέων M1 έως M5. Η βάση της τροπίνης και του τροπικού οξέος δεν έχουν αντιμουσκαρινική δραστηριότητα. Τα αποτελέσματα τοπικής εφαρμογής 1% ατροπίνης είναι η μυδρίαση (διαστολή της κόρης) και η κυκλοπληγία (παράλυση του ακτινωτού μυός). Συνήθως αποτέλεσμα της μυδρίασης αρχίζει 30 λεπτά μετά την ενστάλαξη με πλήρη ανάκαμψη από 7 έως 10 ημέρες, το κυκλοπληγικό αποτέλεσμα αρχίζει 40 λεπτά μετά την ενστάλαξη με πλήρη ανάκαμψη από 10 ημέρες έως 2 εβδομάδες. Σε κλινικά δεδομένα, εκτός από την εκτεταμένη εφαρμογή της για κυκλοπληγική δράση, οι οφθαλμικές σταγόνες ατροπίνης βρίσκουν χρήση και στη θεραπεία της αμβλυωπίας, (Fang, et al., 2010) στην χαλάρωση του εγγύς αντανάκλαστικού και στον έλεγχο της μυωπίας. Έχουν διατυπωθεί αρκετοί διαφορετικοί τρόποι λειτουργίας με την πάροδο των ετών για να εξηγήσουν το ρόλο της ατροπίνης και το πώς επιβραδύνει την ανάπτυξη των ματιών στα μυωπικά μάτια, αλλά μέχρι στιγμής, ο μηχανισμός δράσης της παραμένει ασαφής. Παλαιότερες μελέτες έδειξαν πως η χρήση της ατροπίνης επιδρούσε με μια κυκλοπληγική δράση στον λείο μυελό και σταματώντας τη βοηθητική λειτουργία του ματιού. (Chia, et al., 2012) (Shih, et al., 2001) Στη συνέχεια, προτάθηκε ότι η ατροπίνη μπορεί να ασκεί τη δράση της αλλάζοντας τη νευροδιαβίβαση του αμφιβληστροειδούς. Τα κύτταρα αμακρίνης του αμφιβληστροειδούς έχουν μουσκαρινικούς υποδοχείς, 70 αλλά η κατάλυση των χολινεργικών αμακρινών κυττάρων δεν εμπόδισε την ατροπίνη να αναστέλλει την αξονική επιμήκυνση και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ατροπίνη μπορεί να ασκεί την κατασταλτική της επίδραση ενεργώντας σε εξωγενείς μουσκαρινικούς υποδοχείς, πιθανώς στους επιθήλιο του αμφιβληστροειδούς, χοριοειδές ή σκληρό χιτώνα. Το χοριοειδές είναι μια αγγειακή δομή που διαδραματίζει ενεργό ρόλο στην εμμετροποίηση αλλάζοντας το πάχος και μετακινώντας το επίπεδο εικόνας του αμφιβληστροειδούς ως απόκριση στην οπτική απόσβεση. Οι μουσκαρινικοί ανταγωνιστές, συμπεριλαμβανομένης της ατροπίνης, βρέθηκε να προκαλούν ταχεία, παροδική χοριοειδική πάχυνση, και προτάθηκε ότι η πυκνωτική απόκριση της αναστολής χοριοειδούς και οφθαλμικής ανάπτυξης μπορεί να συνδέεται μηχανικά. (Tran, et al., 2018) Ο μηχανισμός που οδηγεί σε αυξημένο χοριοειδές πάχος δεν είναι σαφής όπως σε άλλα ανεξάρτητα πειράματα, η χρήση της ατροπίνης δεν είχε ως αποτέλεσμα αλλοίωση της ροοειδούς ροής του αίματος σε απόκριση σε ελαφριές / σκοτεινές (Fang, et al., 2010) μεταβάσεις ή κατά τη διάρκεια ισομετρικών ασκήσεων. (Shih, et al., 2001) Είναι ενδιαφέρον ότι οι μουσκαρινικοί υποδοχείς βρίσκονται επίσης στο επιθήλιο της χρωστικής του αμφιβληστροειδούς και επομένως θα μπορούσαν να είναι μια πιθανή θέση

δράσης. Το επιθήλιο του αμφιβληστροειδούς χρωστικού, σε σχέση με τους μουσκαρινικούς υποδοχείς, υποπτεύεται ότι είναι ένα ρελέ, μεταφέροντας τον καταρράκτη σηματοδότησης προς τον ιστό στόχο - το χοριοειδές ή το σκληρό χιτώνα. (Chia, et al., 2012) Η ατροπίνη βρέθηκε να αυξάνει την απελευθέρωση της ντοπαμίνης, αλλά μείωσε τα κύματα ηλεκτρορετινογραφήματος (ERG) b και d και μείωσε τις πιθανότητες ταλαντώσεων του επιθηλίου του αμφιβληστροειδούς χρωστικού (RPE). Υποστηρίχθηκε ότι με τη μείωση των ζωτικών λειτουργιών του αμφιβληστροειδούς, η ατροπίνη ενισχύει την απελευθέρωση ντοπαμίνης από τα κυτταρικά καταστήματα, τα οποία στη συνέχεια ελέγχουν την ανάπτυξη των ματιών. (Tran, et al., 2018)

9.1.1. Myopia control με ατροπίνη

Η θειική ατροπίνη, είναι ένα αλκαλοειδές που χρησιμοποιείται ευρέως ως οφθαλμικές σταγόνες. Η πιο συνήθης χρησιμοποιούμενη συγκέντρωση της είναι 1% και με την ενστάλαξη της εις τους οφθαλμούς προκαλείται μυδρίαση (διαστολή της κόρης) και κυκλοπληγία (παράλυση του ακτινωτού μυός, με αποτέλεσμα την χαλάρωση της προσαρμογής). Ενώ, το μυδριατικό αποτέλεσμα ξεκινά το 30 λεπτά μετά την ενστάλαξη της με την πλήρη ανάκαμψη να επιτυγχάνεται σε 7 έως 10 ημέρες, το κυκλοπληγικό αποτέλεσμα ξεκινά 40 λεπτά μετά την ενστάλαξη της με την πλήρη ανάκαμψη να γίνεται σε 10 ημέρες έως 2 εβδομάδες. Σε κλινικές ρυθμίσεις, εκτός από την εκτεταμένη εφαρμογή της για κυκλοπληγική διάθλαση, η τοπική εφαρμογή της ατροπίνης στο μάτι, έχει πραγματοποιηθεί και για τη θεραπεία αμβλυωπίας όπως και για τον έλεγχο της μυωπικής εξέλιξης (Tran, H. D.M., Tran, Y. H., Tran, T. D., Jong, M., Coroneo, M., Sankaridurg, P. 2018).

Αν και διάφοροι μηχανισμοί έχουν υποστηριχθεί με την πάροδο των ετών σχετικά με τον ρόλο της ατροπίνης στην επιβράδυνση της ανάπτυξης των μυωπικών ματιών, ο μηχανισμός δράσης της παραμένει ακόμα ασαφής. Σύμφωνα με τους (Tran, et al., 2018), η μέγιστη δόση ατροπίνης που έχει εφαρμοστεί είναι 4% όμως, όσον αφορά τον μυωπικό έλεγχο η υψηλότερη δόση που χρησιμοποιείται κυρίως είναι η 1%. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις ατροπίνης όπως 1.0% ή 0.5% έχουν φανεί να είναι πολύ αποτελεσματικές στην καθυστέρηση της εξέλιξης της μυωπίας, αλλά το υψηλό ποσοστό της παρενέργειας της φωτοφοβίας (έως και 100%) έχει συσχετιστεί με υψηλό ποσοστό εγκατάλειψης. Επιπλέον, υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με πιθανές μακροχρόνιες συστηματικές ή οφθαλμικές παρενέργειες. Έτσι, κάποιες από συστηματικές ανεπιθύμητες ενέργειες της ατροπίνης αποτελούν η ξηροστομία, ο πονοκέφαλος, η αυξημένη αρτηριακή πίεση, η δυσκοιλιότητα, και οι διαταραχές του κεντρικού νευρικού συστήματος, ενώ οι περισσότερες συχνές οφθαλμικές ανεπιθύμητες ενέργειες της ενστάλαξης στο μάτι ατροπίνης περιλαμβάνουν τη φωτοφοβία, τη θολή κοντινή όραση και τοπική αλλεργική αντίδραση. Εκτός αυτού, το φαινόμενο του myopic rebound, δηλαδή, η ανάκαμψη της μυωπικής εξέλιξης μετά την διακοπή της ατροπίνης, είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτο στην υψηλότερη συγκέντρωση ατροπίνης. Από την άλλη, οι χαμηλότερες δόσεις ατροπίνης όπως η 0.01% έχουν δείξει αποτελεσματικότητα στον έλεγχο της μυωπίας, η οποία αποτελεσματικότητα έχει σημειωθεί και με χαμηλότερα ποσοστά παρενεργειών (Wu, P. C., Chuang, M. N., Choi, J., Chen, H., Wu, G., Ohno-Matsui, K., Jonas, J. B., Cheung, C. M. G. 2019).

Οι επιστήμονες παρόλα αυτά, χρησιμοποιούν τη μέθοδο της ατροπίνης για την επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας επειδή έχει αποδεχθεί σταθερά ότι είναι το πιο αποτελεσματικό φάρμακο (Huang, J., Wen, D., Wang, Q., McAlinden, C., Flitcroft, I., Chen, H., Saw, S. M., Chen, H., Bao, F., Zhao, Y., Hu, L., Li, X., Gao, R., Lu, W., Du, Y., Jinag, Z., Yu, A., Lian, H., Qiuguo, J., Yu, Y., Qu, J. 2016). Έτσι, αναδράμοντας, στις κλινικές μελέτες που έχουν εξετάσει την αποτελεσματικότητα της ατροπίνης και της κατάλληλης δοσολογίας της στον μυωπικό έλεγχο, οι (Chua, W. H., Balakrishnan, V., Chan, Y. H., Tong, L., Ling, Y., Quah, B. L., Tan, D. 2006) σε μια μελέτη που συμμετείχαν 400 παιδιά σχολικής ηλικίας (6 με

12 ετών) με μυωπία (σφαιρικό ισοδύναμο) από -1.00 έως $-6.00D$ και αστιγματισμό $\leq 1.50D$ διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα της 1.0% ατροπίνης. Η εν λόγω κλινική δοκιμή είναι γνωστή και ως ATOM 1 (Atropine for the treatment of childhood myopia). Η δοκιμή αυτή λοιπόν, ήταν διπλής μάσκας, όπου τα μισά παιδιά έλαβαν 1.0% ατροπίνη στο ένα μάτι, κάθε βράδυ, και τα άλλα μισά έλαβαν placebo (εικονικό φάρμακο) οφθαλμικές σταγόνες. Έτσι, μετά από 2 χρόνια, η μέση εξέλιξη της μυωπίας ήταν σημαντικά χαμηλότερη στην ομάδα της 1.0% ατροπίνης ($-0.28 \pm 0.92D$ /2 έτη) συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου ($-1.20 \pm 0.69D$ /2 έτη). Η μέση αύξηση του αξονικού μήκους του οφθαλμού, η οποία μετρήθηκε με υπερηχογράφημα A-scan, παρέμεινε αμετάβλητη ($0.20 \pm 0.35mm$ /2έτη) για τα μάτια που έλαβαν 1.0% ατροπίνη ενώ σημαντικά αυξήθηκαν τα μάτια που έλαβαν τις placebo σταγόνες ($0.38 \pm 0.38mm$ /2έτη). Οπότε, για την περίοδο των 2 χρόνων, η θεραπεία της ατροπίνης πέτυχε περίπου 77% μείωση στη μέση πρόοδο μυωπίας σε σύγκριση με τη θεραπεία με εικονικό φάρμακο. Σχετικά όμως με τις παρενέργειες τις θεραπειάς οι (Chua, et al., 2006), στην τεκμηρίωσή τους, ανέφεραν ότι το μόνο το 18.0% των συμμετεχόντων παραπονέθηκαν για φωτοφοβία. Ωστόσο όμως, το προφίλ ασφαλείας της 1.0% ατροπίνης, που σχετίζεται με το μέγεθος της κόρης και της προσαρμογής, ανησύχησαν τους (Chua, et al., 2006), επειδή απέτρεψαν πολλά παιδιά και γονείς να το χρησιμοποιήσουν την εν λόγω φαρμακευτική αγωγή. Οι κύριες οφθαλμικές παρενέργειες της τοπικής ατροπίνης, σύμφωνα με τους (Li F. F. & Yam J. C. 2019) περιλαμβάνουν μυδρίαση που οδηγεί σε φωτοφοβία, απώλεια – χαλάρωση της προσαρμογής που οδηγεί σε θολή κοντινή όραση και τοπικές αλλεργικές αντιδράσεις. Επιπροσθέτως, έχουν γίνει και πιο παλιές κλινικές δοκιμές που αναφέρουν την αποτελεσματικότητα της 1% ατροπίνης όμως σε αυτές αναφέρθηκε πολύ υψηλό ποσοστό φωτοφοβίας που οδηγούσε σε πολύ μεγάλο αριθμό εγκαταλείψεων της έρευνας (Wu, et al., 2019).

Μετά, από τα δύο αυτά χρόνια, η ενστάλαξη της ατροπίνης σταμάτησε και τα παιδιά παρατηρούνταν για επιπλέον 12 μήνες. Κατά τη διάρκεια αυτού του «έτους έκπλυσης», παρατηρήθηκε μια μυωπική ανάκαμψη, η οποία ήταν πιο μεγάλη στην ομάδα της ατροπίνης ($-1.14 \pm 0.80D$) από την ομάδα εικονικού φαρμάκου ($-0.38 \pm 0.39D$). Παρά την ανάκαμψη όμως, η συνολική μυωπική εξέλιξη και πάλι μικρότερη για τα μάτια που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με ατροπίνη για την περίοδο των 3 ετών ($0.46 \pm 0.26D$ / έτος έναντι $0.52 \pm 0.30D$ / έτος) όπως μικρότερη ήταν και η αύξηση του αξονικού μήκους των μυωπικών ματιών που υπέστη σε θεραπεία με τις προαναφερθείσες οφθαλμικές σταγόνες ($0.29 \pm 0.37mm$ έναντι $0.52 \pm 0.45mm$) (Tong, et al., 2009).

Όπως προαναφέρθηκε, υψηλή δόση ατροπίνης δεν θεωρείται μόνο η 1.0% αλλά και η 0.5%. οι (Li & Yam, 2019) στην ερευνά τους αναφέρουν πως οι αρχικές κλινικές δοκιμές που είχαν διεξαχθεί με στόχο να ερευνηθούν την αποτελεσματικότητα της 0.5% ατροπίνης, να μην ερευνούσαν το πως η δοσολογία αυτή επιβραδύνει την εξέλιξη της μυωπίας όμως δεν αξιολογούσαν λεπτομερώς το προφίλ της ασφαλείας της. Όλα αυτά όμως μέχρι το 2012 όπου διεξάχθηκε η ATOM 2. Οι (Chia, A., Chua, W. H., Cheung, Y. B., Wong, W. L., Lingham, A., Fong, A., Tan, D. 2012)μέσω αυτής της έρευνας θέλησαν να διερευνήσουν ποια είναι η βέλτιστη συγκέντρωση ώστε να επιτευχθεί καλύτερα και ασφαλέστερα ο μυωπικός έλεγχος. Έτσι, οι (Chia, et al., 2012) αξιολόγησαν την 0.5% ατροπίνη (η οποία δεν έχει αξιολογηθεί πλήρως σχετικά με την ασφάλεια που παρέχει στους ασθενείς της) αλλά και μικρότερες συγκεντρώσεις και συγκεκριμένα την 0.1 και την 0.01%. Το δείγμα στο οποίο αξιολογήθηκαν οι παραπάνω συγκεντρώσεις ατροπίνης ήταν 400 παιδιά με τουλάχιστον $-2.00D$ μυωπία σε τυχαίοποιημένη κατανομή αναλογίας 2: 2: 1. Οι συγγραφείς σχεδίασαν να χρησιμοποιήσουν την 0.01% ως ομάδα ελέγχου, και επομένως δεν έχει εκχωρηθεί ομάδα ελέγχου εικονικού φαρμάκου. Μετά από 2 χρόνια, η εξέλιξη της μυωπίας ήταν μικρότερη για την ομάδα που έλαβε 0.5% ατροπίνη ($-0.30 \pm 0.60D$), ακολουθούμενη από την 0.1% ($-0.38 \pm 0.60D$) και την 0.01% ($-0.38 \pm 0.60D$). Η αξονική επιμήκυνση των ματιών (μετά το διάστημα των 2 χρόνων) ήταν: $0.27 \pm 0.25mm$, $0.28 \pm 0.28mm$ και $0.41 \pm 0.32mm$ για τις αντίστοιχες ομάδες ατροπίνης 0.5%, 0.1% και 0.01%. Το ενδιαφέρον της δοκιμής αυτής είναι ότι τα παιδιά που έλαβαν 0.01% ατροπίνη έγιναν πιο μυωπικά κατά $0.43D$ στο πρώτο έτος, και στη συνέχεια η μυωπία επιβραδύνθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια του δεύτερου έτους (μόνο

0.06D εξέλιξη). Ενώ η αξονική επιμήκυνση ήταν 0.24mm κατά το πρώτο έτος και 0.17mm κατά το δεύτερο έτος, με συνολική αύξηση 0.41mm κατά τη διάρκεια των 2 ετών. Έτσι λοιπόν, η αποτελεσματικότητα της 0.01% ατροπίνης στην ATOM2 βασίστηκε κυρίως στο δεύτερο έτος με σημαντικά λιγότερη πρόοδο στο σφαιρικό ισοδύναμο η οποία λιγότερη πρόοδος ήταν καλύτερη από την επιβράδυνση που σημειώθηκε στην αξονική επιμήκυνση των ματιών. Επιπροσθέτως, σύμφωνα με τους (Chia, et al., 2012) η 0.01% ατροπίνη είχε επίσης ελάχιστες παρενέργειες.

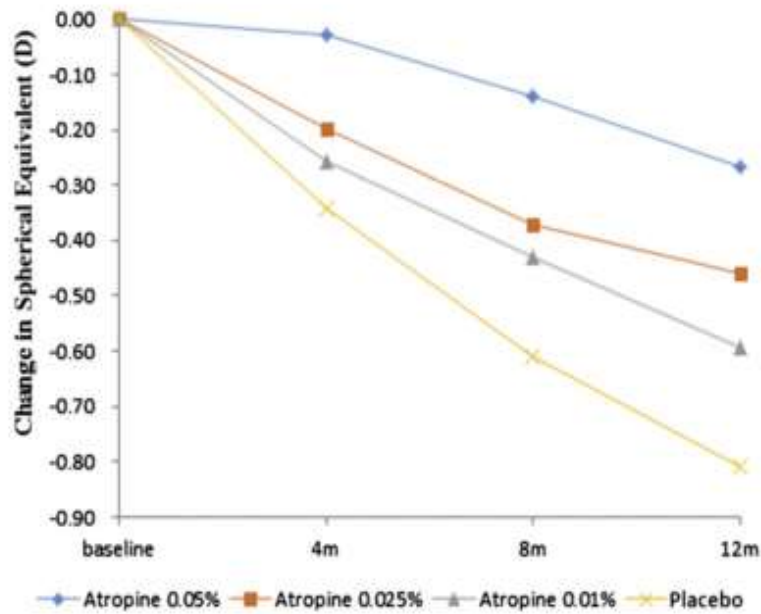
Όπως και στην ATOM 1, έτσι και η ATOM 2 πέρασε και σε δεύτερη φάση η οποία είναι η περίοδος έκπλυσης (διακόπτεται η ενστάλαξη της θεραπείας) η οποία διήρκεσε 1 χρόνο. Σύμφωνα με τους (Chia, et al., 2014), η μυωπική ανάκαμψη που παρατηρήθηκε στις ομάδες της 0.5% και 0.1% ατροπίνης ήταν παρόμοια αλλά πολύ μικρότερη ήταν η ανάκαμψη στην ομάδα της 0.01%. Η μυωπική εξέλιξη στην δεύτερη φάση της δοκιμής (1 έτος) ήταν $0.87 \pm 0.52D$, $0.68 \pm 0.45D$ και $0.28 \pm 0.33D$ στις ομάδες 0.5%, 0.1% και 0.01% ατροπίνης, αντίστοιχα. Κατά τη διάρκεια της συνολικής περιόδου των 3 χρόνων το σφαιρικό ισοδύναμο (SE) έγινε πιο μυωπικό κατά $1.15 \pm 0.81D$, $1.04 \pm 0.83D$ και $0.72 \pm 0.72D$ στις αντίστοιχες προαναφερθείσες ομάδες. Επιπλέον, η αύξηση της του αξονικού μήκους συνέχισε να είναι μικρότερη στην ομάδα ατροπίνης 0.01% κατά τη διάρκεια του τρίτου έτους της μελέτης (0.19 ± 0.18 mm), σε σύγκριση με την 0.1% ατροπίνη ($0.24 \pm 0.21mm$) και με την 0.5% ατροπίνη ($0.26 \pm 0.23mm$). Έτσι, η συνολική εξέλιξη της μυωπίας κατά τη διάρκεια των 36 μηνών ήταν η πιο αργή στην ομάδα της 0.01% ατροπίνης ($0.72 \pm 0.72D$), ακολουθούμενη από την ομάδα της 0.1% ατροπίνης ($1.04 \pm 0.83D$) και την ομάδα της 0,5% ατροπίνης ($1.15 \pm 0.81D$).

Εν αντιθέσει με την ATOM 1, η ATOM 2 πέρασε και σε τρίτη φάση όπου 92 παιδιά που είχαν ταχεία εξέλιξη της μυωπίας, η οποία ορίζεται ως $>0.50D$ / έτος, εντός του έτους έκπλυσης (τρίτο έτος) συνέχισαν να λαμβάνουν την 0.01% ατροπίνη για άλλα 2 χρόνια. Οι (Chia, et al., 2016) κατά το τέλος αυτής της 5-ετούς δοκιμής, βρήκαν πως η συνολική εξέλιξη της μυωπίας μεταξύ 0.5%, 0.1%, και 0.01% ομάδα ατροπίνης ήταν παρόμοια, με $2.32 \pm 1.04D$, $2.34 \pm 1.07D$ και $2.25 \pm 1.11D$, αντίστοιχα. Όμως συμπερασματικά, τις λιγότερες παρενέργειες και την μικρότερη ανάκαμψη μετά τη διακοπή της ατροπίνης, οι (Chia, et al., 2016) πρότειναν ότι η 0,01% ατροπίνη ήταν καλύτερη στην ισορροπία αποτελεσματικότητας της θεραπείας και της εμφάνισης των παρενεργειών και της ανάκαμψης.

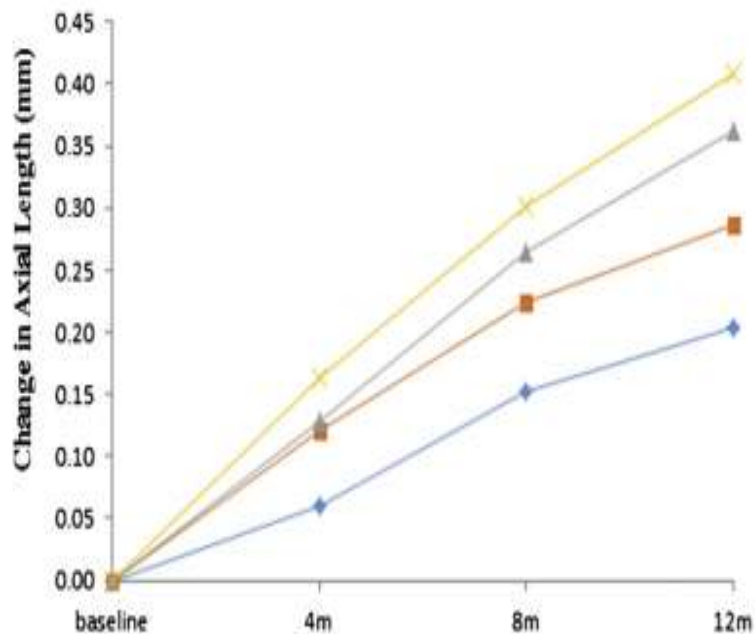
Βέβαια, παρά το γεγονός ότι η ATOM 2 παρείχε σημαντικά δεδομένα σχετικά αποτελεσματικότητα, στον μυωπικό έλεγχο, της ενστάλαξης της ατροπίνης σε χαμηλή συγκέντρωση, δυστυχώς περιορίστηκε από την έλλειψη ομάδας ελέγχου εικονικού φαρμάκου (placebo). Σημαντικό, σε σύγκριση με την ομάδα που έλαβε εικονικό φάρμακο στην ATOM1, η ατροπίνη 0,01% δεν παρείχε καμία επίδραση στην αξονική επιμήκυνση ($0.41mm$ έναντι $0.38mm$ / 2 έτη), παρά την σημαντική επίδραση στο διαθλαστικό σφάλμα ($0.49D$ έναντι $1,20D$ / 2 χρόνια). Για αυτούς τους λόγους έμειναν να απαντηθούν σημαντικές ερωτήσεις σχετικά με τη χαμηλή συγκέντρωση ατροπίνης για τον έλεγχο της μυωπίας. Αυτές οι ερωτήσεις επικεντρώνονται στο αν η χαμηλή σε συγκέντρωση ατροπίνη αποτρέπει την εξέλιξη της μυωπίας σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο και ποια είναι η βέλτιστη συγκέντρωση με την καλύτερη αποτελεσματικότητα και ασφάλεια. Έτσι λοιπόν, για να απαντηθούν αυτά τα αναπάντητα ερωτήματα που δημιουργήθηκαν στην ATOM 1 και στην ATOM 2 διεξάχθηκε η μελέτη Low-concentration Atropine of Myopia Progression (LAMP) η οποία κλινική δόκιμη είναι double-blinded, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο, με σκοπό την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας της χαμηλής σε συγκέντρωση ατροπίνης και πιο συγκεκριμένα τις: 0.05%, 0.025% και της 0.01% (Li & Yam, 2019).

Η μελέτη LAMP ανέφερε 438 παιδιά ηλικίας 4 έως 12 ετών με μυωπία τουλάχιστον -1.00D τυχαιοποιήθηκαν σε αναλογία 1: 1: 1: 1 για να λάβουν, σε καθημερινή βάση, τις εξής συγκεντρώσεις ατροπίνης: 0.05%, 0.025%, και 0.01%, αλλά και placebo οφθαλμικές σταγόνες. Μετά από 1 έτος, οι (Yam, J. C., Jiang, Y., Tang, S. M., Law, A. K.P., Chan, J. J., Wong, E., Ko, S. T., Young, A. L., Tham, C. C., Chen, L. J., Pang, C. P. 2019) βρήκαν πως η μέση αλλαγή στο σφαιρικό ισοδύναμο (SE) ήταν $0.27 \pm 0.61D$, $0.46 \pm 0.45D$, $0.59 \pm 0.61D$,

και $0.81 \pm 0.53D$, αντίστοιχα για την κάθε ομάδα ενώ, σε αυτήν την χρονική περίοδο, η μέση αξονική επιμήκυνση που παρατηρήθηκε αντιστοίχως ήταν $0.20 \pm 0.25mm$, $0.29 \pm 0.20mm$, $0.36 \pm 0.29mm$ και $0.41 \pm 0.22mm$. Υπήρξε σαφής απόκριση που εξαρτάται από τη συγκέντρωση. Μεταξύ των υπό εξέταση συγκεντρώσεων, η 0.05% ατροπίνη ήταν πιο αποτελεσματική για τον έλεγχο της εξέλιξης της μυωπίας και για την επιβράδυνση αξονική επιμήκυνση κατά την περίοδο της μελέτης. Σε αυτήν την μελέτη όμως, η 0.01% ατροπίνη, μπορεί μεν να μείωσε την αξονική επιμήκυνση - συγκριτικά με τις placebo σταγόνες – κατά 12.0%, αλλά, αυτή η διαφορά δεν έφτασε στη στατική σημασία ($p>0.05$). Παρόλα αυτά, πέτυχε μείωση 27% στην εξέλιξη της διαθλαστικής δύναμης των ματιών (SE).



Εικόνα 326 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε στην εκάστοτε ομάδα θεραπείας μετά από ένα έτος θεραπείας (Yam, et al., 2019)



Εικόνα 5733 : Η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε στην εκάστοτε ομάδα ύστερα από ένα χρόνο θεραπείας (Yam, et al., 2019)

Από άποψη παρενεργειών, όλες οι ομάδες χαμηλής συγκέντρωσης ατροπίνης (0.05%, 0.025% και 0.01%) στη μελέτη των (Yam, et al., 2019) ήταν καλά ανεκτές. Πιο συγκεκριμένα, όλες οι μειώσεις του εύρους προσαρμογής ήταν κλινικά μικρές, όπως μικρές ήταν και οι αυξήσεις του μεγέθους της κόρης. Η όραση (και η μακρινή και η κοντινή) δεν επηρεάστηκε καθόλου από την ενστάλαξη των χαμηλών σε συγκέντρωση ατροπίνης. Επιπλέον, ένα επικυρωμένο ερωτηματολόγιο, το Chinese version of National Eye Institute Visual Function Questionnaire, διανεμήθηκε προς συμπλήρωση με σκοπό την αξιολόγηση της ποιότητας ζωής σχετικά με την όραση. Η μελέτη LAMP έδειξε ότι η όραση και η ποιότητα ζωής, και στις τρεις συγκεντρώσεις ατροπίνης που χορηγήθηκαν, ήταν παρόμοια με αυτήν των ατόμων που έλαβαν την εικονική θεραπεία. Τέλος, τα συμπτώματα της φωτοφοβίας που αναφέρθηκαν, ήταν παρόμοια μεταξύ όλων των ομάδων και πιο συγκεκριμένα, 7.8% στην ομάδα της 0.05% ατροπίνης, 6.6% στην ομάδα της 0.025% ατροπίνης, και 2.1% στην ομάδα της 0.01% ατροπίνης. Κατά αυτόν τον τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την αποτελεσματικότητα όσο και το προφίλ των παρενεργειών, η μελέτη LAMP πρότεινε ότι το 0,05% της ατροπίνης ήταν η πιο αποτελεσματική θεραπεία στον έλεγχο της προόδου της διαθλαστικής κατάστασης (SE) και της αξονικής επιμήκυνσης των ματιών κατά τη διάρκεια ενός έτους.

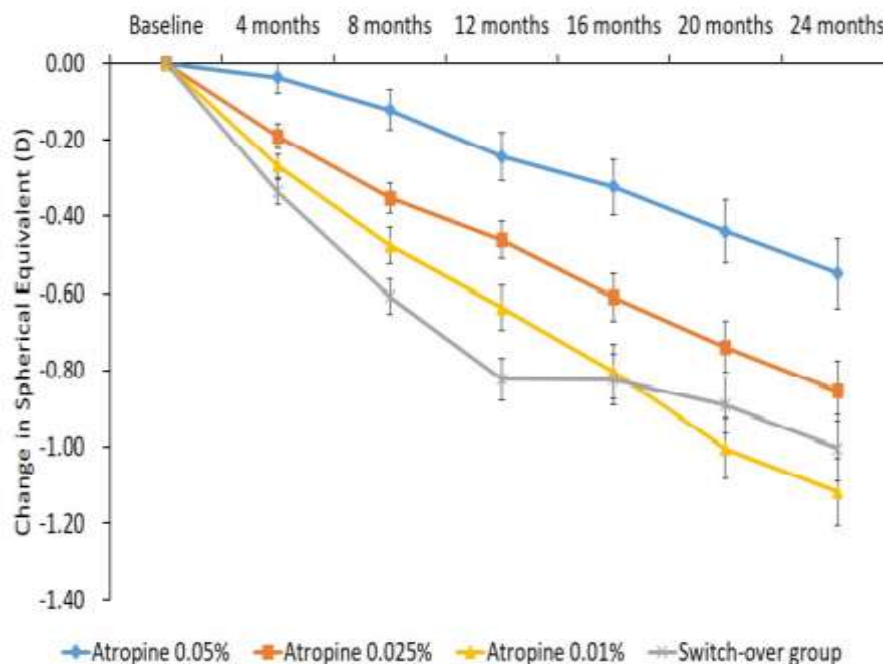
Σε μια άλλη κλινική δοκιμή, όπου μετρήθηκαν και αξιολογήθηκαν τα οφθαλμικά βιομετρικά, οι (Li, F. F., Kam, K. W., Zhang, Y., Tang, S. M., Young, A. L., Chen, L. J., Tham, C. C., Pang, C. P., Yam, J. C. 2020) βρήκαν πως οι χαμηλές συγκεντρώσεις ατροπίνης (0,05%, 0,025% και 0,01%) δεν έχουν κλινική επίδραση στην ισχύ του κερατοειδούς ή του φακού. Οι αντιμυωπικές επιδράσεις της εν λόγω θεραπείας δρουν κυρίως στη μείωση της επιμήκυνσης της AL και επομένως θα μπορούσαν να μειώσουν τον κίνδυνο επακόλουθων επιπλοκών μυωπίας.

Όπως φαίνεται λοιπόν, η LAMP συνέβαλε στην κατανόηση της χαμηλής σε συγκέντρωση ατροπίνης για τον έλεγχο της μυωπίας σε διάφορες πτυχές. Πρώτον, αποτελεί την πρώτη double-blinded, τυχαίοποιημένη, ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο δοκιμή σε χαμηλές συγκεντρώσεις ατροπίνης, η οποία, όπως είναι λογικό, παρέχει ισχυρότερα στοιχεία που να υποστηρίζουν τον ρόλο της θεραπείας στον έλεγχο της μυωπίας. Δεύτερον, κατάφερε να επιλύσει την προηγούμενη διαμάχη, και να οριοθετήσει μια εξαρτώμενη από τη

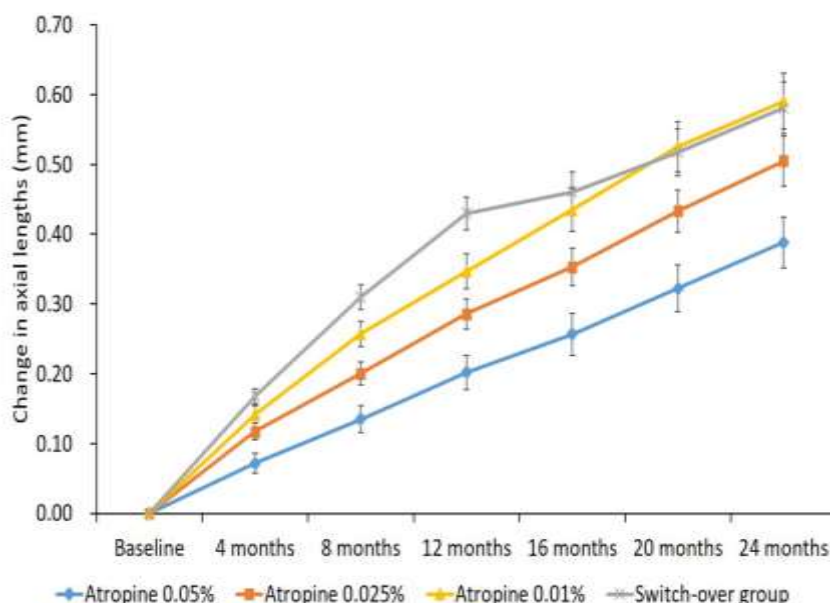
συγκέντρωση απόκριση, τόσο στην αποτελεσματικότητα όσο και στο προφίλ των παρενεργειών στη χαμηλή σε συγκέντρωση ατροπίνη, η οποία χαμηλή συγκέντρωση κυμαίνεται από 0.05% έως 0.01%. Τρίτον, η μελέτη πρότεινε ότι μια υψηλότερη, από τις χαμηλές, συγκέντρωση ατροπίνης, η 0.05%, είναι πιο αποτελεσματική μεταξύ των 3 συγκεντρώσεων και παρέμεινε καλά ανεκτή. (Li & Yam, 2019)

Η τρέχουσα τυχαίοποιημένη ελεγχόμενη δοκιμή επιβεβαίωσε την αποτελεσματικότητα τη χαμηλή σε συγκέντρωση ατροπίνης σε σύγκριση με το εικονικό φάρμακο και διαπίστωσε ότι η 0.05% παρέχει την καλύτερη αποτελεσματικότητα και ασφάλεια στον έλεγχο της μυωπίας και στην επιβράδυνση της αξονικής επιμήκυνσης. Ωστόσο, ορισμένα σημαντικά ερωτήματα δεν έχουν ακόμη απαντηθεί. Ένα από αυτά αποτελεί το ποια είναι η βέλτιστη χαμηλή συγκέντρωση ατροπίνης για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Ένα ακόμα ερώτημα είναι αν η αποτελεσματικότητα της χαμηλής συγκέντρωσης ατροπίνης είναι καλύτερη κατά το δεύτερο έτος από ότι στο πρώτο έτος. Η δεύτερη φάση της LAMP (δεύτερο έτος διεξαγωγής) σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει την διετούς αποτελεσματικότητα και να μελετήσει το προφίλ των παρενεργειών που πιθανώς να προκαλέσουν οι 3 προαναφερθείσες συγκεντρώσεις ατροπίνης 0.05%, 0.025% και 0.01%. Θα αξιολογηθεί επίσης, και κατά πόσον η αποτελεσματικότητα της χαμηλής σε συγκέντρωση ατροπίνης θα είναι καλύτερη κατά το δεύτερο έτος από αυτή που σημειώθηκε κατά τον πρώτο χρόνο (Li & Yam, 2019)

Έτσι λοιπόν, έλαβε χώρα η δεύτερη φάση της LAMP όπου, τριακόσια ογδόντα τρία από 438 παιδιά (87%) συνέχισαν την χορήγηση της εκάστοτε θεραπείας για ακόμη έναν χρόνο. Τα παιδιά που λάμβαναν την εικονική θεραπεία, σταμάτησαν, για να λάβουν την 0.05% ατροπίνη. Κατά τη διάρκεια της περιόδου 2 ετών, η μέση πρόοδος στην διαθλαστική κατάσταση (SE) των μυωπικών ματιών που σημειώθηκε ήταν μικρότερη ($0.55 \pm 0.86D$) για την ομάδα της 0.05%, ακολουθούμενη από την ομάδα που έλαβε 0.025% ($0.85 \pm 0.73D$) και την ομάδα της 0.01% ατροπίνης ($1.12 \pm 0.85D$). Ομοίως, κυμάνθηκε και η μέση μεταβολή στο αξονικό μήκος, για την περίοδο των 2 χρόνων: $0.39 \pm 0.35mm$, $0.50 \pm 0.33mm$ και $0.59 \pm 0.38mm$ για τις αντίστοιχες ομάδες (Yam, J. C., Li, F. F., Zhang, X., Tang, S. M., Yip, B. H.K., Kam, K. W., Ko, S. T., Young, A. L., Tham, C. C., Chen, L. J., Pang, C. P. 2020).



Εικόνα 5834 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε στην εκάστοτε ομάδα θεραπείας μετά από δύο χρόνια θεραπείας (φάση 2) (Yam, et al., 2020)



Εικόνα 5935 : Η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε στην εκάστοτε ομάδα θεραπείας μετά από θεραπείας (φάση 2) (Yam, et al., 2020)

Σε σύγκριση με το πρώτο έτος, η αποτελεσματικότητα της 0.05% και της 0.025% παρέμεινε παρόμοια, αλλά βελτιώθηκε ελαφρά στην ομάδα της 0.01% ατροπίνης. Για την ομάδα του εικονικού φαρμάκου της πρώτης φάσης, η εξέλιξη της μυωπίας μειώθηκε σημαντικά μετά τη μετάβαση των παιδιών σε 0,05% ατροπίνη. Η αλλαγή σφαιρικού ισοδύναμου (SE), 0.18D στο δεύτερο έτος έναντι 0.82D στο πρώτο. Τα μάτια των παιδιών αυτών αυξήθηκαν κατά 0.15mm το δεύτερο έτος ενώ κατά 0.43mm στο πρώτο. Η απώλεια της προσαρμογής και η αλλαγή στο μέγεθος της κόρης - σε όλες τις συγκεντρώσεις - παρέμειναν παρόμοιες με τα αποτελέσματα του πρώτου έτους με αποτέλεσμα να κρίνονται ως καλά ανεκτές. Η οπτική οξύτητα και η ποιότητα ζωής που σχετίζονται με την όραση παρέμειναν ανεπηρέαστες και έτσι οι (Yam, et al., 2020) συμπέραναν πως για την περίοδο των 2 ετών, η αποτελεσματικότητα της 0.05% ατροπίνης ήταν διπλή συγκριτικά με αυτήν της 0.01% παραμένοντας έτσι, η βέλτιστη συγκέντρωση μεταξύ των (χαμηλών) συγκεντρώσεων της ατροπίνης που μελετήθηκαν στην επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας.

Ένα άλλο ερώτημα που απομένει να απαντηθεί αφορά την ανάκαμψη που θα προκύψει μετά την διακοπή της χορήγησης της θεραπείας, αφού το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε για τις συγκεντρώσεις 1%, 0.5%, 0.1%, και 0.01%, στις μελέτες ATOM 1 και ATOM 2. Για αυτόν τον λόγο έχει προγραμματιστεί και η τρίτη φάση (φάση 3) της LAMP, της οποίας τα αποτελέσματα δεν έχουν δημοσιευθεί ακόμα, για την αξιολόγηση της εκάστοτε από τις εξεταζόμενες θεραπείες για την διάρκεια των 3 ετών, αφού θα έχει ολοκληρωθεί η περίοδος της έκπλυσης (12 μήνες) (Li & Yam, 2019). Τέλος, οι προαναφερθέντες συγγραφείς σκοπεύουν να πραγματοποιήσουν και μια ακόμη φάση της LAMP, την φάση 4, όπου θα συνεχιστεί η ενστάλαξη της ατροπίνης στα παιδιά των οποίων η διάθλαση της μυωπίας και το αξονικό μήκος προχώρησαν, κατά τη διάρκεια της περιόδου έκπλυσης, για τον προσδιορισμό της μακροπρόθεσμης αποτελεσματικότητας της χαμηλής σε συγκέντρωση ατροπίνης σε περίοδο 5 ετών.

Όσον αφορά επίσης τις χαμηλές δόσεις ατροπίνης, σε μια μελέτη κάπως διαφορετική από τις προηγούμενες, οι (Fu, A., Stapleton, F., Wei, L., Wang, W., Zhao, B., Watt, K., Ji, N., Lyu, Y. 2020) θέλησαν να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα της 0.01% και της 0.02%. ο λόγος που χαρακτηριστική διαφορετική η προαναφερθείσα μελέτη είναι επειδή στην ομάδα ελέγχου δεν χορηγήθηκαν placebo σταγόνες αλλά μονοεστιακά γυαλιά, όπου 400 μυωπικά παιδιά χωρίστηκαν σε τυχαία σε 3 ομάδες για να λάβουν είτε την 0.01% ατροπίνη (n=142),

είτε την 0.02% ατροπίνη (n=138), είτε τα γυαλιά (n=120). Η μελέτη αυτή, διήρκησε 12 μήνες και έτσι η αλλαγή στο σφαιρικό ισοδύναμο των παιδιών (SER) ήταν $-0.38 \pm 0.35D$ για την ομάδα της 0.02% ατροπίνης, $-0.47 \pm 0.45D$ για την ομάδα της 0.01% ατροπίνης και $-0.70 \pm 0.60D$ για την ομάδα των γυαλιών, ενώ αντίστοιχα, η αξονική επιμήκυνση που παρατηρήθηκε για τις εκάστοτε ομάδες ήταν $0.30 \pm 0.21mm$, $0.37 \pm 0.22mm$ και $0.46 \pm 0.35mm$. Από την πλευρά της ασφάλειας που παρείχε η κάθε μέθοδος, η διάμετρος της κόρης αυξήθηκε κατά: $0.78 \pm 0.42mm$ για την ομάδα της 0.02% ατροπίνης και κατά $0.69 \pm 0.39mm$ για την 0.01% ενώ, παράλληλα το εύρος προσαρμογής μειώθηκε κατά $1.50 \pm 0.25D$ και $1.61 \pm 0.31D$ αντίστοιχα, με αποτέλεσμα, οι (Fu, et al., 2020) να καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η 0.02% αποτελεί πιο αποτελεσματική θεραπεία για την επιβράδυνση της μυωπίας, αλλά και ταυτόχρονα, σχεδόν το ίδιο ασφαλής, συγκριτικά με την 0.01% ατροπίνη στο διάστημα των 12 μηνών θεραπείας.

Όλες οι προαναφερθείσες κλινικές δοκιμές έχουν διεξαχθεί στην Ασία, και δεν αποτελεί έκπληξη δεδομένου ότι σε αυτήν την ήπειρο, ο επιπολασμός της μυωπίας είναι πολύ υψηλότερος σε σχέση με τις υπόλοιπες. Πολλές από αυτές της έρευνας επίσης είναι ιδιαίτερης αξίας για την αντιμετώπιση των αρχικών ανησυχιών σχετικά με τις οφθαλμικές παρενέργειες της ατροπίνης, ιδιαίτερα μάλιστα της φωτοφοβίας σε ασθενείς με <<ελαφριά>> χρωστική ουσία και ανοιχτόχρωμη ίριδα. Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της ατροπίνης σε μη Ασιατικούς πληθυσμούς, οι (Brodstein, R. S., Brodstein, D. E., Olson, R. J., Hunt, S. C., Williams, R. R. 1984) απέδειξαν την αποτελεσματικότητα της 1% ατροπίνης σε μία έρευνα διάρκειας περίπου 4 ετών όπου συμμετείχαν κάτι παραπάνω από 200 παιδιά, στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Σε πιο πρόσφατες μελέτες, οι (Polling, et al., 2016) αξιολόγησαν την 0.05% ατροπίνη σε 77 παιδιά με προοδευτική μυωπία (ορίζεται ως σφαιρικό ισοδύναμο (SE) $\leq -3.00D$ και SE ρυθμός εξέλιξης $\geq -1.00D$ ετησίως υπό κυκλοπληγικές συνθήκες) στο Ρότερνταμ της Ολλανδίας. Ο κύριος σκοπός της μελέτης ήταν να προσδιορίσει εάν η 0.5% ατροπίνη είναι αποτελεσματική στην επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας, καθώς να μελετήσει το πως αυτή η φαρμακευτική ουσία δρα σε μη Ασιατικό περιβάλλον. Βέβαια, στην έρευνα συμπεριλήφθηκαν και παιδιά Ασιατικής καταγωγής (n=18) καθώς και Αφρικάνικης (n=6). Τα μισά παιδιά (50,6%) ήταν ήδη πολύ μυωπικά (SE $> -6.00D$), ενώ η πλειοψηφία αυτών (60/77, 78%) ολοκλήρωσε την θεραπεία (12 μήνες). Από τις παρενέργειες που αναφέρθηκαν, η φωτοφοβία ήταν η πιο συχνή (72.0%), ακολουθούμενη από προβλήματα ανάγνωσης (38.0%) και πονοκεφάλους (22.0%). Περισσότερα από το ήμισυ (60.0%, 36/60) των παιδιών προσχώρησαν στη θεραπεία. Ωστόσο, τα 17 σταμάτησαν τη θεραπεία, εκ των οποίων τα 11 (64,7%) διέκοψαν τη θεραπεία εντός του πρώτου μήνα. Η εξέλιξη της μυωπίας ήταν $-1.00 \pm 0.70D$ / ανά έτος πριν από τη θεραπεία και μειώθηκε σημαντικά σε $-0.10D \pm 0.70D$ / ανά έτος μετά από 1 χρόνο θεραπείας στα παιδιά που συνέχισαν λαμβάνουν τις σταγόνες. Τα παιδιά που ολοκλήρωσαν τη δωδεκάμηνη δοκιμή επωφελήθηκαν περισσότερο από εκείνα που σταμάτησαν πρόωρα. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ατροπίνη συγκέντρωσης 0.5% μπορεί να είναι αποτελεσματική για τη θεραπεία της προοδευτικής μυωπίας αλλά και ταυτόχρονα να αποτελέσει μια βιώσιμη μέθοδο θεραπείας σε παιδιά Ευρωπαϊκής καταγωγής.

Όπως και πριν ερευνώντας την συγκέντρωση της ατροπίνης σε φθίνουσα σειρά, οι (Clark & Clark, 2015) πραγματοποίησαν μια μελέτη χρησιμοποιώντας χαμηλή συγκέντρωση ατροπίνης σε 60 παιδιά σχολικής ηλικίας στην Καλιφόρνια και ανέφεραν ότι τα παιδιά που έλαβαν 0.01% ατροπίνη είχαν μεγαλύτερη επιβράδυνση του ρυθμού της εξέλιξης της μυωπίας ($0.10 \pm 0.60D$ / ανά έτος) έναντι της ομάδας ελέγχου ($0.60 \pm 0.40D$ / ανά έτος). Σε αυτήν την μελέτη, μόνο 3 παιδιά παραπονέθηκαν για θολή όραση ή ευαισθησία στο φως όμως κανένα παιδί από αυτά δεν διέκοψαν την θεραπεία λόγω των συμπτωμάτων.

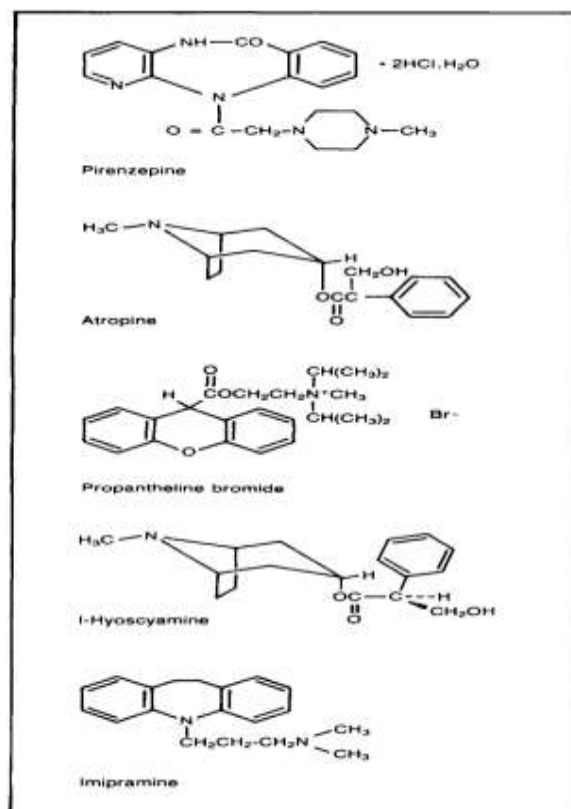
Σε άλλη μια μελέτη που ερευνήθηκε πάλι η 0.01% ατροπίνη, οι (Díaz-Llopis & Pinazo-Durán, 2018) χώρισαν τυχαία 200 παιδιά (400 μάτια), ηλικίας 9 με 12 ετών, στην Ισπανία, σε δύο ομάδες, όπου η μία ομάδα θα λάμβανε την χαμηλή συγκέντρωση ατροπίνης και η άλλη θα ήταν η λεγόμενη ομάδα ελέγχου που δεν θα λάμβανε θεραπεία. Η μέση ετήσια εξέλιξη της μυωπίας των παιδιών που έλαβαν ατροπίνη ήταν $-0.14 \pm 0.35D$ ετησίως έναντι με την -0.65

± 0.54D ετησίως που σημείωσαν τα παιδιά που δεν έλαβαν θεραπεία, για 5 χρόνια παρακολούθησης. Από τα παιδιά που έλαβαν την ατροπίνη, μόνο το 2%, διέκοψε τη θεραπεία λόγω των παρενεργειών με αποτέλεσμα οι συγγραφείς να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι η 0.01% ατροπίνη μπορεί να επιβραδύνει την εξέλιξη καθώς επίσης και να κρίνεται ως καλύτερη ανεκτή από τα μυωπικά παιδιά. Επιπλέον, οι (Tarrant, et al., 2008) στην έρευνά τους βρήκαν πως επίδραση της 0.01% ατροπίνης είναι παρόμοια σε παιδιά των Η.Π.Α συγκριτικά με αυτήν που έχει αναφερθεί σε παιδιά Ασιατικής καταγωγής.

Επιπλέον, ερευνώντας τη χρήση της ατροπίνης σε περιοχές εκτός Ασίας, οι (Wu, et al., 2019) αναφέρουν πως στην Ευρώπη, οι οφθαλμικές σταγόνες ατροπίνης χρησιμοποιούνται συνήθως σε συγκέντρωση 1% για τη θεραπεία της αμβλυωπίας, αλλά η υιοθέτηση της θεραπείας με ατροπίνη για την καθυστέρηση της μυωπίας είναι λιγότερο ευρέως πρακτική από ότι στην Ασία. Αυτό πιθανότατα οφείλεται σε συνδυασμό παραγόντων όπως ο περιορισμένος αριθμός δοκιμών που υπάρχει ή ότι δεν υπάρχει άδεια παρασκευής της σε εξαιρετικά χαμηλή συγκέντρωση, καθώς και σε πολιτισμικές διαφορές και στάσεις προς τις παρενέργειες. Παρόλο που υπάρχουν καλά στοιχεία που προτείνουν ότι η ατροπίνη θα μπορούσε να είναι αποτελεσματική, απαιτείται περισσότερη έρευνα στους ευρωπαϊκούς πληθυσμούς για την προώθηση της κλινικής εφαρμογής. Επιπλέον, υπάρχουν και υλικοτεχνικές προκλήσεις. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, η 0.01% ατροπίνη δεν είναι διαθέσιμη ως προϊόν με άδεια χρήσης. Η μέθοδος DIY (do it yourself) ή η μέθοδος της αυτοαραίωσης δεν υποστηρίζονται λόγω, λόγω ανακριβούς δοσολογίας και πιθανών προβλημάτων με τον έλεγχο των λοιμώξεων. Τέλος, οι (Wu, et al., 2019) αναφέρουν πως η μη χρήση της ατροπίνης ως μέθοδος του μυωπικού ελέγχου μπορεί να οφείλεται και στη μικρότερη επίγνωση των γονέων σχετικά με τις μυωπικές οφθαλμικές επιπλοκές με αποτέλεσμα να επικεντρώσουν την προσοχή τους περισσότερο στις άμεσες πιθανές παρενέργειες της ατροπίνης.

9.2. Η πιρενζεπίνη

Η πιρενζεπίνη είναι μια αντιχολινεργική ένωση πυριδο-βενζοδιαζεπίνης η οποία είναι δομικά παρόμοια με την ιμιπραμίνη όπως φαίνεται και στην εικόνα. Η κεντρική δραστηριότητα της είναι αρκετά περιορισμένη λόγω της κακής διείσδυσης στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Σε αντίθεση με τους κλασικούς αντιχολινεργικούς παράγοντες, η πιρενζεπίνη φαίνεται να είναι επιλεκτική ως προς τη δέσμευσή της στους μουςκαρινικούς υποδοχείς. Καθώς η πιρενζεπίνη καθυστερεί την γαστρική έκκριση αναστέλλοντας την υψηλή συγγένεια της προς τους μουςκαρινικούς υποδοχείς, σταματάει την έκκριση βασικού και διεγερμένου γαστρικού οξέος σε δόσεις χαμηλότερες από τις απαιτούμενες με σκοπό να αποκτήσει επιρροή στην καρδιαγγειακή, οφθαλμική και ουρική λειτουργία, τη σιελορροια και τη γαστρεντερική κινητικότητα. (Carminc, A. A. & Brogden, R. N. 1985)



Εικόνα 360: Η Χημική ένωση της πιρενζεπίνης και της ατροπίνης (Carmine & Brogden, 1985)

Σε ένα πείραμα που πραγματοποιήθηκε το 1982 από τους Hearchote and Parry με υλικό ποντίκια και αρουραίους (Parry, M. & Hearchote, P. V. 1982) η διάμετρος από τις κόρες των ματιών, με ενδοφλέβια ένεση πιρενζεπίνης, δέχθηκε αλλαγή σε 3 έως 4 φορές από την αντιεκκριτική δόση, σε αντίθεση με τα αντιχολινεργικά ατροπίνη, γλυκοπυρόνιο, προπανθαλίνη, πολλίνη, βενζεξόλη και ισοπροπαμίδη. Ομοίως, σε υγιή άτομα (Parry & Heathcote, 1982) και σε ασθενείς με έλκος δωδεκαδακτύλου, η στοματική πιρενζεπίνη έχει δείξει χαμηλή επιλεκτικότητα για το μάτι. (Carmine & Brogden, 1985) Οπότε πραγματοποιήθηκε μελέτη που έδειξε πως, η στοματική πιρενζεπίνη 50mg δύο φορές την ημέρα, 91 και ως placebo effect συσχετίστηκε χωρίς οφθαλμικά συμπτώματα, ενώ ένα ισοδύναμο αντιεκκριτικό σχήμα από του στόματος l-hyoscyamine 0,6mg δύο φορές την ημέρα δημιούργησε θολή όραση στο 67% των ατόμων και αυξήθηκε η διάμετρος της κόρης κατά 13 έως 25% (Jaup, B. & Dotevall, G. 1981). Η κοντινή όραση δεν επηρεάστηκε με κάποιο τρόπο στην ομάδα που χορηγήθηκε με πιρενζεπίνη, αλλά στους παραλήπτες l-hyoscyamine αυξήθηκε 19 έως 33% ($p < 0,05$). Ωστόσο, η πιρενζεπίνη σε δόση 40 mg που χορηγήθηκε ενδοφλεβίως παρήγαγε θολή κοντινή όραση σε ασθενείς που έπασχαν από έλκος δωδεκαδακτύλου, αν και τα οπτικά αποτελέσματα ήταν λιγότερο έντονα και μικρότερης διάρκειας (1 έως 2 ώρες έναντι αρκετών ωρών) από αυτά της ατροπίνης 1,5 και 3 mg. (Siatkowski, et al., 2008) Όταν έγινε χορήγηση σε πιο χαμηλή θεραπευτική δόση των 25 mg για τρεις φορές την ημέρα για 1 εβδομάδα, η ενδοφθάλμια πίεση δεν άλλαξε σε άτομα με γλαύκωμα ανοιχτής ή κλειστής γωνίας ή ακόμα χωρίς να δημιουργήσει ανωμαλίες στον επιπεφυκότα, κερατοειδή, ίριδα ή πρόσθιο θάλαμο (Siatkowski, et al., 2004). Μελέτες στις Ηνωμένες Πολιτείες και τη Σιγκαπούρη έδειξαν ότι η πιρενζεπίνη μπορεί να επιβραδύνει την εξέλιξη της μυωπίας σε βαθμό τάξης του 51% (Siatkowski, et al., 2008) καθώς και 77%, (Tan, et al., 2005) αντίστοιχα. Είναι σημαντικό ότι οι μελέτες έδειξαν ότι η κύρια παρενέργεια που προέκυψε από παρασκευάσματα αλοιφής πιρενζεπίνης ήταν ασυμπτωματική θηλώδης

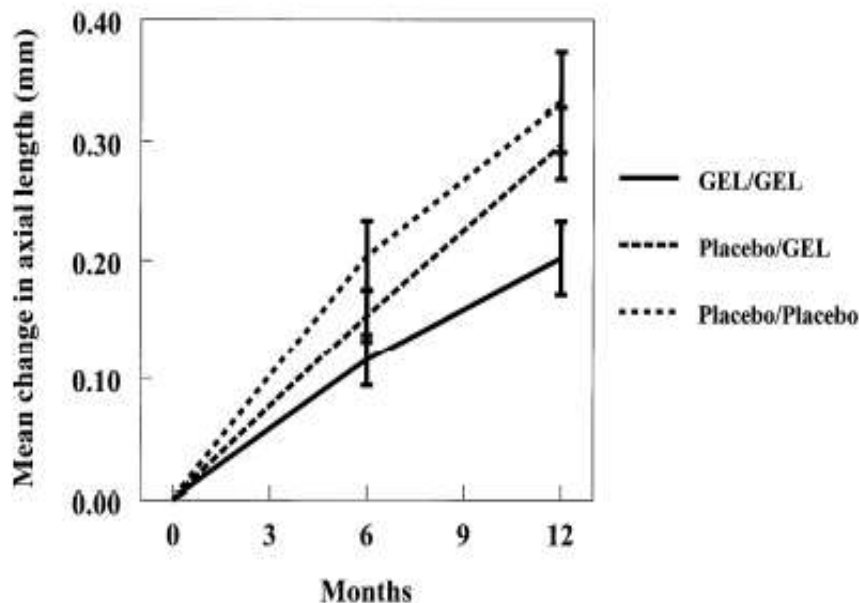
επιπεφυκίτιδα. Η φωτοφοβία δεν αναφέρθηκε ως σύμπτωμα εκτός μερικών ελάχιστων περιπτώσεων είτε με θόλωση κατά την ανάγνωση (Tan, et al., 2005) (Siatkowski, et al., 2004). Παρόλο που η πιρενζεπίνη παρέχει αποτελεσματικό έλεγχο της μυωπίας με λίγες παρενέργειες, δεν διατίθεται στο εμπόριο σε ένα οφθαλμικό παρασκεύασμα στις Ηνωμένες Πολιτείες. (Walline, 2016)

9.2.1. Myopia control με πιρενζεπίνη

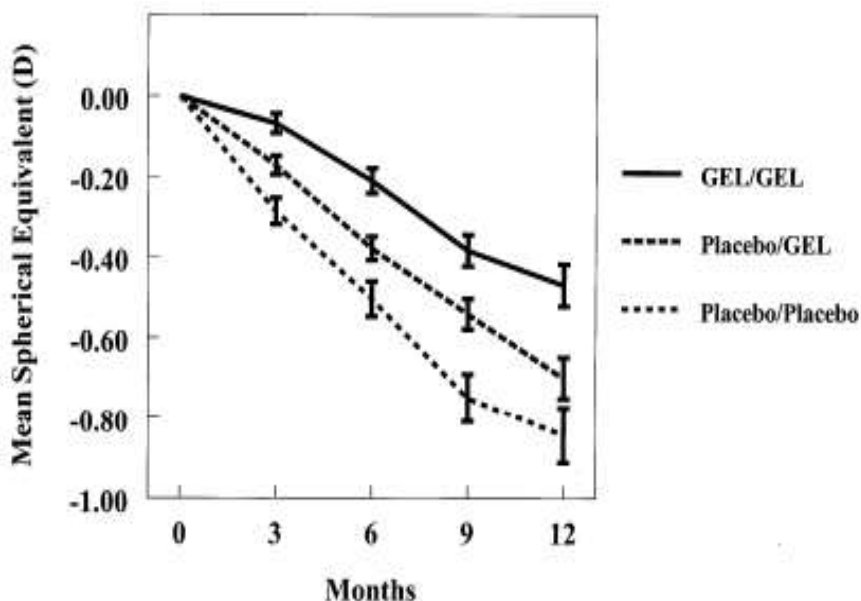
Οι τοπικές φαρμακευτικές μέθοδοι για τον έλεγχο της μυωπικής εξέλιξης στα παιδιά είναι κατά κύριο λόγο οι αντι-μουσκαρινικές οφθαλμικές σταγόνες που χρησιμοποιούνται στη ρουτίνα φροντίδα των ματιών για τη μυδρίαση της κόρης και τη χαλάρωση της προσαρμογής. Η ατροπίνη αποτελεί ένα ευρύ φάσμα αντιμουσκαρινικών παραγόντων και οι παρενέργειες της περιλαμβάνουν προσωρινή ευαισθησία στο φως και ασαφή κοντινή όραση. Από την άλλη, η πιρενζεπίνη επηρεάζει μόνο τους M1 αντιμουσκαρινικούς υποδοχείς, οι οποίοι είναι λιγότερο συγκεντρωμένοι στην ίριδα και στο ακτινωτό σώμα, και ως εκ τούτου δεν προκαλεί μεγάλη μυδρίαση της κόρης και χαλάρωση της προσαρμογής όπως η ατροπίνη. Όπως και με την ατροπίνη, ο μηχανισμός ελέγχου της μυωπίας που επιτυγχάνεται, μέσω της χρήσης της πιρενζεπίνης, παραμένει άγνωστος. Παρόλα αυτά όμως έρευνες έχουν δείξει ότι η πιρενζεπίνη, όπως και η ατροπίνη, είναι πολύ αποτελεσματική στη μείωση της ανάπτυξης των μυωπικών ματιών. Ωστόσο, η ατροπίνη συνταγογραφείται σπάνια λόγω του προφίλ παρενεργειών που παρουσιάζει και η πιρενζεπίνη δεν έχει εγκριθεί από την US Food and Drug Administration (FDA) για τον έλεγχο της μυωπίας και ότε είναι εμπορικά διαθέσιμη (Smith & Walline, 2015).

Μία από τις πιο γνωστές διεξαγόμενες κλινικές δοκιμές που έχουν λάβει χώρα είναι αυτή των (Tan, D. T. H., Lam, D. S., Chua, W. H., Crockett, R. S. 2005) οι οποίοι αξιολόγησαν την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα του σχετικά επιλεκτικού M1 ανταγωνιστή, της οφθαλμικής γέλης (gel) πιρενζεπίνης, στην επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας. Στην έρευνα αυτήν συμμετείχαν 353 υγιή παιδιά, ηλικίας 6 έως 12 ετών, με σφαιρικό ισοδύναμο (SE) από -0.75 έως -4.00D και με αστιγματισμό μέχρι 1.00D. Τα άτομα υποβλήθηκαν σε βασική πλήρη εξέταση οφθαλμών και τακτικές εξετάσεις για περίοδο ενός έτους. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε 7 ακαδημαϊκά κέντρα και κλινικές πρακτικές στην Ασία. Τα μυωπικά παιδιά έλαβαν το gel σε συγκέντρωση 2% δύο φορές τη μέρα, πρωί βράδυ, (gel / gel) ή 2% πιρενζεπίνη την ημέρα και το βράδυ εικονικό φάρμακο, placebo, (εικονικές σταγόνες / gel) ή μόνο εικονικές σταγόνες δύο φορές την ημέρα (εικονικό φάρμακο / εικονικό φάρμακο) σε αναλογία 2: 2: 1, αντίστοιχα, για 1 έτος.

Κατά την έναρξη της μελέτης, η μέση διάθλαση (SE) ήταν $2.40 \pm 0.90D$ και στη διάρκεια των 12 μηνών η μέση αύξηση της μυωπίας που σημειώθηκε ήταν $0.47D$ για την ομάδα gel/ gel, $0.70D$ για την ομάδα gel/ placebo και $0.84D$ για την ομάδα placebo/ placebo. Όσον αφορά, την αξονικό μήκος το ματιών, κατά την έναρξη της μελέτης, το μέσο αξονικό μήκος ήταν $24.2mm$ και μετά από 12 μήνες θεραπείας, η μέση αύξηση που σημειώθηκε ήταν αριθμητικά μεγαλύτερη στην ομάδα placebo / placebo ακολουθούμενη από την placebo / gel και έπειτα ομάδες gel / gel (0.33 , 0.30 και $0.20mm$, αντίστοιχα). Επιπροσθέτως, σχετικά με το προφίλ των παρενεργειών, το 11% των ατόμων που έλαβε πιρενζεπίνη (συμπεριλαμβανομένων των δύο εκ των τριών ομάδων) διέκοψε την θεραπεία εξαιτίας αυτών. Η ομάδα που σημείωσε τις περισσότερες παρενέργειες (ανωμαλίες και υπολείμματα στην προσαρμογή, έντονος βήχας, αναπνευστική λοίμωξη) ήταν αυτή της placebo / gel όπου από τις 15 σοβαρές ανεπιθύμητες ενέργειες που αναφέρθηκαν σε 12 άτομα (και στις δύο ενεργές ομάδες), καμία δεν ήταν οφθαλμική φύσης, και μόνο ένα (κοιλιακός πόνος πριν από γρίπη) κρίθηκε πιθανώς σχετιζόμενη με τη θεραπεία. Έτσι, οι (Tan, et al., 2005) συμπέραναν ότι η γέλη πιρενζεπίνης (2% δύο φορές την ημέρα) ήταν αποτελεσματική και σχετικά ασφαλής στην επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας για την περίοδο θεραπείας 1 έτους.



Εικόνα 371 : Η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε στην εκάστοτε ομάδα θεραπείας μετά από ένα έτος θεραπείας (Tan, et al., 2005)

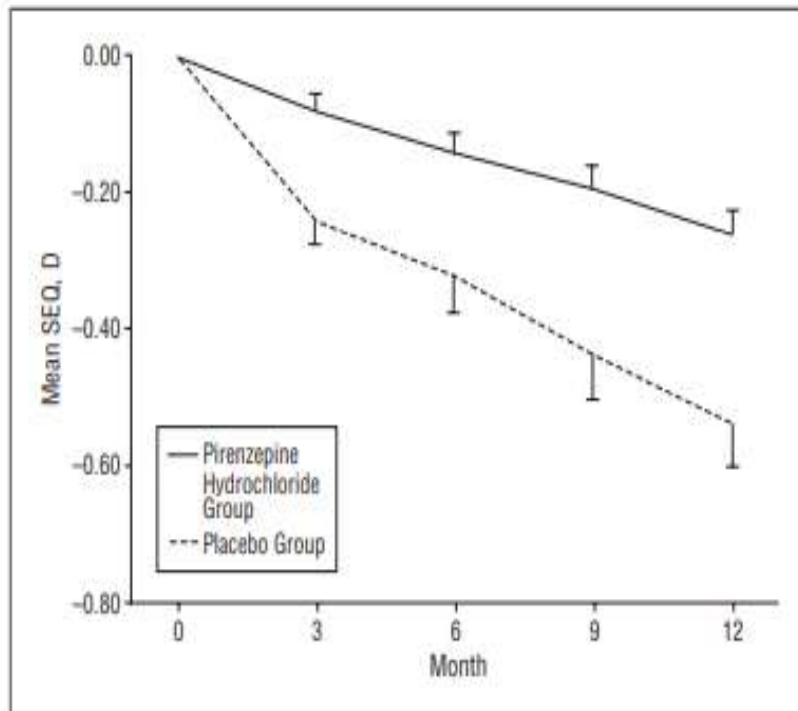


Εικόνα 382 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε στην εκάστοτε ομάδα θεραπείας μετά από ένα έτος θεραπείας (Tan, et al., 2005)

Σε μία άλλη μελέτη διπλής μάσκας (όπως αυτή επιστημονικά αποκαλείται) που είχε ως στόχο την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας της 2% πιρενζεπίνης στην επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας, οι (Siatkowski, M. R., Cotter, S., Miller, J. M., Scher, C. A., Crockett, S. R., Novack, G. D. 2004) χώρισαν σε δύο ομάδες 277 παιδιά, ηλικίας από 8 έως 12 ετών, με σφαιρικό ισοδύναμο από -0.75 έως -4.00D και με αστιγματισμό μικρότερο ή ίσο με 1.00D, για να λάβουν είτε 2% οφθαλμική γέλη πιρενζεπίνης,

είτε εικονικό φάρμακο. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες σε αναλογία 2:1 και λάμβαναν την εκάστοτε θεραπεία (ανάλογα με την ομάδα που ανήκαν) για έναν χρόνο.

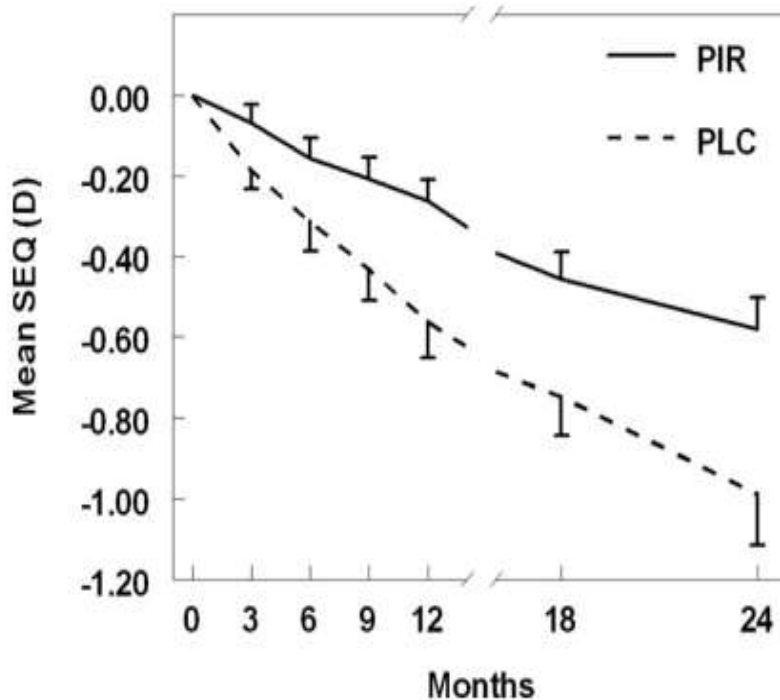
Στην αρχή της μελέτης, η μέση τιμή του σφαιρικού ισοδυνάμου ήταν $-2.098 \pm 0.903D$ για την ομάδα της πιρενζεπίνης ($n=117$) και $-1.933 \pm 0.825D$ για την ομάδα του εικονικού φαρμάκου ($n=57$). Το αξονικό μήκος των ματιών, κατά την ίδια χρονική περίοδο ήταν 23.88mm έναντι 23.77mm αντίστοιχα για τις προαναφερθείσες ομάδες. Στον έναν χρόνο εφαρμογής της θεραπείας, η μέση αύξηση της μυωπίας που σημειώθηκε στην ομάδα της πιρενζεπίνης ήταν $0.26D$ ενώ η αύξηση που σημειώθηκε στην ομάδα του εικονικού φαρμάκου ήταν $0.53D$ και παράλληλα, η μέση αύξηση του αξονικού μήκους των ματιών που παρατηρήθηκε ήταν 0.19mm και 0.23 αντίστοιχα. Επίσης, σχετικά με τις παρενέργειες, κανένας από την ομάδα του εικονικού φαρμάκου και μόνο οι 13 από την ομάδα της πιρενζεπίνης διέκοψαν την θεραπεία εξαιτίας αυτών. Οι κυριότερες από αυτές τις παρενέργειες συμπεριλάμβαναν αλλεργικές αντιδράσεις, επιπεφυκίτιδα, ανωμαλίες στην προσαρμογή και θολή όραση κατά την κοντινή όραση. Έτσι, οι (Siatkowski, et al., 2004) συμπέραναν ότι η πιρενζεπίνη αποτελεί μια αποτελεσματική θεραπεία του μυωπικού ελέγχου η οποία παράλληλά κρίνεται και σχετικά ασφαλής.



Εικόνα 393 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε στην ομάδα της πιρενζεπίνης και στην ομάδα εικονικού φαρμάκου μετά από έναν χρόνο θεραπείας (Siatkowski, et al., 2004)

Η παραπάνω μελέτη πέρασε και σε δεύτερη φάση όπου η κάθε ομάδα συνέχισε να λαμβάνει την εκάστοτε θεραπεία για ακόμα έναν χρόνο (συνολικά 2 χρόνια). Ογδόντα τέσσερις ήταν ο αριθμός των συμμετεχόντων που επέλεξαν να συνεχίσουν την θεραπεία για ακόμα έναν χρόνο και πιο συγκεκριμένα οι 53 από αυτούς ανήκαν στην ομάδα της πιρενζεπίνης και οι υπόλοιποι τριάντα ένας στην ομάδα του εικονικού φαρμάκου. Οπότε, μετά τα δύο χρόνια θεραπείας, η μυωπία αυξήθηκε (κατά μέσο όρο) κατά $0.58D$ στην ομάδα της πιρενζεπίνης ενώ στην ομάδα του εικονικού φαρμάκου κατά $0.99D$. μικρότερη ήταν και η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε στην ομάδα της πιρενζεπίνης σε σύγκριση με την ομάδα του εικονικού φαρμάκου (0.28mm έναντι 0.40mm). Επίσης σχετικά με την ασφάλεια

της θεραπείας, δεκατρείς (11%) ήταν οι ασθενείς από την ομάδα της πιρενζεπίνης που διέκοψαν την θεραπεία λόγω των παρενεργειών της κατά το πρώτο έτος και μόνο ένας κατά το δεύτερο έτος, με αποτέλεσμα οι (Siatkowski, M. R., Cotter, S. A., Crockett, R. S., Miller, J. M., Novack, G. D., Zadnik, K. 2008) να συμπεράνουν ότι εκτός από το ότι η 2% οφθαλμική γέλη πιρενζεπίνης ήταν αποτελεσματική στον έλεγχο της μυωπίας σε περίοδο θεραπείας 2 χρόνων ήταν παράλληλα και κλινικά αποδεκτή.



Εικόνα 404 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε στην κάθε ομάδα ύστερα από 2 χρόνια εφαρμογής της εκάστοτε θεραπείας (εικονικό φάρμακο ή 2% πιρενζεπίνη) (Siatkowski, Michael R.; Cotter, Susan A.; Crockett, R. S.; Miller, Joseph M.; Novack, Gary D.; Zadnik, Karla, 2008)

Τέλος, άξια αναφοράς αποτελεί και η έρευνα των (Bartlett, J. D., Niemann, K., Houde, B., Allred, T., Edmondson, M. J., Crockett, R. S. 2003) οι οποίοι μέσω αυτής αξιολόγησαν την ασφάλεια και την ανεκτικότητα της οφθαλμικής γέλης πιρενζεπίνης όσον αφορά κυρίως το μυδρίαση που προκαλεί και την επίδρασή της στην προσαρμογή σε μυωπικά παιδιά. Η έρευνα αυτή ήταν μια ελεγχόμενη με εικονικό φάρμακο διπλής μάσκας έρευνα όπου 26 παιδιά ηλικίας 9 έως 12 ετών, με μυωπία από -0.75 έως -3.00D και αστιγματισμό έως 1.00D χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες αναλογίας 4:1 για να λάβουν είτε τη θεραπευτική ουσία πιρενζεπίνη, είτε εικονικό φάρμακο. Τα παιδιά στην ομάδα της πιρενζεπίνης κλήθηκαν να λάβουν για μία εβδομάδα 0.5% πιρενζεπίνη, στη συνέχεια 1% πιρενζεπίνη για άλλη μια εβδομάδα και στη συνέχεια 2% πιρενζεπίνη για δύο εβδομάδες και στη συνέχεια για επιπλέον 11 μήνες. Έτσι, τρία από τα 26 παιδιά (όλα στην ομάδα στην πιρενζεπίνης) δεν ολοκλήρωσαν το ένα έτος θεραπείας. Το ένα παιδί την 8η ημέρα που έλαβε κατά λάθος 2% πιρενζεπίνη ως αρχική συγκέντρωση και εμφάνισε ανωμαλίες στην προσαρμογή, ένα παιδί για εμφάνιση επιπεφυκίτιδας στους 9 μήνες και άλλο ένα παιδί για άλλους λόγους. Εκτός από το παιδί που διέκοψε την ημέρα 8, όλοι οι ασθενείς έλαβαν την υψηλότερη αξιολογούμενη δόση της πιρενζεπίνης. Όταν πραγματοποιήθηκαν οφθαλμολογικές μία ώρα μετά την ενστάλαξη της 0.5% πιρενζεπίνης, η μέση μυδρίαση της κόρης που παρατηρήθηκε ήταν μικρότερη από 1.00mm σε σύγκριση με την εικονική θεραπεία, σε έντονο ή χαμηλό φωτισμό. Με τις αυξανόμενες συγκεντρώσεις πιρενζεπίνης, αυτό το φαινόμενο έγινε αριθμητικά

μεγαλύτερο, αν και παρέμεινε ακόμη λιγότερο από 1.00mm σε έντονο ή αμυδρό φως. Το άνοιγμα της κόρης μετρήθηκε και 12 ώρες μετά την ενστάλαξη όπου και σε αυτήν την περίπτωση η μυδρίαση ήταν μικρή σε κάθε ομάδα (σε σχέση με την έναρξη) ή μεταξύ των θεραπειών. Παρόμοιες ήταν και οι μειώσεις που παρατηρήθηκαν στο εύρος της προσαρμογής. Και έτσι, σε γενικές γραμμές οι παρενέργειες που αναφέρθηκαν από τα παιδιά ήταν ήπιας ή μέτριας σοβαρότητας που υποχώρησαν σε μικρό χρονικό διάστημα και για αυτόν τον λόγο οι συγγραφείς συμπεράναν πως το προφίλ ασφάλειας της πιρενζεπίνης είναι αποδεκτό ενώ ταυτόχρονα, το προφίλ αυτό δικαιολογεί τη διεξαγωγή πρόσθετων κλινικών δοκιμών για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και τον περαιτέρω χαρακτήρα της ασφάλειας της πιρενζεπίνης σε μεγαλύτερο πληθυσμό ασθενών.

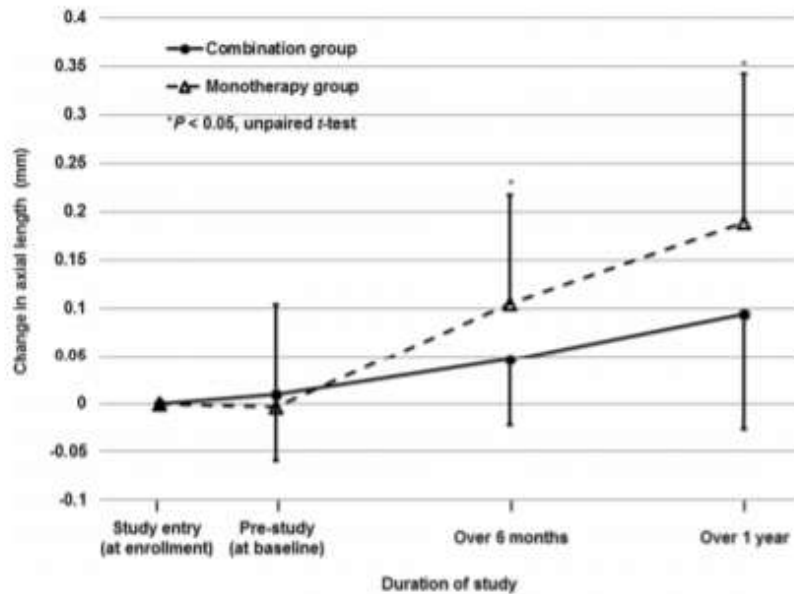
Κεφάλαιο 10. Συνδυασμός των μεθόδων του Myopia Control

Αφού μελετήθηκε παραπάνω το πως δρα η κάθε μέθοδος στον μυωπικό έλεγχο, σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθούν κάποιες κλινικές δοκιμές που έχουν διαδραματιστεί, οι οποίες συνδυάζουν τις προαναφερθείσες μεθόδους του μυωπικού ελέγχου και αξιολογούν την αποτελεσματικότητά τους. Κατά την βιβλιογραφική αναζήτηση βρέθηκε μόνο ο συνδυασμός της ατροπίνης με τα πολυεστιακά γυαλιά και συνδυασμός της ατροπίνης με την ορθοκερατολογία. Βέβαια, βρέθηκε μια έρευνα όπου οι ερευνητές του συνδύασαν τη ατροπίνη με τους πολυεστιακούς φακούς επαφής (Bifocal & Atropine in Myopia Study), όμως ο σκοπός του άρθρου που περιείχε την έρευνα ήταν να περιγράψει τις βραχυπρόθεσμες επιδράσεις αυτής της συνδυαστικής θεραπείας στην οπτική οξύτητα και την επίδραση που προκάλεσε η συνδυαστική θεραπεία στην διαθλαστική κατάσταση των ματιών καθώς και στο αξονικό τους μήκος (Huang, et al., 2019).

10.1. Ατροπίνη και ορθοκερατολογία

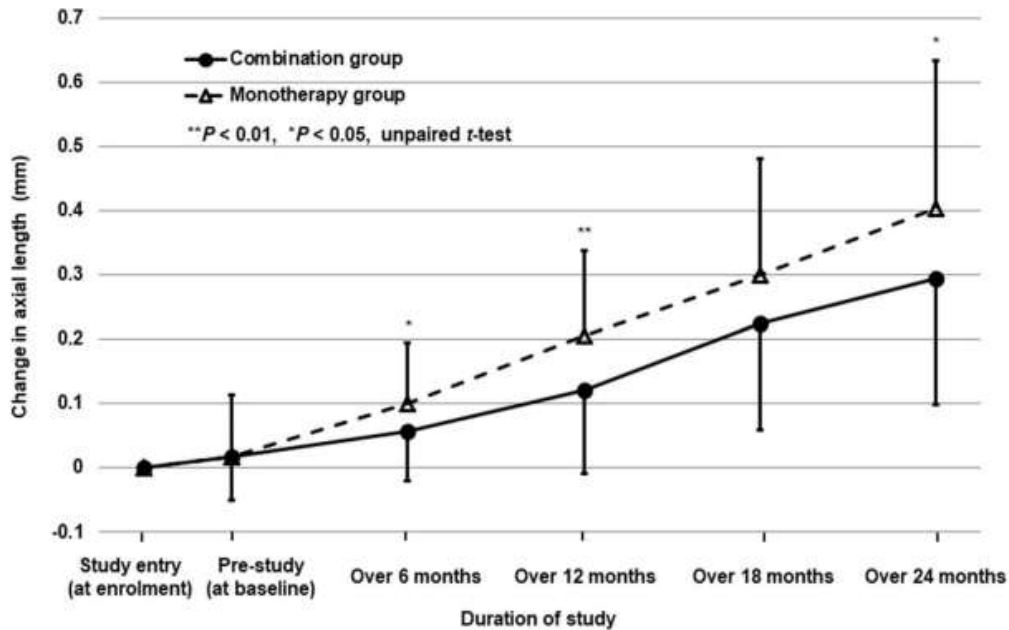
Αναφέρθηκε και προηγουμένως πως η αναδιαμόρφωση του κερατοειδή μέσω των ειδικών σκληρών αεροδιαπερατών (RGP) φακών επαφής και η ενστάλαξη χαμηλών σε συγκέντρωση σταγόνων ατροπίνης αποτελούν τις δύο πιο αποτελεσματικές μεθόδους του μυωπικού ελέγχου (Tay, S. A., Farzavandi, S., Tan, D. 2017) (Walline, 2016) (Leo, 2017) (Cooper, J., Schulman, E., Jamal, N. 2012) (Smith & Walline, 2015). Επιπλέον, η χορήγηση οφθαλμικών σταγόνων ατροπίνης στα μάτια των μυωπικών παιδιών αποτελεί άλλη μία από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους του μυωπικού ελέγχου (Tay, et al., 2017) (Wu, et al., 2019) (Li & Yam, 2019) και για τον λόγο αυτόν λοιπόν, οι (Kinoshita, et al., 2008) θέλησαν να εξετάσουν, μέσω της διετούς κλινικής δοκιμής τους, αν ο συνδυασμός των δύο αυτών μεθόδων θα μπορούσε να αποτελέσει μια ακόμη πιο αποτελεσματική μέθοδο της επιβράδυνσης της εξέλιξης της μυωπίας εκμεταλλευόμενοι τα θετικά στοιχεία της εκάστοτε θεραπείας.

Στην έρευνα αυτήν συμμετείχαν 41 παιδιά Ιαπωνικής καταγωγής, ηλικίας 8 έως 12 ετών με σφαιρικό ισοδύναμο (SER) α από -1.00 μέχρι -6.00D. Τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα έπρεπε να φοράνε τους ορθοκερατολογικούς τους φακούς επιτυχώς για 3 μήνες ώστε να χωριστούν τυχαία σε δύο ομάδες, όπου στην μία ομάδα τα παιδιά θα λάμβαναν τη συνδυαστική θεραπεία 0.01% ατροπίνη και ορθοκερατολογία, ενώ στη δεύτερη ομάδα τα παιδιά θα φορούσαν μόνο ορθοκερατολογικούς φακούς. Μετά από το διάστημα του ενός έτους, 40 παιδιά κατάφεραν να ολοκληρώσουν την έρευνα (n=20 στην κάθε ομάδα). Η αύξηση του αξονικού μήκους που σημειώθηκε στο διάστημα αυτό ήταν $0.09 \pm 0.12\text{mm}$ στην ομάδα της συνδυαστικής θεραπείας και $0.19 \pm 0.15\text{mm}$ στην ομάδα της <<μονοθεραπείας>> και κατά αυτόν τον τρόπο οι (Kinoshita, N., Konno, Y., Hamada, N., Kanda, Y., Shimmura-Tomita, M., Kakehashi, A. 2008) διαπίστωσαν ότι μετά από 12 μήνες θεραπείας ο συνδυασμός της 0.01% ατροπίνης με την ορθοκερατολογία ήταν πιο αποτελεσματικός στην επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας από ότι ήταν μεμονωμένη εφαρμογή της ορθοκερατολογίας.



Εικόνα 415 : Η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε ύστερα από την χρήση της ορθοκερατολογίας σε συνδυασμό με την ατροπίνη σε διάστημα 2 ετών (Kinoshita, et al., 2008)

Σε μια άλλη μελέτη, διετούς διάρκειας αυτή την φορά, οι (Kinoshita, N., Konno, Y., Hamada, N., Kanda, Y., Shimmura-Tomita, M., Kaburaki, T., Kakehashi, A. 2020) σύγκριναν επίσης την αποτελεσματικότητα του συνδυασμού των μεθόδων 0.01% ατροπίνης με ορθοκερατολογία σε σχέση με την μεμονωμένη εφαρμογή της ορθοκερατολογίας. Τα κριτήρια που πληρούσαν τα παιδιά που συμμετείχαν σε αυτήν την έρευνα ήταν τα ίδια με αυτά της προηγούμενης με την μόνη διαφορά πως το μέγεθος του δείγματος ήταν το διπλάσιο (n=80). Από τον συνολικό αριθμό του δείγματος, 73 παιδιά ολοκλήρωσαν την διετή μελέτη. Έτσι, κατά τη διάρκεια των 2 αυτών ετών, το αξονικό μήκος αυξήθηκε κατά $0.29 \pm 0.20\text{mm}$ στην ομάδα της συνδυαστικής θεραπείας (n=38) και κατά $0.40 \pm 0.23\text{mm}$ (n=35) στην ομάδα της <<μονοθεραπείας>>. Η διαφορά μεταξύ των αλλαγών των διαθλαστικών δυνάμεων που προέκυψε δεν ήταν στατιστικής σημασίας ($p < 0.005$). Ωστόσο, το σπουδαίο της μελέτης αυτής ήταν πως στην υποομάδα των παιδιών με αρχικό σφαιρικό ισοδύναμο (SER) από -1.00 έως -3.00D που έλαβε τη συνδυαστική θεραπεία, το αξονικό μήκος αυξήθηκε κατά $0.30 \pm 0.22\text{mm}$ (n=27) ενώ, η αξονική επιμήκυνση που παρατηρήθηκε στην αντίστοιχη υποομάδα που έλαβε τη μεμονωμένη θεραπεία ήταν $0.48 \pm 0.22\text{mm}$ (n=23). Επιπροσθέτως, στην υποομάδα των παιδιών που είχαν αρχικό SER από -3.01 έως -6.00D και που έλαβαν τη συνδυαστική θεραπεία, το αξονικό μήκος αυξήθηκε κατά $0.27 \pm 0.15\text{mm}$ (n=11) ενώ, στην αντίστοιχη υποομάδα που εφαρμόστηκε μόνο η μέθοδος της ορθοκερατολογίας η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε ήταν $0.25 \pm 0.17\text{mm}$ (n=12). Συμπερασματικά λοιπόν, όπως αναφέρουν και οι συγγραφείς, τα αποτελέσματα της έρευνα έδειξαν πως η συνδυαστική θεραπεία μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική για την επιβράδυνση της αξονικής επιμήκυνσης, ειδικά σε παιδιά με χαμηλή αρχική μυωπία (μέχρι περίπου -3.00D).



Εικόνα 426 : Η αξονική επιμήκυνση που σημειώθηκε ύστερα από την χρήση της ορθοκερατολογίας σε συνδυασμό με την ατροπίνη σε διάστημα 2 ετών (Kinoshita, et al., 2020)

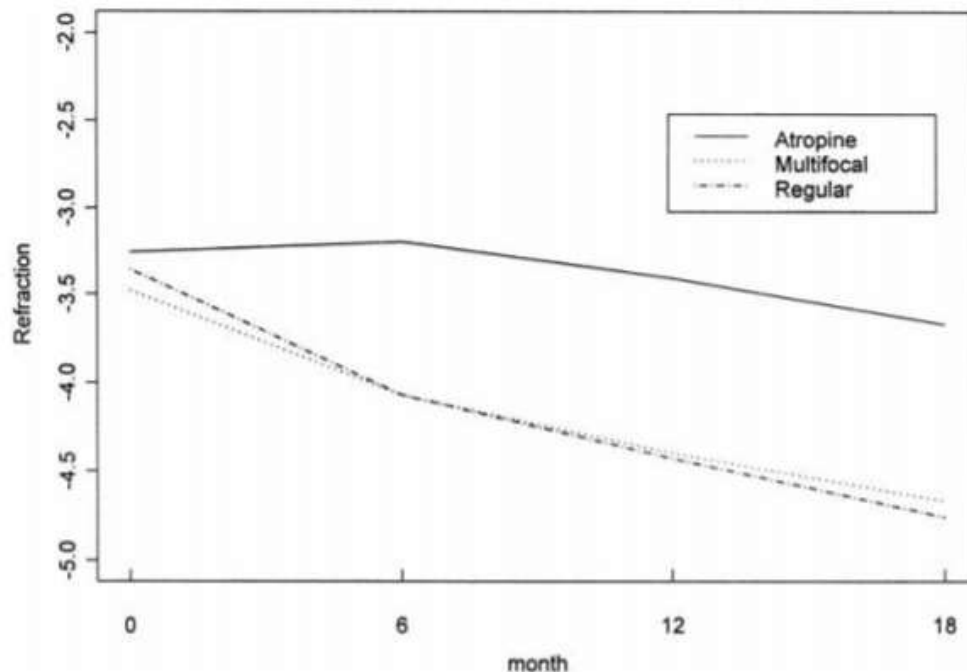
Τέλος, άξιο αναφοράς αποτελεί και το τελευταίο άρθρο που έχει δημοσιευθεί σχετικά με την συνδυαστική θεραπεία της μυωπίας ατροπίνη και ορθοκερατολογία. Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται μια μελέτη της οποίας ο σκοπός είναι να παρουσιάσει τον σχεδιασμό και τα προκαταρκτικά αποτελέσματα ενός μήνα μιας τυχαιοποιημένης κλινικής δοκιμής 2 ετών (ongoing). Το δείγμα της έρευνας αποτελούσαν από 64 παιδιά, ηλικίας από 6 έως 11 ετών, με μυωπία από -1.00 έως -4.00D, εκ των οποίων, όπως και πριν, τα 30 έλαβαν τη συνδυαστική θεραπεία και στα υπόλοιπα 34 εφαρμόστηκαν ορθοκερατολογικοί φακοί επαφής (Tan, Q., Ng, A. L., Cheng, G. P., Woo, V. C., Cho, P. 2019).

Μετά από έναν μήνα θεραπείας, η μέση αλλαγή στο αξονικό μήκος που προέκυψε ήταν σημαντικά υψηλότερη στην ομάδα των παιδιών που έλαβε τη συνδυαστική θεραπεία ($-0.05 \pm 0.05\text{mm}$) από ότι στην ομάδα που έλαβε τη «μονοθεραπεία» άτομα με OK ($-0.02 \pm 0.03\text{mm}$). Επιπλέον, όσον αφορά τις επιπλοκές που παρουσιάζει η εφαρμογή των ορθοκερατικών φακών, στην 1μηνη επίσκεψη, το ποσοστό επιτυχίας πρώτης εφαρμογής ήταν, και στις δύο ομάδες συνολικά, 95%. Ήπια χρώση του κερατοειδούς παρατηρήθηκε στο 23,3% και στο 30,9% των παιδιών της εκάστοτε αντίστοιχης ομάδας. Έτσι οι συγγραφείς του άρθρου συμπέραναν πως αφού το ποσοστό επιτυχίας πρώτης εφαρμογής των φακών ήταν υψηλό και στις δύο ομάδες ατόμων και αφού δεν αναφέρθηκαν επιπλοκές σχετικά με την προσθήκη 0.01% ατροπίνης, είναι αποδεκτό να συνεχιστεί αυτή η διαχρονική μελέτη, καθώς απαιτείται μεγαλύτερη διάρκεια μελέτης, συνήθως 2 χρόνια, για τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας της θεραπείας για τον έλεγχο της μυωπίας (Tan, et al., 2019).

10.2. Πολυεστιακά γυαλιά και ατροπίνη

Προαναφέρθηκε πως η ατροπίνη είναι μια από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους τους μυωπικού ελέγχου. Τα πολυεστιακά γυαλιά από την άλλη αν και είναι μια ασφαλή μέθοδος δεν είναι αποτελεσματικά στην επιβράδυνση της εξέλιξης της μυωπίας. Πιο συγκεκριμένα έχει φανεί ότι τα γυαλιά αυτά μπορούν να είναι αποτελεσματικά αλλά μόνο σε ένα μικρό σύνολο παιδιών, αυτά που έχουν εσωφορία και αυτά που έχουν πρόβλημα με τον μηχανισμό της προσαρμογής τους (Leo, 2017) (Tay, et al., 2017). Κατά τη διαδικασία της

βιβλιογραφικής ανασκόπησης βρέθηκε μια έρευνα που αξιολόγησε την αποτελεσματικότητα των πολυεστιακών γυαλιών σε συνδυασμό με τη χορήγηση οφθαλμικών σταγόνων ατροπίνης. Σε αυτήν την κλινική δοκιμή λοιπόν, 227 μυωπικά παιδιά ηλικία 6 έως 13 ετών χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες: στην πρώτη ομάδα τα παιδιά εξοπλίστηκαν με πολυεστιακά γυαλιά και λάμβαναν μία φορά τη μέρα 0.5% ατροπίνη, στη δεύτερη τα παιδιά φορούσαν μόνο πολυεστιακά γυαλιά και στην τρίτη ομάδα, την λεγόμενη ομάδα ελέγχου, τα παιδιά εξοπλίστηκαν με συμβατικά μονοεστιακά γυαλιά. Η έρευνα διήρκεσε 18 μήνες και την έρευνα την ολοκλήρωσαν 188 παιδιά όπου κανένα παιδί δεν αποχώρησε λόγω παρενεργειών της ατροπίνης (n=66 στην πρώτη ομάδα, n=61 στη δεύτερη και n=61 στην τρίτη). Η μέση εξέλιξη της μυωπίας που σημειώθηκε στο διάστημα των 18 μηνών στην ομάδα της συνδυαστικής θεραπείας (0.41D) ήταν σημαντικά μικρότερη από την ομάδα των πολυεστιακών γυαλιών (1.19D) και από την ομάδα ελέγχου, ωστόσο όμως, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο τελευταίων ομάδων ($p>0.05$). Έτσι, οι συγγραφείς της έρευνας συμπέραναν ότι ο συνδυασμός της 0.05% ατροπίνης με τα πολυεστιακά γυαλιά μπορεί να επιβραδύνει το ρυθμό εξέλιξης της μυωπίας αν και οι πολυεστιακοί φακοί από μόνοι τους δεν έδειξαν διαφορά σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου (Shih, Y. F., Hsiao, K. C., Chen, C. J., Chang, C. W., Hung, P. T., Lin, L. L. K. 2001).



Εικόνα 67 : Η μυωπική εξέλιξη που σημειώθηκε ύστερα από την χρήση πολυεστιακών γυαλιών σε συνδυασμό με την ατροπίνη σε διάστημα 18 μηνών (Shih, et al., 2001)

Συμπεράσματα

Η μυωπία έχει κατακλίσει όλο τον κόσμο. 1,5 δις ανθρώπων (20% με 25% του παγκόσμιου πληθυσμού) πάσχουν από αυτήν. Η δε υψηλή μυωπία είναι πολύ επικίνδυνη για την οφθαλμική υγεία του ασθενούς. Για αυτόν τον λόγο μια μεγάλη μερίδα των επαγγελματιών περίθαλψης της όρασης ασχολούνται με το πως θα επιβραδύνουν την εξέλιξή της καθώς και με το πως θα αποτρέψουν της εμφάνισή της σε μη μυωπικά παιδιά.

Η επιστημονική κοινότητα έχει προτείνει πάρα πολλές μεθόδους επιβράδυνσης της εξέλιξης της μυωπίας όμως καμία από αυτές δεν είναι πλήρως αποδεδειγμένη. Βέβαια, μέσα από αυτήν την ανασκόπηση φαίνεται πως η χρήση των οφθαλμικών σταγόνων ατροπίνης σε χαμηλή συγκέντρωση είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος. Παρόλα αυτά οι επαγγελματίες περίθαλψης της όρασης δεν συνηθίζουν να χορηγούν την ατροπίνη για την επιβράδυνση της ανάπτυξης της μυωπίας σε χώρες εκτός Ασίας. Αν και το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται και στις πιθανές παρενέργειες που μπορεί να προκαλέσει η ενστάλαξή της (π.χ. φωτοευαισθησίες).

Μια εξίσου αποτελεσματική μέθοδος αποτελεί η χρήση των ορθοκερατολογικών φακών. Η ορθοκερατολογία αποτελεί μια εμπορικά διαθέσιμη μέθοδο αφού η εφαρμογή των φακών αυτών επιτυγχάνεται σε πάρα πολλές χώρες. Όμως, όπως συμβαίνει γενικά με τη χρήση των φακών επαφής μπορούν να προκληθούν πολλές μολύνσεις στο μάτι, όπως η βακτηριακή κερατίτιδα, αν ο χρήστης δεν είναι συμμορφωμένος.

Μια λιγότερο αποτελεσματική μέθοδος, σε σύγκριση προαναφερθείσες δύο, για τη θεραπεία της μυωπίας είναι η χορήγηση διπλεσσιακών και πολυεστιακών φακών επαφής. Παρόλα αυτά, αξίζει να αναφερθεί, πως υπάρχουν διάφορες βιομηχανίες και κατασκευαστές που έχουν βγάλει στο εμπόριο φακούς επαφής τύπου πολυεστιακών όπως για παράδειγμα ο Misight της Coopervision που έχει δείξει κλινικά σημαντικό αποτέλεσμα.

Η συνταγογράφηση διπλεσσιακών και πολυεστιακών οφθαλμικών φακών επίσης αποτελεί έναν από τους τρόπους του μυωπικού ελέγχου. Όμως, αν και προκαλούν στατιστικά σημαντική επιβράδυνση της μυωπίας, δεν παρέχουν κάποιο κλινικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, όπως συνέβη και με την περίπτωση των φακών επαφής, προϊόντα που έχουν κυκλοφορήσει διάφορες βιομηχανίες και κατασκευαστές (Hoya, Zeiss, κλπ.) φαίνεται να επιβραδύνουν σημαντικά την ανάπτυξη της μυωπίας.

Επιπλέον, μέθοδοι που εφαρμοζόντουσαν παλιότερα, όπως η υποδιόρθωση και η χρήση των σκληρών αεροδιαπερατών φακών επαφής, βρέθηκε να μην επιβραδύνουν εν τέλει την εξέλιξη της μυωπίας στα παιδιά.

Ωστόσο, άξιο αναφοράς αποτελεί η ανάγκη της επιστημονικής κοινότητας που ασχολείται με την οφθαλμική υγεία να αποκωδικοποιήσει το πως πολλές από αυτές τις μεθόδους επιδρούν στην περιφερειακή διάθλαση και πιο συγκεκριμένα, στο αν μειώνουν την περιφερειακή αμφιβληστροειδική αφεστίαση (Peripheral Retinal Defocus).

Τέλος, ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός πως ενώ υπάρχουν έρευνες που έχουν δείξει κλινικά και στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα, ο αριθμός ερευνών που αφορούν τον συνδυασμό μεθόδων του μυωπικού ελέγχου είναι περιορισμένος. Παρόλα αυτά, μέσα από την ανασκόπηση βρέθηκε πως η συνδυαστική θεραπεία με τις δύο πιο αποτελεσματικές μεθόδους μπορεί να επιβραδύνει σημαντικά τη μυωπία και πιο συγκεκριμένα, η συνδυασμός της ορθοκερατολογίας και της ενστάλαξης της 0.01% ατροπίνης.

Λίστα Βιβλιογραφικών Παραπομπών

- Aller, T. Achenbach, P. Cooper, J. Dillehay, S. Jamal, N. Jeruss, J. O'Connor, B. Ostrom, H. Watanabe, R. Zaunbrecher, A. (2019) Myopia management with naturalvue (etafilcon a) multifocal 1 day contact lenses: continuing evidence from clinical practice. *Contact Lens and Anterior Eye*. 42(6), pp. 24.
- Aller, T. A., Liu, M. & Wildsoet, C. F. (2016) Myopia Control with Bifocal Contact Lenses: A Randomized Clinical Trial. *Optometry and Vision Science*. 93(4), pp. 344-52.
- Aller, T. A. & Wildsoet, C. (2008) Bifocal soft contact lenses as a possible myopia control treatment: a case report involving identical twins. *Clinical and Experimental Optometry*. 91(4), pp. 394-399.
- Anstice, N. S. & Phillips, J. R. (2011) Effect of dual-focus soft contact lens wear on axial myopia progression in children. *American Academy of Ophthalmology*. 118(6), pp. 1152-1161.
- Arance-Gil, Á. Gutiérrez-Ortega, A.R. Villa-Collar, C. Nieto-Bona, A. Lopes-Ferreira, D. González-Méjome, J. M. (2014) Corneal cross-linking for Acanthamoeba keratitis in an orthokeratology patient after swimming in contaminated water. *Contact Lens & Anterior Eye*. 37(3), pp. 224-227.
- Bao, J. Yang, A. Huang, Y. Li, X. Pan, Y. Ding, C. Lim, E. W. Zheng, J. Spiegel, D. P. Drobe, B. Lu, F. Chen, H. (2021) One-year myopia control efficacy of spectacle lenses with aspherical lenslets. *British Journal of Ophthalmology*.
- Bartlett, J. D. Niemann, K. Houde, B. Allred, T. Edmondson, M. J. Crockett, R. S. (2003) A tolerability study of pirenzepine ophthalmic gel in myopic children. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*. 19(3), pp. 271-9.
- Bowling, B. (2016) *Kanski Κλινική Οφθαλμολογία*. 8η επιμ. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε..
- Brodstein, R. S. Brodstein, D. E. Olson, R. J., Hunt, S. C., Williams, R. R. (1984) The treatment of myopia with atropine and bifocals: a long-term prospective study. *Ophthalmology*. 91(11), pp. 1373-1378.
- Bullimore, M. A. & Johnson, L. A. (2020) Overnight orthokeratology. *Contact Lens and Anterior Eye*. 43(4), pp. 322-332.
- Cai, X. B. Shen, S. R., Chen, D. F., Zhang, Q., Jin, Z. B. (2019) An overview of myopia genetics. *ELSEVIER*. 188(11), pp. 188.
- Carmine, A. A. & Brogden, R. N. (1985) Drug Evaluation Pirenzepine A Review of its Pharmacodynamic and Pharmacokinetic Properties and Therapeutic Efficacy in Peptic Ulcer Disease and Other Allied Diseases.
- Chamberlain, P., Peixoto-De-Matos, S. C., Logan, N. S., Ngo, C., Jones, D., Young, G. (2019) A 3-year Randomized Clinical Trial of MiSight Lenses for Myopia Control. *Optometry and Vision Science*. 96(8), pp. 556-567.
- Chan, T. C., Li, E. Y., Wong, V. W. & Jhanji, V. (2014) Orthokeratology-associated infectious keratitis in a tertiary care eye hospital in Hong Kong. *American Journal of Ophthalmology*. 158(6), pp. 1130-1135.
- Chen, C., Cheung, S. W. & Cho, P. (2013) Myopia control using toric orthokeratology (TO-SEE study). *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 54(10), pp. 6510-6517.

- Cheng, D., Woo, G. C., Drobe, B., Schmid, K. L. (2014) Effect of bifocal and prismatic bifocal spectacles on myopia progression in children: three-year results of a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmology*. 132(3), pp. 258-264.
- Cheng, D., Woo, G. C. & Schmid, K. L. (2011) Bifocal lens control of myopic progression in children. *Clinical and Experimental Optometry*. 94(1), pp. 24-32.
- Chia, A. Chua, W. H., Cheung, Y. B., Wong, W. L., Lingham, A., Fong, A., Tan, D. (2012) Atropine for the treatment of childhood myopia: safety and efficacy of 0.5%, 0.1%, and 0.01% doses (Atropine for the Treatment of Myopia 2). *American Academy of Ophthalmology*. 119(2), pp. 347-354.
- Chia, A. Chua, W. H., Wen, L., Fong, A., Goon, Y. Y., Tan, D. (2014) Atropine for the treatment of childhood myopia: changes after stopping atropine 0.01%, 0.1% and 0.5%. *American Journal of Ophthalmology*. 157(2), pp. 451-457.
- Chia, A., Lu, Q.-S. & Tan, D. (2016) Five-Year Clinical Trial on Atropine for the Treatment of Myopia 2: Myopia Control with Atropine 0.01% Eyedrops. *American Academy of Ophthalmology*. 123(2), pp. 391-399.
- Cho, P. & Cheung, S.-W. (2012) Retardation of Myopia in Orthokeratology (ROMIO) Study: A 2-Year Randomized Clinical Trial. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 53(11), pp. 7077-7085.
- Cho, P. & Cheung, S. W. (2017) Discontinuation of orthokeratology on eyeball elongation (DOEE). *Contact Lens and Anterior Eye*. 40(2), pp. 82-87.
- Cho, P., Cheung, S. W. & Edwards, M. (2005) The longitudinal orthokeratology research in children (LORIC) in Hong Kong: a pilot study on refractive changes and myopic control. *Current Eye Research*. 30(1), pp. 71-80.
- Chua, W.-H. Balakrishnan, V., Chan, Y. H., Tong, L., Ling, Y., Quah, B. L., Tan, D. (2006) Atropine for the treatment of childhood myopia. *American Academy of Ophthalmology*. 113(12), pp. 2285-91.
- Chua, Sharon Y.L., Sabanayagam, C., Cheung, Y. B., Chia, A., Valenzuela, R. K., Tan, D., Wong, T. Y., Cheng, C. Y., Saw, S. M. (2016) Age of onset of myopia predicts risk of high myopia in later childhood in myopic Singapore children. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 36(4), pp. 388-394.
- Clark, T. Y. & Clark, R. A. (2015) Atropine 0.01% Eyedrops Significantly Reduce the Progression of Childhood Myopia. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*. 31(9), pp. 541-5.
- Cooper, J., Schulman, E., Jamal, N. (2012) Current status on the development and treatment of myopia. *American Optometric Association*. 83(5), pp. 179-99.
- Cooper, J., Watanabe, R., Fuerst, R., Berger, S., Eisenberg, N., Dillehay, S. M. (2018) Case Series Analysis of Myopic Progression Control With a Unique Extended Depth of Focus Multifocal Contact Lens. pp. 16-24.
- Cooper, J., Eisenberg, N., Schulman, E. & Wang, F. M. (2013) Maximum atropine dose without clinical signs or symptoms. *Optometry and Vision Science*. 90(12), pp. 1467-72.
- Cooper, J. & Tkatchenko, A. V. (2018) A Review of Current Concepts of the Etiology and Treatment of Myopia. *Eye & contact lens*. 44(4), pp. 231-247.
- Cope, J. R. Collier, S. A., Schein, O. D., Brown, A. C., Verani, J. R., Gallen, R., Beach, M. J., Yoder, J. S. (2016) Acanthamoeba Keratitis among Rigid Gas Permeable Contact Lens

- Wearers in the United States, (2005 through 2011) *American Academy of Ophthalmology*. 123(7), pp. 1435-41.
- Curtin Brian J. (1984) The myopias, Basic science and clinical management. *AMERICAN JOURNAL OF OPTOMETRY & PHYSIOLOGICAL OPTICS*. 64(1), pp. 76.
- Diaz-Llopis, M. & Pinazo-Durán, M. D. (2018) Superdiluted atropine at 0.01% reduces progression in children and adolescents. A 5 year study of safety and effectiveness. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*. 93(4), pp. 182-185.
- Dirani, M., Shekar, S. N. & Baird, P. N. (2008) Adult-onset myopia: The genes in myopia (GEM) twin study. *IOVS*. 49(8), pp. 3324-3327.
- Dotevall, G. & Jaup, B. H. (1981) The Effect of Pirenzepine and L-Hyoscyamine on Gastric Emptying and Salivary Secretion in Healthy Volunteers.
- Fang, P. C., Chung, M. Y., Yu, H. J. & Wu, P. C. (2010) Prevention of myopia onset with 0.025% atropine in premyopic children. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*. 26(4), pp. 341-345.
- Fu, A. Stapleton, F., Wei, L., Wang, W., Zhao, B., Watt, K., Ji, N., Lyu, Y. (2020) Effect of low-dose atropine on myopia progression, pupil diameter and accommodative amplitude: low-dose atropine and myopia progression. *British Journal of Ophthalmology*. 104(11), pp. 1535-1541.
- Gilmartin, B. & Fcoptom, P. (2004) Perspective Myopia: precedents for research in the twenty-first century A new era for myopia research. *Clinical and Experimental Ophthalmology*. 32(3), pp. 305-324.
- Glasser, A. & Kaufman, P. L. (1999).\ The Mechanism of Accommodation in Primates.
- Harb, E. N. & Wildsoet, C. F. (2019) Origins of Refractive Errors: Environmental and Genetic Factors. *ANNUAL REVIEWS*. pp. 47-72.
- Harper, D. G. (2014) Bringing accommodation into focus the several discoveries of the ciliary muscle. *JAMA Ophthalmology*. 132(5), pp. 645-648.
- Hasebe, S., Jun, J. & Varnas, S. R. (2014) Myopia control with positively aspherized progressive addition lenses: a 2-year, multicenter, randomized, controlled trial. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 55(11), pp. 7177-7188.
- Hiraoka, T. Kakita, T., Okamoto, F., Takahashi, H., Oshika, T. (2012) Long-Term Effect of Overnight Orthokeratology on Axial length elongation in childhood myopia: a 5-year follow-up study. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 53(7), pp. 3913-9.
- Hsu, C.-C. (2019) Dendrite-like anterior stromal keratitis coinfecting with Acanthamoeba and Pseudomonas in an orthokeratology contact lens wearer. *Taiwan Journal of Ophthalmology*. 9(2), pp. 131-133.
- Huang, J., Wen, D., Wang, Q., McAlinden, C., Flitcroft, I., Chen, H., Saw, S. M., Chen, H., Bao, F., Zhao, Y., Hu, L., Li, X., Gao, R., Lu, W., Du, Y., Jinag, Z., Yu, A., Lian, H., Qiuruo, J., Yu, Y., Qu, J. (2016) Efficacy Comparison of 16 Interventions for Myopia Control in Children: A Network Meta-analysis. *American Academy of Ophthalmology*. 123(4), pp. 697-708.
- Huang, H. M., Chang, D. S. T. & Wu, P. C. (2015) The association between near work activities and myopia in children - A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*. 10(10).

- Huang, J., Mutti, D. O., Jones-Jordan, L. A. & Walline, J. J. (2019) Bifocal & Atropine in Myopia Study: Baseline Data and Methods. *Optometry and Vision Science*. 95(6), pp. 335-344.
- Huang, P. C. Hsiao, Y. C., Tsai, C. Y., Tsai, D. C., Chen, C. W., Hsu, C. C., Huang, S. C., Lin, M. H., Liou, Y. M. (2020) Protective behaviours of near work and time outdoors in myopia prevalence and progression in myopic children: A 2-year prospective population study. *British Journal of Ophthalmology*. 104(7), pp. 956-961.
- Hughes, R. P. J., Vincent, S. J., Read, S. A., Collins, M. J. (2020) Higher order aberrations, refractive error development and myopia control: a review. *Clinical and Experimental Optometry*. 103(1), pp. 68-85.
- Hyman, L., Gwiazda, J., Hussein, M., Norton, T. T., Wang, Y., Marsh-Tootle, W., Everett, D. (2005) Relationship of Age, Sex, and Ethnicity With Myopia Progression and Axial Elongation in the Correction of Myopia Evaluation Trial. *Arch Ophthalmol*. 123. pp. 977-987.
- Jaime P., Hari, M., Jesús, A., Lluisa, Q., Miguel, F. R., José, M. G. M. (2015) Myopia Control with a Novel Peripheral Gradient Soft Lens and Orthokeratology: A 2-Year Clinical Trial. *Hindawi*. pp. 1-10.
- Jiang, N., Zhang, G., Zhang, L. & Liu, L. (2020) Re: COVID-19, sweat, tears... and myopia?. *Clinical and Experimental Optometry*. 103(5), p. 717.
- Jong, M. & Gifford, L. K. (2021) Κλινικές πρακτικές διαχείρισης της μυωπίας. *Σύγχρονη Οπτική*. 1(25), pp. 58-62.
- Jong, M. & Jones, L. (2021) Κατευθυντήριες γραμμές βιομηχανίας και ηθικά ζήτημα για τον έλεγχο της μυωπίας. *Σύγχρονη Οπτική*. 1(25), pp. 56-57.
- Kakita, T., Hiraoka, T. & Oshi, T. (2011). Influence of overnight orthokeratology on axial elongation in childhood myopia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 52(5), pp. 2170-2174.
- Kam, K. W. Yung, W. Li , G. K. H., Chen, L. J., Young, A. L. (2017) Infectious keratitis and orthokeratology lens use: a systematic review. *SpringerLink*. 45(6), pp. 727-735.
- Kanda, H. Oshika, T., Hiraoka, T., Hasebe, S., Ohno-Matsui, K., Ishiko, S., Hieda, O., Torii, H., Varnas, S. R., Fujikado, T. (2018) Effect of spectacle lenses designed to reduce relative peripheral hyperopia on myopia progression in Japanese children: a 2-year multicenter randomized controlled trial. *Japanese Journal of Ophthalmology*, September. 62(5), pp. 537-543.
- Kang, P. (2018) Optical and pharmacological strategies of myopia control. *Clinical and Experimental Optometry*. 101(3), pp. 321-332.
- Kang, P. & Swarbrick, H. (2011) Peripheral refraction in myopic children wearing orthokeratology and gas-permeable lenses. *Optometry and Vision Science*. 88(4), pp. 476-82.
- Katz, J. Schein, O. D., Levy, B., Cruiscullo, T., Saw, S. M., Rajan, U., Chan, T. K., Khoo, C. Y., Chew, S. Jin. (2003) A randomized trial of rigid gas permeable contact lenses to reduce progression of children's myopia. *American Journal of Ophthalmology*. 136(1), pp. 82-90.
- Kinoshita, N. Konno, Y., Hamada, N., Kanda, Y., Shimmura-Tomita, M., Takehashi, A. (2008) Additive effects of orthokeratology and atropine 0.01% ophthalmic solution in slowing axial elongation in children with myopia: first year results. *Japanese Journal of Ophthalmology*. 62(5), pp. 544-553.

- Kinoshita, N. Konno, Y., Hamada, N., Kanda, Y., Shimmura-Tomita, M., Kaburaki, T., Kakehashi, A. (2020) Efficacy of combined orthokeratology and 0.01% atropine solution for slowing axial elongation in children with myopia: a 2-year randomised trial. *Scientific Reports*. 10(1), p. 12750.
- Kleinstein, R. N., Jones, L. A., Hullett, S., Kwon, S., Lee, R. J., Friedman, N. E., Manny, R. E., Mutti, D. O., Yu, J. A., Zadnik, K. (2003) Refractive Error and Ethnicity in Children. *Arch Ophthalmol*. 121(8), pp. 1141-1147.
- Kohnen, T. (2015) Objective measurement of accommodation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 41(3), pp. 485-486.
- Laatikainen, L. & Erkkilä, H. (1980) Visual screening of school children. *Acta Ophthalmologica*. 58(1), pp. 137-143.
- Lam, C. S. Y. Tang, W. C., Tse, D. Y. Y., Tang, Y. Y., To, C. H. (2014) Defocus Incorporated Soft Contact (DISC) lens slows myopia progression in Hong Kong Chinese schoolchildren: a 2-year randomised clinical trial. *British Journal of Ophthalmology*. 98(1), pp. 40-5.
- Lam, C. S. Y. Tang, W. C., Tse, D. Y. Y., Lee, R. P. K., Chun, R. K. M., Hasegawa, K., Qi, H., Hatanaka, T., To, C. H. (2020) Defocus Incorporated Multiple Segments (DIMS) spectacle lenses slow myopia progression: a 2-year randomised clinical trial. *British Journal of Ophthalmology*. 104(3), pp. 363-368.
- Larkin, G. L. Tahir, A., Epley, K. D., Beauchamp, C. L., Tong, J. T., Clark, R. A. (2019) Atropine 0.01% Eye Drops for Myopia Control in American Children: A Multiethnic Sample Across Three US Sites. *Ophthalmology and Therapy*. 8(4), p. 589–598.
- Leo, S. W. Adio, A., Fernandez, A., Godts, D., Mojon, D., Salchow, D. J., Granet, D. B., Bremond-Gignac, D. L., Junhong. N. K. K., Kowal, L. W., Lotte. P. M. T., Goldchmit, M., Younis, M., Freeman, N., Kekunnaya, R.; Hertle, R., Cotter, S., Morad, Y., Choong, Y. F. (2017). Current approaches to myopia control. *Current Opinion in Ophthalmology*. 28(3), pp. 267-275.
- Li, S. M. Kang, M. T., Wu, S. S., Meng, B., Sun, Y. Y., Wei, S. F., Liu, L., Peng, X., Zhuo, C., Zhang, F., Wang, N. (2017) Studies using concentric ring bifocal and peripheral add multifocal contact lenses to slow myopia progression in school-aged children: a meta-analysis. *Ophthalmic & Physiological Optics*. 37(1), pp. 51-59.
- Li, F. F., Yam, J. C. (2019) Low-Concentration Atropine Eye Drops for Myopia Progression. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. 8(5), pp. 360-365.
- Li, F. F. Kam, K. W., Zhang, Y., Tang, S. M., Young, A. L., Chen, L. J., Tham, C. C., Pang, C. P., Yam, J. C. (2020) Differential Effects on Ocular Biometrics by 0.05%, 0.025%, and 0.01% Atropine: Low-Concentration Atropine for Myopia Progression Study. *American Academy of Ophthalmology*. 127(12), pp. 1603-1611.
- Lingham, G., MacKey, D. A., Lucas, R. & Yazar, S. (2020) How does spending time outdoors protect against myopia? A review. *British Journal Ophthalmology*. 104(5), pp. 593-599.
- Lyu, B., Hwang, K. Y., Kim, S. Y., Kim, S. Y., Na, K. S. (2016) Effectiveness of Toric Orthokeratology in the Treatment of Patients with Combined Myopia and Astigmatism. *Korean Journal of Ophthalmology*. 30(6), pp. 434-442.
- Mak, C. Y., Yam, J. C., Chen, L. J., Lee, S. M., Young, A. L. (2018) Epidemiology of myopia and prevention of myopia progression in children in East Asia: a review. *Hong Kong Medical Journal*. 24(6), pp. 602-609.
- Manferdelli, G., la Torre, A. & Codella, R. (2019) Outdoor physical activity bears multiple benefits to health and society. *J Sports Med Phys Fitness*. 59(5), pp. 868-879.

- Mäntyjärvi, M. (1983) INCIDENCE OF MYOPIA IN A POPULATION OF FINNISH SCHOOL CHILDREN. *Acta Ophthalmologica*. 61(3), pp. 417-423.
- Mok, A. K.-H. & Chung, C. S.-T. (2011) Seven-year retrospective analysis of the myopic control effect of orthokeratology in children: a pilot study. *Dove Press Journal*. 3. pp. 1-4.
- Morgan, I. G. French, A. N., Ashby, R. S., Guo, X., Ding, X., He, M., Rose, K. A. (2018) The epidemics of myopia: Aetiology and prevention. *Progress in Retinal and Eye Research*. 62. pp. 134-149.
- Morgan, I. G., Ohno-Matsui, K. & Saw, S. M. (2012) Myopia. *The Lancet*. 379(9827), pp. 1739-1748.
- Mountjoy, E. Davies, N. M., Plotnikov, D., Smith, G. D., Rodriguez, S., Williams, C. E., Guggenheim, J. A., Atan, D. (2018) Education and myopia: Assessing the direction of causality by mendelian randomisation. *BMJ*. 361.
- Mutti, D. O., Sholtz, R. I., Friedman, N. E. & Zadnik, K. (2000) Peripheral Refraction and Ocular Shape in Children. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 41(5), pp. 1022–1030.
- Navel, V., Beze, S. & Dutheil, F. (2020) COVID-19, sweat, tears... and myopia?. *Clinical and Experimental Optometry*. 103(4), pp. 555.
- Navel, V., Chiambaretta, F. & Dutheil, F. (2020) Response to Re: COVID-19, sweat, tears... and myopia?. *Clinical and Experimental Optometry*. 103(5), pp. 718.
- Nickels, S., Hopf, S., Pfeiffer, N. & Schuster, A. K. (2019) Myopia is associated with education: Results from NHANES 1999-2008. *PLoS ONE*. 14(1).
- Ovenseri-Ogbomo, G. O. & Oduntan, O. A. (2015) Mechanism of accommodation: A review of theoretical propositions. *African Vision and Eye Health*. 74(1).
- Pan, C. W., Qian, D. J. & Saw, S. M. (2017) Time outdoors, blood Vitamin D status and myopia: a review. *Photochemical and Photobiological Sciences*. 16(3), pp. 426-432.
- Parry, M. & Heathcote, B. V. (1982) A COMPARISON OF THE EFFECTS OF PIRENZEPINE AND ATROPINE ON GASTRIC ACID SECRETION, SALIVARY SECRETION AND PUPIL DIAMETER IN THE RAT. *Life Sciences*. 31. pp. 1465-1471.
- Pellegrini, M., Bernabei, F., Scorcia, V. & Giannaccare, G. (2020) May home confinement during the COVID-19 outbreak worsen the global burden of myopia?. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 258(9), pp. 2069-2070.
- Polling, J. R. Kok, R. G., Tideman, J. W., Meskat, B., Klaver, C. C. (2016) Effectiveness study of atropine for progressive myopia in Europeans. *Eye*. 30(7), pp. 998-1004.
- Prousalis, E., Haidich, A. B., Fontalis, A., Ziakas, N., Brazitikos, P., Mataftsi, A. (2019) Efficacy and safety of interventions to control myopia progression in children: An overview of systematic reviews and meta-analyses. *BMC Ophthalmology*. 5.19(1).
- Pucker, A. D. (2018) The Myopia Control Clinic Puzzle. *Contact Lens Sepctrum*. 1(1), pp. 22-28.
- Rose, K. A., French, A. N. & Morgan, I. G. (2016) Environmental factors and myopia: Paradoxes and prospects for prevention. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. 5(6), pp. 403-410.
- Rosén, R., Jaeken, B., Lindskoog P. A., Artal, P., Unsbo, P., Lundström, L. (2012) Evaluating the peripheral optical effect of multifocal contact lenses. *Ophthalmic Physiol Opt*. 32(6), pp. 527-534.

- Rozema, J. J., Herscovici, Z., Snir, M. & Axer-Siegel, R. (2018) Analysing the ocular biometry of new-born infants. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 38(2), pp. 119-128.
- Ruiz-Pomeda César Villa-Collar, A. & Ruiz-Pomeda, A. (2020) Slowing the Progression of Myopia in Children with the MiSight Contact Lens: A Narrative Review of the Evidence. *Ophthalmol Ther*. 9. pp. 783-795.
- Ruiz-Pomeda, A., Pérez-Sánchez, B., Valls, I., Prieto-Garrido, F. L., Gutiérrez-Ortega, R., Villa-Collar, C. (2018) MiSight Assessment Study Spain (MASS). A 2-year randomized clinical trial. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 5, 256(5), pp. 1011-1021.
- Sankaridurg, P., Bakaraju, R. C., Naduvilath, T., Chen, X., Weng, R., Tilia, D., Xu, P., Li, W., Conrad, F., Smith, E. L., Ehrmann, K. (2019) Myopia control with novel central and peripheral plus contact lenses and extended depth of focus contact lenses: 2 year results from a randomised clinical trial. *Ophthalmic and Physiological Optics*. 39(4), pp. 294-307.
- Sankaridurg, P. Donovan, L., Varnas, S., Ho, A., Chen, X., Martinez, A., Fisher, S., Lin, Z., Smith 3rd, E. L., Ge, J., Holden, B., (2010). Spectacle lenses designed to reduce progression of myopia: 12-month results. *Optometry and Vision Science*. 87(9), pp. 631-641.
- Sankaridurg, P. Holden, B., Smith 3rd, E., Naduvilath, T., Chen, X., Lazon, J. P., Martinez, A., Judy, K., Ho, A., Frick, K., Ge, J. (2011) Decrease in rate of myopia progression with a contact lens designed to reduce relative peripheral hyperopia: one-year results. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 52(13), pp. 9362-9367.
- Santodomingo-Rubido, J. Villa-Colla, C., Gilmartin, B., Gutiérrez-Ortega, R., Keiji, S. (2016) Long-term Efficacy of Orthokeratology Contact Lens Wear in Controlling the Progression of Childhood Myopia. *Current Eye Research*. 42(5), pp. 713-720.
- Santodomingo-Rubido, J., Villa-Collar, C., Gilmartin, B. & Gutiérrez-Ortega, R. (2012) Myopia Control with Orthokeratology Contact Lenses in Spain: Refractive and Biometric Changes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 53(8), pp. 5060-5065.
- Saw, S.-M., Chan Shih-Yen, E., Koh, A. & Tan, D. (2002) Article for CME Credit Interventions to Retard Myopia Progression in Children An Evidence-based Update. *Ophthalmology*. 109(3), pp. 415-427.
- Saw, S.-M., Gazzard, G., Au Eong, K.-G. & Tan, D. T. (2002) Myopia: attempts to arrest progression. *The British Journal of Ophthalmology*. 86(11), p. 1306–1311.
- Saw, S.-M. Katz, J., Schein, O. D., Chew, S. J., Chan, T. K. (1996) Epidemiology of Myopia. 18(2), pp. 175-187.
- Saw, S. M., Gazzard, G. & Au Eong, K.-G. (2002) Myopia: attempts to arrest progression. *Br J Ophthalmol*. 86(11), pp. 1306-1311.
- Saw, S.-M., Shih-Yen, E. C., Koh, A. & Tan, D. (2002) Interventions to Retard Myopia Progression. *American Academy of Ophthalmology*. 109(3), pp. 415-421.
- Schachar, R. A. & Schachar, I. H. (2020) Intralenticular hydrostatic pressure increases during ciliary muscle contraction: A finding consistent with the schachar mechanism of accommodation. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 61(6).
- Schilling, T., Ohlendorf, A., Varnas, S. R. & Wahl, S. (2017) Peripheral Design of Progressive Addition Lenses and the Lag of Accommodation in Myopes. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 58(9), pp. 3319-3324.

- Seet, B. Wong, T. Y., Tan, D. T. H., Saw, M., Balakrishnan, V., Lee, L. K. H., Lim, A. S. M. (2001) Myopia in Singapore: taking a public health approach. *British Journal of Ophthalmology*. pp. 521-526.
- Shih, Y.-F. Hsiao, K. C., Chen, C. J., Chang, C. W., Hung, P. T., Lin, L. L. K. (2001) An intervention trial on efficacy of atropine and multi-focal glasses in controlling myopic progression. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*. 79(3), pp. 233-6.
- Siatkowski, M. R., Cotter, S. A., Crockett, R. S., Miller, J. M., Novack, G. D., Zadnik, K. (2008) Two-year multicenter, randomized, double-masked, placebo-controlled, parallel safety and efficacy study of 2% pirenzepine ophthalmic gel in children with myopia. *Journal of AAPOS*. 12(4), pp. 332-9.
- Siatkowski, M. R. Cotter, S. A. Crockett, R. S., Miller, J. M., Novack, G. D., Zadnik, K., U.S. Pirenzepine Study Group (2008) Two-year multicenter, randomized, double-masked, placebo-controlled, parallel safety and efficacy study of 2% pirenzepine ophthalmic gel in children with myopia. *Journal of AAPOS*. 12(4), pp. 332-9.
- Siatkowski, M. R. Cotter, S., Miller, J. M., Scher, C. A., Crockett, S. R., Novack, G. D. (2004) Safety and efficacy of 2% pirenzepine ophthalmic gel in children with myopia: a 1-year, multicenter, double-masked, placebo-controlled parallel study. *JAMA Ophthalmology*. 122(11), pp. 1667-74.
- Smith, M. J. & Walline, J. J. (2015) Controlling myopia progression in children and adolescents. *Adolescent Health, Medicine and Therapeutics*. 6. pp. 133-140.
- Snell, R. S. & Lemp, M. A. (2006) *Κλινική Ανατομία του ΟΦΘΑΛΜΟΥ*. Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ.
- Specht, I. O., Jacobsen, N., Frederiksen, P. & Heitmann, B. L. (2020) Neonatal vitamin D status and myopia in young adult men. *Acta Ophthalmologica*. 98(5), pp. 500-505.
- Suhr Thykjær, A., Lundberg, K. & Grauslund, J. (2017) Physical activity in relation to development and progression of myopia – a systematic review. *Acta Ophthalmologica*. 95(7), pp. 651-659.
- Sunderji, F. (2018) New Spectacle Lens Designs Specifically for the. *Clinical & Refractive Optometry*. 29(4), pp. 132-141.
- Swarbrick, H. A. (2006) Orthokeratology review and update. *Clinical and Experimental Optometry*. 89(3), pp. 124-143.
- Swarbrick, H. A. Alharbi, A., Watt, K., Lum, E., Kang, P. (2015) Myopia control during orthokeratology lens wear in children using a novel study design. *American Academy of Ophthalmology*. 122(3), pp. 620-630.
- Szczotka-Flynn, L. B. Shovlin, J. P., Schnider, C. M., Caffery, B. E., Alfosno, E. C., Carnt, N. E., Chalmers, R. L., Colier, S., Jacobs, D. S., Joslin, C. E., Kroken, A. R., Lakkis, C., Pearlman, E., Shein, O. D., Stapleton, F., Elmer, T., Willcox, M. D.P. (2012) American Academy of Optometry Microbial Keratitis Think Tank. *Optometry and Vision Science*. 98(3), pp. 182-198.
- Tan, D., Tay, S. A., Loh, K. L., Chia, A. (2016) Topical atropine in the control of myopia. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. 5(6), pp. 424-428.
- Tan, D. T. H., Lam, D. S., Chua, W. H. & Crockett, R. S. (2005) One-year multicenter, double-masked, placebo-controlled, parallel safety and efficacy study of 2% pirenzepine ophthalmic gel in children with myopia. *American Academy of Ophthalmology*. 112(1), pp. 84-91.

- Tan, Q. Ng, A. L., Cheng, G. P., Woo, V. C., Cho, P. (2019) Combined Atropine with Orthokeratology for Myopia Control: Study Design and Preliminary Results. *Current Eye Research*. 44(6), pp. 671-678.
- Tarrant, J., Severson, H. & Wildsoet, C. F. (2008) Accommodation in emmetropic and myopic young adults wearing bifocal soft contact lenses. *Ophthalmic & Physiological Optics*. 28(1), pp. 62-72.
- Tay, S. A., Farzavandi, S. & Tan, D. (2017) Interventions to Reduce Myopia Progression in Children. *STRABISMUS*. 25(1), pp. 23-32.
- Teikari, J., Koskenvuo, M., Kaprio, J. & O'donnell, J. (1990) Study of Gene-Environment Effects on Development of Hyperopia: A Study of 191 Adult Twin Pairs from the Finnish Twin Cohort Study. *Acta Genet Med Gemellol*. 39. pp. 133-136.
- Ticak, A. & Walline, J. J. (2013) Peripheral optics with bifocal soft and corneal reshaping contact lenses. *Optometry and Vision Science*. 90(1), pp. 3-8.
- Tong, L. Huang, X. L., Koh, A. L.T., Zhang, X., Tan, D. T.H., Chua, W. H. (2009) Atropine for the treatment of childhood myopia: effect on myopia progression after cessation of atropine. *American Academy of Ophthalmology*. 116(3), pp. 572-579.
- Toshida, H. Takahashi, K., Sado, K., Kanai, A., Murakami, A. (2008) Bifocal contact lenses: History, types, characteristics, and actual state and problems. 2(4), p. 869—877.
- Tran, H. D. Tran, Y. H., Tran, T. D., Jong, M., Coroneo, M., Sankaridurg, P. (2018) A Review of Myopia Control with Atropine. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*. 34(5), pp. 374-379.
- Tsai, M. Y., Lin, L. L.K., Lee, V., Chen, C. J., Shih, Y. F. (2009) Estimation of heritability in myopic twin studies. *Japanese Journal of Ophthalmology*. 53(6), pp. 615-622.
- Van Meter, W. S. Musch, D. C., Jacobs, D. S., Kaufman, S. C., Reinhart, W. J., Udell, I. J. (2008) Safety of overnight orthokeratology for myopia: a report by the American Academy of Ophthalmology. *American Academy of Ophthalmology*. 115(12), pp. 2301-2313.
- Villarreal, M. G. Ohlsson, J., Abrahamsson, M., Sjö, A., Sjö, J. (2000) Myopisation: The refractive tendency in teenagers. Prevalence of myopia among young teenagers in Sweden. *Acta Ophthalmol. Scand*. 78. pp. 177-181.
- Walline, J. J. (2016) Myopia Control: A Review. *Eye & Contact Lens*. 42(1), pp. 3-8.
- Walline, J. J., Greiner, K. L., McVey, E. M. & Jones-Jordan, L. A. (2013) Multifocal contact lens myopia control. *Optometry and Vision Science*. 90(11), pp. 1207-1214.
- Walline, J. J., Jones, L. A., Mutti, D. O. & Zadnik, K. (2004) A randomized trial of the effects of rigid contact lenses on myopia progression. *Archives of ophthalmology*. 122(12), pp. 1760-6.
- Walline, J. J., Jones, L. A. & Sinnott, L. T. (2009) Corneal reshaping and myopia progression. *British Journal of Ophthalmology*. 93(9), pp. 1181-1185.
- Walline, J. J., Rah, M. J. & Jones, L. A. (2004) The Children's Overnight Orthokeratology Investigation (COOKI) Pilot Study. *Optometry and Vision Science*. 81(6), pp. 407-413.
- Wang, X. Li, J., Zhang, R., Li, N., Pang, Y., Zhang, Y., Wei, R. (2019) The Influence of Overnight Orthokeratology on Ocular Surface and Meibomian Gland Dysfunction in Teenagers with Myopia. *Journal of Ophthalmology*. 2019, pp. 1-6.

Wen, L. Cao, Y., Cheng, Q., Li, X., Pan, L., Li, L., Zhu, H. G., Lan, W., Yang, Z. (2020) Objectively measured near work, outdoor exposure and myopia in children. *British Journal of Ophthalmology*. 104(11), pp. 1542-1547.

Williams, K. M. Bentham, G. C.G., Young, I. S., McGinty, A., McKay, G. J., Hogg, R., Hammond, C. J., Chakravarthy, U., Rahu, M., Seland, J., Soubrane, G., Tomazzoli, L., Topouzis, F., Fletcher, A. E. (2017) Association between myopia, ultraviolet b radiation exposure, serum Vitamin D concentrations, and genetic polymorphisms in Vitamin D metabolic pathways in a multicountry european study. *JAMA Ophthalmology*. 135(1), pp. 47-53.

Wolffsohn, J. S. Flitcroft, D. I., Gifford, K. L., Jong, M., Jones, L., Klaver, C. C.W., Logan, N. S., Naidoo, K., Resnikoff, S., Sankaridurg, P., Smith, E. L., Troilo, D., Wildsoet, C. F. (2019) IMI – Myopia control reports overview and introduction. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*. 60. pp. M1-M19.

Wu, P. C., Chuang, M. N., Choi, J., Chen, H., Wu, G., Ohno-Matsui, K., Jonas, J. B., Cheung, C. M. G. (2019) Update in myopia and treatment strategy of atropine use in myopia control. *Eye*. 33(1), pp. 3-13.

Wu, P. C., Chen, C. T., Lin, K. K., Sun, C. C., Kuo, C. N., Huang, H. M., Poon, Y. C., Yang, M. L., Chen, C. Y., Huang, J. C., Wu, P. C., Yang, I. H., Yu, H. J., Fang, P. C., Tsai, C. L., Chiou, S. T., Yang, Y. H. (2018) Myopia Prevention and Outdoor Light Intensity in a School-Based Cluster Randomized Trial. *Ophthalmology*. 125(8), pp. 1239-1250.

Wu, P. C., Huang, H. M., Yu, H. J., Fang, P. C., Chen, C. T. (2016) Epidemiology of myopia. *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*. 5(6), pp. 386-393.

Xiong, S., Sankaridurg, P., Naduvilath, T., Zang, J., Zou, H., Zhu, J., Lv, M., He, X., Xu, X., (2017). Time spent in outdoor activities in relation to myopia prevention and control: a meta-analysis and systematic review. *Acta Ophthalmologica*. 95(6), pp. 551-566.

Yam, J. C. Jiang, Y., Tang, S. M., Law, A. K.P., Chan, J. J., Wong, E., Ko, S. T., Young, A. L., Tham, C. C., Chen, L. J., Pang, C. P. (2019) Low-Concentration Atropine for Myopia Progression (LAMP) Study: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial of 0.05%, 0.025%, and 0.01% Atropine Eye Drops in Myopia Control. *American Academy of Ophthalmology*. 126(1), pp. 113-124.

Yam, J. C. Li, F. F., Zhang, X., Tang, S. M., Yip, B. H.K., Kam, K. W., Ko, S. T., Young, A. L., Tham, C. C., Chen, L. J., Pang, C. P. (2020) Two-Year Clinical Trial of the Low-Concentration Atropine for Myopia Progression (LAMP) Study: Phase 2 Report. *American Academy of Ophthalmology*. 127(7), pp. 910-919.

Zeng, W., Wang, X., Li, J., Yang, Y., Qiu, X., Song, P., Xu, J., Wei, Y. (2020) Association of dailywear of eyeglasses with susceptibility to coronavirus disease 2019 infection. *JAMA Ophthalmology*. 138(11), pp. 1196-1199.

Zhu, Q., Liu, Y., Tighe, S., Zhu, Y., Su, X., Lu, F., Hu, M. (2019) Retardation of Myopia Progression by Multifocal Soft Contact Lenses. *International Journal of Medical Sciences*. 16(2), pp. 198-202.

Ασημέλλης, Γ. Κατσούλος, Κ., Καραγεωργιάδης, Λ., Μακρυνιώτη, Δ., Βασιλείου, Ν., Μουσαφειρόπουλος, Θ., Μπαχάρης, Κ. (2008) *Οπτική και Υπερόραση*. 2 επιμ. Σύγχρονη Γνώση.

Γιαριμαγάς, Ε. & Γκροζίδης, Γ. (2015) *ΕΞΕΛΙΞΗ ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΙΚΩΝ ΦΑΚΩΝ*. Αίγιο: Ανέκδοτη Πτυχιακή Εργασία Πρώην Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδος Παράρτημα Αιγίου.

Δαμανάκης, Α. Γ. (2011) *ΔΙΑΘΛΑΣΗ*. 1 επιμ. Αθήνα: Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ ΑΕ.

Δημοπούλου , Κ. & Σταύλα, Μ. (2015) *ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΕΣΒΥΩΠΙΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ*. Αίγιο: Ανέκδοτη Πτυχιακή Εργασία Πρώην Τ.Ε.Ι. Δυτικής Έλλάδος Παράρτημα Αιγίου.

Δημοπούλου Μ., Μπαλαμπάνης Θ. & Χαραλαμπάλου Σ. (2015) *Ορθοκερατολογία-Μια Σύγχρονη Βιβλιογραφική Ανασκόπηση*. Αίγιο: Ανέκδοτη Πτυχιακή Εργασία Πρώην Τ.Ε.Ι. Δυτικής Έλλάδος Παράρτημα Αιγίου.

Κατσούλος, Κ. & Ασημέλλης, Γ. (2008) *Η σύγχρονη διαθλαστική εξέταση*. 1 επιμ. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.

Κατσούλος, Κ. Μακρυνιώτη, Δ., Ασημέλλης, Γ., Καραγεωργιάδης, Λ., Κωσταντακόπουλος, Σ., Σαπουνάκης, Η., Φωτεινάκης, Β. (2010) *ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ*. Αθήνα: Σύγχρονη Γνώση.

Κολιόπουλος Ιωάννης Ξ., Μελά Ι., Γαργατάνης Σ., Παύλοπουλος Γ., Διαμαντόπουλος Δ., Σερπετόπουλος Χ., Φαρμακάκης Ν., Φωτεινάκης Β. (1997) *ΦΑΚΟΙ ΕΠΑΦΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΘΕΩΡΗΣΗ*. Αθήνα: ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ "ΓΡ.ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΣ" Α.Ε..

Λαμπρινού Μ.-Ε. & Μποτζακάκη Α.-Μ. (2016) *ΟΡΘΟΚΕΡΑΤΟΛΟΓΙΑ*. Αίγιο: Ανέκδοτη Πτυχιακή Εργασία Πρώην Τ.Ε.Ι. Δυτικής Έλλάδος Παράρτημα Αιγίου.

Πατέρας, Ε. (2010) *ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑ Ι*. Αθήνα: Εκδόσεις ΕΛΛΗΝ - Γ. Παρίκος και ΣΙΑ Ε.Ε..

Πατέρας, Ε. (2010) *ΟΠΤΟΜΕΤΡΙΑ ΙΙ*. Αθήνα: Εκδόσεις ΕΛΛΗΝ - Γ. Παρίκος και ΣΙΑ Ε.Ε..

Πατέρας, Ε. (2010) *ΟΦΘΑΛΜΙΚΟΙ ΦΑΚΟΙ ΙΙ*. Αθήνα: Εκδόσεις ΕΛΛΗΝ - Γ. Παρίκος και ΣΙΑ Ε.Ε..

Σαϊτάκης Γ. (2014) *«Μυωπία: prevalence, origins and controlling its progression»*. Αθήνα: Ανέκδοτη Μεταπτυχιακή Εργασία Εκνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Ακθνήν.

Φωτεινάκης, Β., Πατέρας, Ε. & Χανδρινός, Α. (2000) *Κλινική Διάθλαση*. 1η επιμ. Αθήνα: ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΜΙΛΟΣ "ΙΩΝ" ΕΚΔΟΣΕΙΣ "ΕΛΛΗΝ".

Ψύλλας, Κ. Γ. (2014) *Εισαγωγή στην ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ και στη ΝΕΥΡΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΑ*. 2 επιμ. Θεσσαλονίκη: UNIVERSITY STUDIO PRESS.