

Φακοί επαφής για τη διόρθωση της πρεσβυπίας

Π. ΚΑΛΙΝΙΚΟΣ^{1,2}, Σ. ΠΛΑΪΝΗΣ³

¹Τμήμα Οπτικής και Οπτομετρίας, ΤΕΙ Πάτρας, Αίγιο

²AMVIS HELLAS, Παλλήνη, Αθήνα

³Ινστιτούτο Οπτικής και Όρασης, Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Κρήτης

ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ

3: 239-250, 2011

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία σημαντική αύξηση του μέσου όρου ηλικίας του πληθυσμού. Το 2001 περίπου 4.3 εκατομμύρια Έλληνες είχαν ηλικία μεγαλύτερη από 45 έτη. Αν συνυπολογίσουμε τις αυξημένες απαιτήσεις για κοντινή εργασία, λόγω του υψηλότερου επιπέδου μόρφωσης του πληθυσμού και της καθημερινής χρήσης διαδραστικών συσκευών, αντιλαμβανόμαστε ότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη νέων προϊόντων και τεχνικών για τη διόρθωση της πρεσβυπίας. Η παρούσα ανασκόπηση παρέχει μία συνοπτική παρουσίαση των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τη διόρθωση της πρεσβυπίας με φακούς επαφής, οι οποίες αποτελούν μία εναλλακτική μη-επεμβατική επιλογή που σε πολλές περιπτώσεις προσφέρει απεξαρτοποίηση από τη χρήση γυαλιών. Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση: α) φακών επαφής για τη μακρινή διόρθωση, σε συνδυασμό με τη χρήση πρεσβυπικών γυαλιών ανάγνωσης, β) φακών για μονο-όραση και γ) διπλεσσιακών/πολυεστιακών φακών που προσφέρουν "εναλλασσόμενη όραση" ή "ταυτόχρονη όραση", οι οποίοι εμφανίζουν σχεδιασμούς παρόμοιους (περιθλαστικό ή ασφαιρικό ή ομόκεντρων δακτυλίων) με αυτούς που συναντά κανείς στους αντίστοιχους ενδοφακούς.

Λέξεις ευρετηρίασης: Ασφαιρικοί φακοί, βάθος εστίασης, πολυεστιακοί, περιθλαστικοί, φακοί επαφής.

Contact lenses for the correction of presbyopia

P. KALLINIKOS^{1,2}, S. PLAINIS³

¹Department of Optics and Optometry, TEI Patras, Aegio

²AMVIS HELLAS, Pallini, Athens


³Institute of Vision and Optics (IVO), University of Crete

In recent years there has been a significant increase in the average age of the population. In 2001 about 4.3 million Greeks were older than 45 years. If we also consider the increased demands for close work, due to the higher level of education of the population and the daily use of interactive devices, we understand that there is great need for new / innovative products and techniques for the correction of presbyopia. This review provides an overview of the prescriptive modalities for correction of presbyopia with contact lens, which include: (a) Single-vision contact lenses for distance correction worn in combination with reading glasses; (b) Monovision, with one eye being corrected optimally for distance and the fellow eye for near; (c) Soft and gas-permeable (GPI) contact lens designs (i.e., diffractive, bifocal, varifocal, multifocal) offering simultaneous or alternating vision correction for a wide range of distances.

Keywords: Aspheric, contact lenses, depth-of-focus, diffractive, multifocal.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Προσαρμοστική ικανότητα και Πρεσβυωπία

 ημογραφικές μελέτες οδηγούν στο συμπέρασμα ότι σε λίγα χρόνια τα ηλικιωμένα άτομα θα αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό του πληθυσμού. Η επιβράδυνση της γήρανσης έχει επιτευχθεί με

τη συμβολή σημαντικών βελτιώσεων στον τομέα της υγιεινής, της διατροφής και της ιατρικής περίθαλψης. Παρά τις παραπάνω εξελίξεις, **η πρεσβυωπία**, η βαθμιαία απώλεια της ικανότητάς μας να εστιάζουμε αντικείμενα σε κοντινές αποστάσεις, γνωστή ως ικανότητα **προσαρμογής**, γίνεται αισθητή στις παραγωγικές ηλικίες των 40-50 ετών. Ο ρυθμός μείωσης του εύρους προσαρμογής

Εστάλη προς δημοσίευση 04.07.2011

με την ηλικία, είναι ταχύτερος κατά 1.5 με 2 φορές σε σύγκριση με άλλες 100 βιολογικές λειτουργίες, όπως την ευαισθησία των οστών στο κάταγμα, τη συγκέντρωση της μυελίνης και την αναγεννητική δυνατότητα του κατεστραμμένου DNA¹.

Πρώτος ο Donders² και αργότερα ο Duane³ κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το υποκειμενικό εύρος προσαρμογής μειώνεται σχεδόν γραμμικά με την ηλικία, από μία μέγιστη τιμή 15-20 περίπου διοπτριών στην ηλικία των 10 ετών, σε περίπου 1.0-1.5 διοπτρία στα 50-55 έτη. Η σταδιακή "εμφάνιση" της πρεσβυωπίας, που παρουσιάζει πολυπαραγοντικά αίτια⁴, περνά σχεδόν απαρατήρητη έως ότου μειωθεί σε σημαντικό βαθμό το εύρος προσαρμογής, συνήθως στην ηλικία των 40-45 ετών περίπου για άτομα που δεν παρουσιάζουν διαθλαστικό σφάλμα (εμμέτρωτες). Ως αποτέλεσμα πραγματοποιούνται με δυσκολία ασχολίες που απαιτούν ευκρινή, κυρίως κοντινή (π.χ. ανάγνωση), αλλά και ενδιάμεση (π.χ. χρήση υπολογιστή, διαδραστικών συσκευών, κινητών τηλεφώνων) όραση.

Σε πρόσφατη έρευνα υπολογίστηκε ότι ο αριθμός των πρεσβυώπων παγκοσμίως, το 2005, ήταν περίπου 1.04 δισεκατομμύρια⁵. Από αυτούς, τα 517 εκατομμύρια, στη μεγάλη τους πλειοψηφία πολίτες λιγότερο αναπτυσσόμενων χωρών, είτε δεν χρησιμοποιούσαν καθόλου γυαλιά για κοντά, είτε χρησιμοποιούσαν γυαλιά με ανεπαρκή διόρθωση με αποτέλεσμα να παρουσιάζουν προβλήματα στην κοντινή τους όραση. Στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μία σημαντική αύξηση του μέσου όρου ηλικίας του πληθυσμού. Το 2001 περίπου 4.3 εκατομμύρια Έλληνες, το 39.2% του συνολικού πληθυσμού (πηγή ΕΣΥΕ 2010), είχαν ηλικία μεγαλύτερη από 45 έτη. Αν αυτά τα στοιχεία συνδυαστούν με τις αυξημένες απαιτήσεις για κοντινή εργασία, λόγω του υψηλότερου επιπέδου μόρφωσης του πληθυσμού και της καθημερινής χρήσης διαδραστικών συσκευών, αντιλαμβανόμαστε ότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη νέων / καινοτόμων προϊόντων και τεχνικών για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας.

Σήμερα για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας, εκτός από τη χρήση των "παραδοσιακών" πρεσβυωπικών γυαλιών ανάγνωσης (μονοεστιακών οφθαλμικών φακών για κοντινή χρήση) ή των πιο εργονομικά εξελιγμένων πολυεστιακών οφθαλμικών φακών, ένα σημαντικό ποσοστό του παραγωγικού πληθυσμού, κυρίως για αισθητικούς και εργονομικούς λόγους, στρέφεται σε λύσεις μερικής ή πλήρους "απεξαρτητοποίησης" από τη χρήση των γυαλιών. Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη καινοτόμων υποσχόμενων προϊόντων και χειρουργικών μεθόδων για την αντιμετώπιση της πρεσβυωπίας, όπως οι

πολυεστιακοί / διπλεστιακοί και "προσαρμοστικοί" ενδοφακοί, τα ενδοκερατοειδικά ενθέματα, η χρήση excimer laser στη δημιουργία ενός κερατοειδή με "πολυεστιακό" προφίλ και η χρήση fem-to-second laser για την αύξηση της ελαστικότητας του κρυσταλλοειδή φακού.

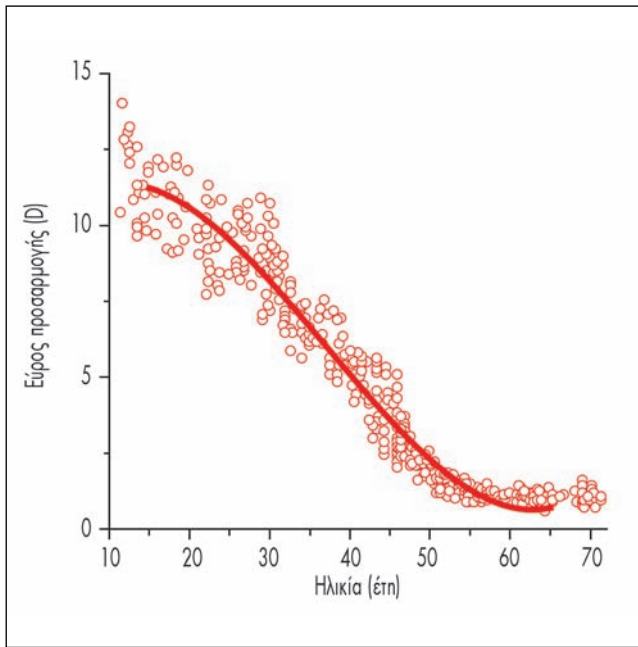
Σκοπός της παρούσας ανασκόπησης είναι να παρέχει μία συνοπτική παρουσίαση των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας με φακούς επαφής, οι οποίες αποτελούν μία εναλλακτική μη-επεμβατική επιλογή που επίσης σε πολλές περιπτώσεις προσφέρει απεξαρτητοποίηση από τη χρήση γυαλιών. Στις παρακάτω ενότητες περιγράφονται οι μέθοδοι διόρθωσης του πρεσβύωπα με φακούς επαφής και περιλαμβάνουν: α) φακούς επαφής για τη μακρινή διόρθωση, σε συνδυασμό με τη χρήση πρεσβυωπικών γυαλιών ανάγνωσης, β) φακούς για μονο-όραση, με τον ένα οφθαλμό διορθωμένο για μακριά και τον άλλο διορθωμένο για κοντά, γ) διπλεστιακούς / πολυεστιακούς φακούς που προσφέρουν "εναλλασσόμενη όραση" ή "ταυτόχρονη όραση"⁶ οι οποίοι εμφανίζουν σχεδιασμούς παρόμοιους (περιθλαστικό ή ασφαιρικό ή ομόκεντρων δακτυλίων) με αυτούς που συναντά κανείς στους αντίστοιχους ενδοφακούς.

Εύρος προσαρμογής και βάθος εστίασης

Είναι αυτονόητο ότι η αποτελεσματικότητα της κάθε διαδικασίας και μεθόδου για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας απαιτεί συγκριτικές αξιολογήσεις με τη χρήση τυποποιημένων μεθόδων. Η πιο διαδεδομένη δοκιμασία, που μπορεί να πραγματοποιηθεί στα πλαίσια της κλινικής ρουτίνας, είναι η αξιολόγηση του εύρους προσαρμογής, με τη βοήθεια ενός ειδικά κατασκευασμένου χάρακα, γνωστού ως RAF rule. Ο εξεταζόμενος αναφέρει το εύρος της απόστασης, μέσα στην οποία μπορεί να διαβάσει το κείμενο, με αποτέλεσμα να καταγράφεται η διαφορά (σε D) μεταξύ του απώτερου και του πλησιέστερου σημείου προσαρμογής (Εικόνα 1). Το εύρος προσαρμογής αρχίζει να μειώνεται σταθερά από τις αρχές της εφηβικής ηλικίας με ένα ρυθμό περίπου 0,4 D/χρόνο, για να σταθεροποιηθεί σε μια τιμή γύρω στη 1.0-1.5 D στην ηλικία των 50 ετών.

Είναι απαραίτητο να σημειωθεί, ότι το εύρος προσαρμογής που υπολογίζεται με τον παραπάνω υποκειμενικό τρόπο υπερεκτιμά την πραγματική προσαρμογή (δηλαδή την αλλαγή της διοπτρικής ισχύος του φακού), επειδή συμπεριλαμβάνει και το βάθος-εστίασης (depth-of-focus). Αν η ίδια μέτρηση πραγματοποιηθεί με αντικειμενικές μεθόδους σχεδόν κανένας οφθαλμός δε θα προσαρμόζει μετά την ηλικία των 55 ετών.

⁶Οι όροι "ταυτόχρονη όραση" και "εναλλασσόμενη όραση" χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία, αν και σύμφωνα με τα πρότυπα ISO (ISO, 2006) αυτοί οι όροι έχουν αντικατασταθεί από τους "εναλλασσόμενο είδωλο" και ταυτόχρονο είδωλο".



ΕΙΚΟΝΑ 1. Το εύρος προσαρμογής (μονόφθαλμες μετρήσεις) σε συνάρτηση με την ηλικία του εξεταζόμενου, όπως εκτιμήθηκε υποκειμενικά από τον Duane (1922)³.

Το βάθος εστίασης του οφθαλμού (το εύρος των αποστάσεων σε D που δε μειώνει σε σημαντικό βαθμό την ποιότητα της αμφιβληστροειδικής εικόνας) εξαρτάται από τη διάμετρο της κόρης (όταν η κορική διάμετρος είναι μικρή, το βάθος εστίασης είναι μεγαλύτερο), καθώς επίσης τον αστιγματισμό και τις οφθαλμικές εκτροπές υψηλής τάξης του εξεταζόμενου και κυρίως τη σφαιρική εκτροπή (θεωρητικά μεγαλύτερες εκτροπές οδηγούν σε αύξηση του βάθους εστίασης). Άλλοι παράγοντες, όπως το διαθλαστικό σφάλμα (οι μύωπες έχουν μεγαλύτερο βάθος εστίασης)⁷, η ηλικία (λόγω αύξησης εκτροπών, κορικής μύσης), η ύπαρξη οφθαλμολογικής πάθησης (π.χ. καταρράκτης) και η προσωπικότητα του εξεταζόμενου⁸ είναι πιθανόν να επηρεάσουν το βάθος εστίασης. Η διόφθαλμη παρατήρηση, επίσης προσφέρει αυξημένο βάθος εστίασης^{3,9}.

Η αύξηση του βάθους εστίασης είναι επωφελής σε ορισμένες περιπτώσεις και για το λόγο αυτό οι περισσότεροι σχεδιασμοί φακών επαφής (αλλά και ενδοφακών) στοχεύουν στην αύξησή του, με την εισαγωγή σφαιρικής εκτροπής μέχρι ένα βαθμό, ώστε οι αυξημένες εκτροπές να μην μειώνουν σημαντικά την ποιότητα του αμφιβληστροειδικού ειδώλου.

Φακοί επαφής και πρεσβυωπικά γυαλιά ανάγνωσης

Η μέθοδος αυτή ίσως αποτελεί την πιο απλή επιλογή για τους πρεσβύωπες εκείνους που ήδη χρησιμοποιούσαν

φακούς επαφής πριν την εμφάνιση της πρεσβυωπίας. Στις περιπτώσεις αυτές προτείνεται η χρήση φακών επαφής μονής όρασης με τη μακρινή διόρθωση, πάνω από τους οποίους χρησιμοποιούνται γυαλιά για κοντά, όπου απαιτείται. Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να χορηγηθούν γυαλιά για μεσαίες και κοντινές αποστάσεις ή πολυεστιακά γυαλιά, εάν υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις ενδιάμεσης όρασης (π.χ. εργασία σε Η/Υ ή σε περιβάλλον γραφείου).

Η επιλογή αυτή, αν και προσφέρει εξαιρετική όραση τόσο για μακρινές όσο και για κοντινές αποστάσεις, ίσως δεν ενθουσιάζει τους χρήστες φακών επαφής, οι οποίοι εξ αρχής επέλεξαν τη χρήση τους προκειμένου να απαλλαγούν από τη χρήση των γυαλιών τους. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία εάν αναλογιστεί κάποιος ότι υπάρχουν χρήστες φακών επαφής που χρησιμοποιούν σπανίως ή σε ελάχιστες περιπτώσεις τα γυαλιά τους. Ωστόσο, η ταυτόχρονη χρήση γυαλιών για κοντινές αποστάσεις, σε συνδυασμό με τη χρήση φακών επαφής μονής όρασης, ίσως προτιμάται σε περιπτώσεις που οι λοιπές επιλογές διόρθωσης με φακούς επαφής δεν αποδίδουν αποτελεσματικά ή σε περιπτώσεις χρηστών φακών επαφής μονής όρασης σιλικόνης υδρογέλης, υψηλής μεταβιβασιμότητας σε οξυγόνο, οι οποίοι ωστόσο δε διατίθενται προς το παρόν σε διπλεσσιακούς / πολυεστιακούς σχεδιασμούς.

Μono-όραση

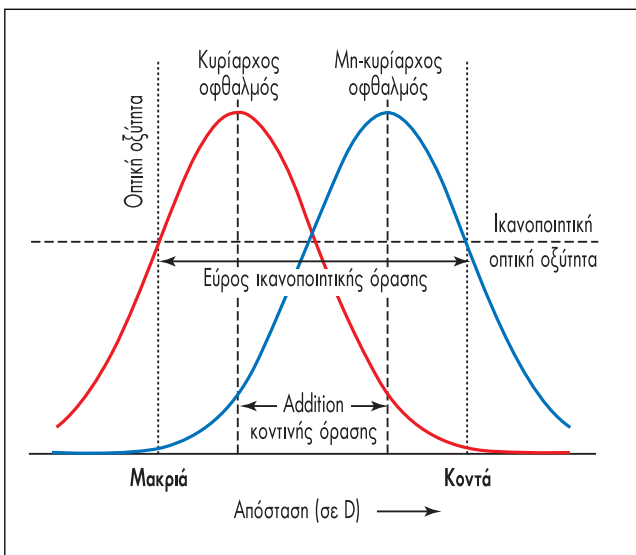
Η mono-όραση συνιστά μία δημοφιλή μέθοδο διόρθωσης της πρεσβυωπίας, όπου το ένα μάτι (συνήθως το επικρατές) είναι διορθωμένο κατάλληλα για να προσφέρει μακρινή όραση και το άλλο για να προσφέρει κοντινή όραση. Η εφαρμογή της μεθόδου της mono-όρασης συνιστάται σε περιπτώσεις διόρθωσης του διαθλαστικού σφάλματος με τη χρήση διαθλαστικών μέσων που τοποθετούνται στο επίπεδο του κερατοειδή (π.χ. φακοί επαφής, ενδοκερατοειδικοί δακτύλιοι, διαθλαστική χειρουργική) ή πιο κοντά στο δεσμικό σημείο του οφθαλμού (π.χ. ενδοφακοί), καθώς η εφαρμογή της μεθόδου της mono-όρασης με γυαλιά είναι πιθανόν να προκαλέσει άνισες πρισματικές δυνάμεις και επακόλουθη ανισοεικονία¹⁰.

Η mono-όραση βασίζεται στην ικανότητα του εγκεφάλου να επεξεργάζεται το εστιασμένο αμφιβληστροειδικό είδωλο του ενός ματιού, ενώ καταστέλλει το "ανεπιθύμητο", μη-εστιασμένο αμφιβληστροειδικό είδωλο του άλλου ματιού. Ωστόσο, η καταστολή αυτή του ειδώλου του ενός ματιού, οδηγεί σε μειωμένη στερεοσκοπική όραση (βλ. παρακάτω). Παρόλα αυτά, εάν το ADD δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό, τα επικαλυπτόμενα βάρη εστίας των δύο ματιών προσφέρουν επαρκή οξύτητα σε ένα αρκετά μεγάλο εύρος αποστάσεων¹¹. Προκειμένου να μεγιστοποιηθεί το ωφέλιμο διοπτρικό εύρος αποδεκτής όρασης και να μην

επηρεαστεί ιδιαίτερα η στερεοσκοπική όραση, οι διαφορές στη δύναμη μεταξύ της μακρινής και της κοντινής διόρθωσης θα πρέπει να ελαχιστοποιηθούν (Εικόνα 2). Αυτό είναι δυνατό να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας τόσο το θετικό όσο και το αρνητικό βάθος εστίασης για κάθε μάτι (δηλαδή να αυξήσουμε, όσο αυτό είναι εφικτό, τη θετική δύναμη στο μάτι στο οποίο θα εφαρμοστεί η μακρινή διόρθωση και να μειώσουμε την αρνητική διόρθωση στο μάτι στο οποίο θα εφαρμοστεί η κοντινή διόρθωση). Εάν σε κάθε μάτι χορηγηθεί η πλήρης διόρθωση (πλήρης μακρινή διόρθωση στο ένα μάτι και πλήρης κοντινή διόρθωση στο άλλο μάτι), το εύρος εστίασης θα μειωθεί σημαντικά προς τη μία κατεύθυνση (είτε προς την κοντινή είτε προς τη μακρινή διόρθωση). Ωστόσο, εάν οι δραστηριότητες και οι ανάγκες όρασης του συγκεκριμένου υποψηφίου, απαιτούν παρατεταμένη χρήση ιδιαίτερα ευκρινούς μακρινής όρασης, ίσως κρίνεται απαραίτητο να χορηγηθεί η πλήρης διόρθωση στο μάτι που θα χρησιμοποιηθεί για τη μακρινή όραση.

Όταν το ADD είναι σχετικά υψηλό συνήθως παρατηρούνται σημαντικές διαφορές στη διοπτρική δύναμη μεταξύ της μακρινής και της κοντινής διόρθωσης, με συνέπεια μία επακόλουθη μείωση της διόφθαλμης όρασης και σημαντική απώλεια της στερεοσκοπικής όρασης. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η μονο-όραση με φακούς επαφής προκαλεί σημαντική μείωση στη στερεοσκοπική όραση φτάνοντας στο επίπεδο των $124 \arcsin^{12}$ ή στα $200 \arcsin^{13}$, με τη μείωση αυτή να είναι μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερο είναι το ADD.

Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα της μονο-όρασης περιλαμβάνουν: α) το μειωμένο κόστος για τον χρήστη



ΕΙΚΟΝΑ 2. Η μονο-όραση βασίζεται στη χρήση του επικαλυπτόμενου βάθους εστίασης των δύο ματιών προκειμένου να επιτευχθεί καλή όραση σε ένα εύρος αποστάσεων¹¹.

(απαιτείται η χρήση φακών μονής όρασης) και β) την ευκολία στην εφαρμογή (συνήθως αρκεί η αλλαγή της δύναμης του ενός μόνο φακού για όσους ήδη χρησιμοποιούν φακούς επαφής μονής όρασης για μακριά, η οποία μπορεί να αλλάζει εύκολα κάθε φορά που μεταβάλλεται το ADD).

Η μονο-όραση φαίνεται να αποδίδει καλά σε αρκετές περιπτώσεις, με ποσοστά επιτυχίας να έχουν αναφερθεί μεταξύ 70% και 76%¹². Η ηλικία των υποψηφίων και το ADD συνιστούν τους σπουδαιότερους παράγοντες που αναμένεται να καθορίσουν την επιτυχία της εφαρμογής, με τους νέους πρεσβύωπες και συνεπώς με τα χαμηλότερα ADD να έχουν υψηλότερα ποσοστά επιτυχίας. Άλλοι παράγοντες που φαίνεται να επηρεάζουν το τελικό αποτέλεσμα της εφαρμογής είναι το φύλο, με τις γυναίκες συχνά να έχουν μεγαλύτερο κίνητρο να χρησιμοποιήσουν φακούς επαφής και να είναι περισσότερο ενθουσιώδεις σε σχέση με τους άντρες και η ανοχή του υποψηφίου στη θλόωση, η οποία φαίνεται να επηρεάζεται από την προσωπικότητα και το χαρακτήρα του υποψηφίου⁸.

Μία ποικιλία "τροποποιημένων" μεθόδων μονο-όρασης συχνά χρησιμοποιείται προκειμένου να προσφέρει καλύτερη απόδοση. Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν την εφαρμογή του κυρίαρχου ματιού με ένα φακό μονής όρασης (με τη μακρινή ή την κοντινή διόρθωση, ανάλογα με τις απαιτήσεις όρασης του υποψηφίου) και του άλλου ματιού με ένα διπλεστικό / πολυεστικό φακό.

Φαίνεται ότι καμία από τις μεθόδους της μονο-όρασης δεν έχει τύχει ευρείας αποδοχής στην κλινική πράξη, με συνέπεια οι εφαρμογές με τη μέθοδο της μονο-όρασης να αποτελούν μόλις το 8% όλων των εφαρμογών φακών επαφής για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας¹⁴. Ωστόσο, τα υψηλότερα ποσοστά (περίπου 20-25%) που παρατηρούνται στις αγορές της Μεγάλης Βρετανίας και των ΗΠΑ ίσως υποδηλώνουν ότι επιπρόσθετοι παράγοντες, όπως η έλλειψη της απαιτούμενης εκπαίδευσης και εξοικείωσης των εφαρμοστών με τη συγκεκριμένη μέθοδο και ο αυξημένος χρόνος που ίσως απαιτηθεί να δαπανήσει ο εφαρμοστής προκειμένου να καταλήξει στο καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα, λειτουργούν ανασταλτικά στην εξάπλωση της μεθόδου της μονο-όρασης.

Διπλεστικά και πολυεστικά φακοί επαφής

Σήμερα, υπάρχει διαθέσιμη στην αγορά μία ποικιλία σχεδιασμών διπλεστικών / πολυεστικών φακών οι οποίοι προσφέρουν διαφορετικές επιλογές για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας, τόσο σε αρχόμενα όσο και σε πιο προχωρημένα στάδια. Ωστόσο, όπως θα συζητηθεί πιο διεξοδικά στη συνέχεια, είναι συχνά δύσκολο να καθοριστεί εκ των προτέρων ποια από τις επιλογές αυτές θα προσφέρει το καλύτερο τελικό αποτέλεσμα στον υποψή-

φιο χρήστη. Θα πρέπει ωστόσο να επισημανθεί το γεγονός ότι η επαρκής πληροφόρηση του χρήστη αναφορικά με τα θετικά και αρνητικά στοιχεία όλων των διαθέσιμων επιλογών και η διατήρηση ρεαλιστικών προσδοκιών, τόσο από την πλευρά του εφαρμοστή όσο και του χρήστη, αναμένεται να συμβάλλουν καθοριστικά στην επιτυχία της εφαρμογής. Οι σύγχρονοι διπλεσσιακοί / πολυεσσιακοί φακοί που χρησιμοποιούνται για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας, ενδέχεται να διαθέτουν σχεδιασμό που προσφέρει εναλλασσόμενη (alternating) ή ταυτόχρονη (simultaneous) όραση.

Σχεδιασμοί εναλλασσόμενης όρασης

Η εναλλασσόμενη όραση επιτυγχάνεται με τη χρήση διπλεσσιακών αεροδιαπερατών (Gas Permeable, GP) φακών επαφής, οι οποίοι, όπως και οι διπλεσσιακοί οφθαλμικοί φακοί, διαθέτουν δύο σαφώς διαχωρισμένες περιοχές διαφορετικής διοπτρικής δύναμης, μία με τη μακρινή και μία με την κοντινή διόρθωση, τοποθετημένες στο ανώτερο και κατώτερο μέρος του φακού, αντίστοιχα (Εικόνα 3). Η κίνηση των φακών, κατά την αλλαγή της θέσης του βλέμματος, καθορίζει την απόδοσή τους. Στην ευθεία βλεμματική θέση ο οπτικός άξονας διέρχεται μέσα από την περιοχή της μακρινής διόρθωσης εξασφαλίζοντας καλή μακρινή όραση, ενώ κατά το κατέβασμα του βλέμματος (π.χ. κατά την ανάγνωση), ο φακός με τη βοήθεια των βλεφάρων κινείται προς τα πάνω και ο οπτικός άξονας διέρχεται πλέον μέσα από την περιοχή της κοντινής διόρθωσης, εξασφαλίζοντας καλή κοντινή όραση. Όταν η εναλλαγή της μακρινής και της κοντινής διόρθωσης, κατά την αλλαγή της βλεμματικής θέσης, γίνεται με επιτυχία,

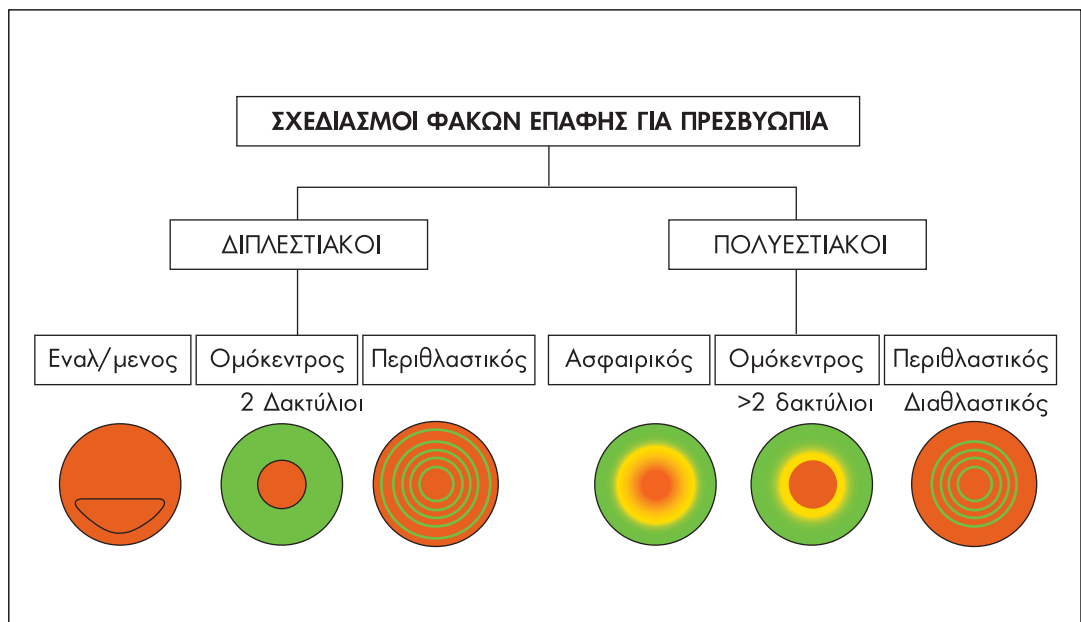
οι φακοί αυτοί προσφέρουν εξαιρετική όραση για μακριά και κοντά. Σε κάποιες περιπτώσεις ένα πρόσθετο τμήμα που περιλαμβάνει τη διόρθωση και για ενδιάμεσες αποστάσεις (τριπλοεσσιακοί φακοί), ενσωματώνεται στο σχεδιασμό¹⁵.

Ο σχεδιασμός αυτός συναντάται πλέον αποκλειστικά σε αεροδιαπερατούς (GP) φακούς, καθώς απαιτείται επαρκής (περίπου 1,5-2,5 mm) προς τα πάνω κίνηση του φακού επαφής κατά το κατέβασμα του βλέμματος, κατά την κοντινή εργασία. Παράλληλα, η υψηλή μεταβιβατικότητα σε οξυγόνο των αεροδιαπερατών (GP) φακών, συγκριτικά με τους συμβατικούς μαλακούς φακούς υδρογέλης, εξασφαλίζει την καλή φυσιολογία του κερατοειδή, περιορίζοντας σημαντικά τις επιπλοκές που σχετίζονται με την υποξία.

Όπως προαναφέρθηκε, η επιτυχία στην εφαρμογή των αεροδιαπερατών (GP) φακών με εναλλασσόμενο σχεδιασμό έγκειται στην ορθή και προσανατολισμένη κίνηση του φακού σε σχέση με τον κερατοειδή και την κόρη, καθώς αλλάζει η βλεμματική θέση. Προκειμένου να διασφαλιστεί η σωστή θέση και ο προσανατολισμός του φακού σε σχέση με την κόρη σε όλες τις βλεμματικές θέσεις και να αποφευχθεί οποιαδήποτε περιστροφή του φακού στο μάτι, οι φακοί αυτοί διαθέτουν πρισματικό αντίβαρο, 1.5 περίπου πρισματικής διοπτρίας, σε συνδυασμό, σε αρκετές περιπτώσεις, με την παρουσία κατάλληλης εγκοπής η οποία διευκολύνει την απαιτούμενη κίνηση του φακού, εμποδίζοντας οποιαδήποτε περιστροφή.

Επίσης, η επιτυχής εφαρμογή των φακών αυτών απαιτεί ευθυγράμμιση με τον κερατοειδή, επικέντρωση σχετικά χαμηλά, με ικανοποιητική κίνηση κατά τους βλεφαρισμούς και ταχύτατη επανατοποθέτηση του φακού στην

ΕΙΚΟΝΑ 3. Σχεδιασμοί φακών επαφής για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας. Το κόκκινο, πράσινο και κίτρινο χρώμα, αναπαριστούν περιοχές μακρινής, κοντινής και ενδιάμεσης διόρθωσης, αντίστοιχα. Οι σχεδιασμοί με ομόκεντρους δακτυλίους και με ασφαιρικό σχεδιασμό που αναπαριστώνται διαθέτουν τη μακρινή διόρθωση στην κεντρική τους περιοχή (σχεδιασμοί με την κοντινή διόρθωση στην κεντρική περιοχή είναι επίσης διαθέσιμοι).



αρχική του θέση, μετά από κάθε βλεφαρισμό. Οι φακοί με εναλλασσόμενο σχεδιασμό απαιτούν αρκετή εμπειρία και δεξιότητα από τον εφαρμοστή, ο οποίος ενδείκνυται, τουλάχιστον κατά τις πρώτες εφαρμογές, να συμβουλευτείται και να ακολουθεί τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Σχεδιασμοί ταυτόχρονης όρασης

Στους φακούς με σχεδιασμούς που προσφέρουν ταυτόχρονη όραση οι ακτίνες φωτός διέρχονται ταυτόχρονα μέσα από περιοχές μακρινής και κοντινής όρασης (διπλεστικός σχεδιασμός) και ενδεχομένως και όρασης σε ένα σημαντικό εύρος ενδιάμεσων αποστάσεων (πολυεστιακός σχεδιασμός) και εστιάζονται όλες μαζί στον αμφιβληστροειδή, ανεξαρτήτως της βλεμματικής κατεύθυνσης. Συνεπώς, όταν το μάτι εστιάζει σε ένα μακρινό αντικείμενο, τότε φωτεινές ακτίνες εισέρχονται στην κόρη, τόσο από περιοχές μακρινής όσο και κοντινής διόρθωσης και αντίστοιχα, όταν το μάτι εστιάζει σε ένα κοντινό αντικείμενο, τότε φωτεινές ακτίνες εισέρχονται και πάλι στην κόρη, τόσο μέσα από τις ζώνες της μακρινής, αλλά και της κοντινής διόρθωσης. Ως συνέπεια, σε κάθε περίπτωση, σχηματίζονται στον αμφιβληστροειδή (i) ένα εστιασμένο (καθαρό) είδωλο και (ii) αρκετά μη-εστιασμένα (θολά) είδωλα. Είναι προφανές ωστόσο, ότι τα μη-εστιασμένα είδωλα περιορίζουν την αντίθεση φωτεινότητας (contrast) του εστιασμένου ειδώλου, δημιουργώντας ένα αμφιβληστροειδικό είδωλο μειωμένου contrast σε σχέση με εκείνο που δημιουργείται με ένα φακό μονής όρασης¹⁶, ιδιαίτερα σε υψηλές χωρικές συχνότητες¹⁷.

Η μείωση της αντίθεσης φωτεινότητας εξαρτάται από τη σχετική αναλογία του φωτός που συμμετέχει στη δημιουργία του καθαρού αμφιβληστροειδικού ειδώλου και του φωτός που συμμετέχει στη δημιουργία των μη-εστιασμένων ειδώλων. Η αναλογία αυτή ποικίλει με τις μεταβολές στη διάμετρο της κόρης, στις διάφορες συνθήκες φωτισμού ή ανάλογα με τις δραστηριότητες του ατόμου¹⁸. Συνεπώς, κάθε αλλαγή στη διάμετρο της κόρης θα επηρεάζει τη μακρινή και κοντινή όραση που προσφέρει ο φακός (με εξαίρεση τους φακούς με περιθλαστικό σχεδιασμό, όπως θα δούμε παρακάτω), έτσι ώστε καθεμία διάμετρος της κεντρικής ζώνης του φακού να είναι η βέλτιστη για μία συγκεκριμένη διάμετρο κόρης. Ωστόσο, η απόδοση των φακών με ταυτόχρονο σχεδιασμό ενδέχεται να επηρεάζεται επίσης από τις εκτροπές υψηλής τάξης του οφθαλμού, όπως η σφαιρική εκτροπή^{19,20}.

Όπως και με τη μονο-όραση, η απόδοση και λειτουργικότητα των φακών με ταυτόχρονο σχεδιασμό καθορίζεται από τις αρχές της προσαρμογής και της ανοχής στη θόλωση και την ικανότητα καταστολής των μη-εστιασμένων ειδώλων, η οποία λαμβάνει χώρα στο επίπεδο του οπτικού φλοιού του εγκεφάλου. Καθίσταται λοιπόν σαφές,

ότι η αποτελεσματικότητα κάθε φακού με ταυτόχρονο σχεδιασμό καθορίζεται από την αύξηση που προσδίδει στο βάθος εστίασης σε σχέση με τον μη-διορθωμένο οφθαλμό.

Οι διπλεστικοί/πολυεστιακοί φακοί ταυτόχρονου σχεδιασμού κατατάσσονται σε τρεις υποκατηγορίες: α) σε φακούς με περιθλαστικό σχεδιασμό, β) σε φακούς με δύο ή πολλαπλούς ομόκεντρους δακτυλίους και γ) σε φακούς με ασφαιρικό σχεδιασμό (Εικόνα 3).

Περιθλαστικός σχεδιασμός

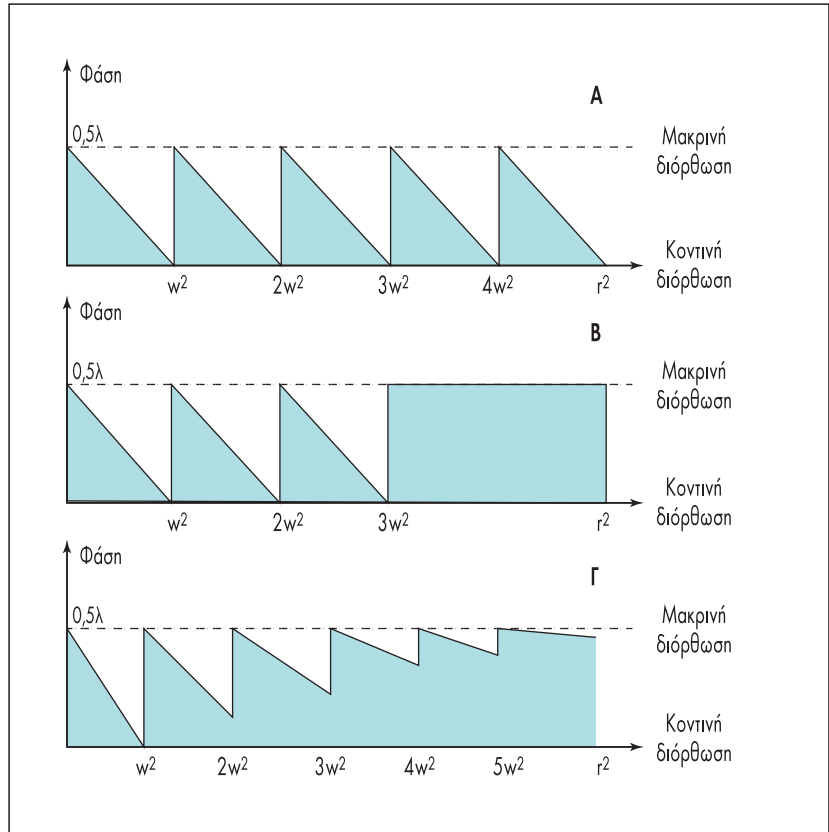
Οι φακοί επαφής με περιθλαστικό σχεδιασμό είναι σχεδιασμένοι για να παρέχουν διπλεστικότητα σε όλη την έκταση της οπτικής ζώνης του φακού. Περιλαμβάνουν έναν πριονωτό σχεδιασμό, ο οποίος διαθέτει ομόκεντρες, τύπου Fresnel, κλιμακωτές αυλακώσεις (Εικόνα 4Α), οι οποίες διασφαλίζουν ότι η μακρινή διόρθωση παρέχεται από τη βάση (έδρα) του φακού και η κοντινή διόρθωση παρέχεται από το περιθλαστικό προφίλ^{21,22}. Το ύψος της φασέτας καθορίζει την κατανομή του φωτός μεταξύ μακρινών και κοντινών ειδώλων, με τις "βαθύτερες" και "ρηχότερες" αυλακώσεις να κατευθύνουν περισσότερο φως στα κοντινά και τα μακρινά είδωλα, αντίστοιχα²¹. Προσεγγιστικά, η κατανομή του φωτός μεταξύ των μακρινών και των κοντινών εστιών είναι ανεξάρτητη από την κορική διάμετρο, με τη μακρινή και την κοντινή διόρθωση να είναι αποτελεσματικές σε όλη την ωφέλιμη επιφάνεια του φακού.

Σε ένα τυπικό περιθλαστικό διπλεστικό φακό, το 40% του φωτός που διέρχεται από την κόρη συμβάλλει στη δημιουργία των μακρινών ειδώλων και ένα επιπλέον 40% του φωτός συμβάλλει στη δημιουργία των κοντινών ειδώλων. Το επιπλέον 20% του φωτός περιθλάται σε ανεπιθύμητες τάξεις (16%) ή διαχέεται (4%), οδηγώντας σε σημαντική μείωση της χαμηλού contrast οπτικής οξύτητας και σε λάμπεις σε συνθήκες χαμηλού φωτισμού¹⁶.

Ο βασικός διπλεστικός σχεδιασμός μπορεί να τροποποιηθεί για να συμπεριλάβει ένα περιθλαστικό προφίλ και μία διαθλαστική επιφάνεια μέσα στην οπτική ζώνη (Εικόνα 4Β). Ο περιθλαστικός διπλεστικός σχεδιασμός έχει το θεωρητικό πλεονέκτημα ότι η ποιότητα του αμφιβληστροειδικού ειδώλου δεν επηρεάζεται από μεταβολές στο μέγεθος της κόρης, καθώς όλα τα τμήματα της οπτικής ζώνης συμβάλλουν εξίσου στη δημιουργία ειδώλων, τόσο από τα μακρινά όσο και από τα κοντινά αντικείμενα.

Πραγματοποιώντας μικρές τροποποιήσεις στην κατασκευή, είναι πιθανό να τροποποιηθούν οι σχετικές αναλογίες του περιθλασμένου φωτός που συμβάλλει στη δημιουργία μακρινών και κοντινών ειδώλων στον αμφιβληστροειδή, σύμφωνα πάντα με τις απαιτήσεις της όρασης²³. Σε κάποιες περιπτώσεις οι φακοί με περιθλαστικό

ΕΙΚΟΝΑ 4. Περιθλαστικοί σχεδιασμοί όπως εκφράζονται στο διάστημα του τετραγώνου της ακτίνας (r^2) της οπτικής ζώνης: το πλάτος της ζώνης (w) και η φάση ορίζουν το ADD του διπλεστικού σχεδιασμού και την κατανομή της έντασης του φωτός που εστιάζεται στο επίπεδο του κάθε ειδώλου: **(Α)** συμβατικός περιθλαστικός σχεδιασμός με κλιμακωτές αυλακώσεις που διαχωρίζουν το περιθλώμενο φως ισομερώς, μεταξύ της μακρινής και της κοντινής εστίας, **(Β)** περιθλαστικός σχεδιασμός με διαθλαστική επιφάνεια στην περιφέρεια της οπτικής ζώνης και **(Γ)** περιθλαστικός σχεδιασμός με απόδυση (arodization), κατά την οποία το ύψος των δακτυλίων ελαττώνεται σταδιακά από το κέντρο προς την περιφέρεια του φακού. Οι σχεδιασμοί **(Β)** και **(Γ)** προσφέρουν πολυεστιακή διόρθωση, εξαρτώμενη από το μέγεθος της κόρης (διαμορφωμένο από Cohen)²¹.



σχεδιασμό ενσωματώνουν μια τεχνολογία η οποία ονομάζεται απόδυση (arodization), κατά την οποία το ύψος των δακτυλίων ελαττώνεται σταδιακά από το κέντρο προς την περιφέρεια του φακού (Εικόνα 4Γ). Με τον τρόπο αυτό η απόδοση του φακού επηρεάζεται από την κορική διάμετρο: για μικρής διαμέτρου κόρη ο φακός συμπεριφέρεται ως "τυπικός" διπλεστικός φακός, ενώ καθώς η διάμετρος της κόρης μεγαλώνει, το φως διέρχεται από τις εξωτερικές ζώνες του φακού, όπου το ύψος των δακτυλίων ελαττώνεται. Αυτό έχει ως συνέπεια να περιορίζεται σημαντικά το φαινόμενο της περίθλασης, αυξάνοντας το ποσό του φωτός που διέρχεται μέσα από μία εστία (τη μακρινή), ενισχύοντας τη μακρινή όραση.

Ο περιθλαστικός σχεδιασμός εμφανίζεται συνήθως σε αεροδιαπερατούς (GP) φακούς επαφής. Αν και οι φακοί με συμβατικό περιθλαστικό σχεδιασμό έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα ότι η απόδοσή τους είναι ανεξάρτητη από τη διάμετρο της κόρης, το μεγαλύτερο μειονέκτημά τους είναι ότι ένα σημαντικό ποσοστό φωτός δε συνεισφέρει στη δημιουργία του μακρινού ή του κοντινού ειδώλου, αλλά χάνεται με συνέπεια σημαντική μείωση στο contrast και την ποιότητα όρασης.

Σχεδιασμός ομόκεντρων δακτυλίων

Οι φακοί με ομόκεντρους δακτυλίους ενσωματώνουν μία

μικρής διαμέτρου κεντρική κυκλική ζώνη, η οποία διαθέτει τη μακρινή ή την κοντινή διόρθωση, και η οποία περιβάλλεται από έναν ή περισσότερους δακτυλίους που διαθέτουν την κοντινή ή τη μακρινή διόρθωση, αντίστοιχα. Εάν υπάρχουν αρκετοί δακτύλιοι που περιβάλλουν την κεντρική ζώνη, τότε αυτοί διαθέτουν εναλλάξ τη μακρινή και την κοντινή διόρθωση. Φακοί με σχεδιασμό ομόκεντρων δακτυλίων είναι διαθέσιμοι σε αεροδιαπερατά (GP) ή σε μαλακά υλικά. Σε κάποιες περιπτώσεις, η διάμετρος της κεντρικής ζώνης μπορεί να επιλεγεί κατάλληλα, έτσι ώστε να ενισχυθεί η μακρινή ή η κοντινή όραση, σύμφωνα με τις εξατομικευμένες ανάγκες του κάθε χρήστη.

Κάποιοι από τους πρώτους φακούς με σχεδιασμό ομόκεντρων δακτυλίων, οι οποίοι εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται, διαθέτουν δύο σαφώς διακριτές ζώνες μακρινής και κοντινής διόρθωσης, και χαρακτηρίζονται ως διπλο-ομόκεντροι. Το κεντρικό τμήμα, με διάμετρο ίση περίπου με τα 2/3 της διαμέτρου της κόρης σε μεσοπικές συνθήκες, προορίζεται είτε για τη μακρινή είτε για την κοντινή όραση, με την περιφερική περιοχή να διαθέτει την κοντινή ή τη μακρινή διόρθωση, αντίστοιχα. Όπως με όλους τους σχεδιασμούς ταυτόχρονης όρασης, έτσι και στους φακούς με σχεδιασμό ομόκεντρων δακτυλίων απαιτείται καλή επικέντρωση και μικρή κινητικότητα κατά τους βλεφαρισμούς²⁴.

Η απόδοση των φακών με σχεδιασμό ομόκεντρων δακτυλίων, οι οποίοι διαθέτουν στην κεντρική περιοχή είτε τη μακρινή είτε την κοντινή διόρθωση, επηρεάζεται σημαντικά από την κορική διάμετρο και τις συνθήκες φωτισμού, καθώς αυτές επηρεάζουν σημαντικά το "ισοζύγιο" μεταξύ μακρινή και κοντινής όρασης. Επομένως μία συγκεκριμένη διάμετρος κεντρικής ζώνης είναι ιδανική για μία συγκεκριμένη κορική διάμετρο και συγκεκριμένες συνθήκες φωτισμού. Κάθε απόκλιση από αυτό το "ισοζύγιο" θα επηρεάζει δυσμενώς τη ποιότητα της όρασης¹⁶.

Η διάμετρος της κεντρικής ζώνης στους περισσότερους φακούς με σχεδιασμό ομόκεντρων δακτυλίων, οι οποίοι διαθέτουν την κοντινή διόρθωση στην κεντρική περιοχή, συνήθως δεν υπερβαίνει τα 3 mm. Η εφαρμογή ενός φακού με μεγαλύτερη διάμετρο κοντινής κεντρικής ζώνης αναμένεται να ενισχύσει την κοντινή όραση. Εάν η εφαρμογή, διόφθαλμα, φακών με την κοντινή διόρθωση στην κεντρική περιοχή δεν παρέχει καλή μακρινή διόρθωση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος της τροποποιημένης μονο-όρασης. Η εφαρμογή ενός φακού με τη μακρινή διόρθωση στην κεντρική περιοχή στο επικρατές μάτι, ή εναλλακτικά ενός φακού με μικρότερη διάμετρο κεντρικής κοντινής ζώνης, θα ενίσχυε σημαντικά τη μακρινή όραση. Αντίθετα, όταν εφαρμόζονται διόφθαλμα φακοί με τη μακρινή διόρθωση στην κεντρική περιοχή, η μακρινή όραση θα ενισχύεται, ενδεχομένως εις βάρος της κοντινής όρασης. Η ενίσχυση της κοντινής όρασης θα μπορούσε να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας και πάλι τη μέθοδο της τροποποιημένης μονο-όρασης, εφαρμόζοντας πλέον στο μη-επικρατές μάτι ένα φακό με κεντρική κοντινή διόρθωση.

Η απόδοση ενός φακού με σχεδιασμό πολλαπλών ομόκεντρων δακτυλίων, οι οποίοι διαθέτουν εναλλάξ τη μακρινή και την κοντινή διόρθωση φαίνεται ότι δεν επηρεάζεται σημαντικά από τις μεταβολές στην κορική διάμετρο και τις συνθήκες φωτισμού. Το εύρος και η απόσταση των δακτυλίων καθορίζεται από τις διακυμάνσεις της κορικής διαμέτρου, ανάλογα με τις συνθήκες φωτισμού.

Στους αεροδιαπερατούς φακούς (GP), ο σχεδιασμός ομόκεντρων δακτυλίων περιλαμβάνει πολλαπλές οπτικές ζώνες με τη διαθλαστική δύναμη να μεταβάλλεται σταδιακά από τις κεντρικές προς τις περιφερικές ζώνες. Συνήθως, η μακρινή και η κοντινή διόρθωση εντοπίζεται στο κέντρο και την περιφέρεια του φακού, αντίστοιχα. Οι φακοί αυτοί προσφέρουν λοιπόν συνδυαστικά ταυτόχρονη και εναλλασσόμενη όραση, καθώς απαιτείται μικρού βαθμού εναλλαγή της μακρινής και της κοντινής διόρθωσης, ανάλογα με τη βλεμματική θέση, λιγότερη από αυτήν που συναντάται στους φακούς με αμιγή εναλλασσόμενο σχεδιασμό. Στους φακούς με τη μακρινή διόρθωση στην κεντρική περιοχή, εκτός από καλή επικέντρωση απαιτείται

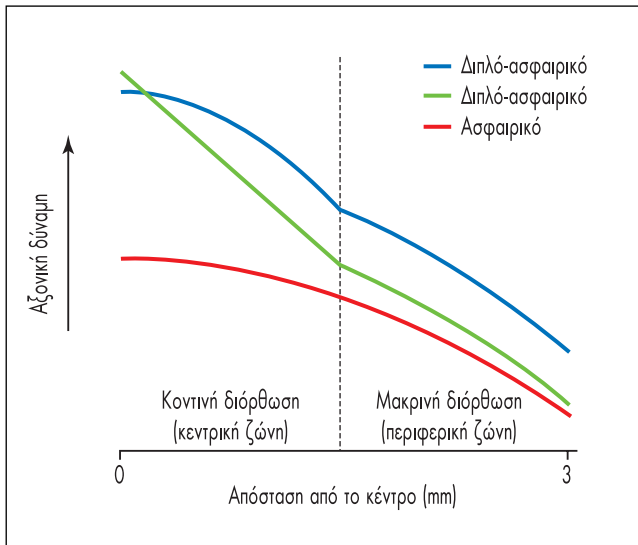
μία ήπια κίνηση του φακού προς τα πάνω, καθώς ο χρήστης χαμηλώνει το βλέμμα του, προκειμένου να ενισχυθεί η κοντινή όραση.

Ασφαιρικός σχεδιασμός

Οι φακοί με ασφαιρικό σχεδιασμό αποτελούν μία περαιτέρω επιλογή για τον πρεσβύωπα. Οι φακοί αυτοί διαθέτουν μία σταδιακή, περιστροφικά συμμετρική, διακύμανση της διοπτρικής ισχύος από το κέντρο προς την περιφέρεια της οπτικής ζώνης. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση έστω μίας ασφαιρικής επιφάνειας, η οποία συνήθως είναι κωνοειδής και δημιουργεί μία σταδιακά μεγαλύτερη δύναμη είτε στο κέντρο (center-near) είτε στην περιφέρεια της οπτικής ζώνης του φακού (center-distance). Η ασφαιρικότητα της επιφάνειας και το προφίλ της δύναμης καθορίζονται από το βαθμό της απόκλισης από μία σφαιρική επιφάνεια, ο οποίος μπορεί να προσδιοριστεί από την τιμή της εκκεντρότητας (eccentricity, e), παράμετρος η οποία περιγράφει το ρυθμό μεταβολής της καμπυλότητας της επιφάνειας σε σχέση με την απόσταση από τον άξονα του φακού^{16,25}. Συνεπώς, μεταβάλλοντας ο κατασκευαστής την τιμή της παραμέτρου e , μπορεί να προσφέρει διαφορετικές τιμές ADD, με υψηλότερες τιμές εκκεντρότητας να παρέχουν υψηλότερες τιμές ADD και καλύτερη κοντινή όραση.

Η σταδιακή αυτή μεταβολή που αναφέρθηκε παραπάνω αντιστοιχεί εξ ορισμού στη σφαιρική εκτροπή. Σε γεωμετρικές γραμμές, οι πολυεστιακοί φακοί διαθέτουν υψηλότερα επίπεδα σφαιρικής εκτροπής, σε σχέση με εκείνα που συναντώνται στους φακούς μονής όρασης, προκειμένου να είναι σε θέση να προσφέρουν πολυεστιακότητα, αυξάνοντας το βάθος εστίας για το χρήστη. Ως συνέπεια η πολυεστιακότητα επιτυγχάνεται ενσωματώνοντας ελεγχόμενη αρνητική σφαιρική εκτροπή στους φακούς με την κοντινή διόρθωση στην κεντρική περιοχή (center-near) και ελεγχόμενη θετική σφαιρική εκτροπή στους φακούς με την κοντινή διόρθωση στην περιφέρεια της οπτικής ζώνης (center-near). Αυτή η διακύμανση στη δύναμη είναι πιθανό να προκαλέσει μείωση στην ευκρίνεια του αμφιβληστροειδικού ειδώλου σε σχέση με την ευκρίνεια του ειδώλου που επιτυγχάνεται με έναν αντίστοιχο φακό μονής όρασης, με τη μείωση αυτή να είναι ανάλογη με την τιμή της εκκεντρότητας και της σφαιρικής εκτροπής.

Ωστόσο, παρά τη μείωση της ευκρίνειας του αμφιβληστροειδικού ειδώλου εξαιτίας της προκαλούμενης σφαιρικής εκτροπής, οι φακοί προσφέρουν αυξημένο βάθος εστίασης, γεγονός το οποίο αντισταθμίζει την απώλεια της προσαρμογής. Επίσης, εάν ο ασφαιρικός σχεδιασμός προσδίδει αρνητική σφαιρική εκτροπή, όσο μικρότερη είναι η διάμετρος της κόρης κατά την κοντινή όραση, τόσο πιο βελτιωμένη θα είναι η ποιότητα του αμ-



ΕΙΚΟΝΑ 5. Πολυεστιακοί φακοί ασφαιρικού σχεδιασμού: η σταδιακή αύξηση της δύναμης προς την κεντρική οπτική ζώνη του φακού (που αντιστοιχεί στην κοντινή διόρθωση) αυξάνει το βάθος εστίας, ανάλογα με τη διάμετρο της κόρης. Σχετικά ικανοποιητική αύξηση του βάθους εστίας μπορεί να επιτευχθεί με μία ασφαιρική επιφάνεια (κόκκινη καμπύλη), ωστόσο, μεγαλύτερο βάθος εστίας επιτυγχάνεται μόνο με την κατασκευή διπλο-ασφαιρικών επιφανειών (μπλε και πράσινη καμπύλη).

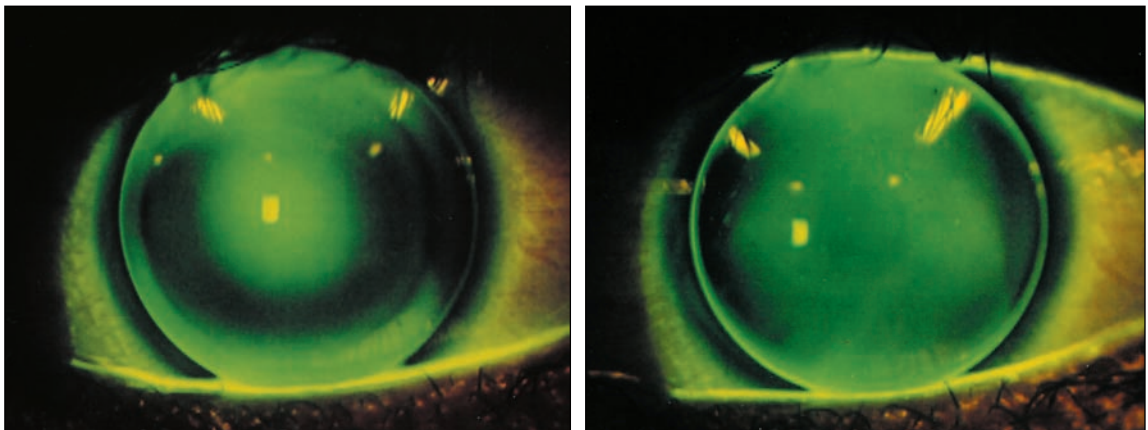
φιβλητροειδικού ειδώλου. Αυτό ισχύει για σχετικά χαμηλές ή μέσες τιμές ADD (χαμηλές ή μέσες τιμές εκκεντρότητας), με τις πιο υψηλές τιμές ADD να προκαλούν σε κάποιες περιπτώσεις μη αποδεκτή μείωση της ποιότητας του αμφιβληστροειδικού ειδώλου. Για το λόγο αυτό, προκειμένου να επιτευχθούν υψηλότερα ADD, έχουν σχεδιαστεί διπλο-ασφαιρικές επιφάνειες στις οποίες η διακύμανση της δύναμης δεν είναι συνεχής, με την κεντρική περιοχή (~2.5 mm σε διάμετρο) στους φακούς με κέντρο για κοντά να εμφανίζει υψηλότερες τιμές εκκεντρότητας και κατά συνέπεια μεγαλύτερη αρνητική σφαιρική εκτροπή σε σχέση με το περιφερικό τμήμα του φακού (Εικόνα 5)²⁶.

Προκειμένου να επιτευχθεί ευκρινής ταυτόχρονη όραση με πολυεστιακούς φακούς ασφαιρικού σχεδιασμού, απαιτείται καλή επικέντρωση και σχετικά μικρή κινητικότητα κατά τους βλεφαρισμούς, προκειμένου οι ζώνες μακρινής και κοντινής διόρθωσης να βρίσκονται πάντα εντός των ορίων της κόρης. Η κακή επικέντρωση των φακών δημιουργεί μεγαλύτερο πρόβλημα στη μακρινή όραση και σε μεγαλύτερης διαμέτρου κόρες. Επίσης η απόδοση στην κοντινή όραση των φακών που διαθέτουν την κοντινή διόρθωση στην κεντρική περιοχή ενδέχεται να μειωθεί, εξαιτίας της αλληλεπίδρασης της αρνητικής σφαιρικής εκτροπής του φακού με την εγγενή θετική σφαιρική εκτροπή που συναντάται στο μέσο φυσιολογικό μάτι^{19,27}.

Ο σχεδιασμός αυτός συναντάται τόσο σε αεροδιαπερατούς (GP), όσο και σε μαλακούς φακούς επαφής. Εξαιτίας του σχεδιασμού τους, η απόδοση των φακών αυτών επηρεάζεται από το μέγεθος της κόρης, προκαλώντας κάποιες φορές μείωση της ευκρίνειας της κοντινής ή της μακρινής όρασης, ανάλογα με τις διαφορές στο ποσοστό κάλυψης της κόρης από τις ζώνες κοντινής και μακρινής διόρθωσης.

Οι αεροδιαπερατοί (GP) φακοί με ασφαιρικό σχεδιασμό ταξινομούνται ανάλογα με την εκκεντρότητά τους ή ανάλογα με το αν διαθέτουν την ασφαιρικότητα στην πρόσθια ή την οπίσθια επιφάνεια (Εικόνα 6). Όπως και στους μαλακούς, έτσι και στους αεροδιαπερατούς (GP) φακούς επαφής, η καλή επικέντρωση είναι καθοριστικής σημασίας για την επιτυχημένη εφαρμογή, με συνέπεια οι φακοί μεγαλύτερης διαμέτρου να έχουν συνήθως καλύτερη απόδοση. Οι φακοί αυτοί θα πρέπει να κινούνται ελαφρώς, προκειμένου να φέρνουν μπροστά από την κόρη τις περιοχές με τη μακρινή και την κοντινή διόρθωση, ωστόσο λιγότερο από τους διπλεσσιακούς φακούς, εξαιτίας των μικρότερων οπτικών ζωνών που διαθέτουν. Συνεπώς, η απόδοση των φακών αυτών θα εμφανίζει αρκετούς περιορισμούς σε χρήστες με μεγάλη κορική διάμετρο.

ΕΙΚΟΝΑ 6. Εφαρμογή ενός αεροδιαπερατού (GP) φακού με ασφαιρικό σχεδιασμό μόνο στην οπίσθια επιφάνεια (αριστερά) ή ταυτόχρονη ασφαιρικότητα στην πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια (δεξιά).



ΣΥΖΗΤΗΣΗ: ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΦΑΚΟΥ

Η απόδοση όλων των σχεδιασμών των φακών επαφής για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας φαίνεται κυρίως να εξαρτάται από το εύρος του βάθους εστίασης που παρέχουν, προκειμένου να αντισταθμίσει την απώλεια της προσαρμογής, σε σχέση με το βάθος της εστίασης της μη-διορθωμένης όρασης. Εκτός από τη μονο-όραση, το πραγματικό βάθος της εστίασης, κατά τη διόρθωση με φακούς επαφής, σχετίζεται κατά κύριο λόγο με το σχεδιασμό του φακού (την κατανομή της δύναμης), αλλά επίσης επηρεάζεται από μία σειρά άλλων παραγόντων, όπως το μέγεθος της κόρης, τις εγγενείς εκτροπές του οφθαλμού²⁸, τη διόφθαλμη άθροιση⁹, και τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας του χρήστη, όπως η ανοχή στη θόλωση⁸.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει πιθανώς την αποδοχή και την επιτυχία των σχεδιασμών των φακών επαφής που χρησιμοποιούνται για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας είναι η προσαρμογή στη θόλωση, νευρωνικής φύσεως χαρακτηριστικό του οπτικού συστήματος. Αυτό έχει μια διαφορετική φυσιολογική βάση στη διόρθωση με μονο-όραση σε σύγκριση με τους σχεδιασμούς ταυτόχρονης όρασης. Στη μονο-όραση, ο εγκέφαλος έχει να καταστείλει ένα από τα μη πανομοιότυπα είδωλα που σχηματίζονται στις αντίστοιχες περιοχές στα δύο μάτια. Αντί τα δύο είδωλα να συνθέτουν μια ενιαία εικόνα, ανταγωνίζονται για να κυριαρχήσουν στην αντίληψη (ιδιόφθαλμη αντιπαλότητα), με αποτέλεσμα μία μόνο από τις δύο εικόνες να γίνεται αντιληπτή, ανάλογα με την απόσταση των αντικειμένων.

Στους σχεδιασμούς που προσφέρουν ταυτόχρονη όραση, ο εγκέφαλος ιδανικά πρέπει να επιλέξει ένα ερέθισμα που επεξεργάζεται από ένα νευρωνικό υποδεκτικό πεδίο (και στους δύο οφθαλμούς) και ταυτόχρονα να καταστείλει τα άλλα θολά ερεθίσματα, που απεικονίζονται στο ίδιο αμφιβληστροειδικό πεδίο²⁹. Υποθετικά, η ταυτόχρονη προβολή εστιασμένων και μη-εστιασμένων εικόνων θα έπρεπε να υπονομεύει την ποιότητα της όρασης, ωστόσο πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι αυτοί οι φακοί είναι αρκετά αποτελεσματικοί^{30,31}. Μία εξήγηση είναι ότι αντιληπτικές διαδικασίες, όπως η διόφθαλμη άθροιση, μπορεί να βοηθήσουν στην καλύτερη επεξεργασία των θολών εικόνων. Έχει πρόσφατα αποδειχθεί ότι η διόφθαλμη όραση (σε σχέση με τη μονόφθαλμη όραση) βελτιώνει σημαντικά την αντίληψη μη-εστιασμένων εικόνων σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό από τα εστιασμένα είδωλα⁹. Αντιθέτως, αυτό το πλεονέκτημα δεν ισχύει στη διόρθωση με μονο-όραση, όπου η ωφέλεια από την άθροιση των δύο ματιών είναι ελάχιστη.

Επίσης, θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι η πρεσβυωπία συνοδεύεται από αρκετές αλλαγές στη φυσιολογία

και ανατομία των οφθαλμικών δομών. Οι αλλαγές αυτές, οι οποίες ενδέχεται να καθορίσουν σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία της εφαρμογής, θα πρέπει να εντοπιστούν και για το λόγο αυτό απαιτείται η λεπτομερής εξέταση της ποιότητας και της ποσότητας της δακρυϊκής στιβάδας, του βλεφαρικού ανοίγματος, της τάσης του βλεφαρισμού και της κορικής διαμέτρου, σε φωτοπικές, μεσοπικές και σκοτοπικές συνθήκες.

Εάν η ποιότητα των δακρύων δεν είναι ικανοποιητική (Tear Break-Up Time Test <10 sec) τότε ο υποψήφιος ίσως να μην μπορέσει να χρησιμοποιήσει τους φακούς του για αρκετές ώρες κατά τη διάρκεια της ημέρας. Παράλληλα, εάν η τάση του βλεφαρισμού είναι ασθενής και το κάτω βλέφαρο βρίσκεται χαμηλά, σε σχέση με το σκληροκερατοειδές όριο, αντενδίδονται η χρήση ημί-σκληρων αεροδιαπερατών φακών με εναλλασσόμενο σχεδιασμό, καθώς δε θα είναι εφικτή η επαρκής προς τα πάνω κίνηση του φακού κατά τη μετάβαση του βλέμματος από τη μακρινή προς την κοντινή περιοχή. Εάν η διάμετρος της κόρης σε κανονικές συνθήκες φωτισμού δωματίου είναι ιδιαίτερα μεγάλη (>5 mm), κάτι που ωστόσο δε συναντάται συχνά στους πρεσβύωπες, η χρήση φακών με ασφαιρικό σχεδιασμό (ιδιαίτερα ημίσκληρων αεροδιαπερατών, GP) δε συστήνεται εξαιτίας του θάμβους που θα προκληθεί σε χαμηλές συνθήκες φωτισμού.⁽³²⁾ Στις περιπτώσεις αυτές ενδείκνυται η χρήση ημίσκληρων αεροδιαπερατών (GP) φακών με εναλλασσόμενο σχεδιασμό. Αντίστοιχα, στην περίπτωση που η κορική διάμετρος είναι ιδιαίτερα μικρή και πάλι δε συστήνεται η χρήση ασφαιρικών διπλεσσιακών/πολυεστιακών φακών, καθώς εξαιτίας της αδυναμίας της κόρης να διευρυνθεί επαρκώς, οι περιφερικές περιοχές της οπτικής ζώνης του φακού δε θα βρίσκονται εντός τους εύρους της κόρης, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται περιορισμοί στη μακρινή ή την κοντινή όραση, ανάλογα με το εάν ο φακός έχει την κοντινή ή τη μακρινή διόρθωση τοποθετημένη στην κεντρική περιοχή.

Μετά λοιπόν από τη διεξοδική αξιολόγηση της καταλληλότητας του υποψηφίου χρήστη, ο εφαρμοστής οφείλει να επιλέξει τη μέθοδο εκείνη, η οποία θα ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες, τις προσδοκίες και τον τρόπο ζωής του υποψηφίου. Παράλληλα, το μεγάλο κίνητρο του υποψηφίου για τη χρήση φακών επαφής αναμένεται να επηρεάσει θετικά το αποτέλεσμα της εφαρμογής. Θα ήταν λοιπόν σκόπιμο να αναφερθεί η επιλογή των διπλεσσιακών / πολυεστιακών φακών πριν ο υποψήφιος χρήστης αρχίσει να αντιμετωπίζει προβλήματα με την κοντινή του διόρθωση, καθώς μία τέτοια προσέγγιση αναμένεται να ενισχύσει το κίνητρό του και να δημιουργήσει πρόσφορο έδαφος για τη μελλοντική εφαρμογή. Ο εφαρμοστής, όπως αναφέρεται και παραπάνω, οφείλει να παρουσιάσει τις πιθανές επιλογές που υπάρχουν για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας,

παραθέτοντας τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της καθεμίας. Θα πρέπει να τονιστεί η σημασία των επαγγελματιών επισκεπτών που ίσως απαιτηθούν προκειμένου να βρεθεί ο καλύτερος συνδυασμός, εκείνος δηλαδή που θα προκαλέσει το μικρότερο συμβιβασμό στη μακρινή, την ενδιάμεση ή την κοντινή όραση, ανάλογα πάντα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε υποψηφίου χρήστη.

Η αξιολόγηση της όρασης στις διάφορες αποστάσεις θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε όσο το δυνατόν πιο φυσικό περιβάλλον, προκειμένου να προσομοιαστούν όσο το δυνατόν περισσότερο οι καθημερινές, συνήθειες δραστηριότητες του χρήστη. Για το λόγο αυτό δε συνιστάται η χρήση του φοροπτερου και των οπτοτύπων κοντινής όρασης, καθώς επίσης και ο έλεγχος της μονόφθαλμης όρασης, κατά την επιδιάθλαση. Προτείνεται λοιπόν, μετά το πέρας 15-20 λεπτών από την εφαρμογή, χρονικό διάστημα που απαιτείται προκειμένου να σταθεροποιηθεί ο φακός και η όραση, να ζητηθεί από το χρήστη να αξιολογήσει την όρασή του στις διάφορες αποστάσεις, κοιτάζοντας διόφθαλμα γύρω του στο εφαρμοστήριο, στην οθόνη του Η/Υ, στο κινητό του, στο ρολόι του, παρατηρώντας τις επιγραφές και τα σήματα στο δρόμο σε μακρινές αποστάσεις και διαβάζοντας μία εφημερίδα ή ένα περιοδικό. Ο εφαρμοστής δε θα πρέπει να ξεχνάει την επιλογή της τροποποιημένης ή ενισχυμένης μονο-όρασης, καθώς επίσης και τη δυνατότητα περιστασιακής χρήσης ενός πρόσθετου ζευγαριού γυαλιών, εάν οι απαιτήσεις όρασης σε μία συγκεκριμένη απόσταση είναι ιδιαίτερα υψηλές. Τέλος, απαιτείται η διατήρηση, στο εφαρμοστήριο, κασετινών με πλήρεις σειρές δοκιμαστικών φακών, με διαφορετικούς σχεδιασμούς, προκειμένου να καθίσταται δυνατή η άμεση δοκιμή και αξιολόγηση φακών σε υποψήφιους χρήστες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας όλα τα ανωτέρω, καθίσταται σαφές ότι σήμερα υπάρχουν αρκετές εναλλακτικές λύσεις για τη διόρθωση της πρεσβυωπίας, η οποία αδιαμφισβήτητα έχει τεράστιο ενδιαφέρον για τη διεθνή οπτομετρική και οφθαλμολογική κοινότητα. Εκτός λοιπόν από τη χρήση των "παραδοσιακών" κοντινών (πρεσβυωπικών) γυαλιών, ή των πιο εξελιγμένων πολυεστιακών γυαλιών, όλο και περισσότεροι πρεσβύωπες καταλήγουν στη λύση της απεξαρτοποίησης από τη χρήση γυαλιών κυρίως για αισθητικούς κι εργονομικούς λόγους. Ως αποτέλεσμα, η απώλεια της κοντινής και ενδιάμεσης όρασης λόγω της πρεσβυωπίας μπορεί να αντισταθμιστεί με επιτυχία με τη χρήση μαλακών και ημίσκληρων αεροδιαπερατών (GP) πολυεστιακών φακών επαφής με σύγχρονους σχεδιασμούς, κατασκευασμένους από εξαιρετικής ποιότητας σύγχρονα υλικά. Δεδομένης λοιπόν της αδιαμφισβήτητης γήρανσης του πληθυσμού και της αδιάκοπης έρευνας που πραγματοποιείται τόσο στα μεγάλα διεθνή ερευνητικά κέντρα, όσο και στα τμήματα έρευνας και τεχνολογίας των μεγάλων κατασκευαστών φακών επαφής, η κατηγορία των πολυεστιακών φακών επαφής αναμένεται να εμφανίσει τη μεγαλύτερη, σε σχέση με όλες τις άλλες κατηγορίες φακών επαφής, ανάπτυξη μέσα στην επόμενη δεκαετία.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε τον Jacinto Santodomingo-Rubido (Menicon Ltd, Madrid, Spain) για τις συμβουλές του στις οδηγίες εφαρμογής των αεροδιαπερατών φακών επαφής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Weale RA. Human biological decline and mortality rates. *Mech Ageing Dev* 1997 Jul; 97(1):55-72.
- Donders FC. On the anomalies of accommodation and refraction of the eye: with a preliminary essay on physiological dioptrics. London: The new Sydenham Society 1864.
- Duane A. Studies in Monocular and Binocular Accommodation, with Their Clinical Application. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1922; 20:132-57.
- Charman WN. The eye in focus: accommodation and presbyopia. *Clin Exp Optom* 2008 May; 91(3):207-25.
- Holden BA, Fricke TR, Ho SM, et al. Global vision impairment due to uncorrected presbyopia. *Arch Ophthalmol* 2008 Dec; 126(12):1731-9.
- International Organization for Standardization I. *Ophthalmic Optics-Contact Lenses-Part 1: Vocabulary, classification and recommendations for labelling specifications*. Geneva 2006.
- Rosenfield M, Abraham-Cohen JA. Blur sensitivity in myopes. *Optom Vis Sci* 1999; 76(5):303-7.
- Woods RL, Colvin CR, Vera-Diaz FA, Peli E. A relationship between tolerance of blur and personality. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010 Nov; 51(11):6077-82.
- Plainis S, Petratou D, Giannakopoulou T, Atchison DA, Tsilimbaris MK. Binocular summation improves performance to defocus-induced blur. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011 Jan 12.
- Evans BJ. Monovision: a review. *Ophthalmic Physiol Opt* 2007 Sep; 27(5):417-39.
- Charman WN. Theoretical aspects of monovision contact lens correction. *Optician* 1980 Feb 1; 179(5):9-22.
- Jain S, Arora I, Azar DT. Success of monovision in presbyopes: review of the literature and potential applications to refractive surgery. *Surv Ophthalmol* 1996 May-Jun; 40(6):491-9.

13. Kirschen DG, Hung CC, Nakano TR. Comparison of suppression, stereoacuity, and interocular differences in visual acuity in monovision and acuvue bifocal contact lenses. *Optom Vis Sci* 1999 Dec; 76(12):832-7.
14. Morgan PB, Efron N, Woods CA. An international survey of contact lens prescribing for presbyopia. *Clin Exp Optom* 2011 Jan; 94(1):87-92.
15. Bennett ES. Innovations in gas permeable multifocal contact lenses. *Clin Optom* 2010; 2:85-90.
16. Charman WN, Saunders B. Theoretical and practical factors influencing the optical performance of contact lenses for the presbyope. *J Brit Cont Lens Ass* 1990; 13(1): 67-75.
17. Rajagopalan AS, Bennett ES, Lakshminarayanan V. Visual performance of subjects wearing presbyopic contact lenses. *Optom Vis Sci* 2006 Aug; 83(8):611-5.
18. Bradley A, Abdul Rahman H, Soni PS, Zhang X. Effects of target distance and pupil size on letter contrast sensitivity with simultaneous vision bifocal contact lenses. *Optom Vis Sci* 1993 Jun; 70(6):476-81.
19. Bakaraju RC, Ehrmann K, Ho A, Papas E. Inherent ocular spherical aberration and multifocal contact lens optical performance. *Optom Vis Sci* 2010 Dec; 87(12):1009-22.
20. Martin JA, Roorda A. Predicting and assessing visual performance with multizone bifocal contact lenses. *Optom Vis Sci* 2003 Dec; 80(12):812-9.
21. Cohen AL. Diffractive bifocal lens designs. *Optom Vis Sci*. 1993 Jun; 70(6):461-8.
22. Klein SA. Understanding the diffractive bifocal contact lens. *Optom Vis Sci* 1993 Jun; 70(6):439-60.
23. Freeman MH, Charman WN. An exploration of modified monovision with diffractive bifocal contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye* 2007 Jul; 30(3):189-96.
24. Charman WN, Walsh G. Retinal image quality with different designs of bifocal contact lenses. *Transactions of BCLA Annual Clinical conferences* 1986:13-9.
25. Charman WN, Walsh G. Retinal images with centred aspheric varifocal contact lenses. *Int Cont Lens Clinic* 1988; 15(3): 87-93.
26. Plainis S, Atchison DA, Charman WN. Commenting on "Using Power Profiles to Evaluate Aspheric Lenses". *Cont Lens Spectrum* 2011; March/April:15-7.
27. Plakitsi A, Charman WN. Ocular spherical aberration and theoretical through-focus modulation transfer functions calculated for eyes fitted with two types of varifocal presbyopic contact lens. *Cont Lens Anterior Eye* 1997; 20(3):97-106.
28. Porter J, Guirao A, Cox IG, Williams DR. Monochromatic aberrations of the human eye in a large population. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis* 2001 Aug; 18(8):1793-803.
29. Benjamin WJ. Simultaneous vision contact lenses: why the dirty window argument doesn't wash. *Int Cont Lens Clinic* 1993; 20(November/December):239-42.
30. Gupta N, Naroo SA, Wolffsohn JS. Visual comparison of multifocal contact lens to monovision. *Optom Vis Sci* 2009 Feb; 86(2):E98-105.
31. Woods J, Woods CA, Fonn D. Early symptomatic presbyopes - what correction modality works best? *Eye Contact Lens* 2009 Sep; 35(5):221-6.
32. Bennett ES. Contact lens correction of presbyopia. *Clin Exp Optom* 2008 May; 91(3): 265-78.