

Αντιμετώπιση της αμβλυωπίας σε περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας μέσω παιχνιδιών διχοπτικής εξάσκησης

Παιδική όραση και αμβλυωπία

Η όραση αναπτύσσεται σταδιακά από τη γέννηση μέχρι περίπου την ηλικία των 10-12 ετών. Για να αναπτυχθεί σωστά θα πρέπει, πρώτα από όλα, τα διαθλαστικά μέρη του οπτικού συστήματος, όπως ο κερατοειδής, ο φακός και το αξονικό του μέγεθος, να είναι φυσιολογικά και κυρίως «αρμονικά» δομημένα ώστε να επιτρέπουν τον σχηματισμό ενός ευκρινούς ειδώλου στον αμφιβληστροειδή, τον φωτοευαίσθητο χιτώνα του οφθαλμού¹.

Η εξασφάλιση των παραπάνω, όμως, δεν αρκεί πάντα για την επίτευξη της τέλει όρασης, και αυτό γιατί χρειάζεται τα οπτικά ερεθίσματα να επεξεργαστούν κατάλληλα από εκατομμύρια νευρώνες στην οπτική οδό μέχρι να αποκωδικοποιηθούν από τα κέντρα όρασης στον εγκέφαλο. Ουσιαστικά, κοιτάζουμε με τα μάτια, αλλά βλέπουμε με τον εγκέφαλο^{1,2}.

Στην περίπτωση που οι νευρώνες στα κέντρα όρασης, ειδικά στα χρόνια ανάπτυξης της όρασης, δεν λαμβάνουν τα κατάλληλα οπτικά ερεθίσματα από τον έναν οφθαλμό (και πιο σπάνια από τους δύο οφθαλμούς), ώστε να μάθουν να τα αποκρυπτογραφούν, να τα αναλύουν, και να τα μεταφράζουν σε εμπειρία όρασης, τότε παρουσιάζουν μειωμένη διέγερση,



Σωτήριος Πλαϊνός, MSc, PhD, FBCLA

Εργαστήριο Οπτικής και Όρασης (LOV), Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κρήτης
Optical House, Ηράκλειο Κρήτης

Μάνος Μπλαβάκης

Εργαστήριο Οπτικής και Όρασης, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Τζένη Σπάχο

Εργαστήριο Οπτικής και Όρασης, Ιατρική Σχολή, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Optical House, Ηράκλειο Κρήτης

δεν αναπτύσσονται σωστά, εξασθενίζουν και «ατονούν», με αποτέλεσμα ο οφθαλμός να παρουσιάζει μειωμένη ευκρίνεια².

Αυτή η κατάσταση ονομάζεται αμβλυωπία (αμβλύν + ωψ) και συχνά αλλά λανθασμένα χαρακτηρίζεται ως «τεμπέλικο μάτι» (lazy eye), γιατί στην πραγματικότητα αποτελεί νευρολογική διαταραχή. Η αμβλυωπία σήμερα χαρακτηρίζεται, χωρίς αμφιβολία, ως η πιο συχνή αιτία προβλήματος όρασης στην παιδική ηλικία (2%-5%)³.

Τύποι αμβλυωπίας

Τρία είναι τα σημαντικότερα αίτια που μπορεί να οδηγήσουν στην αμβλυωπία και γι' αυτό η αμβλυωπία διαχωρίζεται σε τρεις τύπους³:

- **Στραβισμική αμβλυωπία:** Οφείλεται στη διαταραχή της ευθυγράμμισης των δύο οφθαλμών, δηλαδή στον στραβισμό. Σε αυτή την περίπτωση το μάτι που στραβίζει καταστέλλεται, έτσι ώστε να μην υπάρχει διπλωπία, και καταλήγει αμβλυωπικό¹.



- **Διαθλαστική/ανισομετρική αμβλυωπία:** Προκύπτει συνήθως όταν υπάρχει μεγάλη διαφορά στο διαθλαστικό σφάλμα μεταξύ των δύο οφθαλμών (μυωπία, υπερμετρωπία, αστιγματισμός), που συνήθως καταλήγει και σε δυσκολία στη συγχώνευση της εικόνας από τους δύο οφθαλμούς λόγω του διαφορετικού μεγέθους ειδώλων στους δύο οφθαλμούς (γνωστή ως ανισοεικονία). Πρακτικά, στην περίπτωση αυτή ο εγκέφαλος επιλέγει να χρησιμοποιεί το μάτι με την καλύτερη όραση και, αν αυτό δεν γίνει εγκαίρως αντιληπτό, ώστε να διορθωθεί η όραση με τα κατάλληλα γυαλιά, αναπτύσσεται αμβλυωπία¹.

- **Εξ ανοψίας αμβλυωπία:** Προκύπτει λόγω αποστέρξης της οπτικής πληροφορίας στην πρώιμη παιδική ηλικία, συνήθως εξαιτίας συγγενούς καταρράκτη, αποτελώντας και τον σπανιότερο τύπο αμβλυωπίας¹.

Σημεία και συμπτώματα της αμβλυωπίας

Ως κύριο χαρακτηριστικό της αμβλυωπίας αναγνωρίζεται η μειωμένη ευκρίνεια (οπτική οξύτητα) στον πάσχοντα οφθαλμό, ακόμα και όταν διορθωθεί με γυαλιά ή φακούς επαφής³.

Στην πραγματικότητα, όμως, οι αμβλύωπες παρουσιάζουν δυσκολία σε αρκετές πτυχές της διόφθαλμης όρασης, όπως στη στερέωση (τρισιδιάστατη όραση), στην αντίληψη του βάθους και της κίνησης, στην εκτίμηση της απόστασης μεταξύ των αντικειμένων, στην ικανότητα να υπολογίζουν την τροχιά αντικειμένων που τους πλησιάζουν.

Επίσης, διαταράσσεται η λειτουργία του οφθαλμοκινητικού συστήματος (π.χ. σταθερότητα προσήλωσης, ακρίβεια και διάρκεια σακκαδικών κινήσεων), που επηρεάζει σημαντικές καθημερινές λειτουργικές ενασχολήσεις, ιδιαίτερα αυτές που

εμπλέκουν κοντινή εργασία, όπως η ανάγνωση. Κάποιοι αμβλύωπες είναι πιθανόν επίσης, λόγω του στραβισμού, να κλείνουν το ένα μάτι και να έχουν ανώμαλη θέση κεφαλής^{1,4}. Ένα πρώιμο σημάδι που μπορεί να δώσει ένα μικρό παιδί όταν έχει αμβλυωπία είναι το κλάμα ή η δυσφορία όταν του κλείνουμε το ένα μάτι⁵. Είναι σημαντικό να γίνεται έλεγχος όλων των παιδιών ανά τακτά χρονικά διαστήματα έτσι ώστε να βρεθούν οι παράγοντες οι οποίοι θα μπορούσαν να προκαλέσουν αμβλυωπία και να αντιμετωπιστούν εγκαίρως, προτού αναπτυχθεί αμβλυωπία ή πριν η πάθηση καταστεί δύσκολα αναστρέψιμη⁵.

Αντιμέτωπιση/θεραπεία της αμβλυωπίας

Η αντιμετώπιση της αμβλυωπίας περιλαμβάνει αρχικώς τη διόρθωση πιθανών διαθλαστικών σφαλμάτων. Πολλές φορές, μόνο η διόρθωση της υπερμετρωπίας ή της μυωπίας και του αστιγματισμού του ασθενούς είναι αρκετή για να αυξηθεί η οπτική οξύτητα του αμβλυωπικού οφθαλμού³. Η χρήση των πρισμάτων, επίσης, είναι σημαντική στην περίπτωση του στραβισμού, ώστε να εξασφαλιστεί η ευθυγράμμιση και συγχώνευση των εικόνων από τους δύο οφθαλμούς, ενώ σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η εξάσκηση και ενδυνάμωση της διόφθαλμης συνεργασίας με διάφορες τεχνικές, που περιγράφονται ως ασκήσεις «εκπαίδευσης της όρασης» (vision training)⁶.

Η κλασική και περισσότερο διαδεδομένη θεραπεία της αμβλυωπίας είναι η μέθοδος κάλυψης του υγιούς (ισχυρού) οφθαλμού για κάποιες ώρες την ημέρα, με σκοπό την αξιοποίηση από τον εγκέφαλο του αμβλυωπικού οφθαλμού^{3,6}.



Η θεραπεία εξατομικεύεται σε κάθε περίπτωση.

Η θεραπεία κάλυψης έχει εφαρμοστεί και βοηθήσει εκατομμύρια ασθενείς σε όλον τον κόσμο στην αντιμετώπιση της αμβλυωπίας, συνήθως με ταυτόχρονη χρήση γυαλιών όπου απαιτούνται (υπερμετρωπία, αστιγματισμός). Παρ' όλα αυτά, προκαλεί δυσφορία τόσο στο παιδί όσο και στην οικογένειά του, καθώς η κάλυψη μπορεί να είναι απαραίτητη και για περισσότερες από 6 ώρες την ημέρα⁶.

Ένα παιδί με καλυμμένο το καλό του μάτι μπορεί να εμφανίσει δυσκολία παρακολούθησης των μαθημάτων στο σχολείο ή αδυνατεί πολλές φορές να συμμετάσχει σε παιχνίδια και δραστηριότητες. Ταυτόχρονα, ασκείται έντονη ψυχολογική πίεση τόσο στο παιδί όσο και στους γονείς του, οι οποίοι πρέπει να είναι σε συνεχή διαμάχη με εκείνο για τη σωστή εφαρμογή της θεραπείας⁷.

Τα αποτελέσματα της θεραπείας κάλυψης, επομένως, δεν είναι εγγυημένα: η πλειονότητα των παιδιών εμφανίζουν βελτίωση στην οπτική οξύτητα του αμβλυωπικού τους οφθαλμού (~80%), αλλά μόνο το 30% αυτών θα καταφέρουν να φτάσουν σε ένα επίπεδο που θα πλησιάζει αυτήν του υγιούς⁸. Επιπλέον, ένα 25% των ασθενών που είχαν μια επιτυχημένη θεραπεία στην παιδική τους ηλικία κινδυνεύουν να υποτροπιάσουν εντός ενός έτους από τη διακοπή της θεραπείας, να μειωθεί δηλαδή εκ νέου η όρασή τους⁹.

Εναλλακτική μέθοδος αντιμετώπισης της αμβλυωπίας είναι η χρήση κολλυριών ατροπίνης στον υγιή οφθαλμό. Αποτελεί μια διαδικασία ανάλογη της θεραπείας κάλυψης η οποία αντί να αποκλείει την όραση του υγιούς ματιού, όπως κάνει η θεραπεία κάλυψης, τη θολώνει³.

Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι η θεραπεία κάλυψης δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε ηλικία. Όταν ένα

παιδί με αμβλυωπία φτάσει στην ηλικία των 9 με 10 ετών θα αρχίσει να χάνει την ικανότητά του να ανταποκρίνεται στην κάλυψη του υγιούς ματιού και η βελτίωση θα είναι όλο και πιο δύσκολη και αργή μέχρι την ηλικία των 12, όπου θα ελαχιστοποιηθεί⁵. Συνεπώς, συστήνεται να εφαρμόζεται σε νεαρότερες ηλικίες, όπου υπάρχει υψηλή πιθανότητα ανταπόκρισης.

Εκπαίδευση του οπτικού συστήματος: Διχοπτική εξάσκηση με τη βοήθεια συσκευών εικονικής πραγματικότητας

Μέχρι πριν κάποια χρόνια θεωρείτο ότι η αμβλυωπία εάν δεν εντοπιστεί και αντιμετωπιστεί εγκαίρως, τότε δεν μπορεί να θεραπευτεί σε μεγαλύτερες ηλικίες. Τα τελευταία χρόνια, σε αντίθεση με την ως σήμερα πεποίθηση, έρευνες έδειξαν ότι οι θεραπευτικές τεχνικές μπορεί να έχουν αποτελεσματικότητα και σε ενήλικες αμβλύωπες, ειδικά στις περιπτώσεις ανισομετρικών αμβλυωπίας, δηλαδή αμβλυωπίας λόγω διαφοράς στη μυωπία, υπερμετρωπία και αστιγματισμό μεταξύ των δύο οφθαλμών⁶.

Οι μέθοδοι αυτές σκοπεύουν στην ενδυνάμωση της διόφθαλμης λειτουργίας, αντιμετωπίζοντας την όραση ως μια διαδικασία για την οποία απαιτείται η συνεργασία των δύο οφθαλμών, μειώνοντας ανασταλτικές αλληλεπιδράσεις στον οπτικό φλοιό⁸.

Τα προγράμματα «εκπαίδευσης της όρασης» χρησιμοποιούν τεχνικές διχοπτικής εξάσκησης (Dichoptic Training) και έχουν εισέλθει δυναμικά στον χώρο της θεραπείας της αμβλυωπίας τα τελευταία χρόνια, προσφέροντας περισσότερα οφέλη από τις συμβατικές θεραπείες. Το λογισμικό που χρησιμοποιείται



για τη διχοπτική εξάσκηση παίρνει έναν κόσμο εικονικής πραγματικότητας και τον χωρίζει σε δύο εικόνες, προβάλλοντας μία σε κάθε μάτι, επιδιώκοντας τη συμμετοχή και των δύο οφθαλμών μέσω συγχώνευσης των δύο εικόνων¹⁰.

Στη συνέχεια μειώνει τη φωτεινότητα και την αντίθεση/κόντρα της εικόνας του «ισχυρού» ματιού, έτσι ώστε ο εγκέφαλος να λαμβάνει ισοδύναμη «οπτική» πληροφορία και από τα δύο μάτια, επιτρέποντας τη διόφθαλμη συγχώνευση και ένταξη^{10,11}. Έτσι, με την πάροδο του χρόνου, τα δύο μάτια «μαθαίνουν» να συνεργάζονται και να λειτουργούν ταυτόχρονα, ενώ η βοήθεια που παρέχεται από τον θεραπευτή και το πρόγραμμα γίνεται όλο και μικρότερη.

Η νέα τεχνολογία, με τις συσκευές εικονικής πραγματικότητας, δίνει τη δυνατότητα στον ασθενή να βρεθεί σε ένα τρισδιάστατο περιβάλλον εικονικής πραγματικότητας, όπου παίζει παιχνίδια με σκοπό τη βελτίωση της όρασής του, εξασφαλίζοντας υψηλότερα ποσοστά συμμόρφωσης από τη θεραπεία κάλυψης. Κάθε ασθενής έχει τη δυνατότητα να παίζει παιχνίδια που τον βοηθούν να κινείται στον χώρο, να βελτιώσει τον συντονισμό ματιών-χεριών, να εξασκήσει τις οφθαλμικές κινήσεις του και την ικανότητα παρακολούθησης κινουμένων αντικειμένων και να εκπαιδεύσει την τρισδιάστατη όρασή του¹².

Σκοπός της διχοπτικής εξάσκησης είναι να εκπαιδευτεί ο εγκέφαλος να χρησιμοποιεί και τα δύο μάτια ταυτόχρονα, κάτι το οποίο δεν επιτυγχάνεται με τις παραδοσιακές θεραπείες. Ακολουθώντας μια μέθοδο η οποία καθιστά απαραίτητη τη χρησιμοποίηση των οπτικών πληροφοριών και από τα δύο μάτια επιτυγχάνεται η άρση της καταστολής του αμβλυπικού οφθαλμού, βελτιώνεται η ποιότητα της όρασης του αμβλυπικού ματιού και ο τρόπος λειτουργίας του προσομοιάζει αυτόν του «ισχυρού» ματιού¹³. Επίσης εκπαιδεύονται οι διόφθαλμες λειτουργίες της όρασης, όπως είναι η στερεοσκοπική όραση, και η ικανότητα ενός ατόμου να βλέπει ένα αντικείμενο που βρίσκεται πίσω από ένα εμπόδιο.

Τέλος, έχει αποδειχθεί ότι η διχοπτική εξάσκηση μπορεί να έχει ευεργετικά αποτελέσματα για την όραση και σε μεγαλύτερες ηλικίες σε σχέση με τη θεραπεία κάλυψης, έχοντας βοηθήσει ακόμα και ενήλικες ασθενείς¹³. Μάλιστα, στις περιπτώσεις των ενηλίκων είναι εφικτή και η κατ' οίκον θεραπεία, με τη χρήση μιας συμβατικής συσκευής εικονικής πραγματικότητας και τη χρήση ειδικού λογισμικού από το κινητό. ■

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Maurer D, McKEE SP. Classification and diversity of amblyopia. *Vis Neurosci*. 2018;35:E012.
- Kiorpes L, Daw N. Cortical correlates of amblyopia. *Vis Neurosci*. 2018;35:E016.
- Amblyopia Preferred Practice Pattern®, American Academy of Ophthalmology, 2017.
- Webber AL. The functional impact of amblyopia. *Clin Exp Optom*. 2018;101(4):443–450.
- Hensch TK, Quinlan EM. Critical periods in amblyopia *Vis Neurosci*. 2018;35:E014.
- Papageorgiou E, Asproudis I, Maconachie G, Tsironi EE, Gottlob I. The treatment of amblyopia: current practice and emerging trends. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2019;257(6):1061–1078.
- Dixon-Woods M, Awan M, Gottlob I. Why is compliance with occlusion therapy for amblyopia so hard? A qualitative study. *Arch Dis Child*. 2006;91(6):491–494.
- Hess RF, Thompson B. Amblyopia and the binocular approach to its therapy. *Vision Res*. 2015;114:4–16.
- Holmes JM, Beck RW, Kraker RT, et al. Risk of amblyopia recurrence after cessation of treatment. *J AAPOS*. 2004;8(5):420–428.
- Backus B, Tran T, Blaha J, Clinical use of the Vivid Vision system to treat disorders of binocular vision.
- Ding J, Levi DM. Rebalancing binocular vision in amblyopia. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2014;34(2):199–213.
- Webber AL, Wood JM, Thompson B. Fine motor skills of children with amblyopia Improve Following Binocular Treatment. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016;57(11):4713–4720.
- Li J, Thompson B, Deng D, Chan LY, Yu M, Hess RF. Dichoptic training enables the adult amblyopic brain to learn. *Curr Biol*. 2013;23(8):R308–R309.