

IMI - Ο Ρόλος του Φωτός στην Ανάπτυξη της Διάθλασης και τη Μυωπία

Dr. Elise Harb

OD, PhD, FAAO

Βιοϊατρικές Επιστήμες, Σχολή Θετικών Επιστημών, University of Canberra, Αυστραλία
John Curtin School of Medical Research, Australian National University, Αυστραλία

Dr. Regan Ashby

PhD

Βιοϊατρικές Επιστήμες, Σχολή Θετικών Επιστημών, University of Canberra, Αυστραλία
John Curtin School of Medical Research, Australian National University, Αυστραλία

Ο χρόνος σε εξωτερικούς χώρους παρουσιάζει σταθερά προστατευτική συσχέτιση με την καθυστέρηση της έναρξης της μυωπίας στα παιδιά, η οποία ενδέχεται να σχετίζεται με την έκθεση στο ηλιακό φως. Πολλές χώρες έχουν υιοθετήσει συστάσεις για τον χρόνο που περνούν τα παιδιά σε εξωτερικούς χώρους (όπως δύο ώρες ημερησίως), ενώ κλινικές δοκιμές και εθνικά προγράμματα (π.χ. στη Σιγκαπούρη, την Ταϊβάν και την Κίνα) έχουν καταγράψει μείωση της επίπτωσης της μυωπίας μετά την εφαρμογή αυτών των παρεμβάσεων. Για την εξέλιξη της μυωπίας, τα διαθέσιμα στοιχεία είναι λιγότερο σαφή, αν και πιθανές εποχικές διακυμάνσεις και η μείωση της δραστηριότητας σε εξωτερικούς χώρους κατά την πανδημία (π.χ. κατά την COVID-19) έχουν συσχετιστεί τόσο με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης μυωπίας όσο και με ταχύτερη εξέλιξή της. Παρ' όλα αυτά, αρκετές πτυχές των υποκείμενων μηχανισμών, καθώς και τα βέλτιστα χαρακτηριστικά της έκθεσης στο φως (όπως η ένταση, το φάσμα και ο χρόνος έκθεσης) για την επίτευξη του μέγιστου οφέλους, δεν έχουν ακόμη πλήρως αποσαφηνιστεί.

Ο ρόλος της έκθεσης σε έντονο φως

Σημαντικά στοιχεία από ζωικά μοντέλα δείχνουν ότι τα χαρακτηριστικά του φωτός — συμπεριλαμβανομένων της έντασης, της χρωματικότητας και της φωτοπεριόδου — μπορούν να επηρεάσουν την ανάπτυξη του οφθαλμού και τη ρύθμιση της διάθλασης, πιθανώς μέσω της τροποποίησης της ντοπαμίνης του αμφιβληστροειδούς. Ειδικότερα, η έκθεση σε έντονο φως αυξάνει την απελευθέρωση ντοπαμίνης και λειτουργεί ως ρυθμιστικό «φρένο» που επιβραδύνει την υπερβολική αξονική επιμήκυνση, μια βασική διεργασία στην ανάπτυξη της μυωπίας. Στους ανθρώπους, επιδημιολογικές μελέτες και αντικειμενικές αξιολογήσεις με αισθητήρες καταγραφής της έκθεσης στο φως υποστηρίζουν ότι ο χρόνος σε εξωτερικούς χώρους (μετρούμενος μέσω δεικτών όπως ο φωτισμός περιβάλλοντος >1000 lux) καθυστερεί την έναρξη της μυωπίας στα παιδιά· τα ευρήματα αυτά έχουν ήδη αξιοποιηθεί σε ευρείας κλίμακας προγράμματα πρόληψης της μυωπίας. Έμμεσα στοιχεία από μελέτες σε ανθρώπους υποδηλώνουν ότι η έκθεση σε έντονο φως μπορεί να συσχετίζεται με λιγότερο μυωπική διάθλαση. Ωστόσο, με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα σε ανθρώπους, παραμένει δύσκολο να διαχωριστεί η άμεση επίδραση του έντονου φωτός στη διαθλαστική ανάπτυξη από το γεγονός ότι η έκθεση σε έντονο φως αποτελεί ουσιαστικά δείκτη του χρόνου παραμονής σε εξωτερικούς χώρους. Επομένως, η προστατευτική επίδραση που αποδίδεται στο έντονο φως ενδέχεται, τουλάχιστον εν μέρει, να οφείλεται και σε άλλα χαρακτηριστικά του εξωτερικού οπτικού περιβάλλοντος (όπως η ευρύτερη φασματική σύνθεση του φωτός, η μειωμένη περιφερική αφεστίαση και οι διαφορές στο περιεχόμενο χωρικών συχνοτήτων μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού οπτικού περιβάλλοντος).

Φασματική σύνθεση και σύγχρονες πηγές φωτός

Μελέτες σε ζώα δείχνουν ότι η φασματική σύνθεση του φωτεινού περιβάλλοντος μπορεί επίσης να επηρεάσει την ανάπτυξη της διάθλασης και ότι ο φωτισμός περιορισμένου εύρους μηκών κύματος ή μονοχρωματικός φωτισμός μπορούν να προκαλέσουν διαθλαστικές μεταβολές σε πειραματικά μοντέλα μυωπίας. Ωστόσο, τα αποτελέσματα διαφέρουν μεταξύ των ειδών, πιθανώς λόγω φυσιολογικών διαφορών. Νέες θεραπείες ελέγχου της μυωπίας με βάση το φως διερευνώνται, αλλά η αποτελεσματικότητά και/ή το προφίλ ασφάλειάς τους δεν έχουν τεκμηριωθεί επαρκώς. Οι διαφορές στα πρότυπα ενεργοποίησης των φωτουποδοχέων του αμφιβληστροειδούς μεταξύ του ηλιακού φωτός

και των τεχνητών πηγών φωτισμού ενδέχεται επίσης να συμβάλλουν στον κίνδυνο εμφάνισης μυωπίας. Ωστόσο, ο όρος «λευκό φως» περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα μηκών κύματος, η φασματική σύνθεση του οποίου - και, κατά συνέπεια, ο βαθμός ενεργοποίησης των διαφορετικών οψινών- μπορεί να ποικίλλει σημαντικά. Το σύγχρονο περιβάλλον διαβίωσης, στο οποίο κυριαρχούν οι τεχνητές πηγές φωτισμού (LED, οθόνες), αποτελεί επομένως έναν ακόμη τομέα που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης ως προς τις πιθανές επιδράσεις του στον κίνδυνο εμφάνισης μυωπίας στον άνθρωπο.

Ύπνος και χρόνος οθόνης

Η φυσιολογική ανάπτυξη του οφθαλμού ρυθμίζεται από έναν κιρκάδιο (ημερονύκτιο) ρυθμό και το φως αποτελεί το κύριο εξωτερικό ερέθισμα. Η διαταραχή των κιρκάδιων ρυθμών (λόγω συνεχούς φωτός/σκότους ή αλλαγών στον κύκλο ύπνου) οδηγεί σε μη φυσιολογική ανάπτυξη της διάθλασης σε ζωικά μοντέλα. Η κακή ποιότητα ύπνου και οι διαταραχές στο ωράριο του ύπνου (πιθανώς λόγω υπερβολικής χρήσης οθονών ή έκθεσης σε φως αργά το βράδυ) έχουν συσχετιστεί με την ανάπτυξη μυωπίας στα παιδιά, αν και τα διαθέσιμα στοιχεία παραμένουν ασαφή. Με βάση τα σημερινά στοιχεία, η επίδραση της χρήσης ηλεκτρονικών συσκευών στην ανάπτυξη και την εξέλιξη της μυωπίας παραμένει ασαφής.

Μηχανισμοί και κενά γνώσης

Παρότι μελέτες σε ζώα υποστηρίζουν την προστατευτική δράση της έκθεσης σε έντονο φως, ο βαθμός στον οποίο τα ευρήματα αυτά μπορούν να γενικευθούν στον άνθρωπο παραμένει ασαφής. Υπάρχουν σημαντικά κενά στην κατανόηση των ακριβών ορίων έντασης, της διάρκειας, της φασματικής σύνθεσης και της χρονικής κατανομής της έκθεσης στο φως που παρέχουν τη βέλτιστη προστασία στον άνθρωπο. Σημαντικό ρόλο ενδέχεται επίσης να διαδραματίζουν και άλλα χαρακτηριστικά του οπτικού περιβάλλοντος. Για παράδειγμα, το εξωτερικό περιβάλλον παρέχει διαφορετικά οπτικά ερεθίσματα σε σχέση με το εσωτερικό (ως προς το διοπτρικό εύρος αποστάσεων και τις αντίστοιχες απαιτήσεις προσαρμογής, την περιφερική αμφιβληστροειδική αφεστίαση, καθώς και τη χρονική μεταβολή των οπτικών ερεθισμάτων).

Τεκμηριωμένες κλινικές συστάσεις

Παραμένει σε ισχύ η σημερινή κλινική σύσταση να ενθαρρύνονται τα παιδιά να περνούν τουλάχιστον δύο ώρες ημερησίως σε εξωτερικούς χώρους, ως στρατηγική καθυστέρησης της έναρξης της μυωπίας. Παρότι εξακολουθούν να υπάρχουν κενά ως προς τον καθορισμό των βέλτιστων παραμέτρων έκθεσης στο φως (ένταση, φασματική σύνθεση και χρονική κατανομή), υπάρχει ευρεία επιστημονική συναίνεση ότι η αύξηση του χρόνου σε εξωτερικούς χώρους αποτελεί τεκμηριωμένη στρατηγική για την καθυστέρηση της εμφάνισης της μυωπίας.

- Αρκετές θεραπείες με βάση το φως —κυρίως μέσω παρεμβάσεων στη φασματική σύνθεση του φωτός (π.χ. θεραπεία με ερυθρό φως)— βρίσκονται υπό κλινική διερεύνηση. Παρότι ορισμένες πρώιμες μελέτες δείχνουν πιθανά οφέλη για τον έλεγχο της μυωπίας, οι θεραπείες αυτές παραμένουν πειραματικές και υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την ασφάλεια και τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις τους. Το IMI συνεχίζει να παρακολουθεί και να αξιολογεί αυτές τις προσεγγίσεις, καθώς ενισχύεται η επιστημονική τεκμηρίωση σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την ασφάλειά τους.
- Οι κλινικοί μπορούν να διαβεβαιώνουν τους γονείς ότι η παραμονή σε εξωτερικούς χώρους είναι ωφέλιμη υπό τις συνήθεις συνθήκες — είτε έχει ηλιοφάνεια είτε συννεφιά — και ότι η χρήση καπέλου ή γυαλιών ηλίου δεν αναιρεί το προστατευτικό όφελος της παραμονής σε εξωτερικούς χώρους.

Μελλοντικές κατευθύνσεις

Απαιτούνται περαιτέρω τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες κλινικές δοκιμές με αυστηρή μεθοδολογία, τυποποιημένες μετρήσεις και αισθητήρες καταγραφής της έκθεσης στο φως, ώστε να αποσαφηνιστούν ο ρόλος και οι μηχανισμοί της έκθεσης στο φως — συμπεριλαμβανομένων της έντασης, της φασματικής σύνθεσης και της χρονικής κατανομής της — στην πρόληψη και τη διαχείριση της μυωπίας. Η ανάπτυξη αυτής της τεκμηρίωσης θα επιτρέψει στο IMI και στην ευρύτερη κλινική κοινότητα να καθορίσουν ακριβέστερες, τεκμηριωμένες κατευθυντήριες οδηγίες για την έκθεση στο φως, πέρα από τη σημερινή σύσταση για αύξηση του χρόνου παραμονής σε εξωτερικούς χώρους.

Κλείνοντας, η παρούσα σύνοψη συνοψίζει τα βασικά μηνύματα της Λευκής Αναφοράς του IMI 2025 για τους κλινικούς: αύξηση του χρόνου παραμονής των παιδιών σε εξωτερικούς χώρους ως τεκμηριωμένη παρέμβαση δημόσιας υγείας για την καθυστέρηση της έναρξης της μυωπίας, αναγνωρίζοντας παράλληλα την ανάγκη για πιο εξειδικευμένες μελλοντικές συστάσεις σχετικά με συγκεκριμένες παραμέτρους της έκθεσης στο φως, αλλά και για διεύρυνση της έρευνας στο ευρύτερο οπτικό περιβάλλον.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ο πλήρης κατάλογος των μελών της ομάδας εργασίας του IMI και οι πλήρεις Λευκές Αναφορές του IMI διατίθενται στον ιστότοπο myopiainstitute.org. Το κόστος δημοσίευσης και μετάφρασης της κλινικής σύνοψης υποστηρίχθηκε από δωρεές των BHVI, ZEISS, EssilorLuxottica, CooperVision, Alcon, HOYA, Théa και Oculus.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ

Ashby R, Harb EN, Ostrin LA, et al. IMI—The Role of Light in Refractive Development and Myopia: Evidence from Animal and Human Studies. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2025

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Brien Holden Vision Institute Ltd
Level 4, North Wing, Rupert Myers Building, Gate 14 Barker Street,
University of New South Wales, UNSW NSW 2052