

Μυωπία στη σχολική ηλικία: Επιπολασμός και αιτιογενείς παράγοντες

Σ. ΠΛΑΪΝΗΣ, MSc, PhD^{1,2}*, Γ. ΠΑΠΑΜΑΣΤΟΡΑΚΗΣ, MD¹, Γ. ΤΣΕΡΕΒΕΛΑΚΗΣ, MSc, PhD¹, Τ. ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΥ, MSc¹, Μ. ΤΣΙΛΙΜΠΑΡΗΣ, MD, PhD^{1,3}, Ι. ΠΑΛΛΗΚΑΡΗΣ, MD, PhD^{1,3}

1. *Ινστιτούτο Οπτικής και Όρασης (IVO), Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο.*

2. *Faculty of Life Sciences, University of Manchester, UK*

3. *Οφθαλμολογική Κλινική, Πανεπιστημιακό Γενικό Νοσοκομείο Ηρακλείου (ΠΑΓΝΗ),*

ΟΦΘΑΛΜΟΛΟΓΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ
1: 9-16, 2013

Σκοπός: Η σύγκριση του επιπολασμού της μυωπίας σε μαθητές από την πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση στην Ελλάδα και τη Βουλγαρία.

Μεθοδολογία: Δείγμα από 898 παιδιά, ηλικίας 10-15 ετών, επιλέχθηκε από δύο σχολεία πρωτοβάθμιας και δύο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε μια ελληνική πόλη (Ηράκλειο), και ένα πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε μια πόλη της Βουλγαρίας (Στάρα Ζαγόρα). Πεντακόσιοι ογδόντα οκτώ μαθητές ήταν Έλληνες και 310 Βούλγαροι. Η εκτίμηση του ποσοστού εμφάνισης της μυωπίας βασίστηκε: (α) στη μέτρηση της σφαιρο-κυλινδρικής (μη-κυκλοπληγικής) διάθλασης με αυτόματο διαθλασίμετρο (Rotec PRK-5000, Korea), (β) στην οπτική οξύτητα και (γ) στη χρήση μυωπικών γυαλιών.

Αποτελέσματα: Το ποσοστό των μυωπικών παιδιών διέφερε μεταξύ των δύο χωρών: το ποσοστό των μαθητών με μυωπία στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση ήταν 14,1% και 28,9% στη Στάρα Ζαγόρα και το Ηράκλειο αντίστοιχα, και 16,1% και 46,9 (95% CI 18,2 έως 29,2%, $p < 0,0001$) στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Μεταξύ των μυωπικών μαθητών μόνο το 35,8% χρησιμοποιούσε γυαλιά στη Στάρα Ζαγόρα, σε σύγκριση με το 70,7% των παιδιών στο Ηράκλειο. Τέλος, η μυωπία εμφανίστηκε πιο διαδεδομένη στις γυναίκες εφήβους με το αποτέλεσμα να είναι στατιστικά σημαντικό μόνο για τις εφήβους από την Ελλάδα (55% έναντι 40% των ανδρών, $p = 0,015$).

Συμπεράσματα: Ο υψηλότερος επιπολασμός της μυωπίας που βρέθηκε στα παιδιά στο Ηράκλειο Κρήτης, σε σύγκριση με τη Στάρα Ζαγόρα, είναι πιθανόν να έχει προκύψει από μια σειρά περιβαλλοντικών και κοινωνικο-οικονομικών παραγόντων. Περαιτέρω διερεύνηση είναι απαραίτητη προκειμένου να γίνουν κατανοητές οι διαφορές που παρατηρούνται μεταξύ των ευρωπαϊκών πληθυσμών.

Λέξεις ευρετηρίασης: μυωπία, διαθλαστικό σφάλμα, μαθητές σχολείου, οπτική οξύτητα περιβαλλοντική θεωρία, γενετική θεωρία,

Prevalence and risk factors for myopia in school children

S. PLAINIS^{1,2}, MSc, PhD, G. PAPAMATORAKIS, MD, PhD¹, G. TSEREVELAKIS, MSc, PhD¹, T. GIANNAKOPOULOU, MSc¹, M.K. TSILIMBARIS, MD, PhD^{1,3}, I.G. PALLIKARIS, MD, PhD^{1,3}

1. *Institute of Vision and Optics (IVO), University of Crete, Greece*

2. *Faculty of Life Sciences, University of Manchester, UK*

3. *Department of Ophthalmology, University Hospital of Crete, Greece*

Purpose: To compare the proportions of school children with myopia from primary and secondary schools in Greece and Bulgaria.

Methods: A sample of 898 children, aged 10-15 years, was selected from two primary and two secondary schools in a Greek city (Heraklion), and one primary and secondary school in a Bulgarian city (Stara Zagora). Five hundred and eighty eight children were Greek (65.5%) and 310 Bulgarian (34.5%). Visual acuity was assessed with the habitual refractive correction. Refractive error was measured in the absence of cycloplegia using an auto-refractor. Myopia proportions were calculated by the use of spectacles, the score of decimal VA and the measured refractive error.

Results: The percentage of myopic children differed between the two countries with the proportion with myopic refractive error ≤ 0.75 D and decimal VA < 0.8 at primary school level being 14.1% and 28.9% in Stara Zagora and Heraklion respectively and 13.0% and 46.9% (95% CI 18.2–29.2%, $p < 0.0001$) at secondary school level. Among the myopic pupils only 35.8% used corrective spectacles in Stara Zagora, compared to 70.7% of the children in Heraklion. Myopia appeared more prevalent in female adolescents with the effect being statistically significant only for Greek children (55% vs 40% of males, $p = 0.015$).

Conclusions: The increased proportion of myopic children in Heraklion, compared to Stara Zagora, may arise from a number of environmental and socio-economic factors, which need to be further investigated in order to understand the differences observed among European populations.

Key words: myopia, refractive error, school children, visual acuity, genetic factors, environmental factors

Εστάλη προς δημοσίευση 01/04/2013

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ιδανικά, όταν ένας εμμετρικός οφθαλμός παρατηρεί ένα αντικείμενο ενδιαφέροντος, το είδωλό του εστιάζεται στο κεντρικό βοθρίο του αμφιβληστροειδή, εξασφαλίζοντας ευκρινή όραση. Στους νεανικούς οφθαλμούς η ευκρινής εστίαση διασφαλίζεται για ένα σημαντικό εύρος αποστάσεων του αντικειμένου, μέσω της προσαρμοστικής ικανότητας του κρυσταλλοειδή φακού που συντελεί στην αύξηση της διοπτρικής ισχύος του οφθαλμού.^{1,2} Στους πρεσβύωπες, ένας εμμετρικός οφθαλμός παρουσιάζει ικανοποιητική όραση μόνον για μακρινά αντικείμενα, χρήζοντας διόρθωση για αντικείμενα που βρίσκονται σε ενδιάμεσες και κοντινές αποστάσεις, ως αποτέλεσμα της βαθμιαίας απώλειας της προσαρμογής.^{3,4}

Είναι προφανές, από τον όγκο των παρουσιάσεων σε παγκόσμια οφθαλμολογικά συνέδρια, ότι το ερευνητικό ενδιαφέρον, τουλάχιστον τα τελευταία χρόνια, έχει επικεντρωθεί σε βασικές και κλινικές μελέτες που αφορούν την αναστροφή των συμπτωμάτων της πρεσβυωπίας.³ Αυτό πιθανόν οφείλεται: (i) στην πλήρη κατανόηση των μηχανισμών της πρεσβυωπίας και (ii) στο γεγονός ότι τα συμπτώματά της γίνονται αισθητά σχεδόν σε όλους τους ανθρώπους. Αντιθέτως, αν εξαιρέσουμε την πρόσφατη βιβλιογραφία που αφορά τη διαθλαστική χειρουργική και την παράλληλη εξέλιξη του αντίστοιχου χειρουργικού εξοπλισμού, μέχρι πρόσφατα δεν είχε δοθεί η απαραίτητη βαρύτητα στη διερεύνηση των αιτιογενών παραγόντων της μυωπίας. Σημαντικό λόγο ίσως αποτέλεσαν τα δημογραφικά στοιχεία που επί αρκετά χρόνια ανέφεραν σταθερά ποσοστά εμφάνισης της μυωπίας στο Δυτικο-Ευρωπαϊκό κόσμο, με την υπερμετρωπία να εμφανίζεται στους περισσότερους οφθαλμούς, γεγονός που γίνεται αντιληπτό και στην καθημερινή κλινική εξέταση των ενηλίκων. Πιο πρόσφατες μελέτες, όμως, καταλήγουν σε αυξημένα ποσοστά εμφάνισης σε πληθυσμούς στην Ευρώπη, ιδιαίτερα σε σχολικές ηλικίες.⁵⁻⁷ Βέβαια, στις χώρες της Ανατολικής Ασίας που παρουσιάζουν έντονη αστικοποίηση, τα ποσοστά του νεανικού πληθυσμού με μυωπία έχουν λάβει διαστάσεις «επιδημίας».⁸ ¹⁰ Για παράδειγμα, στην Ταϊβάν, το Χονγκ Κονγκ και τη Σιγκαπούρη μέσα σε ένα διάστημα μόλις δύο δεκαετιών το ποσοστό των παιδιών ηλικίας 12 ετών με μυωπία σχεδόν διπλασιάστηκε από 36% το 1983 σε 65% το 2010.¹¹ Στην Ιαπωνία, τη χώρα ίσως με τα μεγαλύτερα ποσοστά μυώπων παγκοσμίως, το 50-60% του πληθυσμού (έναντι 15% μόλις το 1920) έχει μυωπία.¹² Γενικά, η εμφάνιση της μυωπίας σε προ-πρεσβυωπικές ηλικίες κυμαίνεται γύρω στο 70-80% σε ορισμένες ασιατικές

χώρες, 30-40% στην Ευρώπη και ΗΠΑ και 10-20% στην Αφρική.¹³

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί, ότι τα ποσοστά εμφάνισης μυωπίας αυξάνονται κατά την εφηβεία και φτάνουν σε μέγιστες τιμές σε νεανικούς πληθυσμούς με υψηλό μορφωτικό επίπεδο (που συσχετίζεται με αυξημένο χρόνο κοντινής εργασίας), όπως οι φοιτητές Πανεπιστημίου: τα ποσοστά αγγίζουν το 80 με 90% σε Ασιάτες φοιτητές¹⁴ και το 55% σε φοιτητές στην Αγγλία.^{15,16}

Αν και είναι αποδεκτό ότι η μυωπία σήμερα αποτελεί παγκοσμίως την κύρια αιτία μείωσης της όρασης στο σχολικό πληθυσμό με σημαντικές οικονομικές και εκπαιδευτικές επιπτώσεις,^{17,18} λίγες είναι οι μελέτες που έχουν αξιολογήσει τα ποσοστά εμφάνισης μυωπίας σε μαθητές σχολείων σε χώρες της Ευρώπης. Η παρούσα εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη: στο πρώτο μέρος αναφέρεται σε πρόσφατες εκτιμήσεις του επιπολασμού της μυωπίας σε μαθητές στην Ελλάδα και στη Βουλγαρία, ενώ στο δεύτερο πραγματοποιείται μία σύντομη αναφορά στους αιτιογενείς παράγοντες της μυωπίας.

A. ΕΠΙΠΟΛΑΣΜΟΣ ΜΥΩΠΙΑΣ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΣΧΟΛΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ

A1. Μεθοδολογία

Το δείγμα των μαθητών προήλθε από δύο Δημοτικά και δύο Γυμνάσια σχολεία στο Ηράκλειο Κρήτης και από ένα Δημοτικό και ένα Γυμνάσιο σχολείο στη Στάρα Ζαγόρα της Βουλγαρίας. Η Στάρα Ζαγόρα και το Ηράκλειο επιλέχθηκαν επειδή παρουσίαζαν τον ίδιο πληθυσμό, περίπου 180 000 κατοίκους. Τα σχολεία βρίσκονταν σε κεντρικές συνοικίες των δύο πόλεων. Όλοι οι μαθητές της Πέμπτης και Έκτης Δημοτικού και όλων των τάξεων του Γυμνασίου πήρανε μέρος στη μελέτη, η οποία εκπονήθηκε σε δύο περιόδους: το Μάρτιο – Απρίλιο του 2006 και το Μάιο του 2007. Όλοι οι μαθητές που ήταν παρόντες εξετάστηκαν, εκτός από δύο μαθητές (0.73%) που αρνήθηκαν να πάρουν μέρος στη μελέτη. Από τους 932 μαθητές που αρχικά δέχτηκαν να συμμετάσχουν στη μελέτη, 34 δεν πήραν μέρος σε όλες τις μετρήσεις, με αποτέλεσμα η ανάλυση να στηριχτεί σε 898 παιδιά (96.4%): 588 από την Ελλάδα (65.5%) και 310 (34.5%) από τη Βουλγαρία. Τα χαρακτηριστικά των μαθητών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Η οπτική οξύτητα αξιολογήθηκε στα 4m με τη συνηθή διόρθωση (αν υπήρχε) χρησιμοποιώντας τους logMAR πίνακες (Πίνακας 1 για ΔΟ, Πίνακας 2 για ΑΟ)

Πίνακας 1. Συγκρίσεις των χαρακτηριστικών των μαθητών στο Ηράκλειο και στη Στάρα Ζαγόρα (n=898).

Χαρακτηριστικά	Στάρα Ζαγόρα (n = 310)	Ηράκλειο (n = 588)	p-value
	n (%)	n (%)	
Μέση ηλικία (χρόνια)	12.5 (0.08)	12.4 (0.07)	0.630
Φύλο			0.197
Αγόρια	151 (48.7%)	313 (53.2%)	
Κορίτσια	159 (51.3%)	275 (46.8%)	
Συχνότητα μυωπίας	42 (13.5%)	219 (37.2%)	<0.001
Συχνότητα αστιγματισμού	30 (9.7%)	101 (17.2%)	0.002

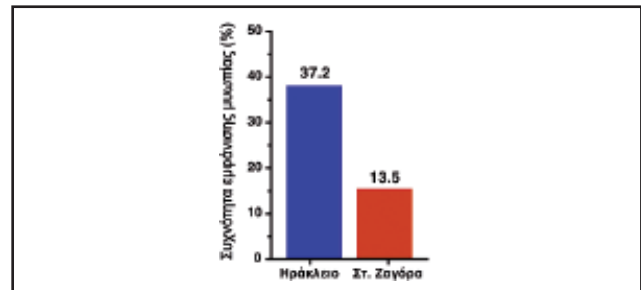
του Πανεπιστημίου Κρήτης,¹⁹ οι οποίοι ήταν τοποθετημένοι σε ειδικό κουτί υποδοχής (Cat No. 392; Sussex Vision Ltd., UK), εξασφαλίζοντας φωτεινότητα 160 cd/m². Η εκτίμηση του ποσοστού εμφάνισης της μυωπίας βασίστηκε:(α) στη μέτρηση της σφαιρο-κυλινδρικής διάθλασης με αυτόματο διαθλασίμετρο (Potec PRK-5000; Potec Ltd., Korea), (β) στην οπτική οξύτητα και (γ) στη χρήση μυωπικών γυαλιών. Η οπτική οξύτητα χρησιμοποιήθηκε στον ορισμό της μυωπίας για να μειώσει την πιθανότητα υπερεκτίμησης του αριθμού των μαθητών με μυωπία, μια και δεν πραγματοποιήθηκε κυκλοπληγία (δεν ήταν εφικτή η χρήση παρεμβατικών διαδικασιών, όπως τα κυκλοπληγικά φάρμακα). Η μυωπία ορίστηκε με τα παρακάτω κριτήρια: σφαιρικό ισοδύναμο (η μέση τιμή των δύο κύριων διοπτρικών μεσημβρινών) ≤-0.75D τουλάχιστον στον έναν οφθαλμό και χρήση μυωπικών γυαλιών ή δεκαδική οπτική οξύτητα < 0.8 (> 0.1 logMAR) χωρίς διόρθωση και σφαιρικό ισοδύναμο ≤-0.75D τουλάχιστον στον ένα οφθαλμό. Ως αστιγματισμός ορίστηκε η διαφορά μεταξύ των δύο κύριων διοπτρικών μεσημβρινών.

Για την στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση χ². Ο ελεγχος z για δύο ανεξάρτητα δείγματα χρησιμοποιήθηκε για τη σύγκριση των μέσων ηλικιών των μαθητών σε κάθε χώρα και κάθε επίπεδο εκπαίδευσης (δημοτικό / γυμνάσιο). Η λογιστική παλινδρόμηση χρησιμοποιήθηκε για την εξέταση της πιθανής σχέσης της γεωγραφικής περοχής με την ύπαρξη μυωπίας ελέγχοντας για πιθανές επιδράσεις του φύλου και της ηλικίας. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού λογισμικού προγράμματος SPSS 15.0.

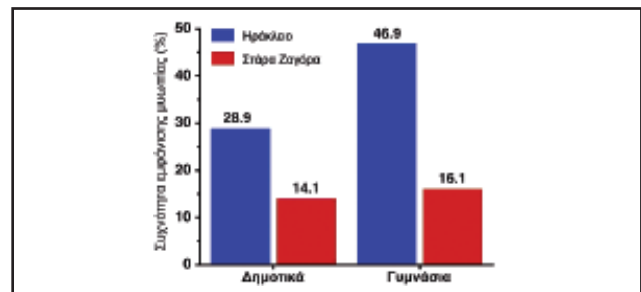
A2. Αποτελέσματα

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι ο επιπολασμός της μυωπίας ήταν 37.2% με 95% διάστημα εμπιστοσύνης (ΔΕ) από 33.3 έως 41.5%) για τους Έλληνες μαθητές και 13.5% (95% ΔΕ 9.7– 17.4%) για τους Βούλγαρους μαθητές (βλ. Εικόνα 1).Τα 95% ΔΕ της διαφοράς μεταξύ των ποσοστών κυμάνθηκε από 18.2 μέχρι 29.2 ποσοστιαίες μονάδες (p < 0.0001).

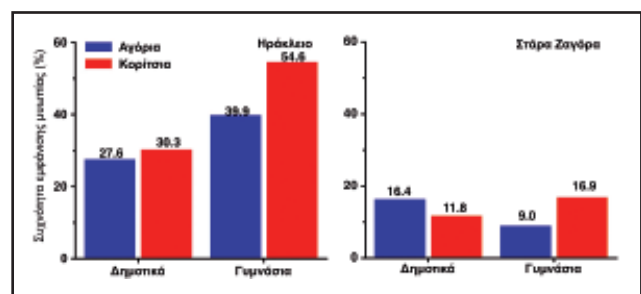
Στην εικόνα 2 παρουσιάζονται τα επιμέρους ποσοστά για τα Δημοτικά και τα Γυμνάσια σχολεία. Αν και η συχνότητα εμφάνισης της μυωπίας είναι σημαντικά αυξημένη στους μαθητές Γυμνασίου (46.9%) από



Εικόνα 1: Συχνότητα εμφάνισης της μυωπίας σε μαθητές σχολείων (πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) της Στάρα Ζαγόρα στη Βουλγαρία σε σύγκριση με το Ηράκλειο Κρήτης.



Εικόνα 2: Συχνότητα εμφάνισης της μυωπίας σε μαθητές δημοτικού και γυμνασίου της Στάρα Ζαγόρα στη Βουλγαρία σε σχέση με το Ηράκλειο Κρήτης.



Εικόνα 3: Η συχνότητα εμφάνισης της μυωπίας βρέθηκε πολύ μικρότερη στους μαθητές σχολείων της Στάρα Ζαγόρα στη Βουλγαρία από ότι στο Ηράκλειο. Σημαντική επίσης και η διαφορά που παρατηρείται μεταξύ μαθητών δημοτικού (29%) και γυμνασίου (47%) στο Ηράκλειο.

ότι στους μαθητές Δημοτικού (28.9%) στο Ηράκλειο ($p < 0.001$) δεν παρατηρείται κάτι ανάλογο για τους μαθητές στη Στάρα Ζαγόρα (14.1% στο Δημοτικό έναντι 16.1% στο Γυμνάσιο, $p = 0.787$). Τα ποσοστά εμφάνιση του αστιγματισμού ($cyl \leq -0.75D$) μεταξύ των δύο χωρών, επίσης διαφέρουν σε στατιστικά σημαντικό βαθμό (16.8% στο Ηράκλειο vs. 9.7% στη Στάρα Ζαγόρα, $\chi^2 = 8.5$ με 1 βαθμό ελευθερίας, $p = 0,004$).

Όσο αφορά τις διαφορές μεταξύ των φύλων (εικόνα 3), το ποσοστό των κοριτσιών με μυωπία ήταν υψηλότερο από αυτό των αγοριών και στις δύο χώρες, αν και η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική μόνο για τους Έλληνες μαθητές (33.2% των αγοριών, 41.2% των κοριτσιών, $p = 0.032$) και όχι για τους Βούλγαρους (12.6% και 14.5%, αντίστοιχα, $p = 0.628$). Αν η ανάλυση γίνει μόνο για τα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης παρατηρούνται σημαντικές στατιστικά διαφορές στα ποσοστά μυωπίας και στις δύο χώρες (39.9% των αγοριών vs. 54.6% των κοριτσιών στην Ελλάδα και το 9.0% των αγοριών vs. 16.9% των κοριτσιών στη Βουλγαρία). Αντιθέτως, δεν παρατηρούνται στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των φύλων στους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Στάρα Ζαγόρα: 16.4% των αγοριών vs. 11.8% των κοριτσιών; Ελλάδα: 27.6% των αγοριών vs. 30.3% των κοριτσιών).

Χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης, βρέθηκε ότι η πιθανότητα εμφάνισης (odds ratios, OR) της μυωπίας στην Ελλάδα στους μαθητές Δημοτικού ήταν 2.5 φορές αυτής στους μαθητές στη Βουλγαρία (το 95% ΔΕ για τα OR είναι από 1,5 έως 4,2), τροποποιώντας για πιθανές επιδράσεις της ηλικίας (OR 0.91, 95% ΔΕ 0.66 to 1.24) και του φύλου (OR 0.98, 95% ΔΕ 0.63 to 1.51). Επίσης, η πιθανότητα εμφάνισης (OR) της μυωπίας στην Ελλάδα στους μαθητές Γυμνασίου βρέθηκε 5.9 φορές μεγαλύτερη από τους μαθητές στη Βουλγαρία (το 95% ΔΕ για τα OR είναι 3.5 to 10.0) μετά την κανονικοποίηση για το φύλο (η πιθανότητα εμφάνισης της μυωπίας στα κορίτσια είναι 2.0 φορές μεγαλύτερη από τα αγόρια, 95% ΔΕ 1.2 to 3.2) και την ηλικία (OR 1.2, 95% ΔΕ 0.9 to 1.5).

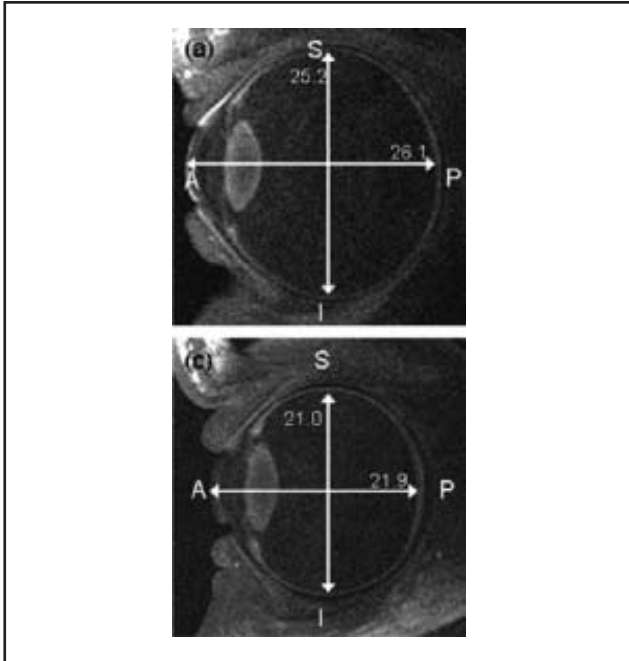
B. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα μελέτη αποτελεί την πρώτη συγκριτική μελέτη μεταξύ μαθητών της Βουλγαρίας και της Ελλάδας. Υπάρχουν άλλες δύο δημοσιευμένες μελέτες που αναφέρονται στη συχνότητα εμφάνισης της μυωπίας στον Ελληνικό πληθυσμό αλλά δεν είναι εφικτό να συσχετισθούν άμεσα με αυτή την εργασία, είτε επειδή παρου-

σιάζουν αυτο-αναφερόμενα στοιχεία (συμπληρωμένα σε ερωτηματολόγιο) από μαθητές ηλικίας 15-18 ετών,²⁰ είτε γιατί το δείγμα αποτελείται αποκλειστικά από άνδρες κατά τη διάρκεια της στρατιωτικής τους θητείας.²¹ Επίσης, στην πρώτη μελέτη²⁰ η μυωπία ορίστηκε ως διαθλαστικό σφάλμα $< -0.25D$, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι 36.8% του πληθυσμού εμφάνιζε μυωπία.

Είναι ενδιαφέρον το γεγονός ότι παρατηρούνται τόσο μεγάλες αποκλίσεις στον επιπολασμό της μυωπίας μεταξύ του Ελληνικού και Βουλγαρικού σχολικού πληθυσμού. Μήπως οι παρατηρούμενες αποκλίσεις οφείλονται σε γενετικούς παράγοντες²² διαφοροποιώντας την εμφάνιση της μυωπίας σε δύο χώρες που βρίσκονται στον ίδιο γεωγραφικό χώρο των Βαλκανίων; Με τα χρόνια έχουν προταθεί πολλές υποθέσεις με επίκεντρο κυρίως την ιδέα ότι η εξέλιξη της μυωπίας έχει είτε γενετική βάση ή εποπτεύεται και καθορίζεται από το περιβάλλον και την εμπειρία μετά τη γέννηση.²³ Ενώ οι γενετικοί παράγοντες παίζουν αναμφισβήτητα σημαντικό ρόλο,^{8,22,24} η παρατήρηση ότι τα ποσοστά εμφάνισης της μυωπίας έχουν αυξηθεί σημαντικά κατά τη διάρκεια μιας μόνο γενιάς σε πολλά μέρη του κόσμου έχει εστιάσει την προσοχή στη σημασία του περιβάλλοντος και του τρόπου ζωής και ιδίως στις επιπτώσεις της εντατικής εκπαίδευσης και της παρατεταμένης κοντινής εργασίας, λόγω των αυξημένων απαιτήσεων στο σχολείο και της χρήσης υπολογιστών και άλλων διαδραστικών συσκευών, που παράλληλα οδηγεί στην αποχή από δραστηριότητες (π.χ. αθλητικές) εκτός σπιτιού.²⁵⁻²⁷

Είναι όμως τόσο διαφορετικές οι καθημερινές συνήθειες και ο τρόπος ζωής των παιδιών στο Ηράκλειο και στην Στάρα Ζαγόρα, ώστε να προκύπτει μία τέτοια σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πληθυσμών; Η Στάρα Ζαγόρα αποτελεί ένα αστικό κέντρο με περισσότερα πάρκα, πλατείες και υπαίθριους χώρους (π.χ. αλάνες), σε σχέση με το Ηράκλειο, στους οποίους έχουν τη δυνατότητα τα παιδιά καθημερινά να παίξουν. Από την άλλη, το Ηράκλειο αποτελεί τη μεγαλύτερη πόλη στην Κρήτη, παρέχοντας περισσότερες επιλογές για αποδράσεις, λόγω της αυξημένης ηλιοφάνειας (2770 συνολικές ώρες το χρόνο) και καλοκαιρίας (μέση θερμοκρασία 19 βαθμούς) σε σχέση με τη Στάρα Ζαγόρα (μέση θερμοκρασία 13 βαθμούς, 2040 συνολικές ώρες ηλιοφάνειας το χρόνο) (πηγή www.wikipedia.com). Αν και δεν υπάρχουν στοιχεία σχετικά με τις ώρες που το μέσο παιδί αφιερώνει σε υπαίθριες δραστηριότητες στις δύο χώρες ώστε να τεκμηριώσουμε τις υποθέσεις μας, θα αναμέναμε, λόγω των κλιματικών συνθηκών, οι μαθητές του Ηρακλείου να βρίσκονται περισσότερες



Εικόνα 4: Απεικονίσεις με μαγνητική τομογραφία ενός μυωπικού (άνω) σε σχέση με έναν εμμετρικό (κάτω) οφθαλμό. (από Atchison et al., 2004)

ώρες (ιδιαίτερα την καλοκαιρινή περίοδο, λόγω της θάλασσας) εκτός σπιτιού.

Δεν πρέπει να αγνοούμε, όμως, ότι υπάρχουν και κοινωνικο-οικονομικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν το χρόνο που ένα παιδί ασχολείται με κοντινή εργασία. Για παράδειγμα, τα πρόσθετα φροντιστηριακά μαθήματα και τα μαθήματα ξένων γλωσσών ανωτάτου επιπέδου αναγκάζουν τους Έλληνες μαθητές σε τουλάχιστον 4 με 6 ώρες επιπλέον επιβάρυνση ημερησίως, περιορίζοντας στο ελάχιστο τον πραγματικό ελεύθερο χρόνο τους σε σχέση με τους μαθητές στη Βουλγαρία. Επίσης, μεταξύ των «ενοχοποιητικών» παραγόντων στην αλματώδη αύξηση της μυωπίας στην Ελλάδα, βρίσκεται το οικογενειακό εισόδημα και το επίπεδο εκπαίδευσης των γονέων.^{21,28-30} Είναι αναμενόμενο οι γονείς με αυξημένα εισοδήματα και με ανώτατη εκπαίδευση να έχουν περισσότερες απαιτήσεις από τα παιδιά για επιτυχία και καταξίωση, πολλές φορές επιβάλλοντάς τα να παρακολουθούν φροντιστηριακά μαθήματα από τις τελευταίες τάξεις του δημοτικού. Μάλιστα, αρκετοί γονείς ενθαρρύνουν τα παιδιά τους να δουλέψουν σκληρά για να εξασφαλίσουν την εισαγωγή τους στα Ελληνικά πανεπιστήμια.³¹ Δεν είναι τυχαίο ότι ένας σημαντικός αριθμός παιδιών αναγκάζεται να σταματήσει την συστηματική άθληση και ότι τα μεγαλύτερα ποσοστά μυωπίας συναντώνται μεταξύ των μαθητών που παρουσιάζουν άριστες επιδόσεις στο σχολείο. Το γεγονός ότι μεταξύ των μαθητών με μυωπία μόνο το 35,8%

χρησιμοποιούσε γυαλιά στη Στάρα Ζαγόρα, σε σύγκριση με το 70,7% των παιδιών στο Ηράκλειο, υποδηλώνει πιθανές οικονομικές διαφορές μεταξύ των δύο χωρών.

Ένα επίσης ενδιαφέρον στοιχείο είναι ο επιπολασμός της μυωπίας σε Έλληνες μαθητές του γυμνασίου σε μεγαλύτερο ποσοστό στα κορίτσια (55%) σε σχέση με τα αγόρια (40%), παρατήρηση που συμφωνεί με προηγούμενες μελέτες.^{25,27,32} Αυτό μπορεί να οφείλεται τόσο στην πιο γρήγορη ανάπτυξη των κοριτσιών όσο επίσης και στο γεγονός ότι τα αγόρια αφιερώνουν περισσότερο χρόνο από τα κορίτσια εκτός σπιτιού.^{27,33}

Μηχανισμοί εμμετροποίησης και μυωπία

Ένας εμμετρικός οφθαλμός είναι αποτέλεσμα της αρμονικής συσχέτισης των διαθλαστικών μέσων του οφθαλμού (κερατοειδής, φακός) με το αξονικό του μήκος. Η «εμμετροποίηση», ο μηχανισμός που συντονίζει με τη συμμετοχή γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, την ανάπτυξη των συνιστωσών του οφθαλμού για να την επίτευξη της εμμετροπίας στους περισσότερους οφθαλμούς, είναι πιθανόν να «επέμβει» σε μικρές ηλικίες (συνήθως <8 ετών), ώστε να αντισταθμίσει σε κάποιον βαθμό τα διαθλαστικά σφάλματα, π.χ ο κερατοειδής να αναπτυχθεί με λιγότερη ισχύ για να διασφαλίσει ευκρινή εικόνα σε έναν οφθαλμό με μεγαλύτερο του κανονικού αξονικό μήκος.

Στη μυωπία ο οφθαλμός μπορεί να θεωρηθεί πως είναι πολύ ισχυρός για το μήκος του (διαθλαστική μυωπία) ή πολύ μεγάλος για τη συνολική διαθλαστική ισχύ του (αξονική μυωπία). Ωστόσο, η σχέση μεταξύ του διαθλαστικού σφάλματος και των διαφόρων οφθαλμικών παραμέτρων είναι αρκετά σύνθετη, οπότε σήμερα ένας τέτοιος διαχωρισμός θεωρείται αδόκιμος. Σύγχρονες βιομετρικές μελέτες έχουν δείξει ότι οι εμμετρικοί οφθαλμοί δύναται να έχουν μεγάλες διακυμάνσεις, λόγω του μηχανισμού «εμμετροποίησης» α) στη διαθλαστική τους ισχύ και β) στο αξονικό τους μήκος, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα πως είναι δύσκολο να ορίσουμε ένα «φυσιολογικό» αξονικό μήκος ή μια «φυσιολογική» συνολική διοπτρική ισχύ για τον εμμετρικό οφθαλμό. Σήμερα πιστεύεται ότι η μεσαία / υψηλή μυωπία (> 3D) είναι αξονική: οι μικρές μυωπίες (< 3D) οφείλονται κυρίως στο εσφαλμένο ταίριασμα μεταξύ του αξονικού μήκους του οφθαλμού με τη συνολική διοπτρική του δύναμη (βλ εικόνα 4).³⁴

Αιτιογενείς παράγοντες της μυωπίας: Γενετική θεωρία

Η γενετική θεωρία δέχεται ότι η εμφάνιση της μυωπίας οφείλεται σε κληρονομικούς παράγοντες και γενικά κληροδοτείται από τους γονείς στους απογόνους.

Έρευνες^{28,35,36} έχουν δείξει πως στην περίπτωση δύο μυώπων γονέων, οι πιθανότητες ο απόγονος να είναι μύωπας είναι επταπλάσιες σε σχέση με έναν απόγονο ο οποίος δεν έχει μύωπες γονείς. Επίσης άλλες έρευνες σε διδύμους (μονοζυγωτικούς και διζυγωτικούς), έδειξαν πως η μυωπία παρουσιάζει ισχυρή κληρονομικότητα που άγγιζε το 90%.³⁷ Οι πιο πρόσφατες μελέτες τέλος, εντοπίζουν συγκεκριμένα γονίδια (π.χ. υπεύθυνα για την ανάπτυξη του οφθαλμικού βολβού) ως βασικούς υπόπτους για την ανάπτυξη της μυωπίας. Όλα τα παραπάνω βέβαια δεν αποδεικνύουν την αμιγώς γονιδιακή φύση της μυωπίας, αφού άτομα με συγκεκριμένα «ύποπτα» γονίδια, ενώ πιθανόν ανήκουν σε μια ομάδα υψηλής επικινδυνότητας μυωπικής ανάπτυξης, δεν είναι προβλέψιμο αν θα την εκδηλώσουν ή όχι κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Αυτό φαίνεται και από άλλες ανεξάρτητες μελέτες, οι οποίες δείχνουν πως σε οικογένειες με υψηλή μυωπία υπήρχε ελάχιστη γονιδιακή συμμετοχή.

Αιτιογενείς παράγοντες της μυωπίας: Περιβαλλοντικά αίτια

Στην περιβαλλοντική θεωρία υποστηρίζεται πως η μυωπία είναι επίκτητη και η εξέλιξή της συνδέεται άμεσα με τον τρόπο ζωής και τις συνήθειες του κάθε ατόμου. Η πιθανή συσχέτιση της μυωπίας με το περιβάλλον αποτελεί θέμα συζήτησης που ξεκίνησε τον 17^ο αιώνα, όταν ο Kepler έθεσε την ιδέα της συσχέτισης της μυωπίας με την εγγύτητα της εργασίας, ισχυριζόμενος πως όσο αυξάνεται ο χρόνος που αφιερώνουμε στην ανάγνωση και τη γραφή, τόσο αυξάνεται η μυωπία. Λίγο αργότερα ο Ramazzini σημειώνει ότι η παρατεταμένη ενασχόληση με κοντινή εργασία έχει σαν συνέπεια την αδυναμία της όρασης λόγω κόπωσης των “μεμβρανών και ινών”. Ομοίως στην ίδια υπόθεση καταλήγει και ο Donders δύο αιώνες αργότερα ο οποίος προσάπτει την εξέλιξη της μυωπίας «στην τάση του ματιού για κοντινές εργασίες».

Σήμερα υπάρχει μεγάλος αριθμός επιδημιολογικών

μελετών που δείχνει υψηλότερη τάση της μυωπίας σε ακαδημαϊκούς πληθυσμούς, σχετίζοντάς την τόσο με το επίπεδο της εκπαίδευσης όσο και με την κοντινή εργασία (διάβασμα, χρήση υπολογιστή κ.α.). Σε μια έρευνα νεαρών Νότιων Εσκιμώων και Ινδιάνων (15-25) υψηλού μορφωτικού επιπέδου, βρέθηκαν ποσοστά μυωπίας που άγγιζαν το 35%.³⁸ Σε μια παρόμοια μελέτη του Young³⁹ λίγα χρόνια πριν σε Εσκιμώους μεγαλύτερης ηλικίας και χαμηλότερου μορφωτικού επιπέδου, είχε βρεθεί πως τα ποσοστά μυωπίας έφταναν μόλις το 2%. Πρόσφατες μελέτες⁴⁰ σε ιθαγενείς του άπω Αμαζονίου στη Βραζιλία με αποδεδειγμένα ανύπαρκτη μόρφωση, έδειξαν πως το ποσοστό των ιθαγενών με σφαιρικό ισοδύναμο ≤ -1.0 D ήταν μόνο 2.3%. Αντίστοιχες τώρα μελέτες σε πληθυσμό της Βραζιλίας με υψηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης σε σχέση με τους ιθαγενείς, έδειξαν πως τα ποσοστά της μυωπίας έφταναν το 11.3%.

Φαίνεται πως καμία εκ των δύο θεωριών δεν μπορεί πλήρως να εξηγήσει από μόνη της την ανάπτυξη της μυωπίας στο γενικό πληθυσμό και ιδιαίτερα τις παρατηρούμενες διαφορές στον επιπολασμό της σε μαθητές στο Ηράκλειο και στη Στάρα Ζαγόρα. Η διακύμανση της μυωπίας ανά ηλικία, μορφωτικό επίπεδο και τον τρόπο ζωής ίσως να εξηγείται καλύτερα από το συνδυασμό της γενετικής και της περιβαλλοντικής θεωρίας. Περαιτέρω έρευνα είναι αναγκαία σχετικά με άλλους περιβαλλοντικούς παράγοντες (π.χ. φως και υπεριώδης ακτινοβολία) και οπτικούς μηχανισμούς (π.χ περιφερική διάθλαση) που εμπλέκονται στο μηχανισμό της «μυωπιογέννησης».

Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε την Ιωάννα Μοσχανδρέα (Επίκουρη Καθηγήτρια Βιοστατιστικής, Τομέας Κοινωνικής Ιατρικής, Σχολή Επιστημών Υγείας, Πανεπιστήμιο Κρήτης) για τη συνδρομή της στην στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Charman WN, Plainis S. Physiology and behaviour of the accommodation system. In: Pallikaris IG, Plainis S, Charman WN, ed. *Presbyopia: Origins, Effects, and Treatment*. Thorofare NJ: SLACK Incorporated, 2012.
2. Plainis S, Pallikaris IG. Accommodation function of the human eye: a review. *Greek Annals of Ophthalmology* 2005;15:205-18.
3. Pallikaris IG, Plainis S, Charman WN. *Presbyopia: Origins, Effects, and Treatment*. Thorofare NJ: SLACK Incorporated; 2012.
4. Plainis S, Pallikaris IG. Mechanisms of presbyopia: Are we approaching its reversal with the current surgical techniques? . *Ophthalmologia* 2005;17:170-8.
5. Pan CW, Ramamurthy D, Saw SM. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt* 2012;32:3-16.
6. Plainis S, Moschandreas J, Nikolitsa P, Plevridi E, Giannakopoulou T, Vitanova V, Tzatzala P, Pallikaris IG, Tsilimbaris MK. Myopia and visual acuity impairment: a comparative study of Greek and Bulgarian school children. *Ophthalmic Physiol Opt* 2009;29:312-20.
7. Vitale S, Sperduto RD, Ferris FL, 3rd. Increased prevalence of myopia in the United States between 1971-1972 and 1999-2004. *Arch Ophthalmol* 2009;127:1632-9.
8. Gilmartin B. Myopia: precedents for research in the twenty-first century. *Clin Experiment Ophthalmol* 2004;32:305-24.
9. Grosvenor T. Why is there an epidemic of myopia? *Clin Exp Optom* 2003;86:273-5.
10. Saw SM. A synopsis of the prevalence rates and environmental risk factors for myopia. *Clin Exp Optom* 2003;86:289-94.
11. Lin LL, Shih YF, Hsiao CK, Chen CJ. Prevalence of myopia in Taiwanese schoolchildren: 1983 to 2000. *Ann Acad Med Singapore* 2004;33:27-33.
12. Matsumura H, Hirai H. Prevalence of myopia and refractive changes in students from 3 to 17 years of age. *Surv Ophthalmol* 1999;44 Suppl 1:S109-15.
13. Fredrick DR. Myopia. *Bmj* 2002;324:1195-9.
14. Guggenheim JA, Hill C, Yam TF. Myopia, genetics, and ambient lighting at night in a UK sample. *Br J Ophthalmol* 2003;87:580-2.
15. Bullimore MA, Conway R, Nakash A. Myopia in optometry students: family history, age of onset and personality. *Ophthalmic Physiol Opt* 1989;9:284-8.
16. Logan NS, Davies LN, Mallen EA, Gilmartin B. Ametropia and ocular biometry in a U.K. university student population. *Optom Vis Sci* 2005;82:261-6.
17. Resnikoff S, Pascolini D, Mariotti SP, Pokharel GP. Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. *Bull World Health Organ* 2008;86:63-70.
18. World Health Organisation (WHO). *Elimination of Avoidable Visual Disability due to Refractive Errors*. Geneva: World Health Organisation; 2000.
19. Plainis S, Tzatzala P, Orphanos Y, Tsilimbaris MK. A modified ETDRS visual acuity chart for European-wide use. *Optometry and Vision Science* 2007;84:647-53.
20. Mavracanas TA, Mandalos A, Peios D, Golias V, Megalou K, Gregoriadou A, Delidou K, Katsougianopoulos B. Prevalence of myopia in a sample of Greek students. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78:656-9.
21. Konstantopoulos A, Yadegarfar G, Elgohary M. Near work, education, family history, and myopia in Greek conscripts. *Eye* 2008;22:542-6.
22. Morgan I, Rose K. How genetic is school myopia? *Prog Retin Eye Res* 2005;24:1-38.
23. Charman N. Myopia: its prevalence, origins and control. *Ophthalmic Physiol Opt* 2011;31:3-6.
24. Zadnik K. The Glenn A. Fry Award Lecture (1995). Myopia development in childhood. *Optom Vis Sci* 1997;74:603-8.
25. Jacobsen N, Jensen H, Goldschmidt E. Does the level of physical activity in university students influence development and progression of myopia?--a 2-year prospective cohort study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2008;49:1322-7.
26. Mutti DO, Mitchell GL, Moeschberger ML, Jones LA, Zadnik K. Parental myopia, near work, school achievement, and children's refractive error. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:3633-40.
27. Rose KA, Morgan IG, Ip J, Kifley A, Huynh S, Smith W, Mitchell P. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology* 2008;115:1279-85.
28. Kurtz D, Hyman L, Gwiazda JE, Manny R, Dong LM, Wang Y, Scheiman M. Role of parental myopia in the progression of myopia and its interaction with treatment in COMET children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:562-70.
29. Ip JM, Huynh SC, Robaei D, Rose KA, Morgan IG, Smith W, Kifley A, Mitchell P. Ethnic differences in the impact of parental myopia: findings from a population-based study of 12-year-old Australian children. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2007;48:2520-8.
30. Zadnik K, Satariano WA, Mutti DO, Sholtz RI, Adams AJ. The effect of parental history of myopia on children's eye size. *Jama* 1994;271:1323-7.
31. Ierodiakonou CS. Adolescents' mental health and the Greek family: preventive aspects. *J Adolesc* 1988;11:11-9.
32. Morgan A, Young R, Narankhand B, Chen S, Cottrill C, Hosking S. Prevalence rate of myopia in schoolchildren in rural Mongolia. *Optom Vis Sci* 2006;83:53-6.
33. Parssinen O, Lyyra AL. Myopia and myopic progression among schoolchildren: a three-year follow-up study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993;34:2794-802.
34. Atchison DA, Jones CE, Schmid KL, Pritchard N, Pope JM, Strugnell WE, Riley RA. Eye shape in emmetropia and myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2004;45:3380-6.
35. Goldschmidt E. The importance of heredity and environment in the etiology of low myopia. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1981;59:759-62.
36. Ashton GC. Segregation analysis of ocular refraction and myopia. *Hum Hered* 1985;35:232-9.
37. Hammond CJ, Snieder H, Gilbert CE, Spector TD. Genes and environment in refractive error: the twin eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42:1232-6.
38. Morgan RW, Munro M. Refractive problems in Northern natives. *Can J Ophthalmol* 1973;8:226-8.

39. Young FA, Leary GA, Baldwin WR, West DC, Box RA, Harris E, Johnson C. The transmission of refractive errors with-
in eskimo families. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 1969;46:676-85.
40. Thorn F, Cruz AA, Machado AJ, Carvalho RA. Refractive status of indigenous people in the northwestern Amazon region of Brazil. *Optom Vis Sci* 2005;82:267-72.