ePublishing

Open Schools Journal for Open Science

Vol 2, No 1 (2019)

Special Issue Articles from the 1st Greek Student Conference on Research and Science

Ποικιλομορφία στην έκφραση γονιδίων στον ανθρώπινο πληθυσμό

Χαρούλα Μαρίνου, Δημήτρης Ανδρίτσος, Ηλιάνα Γιακουμέλου, Σπύρος Χρυσοχόος

doi: 10.12681/osj.19585

To cite this article:

Μαρίνου Χ., Ανδρίτσος Δ., Γιακουμέλου Η., & Χρυσοχόος Σ. (2019). Ποικιλομορφία στην έκφραση γονιδίων στον ανθρώπινο πληθυσμό. *Open Schools Journal for Open Science*, *2*(1), 450–459. https://doi.org/10.12681/osj.19585

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 27/01/2026 20:13:35

Open Schools Journal for Open Science

Volume 1

Ποικιλομορφία στην έκφραση γονιδίων στον ανθρώπινο πληθυσμό

Ανδρίτσος Δημήτρης[1], Γιακουμέλου Ηλιάνα[1], Χρυσοχόος Σπύρος[1], Χαρίκλεια Μαρίνου[1]

[1]Ελληνογερμανική Αγωγή

Περίληψη

Η ερευνητική μας εργασία έχει ως κύριο θέμα τη μελέτη διαφόρων γενετικών γνωρισμάτων σε πληθυσμιακό επίπεδο και στατιστική ανάλυση της γενετικής ποικιλότητας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε σύνολο 320 μαθητών του σχολείου Ελληνογερμανική Αγωγή. Η ομάδα μας κατέγραψε την εμφάνιση ορισμένων χαρακτηριστικών του σώματος: το σχήμα των λοβών του αυτιού, γραμμή τριχοφυίας, λακκάκια στα μάγουλα και στο πηγούνι, αναδίπλωση της γλώσσας, αντίχειρας όρθιος ή με κάμψη, δακτυλάκι του χεριού ίσιο ή πλάγιο, ύπαρξη φακίδων, χρώμα και σχήμα μαλλιών, χρώμα ματιών. Ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και συσχέτιση αυτών με το είδος του γονιδίου από το οποίο ελέγχονται, επικρατές ή υπολειπόμενο. Παρατηρήσαμε ότι τα περισσότερα επικρατή γονίδια όντως απαντώνται σε μεγαλύτερη συχνότητα στον πληθυσμό, υπάρχουν όμως και μερικές ενδιαφέρουσες εξαιρέσεις, οι οποίες οφείλονται στο γεγονός ότι κάποια γνωρίσματα ελέγχονται από περισσότερα του ενός γονίδια και η έκφρασή τους επηρεάζεται εκτός από γενετικούς και από περιβαλλοντικούς παράγοντες.

Λέξεις κλειδιά

γενετικά γνωρίσματα, κληρονομικότητα, γονιδιακή έκφραση, επικρατή-υπολειπόμενα γονίδια

Εισαγωγή

Η γενετική των πληθυσμών είναι ιδιαίτερος κλάδος της γενετικής που ερευνά την κληρονομούμενη (γενετική) ποικιλότητα και τις μεταβολές της στο χώρο και το χρόνο. Είναι εκ φύσεως στενά συνδεδεμένη με τη θεωρία της εξέλιξης των ειδών και μπορεί να θεωρηθεί ως η λογική επέκταση των νόμων του Mendel πάνω σε πληθυσμούς. Μελετά και επιλύει προβλήματα

που έχουν σχέση με τους τύπους και τις συχνότητες των γονιδίων και των γονοτύπων που τους αντιπροσωπεύουν καθώς και με διάφορους μηχανισμούς που μεταβάλλουν τη γενετική δομή των πληθυσμών (Halliburton, 2004). Οι βάσεις της τίθενται το 1908 όταν ο Βρετανός μαθηματικός Hardy και ο Γερμανός γιατρός Weinberg διατυπώνουν, ανεξάρτητα ο ένας απ' τον άλλον, την αρχή της σταθερότητας των γονοτυπικών συχνοτήτων σε μεγάλους παμμεικτικούς πληθυσμούς(Crow, 1999). Η γενετική σύσταση ενός πληθυσμού, το σύνολο δηλαδή της γενετικής του πληροφορίας, λέγεται και γενετική (ή γονιδιακή) δεξαμενή (gene pool) του πληθυσμού. Παίζει μεγάλο ρόλο στην εξέλιξή του και την προσαρμογή του σε νέα περιβάλλοντα.

Ο άνθρωπος είναι διπλοειδής οργανισμός, που σημαίνει ότι διαθέτει ένα σετ αλληλομόρφων γονιδίων από τον πατέρα του και ένα δεύτερο σετ αλληλομόρφων από τη μητέρα του. Ο συνδυασμός των ζευγών γονιδίων που έχει κληρονομήσει το άτομο, συνιστά το γονότυπο του ατόμου ο οποίος καθορίζει τα γενετικά γνωρίσματα που θα εκφράσει (φαινότυπος). Σε μερικές περιπτώσεις, το αλληλόμορφο που έχουμε κληρονομήσει από τον ένα γονέα μπλοκάρει την έκφραση του αλληλόμορφου που διαθέτουμε από τον άλλο γονέα. Το γονίδιο που καλύπτει την έκφραση του άλλου λέγεται επικρατές και το γονίδιο που καλύπτεται λέγεται υπολειπόμενο (Αλεπόρου κα, 2000). Τα υπολειπόμενα γονίδια εκφράζονται στο φαινότυπο του ατόμου μόνο όταν τα έχει κληρονομήσει και από τους δύο γονείς.

Μελετώντας έναν ανθρώπινο πληθυσμό, θα παρατηρήσουμε ότι παρόλο που ο κάθε άνθρωπος μοιράζεται κάποια κοινά χαρακτηριστικά με τους συνανθρώπους του και με τα μέλη της οικογένειάς του, διαθέτει ουσιαστικά έναν μοναδικό συνδυασμό γενετικών γνωρισμάτων. Κάποια από τα γνωρίσματα αυτά ελέγχονται από γονίδια που κληρονομούνται, άλλα αποκτώνται μέσα από την εκμάθηση, η πλειονότητα όμως επηρεάζεται από το συνδυασμό γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων.

Στην εργασία μας επιθυμία μας ήταν να μελετήσουμε τη γενετική ποικιλότητα και τον τρόπο έκφρασης ορισμένων γενετικών γνωρισμάτων σε έναν πληθυσμό 320 ατόμων ηλικίας 14-16 ετών, μετρώντας τη συχνότητα εμφάνισης των επιλεγμένων χαρακτηριστικών.

Τα γνωρίσματα που επιλέξαμε στη μελέτη μας ήταν η γραμμή τριχοφυΐας με κορυφή ή χωρίς, οι προσκολλημένοι ή οι ελεύθεροι λοβοί αυτιών, τα λακκάκια στα μάγουλα και στο πηγούνι, ο αντίχειρας με κάμψη, η δεξιοχειρία ή η αριστεροχειρία, η κάμψη του μικρού δακτύλου του χεριού, το χρώμα μαλλιών και ματιών, το σχήμα των μαλλιών, η ικανότητα αναδίπλωσης της γλώσσας και η ύπαρξη φακίδων.

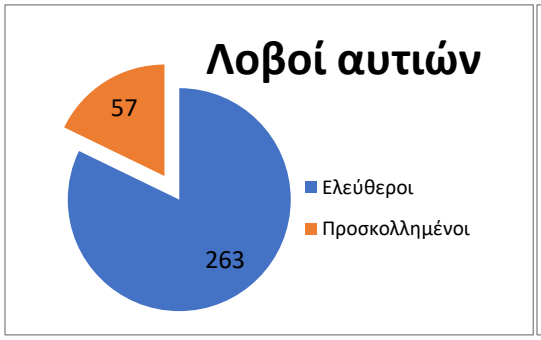
Μεθοδολογία - Αποτελέσματα

Επιλέξαμε 320 άτομα ηλικίας 14-16 ετών και μοιράσαμε κατάλληλα ερωτηματολόγια τα οποία περιείχαν το σύνολο των γενετικών γνωρισμάτων που μας ενδιέφερε να μελετήσουμε. Μετά από κατάλληλη επεξήγηση των γνωρισμάτων μέσω φωτογραφιών, οι μαθητές κλήθηκαν να συμπληρώσουν τον πίνακα με όσα γνωρίσματα διέθεταν. Κατόπιν ακολούθησε στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και διαχωρισμός τους σε επικρατή και υπολειπόμενα.

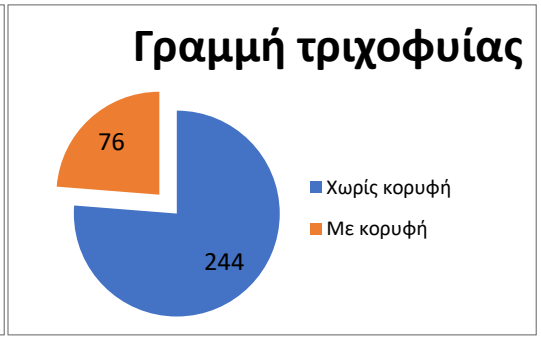
Από τη βιβλιογραφία γνωρίζουμε ότι τα γονίδια που ελέγχουν τους ελεύθερους λοβούς αυτιών, τη γραμμή τριχοφυΐας με κορυφή, τα λακκάκια στα μάγουλα και στο πηγούνι, τη δεξιοχειρία, το μικρό δακτυλάκι του χεριού με κάμψη και την αναδίπλωση της γλώσσας είναι επικρατή έναντι των αλληλομόρφων τους που υπολείπονται (Thorpe ed. 2007). Το χρώμα των ματιών και των μαλλιών είναι πιο σύνθετο γνώρισμα και ελέγχεται από περισσότερα του ενός γονίδια (πολυγονιδιακό χαρακτηριστικό). Η βασική χρωστική που καθορίζει το χρώμα είναι η μελανίνη, όσο περισσότερη, τόσο πιο σκούρα τα μαλλιά και τα μάτια. Τα αλληλόμορφα για την παραγωγή της μελανίνης επικρατούν, οπότε στην εργασία μας εξετάσαμε το χρώμα μαλλιών και ματιών ως ανοιχτόχρωμο (υπολειπόμενο) και σκουρόχρωμο (επικρατές), δηλαδή ως μονογονιδιακό χαρακτηριστικό. Τέλος το σχήμα των μαλλιών μπορεί να είναι σγουρό (επικρατές) ή ίσιο (υπολειπόμενο), παρόλα αυτά στον πληθυσμό υπάρχουν πολλαπλοί συνδυασμοί μεταξύ των δύο χαρακτηριστικών. Στην εργασία μας θεωρήσαμε τις διαβαθμίσεις των σγουρών μαλλιών (πχ «σπαστά») ως σγουρά.

Τα αποτελέσματα της μελέτης μας συνοψίζονται στις επόμενες εικόνες και αναλύονται διεξοδικά στη συζήτηση.

Από τους 320 μαθητές, οι 263 είχαν ελεύθερους λοβούς αυτιών ενώ οι 57 είχαν προσκολλημένους (εικ.1). Οι 76 είχαν γραμμή τριχοφυίας με κορυφή ενώ οι 244 δεν παρουσίαζαν το γνώρισμα αυτό (εικ.2). Όσον αφορά στα χαρακτηριστικά του χεριού, καταγράψαμε 284 άτομα που χρησιμοποιούν το δεξί τους χέρι και 36 άτομα που δουλεύουν με το αριστερό (εικ.3), 60 μαθητές που είχαν «στραβό» το μικρό δακτυλάκι του χεριού έναντι 260 ατόμων που είχαν ίσιο δακτυλάκι (εικ.4) και 164 που είχαν "ίσιο" τον αντίχειρά τους ενώ οι 156 μπορούσαν να κάνουν κάμψη (εικ.5). Παράλληλα, οι 252 μπορούσαν να αναδιπλώσουν την γλώσσα τους ενώ οι 68 όχι (εικ.6).



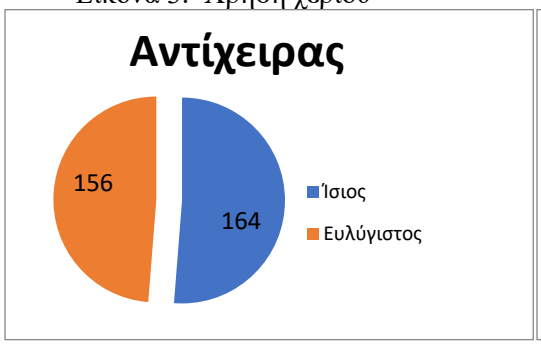
Εικόνα 1: Λοβοί αυτιών



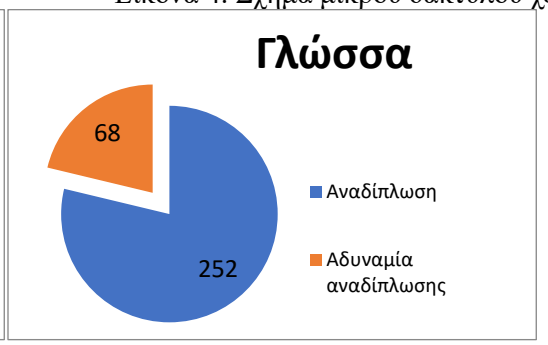
Εικόνα 2: Γραμμή Τριχοφυιας

Εικόνα 3: Χρήση χεριού

Εικόνα 4: Σχήμα μικρού δακτύλου χεριού

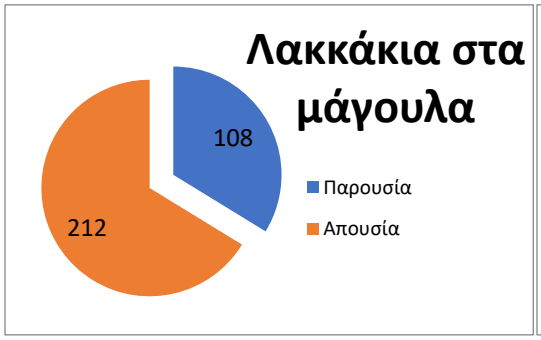


Εικόνα 5: Ικανότητα κάμψης αντίχειρα



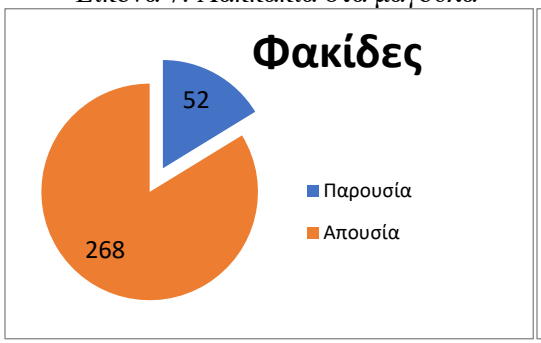
Εικόνα 6: Ικανότητα αναδίπλωσης γλώσσας

Όσο αναφορά στα λακκάκια στα μάγουλα και στο πηγούνι, οι 108 είχαν λακκάκια στα μάγουλα ενώ οι υπόλοιποι 212 δεν είχαν (εικ.7) και οι 44 είχαν λακκάκια στο πηγούνι ενώ 276 μαθητές δεν είχαν λακκάκι στο πηγούνι (εικ.8). Από τους 320 μαθητές που ρωτήσαμε, οι 52 μόνο είχαν φακίδες ενώ οι υπόλοιποι 268 δεν εμφάνιζαν το γνώρισμα (εικ.9). Τέλος, για το χρώμα και σχήμα μαλλιών και χρώμα ματιών καταγράψαμε τα εξής: οι 180 είχαν ανοικτόχρωμα μαλλιά και οι 140 είχαν σκουρόχρωμα (εικ.10) ενώ οι 244 είχαν ίσια μαλλιά και οι 76 σγουρά (εικ.11). Τέλος από τους 320 μαθητές οι 204 είχαν ανοιχτόχρωμα ενώ οι 116 είχαν σκουρόχρωμα μάτια (εικ.12).

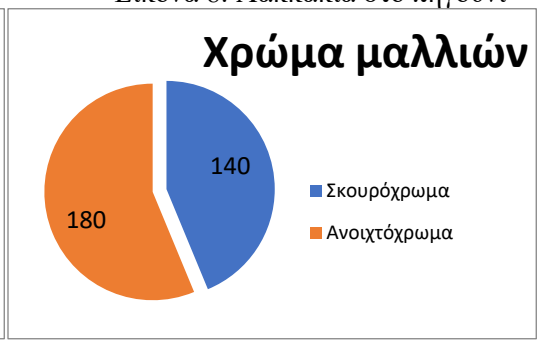


Εικόνα 7: Λακκάκια στα μάγουλα

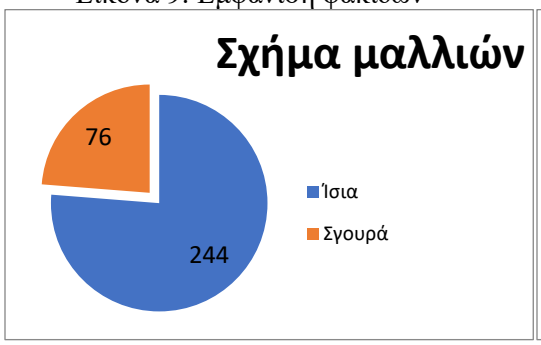
Εικόνα 8: Λακκάκια στο πηγούνι



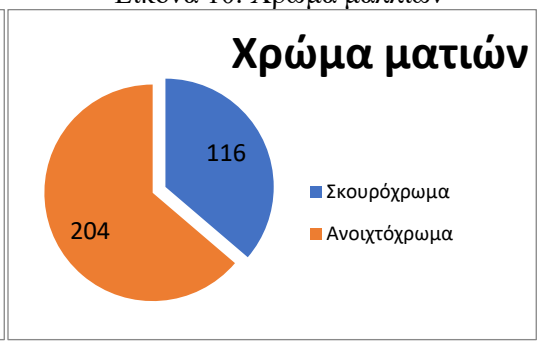
Εικόνα 9: Εμφάνιση φακίδων



Εικόνα 10: Χρώμα μαλλιών



Εικόνα 11: Σχήμα μαλλιών



Εικόνα 12: Χρώμα ματιών

Συζήτηση

Η ερευνητική μας εργασία είχε ως στόχο την καταγραφή της γενετικής ποικιλότητας που παρατηρείται στον μαθητικό πληθυσμό του σχολείου μας και να συγκρίνουμε τα αποτελέσματά μας με τον τρόπο κληρονόμησης των γονιδίων εξετάσαμε. Αναμέναμε να διαπιστώσουμε ότι τα επικρατή γονίδια εκφράζονταν σε μεγαλύτερο ποσοστό στον πληθυσμό μας από τα υπολειπόμενα. Παρόλα αυτά υπήρχαν μερικές ενδιαφέρουσες εξαιρέσεις. Στη μελέτη μας καταγράψαμε τα παρακάτω:

Ελεύθεροι-Προσκολλημένοι λοβοί αυτιών

Στον πληθυσμό μας το 81% των μαθητών είχαν ελεύθερους λοβούς αυτιών και το 19% προσκολλημένους. Το γονίδιο για τους ελεύθερους λοβούς αυτιών είναι επικρατές ενώ αυτό για τους προσκολλημένους είναι υπολειπόμενο, οπότε το αποτέλεσμα ήταν αναμενόμενο.

Το μικρό δακτυλάκι του χεριού

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία το «στραβό» δακτυλάκι οφείλεται σε επικρατές γονίδιο (Thorpe ed. 2007), άρα θα έπρεπε η πλειονότητα του μαθητικού πληθυσμού να εμφάνιζε το γνώρισμα. Παρόλα αυτά μόνο το 19% παρουσίαζε το χαρακτηριστικό αυτό ενώ το 81% είχε ίσιο δακτυλάκι. Παρατηρούμε επομένως ότι δεν είναι απαραίτητο ένα επικρατές γονίδιο να επικρατεί στον πληθυσμό. Μπορεί για λόγους εξελικτικούς, επειδή το γνώρισμα δεν εξυπηρετεί κάποια προσαρμογή στο περιβάλλον να μην εκφράζεται σε μεγάλο ποσοστό στον πληθυσμό.

Μικρό δάχτυλο με κάμψη

Α. Αντίχειρας με κάμψη Β. Αντίχειρας ίσιος

Ικανότητα κάμψης αντίχειρα-Προτίμηση δεξιού ή αριστερού χεριού

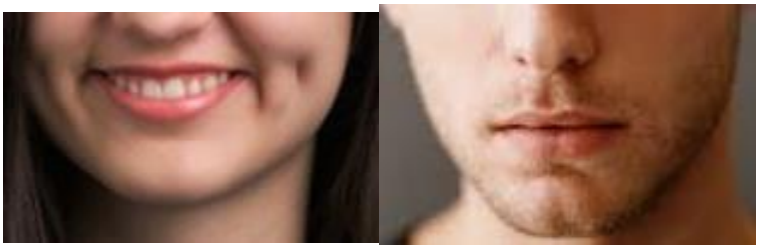
Στο σύνολο των ερωτηθέντων το 51% του πληθυσμού εμφάνιζε ίσιο αντίχειρα και το 49% με κάμψη. Παρατηρήσαμε ότι υπήρχε μια ποικιλομορφία στην έκφραση αυτού του γνωρίσματος,

μερικά παιδιά μπορούσαν να εκτελέσουν μεγάλη κάμψη, άλλα μικρότερη και άλλα καθόλου. Έτσι δεν είμαστε βέβαιοι ότι τα ποσοστά στο γνώρισμα αυτό ανταποκρίνονται πλήρως στην πραγματικότητα.

Όσον αφορά στην προτίμηση χρήσης του δεξιού ή αριστερού χεριού, τα αποτελέσματά μας συμβαδίζουν πλήρως με τη βιβλιογραφία, με το 89% των μαθητών να δηλώνουν δεξιόχειρες και το 11% των μαθητών αριστερόχειρες.

Λακκάκια στα μάγουλα και στο πηγούνι

Τα χαρακτηριστικά χαριτωμένα λακκάκια στα μάγουλα (επικρατές γνώρισμα) εμφανίζονται λόγω ενός γενετικού λάθους το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα οι μύες στα μάγουλα να είναι πιο κοντοί από το κανονικό. Όταν το άτομο χαμογελά, οι μύες τραβιούνται προς τα πίσω και λόγω του μικρότερου μήκους τους προκαλούν το δέρμα να διπλωθεί στο σημείο εκείνο δημιουργώντας το λακκάκι (Doezema B., 2006). Στα μάγουλα, το 34% των μαθητών είχαν λακκάκια, ενώ το 66% όχι, κάτι που πάλι έρχεται σε αντίθεση με τη βιβλιογραφία που θέλει τα λακκάκια να επικρατούν. Το λακκάκι στο πηγούνι είναι και αυτό ένα επικρατές χαρακτηριστικό. Κατά τη δημιουργία του πηγουνιού που είναι μέρος της κάτω γνάθου, οι δυο πλευρές αναπτύσσονται και ενώνονται στο μέσο. Όταν η σύνδεση αυτή δεν ολοκληρωθεί σωστά εμφανίζεται το λακκάκι (Wiedemann H-R, 1990). Μόνο το 14% των παιδιών εμφάνιζαν λακκάκι στο πηγουνι, το 86% δεν είχαν.



Α. Λακκάκια στα μάγουλα Β. Λακκάκια στο πηγούνι

Χρώμα και σχήμα μαλλιών- Χρώμα ματιών

Όπως τονίσαμε και στα αποτελέσματα, το χρώμα των μαλλιών και των ματιών είναι πολυγονιδιακός χαρακτήρας και καθορίζεται από την εμφάνιση μιας χρωστικής, της μελανίνης που ελέγχεται από ένα επικρατές γονίδιο. Αν λοιπόν εξετάσουμε το χρώμα μαλλιών και ματιών ως ανοιχτόχρωμο (υπολειπόμενο) και σκουρόχρωμο (επικρατές), δηλαδή ως μονογονιδιακό χαρακτηριστικό, μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για το πώς εκφράζεται στον πληθυσμό. Στον πληθυσμό μας, το 56% εμφάνιζαν ανοιχτόχρωμα μαλλιά και το 44% σκουρόχρωμα. Επίσης εμφάνιζαν σε ποσοστό 64% ανοιχτόχρωμα μάτια και σε ποσοστό 36% σκούρα. Παρόλα αυτά στις χώρες της Μεσογείου επικρατούν τα σκουρόχρωμα μαλλιά και μάτια κάτι που έρχεται σε

αντίθεση με τα αποτελέσματά μας. Είναι γεγονός ότι πολλά παιδιά παρερμηνεύουν την έννοια ανοιχτό-σκούρο χρώμα μαλλιών και ματιών, εφόσον υπάρχουν πολλές διαβαθμίσεις χρωμάτων, κάτι που μπορεί να οδήγησε σε λανθασμένα αποτελέσματα και κατά συνέπεια ποσοστά. Πρέπει βέβαια να παρατηρήσουμε ότι τα άτομα που εμφάνιζαν ανοιχτόχρωμα μάτια σε μεγαλύτερο ποσοστό, είχαν και ανοιχτόχρωμα μαλλιά, που συνήθως είναι αναμενόμενος συνδυασμός. Όσον αφορά στο σχήμα μαλλιών, έρευνες έδειξαν ότι τα σγουρά μαλλιά οφείλονται σε επικρατές γονίδιο ενώ τα ίσια μαλλιά οφείλονται σε υπολειπόμενο (Thibaut S, 2005). Επιστήμονες στην Αυστραλία έχουν απομονώσει ένα γονίδιο στο χρωμόσωμα 1 το οποίο φαίνεται να είναι υπεύθυνο για τα σγουρά μαλλιά. Το γονίδιο TCHH gene κωδικοποιεί τη πρωτεΐνη τριχοϋαλίνη, η οποία έχει συνδεθεί με την ανάπτυξη του θύλακα της τρίχας. Οι διαφορετικές μεταλλάξεις του συγκεκριμένου γονιδίου καθορίζουν την εμφάνιση των μαλλιών (Medland, S. E. et al. 2009). Στην έρευνά μας το 76% είχαν ίσια μαλλιά και το 24% σγουρά, επικράτησε δηλαδή το υπολειπόμενο γονίδιο. Και πάλι υπάρχει ένα ενδεχόμενο στατιστικού λάθους λόγω παρερμήνευσης των ποικιλιών σχημάτων στα μαλλιά (τελείως ίσια, σπαστά, ελαφρώς σγουρά κα).

Αναδίπλωση Γλώσσας

Η αναδίπλωση γλώσσας είναι ένα γνώρισμα που οφείλεται σε επικρατές γονίδιο. Πράγματι στον πληθυσμό μας το 79% των μαθητών μπορούσαν να αναδιπλώσουν τη γλώσσα έναντι ποσοστού 21% που δεν μπορούσαν. Μέχρι τώρα θεωρούσαμε ότι η αναδίπλωση της γλώσσας ελέγχεται από ένα γονίδιο, τελευταίες όμως έρευνες δείχνουν ότι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορεί να παίξουν ρόλο στην εκμάθηση του γνωρίσματος. Μάλιστα μελετώντας μονοζυγωτικά δίδυμα είδαν ότι μόνο το 70% μοιράζονταν αυτό το γνώρισμα (θα περίμενε κανείς το ποσοστό να ήταν 100%). (Reedy, J. J, et al.,1971).

Γραμμή Τριχοφυίας

Η γραμμή τριχοφυίας με κορυφή ελέγχεται από επικρατές γονίδιο. Στον πληθυσμό μας, στους περισσότερους μαθητές (76%) απουσίαζε το γνώρισμα αυτό, επικράτησε δηλαδή το υπολειπόμενο γνώρισμα, γραμμή τριχοφυίας χωρίς κορυφή.

Φακίδες

Οι φακίδες είναι ένα αρκετά σπάνιο χαρακτηριστικό στον άνθρωπο που ελέγχεται από επικρατές γονίδιο. Οι φακίδες είναι σημεία με αυξημένη ποσότητα μελανίνης, μιας ουσίας που μας προστατεύει από την υπεριώδη ακτινοβολία. Τα κύτταρα που παράγουν τη μελανίνη ονομάζονται μελανοκύτταρα. Άτομα στα οποία τα μελανοκύτταρα είναι διάσπαρτα παντού «μαυρίζουν» ομοιόφορφα. Άτομα στα οποία τα μελανοκύτταρα βρίσκονται σε μικρές ομάδες εμφανίζουν φακίδες. Η μετάλλαξη για τις φακίδες, ανιχνεύτηκε στους πρωτόγονους ανθρώπους που μετακινήθηκαν από την Αφρική σε περιοχές με πιο ψυχρά κλίματα. Η εμφάνιση της μετάλλαξης και ο φαινότυπος που προέκυψε από αυτή είχε σαν αποτέλεσμα να κάνει δύσκολη τη διαβίωση των ατόμων στην Αφρική άρα μετακινήθηκαν σε περιοχές με λιγότερη ηλιοφάνεια (Bastiaens et al., 2001). Στον πληθυσμό μας, μόνο το 16% των μαθητών εμφάνιζαν φακίδες ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό των παιδιών δεν εμφάνιζαν το χαρακτηριστικό αυτό (84%), λογικό αν αναλογιστούμε ότι το γνώρισμα επικρατεί σε πληθυσμούς της Βορείου Ευρώπης.

Συμπεράσματα

Καταλήγοντας, παρατηρήσαμε ότι τα επικρατή γονίδια που όντως επικρατούν και στον δικό μας πληθυσμό είναι οι ελεύθεροι λοβοί αυτιών, η χρήση του δεξιού χεριού, και η ικανότητα αναδίπλωσης της γλώσσας. Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, αν και υπολειπόμενα, εκδηλώνονται διαφορετικά στον πληθυσμό μας: οι περισσότεροι μαθητές είχαν ανοιχτόχρωμα μαλλιά και μάτια, ίσια μαλλιά, γραμμή τριχοφυίας χωρίς κορυφή, ίσιο δακτυλάκι του χεριού, απουσία φακίδων και λακκακιού στα μάγουλα και το πηγούνι. Κάποια από αυτά τα γνωρίσματα, όπως το χρώμα μαλλιών και ματιών καθώς και το σχήμα μαλλιών είναι πολυπαραγοντικοί χαρακτήρες, δεν κληρονομούνται δηλαδή ως απλοί Μενδελικοί χαρακτήρες, ελέγχονται από πολλά γονίδια και επιπλέον σημαντικό ρόλο στην έκφρασή τους παίζει και το περιβάλλον. Άλλα γνωρίσματα (πχ γραμμή τριχοφυιας, «στραβό» δακτυλάκι) μπορεί στο παρελθόν να επικρατούσαν αλλά πιθανόν εξελικτικά έχουν διαφοροποιηθεί είτε επειδή δεν είναι πλέον απαραίτητα είτε εμφανίζονται μόνο σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα και συνθήκες (πχ φακίδες). Να σημειώσουμε ότι παρόλο που η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε ένα μεγάλο δείγμα πληθυσμού εντούτοις δεν είναι αντιπροσωπευτικό ώστε να εξάγουμε σαφή συμπεράσματα. Θα ήταν πολύ ενδιαφέρον να διαθέταμε βιβλιογραφικά δεδομένα από ποσοστά εμφάνισης των γνωρισμάτων στον Ελλαδικό

ή και στον Ευρωπαϊκό πληθυσμό ώστε να μπορούμε να εξάγουμε περισσότερα συμπεράσματα για τα αποτελέσματά μας.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

[1] Αλεπόρου-Μαρίνου Β., Αργυροκαστρίτης Αλ., Κομητοπούλου Αικ., Πιαλόγλου Περ., Σγουρίτσα Β., (2000). Βιολογία Κατεύθυνσης Γ΄τάξης ενιαίου Λύκειου. Εκδόσεις ΟΕΔΒ.
[2] Bastiaens, M., ter Huurne, J., Gruis, N., Bergman, W., Westendorp, R., Vermeer, B.-J. & Bouwes Bavinck, J.-N. (2001). The melanocortin-1-receptor gene is the major *freckle gene. Human Molecular Genetics, 10(16), 1701-1708.
[3] Crow, Jf (1999). "Hardy, Weinberg and language impediments". Genetics. 152 (3): 821–5.
Doezema, B. (2006) Biology 101 Lab Manual. Grand Rapids Community College.
[4] Medland, S. E. et al. (2009). Common Variants in the Trichohyalin Gene Are Associated with Straight Hair in Europeans. The American Journal of Human Genetics, 85(5), 750-755.
Reedy, J. J., Szczes, T. & Downs, T.D. (1971). Tongue rolling among twins. Journal of Heredity, 62(2), 125-127.
[5] Richard Halliburton (2004). Introduction to Population Genetics. Prentice Hall.
Thibaut, S., Gaillard, O., Bouhanna, P., Cannell, D. W. & Bernard, B. A. (2005). Human hair shape is programmed from the bulb. Cutaneous Biology, 152(4), 632-638.
[6] Thorpe ed. (2007) Biology 120 Lab Manual. Grand Valley State University.
[7] Wiedemann H-R.(1990). Cheek Dimples. American Journal of Medical Genetics 36: 376. [11] Schettler, T., Stein, J., Reich, F., & Valenti, M. (2000). In harm's way: Toxic threats to child development. In In harm's way: toxic threats to child development (pp. 136-136).