



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ & ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΤΙΤΛΟ:

**«Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΜΑΖΑΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ
ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗ D ΣΤΟΝ
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΠΑΙΔΙΚΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ»**

ΚΟΥΝΤΟΥΡΑ ΜΑΡΙΑ

Α.Μ.: 20916



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΜΑΝΙΟΣ Ι.

ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ:

ΜΑΤΑΛΑ Α. Α.

ΝΟΜΙΚΟΣ Τ.

ΑΘΗΝΑ 2013

**«Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΜΑΖΑΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΚΑΙ
ΤΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ
ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗ D ΣΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ
ΠΑΙΔΙΚΟ ΠΛΗΘΥΣΜΟ»**

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον κ. Γιάννη Μανιό για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την υποστήριξη και την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας.

Παράλληλα, ευχαριστώ βαθύτατα τον κ. Γιώργο Μοσχώνη και τον κ. Σπύρο Κανελλάκη για την πολύτιμη βοήθειά τους, καθώς και για το χρόνο που διέθεσαν για την εκπόνηση της παρούσας μελέτης.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα την οικογένειά μου για την αμέριστη στήριξη και συμπαράστασή τους όλα αυτά τα χρόνια, καθώς και τους φίλους μου για την υπομονή τους και την ψυχολογική υποστήριξη τους.

M.K.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1 Επιπολασμός Υποβιταμίνωσης D	7
1.2 Αξιολόγηση Επιπέδων Βιταμίνης D-Υποβιταμίνωση D	8
1.3 Βιταμίνη D	9
1.4 Συνέπειες Υποβιταμίνωσης D	11
1.4.1 Καρδιαγγειακά νοσήματα και υπέρταση	12
1.4.2 Ινσουλινοαντίσταση και Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου 2	12
1.4.3 Παχυσαρκία	12
1.4.4 Καρκίνος	13
1.4.5 Αυτοάνοσα νοσήματα και Σακχαρώδης Διαβήτης Τύπου 1	13
1.5 Παράγοντες Κινδύνου για Υποβιταμίνωση D	14
1.5.1 Μη τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου	14
1.5.1.1 Ηλικία	14
1.5.1.2 Εθνικότητα	14
1.5.1.3 Εποχικότητα	15
1.5.1.4 Γεωγραφικό πλάτος	15
1.5.1.5 Υψόμετρο	16
1.5.1.6 Ατμοσφαιρική ρύπανση	16
1.5.2 Τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου	17
1.5.2.1 Μειωμένη έκθεση στον ήλιο	17
1.5.2.2 Ώρα έκθεσης στον ήλιο	18
1.5.2.3 Ανεπαρκής διατροφική πρόσληψη βιταμίνης D	18
1.5.2.4 Παχυσαρκία	19
1.5.2.5 Μειωμένη φυσική δραστηριότητα	20
2. ΣΚΟΠΟΣ	21
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	22
3.1 Πληθυσμός Μελέτης	22
3.2 Δειγματοληψία – Τυχαιοποίηση	22
3.2.1 Δείγμα παρούσας μελέτης	23
3.3 Στάδια Μελέτης	24
3.3.1 Πιλοτικό στάδιο	24
3.3.2 Κύριο στάδιο	24
3.4 Διατροφική Αξιολόγηση	25

3.5 Ανθρωπομετρήσεις.....	25
3.5.1 Ύψος – Βάρος.....	26
3.5.2 Περίμετρος μέσης.....	26
3.5.3 Δερματικές πτυχές.....	26
3.5.4 Ορισμός παχυσαρκίας και κεντρικής παχυσαρκίας.....	27
3.6 Σύσταση Σώματος.....	27
3.6.1 Μετρήσεις συνολικού κοιλιακού και σπλαχνικού λίπους.....	28
3.7 Αξιολόγηση των Επιπέδων Φυσικής Δραστηριότητας των Παιδιών.....	29
3.7.1 Ποιοτική εκτίμηση της φυσικής δραστηριότητας.....	29
3.7.1.1 Καθιστικές δραστηριότητες.....	29
3.7.1.2 Συμμετοχή σε οργανωμένες δραστηριότητες.....	29
3.7.1.3 Εκτίμηση γενικότερων συνηθειών φυσικής δραστηριότητας των παιδιών.....	29
3.7.2 Ποσοτική εκτίμηση της φυσικής δραστηριότητας.....	30
3.8 Αιματολογικές Εξετάσεις.....	31
3.9 Ορισμός Υποβιταμίνωσης D.....	32
3.10 Δείκτης Αξιολόγησης της Κοινωνικοοικονομικής Κατάστασης της Οικογένειας (Socio-Economic Status Index, SES - INDEX).....	32
3.11 Στάδιο Βιολογικής Ωρίμανσης κατά Tanner.....	33
3.12 Προτεινόμενη Στατιστική Ανάλυση.....	34
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	35
4.1 Περιγραφικά Χαρακτηριστικά του Πληθυσμού.....	35
4.2 Επιπολασμός Υποβιταμίνωσης D.....	39
4.3 Δείκτες Διατροφικής Πρόσληψης του Πληθυσμού.....	40
4.4 Δείκτες Φυσικής Δραστηριότητας του Πληθυσμού.....	45
4.5 Ανθρωπομετρικοί Δείκτες του Πληθυσμού.....	48
4.6 Πολυπαραγοντικές παλινδρομήσεις.....	52
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	56
5.1 Επιπολασμός Υποβιταμίνωσης D.....	56
5.2 Υποβιταμίνωση D και Δείκτης Μάζας Σώματος.....	56
5.3 Υποβιταμίνωση D και Σύσταση Σώματος.....	57
5.4 Υποβιταμίνωση D και Διατροφική Πρόσληψη.....	58
5.5 Υποβιταμίνωση D και Φυσική Δραστηριότητα.....	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	60

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D στους ενήλικες μπορεί να επιφέρουν μυοσκελετικές διαταραχές, αλλά και να συμβάλλουν στην ανάπτυξη χρόνιων ασθενειών όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, υπέρταση, ινσουλινοαντίσταση και Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 2, αυτοάνοσα νοσήματα όπως Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 1 και σκλήρυνση κατά πλάκας, καθώς και διάφορες μορφές καρκίνου. Η υποβιταμίνωση D είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα που συνεχώς επιδεινώνεται και παρατηρείται σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, ακόμα και στα παιδιά. Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί κυρίως σε ενήλικες αλλά και σε παιδιά υποδηλώνουν πως ο Δείκτης Μάζας Σώματος και η σύσταση σώματος σχετίζονται με την υποβιταμίνωση D.

Σκοπός: Να εξετασθεί η σχέση του Δείκτη Μάζας Σώματος και της σύστασης σώματος με τα επίπεδα βιταμίνης D στον ελληνικό παιδικό πληθυσμό.

Μεθοδολογία: Επιλέχθηκε αντιπροσωπευτικό δείγμα 804 παιδιών ηλικίας 10 έως 12 ετών στα πλαίσια της μελέτης Healthy Growth. Οι μετρήσεις περιλάμβαναν τη συλλογή δεδομένων διατροφικής πρόσληψης, ανθρωπομετρίας, σύστασης σώματος, φυσικής δραστηριότητας και βιοχημικών τιμών της 25-υδροξυβιταμίνης D. Η υποβιταμίνωση ορίστηκε για επίπεδα 25-υδροξυβιταμίνης D ορού < 50 nmol/L.

Αποτελέσματα: Ο συνολικός επιπολασμός της υποβιταμίνωσης D ήταν 15,3% και συγκεκριμένα 9,9% για τα αγόρια και 20,1% για τα κορίτσια. Ο Δείκτης Μάζας Σώματος ($p = 0,012$) και το ποσοστό λιπώδους μάζας σώματος ($p = 0,039$) σχετίστηκαν στατιστικά σημαντικά αρνητικά με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D, ενώ το ποσοστό άλιπης μάζας σώματος ($p = 0,071$) σχετίστηκε οριακά στατιστικά σημαντικά θετικά με τα επίπεδα βιταμίνης D στο σύνολο του πληθυσμού.

Συμπεράσματα: Η υποβιταμίνωση D φάνηκε πως αποτελεί σημαντικό πρόβλημα ακόμα και σε μία ηλιόλουστη χώρα όπως η Ελλάδα. Η παχυσαρκία μπορεί να αποτελεί έναν πιθανό παράγοντα κινδύνου μέσω του αυξημένου σωματικού βάρους και της αυξημένης λιπώδους μάζας σώματος. Είναι αναγκαίες περαιτέρω έρευνες σε αυτή την ηλικιακή ομάδα με τη χρήση κοινών κατωφλικών τιμών για τον ορισμό της υποβιταμίνωσης, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί το ερευνητικό ενδιαφέρον σχετικά με τη βιταμίνη D, η οποία ονομάζεται και βιταμίνη του ήλιου, λόγω των διαφόρων επιδράσεών της στην υγεία. Η έλλειψη βιταμίνης D όχι μόνο επιφέρει μυοσκελετικές διαταραχές σε ενήλικες και παιδιά, αλλά αυξάνει τον κίνδυνο για πολλά χρόνια νοσήματα, όπως τα καρδιαγγειακά, ο καρκίνος, τα αυτοάνοσα νοσήματα και ο Σακχαρώδης Διαβήτης [Holick, 2004, Cashman, 2007]. Επιπλέον, τα επίπεδα βιταμίνης D σχετίζονται αμφίδρομα με την παχυσαρκία και κατ' επέκταση με το σωματικό λίπος [Parikh et al., 2004, Moschonis et al., 2009, Wortsman et al., 2000, Arunabh et al., 2003].

1.1 ΕΠΙΠΟΛΑΣΜΟΣ ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗΣ D

Η ανεπάρκεια βιταμίνης D είναι ένα ευρέως διαδεδομένο παγκόσμιο πρόβλημα που παρατηρείται σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, από τα βρέφη μέχρι τα άτομα της τρίτης ηλικίας. Υπολογίζεται ότι περίπου 1 δισεκατομμύριο άνθρωποι σε όλο τον κόσμο μπορεί να έχουν μέτρια ή σοβαρή ανεπάρκεια βιταμίνης D [Wagner et al., 2008, Huh et al., 2008]. Ωστόσο, οι διάφορες έρευνες που πραγματοποιούνται χρησιμοποιούν πολλές φορές διαφορετικά όρια για τον προσδιορισμό της ανεπάρκειας βιταμίνης D με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η σύγκριση των αποτελεσμάτων [Cashman, 2007].

Τα παιδιά και οι έφηβοι στην Αμερική φαίνονται να εμφανίζουν αυξημένα ποσοστά υποβιταμίνωσης D. Στη μελέτη NHANES 2001-2004 συμμετείχαν 9.757 παιδιά και έφηβοι ηλικίας 1 έως 21 ετών από τις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 9% των παιδιών είχαν συγκεντρώσεις της 25-υδροξυβιταμίνης D <15 ng/mL, ποσοστό που αντιστοιχεί σε 7,6 εκατομμύρια παιδιών και εφήβων στις ΗΠΑ. Το 61% των εθελοντών, δηλαδή 50,8 εκατομμύρια παιδιών και εφήβων, παρουσίαζε μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (επίπεδα 25(OH)D μεταξύ 15 και 29 ng/mL) [Kumar et al., 2009].

Επιδημιολογικά δεδομένα από διάφορες χώρες της Ευρώπης και της Ασίας δείχνουν ότι τα επίπεδα βιταμίνης D διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των χωρών και οι έφηβοι αποτελούν μία από τις ομάδες κινδύνου για υποβιταμίνωση D [Lips, 2007]. Στη Γαλλία εκτιμάται ότι το 78% των εφήβων πάσχουν από υποβιταμίνωση D, ενώ στην Ελβετία τα ποσοστά ανεπάρκειας είναι 29% [Guillemant et al., 1999, Ginty et al., 2004]. Τα αποτελέσματα από τη μελέτη HELENA, που πραγματοποιήθηκε μεταξύ εννέα χωρών της Ευρώπης, δείχνουν ότι τα ποσοστά υποβιταμίνωσης των εφήβων στη Γερμανία και στο Βέλγιο είναι 62,9 και 53,3% αντίστοιχα. Τα ποσοστά για την Ελλάδα και την Ιταλία είναι χαμηλότερα, της τάξης του 25,7 και 26,4% αντίστοιχα [Ferrari et al., 2012]. Ανεβαίνοντας πιο βόρεια, στη Φιλανδία οι έφηβες παρουσιάζουν ανεπάρκεια βιταμίνης D σε ποσοστό 67,7% [Lehtonen-Veromaa et al., 1999]. Παρομοίως, στο Πεκίνο το

ποσοστό ανέρχεται στο 45,2% των εφήβων, στο Ιράν στο 46,2% και στην Τουρκία στο 59,4% [Du et al., 2001, Dahifar et al., 2007, Olmez et al., 2006].

Ακόμα και στην Ελλάδα που είναι μία Μεσογειακή χώρα με υψηλή ηλιοφάνεια, τα ποσοστά ανεπάρκειας βιταμίνης D είναι υψηλά. Συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι το 47% των εφήβων ηλικίας 15 έως 18 ετών παρουσιάζει συγκεντρώσεις 25(OH)D <10 ng/mL την περίοδο του χειμώνα. Ωστόσο, σε μικρότερες ηλικίες (13 έως 14 ετών) τα ποσοστά φαίνεται να είναι χαμηλότερα, της τάξης του 13-14%. Ωστόσο, το καλοκαίρι όλοι φαίνονται να έχουν επίπεδα 25(OH)D >10 ng/mL [Lapatsanis et al., 2005].

1.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΒΙΤΑΜΙΝΗΣ D - ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗ D

Ο καλύτερος δείκτης για την αξιολόγηση των επιπέδων της βιταμίνης D είναι η συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D ορού, καθώς αντικατοπτρίζει τόσο την πρόσληψη βιταμίνης D από τη διατροφή όσο και τη σύνθεσή της στο δέρμα [Zerwekh, 2008, Cashman, 2007]. Ο χρόνος ημίσειας ζωής της 25-υδροξυβιταμίνης D είναι περίπου 2 εβδομάδες [Cashman, 2007].

Ωστόσο, ο ορισμός των κατωφλικών τιμών για τον διαχωρισμό των επιπέδων βιταμίνης D παραμένει διφορούμενος [Alemzadeh, 2008, Cashman, 2007]. Έχει προταθεί ότι τιμές της συγκέντρωσης της 25-υδροξυβιταμίνης D <50 nmol/L ή 20 ng/mL υποδηλώνουν ανεπάρκεια βιταμίνης D στους ενήλικες, ενώ τιμές μεταξύ 51-74 nmol/L ή 21-29 ng/mL χαρακτηρίζονται ως μέτρια ανεπάρκεια. Οι τιμές της συγκέντρωσης της 25(OH)D >75 nmol/L ή 30 ng/mL δηλώνουν επάρκεια βιταμίνης D [Holick, 2007, Dawson-Hughes et al., 2005]. Ο ορισμός των συγκεκριμένων επιπέδων βιταμίνης D βασίζεται στο γεγονός ότι έχει παρατηρηθεί σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες ότι η εντερική απορρόφηση του ασβεστίου είναι μέγιστη όταν η συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D είναι >80 nmol/L ή 32 ng/mL [Heaney, 2003]. Επιπλέον, οι συγκεντρώσεις της παραθυρεοειδούς ορμόνης αυξάνονται σταδιακά και φτάνουν σε ένα πλατό σε συγκεντρώσεις 25-υδροξυβιταμίνης D μικρότερες από 29,8 ng/mL [Holick et al., 2005].

Παρ' όλα αυτά το ερευνητικό έργο για την υποβιταμίνωση D σε παιδιά και εφήβους είναι περιορισμένο και μπορεί οι κατωφλικές τιμές που έχουν οριστεί για τους ενήλικες να μην είναι κατάλληλες για αυτές τις ηλικιακές ομάδες [Cashman, 2007, Ferrari, 2012]. Ο μηχανισμός αύξησης της συγκέντρωσης της παραθυρεοειδούς ορμόνης στα παιδιά πιθανόν να μην είναι ίδιος με αυτόν στους ενήλικες και επιπλέον μπορεί να μην έχει τόσο αρνητικές επιδράσεις στην υγεία των οστών τους [Cashman, 2007]. Ωστόσο, έχει φανεί σε βρέφη και παιδιά με ραχίτιδα ότι οι τιμές της συγκέντρωσης της 25-υδροξυβιταμίνης D είναι μικρότερες από 27,5 έως 37,5 nmol/L ή 11 έως 15 ng/mL [Holick, 2006].

1.3 BITAMINH D

Ο όρος βιταμίνη D αναφέρεται σε ένα σύνολο στενά σχετιζόμενων συστατικών. Ένα από αυτά, ονομάζεται χοληκαλσιφερόλη (βιταμίνη D₃) και σχηματίζεται από τη δράση της υπεριώδους ακτινοβολίας (συνήθως είναι το ηλιακό φως) στο δέρμα πάνω σε ένα παράγωγο της χοληστερόλης (7-δεϋδροχοληστερόλη). Ένας άλλος τύπος βιταμίνης D είναι η εργοκαλσιφερόλη (βιταμίνη D₂), η οποία προέρχεται από ζωικές κυρίως πηγές [Vander, 2001].

Και οι δύο μορφές μεταφέρονται μέσω της συστηματικής κυκλοφορίας στο ήπαρ, όπου μετατρέπονται σε 25-υδροξυβιταμίνη D (25-(OH)D) και στη συνέχεια στα νεφρικά σωληναριακά κύτταρα, όπου μεταβολίζονται περαιτέρω σε 1,25-διυδροξυβιταμίνη D (1,25-(OH)₂D). Η τελευταία αποτελεί και την ενεργό μορφή της βιταμίνης και ονομάζεται επίσης καλσιτριόλη [Lips, 2006, Holick, 2012].

Η 1,25-διυδροξυβιταμίνη D έχει καθοριστικό ρόλο στην ομοιόσταση του ασβεστίου, καθώς συμβάλλει στην ενεργό μεταφορά του κατά μήκος του εντερικού βλεννογόνου. Συγκεκριμένα, διεγείρει την ενεργητική απορρόφηση του ασβεστίου από το έντερο. Μετά την εισαγωγή του ασβεστίου στα εντερικά κύτταρα ξεκινάει η σύνθεση μιας πρωτεΐνης που δεσμεύει το ασβέστιο στα κύτταρα του εντερικού βλεννογόνου και ελέγχει την ενεργό μεταφορά του [Lips, 2006].

Η βιταμίνη D είναι ένα μοναδικό θρεπτικό συστατικό, καθώς μπορεί να συντεθεί ενδογενώς. Το δέρμα αποτελεί την κύρια πηγή παραγωγής βιταμίνης D, καθώς το 90% περίπου της βιταμίνης παράγεται σε αυτό με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας [Stroud et al., 2008]. Η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία μήκους κύματος μεταξύ 290 έως 315 nm απορροφάται από την επιδερμίδα και μετατρέπει την 7-δεϋδροχοληστερόλη σε προβιταμίνη D₃ με μια μη ενζυματική αντίδραση. Η προβιταμίνη D₃ είναι μία ασταθής ένωση και υφίσταται μια περαιτέρω διεργασία προκειμένου να σχηματισθεί η χοληκαλσιφερόλη (βιταμίνη D₃). Στη συνέχεια η βιταμίνη D₃ απελευθερώνεται από τα κύτταρα του δέρματος στον εξωκυττάριο χώρο όπου δεσμεύεται από μία DBP πρωτεΐνη [Holick, 1997]. Η παραγωγή της βιταμίνης D₃ κυμαίνεται μεταξύ 10.000 και 20.000 IU ημερησίως [Stroud et al., 2008]. Επιπλέον, μόνο το 50% της βιταμίνης D που προέρχεται από τη διατροφή απορροφάται [Groff et al., 2005]. Οι περισσότεροι άνθρωποι καλύπτουν τις ανάγκες τους για τη βιταμίνη με την περιστασιακή έκθεση στον ήλιο [Holick, 2005].

Οι διαιτητικές πηγές της βιταμίνης D είναι σχετικά περιορισμένες και είναι κυρίως τροφές ζωικής προέλευσης. Σε αυτές ανήκουν το συκώτι, το βοδινό και το μοσχάρι κρέας, τα λιπαρά ψάρια (σολομός, σαρδέλες, τόνος, ρέγκα) και ο κρόκος του αυγού [Stroud et al., 2008, Groff et al., 2005, Lamberg-Allardt, 2006]. Τα τελευταία χρόνια η βιομηχανία τροφίμων έχει προχωρήσει στον εμπλουτισμό ορισμένων προϊόντων με βιταμίνη D. Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής τα

τρόφιμα που συνήθως εμπλουτίζονται είναι το γάλα, ορισμένα τυριά και γιαούρτια, η μαργαρίνη, τα δημητριακά πρωινού και πρόσφατα ο χυμός πορτοκαλιού, ενώ στην Αυστραλία είναι υποχρεωτικός ο εμπλουτισμός μαργαρινών και ελαίων [Stroud et al., 2008, Calvo et al., 2012]. Αντίθετα, στις Ευρωπαϊκές χώρες με εξαίρεση τη Φιλανδία και τη Σουηδία δεν επιτρέπεται ο εμπλουτισμός των τροφίμων με βιταμίνη D [Holick, 2006, Holick 2012].

Η βέλτιστη διατροφική πρόσληψη βιταμίνης D που απαιτείται για την πρόληψη σκελετικών και μη ασθενειών είναι ασαφής. Το 1963, η Αμερικάνικη Ακαδημία Παιδιατρικής Επιτροπής για τη Διατροφή πρότεινε την πρόσληψη 400 IU βιταμίνης D ημερησίως για τα βρέφη, τα παιδιά και τους εφήβους [Greer, 2004]. Το 2003, η συνιστώμενη πρόσληψη βιταμίνης D για τα παιδιά όλων των ηλικιών ήταν 200 IU καθημερινά, ποσότητα η οποία θεωρητικά ήταν επαρκής για να διατηρήσει τη συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D μεγαλύτερη από 27,5 nmol/L [Gartner et al., 2003]. Πολλοί παιδίατροι υποστηρίζουν ότι η συνιστώμενη πρόσληψη βιταμίνης D πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα που απαιτείται για την πρόληψη της ραχίτιδας. Ο Οργανισμός Υγείας των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής συστήνει την πρόσληψη 400 IU βιταμίνης D ημερησίως για βρέφη έως ενός έτους και για παιδιά και ενήλικες την πρόσληψη 600 IU. Σε ηλικιωμένους μεγαλύτερους από 70 ετών οι απαιτήσεις σε βιταμίνη D αυξάνονται σε 800 IU καθημερινά. Το ανώτερο επιτρεπτό όριο πρόσληψης βιταμίνης D είναι το 4.000 IU, καθώς οι υψηλές δόσεις βιταμίνης D μπορούν να προκαλέσουν καταστροφή σε ιστούς και στους νεφρούς [IOM, 2010].

1.4 ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗΣ D

Η υποβιταμίνωση D έχει διάφορες αρνητικές συνέπειες στην υγεία των ανθρώπων. Η παρατεταμένη και σοβαρή ανεπάρκεια βιταμίνης D είναι υπεύθυνη για μυοσκελετικές διαταραχές. Είναι γεγονός ότι σε καταστάσεις ανεπάρκειας βιταμίνης D μόνο το 10-15% του προσλαμβανόμενου ασβεστίου και το 50-60% του προσλαμβανόμενου φωσφόρου απορροφούνται από τον οργανισμό, με αποτέλεσμα να κινδυνεύει η υγεία των οστών [Holick, 2006].

Η πιο συχνή σκελετική διαταραχή στα παιδιά είναι η ραχίτιδα. Στα μέσα του 17^{ου} αιώνα, τα περισσότερα παιδιά που ζούσαν σε πυκνοκατοικημένες βιομηχανικές πόλεις της Βόρειας Ευρώπης με υψηλά επίπεδα μόλυνσης ανέπτυξαν μία σοβαρή ασθένεια που χαρακτηριζόταν από έντονη παραμόρφωση των οστών, καθυστερημένη ανάπτυξη, παραμόρφωση των ποδιών, κάμψη της σπονδυλικής στήλης, αδυναμία και ατονία των μυών [Rajakumar, 2003]. Το 1822, ο Sniadecki παρατήρησε ότι τα παιδιά που ζούσαν στη Βαρσοβία εμφάνιζαν σε μεγαλύτερη συχνότητα ραχίτιδα σε σχέση με τα παιδιά που ζούσαν σε αγροτικές περιοχές έξω από τη Βαρσοβία. Ωστόσο, εκείνη την εποχή ήταν αδιανόητο ότι η έκθεση στο ήλιο μπορεί να έχει ευεργετικές επιδράσεις στην οστική υγεία των παιδιών. Το 1840 προτάθηκε η χρήση του μωρουνέλαιου για την πρόληψη και τη θεραπεία της ραχίτιδας, χωρίς όμως να είναι συχνή η κατανάλωσή του. Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα παρατηρήθηκε ότι περισσότερο από το 80% των παιδιών που ζούσαν σε αστικά κέντρα της Βόρειας Ευρώπης και των ΗΠΑ έπασχαν από ραχίτιδα [Holick, 2012].

Αν και η ραχίτιδα έχει σχεδόν εξαλειφθεί στις ανεπτυγμένες χώρες, εξακολουθεί να κατατάσσεται μεταξύ των 5 πιο διαδεδομένων ασθενειών στις αναπτυσσόμενες χώρες [Fuleihan, 2001]. Επιπλέον, η μέτρια ή ακόμα και η ήπια ανεπάρκεια βιταμίνης D στην παιδική ηλικία μπορεί να αποτελέσει παράγοντα κινδύνου για ανάπτυξη οστεοπόρωσης, καθώς τα χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D συμβάλλουν στη μη επίτευξη της κορυφαίας οστικής μάζας [Holick, 2006]. Στους ενήλικες, η έλλειψη βιταμίνης D μπορεί να επιφέρει τόσο οστεοπενία όσο και οστεοπόρωση και να αυξήσει τον κίνδυνο για κατάγματα [Holick et al., 2008].

Ενώ η ραχίτιδα και η οστεομαλακία αποτελούν δείκτες σοβαρής ανεπάρκειας βιταμίνης D, υπάρχουν ολοένα και περισσότερα επιστημονικά δεδομένα που υποστηρίζουν ότι τα χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D συμβάλλουν στην ανάπτυξη χρόνιων ασθενειών, όπως καρδιαγγειακά νοσήματα, υπέρταση, ινσουλινοαντίσταση και Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 2, παχυσαρκία, καρκίνος, αυτοάνοσα νοσήματα, όπως ο Σακχαρώδης Διαβήτης τύπου 1, η ρευματοειδής αρθρίτιδα και η σκλήρυνση κατά πλάκας [Huh et al., 2008, Holick et al., 2008, Cashman, 2007, Papandreou et al., 2009]. Παρ' όλα αυτά, τα περισσότερα δεδομένα που υποστηρίζουν ότι

υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και των παραπάνω ασθενειών προκύπτουν από επιδημιολογικές μελέτες ενηλίκων, καθώς λίγες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί στον παιδικό πληθυσμό [Cashman, 2007].

1.4.1 ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΠΕΡΤΑΣΗ

Στους ενήλικες, τα χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D έχουν συσχετισθεί με παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα όπως η υπέρταση, η παχυσαρκία και το μεταβολικό σύνδρομο. Επίσης, η ανεπάρκεια βιταμίνης D φαίνεται να αυξάνει τον κίνδυνο για καρδιαγγειακές επιπλοκές όπως το έμφραγμα του μυοκαρδίου, το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και η καρδιακή ανεπάρκεια [Forman et al., 2007, Scragg et al., 2007, Kendrick et al., 2009]. Σε μία προοπτική μελέτη, τα άτομα που είχαν συγκέντρωση της (25-(OH)D) μικρότερη από 15 ng/mL παρουσίασαν τριπλάσιο κίνδυνο για υπέρταση πάνω από 4 χρόνια σε σχέση με τους εθελοντές με συγκέντρωση (25-(OH)D) μεγαλύτερη από 30 ng/mL [Forman et al., 2007]. Επιπλέον, υπέρταστικοί ασθενείς που είχαν εκτεθεί σε διαλείπουσα ακτινοβολία UVB εμφάνισαν αύξηση της συγκέντρωσης της (25-(OH)D) σε ποσοστό 180% και μείωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης κατά 6 mmHg [Krause et al., 1998].

1.4.2 ΙΝΣΟΥΛΙΝΟΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΤΥΠΟΥ 2

Η ανεπάρκεια βιταμίνης D στους ενήλικες έχει συσχετισθεί με αυξημένο κίνδυνο για Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 2, διαταραγμένη ανοχή στη γλυκόζη, υψηλότερες τιμές γλυκόζης νηστείας, αντίσταση στην ινσουλίνη και δυσλειτουργία των β-κυττάρων, ακόμη και μεταξύ υγιών ενηλίκων [Scragg, 1995, Scragg, 2004]. Σε έρευνα που έχει γίνει παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της συγκέντρωσης της βιταμίνης D ορού από 10 σε 30 ng/mL μπορεί να βελτιώσει την ευαισθησία της ινσουλίνης κατά 60% [Chiu, 2004].

1.4.3 ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑ

Στους ενήλικες έχει παρατηρηθεί μία αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ της 25-υδροξυβιταμίνης D και του συνολικού σωματικού λίπους, της σπλαχνικής παχυσαρκίας και της υπερτριγλυκεριδαιμίας. Συγχρονικές μελέτες έχουν δείξει ότι αλληλόμορφες διακυμάνσεις του υποδοχέα της βιταμίνης D σχετίζονται θετικά με υψηλότερα ποσοστά σωματικού λίπους και βάρους, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα επίπεδα της βιταμίνης D μπορεί να αποτελούν παράγοντα κινδύνου για ανάπτυξη παχυσαρκίας [Huh et al., 2008].

1.4.4 ΚΑΡΚΙΝΟΣ

Επιδημιολογικά δεδομένα έχουν δείξει πως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της ανεπάρκειας βιταμίνης D και του αυξημένου κινδύνου για πολλούς τύπους καρκίνου, όπως του παχέος εντέρου, του λεμφώματος Hodgkin, του προστάτη, του μαστού, των ωοθηκών και του παγκρέατος [Holick, 2006]. Πολλές μελέτες έχουν δείξει πως τα επίπεδα της 25(OH)D που είναι χαμηλότερα από 20 ng/mL (50 nmol/L) συνδέονται με υψηλότερο κίνδυνο για καρκίνο του εντέρου, του προστάτη και του μαστού σε ποσοστό 30 έως 50% [Bischoff-Ferrari et al., 2006]. Σε μία ανασκόπηση σχετικά με το ρόλο της βιταμίνης D στην πρόληψη του καρκίνου του εντέρου πρόέκυψε το συμπέρασμα ότι η συγκέντρωση της 25(OH)D σε επίπεδο 36 ng/mL (90 nmol/L) αποτελεί παράγοντα ενάντια στην ανάπτυξη νεοπλασίας του εντέρου [Bischoff-Ferrari et al., 2006]. Σε μία μελέτη παρέμβασης που διήρκεσε 4 χρόνια, εξετάστηκε η επίδραση της χορήγησης ασβεστίου και βιταμίνης D όσο αφορά τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα επίπεδα της 25(OH)D των εθελοντών αυξήθηκαν κατά μέσο όρο από 72 σε 97 nmol/L και ο συνολικός κίνδυνος για εμφάνιση καρκίνου μειώθηκε κατά 60% [Lappe, 2007].

1.4.5 ΑΥΤΟΑΝΟΣΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΑΚΧΑΡΩΔΗΣ ΔΙΑΒΗΤΗΣ ΤΥΠΟΥ 1

Λίγα δεδομένα υπάρχουν σχετικά με την επίδραση της ανεπάρκειας βιταμίνης D στην ανάπτυξη χρόνιων μη – σκελετικών παθήσεων κατά την παιδική και εφηβική ηλικία [Cashman, 2007]. Ωστόσο, σε μία πρόσφατη ανασκόπηση σχετικά με την υποβιταμίνωση D στην παιδική ηλικία, ο Holick τονίζει ότι τα παιδιά που ζουν για τα πρώτα 10 χρόνια της ζωής τους σε γεωγραφικά πλάτη πάνω από 35° έχουν αυξημένο κίνδυνο να αναπτύξουν σκλήρυνση κατά πλάκας σε ποσοστό 100%, καθώς και άλλα αυτοάνοσα νοσήματα [Holick, 2006]. Υπάρχουν δεδομένα που αποδεικνύουν ότι αυτό οφείλεται στη μειωμένη έκθεση στην ακτινοβολία UVB. Μελέτες έχουν δείξει ότι οι εποχιακές διακυμάνσεις στη σκλήρυνση κατά πλάκας ήταν κατά 50% λιγότερες το καλοκαίρι σε σύγκριση με το χειμώνα [Holick, 2013]. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι η αύξηση της πρόσληψης βιταμίνης D σχετίζεται με μείωση των περιστατικών με σκλήρυνση κατά πλάκας [Ponsonby, 2002].

Σύμφωνα με μελέτες, η συμπληρωματική χορήγηση βιταμίνης D κατά τη διάρκεια της κύησης και των πρώτων ετών ζωής μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο για Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1. Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Φιλανδία το 1960, συμμετείχαν 10.366 παιδιά τα οποία λάμβαναν τακτικά 2.000 IU βιταμίνης D κατά το πρώτο έτος της ζωής τους. Τα παιδιά ήταν υπό παρακολούθηση για 31 χρόνια και διαπιστώθηκε ότι είχαν 80% λιγότερες πιθανότητες να αναπτύξουν Σακχαρώδη Διαβήτη τύπου 1 [Hypponen, 2001].

1.5 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΓΙΑ ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗ D

Η υποβιταμίνωση D μπορεί να οφείλεται είτε στην ανεπαρκή σύνθεσή της στο δέρμα με την επίδραση της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας, είτε στη μειωμένη διατροφική πρόσληψη βιταμίνης D. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορεί να οδηγήσουν σε ανεπάρκεια βιταμίνης D όπως η ανεπαρκής έκθεση στον ήλιο, η χρήση αντηλιακών, η ηλικία, η εθνικότητα, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, καθώς και η περιορισμένη διαιτητική πρόσληψη [Chen et al., 2007, Berwick et al., 2005, Diehl et al., 2010, Matsuoka et al., 1987, Holick, 1995, Holick et al., 1989, Webb, 2006, Norman 1998, Engelsen et al., 2005, Harnack et al., 1999].

1.5.1 ΜΗ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

1.5.1.1 Ηλικία

Η ηλικία έχει άμεση επίδραση στην ικανότητα του δέρματος να συνθέτει βιταμίνη D. Το πάχος του δέρματος μειώνεται σταδιακά μετά την ηλικία των 20 ετών. Οι ερευνητές έχουν φτάσει στο συμπέρασμα ότι ένας άνθρωπος ηλικίας 70 ετών έχει 75% λιγότερη ικανότητα να συνθέσει βιταμίνη D σε σύγκριση με έναν νεαρό ενήλικα [Holick, 1995, MacLaughlin, 1985]. Σε μία ανάλυση των συγκεντρώσεων της 7-δεϋδροχοληστερόλης στην επιδερμίδα ατόμων διαφορετικών ηλικιών παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωσή της μειωνόταν αναλογικά με την αύξηση της ηλικίας [MacLaughlin, 1985]. Σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε μεταξύ νέων και ηλικιωμένων ανθρώπων, οι οποίοι εκτέθηκαν στην ίδια ποσότητα ακτινοβολίας, παρόμοια με την ηλιακή, για 15 λεπτά παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση της βιταμίνης D ορού αυξήθηκε περίπου 78,1 nmol/L κατά τη διάρκεια 24ώρου στους νεαρούς συμμετέχοντες, ενώ στους ηλικιωμένους ανθρώπους (62-80 ετών) παρατηρήθηκε αύξηση περίπου 20,8 nmol/L [Holick et al., 1989].

Η ανεπάρκεια βιταμίνης D με το πέρασμα της ηλικίας δεν οφείλεται μόνο στην ανεπαρκή ενδογενή σύνθεσή της, αλλά και στο γεγονός ότι παρατηρείται μία προοδευτική δυσαπορρόφηση της βιταμίνης στον εντερικό βλεννογόνο με την αύξηση της ηλικίας [MacLaughlin, 1985]. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι οι ηλικιωμένοι δεν προσλαμβάνουν την απαιτούμενη ποσότητα βιταμίνης D από τη διατροφή [Holick et al., 1994].

1.5.1.2 Εθνικότητα

Η εθνικότητα αποτελεί έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη σύνθεση της βιταμίνης D, καθώς ο τύπος δέρματος είναι γενετικά προκαθορισμένος και έχει επίδραση στην ποσότητα της προβιταμίνης D₃ που συνθέτεται στο δέρμα για ορισμένη ποσότητα υπεριώδους ακτινοβολίας

[Webb, 2006]. Έχει φανεί πως άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα χρειάζονται περισσότερο χρόνο έκθεσης στον ήλιο για να συνθέσουν την απαιτούμενη ποσότητα βιταμίνης D σε σύγκριση με άτομα της λευκής φυλής [Rovner et al., 2008, Holick, 2004, Norman, 1998].

Το γεγονός αυτό οφείλεται στη μελανίνη. Η μελανίνη λειτουργεί ως φυσικό αντηλιακό, καθώς απορροφά αποτελεσματικά την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα να εμποδίζει τα φωτόνια της υπεριώδους ακτινοβολίας να εισέρχονται στα κύτταρα του δέρματος και να τα καταστρέφουν προκαλώντας έγκαυμα. Παράλληλα όμως περιορίζει την ικανότητα του δέρματος να μετατρέπει την 7-δεϋδροχοληστερόλη σε προβιταμίνη D₃ [Webb et al., 2006, Holick, 2004, Holick, 1995]. Ενδεικτικά, ένας ενήλικας με δέρμα τύπου III (ανοιχτόχρωμος και επιρρεπής σε εγκαύματα), ο οποίος εκτέθηκε σε μία ελάχιστη δόση υπεριώδους ακτινοβολίας, εμφάνισε 50-πλάσια αύξηση στη συγκέντρωση της βιταμίνης D₃ στο αίμα μέσα σε 8 ώρες. Αντίθετα, ένας συνομήλικός του με δέρμα τύπου V (σκουρόχρωμος με υψηλή συγκέντρωση μελανίνης), ο οποίος εκτέθηκε στην ίδια ποσότητα ακτινοβολίας, δεν παρουσίασε σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση της βιταμίνης D₃. Ο τελευταίος χρειάστηκε 5-10 λεπτά επιπλέον έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία έτσι ώστε να αυξηθεί η συγκέντρωση της βιταμίνης D₃ μόνο 30 φορές [Clemens et al., 1982].

1.5.1.3 Εποχικότητα

Είναι γνωστό ότι η ανεπάρκεια βιταμίνης D παρατηρείται κυρίως κατά τους χειμερινούς μήνες σε σχέση με το καλοκαίρι. Το 1897, ο Kassowitz αναφέρθηκε στον αυξημένο αριθμό περιστατικών ραχίτιδας τους χειμερινούς μήνες και στη μείωσή τους κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού και του φθινόπωρου. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα οι άνθρωποι αφιερώνουν λιγότερο χρόνο σε εξωτερικές δραστηριότητες και επιπλέον φοράνε περισσότερα ρούχα, μειώνοντας έτσι την επιφάνεια του δέρματός τους που εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης, η ηλιακή γωνία ζενίθ αυξάνεται το φθινόπωρο και το χειμώνα με αποτέλεσμα το ποσό της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια της γης να είναι σημαντικά μειωμένο [Holick, 1995].

1.5.1.4 Γεωγραφικό πλάτος

Ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ικανότητα σύνθεσης της βιταμίνης D στο δέρμα είναι το γεωγραφικό πλάτος. Σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη, οι ακτίνες του ηλίου διαδίδονται σε πλάγια γωνία σε σύγκριση με περιοχές που βρίσκονται σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διανύει η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία μεγαλύτερη απόσταση προκειμένου να διαπεράσει τη στρατόσφαιρα και την ατμόσφαιρα και επιπλέον μεγάλο μέρος της να απορροφάται από το στρώμα του όζοντος. Συνεπώς, στην επιφάνεια της

γης φθάνει μικρότερη ποσότητα ακτινοβολίας, η οποία είναι πιο εξασθενημένη [Holick, 2004, Diehl et al., 2010]. Οι ερευνητές έχουν φθάσει στο συμπέρασμα ότι σε περιοχές με γεωγραφικό πλάτος μικρότερο από 37° που βρίσκονται κοντά στον ισημερινό η σύνθεση της βιταμίνης D είναι μεγαλύτερη όλους τους μήνες του χρόνου [Holick, 2004, Webb et al., 1988].

Σε μία *in vitro* ανάλυση εξετάσθηκε η ικανότητα παραγωγής βιταμίνης D από ένα διάλυμα 7-δεϋδροχοληστερόλης, το οποίο εκτιθόταν στην ηλιακή ακτινοβολία στο Έντμοντον του Καναδά (52° N), στη Βοστώνη (42° N), στο Λος Άντζελες (34° N) και στο Σαν Χουάν του Πουέρτο Ρίκο (18° N). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παραγωγή της βιταμίνης D ήταν μέγιστη τον Ιούνιο και τον Ιούλιο. Οι ερευνητές παρατήρησαν ότι στη Βοστώνη δεν υπήρχε παραγωγή βιταμίνης D από τον Νοέμβριο μέχρι τον Φεβρουάριο και στο Έντμοντον η σύνθεση βιταμίνης D σταματούσε τον Οκτώβριο και ξεκινούσε τον Απρίλιο. Αντίθετα, στο Λος Άντζελες και στο Πουέρτο Ρίκο η παραγωγή της βιταμίνης D πραγματοποιούνταν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου [Webb et al., 1988].

1.5.1.5 Υψόμετρο

Το υψόμετρο παίζει επίσης σημαντικό ρόλο στην ικανότητα σύνθεσης της βιταμίνης D. Είναι γεγονός ότι σε περιοχές που βρίσκονται σε μεγάλο υψόμετρο οι ακτίνες του ηλίου χρειάζεται να διανύσουν μικρότερη απόσταση προκειμένου να φτάσουν στην επιφάνεια της γης, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται το δέρμα κατά 4% για κάθε 300 m που αυξάνεται το υψόμετρο [Diehl et al., 2010].

1.5.1.6 Ατμοσφαιρική ρύπανση

Στη σύγχρονη εποχή έχει διερευνηθεί η συσχέτιση της μόλυνσης του περιβάλλοντος με την ικανότητα σύνθεσης της βιταμίνης D. Έπειτα από έρευνες έχει επικρατήσει η άποψη ότι τα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας που δημιουργούνται από την ατμοσφαιρική ρύπανση, κυρίως στις βιομηχανικές πόλεις, απορροφούν την UVB ακτινοβολία με αποτέλεσμα να μειώνεται η ποσότητα της ακτινοβολίας που δέχονται οι άνθρωποι [Engelsen et al., 2005].

Η ατμοσφαιρική ρύπανση ευθύνεται επίσης για το φαινόμενο της τρύπας του όζοντος. Ο ρόλος του όζοντος στη στρατόσφαιρα είναι ιδιαίτερα σημαντικός, καθώς απορροφά την επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία UVB κάτω από τα 290nm, η οποία ευθύνεται για την ανάπτυξη καρκίνου του δέρματος [Diehl et al., 2010, Holick, 1995]. Σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη, προς τους πόλους, παρατηρούνται μεγαλύτερες συγκεντρώσεις όζοντος, ενώ σε περιοχές κοντά στον ισημερινό οι συγκεντρώσεις του όζοντος είναι χαμηλότερες [Engelsen et al., 2005]. Όσο μειώνονται τα επίπεδα του όζοντος της στρατόσφαιρας, τόσο πιο επικίνδυνη γίνεται η έκθεση στον ήλιο. Το γεγονός αυτό οδηγεί τους ανθρώπους να εκτίθενται για μικρότερο χρονικό

διάστημα στον ήλιο και να χρησιμοποιούν αντηλιακά με υψηλό δείκτη προστασίας [Holick, 1995].

Επιπλέον, σε πολλά αστικά κέντρα με υψηλά επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης παρατηρείται σημαντική ποσότητα όζοντος στην ατμόσφαιρα, το οποίο απορροφά την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη σύνθεση βιταμίνης D [Holick, 1995].

Άλλη μία συνέπεια της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι ο σχηματισμός πυκνών σύννεφων, ιδιαίτερα πάνω από τα μεγάλα αστικά κέντρα. Συγκεκριμένα, τα παχύτερα σύννεφα που δημιουργούνται χαμηλά στην ατμόσφαιρα έχουν την ικανότητα να δεσμεύουν την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία με αποτέλεσμα να μειώνεται η ποσότητά της που φθάνει στο έδαφος έως και 99% ακόμα και σε περιοχές κοντά στον ισημερινό [Engelsen et al., 2005].

1.5.2 ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΙΜΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

1.5.2.1 Μειωμένη έκθεση στον ήλιο

Είναι γεγονός πως στη σύγχρονη εποχή πολλοί άνθρωποι αποφεύγουν την έκθεση στον ήλιο και η κύρια αιτία για αυτή τη συμπεριφορά είναι ο κίνδυνος για ανάπτυξη καρκίνου [Chen et al., 2007]. Έχει φανεί ότι η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία είναι ο κυριότερος αιτιολογικός παράγοντας για την ανάπτυξη καρκινώματος και κακοήθους μελανώματος [Berwick, 2005, Alshishtawy, 2001, Zeeb, 2010]. Πολλοί Διεθνείς Οργανισμοί όπως ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχουν εκδώσει συστάσεις για την προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία, ενώ σε πολλά κράτη πραγματοποιούνται καμπάνιες για τη χρήση αντηλιακών και την περιορισμένη έκθεση στον ήλιο, υποβαθμίζοντας τη σημασία του για τη σύνθεση της βιταμίνης D [Wagner, 2008, Sinclair, 2006]. Η αποφυγή της έκθεσης του δέρματος στην ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να επιτευχθεί με πολλούς τρόπους, όπως με τη χρήση αντηλιακών, με ρούχα που καλύπτουν την εκτιθέμενη επιφάνεια του δέρματος, καθώς και με την αποφυγή εξωτερικών δραστηριοτήτων [Diehl et al., 2010].

Τα αντηλιακά χρησιμοποιούνται ευρέως για την αποφυγή εγκαύματος, γήρανσης του δέρματος και ανάπτυξης καρκίνου, καθώς απορροφούν την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία πριν εισχωρήσει στο δέρμα και εμποδίζουν την παραγωγή της προχοληκαλσιφερόλης. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια οι επιστήμονες υποστηρίζουν ότι η υπέρμετρη χρήση αντηλιακών μπορεί να οδηγήσει σε ανεπάρκεια βιταμίνης D, εφόσον ένα αντηλιακό με δείκτη προστασίας 8 μπορεί να μειώσει την ικανότητα του δέρματος να συνθέσει βιταμίνη D κατά 95% και ένα αντηλιακό με δείκτη προστασίας 15 μπορεί να μειώσει την ικανότητα αυτή κατά 98% [Holick, 2004, Matsuoka et al., 1987].

Τα ρούχα που καλύπτουν την εκτιθέμενη επιφάνεια του δέρματος στον ήλιο αποτελούν έναν ακόμη παράγοντα μειωμένης σύνθεσης βιταμίνης D, καθώς απορροφούν την UVB ακτινοβολία [Holick, 1995, Matsuoka et al., 1992]. Ενδεικτικά, τα μαύρα μάλλινα ρούχα δεσμεύουν περίπου το 98% της υπεριώδους ακτινοβολίας, ενώ τα λευκά βαμβακερά ρούχα απορροφούν περίπου το 47% της ακτινοβολίας [Diehl et al., 2010]. Σε χώρες στις οποίες η θρησκεία επιβάλλει στις γυναίκες να έχουν κρυμμένο το πρόσωπό τους παρατηρούνται υψηλά ποσοστά υποβιταμίνωσης D, ακόμα και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού [Alshishtawy, 2011, Hatun et al., 2005].

1.5.2.2 Ώρα έκθεσης στον ήλιο

Σύμφωνα με μελέτες έχει φανεί πως η ώρα έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία επηρεάζει την ικανότητα σύνθεσης της βιταμίνης D. Μελέτες έχουν δείξει πως η έκθεση στον ήλιο για 5-15 λεπτά μεταξύ των ωρών 10:00 έως 15:00 την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο είναι επαρκής για τη σύνθεση της απαιτούμενης ποσότητας βιταμίνης D σε άτομα με ανοιχτόχρωμο δέρμα. Άτομα με σκουρόχρωμο δέρμα χρειάζονται περίπου 5-10 λεπτά επιπλέον έκθεσης στον ήλιο [Holick, 2004].

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Βοστώνη, μετρήθηκε η παραγωγή της 7-δεϋδροχοληστερόλης σε ηλιόλουστες μέρες. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι η σύνθεση της πρόδρομης αυτής μορφής της βιταμίνης D ξεκινούσε από τις 7 το πρωί και ολοκληρωνόταν στις 5 το απόγευμα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του φθινοπώρου, η σύνθεση ξεκινούσε μερικές ώρες αργότερα, περίπου στις 9 και ολοκληρωνόταν στις 3 το μεσημέρι. Όσο πλησίαζε ο χειμώνας τόσο μικραίνει το διάστημα κατά το οποίο γινόταν η σύνθεση της 7-δεϋδροχοληστερόλης [Diehl et al., 2010].

1.5.2.3 Ανεπαρκής διατροφική πρόσληψη βιταμίνης D

Παρ' όλο που οι διαιτητικές πηγές βιταμίνης D είναι περιορισμένες, η ανεπαρκής πρόσληψη βιταμίνης D αποτελεί έναν από τους παράγοντες που οδηγούν σε υποβιταμίνωση D. Συγκεκριμένα, έχει παρατηρηθεί ότι η κατανάλωση γάλακτος, που αποτελεί έναν ανεξάρτητο δείκτη των επιπέδων της 25-υδροξυβιταμίνης D, έχει μειωθεί τα τελευταία χρόνια στα παιδιά και τους εφήβους και κατά συνέπεια έχει μειωθεί η πρόσληψη βιταμίνης D. Φαίνεται πως η μειωμένη κατανάλωση γάλακτος οφείλεται στην αύξηση της κατανάλωσης χυμών και αναψυκτικών [Harnack et al., 1999].

Σε πολλές έρευνες έχει παρατηρηθεί ότι η διαιτητική πρόσληψη βιταμίνης D σε παιδιά και ειδικά σε εφήβους είναι λιγότερη από τη συνιστώμενη. Στη μελέτη NHANES 2001-2004 αποδείχθηκε ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της περιορισμένης κατανάλωσης γάλακτος και των χαμηλών επιπέδων βιταμίνης D. Επιπλέον, φάνηκε ότι τα κορίτσια είχαν χαμηλότερη

πρόσληψη βιταμίνης D και παράλληλα χαμηλότερες τιμές συγκέντρωσης της 25(OH)D σε σύγκριση με τα αγόρια [Kumar et al., 2009].

Μελέτες έχουν δείξει πως άτομα που ακολουθούν χορτοφαγικές δίαιτες παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο για ανεπάρκεια βιταμίνης D, καθώς οι κυριότερες πηγές βιταμίνης D είναι τρόφιμα ζωικής προέλευσης. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Φιλανδία κατά τους μήνες Φεβρουάριο και Μάρτιο φάνηκε ότι υψηλότερα επίπεδα βιταμίνης D είχαν τα άτομα της ομάδας ελέγχου, ακολουθούσαν οι χορτοφάγοι (vegetarians) που κατανάλωναν γαλακτοκομικά προϊόντα και ψάρια και τέλος οι αυστηρά χορτοφάγοι (vegans) που δεν κατανάλωναν κανένα τρόφιμο ζωικής προέλευσης [Lamberg-Allardt et al., 1993].

1.5.2.4 Παχυσαρκία

Υπάρχουν ολόένα και περισσότερα επιστημονικά δεδομένα που υποστηρίζουν πως υπάρχει μία αμφίδρομη σχέση μεταξύ των επιπέδων 25-υδροξυβιταμίνης D και του σωματικού λίπους [Parikh et al., 2004, Moschonis et al., 2009, Wortsman et al., 2000, Arunabh et al., 2003]. Η πρώτη ένδειξη για τη σχέση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και του σωματικού λίπους προήλθε από τους Lumb et al. το 1971, οι οποίοι υπέθεσαν ότι η βιταμίνη D αφού απορροφηθεί δεσμεύεται και αποθηκεύεται σε ιστούς όπως ο λιπώδης και ο μυϊκός ιστός και έπειτα απελευθερώνεται στην κυκλοφορία [Lumb et al., 1971]. Αργότερα η ίδια ερευνητική ομάδα απέδειξε με έγχυση ραδιενεργής βιταμίνης D σε 60 εθελοντές ότι η συγκέντρωση της βιταμίνης D είναι υψηλότερη στο λιπώδη ιστό [Mawer et al., 1972]. Άλλες μελέτες σε πειραματόζωα επιβεβαίωσαν ότι ο λιπώδης ιστός αποτελεί τον μεγαλύτερο αποθηκευτικό χώρο βιταμίνης D [Rosenstreich et al., 1971]. Το 2000 οι Wortsman et al. υποστήριξαν ότι η σχέση της παχυσαρκίας με την ανεπάρκεια βιταμίνης D οφείλεται πιθανότατα στη μειωμένη βιοδιαθεσιμότητα της βιταμίνης D₃ που προέρχεται από ενδογενή παραγωγή και διαιτητικές πηγές εξαιτίας της δέσμευσής της από το σωματικό λίπος [Wortsman et al., 2000].

Η ακριβής αιτία που οδηγεί σε χαμηλά επίπεδα 25-υδροξυβιταμίνης D σε παχύσαρκα άτομα δεν είναι ξεκάθαρη. Ωστόσο, έχουν προταθεί κάποιοι πιθανοί μηχανισμοί όπως η αποφυγή της έκθεσης στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, η οποία είναι απαραίτητη για τη σύνθεση της βιταμίνης D στο δέρμα, η περιορισμένη κινητικότητα, η αποφυγή υπαίθριων δραστηριοτήτων και η κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους του σώματος από ρούχα [Liel et al., 1988]. Μία άλλη υπόθεση είναι ότι στα παχύσαρκα άτομα η παραγωγή του ενεργού μεταβολίτη της βιταμίνης D, της 1,25-υδροξυβιταμίνης D, ενισχύεται και επομένως οι υψηλότερες αυτές συγκεντρώσεις δρουν αρνητικά στην ηπατική σύνθεση της 25-υδροξυβιταμίνης D [Bell et al., 1985]. Ένας άλλος πιθανός μηχανισμός είναι ότι η μεταβολική κάθαρση της βιταμίνης D αυξάνεται σε παχύσαρκα άτομα λόγω της αυξημένης λιπώδους μάζας [Liel et al., 1988]. Τέλος, υποστηρίζεται

ότι μεγαλύτερη ποσότητα βιταμίνης D δεσμεύεται στο λιπώδη ιστό των παχύσαρκων ατόμων λόγω της αυξημένης λιπώδους μάζας [Wortsman et al., 2000].

Οι Wortsman et al. παρατήρησαν ότι η αύξηση της συγκέντρωσης της βιταμίνης D ήταν 57% λιγότερη στα παχύσαρκα άτομα σε σχέση με τα φυσιολογικά άτομα μετά από 24ωρη έκθεση στην UVB ακτινοβολία, παρόλο που η επιφάνεια του σώματος των παχύσαρκων που εκτέθηκε στην ακτινοβολία ήταν μεγαλύτερη και ήταν αναμενόμενο να παραχθεί περισσότερη βιταμίνη D [Wortsman et al., 2000].

Η συσχέτιση του σωματικού λίπους με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D έχει μελετηθεί και στον παιδικό και εφηβικό πληθυσμό. Οι Dong et al. το 2010 επιβεβαίωσαν ότι τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D σχετίζονται αρνητικά με το Δείκτη Μάζα Σώματος, την περιφέρεια μέσης, τη λιπώδη μάζα σώματος και το ποσοστό σωματικού λίπους σε εφήβους [Dong et al., 2010]. Οι Olson et al. παρατήρησαν ότι το 92% των παχύσαρκων παιδιών ηλικίας 6 έως 16 ετών είχαν επίπεδα 25-υδροξυβιταμίνης D χαμηλότερα από 30 ng/mL, ενώ από τα μη υπέρβαρα παιδιά το 68% παρουσίαζαν μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D. Επιπλέον, το 50% των παχύσαρκων παιδιών είχαν επίπεδα 25-υδροξυβιταμίνης D χαμηλότερα από 20 ng/mL, ενώ το 22% από τα μη υπέρβαρα παιδιά παρουσίαζαν υποβιταμίνωση D [Olson et al., 2012].

Έχει αποδειχθεί επίσης πως η απώλεια βάρους μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση των επιπέδων της βιταμίνης D. Σε παχύσαρκες γυναίκες οι οποίες ακολούθησαν μία διατροφή χαμηλής ενέργειας για 20 εβδομάδες φάνηκε πως η απώλεια περίπου 10% του σωματικού τους βάρους οδήγησε σε αύξηση των επιπέδων της 25-υδροξυβιταμίνης D κατά 34% κυρίως λόγω της βελτίωσης των επιπέδων των λιπιδίων του πλάσματος και της ευαισθησίας της ινσουλίνης [Tzotzas et al., 2010].

1.5.2.5 Μειωμένη φυσική δραστηριότητα

Η περιορισμένη φυσική δραστηριότητα σχετίζεται θετικά με την ανεπάρκεια βιταμίνης D, καθώς σε χαμηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας παρατηρούνται χαμηλότερα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D [Anand et al., 2011]. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται στο ότι τα άτομα που πραγματοποιούν φυσική άσκηση εκτίθενται για περισσότερο χρονικό διάστημα στην ηλιακή ακτινοβολία και έχουν χαμηλό σωματικό βάρος [Kluczynski et al., 2011, Brock et al., 2009]. Ένας άλλος μηχανισμός που έχει προταθεί είναι ότι η φυσική δραστηριότητα επιδρά στα επίπεδα ασβεστοιοτροπικών ορμονών αυξάνοντας την απορρόφηση του ασβεστίου και την κυκλοφορία της βιταμίνης D με σκοπό τη διατήρηση ή την αύξηση της οστικής πυκνότητας [Maimoun et al., 2009].

Σε μία προοπτική μελέτη που συμμετείχαν μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες φάνηκε πως υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της διάρκειας της φυσικής δραστηριότητας και των επιπέδων της 25-υδροξυβιταμίνης D [Kluczynski et al., 2011].

Σύμφωνα με τα επιστημονικά δεδομένα που έχουν παρατεθεί γίνεται φανερή η σημασία της βιταμίνης D και οι σοβαρές συνέπειες που έχει η ανεπάρκειά της για την υγεία. Ωστόσο, τα περισσότερα στοιχεία που φανερώνουν τη συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και της σύστασης σώματος προέρχονται από μελέτες ενηλίκων και λίγα είναι γνωστά για την παιδική και εφηβική ηλικία.

2. ΣΚΟΠΟΣ

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ των επιπέδων βιταμίνης D και του Δείκτη Μάζας Σώματος, καθώς και της σύστασης σώματος, σε παιδιά ηλικίας 10-12 ετών σε αντιπροσωπευτικό δείγμα από όλη την Ελλάδα. Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν, από την παρούσα μελέτη, στοχεύουν σε μια εκτίμηση του επιπολασμού της υποβιταμίνωσης D στην Ελλάδα και στην πιθανή συσχέτιση της σύστασης σώματος, και κυρίως του λιπώδους ιστού με την ανεπάρκεια βιταμίνης D για τη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η μελέτη Healthy Growth αποτελεί μία συγχρονική (cross-sectional) επιδημιολογική μελέτη που επιπλέον συνδυάζει την αναδρομική συλλογή πληροφοριών από παιδιά σχολικής-προεφηβικής ηλικίας (10 έως 12 ετών) και τους γονείς τους. Η μελέτη ξεκίνησε με την εφαρμογή ενός πρώτου πιλοτικού σταδίου το οποίο έχει ως στόχο τον ποιοτικό έλεγχο των παρατηρήσεων και του τρόπου συλλογής τους. Μετά την ολοκλήρωση του πιλοτικού σταδίου ακολούθησε το δεύτερο κυρίως στάδιο της μελέτης συλλογής των δεδομένων. Η επιλογή των υπό-μελέτη σχολείων πραγματοποιήθηκε μετά από τη λήψη σχετικής έγκρισης από το Τμήμα Αγωγής Υγείας και Περιβαλλοντικής Αγωγής του Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και μετά την γνωμοδότηση του Τμήματος Ερευνών Τεκμηρίωσης και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου. Επιπλέον, έγκριση για τη διεξαγωγή της μελέτης λήφθηκε από την Επιτροπή Βιοηθικής του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.

Στη μελέτη κλήθηκε να συμμετάσχει ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός τυχαία επιλεγμένων δημοτικών σχολείων από πέντε (5) νομούς της ελληνικής επικράτειας (Αθηνών, Πειραιά, Αιτωλοακαρνανίας, Ηρακλείου Κρήτης και Θεσσαλονίκης). Μετά την θετική ανταπόκριση των σχολείων που επιλέχθηκαν για να συμμετάσχουν στη μελέτη, όλοι οι γονείς ή κηδεμόνες των παιδιών που φοιτούν στις Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεις των σχολείων αυτών έλαβαν ένα εκτενές ενημερωτικό γράμμα που περιέγραφε αναλυτικά τους σκοπούς, τα στάδια και τις μετρήσεις που θα λάμβαναν χώρα στα πλαίσια της μελέτης. Όσοι γονείς ή κηδεμόνες συναίνεσαν για την συμμετοχή του παιδιού τους στην μελέτη έπρεπε να υπογράψουν και να επιστρέψουν στην ερευνητική ομάδα του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου το σχετικό συμφωνητικό εθελοντικής συμμετοχής που υπήρχε στο τέλος του ενημερωτικού γράμματος.

3.2 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ-ΤΥΧΑΙΟΠΟΙΗΣΗ

Η δειγματοληψία των σχολείων είναι τυχαία, πολυσταδιακή (multi-stage sampling) και διαστρωματοποιημένη (stratified) με βάση το μέσο επίπεδο εκπαίδευσης (χρόνια εκπαίδευσης) του ενήλικου πληθυσμού ηλικίας 30-64 ετών, καθώς και του αριθμού του μαθητικού πληθυσμού ηλικίας 10 έως 12 ετών στους αντίστοιχους Δήμους των υπό-μελέτη νομών. Συγκεκριμένα για τη δειγματοληψία του υπό-μελέτη πληθυσμού πραγματοποιήθηκαν τα ακόλουθα βήματα:

- Εύρεση και καταγραφή από τα πιο πρόσφατα αρχεία απογραφής του ελληνικού πληθυσμού της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (ΕΣΥΕ, Απογραφή 2001) πληροφοριών σχετικά με το

εκπαιδευτικό επίπεδο ατόμων ηλικίας 30 έως 64 ετών και με το μέγεθος του προεφηβικού πληθυσμού ηλικίας 10 έως 14 ετών ανά αστική/ ημι-αστική/ αγροτική περιοχή σε κάθε ένα από τους 5 υπό-μελέτη νομούς,

- Υπολογισμός για κάθε Δήμο στους πέντε (5) νομούς του μέσου επιπέδου εκπαίδευσης του πληθυσμού ενηλίκων ηλικίας 25 έως 55 ετών, ηλικιακό εύρος στο οποίο εντάσσονται οι γονείς των παιδιών 10 έως 14 ετών που απαρτίζουν τον μαθητικό πληθυσμό του δείγματος της παρούσας μελέτης.
- Σύμφωνα με τα στοιχεία που προέκυψαν για το μέσο επίπεδο εκπαίδευσης του πληθυσμού των ενηλίκων δημοτών ηλικίας 30 έως 64 ετών σε κάθε δήμο, οι Δήμοι σε κάθε νομό κατανεμήθηκαν σε 3 κατηγορίες-στρώματα (strata) διαφορετικού επιπέδου εκπαίδευσης, και συγκεκριμένα σε δήμους Χαμηλότερου, Μέσου και Υψηλότερου εκπαιδευτικού επιπέδου γονέων.
- Στη συνέχεια ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός Δήμων επιλέχθηκε τυχαία από την κάθε κατηγορία-στρώμα Δήμων με διαφορετικό εκπαιδευτικό επίπεδο γονέων, αναλογικά με την ποσοστιαία κατανομή του προεφηβικού μαθητικού πληθυσμού ηλικίας 10 έως 14 ετών που κατοικούν στους εν λόγω Δήμους σύμφωνα πάντα με τα στοιχεία της ΕΣΥΕ.
- Εν συνεχεία ένας αντιπροσωπευτικός αριθμός σχολείων επιλέχθηκε τυχαία από τον κάθε Δήμο, αναλογικά με την ποσόστωση του μαθητικού πληθυσμού (10-12 ετών/ Ε και ΣΤ τάξεων) που είναι εγγεγραμμένος στα σχολεία των επιλεγμένων Δήμων με διαφορετικό εκπαιδευτικό επίπεδο γονέων σύμφωνα με τα στοιχεία από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο καθώς και από τα κατά τόπους γραφεία Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης.
- Στην περίπτωση που ένα τυχαία επιλεγμένο σχολείο αρνήθηκε τη συμμετοχή του στη μελέτη ή απορρίφθηκε λόγω χαμηλής συμμετοχής (<70%) υπήρξαν εναλλακτικές επιλογές σχολείων, τέτοιες ώστε να διατηρηθεί η αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος.

3.2.1 ΔΕΙΓΜΑ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Για την ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης επιλέχθηκε αντιπροσωπευτικό δείγμα από τον συνολικό πληθυσμό. Λαμβάνοντας υπόψη την διακύμανση της εποχής, του φύλου και των περιοχών επιλέχθηκαν τυχαία 800 περίπου άτομα στα οποία μετρήθηκαν τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D και της παραθυρεοειδούς ορμόνης.

3.3 ΣΤΑΔΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ

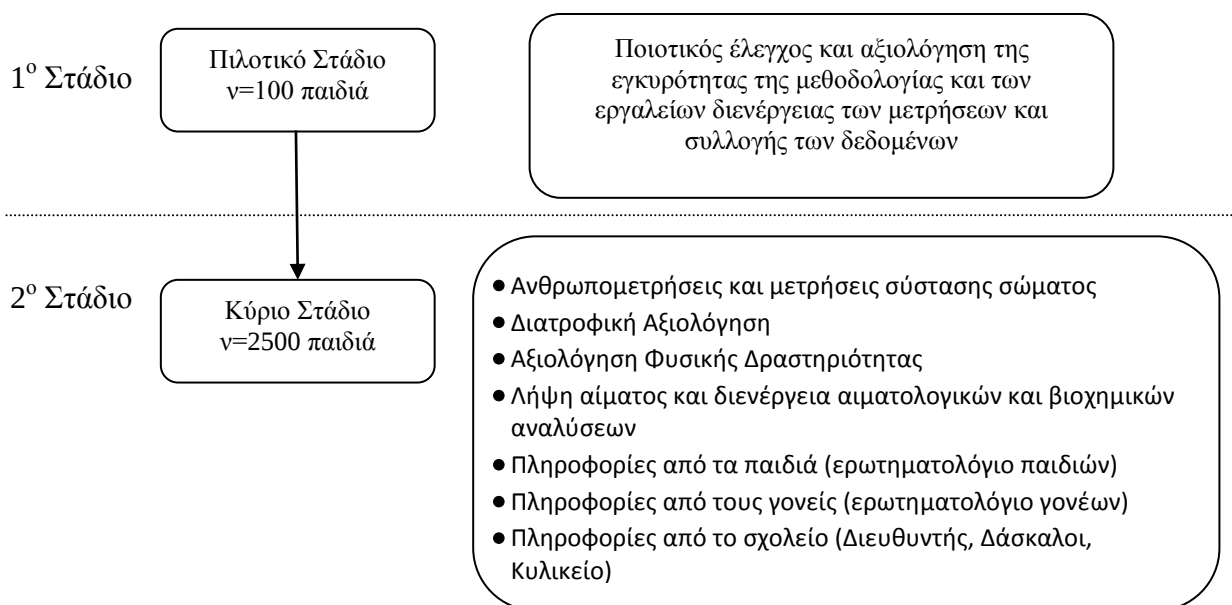
3.3.1 ΠΙΛΟΤΙΚΟ ΣΤΑΔΙΟ

Κατόπιν της τυχαίας επιλογής των σχολείων στις διάφορες περιοχές της μελέτης και μετά τη λήψη τουλάχιστον 100 υπογεγραμμένων δελτίων έγγραφης γονικής συγκατάθεσης πραγματοποιήθηκε ένα πιλοτικό στάδιο μετρήσεων διάρκειας ενός μηνός, με στόχο την αξιολόγηση και την εκτίμηση της εγκυρότητας των εργαλείων και μεθόδων που θα χρησιμοποιούνταν στο πλαίσιο της μελέτης.

3.3.2 ΚΥΡΙΟ ΣΤΑΔΙΟ

Αμέσως μετά το πιλοτικό στάδιο και αφού λήφθηκαν υπόψη τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή του, ξεκίνησε το κύριο στάδιο μετρήσεων της μελέτης “Healthy Growth Study”, κατά το οποίο πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες μετρήσεις και συλλέχθηκαν τα ακόλουθα δεδομένα:

Σχήμα 1. Σχεδιάγραμμα μετρήσεων επιδημιολογικής μελέτης “Healthy Growth Study”.



3.4 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αξιολόγηση των διατροφικών συνηθειών των εξεταζομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της τεχνικής της ανάκλησης 24-ώρου. Συγκεκριμένα σε κάθε εξεταζόμενο πραγματοποιήθηκαν τρεις ανακλήσεις 24-ώρου, και συγκεκριμένα δύο ανακλήσεις καθημερινής και μία Σαββατοκύριακου και ειδικότερα Κυριακής. Όλα τα μέλη της ερευνητικής ομάδας διεξήγαγαν τις συνεντεύξεις-ανακλήσεις ήταν κατάλληλα εκπαιδευμένα για να ελαχιστοποιηθούν τα σφάλματα καταγραφής της διαιτητικής πρόσληψης. Κατά τη διάρκεια των ανακλήσεων 24-ώρου ζητήθηκε από τους εξεταζόμενους να ανακαλέσουν τον τύπο και την ποσότητα των τροφίμων και ροφημάτων που κατανάλωσαν την προηγούμενη ημέρα με χρονική διαδοχή, δηλαδή από τη στιγμή που ξύπνησαν το πρωί έως την ίδια χρονική στιγμή την επόμενη ημέρα. Για να βελτιωθεί η ακρίβεια κατά τη περιγραφή των καταναλισκόμενων τροφίμων, αλλά και κατά την εκτίμηση της προσλαμβανόμενης ποσότητας χρησιμοποιήθηκαν προπλάσματα τροφίμων (Dairy Food Council, ΗΠΑ), καθώς και μεζούρες οικιακής χρήσης (κούπες, κουταλάκια του γλυκού και κουτάλια της σούπας κτλ).

Η ανάλυση των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τις ανακλήσεις 24-ώρου έγινε με τη χρήση του λογισμικού διατροφικής ανάλυσης Nutritionist V (First Databank, San Bruno, CA), η βάση του οποίου εμπλουτίστηκε εκτενώς ώστε να περιλαμβάνει την ακριβή συγκέντρωση σε μακρο- και μικρο-θρεπτικά συστατικά για μία ευρεία γκάμα σύνθετων επεξεργασμένων τροφίμων που είναι διαθέσιμα στην ελληνική αγορά, καθώς και ελληνικών συνταγών [Trichopoulou, 2004, University of Crete] πληροφορίες οι οποίες στην πλειοψηφία τους έχουν προκύψει από χημικές αναλύσεις των εν λόγω τροφίμων και συνταγών.

3.5 ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Σε όλες τις περιοχές που διεξάχθηκε η μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τα ίδια εξεταστικά όργανα και ή ίδια μεθοδολογία μετρήσεων [Lohman et al., 1991]. Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν είναι ακριβή αλλά και φορητά, ούτως ώστε να μπορούν να μεταφερθούν εύκολα στα σχολεία όπου διεξάχθηκαν οι μετρήσεις. Η πραγματοποίηση των μετρήσεων και η καταγραφή των τιμών πραγματοποιήθηκε από δύο καλά εκπαιδευμένα μέλη της ερευνητικής ομάδας καθένα από τα οποία κατείχε το ρόλο του κύριου και του βοηθού ερευνητή, αντίστοιχα. Ο ρόλος του βοηθού ερευνητή ήταν να βοηθά στη σωστή τοποθέτηση των υποκειμένων στα όργανα μέτρησης, ενώ ο κύριος ερευνητής κατέγραφε τις μετρήσεις. Οι ανθρωπομετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι ακόλουθες:

3.5.1 ΎΨΟΣ-ΒΑΡΟΣ

Το σωματικό βάρος των παιδιών μετρήθηκε με μία ψηφιακή ζυγαριά (Seca Alpha, Model 770, Hamburg, Germany) με ακρίβεια ± 100 gr. Τα υποκείμενα της μελέτης ζυγίστηκαν χωρίς να φορούν υποδήματα και με την ελαχίστη δυνατή ένδυση. Για τον ακριβή υπολογισμό του σωματικού βάρους πραγματοποιήθηκε διόρθωση για το βάρος του ρουχισμού των υποκειμένων στο τέλος της μέτρησης. Το ύψος μετρήθηκε με τα υποκείμενα σε όρθια στάση, χωρίς να φορούν υποδήματα και κρατώντας τους ώμους σε χαλαρή θέση, με τα χέρια να κρέμονται ελεύθερα από τους ώμους και με το κεφάλι προσανατολισμένο σε οριζόντιο επίπεδο (Frankfurt plane). Η μέτρηση του ύψους έγινε με την χρήση ενός αναστημόμετρου (Leicester Height Measure, Invicta Plastics Ltd, Oadby, UK), με ακρίβεια $\pm 0,5$ cm. Από τις παραπάνω ανθρωπομετρήσεις ύψους και βάρους προσδιορίστηκε τελικά ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) των εξεταζομένων διαιρώντας το βάρος (kg) με το τετράγωνο του ύψους τους (m^2).

3.5.2 ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ ΜΕΣΗΣ

Οι μετρήσεις της περιμέτρου της μέσης πραγματοποιήθηκαν με μία μη-εκτατή ταινία (Hoechstmass, Germany) με ακρίβεια $\pm 0,1$ cm, με το υποκείμενο σε όρθια θέση, με τα χέρια του να κρέμονται ελεύθερα στο πλάι του σώματος από τους ώμους και τα πόδια ενωμένα. Πιο συγκεκριμένα, η περίμετρος της μέσης μετρήθηκε με την κοιλιά χαλαρή στο τέλος μίας ελαφριάς εκπνοής και μετά την τοποθέτηση της ταινίας σε οριζόντιο επίπεδο γύρω από την πιο στενή περιοχή της μέσης και παράλληλα με το δάπεδο, στο επίπεδο του ομφαλού και στο μέσο της απόστασης μεταξύ της τελευταίας νόθας πλευράς και της υπερλαγόνιας ακρολοφίας.

3.5.3 ΔΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ

Στο πλαίσιο των ανθρωπομετρήσεων πραγματοποιήθηκε η μέτρηση του πάχους τεσσάρων δερματικών πτυχών, και συγκεκριμένα των δερματικών πτυχών του τρικέφαλου, του δικέφαλου, της υποωμοπλατιαίας και της υπερλαγόνιας. Οι μετρήσεις των δερματικών πτυχών έγιναν με τη χρήση του δερματοπυχόμετρου Lange (Cambridge, Maryland) στη δεξιά πλευρά του σώματος, με ακρίβεια $\pm 0,1$ mm. Η μέτρηση των δερματικών πτυχών πραγματοποιήθηκε με τρόπο ώστε να μην προκαλείται οποιαδήποτε δυσφορία ή πόνος στα υποκείμενα της μελέτης. Το πάχος των δερματικών πτυχών τρικέφαλου και δικέφαλου μετρήθηκε στο μέσο σημείο του δεξιού βραχίονα με το χέρι του υποκειμένου να κρέμεται ελεύθερα στο πλάι του σώματος. Η υποωμοπλατιαία δερματική πτυχή μετρήθηκε περίπου 1 cm κάτω από την κατώτερη γωνία της ωμοπλάτης με κλίση περίπου 45° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο και με το υποκείμενο να στέκεται όρθιο με χαλαρούς τους ώμους. Τέλος, η υπερλαγόνια δερματική πτυχή μετρήθηκε περίπου 1 cm πάνω

από την υπερλαγόνια ακρολοφία της λεκάνης με κλίση περίπου 45° σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

3.5.4 ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑΣ ΚΑΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑΣ

Τα παιδιά που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη κατηγοριοποιήθηκαν ως ελλειποβαρή, υπέρβαρα ή παχύσαρκα, σύμφωνα με τις “κατωφλικές” τιμές του ΔΜΣ, τις σχετικές με την ηλικία και το φύλο των παιδιών, που ορίστηκαν από την Διεθνή οργάνισμό International Obesity Task Force (IOTF) [Cole et al., 2000, Cole et al., 2007]. Επίσης τα κριτήρια του International Diabetes Foundation, προσαρμοσμένα για παιδιά και εφήβους, χρησιμοποιήθηκαν για τον ορισμό της κεντρικής παχυσαρκίας. Συγκεκριμένα, ως κεντρική παχυσαρκία θα οριστεί η περιφέρεια μέσης $\geq 90^\circ$ ποσοστημόριο [Fernandez et al., 2004].

3.6 ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

Η αξιολόγηση της σύστασης του σώματος των υποκειμένων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της βίο-ηλεκτρικής εμπίδησης με τη χρήση της συσκευής Akern BIA 101 (Akern Srl, Florence, Italy). Για την ορθή διεξαγωγή της μέτρησης τα υποκείμενα έπρεπε να είναι νηστικά, καθώς έπρεπε να μην έχουν καταναλώσει φαγητό και υγρά για τουλάχιστον 2 ώρες πριν από τη μέτρηση. Αφού απομακρύνθηκαν όλα τα μεταλλικά αντικείμενα που θα έρχονται σε επαφή με το σώμα του, ο εξεταζόμενος έπρεπε να ξαπλώσει σε μια μη-αγώγιμη επιφάνεια με τέτοιο τρόπο ώστε τα χέρια του να μην έρχονται σε επαφή με τον κορμό και οι μηροί να μην ακουμπούν μεταξύ τους. Εν συνεχεία οι περιοχές επικόλλησης των ηλεκτροδίων στις επιφάνειες του χεριού και του ποδιού της δεξιάς πλευράς του σώματος καθαρίστηκαν επιμελώς με οινόπνευμα για την απομάκρυνση της λιπαρότητας και τέσσερα αυτοκόλλητα ηλεκτρόδια (pads) τοποθετήθηκαν στις κατάλληλες περιοχές στο δεξί χέρι και πόδι. Εν συνεχεία δύο μεταλλικά ηλεκτρόδια προσαρτήθηκαν μεταξύ των αυτοκόλλητων και της συσκευής. Με τη χρήση της αρχής της βιοηλεκτρικής εμπίδησης συλλέχθηκαν δεδομένα για την ωμική (R) και τη μη-ωμική αντίστασης (Xc). Οι τιμές των παραπάνω μετρήσεων που προέκυψαν για το κάθε παιδί χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της λιπώδους, ισχνής και της άλιπης μάζας σώματος, καθώς και των συνολικών επιπέδων νερού του σώματος με τη χρήση κατάλληλων εξισώσεων και αλγορίθμων που υπάρχουν διαθέσιμες στη βιβλιογραφία, όπως αυτές που έχουν προταθεί από τους Nielsen και συν (Nielsen et al, 2007). Οι παραπάνω ερευνητές χρησιμοποιώντας την απορροφησιομετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας (Dual-energy X-ray Absorptiometry: DXA) ως μέθοδο αναφοράς για την εκτίμηση της σύστασης σώματος σε δείγμα 101 παιδιών 9-11 ετών διατύπωσαν τις παρακάτω εξισώσεις για τον υπολογισμό της ισχνής και της άλιπης μάζας

σώματος σύμφωνα με τις μετρήσεις που προέκυψαν από τη χρήση της αρχής της βίο-ηλεκτρικής εμπέδησης. Οι εξισώσεις αυτές, οι οποίες ήταν διαφορετικές για κάθε φύλο, ήταν οι ακόλουθες:

♀

Κορίτσια

$$LTM = - 5.96 + Ht^2/Rx0.62 + Xcx0.06 + Htx0.06 + Wtx0.04$$

$$FFM = - 7.13 + Ht^2/Rx0.66 + Xcx0.07 + Htx0.06 + Wtx0.06$$

♂

Αγόρια

$$LTM = 0.28 + Ht^2/Rx0.44 + Xcx0.03 + Htx0.04 + Wtx0.13$$

$$FFM = - 0.86 + Ht^2/Rx0.46 + Xcx0.04 + Htx0.05 + Wtx0.14$$

Όπου R : η αντίσταση (Ω) όπως μετρήθηκε με το BIA

Xc: η μη-ωμική αντίσταση όπως μετρήθηκε με το BIA

Ht: το ύψος σε cm

Wt: το βάρος σε kg

3.6.1 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΙΛΙΑΚΟΥ ΚΑΙ ΣΠΛΑΧΝΙΚΟΥ ΛΙΠΟΥΣ

Η αρχή της βίο-ηλεκτρικής εμπέδησης χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των επιπέδων του συνολικού κοιλιακού και σπλαχνικού λιπώδους ιστού με τη χρήση της συσκευής Tanita Viscan AB-140 (Kowloon, Hong Kong). Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την διεξαγωγή της μέτρησης είναι ακριβώς η ίδια, όπως εκείνη που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση των επιπέδων της ολικής λιπώδους και άλιπης μάζας σώματος. Η συγκεκριμένη συσκευή προσδιορίζει στην ψηφιακή της οθόνη αμέσως μετά τη μέτρηση το ποσοστό της συνολικής κοιλιακής λιπώδους μάζας (% Trunk Fat Mass), καθώς επίσης και το επίπεδα σπλαγχνικού λίπους σε μια κλίμακα αξιολόγησης από 1 έως 59 (μεταβολή κατά 0,5 μονάδα). Η εκτίμηση της συνολικής κοιλιακής και σπλαγχνικής λιπώδους μάζας από τη συγκεκριμένη συσκευή έχει αναφερθεί ότι έχει καλή εγκυρότητα σε σχέση με την εκτίμηση των συγκεκριμένων δεικτών με τη χρήση της υπολογιστικής τομογραφίας [Browning et al.].

3.7 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ

3.7.1 ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

3.7.1.1 Καθιστικές δραστηριότητες

Χρησιμοποιώντας δύο σταθμισμένες ερωτήσεις οι καθιστικές συνήθειες των παιδιών εκτιμήθηκαν με δύο ερωτήσεις, οι οποίες εκτιμούν το χρόνο που αφιερώνουν στην παρακολούθηση τηλεόρασης/βίντεο ή στην ενασχόληση με ηλεκτρονικά παιχνίδια (π.χ. Play Station, Nintendo κτλ) ή με το διαδίκτυο (Internet), τόσο τις καθημερινές (ώρες κατά μέσο όρο ανά ημέρα), όσο και το Σαββατοκύριακο (συνολικός χρόνος και τις δύο ημέρες).

3.7.1.2 Συμμετοχή σε οργανωμένες δραστηριότητες

Από τα παιδιά ζητήθηκε να δηλώσουν στους ερευνητές τις δραστηριότητες που κάνουν σε οργανωμένες ομάδες με την επίβλεψη γυμναστή ή προπονητή (π.χ. αθλητικός σύλλογος, μπαλέτο, ωδείο, σχολή χορού, φροντιστήριο κλπ.). Για κάθε μία από τις οργανωμένες δραστηριότητες που δήλωναν έπρεπε να καταγραφεί και ο χρόνος που διαθέτουν οι εξεταζόμενοι ολόκληρη την εβδομάδα (πόσες φορές x πόσα λεπτά κάθε φορά), καθώς και τη κατηγορία έντασης στην οποία ανήκει, όπως φαίνεται στο παράδειγμα του ακόλουθου πίνακα.

<i>Δραστηριότητες</i>	<i>Κατηγορίες έντασης</i>	<i>Χρόνος απασχόλησης (φορές x λεπτά)</i>	<i>Συνολικός χρόνος συμμετοχής στη συγκεκριμένη δραστηριότητα</i>
Π.χ. μπάσκετ	Γ2	2 φορές x 120'	9 μήνες

3.7.1.3 Εκτίμηση γενικότερων συνηθειών φυσικής δραστηριότητας των παιδιών

Η αξιολόγηση του επιπέδου της φυσικής δραστηριότητας των εξεταζομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός σύντομου ερωτηματολογίου περιλάμβανε την ανάκληση από τους εθελοντές των δραστηριοτήτων κατά τη διάρκεια τριών ημερών της ίδιας εβδομάδας, δύο καθημερινών και μίας Κυριακής. Συγκεκριμένα από τα υποκείμενα της μελέτης ζητήθηκε να ανακαλέσουν με όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια τον τύπο και την ένταση των δραστηριοτήτων που πραγματοποίησαν κατά τη διάρκεια της προηγούμενης ημέρας με χρονική διαδοχή, από τη στιγμή δηλαδή που ξύπνησαν το πρωί έως την ίδια χρονική στιγμή μέχρι την επόμενη ημέρα. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη κατηγοριοποιεί όλες τις

δραστηριότητες που επιτελούνται από τα παιδιά κατά τη διάρκεια της ημέρας σε 4 επίπεδα έντασης, ανάλογα με το βαθμό της επίδρασης της κάθε φυσικής δραστηριότητας στο καρδιαγγειακό σύστημα με τη χρήση των Μεταβολικών Ισοδυνάμων (Metabolic Equivalents: METs) στις παρακάτω τέσσερις (4) κατηγορίες:

- Δραστηριότητες ελαφριάς έντασης: 0 έως 4 METs
- Δραστηριότητες μέτριας έντασης: 4 έως 7 METs
- Δραστηριότητες υψηλής έντασης: 7 έως 10 METs
- Δραστηριότητες πολύ υψηλής έντασης: > 10 METs

Πιο συγκεκριμένα οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου έχουν σχεδιαστεί ώστε να μπορεί να αξιολογηθεί η διάρκεια (λεπτά) και η ένταση (ελαφριά έως πολύ υψηλή) κάθε μιας από τις ανακαλούμενες δραστηριότητες. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα υπολογίστηκε ο συνολικός χρόνος που αφιερώνεται σε οργανωμένες (περιλαμβάνει όλες εκείνες τις δραστηριότητες που γίνονται υπό την καθοδήγηση γυμναστή σε τακτική εβδομαδιαία βάση, συνήθως εντός γυμναστηρίου) και σε μη-οργανωμένες δραστηριότητες [Groothausen et al., 1997]. Ο συνολικός εβδομαδιαίος χρόνος που βρέθηκε να αφιερώνεται σε τέτοιου είδους δραστηριότητες ορίστηκε ως Φυσική Δραστηριότητα Μέσης και Υψηλής Έντασης.

3.7.2 ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Η ποσοτική εκτίμηση των επιπέδων φυσικής δραστηριότητας των συμμετεχόντων στη μελέτη πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός ψηφιακού βηματομετρητή (Yamax SW-200 Digiwalker, Yamax Corporation, Tokyo, Japan). Πριν τη χορήγηση του βηματομετρητή στα παιδιά από τα μέλη της ερευνητικής ομάδας δόθηκαν ακριβείς και αναλυτικές οδηγίες για την ορθή τοποθέτηση και λειτουργία του βηματομετρητή σύμφωνα με το εγχειρίδιο χρήσης του κατασκευαστή. Συγκεκριμένα δόθηκαν οδηγίες για την τοποθέτηση του βηματομετρητή στην πλάγια περιοχή της μέσης ακριβώς πάνω από τον δεξιό γοφό, σε ευθεία κάθετη γραμμή με την δεξιά επιγονατίδα. Η λειτουργία του βηματομετρητή βασίζεται σε ένα αιωρούμενο υπομόχλιο, το οποίο μετακινείται πάνω και κάτω ακολουθώντας τις κατακόρυφες μετακινήσεις του ισχίου κατά τον βηματισμό. Η κίνηση του υπομοχλίου ενεργοποιεί και απενεργοποιεί ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα, το οποίο κάθε φορά που ανοίγει καταγράφεται ένα βήμα από τον βηματομετρητή. Ο βηματομετρητής χορηγήθηκε στα υποκείμενα της μελέτης για μία εβδομάδα, στο διάστημα της οποίας έπρεπε να τον φορούν από τη στιγμή που θα ξυπνήσουν το πρωί και καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας μέχρι το βράδυ πριν τον ύπνο. Πριν την τοποθέτηση του το πρωί ο βηματομετρητής έπρεπε να μηδενίζεται, ούτως ώστε η καταγραφή των βημάτων να ξεκινάει από εκείνη ακριβώς την πρωινή ώρα που τα παιδιά θα ήταν φυσικά δραστήρια. Παράλληλα στα

παιδιά χορηγήθηκε και ένα ημερολόγιο στο οποίο τους ζητήθηκε να καταγράψουν τον συνολικό αριθμό των βημάτων που ο βηματομετρητής είχε καταγράψει καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και μέχρι την ώρα του ύπνου. Στο τέλος της εβδομάδας τα παιδιά επέστρεψαν στα μέλη της ερευνητικής ομάδας τόσο τον βηματομετρητή όσο και το ημερολόγιο καταγραφής των βημάτων συμπληρωμένο.

3.8 ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ

Μία ημέρα πριν τη διεξαγωγή των αιματολογικών εξετάσεων πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στο κάθε σχολείο που συμμετείχε στη μελέτη, κατά την οποία οι εθελοντές έλαβαν αναλυτικές οδηγίες ώστε να τηρήσουν μία 12ωρη νηστεία από το βράδυ της προηγούμενης ημέρας έως το επόμενο πρωινό. Μετά, λοιπόν, από μία 12-ωρη ολονύχτια νηστεία λήφθηκαν δείγματα φλεβικού αίματος από τους συμμετέχοντες στη μελέτη νωρίς το πρωί της επόμενης ημέρας (από 8:15 έως 10:00 π.μ.) Εκπαιδευμένο ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό, πραγματοποίησε φλεβοκεντήσεις για τη συλλογή συνολικά 23 ml αίματος. Το αίμα τοποθετήθηκε σε τέσσερα διαφορετικού όγκου σωληνάρια, δύο των 2,6 ml και δύο των 9 ml. Τα 3 σωληνάρια περιείχαν αιθυλενοδιάμινοτετραοξικό οξύ (EDTA) ως αντιπηκτικό, ενώ το τέταρτο δεν περιείχε αντιπηκτικό. Τα δύο σωληνάρια EDTA των 2,6 ml χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή ολικού αίματος.

Το υπόλοιπο δείγμα αίματος που συγκεντρώθηκε στα σωληνάρια με EDTA χρησιμοποιήθηκε για την απομόνωση πλάσματος. Το εναπομείναν αίμα που συγκεντρώθηκε στα σωληνάρια των 9 ml χωρίς πρόσθετο αντιπηκτικό, διατηρήθηκε σε συντήρηση ψυγείου (4°C) για δύο περίπου ώρες, όπου αφέθηκε να πήξει, καθώς το δείγμα αυτό θα προοριζόταν για διαχωρισμό και παραλαβή ορού. Η φυγοκέντρηση για τον διαχωρισμό των δειγμάτων ορού και πλάσματος πραγματοποιήθηκε στο χώρο του σχολείου στις 3000 στροφές/λεπτό για 15 λεπτά της ώρας με τη χρήση μίας φορητής φυγοκέντρου (Hermle Z200A, Wehingen, Germany). Ειδικά για τα δείγματα πλάσματος η φυγοκέντρηση των δειγμάτων του αίματος πραγματοποιήθηκε μέσα στα επόμενα 10 λεπτά από την χρονική στιγμή της φλεβοκέντησης, με στόχο τη μείωση του χρόνου δράσης των πρωτεολυτικών και γλυκολυτικών ενζύμων. Ένα μέρος του ορού (1,5 ml) και του πλάσματος (0,5 ml) χρησιμοποιήθηκε απευθείας για βιοχημικές αναλύσεις, ενώ τα εναπομείναντα δείγματα ορού και πλάσματος διαμοιράστηκαν σε πλαστικά σωληνάρια (Eppendorfs), σε ποσότητα ~0,5ml στο καθένα και αποθηκεύτηκαν σε βαθιά κατάψυξη σε θερμοκρασία -80°C. Η αποθήκευση των δειγμάτων ορού πραγματοποιήθηκε στο «Εργαστήριο Διατροφής και Μεταβολισμού» του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.

Εκ των υστέρων αποψύχθηκε 0,5ml καταψυγμένου ορού και χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του δείκτη της 25-υδροξυβιταμίνης D. Η βιοχημική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της 25-υδροξυβιταμίνης D είναι η ανοσοχημειοφωταύγεια.

3.9 ΟΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗΣ D

Οι “κατωφλικές” τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τον ορισμό της υποβιταμίνωσης D στην παρούσα μελέτη ήταν τιμές συγκέντρωσης 25-υδροξυβιταμίνης D < 50 nmol/L. Στα βιβλιογραφικά δεδομένα δεν υπάρχει σαφής ορισμός της υποβιταμίνωσης D για τα παιδιά. Οι ερευνητές στην πλειοψηφία τους χρησιμοποιούν κατωφλικές τιμές από 50 nmol/L μέχρι 75 nmol/L.

3.10 ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ (SOCIO-ECONOMIC STATUS INDEX, SES - INDEX)

Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια των γονέων και αφορούσαν την κοινωνικοοικονομική κατάσταση της οικογένειας συνδυάστηκαν και βαθμολογήθηκαν για τη δημιουργία του αντίστοιχου δείκτη αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, για την εκτίμηση της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης κάθε οικογένειας χρησιμοποιήθηκαν ως επιμέρους δείκτες οι εξής μεταβλητές: επίπεδο εκπαίδευσης του πατέρα/μητέρας, το μέγεθος της κατοικίας που διαμένει, καθώς και η πιθανή ιδιοκτησία αυτής και ο αριθμός των αυτοκινήτων που κάθε οικογένεια κατέχει.

Το κάθε ένα συστατικό στοιχείο του δείκτη βαθμολογήθηκε ξεχωριστά με τη χρήση μιας κλίμακας τεσσάρων βαθμών (0-3 βαθμοί) εκτός από ένα στοιχείο για το οποίο χρησιμοποιήθηκε κλίμακα δύο βαθμών (0-1 βαθμοί). Συγκεκριμένα, η βαθμονόμηση του δείκτη έγινε ως εξής: 0, 1, 2 και 3 βαθμοί αντιστοιχούν σε <9, 9-12, 12-16 και >16 χρόνια εκπαίδευσης του πατέρα/μητέρας αντίστοιχα. 0, 1, 2 και 3 βαθμοί αντιστοιχούν σε κατοχή <20, 20-25, 25-30 και >30 m² κατοικίας ανά μέλος της οικογένειας αντίστοιχα. 0, 1, 2 και 3 βαθμοί αντιστοιχούν στην κατοχή 0, 1, 2 και ≥3 αυτοκινήτων στην οικογένεια αντίστοιχα και τέλος 0 και 1 βαθμοί αντιστοιχούν σε μη ιδιοκτησία ή ιδιοκτησία κατοικίας αντίστοιχα. Η συνολική βαθμολογία του SES-Index προέκυψε από το άθροισμα των επιμέρους βαθμολογιών για κάθε ένα συστατικό στοιχείο του δείκτη με αποτέλεσμα αυτή να κυμαίνεται από 0 έως 13, με την υψηλότερη βαθμολογία να υποδεικνύει υψηλότερο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο.

3.11 ΣΤΑΔΙΟ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΩΡΙΜΑΝΣΗΣ ΚΑΤΑ TANNER (Η ΣΤΑΔΙΟ ΚΑΤΑ TANNER)

Το στάδιο της βιολογικής ωρίμανσης κατά Tanner είναι πολύ πιο ενδεικτικό της ωρίμανσης του παιδιού σε σύγκριση με την ημερολογιακή του ηλικία. Καθώς το στάδιο της βιολογικής ωρίμανσης ενός παιδιού καθορίζει τις απαιτήσεις του σε θρεπτικά συστατικά και επηρεάζει σημαντικά ορμονικές και μεταβολικές πορείες, η αξιολόγηση του κρίνεται πολύ σημαντική ιδιαίτερα σε μια μεταβατική ηλικία, όπως η προεφηβική. Η αξιολόγηση του σταδίου κατά Tanner έγινε σε πέντε στάδια (Tanner Stage 1 έως 5) σύμφωνα με τη σχετική μεθοδολογία [Tanner, 1955]. Πιο συγκεκριμένα, στα κορίτσια το στάδιο κατά Tanner εκτιμήθηκε ανάλογα με το βαθμό της ανάπτυξης του μαστού και από την τριχοφυΐα του εφηβαίου, ενώ στα αγόρια ανάλογα με το βαθμό της ανάπτυξης του πέους και όρχεων και της σχετικής τριχοφυΐας. Η εκτίμηση πραγματοποιήθηκε οπτικά από εξειδικευμένο και καλά εκπαιδευμένο παιδίατρο.

3.12 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η ανάλυση ισχύος (power calculation) που πραγματοποιήθηκε με σκοπό την εξακρίβωση της επάρκειας του δείγματος για τη διερεύνηση των ερευνητικών υποθέσεων της προτεινόμενης έρευνας (G-Power 3.0.3, Free Software, http://download.cnet.com/G-Power/3000-2054_4-10647045.html), έδειξε ότι με το προβλεπόμενο δείγμα των 2500 συμμετεχόντων εξασφαλίζεται ισχύς μεγαλύτερη από 0,90 σε επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ για την εκτίμηση αμφίπλευρων τυποποιημένων διαφορών μεγαλύτερες από 0,5. Για την παρούσα μελέτη λαμβάνοντας υπόψη την διακύμανση της εποχής, του φύλου και της περιοχής επιλέχθηκαν τυχαία 800 άτομα για τα οποία μετρήθηκαν τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D.

Για τη διερεύνηση των ερευνητικών υποθέσεων της παρούσας μελέτης πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες στατιστικές δοκιμασίες:

- Έλεγχος κανονικότητας για τη διερεύνηση της κατανομής των συνεχών μεταβλητών.
- Πραγματοποίηση ελέγχου X^2 για τον έλεγχο ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ ποιοτικών μεταβλητών.
- Πραγματοποίηση ελέγχων Student's T-test για τον έλεγχο ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ κανονικά κατανομημένων συνεχών μεταβλητών και ποιοτικών μεταβλητών.
- Πραγματοποίηση μη παραμετρικών ελέγχων Mann-Whitney για τον έλεγχο ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ μη-κανονικά κατανομημένων συνεχών μεταβλητών και ποιοτικών μεταβλητών.
- Πραγματοποίηση ελέγχων Pearson και Spearman για τον έλεγχο ύπαρξης συσχέτισης μεταξύ συνεχών μεταβλητών. Ο έλεγχος Pearson χρησιμοποιήθηκε για κανονικά κατανομημένες μεταβλητές, ενώ ο Spearman για μεταβλητές που είτε και οι δύο είτε μία από της δύο δεν κατανέμεται κανονικά ακόμα και μετά από λογαρίθμηση των μεταβλητών.
- Πραγματοποίηση πολυπαραγοντικών (multivariate) αναλύσεων γραμμικής (linear) παλινδρόμησης για την εξακρίβωση των παραγόντων που συσχετίζονται ισχυρότερα με την κατά περίπτωση εξαρτημένη μεταβλητή.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν 804 παιδιά ηλικίας 10 έως 12 ετών, εκ των οποίων 382 αγόρια (47,5%) και 422 κορίτσια (52,5%). Στον Πίνακα 1.α παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποια κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά για το σύνολο του πληθυσμού. Τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα προέρχονταν κυρίως από αστικές περιοχές (75,6%) και περισσότερα από τα μισά (58,4%) διέμεναν στην Αθήνα. Το 24,4% των παιδιών (196 παιδιά) κατοικούσαν στην Κρήτη και το 17,2% (138 παιδιά) στη Θεσσαλονίκη. Ο δείκτης αξιολόγησης του κοινωνικοοικονομικού επιπέδου (SES Index) βρέθηκε να κυμαίνεται κυρίως στο 4^ο τεταρτημόριο, το οποίο σημαίνει ότι οι οικογένειες ήταν κυρίως υψηλού κοινωνικοοικονομικού επιπέδου (41,4%). Τέλος, η πλειοψηφία του δείγματος ανήκε στην καυκάσια φυλή (98,5%) και είχε ελληνική υπηκοότητα (87,6%).

Πίνακας 1α. Κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού
(N = 804)

	Συχνότητα (ν)	%
Φύλο		
Αγόρια	382	47,5
Κορίτσια	422	52,5
Τόπος διαμονής		
Αστικός	608	75,6
Ημιαστικός	104	12,9
Αγροτικός	92	11,5
Πόλη διαμονής		
Αθήνα	470	58,4
Κρήτη	196	24,4
Θεσσαλονίκη	138	17,2
Κοινωνικοοικονομικό επίπεδο – SES Index		
Χαμηλό	242	30,1
Μεσαίο	229	28,5
Υψηλό	333	41,4
Φυλή		
Καυκάσια	792	98,5
Μη - καυκάσια	12	1,5
Υπηκοότητα		
Ελληνική	704	87,6
Μη - ελληνική	100	12,4

Στον Πίνακα 1.β παραθέτονται κάποια κλινικά χαρακτηριστικά του δείγματος, όπως ο Δείκτης Μάζας Σώματος, τα επίπεδα βιταμίνης D και το επίπεδο βιολογικής ωρίμανσης κατά Tanner. Το 53,2% του πληθυσμού έχει φυσιολογικό Δείκτη Μάζας Σώματος, ενώ το 32,1% των παιδιών είναι υπέρβαρα και το 12,5% παχύσαρκα. Σχετικά με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D, το 34,5% του πληθυσμού παρουσίασε φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D, το 50,2% μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και το 15,3% ανεπάρκεια βιταμίνης D. Όσον αφορά το επίπεδο βιολογικής ωρίμανσης κατά Tanner, η πλειοψηφία των παιδιών (39,4%) βρισκόταν στο 2^ο στάδιο.

Πίνακας 1β. Κλινικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού
(N = 804)

	Συχνότητα (ν)	%
Κατηγορίες βάρους		
Ελλειποβαρή	18	2,2
Φυσιολογικού βάρους	428	53,2
Υπέρβαρα	258	32,1
Παχύσαρκα	100	12,5
Επίπεδα βιταμίνης D		
Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L)	123	15,3
Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (50-75 nmol/L)	404	50,2
Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (> 75 nmol/L)	277	34,5
Στάδιο κατά Tanner		
Στάδιο 1	247	30,7
Στάδιο 2	317	39,4
Στάδιο 3	172	21,4
Στάδιο 4	59	7,3
Στάδιο 5	9	1,2

Στον Πίνακα 1.γ δίνονται ορισμένα περιγραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος σχετικά με δείκτες διατροφικής πρόσληψης, ανθρωπομετρικούς και βιοχημικούς δείκτες για κάθε φύλο. Τα αγόρια βρέθηκε να έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη ημερήσια ενεργειακή πρόσληψη σε σχέση με τα κορίτσια του δείγματος (1.904 έναντι 1.672 kcal, p-value < 0,001) και καταναλώνουν μεγαλύτερη ποσότητα πρωτεϊνών (73,55 έναντι 64,66g, p-value = 0,007), υδατανθράκων (215,9 έναντι 189,1g, p-value = 0,012) και λιπών (87,35 έναντι 77,02g, p-value = 0,002). Επιπλέον, φαίνεται ότι τα αγόρια καταναλώνουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες ποσότητες μονοακόρεστων λιπαρών οξέων (40,22 έναντι 34,96g, p-value = 0,005) και κορεσμένων λιπαρών οξέων (31,32 έναντι 27,87g, p-value = 0,003), ενώ τα κορίτσια παρουσιάζουν μεγαλύτερη πρόσληψη πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (5,353 έναντι 4,893%, p-value = 0,007). Επίσης, παρατηρείται ότι τα αγόρια του δείγματος έχουν υψηλότερη πρόσληψη χοληστερόλης (245,1 έναντι 217 mg, p-value < 0.001), διαιτητικών ινών (14,93 έναντι 13,10g, p-value = 0,012), ασβεστίου (1.089 έναντι 974,9 mg, p-value = 0,019) και φωσφόρου (1.427 έναντι 1.262 mg, p-value < 0,001).

Σχετικά με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού, φαίνεται ότι τα κορίτσια έχουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές δερματικών πτυχών: δικέφαλου (10,95 έναντι 10,58, p-value < 0,001), τρικέφαλου (17,29 έναντι 16,71, p-value = 0,001), υποωμοπλατιαίας (12,33 έναντι 12,06, p-value = 0,002) και υπερλαγόνιας (14,09 έναντι 13,76, p-value < 0,001). Επιπλέον, παρατηρείται ότι τα αγόρια έχουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές σπλαχνικού λίπους σε σχέση με τα κορίτσια του δείγματος (5,772 έναντι 3,820, p-value < 0,001) και καταγράφουν περισσότερα βήματα καθημερινά (14.605 έναντι 11.525, p-value < 0,001). Τέλος, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα κορίτσια έχουν υψηλότερες τιμές παραθορμόνης σε σχέση με τα αγόρια (38,06 έναντι 33,42 pg/mL, p-value = 0,018).

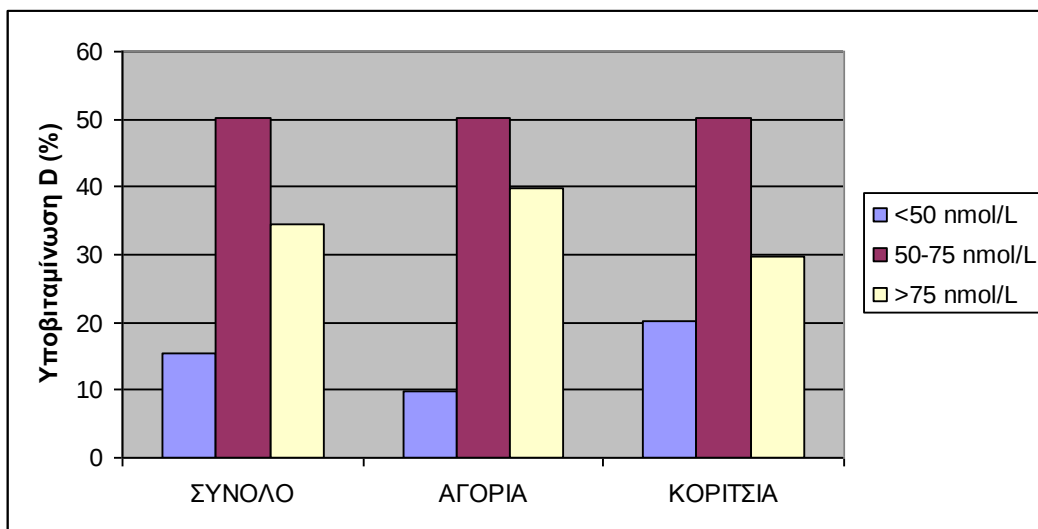
Πίνακας 1γ. Περιγραφικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού
(N = 804)

	Σύνολο (n = 804)	Αγόρια (n = 382)	Κορίτσια (n = 422)	
	Μέσος όρος ± Τ.Α.	Μέσος όρος ± Τ.Α.	Μέσος όρος ± Τ.Α.	P
Ηλικία, έτη	11,22 ± 0,641	11,19 ± 0,625	11,23 ± 0,656	0,581
Μορφωτικό επίπεδο πατέρα, έτη	13,16 ± 3,589	13,29 ± 3,688	13,04 ± 3,499	0,107
Μορφωτικό επίπεδο μητέρας, έτη	13,55 ± 3,422	13,69 ± 3,332	13,43 ± 3,500	0,243
Ενέργεια, kcal/d	1.782 ± 522,5	1.904 ± 565,1	1.672 ± 453,8	0,000
Πρωτεΐνες, g/d	68,88 ± 23,29	73,55 ± 24,89	64,66 ± 20,88	0,007
Υδατάνθρακες, g/d	201,8 ± 66,76	215,9 ± 71,12	189,1 ± 59,83	0,012
Ολικό λίπος, g/d	81,93 ± 29,75	87,35 ± 32,23	77,02 ± 26,41	0,002
Μονοακόρεστα λ.ο., g/d	37,46 ± 16,28	40,22 ± 17,53	34,96 ± 14,63	0,005
Πολυακόρεστα λ.ο., g/d	10,27 ± 7,535	10,42 ± 6,614	10,14 ± 8,287	0,152
Κορεσμένα λ.ο., g/d	29,51 ± 10,99	31,32 ± 12,03	27,87 ± 9,685	0,003
Πρωτεΐνες, % της Σ.Η.Ε.Π.	15,56 ± 3,399	15,53 ± 3,050	15,58 ± 3,689	0,012
Υδατάνθρακες, % της Σ.Η.Ε.Π.	45,53 ± 8,273	45,68 ± 8,272	45,39 ± 8,282	0,579
Ολικό λίπος, % της Σ.Η.Ε.Π.	41,04 ± 7,211	40,88 ± 7,279	41,19 ± 7,154	0,960
Μονοακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	18,71 ± 5,231	18,80 ± 5,264	18,63 ± 5,206	0,900
Πολυακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	5,134 ± 3,546	4,893 ± 3,135	5,353 ± 3,872	0,007
Κορεσμένα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	14,86 ± 3,418	14,71 ± 3,385	15,01 ± 3,445	0,788
Χοληστερόλη, mg/d	230,4 ± 113,6	245,1 ± 127,6	217,0 ± 97,43	0,000
Διαιτητικές ίνες, g/d	13,97 ± 7,701	14,93 ± 8,343	13,10 ± 6,965	0,012
Σίδηρος, mg/d	10,98 ± 7,157	11,04 ± 5,226	10,93 ± 8,544	0,275
Ασβέστιο, mg/d	1.029 ± 425,5	1.089 ± 456,5	974,9 ± 388,4	0,019
Φώσφορος, mg/d	1.340 ± 505,2	1.427 ± 562,3	1.262 ± 433,1	0,000
Ψευδάργυρος, mg/d	10,59 ± 19,68	11,81 ± 28,0	9,502 ± 5,148	0,155
Βιταμίνη Α, μg/d	646,6 ± 808,4	676,3 ± 1.029	619,7 ± 534,8	0,348
Βιταμίνη C, mg/d	97,78 ± 79,02	97,12 ± 78,98	98,39 ± 79,14	0,606
Βιταμίνη K, μg/d	68,74 ± 118,9	70,36 ± 119,4	67,28 ± 118,7	0,805
Φυλλικό οξύ, mg/d	233,6 ± 138,8	239,1 ± 129,1	228,7 ± 147,0	0,714
Δείκτης Μάζας Σώματος, kg/m ²	20,62 ± 3,748	20,79 ± 3,808	20,47 ± 3,691	0,664
Δερματική πτυχή δικέφαλου	10,77 ± 4,566	10,58 ± 5,007	10,95 ± 4,125	0,000
Δερματική πτυχή τρικέφαλου	17,01 ± 5,638	16,71 ± 6,073	17,29 ± 5,204	0,001
Υποωμοπλατιαία δερματική πτυχή	12,20 ± 5,670	12,06 ± 6,062	12,33 ± 5,294	0,002
Υπερλαγόνια δερματική πτυχή	13,93 ± 6,355	13,76 ± 6,906	14,09 ± 5,814	0,000
Περιφέρεια μέσης, cm	69,62 ± 9,461	70,96 ± 9,744	68,41 ± 9,039	0,072
Περιφέρεια ισχίου, cm	85,39 ± 9,145	84,83 ± 8,974	85,90 ± 9,278	0,825
Δύναμη δεξιού χεριού, kg	19,02 ± 5,042	19,77 ± 4,813	18,35 ± 5,155	0,093
Δύναμη αριστερού χεριού, kg	17,88 ± 4,852	18,53 ± 4,841	17,29 ± 4,792	0,636
Λιπώδης μάζα σώματος, kg	14,54 ± 7,341	14,49 ± 7,481	14,59 ± 7,219	0,543
Λιπώδης μάζα σώματος, %	29,69 ± 8,905	29,36 ± 9,017	29,98 ± 8,804	0,709
Άλιπη μάζα σώματος, kg	31,84 ± 4,556	32,02 ± 4,417	31,68 ± 4,677	0,072
Μυϊκή μάζα σώματος, kg	29,94 ± 4,241	29,92 ± 4,175	29,96 ± 4,304	0,186
Κοιλιακό λίπος, %	23,16 ± 7,846	19,39 ± 6,506	26,48 ± 7,421	0,070
Σπλαχνικό λίπος, score	4,736 ± 3,150	5,772 ± 3,672	3,820 ± 2,244	0,000
Αριθμός βημάτων/ημέρα	12.989 ± 5.202	14.605 ± 5.533	11.525 ± 4.403	0,000
Παραθορμόνη, pg/mL	35,86 ± 12,41	33,42 ± 11,04	38,06 ± 13,16	0,018
Ολική βιταμίνη D, ng/mL	27,61 ± 7,557	29,13 ± 7,644	26,22 ± 7,220	0,482
Ολική βιταμίνη D, nmol/L	68,90 ± 18,86	72,71 ± 19,08	65,44 ± 18,02	0,482

4.2 ΕΠΙΠΟΛΑΣΜΟΣ ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗΣ D

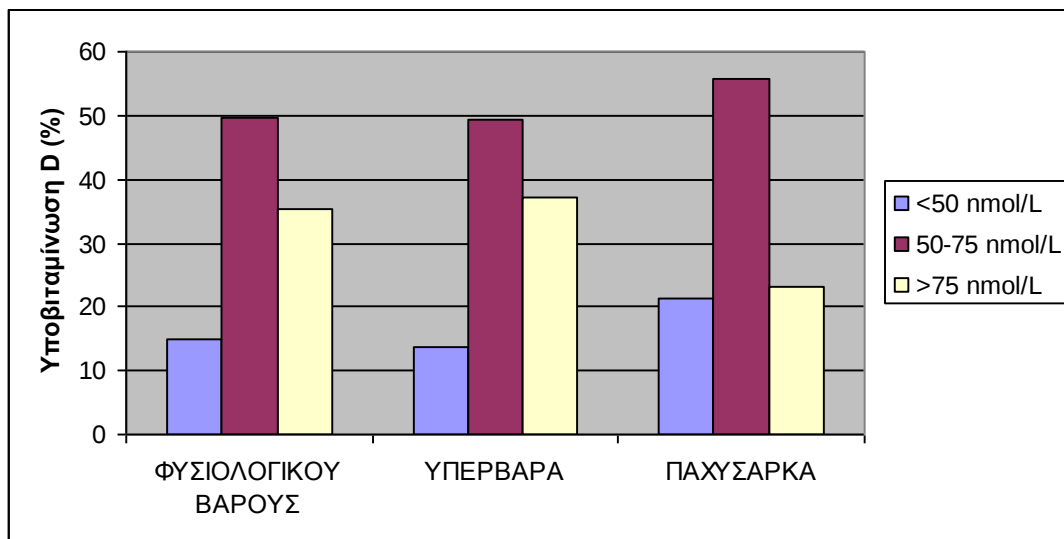
Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισης της υποβιταμίνωσης D στο σύνολο του πληθυσμού της έρευνας, ανά φύλο. Το ποσοστό εμφάνισης της υποβιταμίνωσης D στον πληθυσμό είναι 15,3%. Συγκεκριμένα, τα αγόρια εμφανίζουν ανεπάρκεια σε ποσοστό 9,9%, ενώ τα κορίτσια σε διπλάσιο ποσοστό που φτάνει το 20,1%.

Εικόνα 1. Επιπολασμός υποβιταμίνωσης D ανά φύλο



Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται η συχνότητα εμφάνισης υποβιταμίνωσης D ανά κατηγορία Δείκτη Μάζας Σώματος. Συγκεκριμένα, τα παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζουν υποβιταμίνωση σε ποσοστό 21,2%, τα υπέρβαρα 13,6% και αυτά με φυσιολογικό βάρος 15%.

Εικόνα 2. Επιπολασμός υποβιταμίνωσης D ανά κατηγορία ΔΜΣ



4.3 ΔΕΙΚΤΕΣ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗΣ ΠΡΟΣΛΗΨΗΣ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Στον Πίνακα 2 εξετάζεται η συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της 25-υδροξυβιταμίνης D και ορισμένων δεικτών διατροφικής πρόσληψης στο σύνολο του πληθυσμού. Όπως φαίνεται η πρόσληψη μονοακόρεστων λιπαρών οξέων σχετίζεται σημαντικά με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D παρατηρώντας τόσο την καθημερινή πρόσληψή τους σε γραμμάρια, όσο και το ποσοστό της ολικής ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης που καταλαμβάνουν. (p -value = 0,014 και 0,001 αντίστοιχα). Γίνεται αντιληπτό ότι η πρόσληψή τους είναι μεγαλύτερη στα υποκείμενα που έχουν φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D. Αντίθετα, η πρόσληψη πολυακόρεστων λιπαρών οξέων έχει αρνητική συσχέτιση με τη συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D στο πλάσμα όπως προκύπτει από την ημερήσια κατανάλωσή τους σε γραμμάρια και από το ποσοστό επί της ολικής ημερήσιας ενεργειακής πρόσληψης (p -value < 0,001 και 0,001 αντίστοιχα). Σε αντίθεση με την πρόσληψη των μονοακόρεστων λιπαρών οξέων, η κατανάλωση των πολυακόρεστων λιπαρών οξέων είναι μεγαλύτερη στα άτομα που επιδεικνύουν χαμηλότερες συγκεντρώσεις 25-υδροξυβιταμίνης D. Το ποσοστό του ολικού λίπους φαίνεται να σχετίζεται σημαντικά με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D (p -value = 0,021) παρατηρώντας πως είναι μεγαλύτερο στα παιδιά που έχουν φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

Επιπλέον, το ποσοστό πρόσληψης πρωτεϊνών δείχνει να σχετίζεται θετικά με τα επίπεδα της βιταμίνης D, ενώ το ποσοστό πρόσληψης υδατανθράκων σχετίζεται αρνητικά (p -value = 0,030 και 0,038 αντίστοιχα). Επίσης, η πρόσληψη ιωδίου επηρεάζει σημαντικά τη συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D (p -value = 0,025) και παρατηρείται πως είναι υψηλότερη μεταξύ των ατόμων με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και φυσιολογικών επιπέδων βιταμίνης D. Σύμφωνα με τα δεδομένα, η πρόσληψη ασβεστίου σχετίζεται θετικά με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D (p -value = 0,038), όπως και η πρόσληψη μαγνησίου (p -value = 0,008). Επιπλέον, βρέθηκε ότι τα παιδιά με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D έχουν οριακά στατιστικά σημαντική μεγαλύτερη πρόσληψη καλίου (2.430 mg, p -value = 0,053). Τέλος, παρατηρείται ότι η πρόσληψη βιταμίνης D είναι παραδόξως μεγαλύτερη στα παιδιά με ανεπάρκεια βιταμίνης D (63,43 έναντι 62,63 έναντι 58,36 IU/d), χωρίς όμως αυτό να μπορεί να γενικευτεί στον πληθυσμό (p -value = 0,483).

Πίνακας 2. Διαφορές δεικτών διατροφικής πρόσληψης ανά επίπεδο βιταμίνης D
(N = 804)

	Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L) (v = 123)	Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (50-75 nmol/L) (v = 404)	Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (>75 nmol/L) (v = 277)	
	Μέσος όρος ± Τ.Α.	Μέσος όρος ± Τ.Α.	Μέσος όρος ± Τ.Α.	P
Ενέργεια, kcal/d	1.771 ± 539,4	1.763 ± 493,3	1.814 ± 557,3	0,442
Πρωτεΐνες, g/d	64,73 ± 20,96	69,12 ± 22,78	70,43 ± 24,88	0,076
Υδατάνθρακες, g/d	204,5 ± 72,58	201,1 ± 61,15	201,6 ± 72,13	0,882
Ολικό λίπος, g/d	81,42 ± 29,69	80,08 ± 28,57	84,95 ± 31,39	0,109
Μονοακόρεστα λ. ο., g/d	37,07 ± 16,59	36,06 ± 15,20 ^b	39,75 ± 17,45 ^b	0,014
Πολυακόρεστα λ. ο., g/d	12,26 ± 10,20 ^a	9,362 ± 5,290 ^a	10,72 ± 8,689	0,000
Κορεσμένα λ. ο., g/d	28,89 ± 9,851	29,62 ± 11,02	29,63 ± 11,48	0,793
Πρωτεΐνες, % της Σ.Η.Ε.Π.	14,83 ± 3,483 ^a	15,75 ± 3,417 ^a	15,60 ± 3,314	0,030
Υδατάνθρακες, % της Σ.Η.Ε.Π.	46,25 ± 8,169	45,99 ± 8,232	44,49 ± 8,326	0,038
Ολικό λίπος, % της Σ.Η.Ε.Π.	41,12 ± 6,758	40,41 ± 7,013 ^b	41,97 ± 7,618 ^b	0,021
Μονοακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	18,63 ± 5,135	18,12 ± 4,776 ^b	19,64 ± 5,775 ^b	0,001
Πολυακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	6,127 ± 4,884 ^a	4,753 ± 2,363 ^a	5,253 ± 4,161	0,001
Κορεσμένα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	14,79 ± 3,32	14,99 ± 3,279	14,72 ± 3,663	0,588
Χοληστερόλη, mg/d	228,7 ± 98,26	227,6 ± 109,5	235,1 ± 125,8	0,688
Διαιτητικές ίνες, g/d	13,10 ± 6,844	14,22 ± 8,159	14,02 ± 7,382	0,371
Διαιτητικές ίνες, g/kcal/d	7,551 ± 3,481	8,062 ± 3,621	7,701 ± 3,407	0,244
Βιταμίνη Α, µg/d	526,4 ± 331,9	641,7 ± 527,7	709,4 ± 1.199	0,111
Βιταμίνη C, mg/d	89,06 ± 80,17	100,2 ± 80,69	98,35 ± 76,18	0,387
Βιταμίνη C, g/kg/d	52,04 ± 47,20	58,92 ± 51,45	56,11 ± 45,73	0,372
Βιταμίνη D, IU/d	63,43 ± 52,13	62,63 ± 50,12	58,36 ± 49,42	0,483
Φυλλικό οξύ, mg/d	224,3 ± 132,7	240,8 ± 149,8	227,9 ± 124,2	0,350
Ασβέστιο, mg/d	955,8 ± 372,1	1.058 ± 429,6	1.022 ± 439,5	0,061
Ασβέστιο, g/kg/d	559,4 ± 218,9	605,6 ± 196,6	575,2 ± 206,7	0,038
Φώσφορος, mg/d	1.272 ± 424,4	1.359 ± 502,1	1.344 ± 542,0	0,243
Σίδηρος, mg/d	10,76 ± 5,086	11,39 ± 8,728	10,50 ± 5,112	0,260
Ιώδιο, µg/d	10,25 ± 6,059 ^{a,c}	11,94 ± 5,915 ^a	11,88 ± 5,522 ^c	0,025
Μαγνήσιο, mg/d	207,6 ± 69,63 ^c	222,5 ± 70,77	233,1 ± 87,37 ^c	0,008
Κάλιο, mg/d	2.211 ± 854,5 ^c	2.377 ± 797,1	2.430 ± 881,6 ^c	0,053
Νάτριο, mg/d	1.606 ± 744,9	1.688 ± 762,0	1.628 ± 905,7	0,498

a : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D.

b : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

c : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων της 25-υδροξυβιταμίνης D και των δεικτών διατροφικής πρόσληψης στα αγόρια. Όπως και στο σύνολο του πληθυσμού, παρατηρείται η θετική επίδραση της κατανάλωσης μονοακόρεστων λιπαρών οξέων και η αρνητική επίδραση της κατανάλωσης πολυακόρεστων λιπαρών οξέων στη συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D στο πλάσμα (p -value = 0,055 και 0,005 αντίστοιχα). Ωστόσο, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της πρόσληψης ολικού λίπους, υδατανθράκων, πρωτεϊνών, ιωδίου και των επιπέδων βιταμίνης D όπως συμβαίνει στο σύνολο του δείγματος. Αντίθετα, παρατηρείται μια οριακά στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της πρόσληψης ασβεστίου και των επιπέδων 25-υδροξυβιταμίνης D (p -value = 0,058) και της πρόσληψης διαιτητικών ινών και των επιπέδων βιταμίνης D (p -value = 0,054). Όπως και στο σύνολο του δείγματος, φαίνεται ότι η πρόσληψη βιταμίνης D είναι χαμηλότερη στα παιδιά που έχουν φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική (p -value = 0,620).

Στον Πίνακα 4 φαίνεται το πώς σχετίζονται οι δείκτες διατροφικής πρόσληψης με τα επίπεδα της βιταμίνης D στα κορίτσια του δείγματος. Όπως και στο σύνολο του πληθυσμού, υπάρχει στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ του ποσοστού του ολικού λίπους που προσλαμβάνεται και των επιπέδων της 25-υδροξυβιταμίνης D (p -value = 0,049). Παρομοίως, η κατανάλωση μονοακόρεστων λιπαρών οξέων έχει θετική επίδραση και η κατανάλωση πολυακόρεστων λιπαρών οξέων αρνητική επίδραση στα επίπεδα της βιταμίνης D (p -value = 0,010 και 0,024 αντίστοιχα). Στο δείγμα των κοριτσιών παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της κατανάλωσης υδατανθράκων και της συγκέντρωσης της 25-υδροξυβιταμίνης D (p -value = 0,039). Επίσης, και στα κορίτσια φαίνεται η θετική συσχέτιση μεταξύ της πρόσληψης ιωδίου και των επιπέδων βιταμίνης D (p -value = 0,030). Όπως και στα αγόρια η πρόσληψη βιταμίνης D δεν φαίνεται να σχετίζεται με την ανεπάρκεια βιταμίνης D (p -value = 0,540). Ωστόσο, παρατηρείται όπως και στο δείγμα των αγοριών ότι τα κορίτσια που έχουν χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D καταναλώνουν περισσότερα τρόφιμα που περιέχουν βιταμίνη D.

Πίνακας 3. Διαφορές δεικτών διατροφικής πρόσληψης ανά επίπεδο βιταμίνης D στα αγόρια
(N = 382)

	Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L) ($v = 38$)	Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D ($50-75$ nmol/L) ($v = 192$)	Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (>75 nmol/L) ($v = 152$)	
	Μέσος όρος $\pm$ T.A.	Μέσος όρος $\pm$ T.A.	Μέσος όρος $\pm$ T.A.	P
Ενέργεια, kcal/d	1.893 $\pm$ 655,7	1.889 $\pm$ 503,2	1.926 $\pm$ 617,6	0,829
Πρωτεΐνες, g/d	69,68 $\pm$ 23,67	73,80 $\pm$ 23,80	74,22 $\pm$ 26,63	0,594
Υδατάνθρακες, g/d	214,7 $\pm$ 91,96	216,2 $\pm$ 59,83	215,8 $\pm$ 78,71	0,993
Ολικό λίπος, g/d	88,51 $\pm$ 32,83	85,53 $\pm$ 30,11	89,46 $\pm$ 34,74	0,519
Μονοακόρεστα λ. ο., g/d	40,28 $\pm$ 17,19	38,78 $\pm$ 15,96	42,09 $\pm$ 19,38	0,221
Πολυακόρεστα λ. ο., g/d	13,08 $\pm$ 9,766 ^a	9,613 $\pm$ 4,926 ^a	10,77 $\pm$ 7,338	0,009
Κορεσμένα λ. ο., g/d	31,06 $\pm$ 11,59	31,63 $\pm$ 11,98	31,03 $\pm$ 12,29	0,890
Πρωτεΐνες, % της Σ.Η.Ε.Π.	14,83 $\pm$ 2,839	15,66 $\pm$ 2,921	15,54 $\pm$ 3,259	0,312
Υδατάνθρακες, % της Σ.Η.Ε.Π.	45,13 $\pm$ 8,45	46,34 $\pm$ 8,029	44,96 $\pm$ 8,523	0,280
Ολικό λίπος, % της Σ.Η.Ε.Π.	42,16 $\pm$ 7,063	40,14 $\pm$ 7,134	41,51 $\pm$ 7,467	0,116
Μονοακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	19,31 $\pm$ 5,085	18,17 $\pm$ 4,93	19,50 $\pm$ 5,646	0,055
Πολυακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	6,304 $\pm$ 5,314 ^a	4,529 $\pm$ 1,936 ^a	5,002 $\pm$ 3,538	0,005
Κορεσμένα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	14,81 $\pm$ 3,699	14,85 $\pm$ 3,324	14,52 $\pm$ 3,403	0,655
Χοληστερόλη, mg/d	226,1 $\pm$ 96,37	244,1 $\pm$ 119,5	251,2 $\pm$ 143,9	0,550
Διαιτητικές ίνες, g/d	12,88 $\pm$ 8,556	15,42 $\pm$ 8,583	14,83 $\pm$ 7,974	0,227
Διαιτητικές ίνες, g/kcal/d	6,723 $\pm$ 2,815	8,199 $\pm$ 3,639	7,715 $\pm$ 3,611	0,054
Βιταμίνη A, μ g/d	497,4 $\pm$ 354,2	655,8 $\pm$ 489,5	749,4 $\pm$ 1.527	0,371
Βιταμίνη C, mg/d	74,26 $\pm$ 49,78	98,79 $\pm$ 80,90	100,8 $\pm$ 82,14	0,167
Βιταμίνη C, g/kg/d	41,15 $\pm$ 30,60	54,78 $\pm$ 51,16	54,79 $\pm$ 50,78	0,272
Βιταμίνη D, IU/d	65,58 $\pm$ 56,68	66,38 $\pm$ 58,35	60,38 $\pm$ 56,67	0,620
Φυλλικό οξύ, mg/d	203,8 $\pm$ 109,6	250,9 $\pm$ 136,4	233,4 $\pm$ 122,9	0,094
Ασβέστιο, mg/d	1.026 $\pm$ 440,5	1.131 $\pm$ 447,8	1.056 $\pm$ 468,2	0,211
Ασβέστιο, g/kg/d	545,2 $\pm$ 191,9	604,5 $\pm$ 194,7	560,5 $\pm$ 197,4	0,058
Φώσφορος, mg/d	1.333 $\pm$ 495,0	1.457 $\pm$ 558,1	1.415 $\pm$ 584,3	0,433
Σίδηρος, mg/d	10,45 $\pm$ 4,915	11,37 $\pm$ 5,492	10,77 $\pm$ 4,971	0,440
Ιώδιο, μ g/d	12,14 $\pm$ 5,824	12,70 $\pm$ 6,402	12,20 $\pm$ 5,442	0,725
Μαγνήσιο, mg/d	213,7 $\pm$ 83,07	232,6 $\pm$ 72,14	238,1 $\pm$ 83,48	0,225
Κάλιο, mg/d	2.398 $\pm$ 1007	2.470 $\pm$ 811,9	2.521 $\pm$ 907,9	0,709
Νάτριο, mg/d	1.783 $\pm$ 878,1	1.799 $\pm$ 792,9	1.745 $\pm$ 980,2	0,849

a : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D.

b : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

c : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

Πίνακας 4. Διαφορές δεικτών διατροφικής πρόσληψης ανά επίπεδο βιταμίνης D στα κορίτσια
(N = 422)

	Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L) (v = 85)	Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (50-75 nmol/L) (v = 212)	Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (>75 nmol/L) (v = 125)	
	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	P
Ενέργεια, kcal/d	1.717 ± 472,7	1.650 ± 456,2	1.679 ± 439,3	0,509
Πρωτεΐνες, g/d	62,51 ± 19,37	64,87 ± 20,99	65,81 ± 21,80	0,524
Υδατάνθρακες, g/d	200,0 ± 62,12	187,4 ± 59,23	184,3 ± 59,08	0,152
Ολικό λίπος, g/d	78,25 ± 27,81	75,15 ± 26,21	79,45 ± 25,83	0,318
Μονοακόρεστα λ. ο., g/d	35,63 ± 16,22	33,59 ± 14,07	36,91 ± 14,33	0,120
Πολυακόρεστα λ. ο., g/d	11,89 ± 10,43 ^a	9,134 ± 5,601 ^a	10,67 ± 10,12	0,024
Κορεσμένα λ. ο., g/d	27,92 ± 8,869	27,80 ± 9,747	27,94 ± 10,21	0,990
Πρωτεΐνες, % της Σ.Η.Ε.Π.	14,83 ± 3,751	15,83 ± 3,817	15,68 ± 3,391	0,100
Υδατάνθρακες, % της Σ.Η.Ε.Π.	46,76 ± 8,040 ^c	45,68 ± 8,418	43,93 ± 8,078 ^c	0,039
Ολικό λίπος, % της Σ.Η.Ε.Π.	40,66 ± 6,607	40,65 ± 6,909	42,52 ± 7,793	0,049
Μονοακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	18,33 ± 5,158	18,07 ± 4,643 ^b	19,81 ± 5,948 ^b	0,010
Πολυακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	6,048 ± 4,711	4,955 ± 2,681	5,558 ± 4,809	0,070
Κορεσμένα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	14,78 ± 3,174	15,11 ± 3,240	14,97 ± 3,955	0,745
Χοληστερόλη, mg/d	229,9 ± 99,64	212,6 ± 97,33	215,6 ± 96,49	0,381
Διαιτητικές ίνες, g/d	13,20 ± 5,979	13,13 ± 7,611	13,02 ± 6,485	0,983
Διαιτητικές ίνες, g/kcal/d	7,921 ± 3,696	7,937 ± 3,609	7,684 ± 3,155	0,802
Βιταμίνη Α, μg/d	539,3 ± 322,8	629,0 ± 560,8	660,8 ± 600,8	0,258
Βιταμίνη C, mg/d	95,68 ± 89,99	101,5 ± 80,67	95,39 ± 68,45	0,736
Βιταμίνη C, g/kg/d	56,90 ± 52,39	62,67 ± 51,54	57,71 ± 38,85	0,528
Βιταμίνη D, IU/d	62,47 ± 50,28	59,24 ± 41,13	55,90 ± 38,92	0,540
Φυλλικό οξύ, mg/d	233,4 ± 141,5	231,7 ± 160,7	221,2 ± 125,8	0,780
Ασβέστιο, mg/d	924,5 ± 335,2	992,2 ± 402,2	980,3 ± 399,7	0,393
Ασβέστιο, g/kg/d	565,7 ± 230,7	606,7 ± 198,8	593,1 ± 216,9	0,319
Φώσφορος, mg/d	1.245 ± 388,4	1.271 ± 427,8	1.258 ± 473,8	0,894
Σίδηρος, mg/d	10,89 ± 5,183	11,42 ± 10,87	10,18 ± 52,281	0,438
Ιώδιο, μg/d	9,379 ± 6,006 ^c	11,19 ± 5,308	11,49 ± 5,621 ^c	0,030
Μαγνήσιο, mg/d	204,9 ± 63,08	213,4 ± 68,40	227,0 ± 91,84	0,092
Κάλιο, mg/d	2.127 ± 768,6	2.292 ± 775,7	2.319 ± 838,8	0,184
Νάτριο, mg/d	1.527 ± 667,8	1.586 ± 719,9	1.486 ± 786,9	0,465

a : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D.

b : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

c : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

4.4 ΔΕΙΚΤΕΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Στον Πίνακα 5 εξετάζεται η συσχέτιση μεταξύ των δεικτών φυσικής δραστηριότητας και των επιπέδων 25-υδροξυβιταμίνης D στο σύνολο του πληθυσμού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα παιδιά που έχουν χαμηλότερα επίπεδα βιταμίνης D τείνουν να περνούν καθημερινά περισσότερες ώρες στην τηλεόραση και στα video games (3,129 κατά μέσο όρο) σε σχέση με τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές βιταμίνης D (2,941 κατά μέσο όρο). Ωστόσο τα ευρήματα αυτά δεν είναι στατιστικά σημαντικά. Επιπλέον, φαίνεται ότι τα παιδιά με υποβιταμίνωση D έχουν χαμηλότερα επίπεδα οργανωμένης φυσικής δραστηριότητας, χωρίς όμως να μπορεί να γενικευτεί στον πληθυσμό. Παραδόξως, παρατηρείται ότι η φυσική δραστηριότητα μέτριας έντασης σχετίζεται αρνητικά με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D, καθώς τα παιδιά με υποβιταμίνωση D φαίνεται να έχουν υψηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας μέτριας έντασης σε σχέση με τα παιδιά με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (71,48 έναντι 52,46, $p\text{-value} = 0,003$). Τέλος, τα δεδομένα δείχνουν ότι τα παιδιά με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και αυτά με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D έχουν υψηλότερα επίπεδα έντονης φυσικής δραστηριότητας και καταγράφουν περισσότερα βήματα ανά ημέρα σε σχέση με τα υποκείμενα που έχουν χαμηλά επίπεδα 25-υδροξυβιταμίνης D, χωρίς όμως τα ευρήματα αυτά να είναι στατιστικά σημαντικά.

Ο Πίνακας 6 δείχνει τις διαφορές των δεικτών φυσικής δραστηριότητας ανά επίπεδο βιταμίνης D στα αγόρια του δείγματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η οργανωμένη φυσική δραστηριότητα σχετίζεται θετικά με τα επίπεδα βιταμίνης D ($p\text{-value} = 0,047$). Έπειτα από την ανάλυση post hoc φαίνεται ότι υπάρχει στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D (21,09 κατά μέσο όρο) και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (34,84 κατά μέσο όρο). Επιπλέον, φαίνεται ότι τα αγόρια με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D έχουν υψηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας μέτριας και υψηλής έντασης ($p\text{-value} = 0,002$ και $0,005$ αντίστοιχα).

Στον Πίνακα 7 παραθέτονται αντίστοιχα οι διαφορές των δεικτών φυσικής δραστηριότητας ανά επίπεδο βιταμίνης D στα κορίτσια του δείγματος. Όπως και στα αγόρια, φαίνεται ότι τα άτομα στην ομάδα με υποβιταμίνωση D αφιερώνουν περισσότερο χρόνο σε δραστηριότητες μέτριας έντασης σε σχέση με τα υπόλοιπα παιδιά του δείγματος ($p\text{-value} = 0,014$).

Πίνακας 5. Διαφορές δεικτών φυσικής δραστηριότητας ανά επίπεδο βιταμίνης D
(N = 804)

	Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L) (v = 123)	Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (50-75 nmol/L) (v = 404)	Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (> 75 nmol/L) (v = 277)	
	Μέσος όρος $\pm$ T.A.	Μέσος όρος $\pm$ T.A.	Μέσος όρος $\pm$ T.A.	P
Χρόνος παρακολούθησης τηλεόρασης/video games (ώρες/ημέρα)	3,129 $\pm$ 1,648	3,025 $\pm$ 1,782	2,941 $\pm$ 1,653	0,589
Οργανωμένη φυσική δραστηριότητα μέτριας και υψηλής έντασης (OMVPA)	22,10 $\pm$ 41,95	28,32 $\pm$ 34,83	28,67 $\pm$ 29,72	0,168
Μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα (MVPA)	71,48 $\pm$ 73,21 ^c	67,05 $\pm$ 63,77 ^b	52,46 $\pm$ 55,33 ^{b,c}	0,003
Υψηλής έντασης φυσική δραστηριότητα (VPA)	18,40 $\pm$ 43,83	23,00 $\pm$ 38,09	19,71 $\pm$ 33,28	0,358
Αριθμός βημάτων	12.456 $\pm$ 5.005	13.124 $\pm$ 4.763	12.985 $\pm$ 5.841	0,459

a : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D.

b : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

c : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

Πίνακας 6. Διαφορές δεικτών φυσικής δραστηριότητας ανά επίπεδο βιταμίνης D στα αγόρια
(N = 382)

	Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L) (v = 38)	Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (50-75 nmol/L) (v = 192)	Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (> 75 nmol/L) (v = 152)	
	Μέσος όρος $\pm$ T.A.	Μέσος όρος $\pm$ T.A.	Μέσος όρος $\pm$ T.A.	P
Χρόνος παρακολούθησης τηλεόρασης/video games (ώρες/ημέρα)	3,008 $\pm$ 1,595	2,923 $\pm$ 1,632	2,965 $\pm$ 1,727	0,947
Οργανωμένη φυσική δραστηριότητα μέτριας και υψηλής έντασης (OMVPA)	21,09 $\pm$ 37,27 ^a	34,84 $\pm$ 33,59 ^a	30,81 $\pm$ 28,14	0,047
Μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα (MVPA)	71,67 $\pm$ 65,35	81,64 $\pm$ 66,25 ^b	57,33 $\pm$ 57,05 ^b	0,002
Υψηλής έντασης φυσική δραστηριότητα (VPA)	28,79 $\pm$ 48,67	38,28 $\pm$ 43,49 ^b	23,92 $\pm$ 34,27 ^b	0,005
Αριθμός βημάτων	14.536 $\pm$ 6.477	14.928 $\pm$ 4.914	14.221 $\pm$ 6.026	0,501

a : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D.

b : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

c : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

Πίνακας 7. Διαφορές δεικτών φυσικής δραστηριότητας ανά επίπεδο βιταμίνης D στα κορίτσια
(N = 422)

	Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L) (v = 85)	Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (50-75 nmol/L) (v = 212)	Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (>75 nmol/L) (v = 125)	
	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	P
Χρόνος παρακολούθησης τηλεόρασης/video games (ώρες/ημέρα)	3,181 ± 1,678	3,117 ± 1,907	2,910 ± 1,566	0,471
Οργανωμένη φυσική δραστηριότητα μέτριας και υψηλής έντασης (OMVPA)	22,56 ± 44,08	22,41 ± 34,95	26,05 ± 31,45	0,645
Μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα (MVPA)	71,39 ± 76,83 ^c	53,84 ± 58,52	46,54 ± 52,79 ^c	0,014
Υψηλής έντασης φυσική δραστηριότητα (VPA)	13,75 ± 40,93	9,164 ± 25,56	14,59 ± 31,41	0,237
Αριθμός βημάτων	11.526 ± 3.884	11.490 ± 3.979	11.482 ± 5.250	0,997

a : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D.

b : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

c : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

4.5 ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΤΟΥ ΠΛΗΘΥΣΜΟΥ

Ο Πίνακας 8 παρουσιάζει τη συσχέτιση διαφόρων ανθρωπομετρικών δεικτών με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D στο σύνολο του δείγματος. Ο Δείκτης Μάζας Σώματος σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με τα επίπεδα βιταμίνης D και συγκεκριμένα αυξάνεται καθώς μειώνεται η συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D (21,09 έναντι 20,79 έναντι 20,17 kg/m², p-value = 0,033). Επιπλέον, παρατηρείται ότι τα υποκείμενα με ανεπάρκεια βιταμίνης D παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες τιμές περιφέρειας δεξιού βραχίονα (24,83 έναντι 24,37 έναντι 23,90cm, p-value = 0,045), περιφέρειας μέσης (71,21 έναντι 69,93 έναντι 68,44cm, p-value = 0,016) και περιφέρειας ισχίου (87,88 έναντι 85,83 έναντι 83,64cm, p-value < 0,001).

Σχετικά με τη σύσταση σώματος, φαίνεται ότι τα παιδιά με υποβιταμίνωση D έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη μυϊκή μάζα (31,23 έναντι 30,22 έναντι 28,95 kg, p-value < 0,001), περισσότερη άλιπη μάζα σώματος (33,17 έναντι 32,14 έναντι 30,82 kg, p-value < 0,001), καθώς και περισσότερη λιπώδη μάζα σώματος (15,79 έναντι 14,86 έναντι 13,49 kg, p-value = 0,006). Επιπρόσθετα, παρατηρείται ότι τα παιδιά με χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερο ποσοστό κοιλιακού λίπους (25,48 έναντι 23,26 έναντι 21,69 %, p-value = 0,003).

Στον Πίνακα 9 εξετάζεται η συσχέτιση μεταξύ των ανθρωπομετρικών δεικτών και των επιπέδων βιταμίνης D στα αγόρια του δείγματος. Παρατηρείται ότι τα αγόρια με υποβιταμίνωση D σημειώνουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες τιμές περιφέρειας ισχίου σε σχέση με τα αγόρια που έχουν μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (86,37 έναντι 85,74 έναντι 83,22cm, p-value = 0,018). Επιπλέον, φαίνεται ότι τα αγόρια με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D έχουν μεγαλύτερη μυϊκή μάζα σώματος (30,56 kg, p-value = 0,001) και μεγαλύτερη άλιπη μάζα σώματος (32,69 kg, p-value = 0,001).

Στον Πίνακα 10 παρουσιάζονται οι διαφορές των ανθρωπομετρικών δεικτών ανά επίπεδο βιταμίνης D στα κορίτσια του δείγματος. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα κορίτσια με χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερες τιμές περιφέρειας μέσης (70,82 έναντι 68,41 έναντι 66,81cm, p-value = 0,007) και περιφέρειας ισχίου (88,55 έναντι 85,91 έναντι 84,15cm, p-value = 0,003). Όσον αφορά τη σύσταση σώματος, τα υποκείμενα με ανεπάρκεια βιταμίνης D έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη μυϊκή μάζα σώματος (31,56 έναντι 29,92 έναντι 28,95 kg, p-value < 0,001), άλιπη μάζα σώματος (33,42 έναντι 31,64 έναντι 30,59 kg, p-value < 0,001), καθώς και οριακά στατιστικά σημαντικά λιπώδη μάζα σώματος (15,98 έναντι 14,66 έναντι 13,55 kg, p-value = 0,055).

Πίνακας 8. Διαφορές δεικτών ανθρωπομετρικών και σύστασης σώματος ανά επίπεδο βιταμίνης D
(N = 804)

	Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L) (v = 123)	Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (50-75 nmol/L) (v = 404)	Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (>75 nmol/L) (v = 277)	
	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	P
Δείκτης Μάζας Σώματος, kg/m ²	21,09 ± 3,855	20,79 ± 3,915	20,17 ± 3,388	0,033
Περιφέρεια δεξιού βραχίονα	24,83 ± 3,605 ^c	24,37 ± 3,789	23,90 ± 3,227 ^c	0,045
Δερματική πτυχή δικέφαλου	11,06 ± 4,469	10,89 ± 4,786	10,48 ± 4,289	0,394
Δερματική πτυχή τρικέφαλου	17,68 ± 5,880	16,98 ± 5,860	16,78 ± 5,191	0,331
Υποωμοπλατιαία δερματική πτυχή	13,07 ± 6,048	12,16 ± 5,739	11,88 ± 5,387	0,150
Υπερλαγόνια δερματική πτυχή	14,37 ± 6,223	13,98 ± 6,552	13,66 ± 6,133	0,571
Περιφέρεια μέσης, cm	71,21 ± 9,302 ^c	69,93 ± 9,882	68,44 ± 8,769 ^c	0,016
Περιφέρεια ισχίου, cm	87,88 ± 9,471 ^c	85,83 ± 9,154 ^b	83,64 ± 8,676 ^{b,c}	0,000
Μυϊκή μάζα σώματος, kg	31,23 ± 4,148 ^c	30,22 ± 4,339 ^b	28,95 ± 3,925 ^{b,c}	0,000
Άλιπη μάζα σώματος, kg	33,17 ± 4,469 ^{a,c}	32,14 ± 4,667 ^{a,b}	30,82 ± 4,220 ^{b,c}	0,000
Λιπώδης μάζα σώματος, kg	15,79 ± 8,050 ^c	14,86 ± 7,479 ^b	13,49 ± 6,631 ^{b,c}	0,006
Λιπώδης μάζα σώματος, %	30,48 ± 9,495	29,95 ± 8,971	28,91 ± 8,491	0,177
Περιφέρεια μέσης, Viscan	74,84 ± 11,23 ^c	73,36 ± 10,79	70,58 ± 9,705 ^c	0,010
Κοιλιακό λίπος, %	25,48 ± 8,192 ^c	23,26 ± 7,824	21,69 ± 7,393 ^c	0,003
Σπλαχνικό λίπος (score)	4,920 ± 3,284	4,971 ± 3,384	4,261 ± 2,618	0,107

a : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D.

b : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

c : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

Πίνακας 9. Διαφορές δεικτών ανθρωπομετρικών και σύστασης σώματος ανά επίπεδο βιταμίνης D στα αγόρια (N = 382)

	Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L) (v = 38)	Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (50-75 nmol/L) (v = 192)	Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (>75 nmol/L) (v = 152)	
	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	P
Δείκτης Μάζας Σώματος, kg/m ²	20,99 ± 4,150	21,12 ± 4,029	20,29 ± 3,359	0,125
Περιφέρεια δεξιού βραχίονα	24,61 ± 3,964	24,53 ± 4,146	23,82 ± 3,287	0,191
Δερματική πτυχή δικέφαλου	10,96 ± 4,479	11,02 ± 5,433	9,936 ± 4,524	0,121
Δερματική πτυχή τρικέφαλου	16,81 ± 5,661	17,01 ± 6,493	16,31 ± 5,644	0,568
Υποωμοπλατιαία δερματική πτυχή	13,42 ± 7,230	12,24 ± 6,290	11,49 ± 5,404	0,180
Υπερλαγόνια δερματική πτυχή	14,68 ± 7,146	13,81 ± 7,037	13,42 ± 6,699	0,594
Περιφέρεια μέσης, cm	72,08 ± 10,73	71,62 ± 10,02	69,78 ± 9,044	0,165
Περιφέρεια ισχίου, cm	86,37 ± 9,404	85,74 ± 9,358 ^b	83,22 ± 8,147 ^b	0,018
Μυϊκή μάζα σώματος, kg	30,48 ± 4,082	30,56 ± 4,454 ^b	28,94 ± 3,638 ^b	0,001
Άλιπη μάζα σώματος, kg	32,62 ± 4,318	32,69 ± 4,702 ^b	30,99 ± 3,865 ^b	0,001
Λιπώδης μάζα σώματος, kg	15,36 ± 8,511	15,09 ± 7,840	13,44 ± 6,537	0,092
Λιπώδης μάζα σώματος, %	29,84 ± 10,57	29,74 ± 9,051	28,66 ± 8,507	0,509
Περιφέρεια μέσης Viscan	72,63 ± 11,42	73,43 ± 10,83	69,71 ± 9,730	0,074
Κοιλιακό λίπος, %	20,65 ± 7,281	20,05 ± 6,725	17,99 ± 5,705	0,074
Σπλαχνικό λίπος (score)	6,354 ± 4,355	6,175 ± 3,842	4,979 ± 3,027	0,077

a : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D.

b : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

c : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

Πίνακας 10. Διαφορές δεικτών ανθρωπομετρικών και σύστασης σώματος ανά επίπεδο βιταμίνης D στα κορίτσια (N = 422)

	Υποβιταμίνωση D (< 50 nmol/L) (v = 85)	Μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D (50-75 nmol/L) (v = 212)	Φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (>75 nmol/L) (v = 125)	
	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	Μέσος όρος ± T.A.	P
Δείκτης Μάζας Σώματος, kg/m ²	21,13 ± 3,741	20,49 ± 3,794	20,02 ± 3,432	0,102
Περιφέρεια δεξιού βραχίονα	24,92 ± 3,452	24,21 ± 3,437	23,99 ± 3,162	0,131
Δερματική πτυχή δικέφαλου	11,10 ± 4,491	10,77 ± 4,123	11,15 ± 3,898	0,674
Δερματική πτυχή τρικέφαλου	18,07 ± 5,966	16,95 ± 5,238	17,36 ± 4,536	0,243
Υποωμοπλατιαία δερματική πτυχή	12,91 ± 5,479	12,09 ± 5,204	12,35 ± 5,349	0,481
Υπερλαγόνια δερματική πτυχή	14,23 ± 5,804	14,13 ± 6,093	13,94 ± 5,377	0,932
Περιφέρεια μέσης, cm	70,82 ± 8,629 ^c	68,41 ± 9,519	66,81 ± 8,166 ^c	0,007
Περιφέρεια ισχίου, cm	88,55 ± 9,478 ^c	85,91 ± 8,986	84,15 ± 9,287 ^c	0,003
Μυϊκή μάζα σώματος, kg	31,56 ± 4,157 ^{a, c}	29,92 ± 4,221 ^a	28,95 ± 4,262 ^c	0,000
Άλιπη μάζα σώματος, kg	33,42 ± 4,538 ^{a, c}	31,64 ± 4,588 ^a	30,59 ± 4,622 ^c	0,000
Λιπώδης μάζα σώματος, kg	15,98 ± 7,879 ^c	14,66 ± 7,148	13,55 ± 6,768 ^c	0,055
Λιπώδης μάζα σώματος, %	30,77 ± 9,024	30,15 ± 8,914	29,21 ± 8,496	0,424
Περιφέρεια μέσης Viscan	75,88 ± 11,10	73,29 ± 10,80	71,53 ± 9,664	0,092
Κοιλιακό λίπος, %	27,76 ± 7,647	26,33 ± 7,587	25,73 ± 6,925	0,333
Σπλαχνικό λίπος (score)	4,245 ± 2,405	3,823 ± 2,384	3,477 ± 1,798	0,190

a : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D.

b : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με μέτρια ανεπάρκεια βιταμίνης D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

c : Στατιστική σημαντικότητα μεταξύ της ομάδας με υποβιταμίνωση D και της ομάδας με φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D.

4.6 ΠΟΛΥΠΑΡΑΓΟΝΤΙΚΕΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ

Η συσχέτιση των επιπέδων 25-υδροξυβιταμίνης D και των δεικτών διατροφικής πρόσληψης, φυσικής δραστηριότητας και ΔΜΣ στο σύνολο του πληθυσμού αλλά και ανά φύλο παρουσιάζεται στον Πίνακα 11. Παρατηρείται ότι ο ΔΜΣ διατηρεί τη στατιστικά σημαντική συσχέτιση, η οποία είναι αρνητική για το σύνολο του πληθυσμού ($-0,181$, $p\text{-value} = 0,012$) και για τα κορίτσια ($-0,305$, $p\text{-value} = 0,002$). Δηλαδή, για κάθε μονάδα που αυξάνεται ο ΔΜΣ στο σύνολο του πληθυσμού, η συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D μειώνεται κατά $0,181$ ng/mL. Παράλληλα φαίνεται ότι η φυσική δραστηριότητα μέτριας έντασης σχετίζεται στατιστικά σημαντικά αρνητικά με τα επίπεδα βιταμίνης D και για σύνολο, αλλά και για κάθε φύλο ξεχωριστά.

Κάνοντας την ίδια διερεύνηση, αυτή τη φορά με το ποσοστό λιπώδους μάζας σώματος, αντί για το ΔΜΣ παρατηρείται στον Πίνακα 12 ότι το ποσοστό λιπώδους μάζας σχετίζεται στατιστικά σημαντικά αρνητικά με τα επίπεδα βιταμίνης D στο σύνολο του δείγματος ($-0,063$, $p\text{-value} = 0,0369$) και στα κορίτσια ($-0,103$, $p\text{-value} = 0,012$).

Τέλος, στον Πίνακα 13 φαίνεται ότι το ποσοστό άλιπης μάζας σώματος σχετίζεται οριακά στατιστικά σημαντικά θετικά με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D για το σύνολο του πληθυσμού ($0,057$, $p\text{-value} = 0,071$) και τα κορίτσια του δείγματος ($0,107$, $p\text{-value} = 0,011$).

Πίνακας 11. Συσχέτιση επιπέδων 25-υδροξυβιταμίνης D, δεικτών διατροφικής πρόσληψης, φυσικής δραστηριότητας και ΔΜΣ ανά φύλο

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Εξαρτημένη μεταβλητή: Βιταμίνη D (ng/ml)					
	ΣΥΝΟΛΟ (ν = 804)		ΑΓΟΡΙΑ (ν = 382)		ΚΟΡΙΤΣΙΑ (ν = 422)	
	B (S.E.)	p-value	B (S.E.)	p-value	B (S.E.)	p-value
Μονοακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,075 (0,183)	0,682	-0,174 (0,291)	0,549	0,020 (0,230)	0,932
Πολυακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,080 (0,091)	0,378	-0,014 (0,150)	0,927	-0,073 (0,111)	0,508
Κορεσμένα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,275 (0,194)	0,157	-0,061 (0,310)	0,844	-0,287 (0,244)	0,239
Υδατάνθρακες, % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,140 (0,159)	0,379	-0,129 (0,250)	0,606	-0,106 (0,202)	0,600
Πρωτεΐνες, % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,045 (0,197)	0,820	-0,146 (0,322)	0,651	0,099 (0,245)	0,687
Μαγνήσιο, mg/d	0,010 (0,006)	0,098	0,010 (0,009)	0,266	0,011 (0,007)	0,149
Κάλιο, mg/d	0,000 (0,001)	0,578	0,001 (0,001)	0,517	0,000 (0,001)	0,881
Ασβέστιο, mg/d	-0,164 (0,001)	0,770	-0,002 (0,001)	0,237	-0,001 (0,001)	0,577
Μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα (MVPA)	0,000 (0,004)	0,003	-0,019 (0,006)	0,003	-0,014 (0,006)	0,019
Δείκτης Μάζας Σώματος, kg/m ²	-0,181 (0,072)	0,012	-0,128 (0,104)	0,219	-0,305 (0,097)	0,002

Πίνακας 12. Συσχέτιση επιπέδων 25-υδροξυβιταμίνης D, δεικτών διατροφικής πρόσληψης, φυσικής δραστηριότητας και % Λ.Μ.Σ. ανά φύλο

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Εξαρτημένη μεταβλητή: Βιταμίνη D (ng/ml)					
	ΣΥΝΟΛΟ (ν = 804)		ΑΓΟΡΙΑ (ν = 382)		ΚΟΡΙΤΣΙΑ (ν = 422)	
	B (S.E.)	p-value	B (S.E.)	p-value	B (S.E.)	p-value
Μονοακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,072 (0,184)	0,694	-0,180 (0,291)	0,537	0,037 (0,231)	0,872
Πολυακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,075 (0,091)	0,409	-0,012 (0,150)	0,935	-0,063 (0,111)	0,571
Κορεσμένα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,259 (0,194)	0,183	-0,066 (0,310)	0,833	-0,248 (0,244)	0,310
Υδατάνθρακες, % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,137 (0,159)	0,389	-0,135 (0,250)	0,589	-0,090 (0,203)	0,657
Πρωτεΐνες, % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,046 (0,197)	0,816	-0,159 (0,322)	0,622	0,106 (0,246)	0,666
Μαγνήσιο, mg/d	0,010 (0,006)	0,098	0,010 (0,009)	0,270	0,011 (0,007)	0,143
Κάλιο, mg/d	0,000 (0,001)	0,567	0,001 (0,001)	0,495	0,000 (0,001)	0,870
Ασβέστιο, mg/d	0,000 (0,001)	0,751	-0,002 (0,001)	0,251	-0,001 (0,001)	0,589
Μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα (MVPA)	-0,014 (0,004)	0,001	-0,020 (0,006)	0,002	-0,015 (0,006)	0,012
Λιπώδης μάζα σώματος, %	-0,063 (0,030)	0,039	-0,033 (0,044)	0,462	-0,103 (0,041)	0,012

Πίνακας 13. Συσχέτιση επιπέδων 25-υδροξυβιταμίνης D, δεικτών διατροφικής πρόσληψης, φυσικής δραστηριότητας και % Α.Μ.Σ. ανά φύλο

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Εξαρτημένη μεταβλητή: Βιταμίνη D (ng/ml)					
	ΣΥΝΟΛΟ (v = 804)		ΑΓΟΡΙΑ (v = 382)		ΚΟΡΙΤΣΙΑ (v = 422)	
	B (S.E.)	p-value	B (S.E.)	p-value	B (S.E.)	p-value
Μονοακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,073 (0,184)	0,692	-0,180 (0,291)	0,537	0,037 (0,231)	0,873
Πολυακόρεστα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,075 (0,091)	0,408	-0,012 (0,150)	0,936	-0,063 (0,111)	0,568
Κορεσμένα λ.ο., % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,262 (0,194)	0,178	-0,066 (0,310)	0,832	-0,250 (0,244)	0,307
Υδατάνθρακες, % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,138 (0,159)	0,386	-0,135 (0,250)	0,588	-0,090 (0,203)	0,656
Πρωτεΐνες, % της Σ.Η.Ε.Π.	-0,050 (0,197)	0,800	-0,160 (0,322)	0,620	0,107 (0,246)	0,664
Μαγνήσιο, mg/d	0,010 (0,006)	0,099	0,010 (0,009)	0,270	0,011 (0,007)	0,144
Κάλιο, mg/d	0,000 (0,001)	0,555	0,001 (0,001)	0,494	0,000 (0,001)	0,867
Ασβέστιο, mg/d	0,000 (0,001)	0,786	-0,002 (0,001)	0,252	-0,001 (0,001)	0,586
Μέτριας έντασης φυσική δραστηριότητα (MVPA)	-0,014 (0,004)	0,002	-0,020 (0,006)	0,002	-0,014 (0,006)	0,012
Άλιπη μάζα σώματος, %	0,057 (0,032)	0,071	0,034 (0,048)	0,477	0,107 (0,042)	0,011

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα έρευνα εξετάσθηκαν 804 παιδιά ηλικίας 10 έως 12 ετών και βρέθηκε ότι ο Δείκτης Μάζας Σώματος και το ποσοστό λιπώδους μάζας σώματος σχετίζονται στατιστικά σημαντικά αρνητικά με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D, ενώ το ποσοστό άλιπης μάζας σώματος σχετίζεται στατιστικά σημαντικά θετικά με τα επίπεδα βιταμίνης D.

5.1 ΕΠΙΠΟΛΑΣΜΟΣ ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗΣ D

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα ο επιπολασμός της υποβιταμίνωσης D ($< 50 \text{ nmol/L}$) στο σύνολο του πληθυσμού αγγίζει το 15,3%, ενώ παρατηρείται διαφορά μεταξύ των δύο φύλων, με τα αγόρια να εμφανίζουν ανεπάρκεια βιταμίνης D σε ποσοστό 9,9% και τα κορίτσια διπλάσιο ποσοστό που φτάνει το 20,1%. Τα υψηλότερα ποσοστά ανεπάρκειας που παρατηρούνται στα κορίτσια του δείγματος σε σχέση με τα αγόρια εμφανίζονται και σε άλλες έρευνες [Alemzadeh et al., 2008, Bener et al., 2009].

Συγκριτικά με άλλες μελέτες σε παιδικό και εφηβικό πληθυσμό που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ευρώπη τα ποσοστά υποβιταμίνωσης στην παρούσα έρευνα είναι μικρότερα, παρ' όλα αυτά ανησυχητικά για μια ηλιόλουστη χώρα σαν την Ελλάδα [Guillemant et al., 1999, Ginty et al., 2004, Lehtonen-Veromaa et al., 1999, Lapatsanis et al., 2005]. Ωστόσο, οι διαφορετικές κατωφλικές τιμές που χρησιμοποιούνται σε κάθε έρευνα για τον ορισμό της υποβιταμίνωσης D, οι φυλετικές διαφορές και οι διαφορές μεταξύ χωρών με διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος καθιστούν δύσκολη την αντικειμενική σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα βιβλιογραφικά δεδομένα.

5.2 ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗ D ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΗΣ ΜΑΖΑΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Στην παρούσα μελέτη εξετάσθηκε η συσχέτιση των κατηγοριών του Δείκτη Μάζας Σώματος με την υποβιταμίνωση D και βρέθηκε αρνητική. Από τα αποτελέσματα γίνεται κατανοητό ότι όσο αυξάνεται η τιμή του Δείκτη Μάζας Σώματος τόσο αυξάνεται και η συχνότητα εμφάνισης ανεπάρκειας βιταμίνης D. Συγκεκριμένα, βρέθηκε ότι τα παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζουν υποβιταμίνωση σε ποσοστό 21,2%, ενώ τα παιδιά με φυσιολογικό βάρος σε ποσοστό 15%.

Στο ίδιο συμπέρασμα έχουν καταλήξει και άλλες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε ενήλικο πληθυσμό [Bell et al., 1985, Liel et al., 1988, Wortsman et al., 2000, Arunabh et al., 2003, Parikh et al., 2004, Snijder et al., 2005, Hyrponen et al., 2006]. Οι Wortsman et al. παρατήρησαν ότι η αύξηση της συγκέντρωσης της βιταμίνης D ήταν 57% λιγότερη στα παχύσαρκα άτομα σε σχέση με τα φυσιολογικά άτομα μετά από 24ωρη έκθεση στην UVB ακτινοβολία, παρόλο που η επιφάνεια του σώματος των παχύσαρκων που εκτέθηκε στην ακτινοβολία ήταν μεγαλύτερη και ήταν

αναμενόμενο να παραχθεί περισσότερη βιταμίνη D [Wortsman et al., 2000]. Σε δείγμα 154 παχύσαρκων και 148 φυσιολογικών ενηλίκων βρέθηκε ότι ο ΔΜΣ σχετίζεται αρνητικά με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D ανεξάρτητα από το φύλο, την ηλικία και τη φυλή των εθελοντών. Συγκεκριμένα, η μέση τιμή της 25-υδροξυβιταμίνης D στα παχύσαρκα υποκείμενα ήταν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερη (58,7 nmol/L) σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή στους φυσιολογικούς ενήλικες (77,4 nmol/L) [Parikh et al., 2004].

Η σύνδεση της παχυσαρκίας με χαμηλά επίπεδα βιταμίνης D και μεγαλύτερα ποσοστά υποβιταμίνωσης αποδεικνύεται με στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα και από έρευνες σε παιδικό και εφηβικό πληθυσμό [Reinehr et al., 2007, Alemzadeh et al., 2008, Dong et al., 2010, Elizondo-Montemayor et al., 2010, Olson et al., 2012]. Σε δείγμα 127 παχύσαρκων παιδιών και εφήβων ($\Delta\text{ΜΣ} \geq 95^\circ$ εκατοστημόριο) ηλικίας 6 έως 18 ετών παρατηρήθηκε ανεπάρκεια βιταμίνης D σε ποσοστό 32,3%, ενώ το 41,7% του πληθυσμού είχε μέτρια ανεπάρκεια [Alemzadeh et al., 2008]. Στην έρευνα των Reinehr et al. παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερα επίπεδα 25-υδροξυβιταμίνης D στα παχύσαρκα άτομα σε σχέση με τα φυσιολογικά. Επιπλέον, φάνηκε ότι μετά από απώλεια του σωματικού βάρους των παχύσαρκων παιδιών αυξήθηκαν τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει τον ισχυρισμό ότι η υποβιταμίνωση D αποτελεί συνέπεια παρά αιτία της παχυσαρκίας. Ωστόσο, η υπόθεση αυτή απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση [Reinehr et al., 2007].

5.3 ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗ D ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

Εξετάζοντας την πιθανή συσχέτιση των επιπέδων της 25-υδροξυβιταμίνης D και των παραμέτρων σύστασης σώματος φαίνεται ότι στο σύνολο του πληθυσμού το ποσοστό λιπώδους μάζας σχετίζεται στατιστικά σημαντικά αρνητικά με τα επίπεδα βιταμίνης D. Η αρνητική αυτή σχέση επιβεβαιώνεται και από άλλους ερευνητές. Οι Snijder et al. μελετώντας 453 εθελοντές ηλικίας 65 ετών και άνω παρατήρησαν ότι το ποσοστό του σωματικού λίπους σχετίζεται στατιστικά σημαντικά αρνητικά με τη συγκέντρωση της 25-υδροξυβιταμίνης D [Snijder et al., 2005]. Σχετικά με το ποσοστό άλιπης μάζας σώματος, φάνηκε μία στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση. Σε αντίστοιχες έρευνες έχει βρεθεί ότι η αυξημένη άλιπη μάζα σώματος σχετίζεται με υψηλότερα επίπεδα βιταμίνης D στους ενήλικες [Pfeifer et al., 2001, Moschonis et al., 2009].

Αντίστοιχα συμπεράσματα για τη συσχέτιση των δεικτών σύστασης σώματος έχουν προκύψει και από έρευνες σε παιδικό πληθυσμό [Alemzadeh et al., 2008, Carine et al., 2009, Kremer et al., 2009, Dong et al., 2010]. Οι Dong et al. το 2010 διαπίστωσαν ότι τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D σχετίζονται αρνητικά με το Δείκτη Μάζας Σώματος, τη λιπώδη μάζα σώματος και το ποσοστό σωματικού λίπους σε εφήβους [Dong et al., 2010]. Στην έρευνα των Alemzadeh et

al. τα παιδιά που εμφάνιζαν τιμές 25-υδροξυβιταμίνης D μικρότερες από 30 ng/mL είχαν μεγαλύτερο ΔΜΣ, αυξημένη λιπώδη μάζα σώματος και μικρότερο λόγο άλιπης μάζας/ λιπώδη μάζα σε σύγκριση με τα παιδιά που είχαν φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D [Alemzadeh et al., 2008]. Οι Kremer et al. εξετάζοντας 90 γυναίκες ηλικίας 16 έως 22 ετών κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση σπλαχνικού, υποδόριου και συνολικού σωματικού λίπους με τα επίπεδα της 25-υδροξυβιταμίνης D [Kremer et al., 2009]. Ωστόσο στην παρούσα έρευνα δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ σπλαχνικού λίπους και υποβιταμίνωσης D.

Η ακριβής αιτιολογική σχέση μεταξύ των χαμηλών επιπέδων 25-υδροξυβιταμίνης D και της παχυσαρκίας δεν είναι ξεκάθαρη. Ωστόσο, έχουν προταθεί κάποιοι πιθανοί μηχανισμοί όπως η αποφυγή της έκθεσης στην υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία, η οποία είναι απαραίτητη για τη σύνθεση της βιταμίνης D στο δέρμα, η περιορισμένη κινητικότητα, η αποφυγή υπαίθριων δραστηριοτήτων και η κάλυψη του μεγαλύτερου μέρους του σώματος από ρούχα [Liel et al., 1988]. Μία άλλη υπόθεση είναι ότι μεγαλύτερη ποσότητα βιταμίνης D δεσμεύεται στο υποδόριο λίπος των παχύσαρκων ατόμων λόγω της αυξημένης λιπώδους μάζας με αποτέλεσμα να μειώνεται η βιοδιαθεσιμότητα της βιταμίνης στην κυκλοφορία [Wortsman et al., 2000]. Ένας άλλος πιθανός μηχανισμός είναι ότι η παραγωγή του ενεργού μεταβολίτη της βιταμίνης D, της 1,25-υδροξυβιταμίνης D, ενισχύεται στα παχύσαρκα άτομα και επομένως οι υψηλότερες αυτές συγκεντρώσεις δρουν αρνητικά στην ηπατική σύνθεση της 25-υδροξυβιταμίνης D [Bell et al., 1985]. Τέλος, υποστηρίζεται ότι η μεταβολική κάθαρση της βιταμίνης D αυξάνεται σε παχύσαρκα άτομα λόγω της αυξημένης λιπώδους μάζας [Liel et al., 1988].

5.4 ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗ D ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΠΡΟΣΛΗΨΗ

Ένα από τα πιο σημαντικά ευρήματα της παρούσας έρευνας σχετικά με τους δείκτες διατροφικής πρόσληψης του πληθυσμού είναι ότι δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της πρόσληψης βιταμίνης D και της υποβιταμίνωσης. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει τα βιβλιογραφικά δεδομένα που υποστηρίζουν ότι το 90% της βιταμίνης D προέρχεται από την ενδογενή παραγωγή της με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και μόνο το 10% από την διατροφική πρόσληψή της [Stroud et al., 2008].

5.5 ΥΠΟΒΙΤΑΜΙΝΩΣΗ D ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Παραδόξως στην παρούσα μελέτη βρέθηκε πως υπάρχει στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ της φυσικής δραστηριότητας μέτριας έντασης και της υποβιταμίνωσης D. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με άλλες έρευνες [Anand et al., 2011, Kluczynski et al., 2011].

Οι Bener et al. επιβεβαίωσαν ότι τα παιδιά με υποβιταμίνωση D περνούσαν στατιστικά σημαντικά λιγότερο χρόνο σε δραστηριότητες σε εξωτερικούς χώρους (23,5 λεπτά κατά μέσο όρο) σε σχέση με τα παιδιά που είχαν φυσιολογικά επίπεδα βιταμίνης D (28,4 λεπτά κατά μέσο όρο) [Bener et al., 2009]. Παρ' όλα αυτά στην παρούσα έρευνα φαίνεται πως τα παιδιά με ανεπάρκεια βιταμίνης D έχουν χαμηλότερα επίπεδα οργανωμένης φυσικής δραστηριότητας, χωρίς όμως αυτά τα ευρήματα να είναι στατιστικά σημαντικά. Είναι πιθανό η αρνητική συσχέτιση να προκύπτει από σφάλμα κατά την εκτίμηση της φυσικής δραστηριότητας.

Συμπερασματικά, σύμφωνα με τα ευρήματα της παρούσας έρευνας, η υποβιταμίνωση D αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα ακόμα και σε μία ηλιόλουστη χώρα όπως η Ελλάδα. Επιπλέον, η παχυσαρκία και τα κλινικά χαρακτηριστικά που τη συνοδεύουν όπως ο αυξημένος Δείκτης Μάζας Σώματος και η υπερβάλλουσα λιπώδης μάζα σώματος αυξάνουν τη συχνότητα εμφάνισης ανεπάρκειας βιταμίνης D στον παιδικό πληθυσμό, αποτελώντας έναν πιθανό παράγοντα κινδύνου. Αντίθετα, τα υψηλότερα ποσοστά άλιπης μάζας σώματος φαίνεται πως σχετίζονται με καλύτερα επίπεδα βιταμίνης D.

Ένα από τα δυνατά σημεία της μελέτης αυτής είναι ότι το δείγμα της προέρχεται από διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, με διαφορετικά επίπεδα ηλιοφάνειας και ατμοσφαιρικών συνθηκών. Ωστόσο, η μελέτη αυτή δεν θα μπορούσε να επιβεβαιώσει αιτιώδεις σχέσεις, αλλά μόνο να ενισχύσει τις υποθέσεις για τον πιθανό ρόλο του Δείκτη Μάζας Σώματος και της σύστασης σώματος στη συχνότητα εμφάνισης ανεπάρκειας βιταμίνης D στον παιδικό πληθυσμό, καθώς είναι μία συγχρονική μελέτη. Είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν περισσότερες έρευνες σε παιδιά χρησιμοποιώντας κοινές κατωφλικές τιμές για τον ορισμό της υποβιταμίνωσης, έτσι ώστε τα αποτελέσματα να μπορούν να συγκριθούν αντικειμενικά.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alemzadeh Ramin, Jessica Kichler, Ghufran Babar, Mariaelena Calhoun. *Hypovitaminosis D in obese children and adolescents: relationship with adiposity, insulin sensitivity, ethnicity, and season*. Metabolism Clinical and Experimental, 2008. 57, 183–191.
- Alshishtawy, M.M., *To be or not to be exposed to direct sunlight: vitamin d deficiency in oman*. Sultan Qaboos Univ Med J, 2011. 11(2): p. 196-200.
- Anand, S., et al., *Vitamin D deficiency, self-reported physical activity and health-related quality of life: the Comprehensive Dialysis Study*. Nephrol Dial Transplant, 2011.
- Arunabh S, Pollack S, Yeh J, Aloia JF. *Body fat content and 25-hydroxyvitamin D levels in healthy women*. J Clin Endocrinol Metab 2003;88:157-161.
- Bell NH, Epstein S, Greene A, Shary J, Oexmann MJ, Shaw S. *Evidence for alteration of the vitamin D-endocrine system in obese subjects*. J Clin Invest 1985;76:370–3.
- Bener, A., M. Al-Ali, and G.F. Hoffmann, *High prevalence of vitamin D deficiency in young children in a highly sunny humid country: a global health problem*. Minerva Pediatr, 2009. 61(1): p. 15-22.
- Berwick M., et al. *Sun Exposure and Mortality From Melanoma*. Journal of the National Cancer Institute, 2005.
- Bischoff-Ferrari HA, et al. *Estimation of optimal serum concentrations of 25-hydroxyvitamin D for multiple health outcomes*. Am J Clin Nutr. 2006;84:18–28.
- Brock D.W., et al. *Association between insufficiently physically active and the prevalence of obesity in the United States*. J Phys Act Health, 6 (2009), pp. 1–5.
- Calvo Mona S., Susan J. Whiting. *Survey of current vitamin D food fortification practices in the United States and Canada*. Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology, 2012.
- Carine M. Lenders, et al., *Relation of body fat indexes to vitamin D status and deficiency among obese adolescents*. Am J Clin Nutr, 2009. 90:459-67.
- Carol L. Wagner, Frank R. Greer, and the Section on Breastfeeding and Committee on Nutrition, *Prevention of Rickets and Vitamin D Deficiency in Infants, Children, and Adolescents*. Pediatrics, 2008. 111(4):908.
- Cashman Kevin D., *Vitamin D in childhood and adolescence*. Postgraduate Medical Journal, 2007. 83(978): 230–235.
- Chen Tai C., et al. *Factors than influence the cutaneous synthesis and dietary sources of vitamin D*. Archives of Biochemistry and Biophysics, 2007. 460 213–217
- Chiu KC, Chu A, Go VL, Saad MF. *Hypovitaminosis D is associated with insulin resistance and beta cell dysfunction*. Am J Clin Nutr. 2004;79:820–5.

- Clemens TL, Henderson SL, Adams JS, Holick MF. *Increased skin pigment reduces the capacity of skin to synthesise vitamin D3*. Lancet 1982;1:74–6.
- Dahifar H, Faraji A, Yassobi S, Ghorbani A. *Asymptomatic rickets in adolescent girls*. Indian J Pediatr 2007;74:571-575.
- Dawson-Hughes B, Heaney RP, Holick MF, Lips P, Meunier PJ, Vieth R. *Estimates of optimal vitamin D status*. Osteoporos Int 2005;16:713–6.
- Diehl Joseph W., Melvin W. Chiu. *Effects of ambient sunlight and photoprotection on vitamin D status*. Dermatologic Therapy, 2010. 48–60.
- Dong Y, et al. *Low 25-hydroxyvitamin D levels in adolescents: race, season, adiposity, physical activity, and fitness*. Pediatrics 2010;125:1104 –1111.
- DRIs for Calcium and Vitamin D, IOM, 2010.
- Du X, Greenfield H, Fraser DR, Ge K, Trube A, Wang Y. *Vitamin D deficiency and associated factors in adolescent girls in Beijing*. Am J Clin Nutr 2001;74:494-500.
- Elizondo-Montemayor, L., et al., *Serum 25-hydroxyvitamin d concentration, life factors and obesity in Mexican children*. Obesity (Silver Spring), 2010. 18(9): p. 1805-11.
- Engelsen O, Brustad M, Aksnes L, Lund E. *Daily duration of vitamin D synthesis in human skin with relation to latitude, total ozone, altitude, ground cover, aerosols and cloud thickness*. Photochem Photobiol 2005; 81: 1287–1290.
- Ferrari Marika, et al. *Vitamin D status among adolescents in Europe: the Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence study*. British Journal of Nutrition, 2012. 107, 755–764.
- Forman JP, et al. *Plasma 25-hydroxyvitamin D levels and risk of incident hypertension*. Hypertension. 2007;49:1063–9.
- Fuleihan Ghada El-Hajj, et al. *Hypovitaminosis D in Healthy Schoolchildren*. Pediatrics, 2001.
- Gartner LM, Greer FR. *Prevention of rickets and vitamin D deficiency: new guidelines for vitamin D intake*. Pediatrics. 2003;111:908–10.
- Ginty F, Cavadini C, Michaud PA, Burckhardt P, Baumgartner M, Mishra GD, Barclay DV. *Effects of usual nutrient intake and vitamin D status on markers of bone turnover in Swiss adolescents*. Eur J Clin Nutr 2004;58:1257-1265.
- Greer FR. *Issues in establishing vitamin D recommendations for infants and children*. Am J Clin Nutr. 2004;80:1759S–62S.
- Groff, J. and G. SAS, *Advanced nutrition and human metabolism*, Belmont CA, West/Wadsworth (2005).
- Guillemant J, Taupin P, Le HT, Taright N, Allemandou A, Pérès G, Guillemant S. *Vitamin D status during puberty in French healthy male adolescents*. Osteoporos Int 1999;10: 222-225.

- Harnack L, Stang J, Story M. *Soft drink consumption among US children and adolescents: nutritional consequences.* *J Am Diet Assoc.* 1999;99:436-441.
- Hatun Sukru, et al. *Subclinical Vitamin D Deficiency Is Increased in Adolescent Girls Who Wear Concealing Clothing.* *The Journal of Nutrition,* 2005.
- Heaney RP, Dowell MS, Hale CA, Bendich A. *Calcium absorption varies within the reference range for serum 25-hydroxyvitamin D.* *J Am Coll Nutr* 2003;22:142– 6.
- Holick MF, Matsuoka LY, Wortsman J. *Age, vitamin D, and solar ultraviolet.* *Lancet* 1989;2:1104-5.
- Holick MF, Siris ES, Binkley N, et al. *Prevalence of vitamin D inadequacy among postmenopausal North American women receiving osteoporosis therapy.* *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90:3215–24.
- Holick MF. *High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health.* *Mayo Clin Proc.* 2006;81:353–73.
- Holick MF. McCollum Award Lecture, 1994: *vitamin D: new horizons for the 21st century.* *Am J Clin Nutr* 1994;60:619 –30.
- Holick MF. *The vitamin D epidemic and its health consequences.* *J Nutr.* 2005;135 (11):2739S-2748S.
- Holick MF. *Vitamin D deficiency.* *N Engl J Med* 2007;357:266–81.
- Holick MF. *Resurrection of vitamin D deficiency and rickets.* *The Journal of Clinical Investigation,* 2006. 116(8):2062–2072.
- Holick MF., Tai C. Chen, *Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences.* *The American Journal of Clinical Nutrition,* 2008.
- Holick MF. *Environmental factors that influence the cutaneous production of vitamin D.* *Am J Clin Nutr,* 1995;61.
- Holick MF. *Photobiology of vitamin D.* *Vitamin D.* 1997. third edition, vol.1 chapter 2, p. 14.
- Holick MF. *The D-Lightful Vitamin D for Child Health.* *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition,* 2012.
- Holick MF. *Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease.* *Am J Clin Nutr.* 2004;80.
- Huh Susanna Y., Catherine M. Gordon, *Vitamin D deficiency in children and adolescents: Epidemiology, impact and treatment.* *Rev. Endocr. Metab. Disord.* 2008. 9:161-170.
- Hypponen E, Laara E, Reunanen A, Jarvelin MR, Virtanen SM. *Intake of vitamin D and risk of type 1 diabetes: a birth-cohort study.* *Lancet.* 2001;358:1500–3.

- Hypponen, E. and C. Power, *Vitamin D status and glucose homeostasis in the 1958 British birth cohort: the role of obesity*. Diabetes Care, 2006. 29(10): p. 2244-6.
- Kendrick Jessica, Giovanni Targher, Gerard Smits, Michel Chonchol. *25-Hydroxyvitamin D deficiency is independently associated with cardiovascular disease in the Third National Health and Nutrition Examination Survey*. Atherosclerosis 205 (2009) 255–260.
- Kluczynski, M.A., et al., *Duration of Physical Activity and Serum 25-hydroxyvitamin D Status of Postmenopausal Women*. Ann Epidemiol, 2011. 21(6): p. 440-9.
- Krause R, Buhning M, Hopfenmuller W, Holick MF, Sharma AM. *Ultraviolet B and blood pressure*. Lancet. 1998;352:709–10.
- Kremer, R., et al., *Vitamin D status and its relationship to body fat, final height, and peak bone mass in young women*. J Clin Endocrinol Metab, 2009. 94(1): p. 67-73.
- Kumar Juhi, Paul Muntner, Frederick J. Kaskel, Susan M. Hailpern, Michal L. Melamed. *Prevalence and Associations of 25-Hydroxyvitamin D Deficiency in US Children: NHANES 2001-2004*. Pediatrics, 2009;124:e362.
- Lamberg-Allardt, C., et al., *Low serum 25-hydroxyvitamin D concentrations and secondary hyperparathyroidism in middle-aged white strict vegetarians*. Am J Clin Nutr, 1993. 58(5): p. 684-9.
- Lamberg-Allardt, C., *Vitamin D in foods and as supplements*. Prog Biophys Mol Biol, 2006. 92(1): p. 33-8.
- Lapatsanis D, Moulas A, Cholevas V, Soukakos P, Papadopoulou ZL, Challa A. *Vitamin D: a necessity for children and adolescents in Greece*. Calcif Tissue Int 2005; 77:348-355.
- Lappe JM, Travers-Gustafson D, Davies KM, Recker RR, Heaney RP. *Vitamin D and calcium supplementation reduces cancer risk: results of a randomized trial*. Am J Clin Nutr. 2007;85:1586–91.
- Lehtonen-Veromaa M, Möttönen T, Irjala K, Kärkkäinen M, Lamberg-Allardt C, Hakola P, Viikari J. *Vitamin D intake is low and hypovitaminosis D common in healthy 9- to 15-year-old Finnish girls*. Eur J Clin Nutr 1999;53: 746-751.
- Liel Y, Ulmer E, Shary J, Hollis BW, Bell NH. *Low circulating vitamin D in obesity*. Calcif Tissue Int 1988;43:199-201.
- Lips P. *Vitamin D status and nutrition in Europe and Asia*. J Steroid Biochem Mol Biol 2007;103:620-625.
- Lips P., *Vitamin D physiology*. Progress in Biophysics and Molecular Biology, 2006. 92(1):4-8.
- Lumb GA, Mawer EB, Stanbury SW. *The apparent vitamin D resistance of chronic renal failure: a study of the physiology of vitamin D in man*. Am J Med 1971;50:421–44.

- MacLaughlin Julia, Michael F. Holick. *Aging Decreases the Capacity of Human Skin to Produce Vitamin D3*. J. Clin. Invest., 1985. 76(4):1536-8.
- Maimoun L., C. Sultan. *Effect of physical activity on calcium homeostasis and calciotropic hormones: a review*. Calcif Tissue Int, 85 (2009), pp. 277–286.
- Matsuoka LY, Ide L, Wortsman J, MacLaughlin J, Holick MF. *Sunscreens suppress cutaneous vitamin D3 synthesis*. J Clin Endocrinol Metab 1987; 64:1165– 8.
- Matsuoka LY, Wortsman J, Dannenberg MJ, Hollis BW, Lu Z, Holick MF. *Clothing prevents ultraviolet-B radiation-dependent photosynthesis of vitamin D3*. J Clin Endocrinol Metab 1992;75:1099-103.
- Mawer EB, et al. *The distribution and storage of vitamin D and its metabolites in human tissues*. Clin Sci 1972;43:414–431.
- Moschonis, G., et al., *Association between serum 25-hydroxyvitamin D levels and body composition in postmenopausal women: the postmenopausal Health Study*. Menopause, 2009. 16(4): p. 701-7.
- Norman A.W., *Sunlight, season, skin pigmentation, vitamin D, and 25-hydroxyvitamin D: integral components of the vitamin D endocrine system*. Am J Clin Nutr, 1998;67:1108–10.
- Olmez D, Bober E, Buyukgebiz A, Cimrin D. *The frequency of vitamin D insufficiency in healthy female adolescents*. Acta Paediatr 2006;95:1266-1269.
- Olson Micah L., et al. *Vitamin D Deficiency in Obese Children and Its Relationship to Glucose Homeostasis*. J Clin Endocrinol Metab, 2012, 97(1):279 –285.
- Papandreou D., Pavlos Malindretos, Zacharoula Karabouta, Israel Rousso. *Possible Health Implications and Low Vitamin D Status during Childhood and Adolescence: An Updated Mini Review*. International Journal of Endocrinology, 2009.
- Parikh SJ, Edelman M, Uwaifo GI, et al. *The relationship between obesity and serum 1,25-dihydroxy vitamin D concentrations in healthy adults*. J Clin Endocrinol Metab 2004;89:1196-1199.
- Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, et al. *Vitamin D status, trunk muscle strength, body sway, falls, and fractures among 237 postmenopausal women with osteoporosis*. Exp Clin Endocrinol Diabetes 2001;109:87-92.
- Ponsonby A-L, McMichael A, van der Mei I. *Ultraviolet radiation and autoimmune disease: insights from epidemiological research*. Toxocology 2002;181:71– 8.
- Rajakumar, K. 2003. *Vitamin D, cod-liver oil, sunlight, and rickets: a historical perspective*. Pediatrics.112:132–135.

- Reinehr, T., et al., *Vitamin D status and parathyroid hormone in obese children before and after weight loss*. Eur J Endocrinol, 2007. 157(2): p. 225-32.
- Rosenstreich SJ, Rich C, Volwiler W. *Deposition in and release of vitamin D₃ from body fat: evidence for a storage site in the rat*. J Clin Invest 1971;50:679–687.
- Rovner, A.J. and K.O. O'Brien, *Hypovitaminosis D among healthy children in the United States: a review of the current evidence*. Arch Pediatr Adolesc Med, 2008. 162(6): p. 513-9.
- Scragg R, et al. *Serum 25-hydroxyvitamin D₃ levels decreased in impaired glucose tolerance and diabetes mellitus*. Diabetes Res Clin Pract 1995;27:181-8.
- Scragg R, Sowers M, Bell C. *Serum 25-hydroxyvitamin D, diabetes, and ethnicity in the Third National Health and Nutrition Examination Survey*. Diabetes Care. 2004;27:2813–8.
- Scragg R, Sowers M, Bell C. *Serum 25-hydroxyvitamin D, ethnicity, and blood pressure in the Third National Health and Nutrition Examination Survey*. Am J Hypertens. 2007;20:713–9.
- Sinclair C. *Risks and benefits of sun exposure: Implications for public health practice based on the Australian experience*. Progress in Biophysics and Molecular Biology, 92 (2006) 173–178.
- Snijder M.B. et al., *Adiposity in relation to vitamin D status and parathyroid hormone levels: a population-based study in older men and women*. J Clin Endocrinol Metab, 2005. 90(7):4119-23.
- Stroud, M.L., et al., *Vitamin D - a review*. Aust Fam Physician, 2008. 37(12): p. 1002-5.
- Trichopoulou, A., *Composition tables of foods and Greek dishes*. School of Medicine: Department of Hygiene and Epidemiology. 2004, Athens, Greece.
- Tzotzas T., et al. *Rising Serum 25-Hydroxy-Vitamin D Levels after Weight Loss in Obese Women Correlate with Improvement in Insulin Resistance*. J Clin Endocrinol Metab, 2010, 95(9):4251– 4257.
- University of Crete, *Food Composition Tables*. nutrition.med.uoc.gr/GreekTables. 1991.
- Vander A, S.J., Luciano D and Tsakopoulos M., *Φυσιολογία του ανθρώπου*. Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης, 2001.
- Webb AR, Kline L, Holick MF. *Influence of season and latitude on the cutaneous synthesis of vitamin D₃: exposure to winter sunlight in Boston and Edmonton will not promote vitamin D₃ synthesis in human skin*. J Clin Endocrinol Metab 1988; 67: 373–378.
- Webb AR. *Who, what, where and when-influences on cutaneous vitamin D synthesis*. Prog Biophys Mol Biol 2006; 92: 17–25.
- Wortsman J, Matsuoka LY, Chen TC, Lu Z, Holick MF. *Decreased bioavailability of vitamin D in obesity*. Am J Clin Nutr 2000;72:690-693.

- Zeeb, H. and R. Greinert, *The role of vitamin D in cancer prevention: does UV protection conflict with the need to raise low levels of vitamin D?* Dtsch Arztebl Int, 2010. 107(37): p. 638-43.
- Zerwekh JE. *Blood biomarkers of vitamin D status.* Am J Clin Nutr 2008 87, Suppl., 1087S–1091S.