

**ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ – ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΑΣΚΗΣΗ**

**Σχέση φυσικής δραστηριότητας,
ευρωστίας και διατροφικών παραγόντων με
την ινσουλινοαντίσταση σε παιδιά**



Μέντζου Αφροδίτη

Τριμελής Επιτροπή

Λάμπρος Συντώσης	Αναπληρωτής Καθηγητής	Επιβλέπων
Σταύρος Κάβουρας	Λέκτορας	Μέλος
Γεώργιος Νάσσης	Επιστημονικός Συνεργάτης	Μέλος

Αθήνα 2006

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση των σχέσεων ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, την καρδιαγγειακή ευρωστία, τις διατροφικές συνήθειες και την αντίσταση στην ινσουλίνη σε παιδιά.

Στην έρευνα συμμετείχαν 31 αγόρια και κορίτσια, ηλικίας 7 έως 14 ετών, τα οποία χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: α) υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά [$n=18$, Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ): $24.9 \pm 3.8 \text{ kg/m}^2$, μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση], και β) λιπόσαρκα παιδιά [$n=13$, Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ): $16.6 \pm 1.2 \text{ kg/m}^2$]. Σε όλους τους εθελοντές καταγράφηκε το σωματικό βάρος, το ανάστημα, η περιφέρεια της μέσης και το πάχος 7 δερματοπτυχών, ενώ υπολογίστηκαν το συνολικό σωματικό και το σπλαχνικό λίπος, με τη μέθοδο απορρόφησης ακτίνων Χ διπλής ενέργειας και με συγκεκριμένες ανθρωπομετρήσεις, αντίστοιχα. Αξιολογήθηκε επίσης, το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας (με τριαξονικό δραστηριογράφο, RT3), η καρδιαγγειακή ευρωστία (με την Ικανότητα Αεροβίου Έργου 170) και οι διατροφικές συνήθειες (με 3ήμερο ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων). Από φλεβικό αίμα ολονύκτιας νηστείας υπολογίστηκε η συγκέντρωση της γλυκόζης, της ινσουλίνης και των λιπιδίων. Η ινσουλινοαντίσταση (IR) εκτιμήθηκε με το μοντέλο HOMA. Η στατιστική ανάλυση περιελάμβανε ανάλυση διακύμανσης [2×2 ANOVA (ομάδα και φύλο)] και απλές συσχετίσεις.

Τόσο η ινσουλίνη νηστείας όσο και η ινσουλινοαντίσταση σχετίστηκαν θετικά ($p < 0.01$) με το ΔΜΣ ($r = 0.695$ και $r = 0.686$, αντίστοιχα), το ποσοστό λίπους ($r = 0.589$ και $r = 0.579$, αντίστοιχα), τη λιπώδη μάζα ($r = 0.686$ και $r = 0.677$, αντίστοιχα) και το σπλαχνικό λίπος ($r = 0.537$ και $r = 0.537$, αντίστοιχα). Η καρδιαγγειακή ευρωστία σχετίστηκε με χαμηλότερη συγκέντρωση

ινσουλίνης νηστείας ($r = -0.415$, $p < 0.05$), χαμηλότερες τιμές HOMA-IR ($r = -0.402$, $p < 0.05$) καθώς και με χαμηλότερο ($p < 0.05$) ΔΜΣ, ποσοστό σωματικού λίπους, λιπώδη μάζα και σπλαχνικό λίπος.

Επιπρόσθετα, τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά είχαν χαμηλότερη καρδιαγγειακή ευρωστία σε σχέση με τα λιπόσαρκα ($p < 0.01$), ενώ η συνολική φυσική δραστηριότητα και η θερμιδική πρόσληψη δε διέφεραν ανάμεσα στις δύο ομάδες. Τέλος, τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά είχαν υψηλότερη συγκέντρωση τριγλυκεριδίων (85.3 ± 32.6 mg/dL έναντι 56.8 ± 13.4 mg/dL για τα λιπόσαρκα, $p < 0.01$), απολιποπρωτεΐνης Β (72.1 ± 11.8 mg/dL έναντι 63.2 ± 11.4 mg/dL για τα λιπόσαρκα, $p < 0.05$), ινσουλίνης (10.4 ± 5.1 μ U/mL έναντι 5.5 ± 2.3 μ U/mL για τα λιπόσαρκα, $p < 0.05$) και HOMA-IR (2.4 ± 1.2 έναντι 1.2 ± 0.5 για τα λιπόσαρκα, $p < 0.05$).

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι η υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία σχετίστηκε αρνητικά με την ινσουλίνη νηστείας, την ινσουλινοαντίσταση και το σωματικό λίπος σε αυτά τα παιδιά. Τα παραπάνω ευρήματα συνηγορούν υπέρ της άποψης ότι η αυξημένη φυσική δραστηριότητα και η υψηλή ευρωστία των παιδιών επηρεάζουν ευεργετικά το σωματικό τους βάρος και λίπος και επιδρούν ευνοϊκά σε παράγοντες που σχετίζονται με την εμφάνιση του μεταβολικού συνδρόμου.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους ανθρώπους που με βοήθησαν καθ' όλη τη διάρκεια φοίτησής μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου. Κατά κύριο λόγο, τον υπεύθυνο καθηγητή μου, κ. Λάμπρο Συντώση για την ανάθεση του θέματος, τη δυνατότητα που μου προσέφερε να εργαστώ υπό τις συνθήκες μιας έρευνας καθώς και για τη συμβολή του στην προσέγγιση των ερευνητικών ερωτημάτων με κριτική σκοπιά και με ένα διαφορετικό τρόπο σκέψης.

Ιδιαίτερη μνεία στον κ. Γιώργο Νάσση, Επιστημονικό Συνεργάτη του Εργαστηρίου Κλινικής Διατροφής και Διαιτολογίας του Τμήματος Διαιτολογίας-Διατροφής και του Τομέα Αθλητιατρικής και Βιολογίας της Άσκησης του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών. Η καθοδήγησή του, η ψυχολογική και ηθική στήριξή του, η εμπειρία και οι γνώσεις του συνέβαλαν αποφασιστικά στην επιτυχή ολοκλήρωση της μελέτης.

Θερμές ευχαριστίες στον κ. Σταύρο Κάβουρα, Λέκτορα Εργοφυσιολογίας και στην κα Κατερίνα Σκενδέρη, Επιστημονικό Συνεργάτη του Τμήματος Διαιτολογίας Διατροφής, για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχαν στην εφαρμογή των μετρήσεων και στην επεξεργασία των δεδομένων. Επίσης, στους Διδακτορικούς φοιτητές κ. Γιάννη Τσεκούρα, κ. Κώστα Αναστασίου, στη γιατρό κα Μαρία Τριανταφύλλου και στο γιατρό κ. Θάνο Σταματελόπουλο για τη συνεισφορά τους στην πραγματοποίηση των μετρήσεων. Ακόμη, ευχαριστίες στην κα Μαρία Κρεκούκια απόφοιτο του

Μεταπτυχιακού Προγράμματος και τη Διδακτορική φοιτήτρια κα Γλυκερία Ψαρρά που ανά πάσα στιγμή προσέφεραν απλόχερα τη βοήθειά τους. Επίσης, στους φίλους και μεταπτυχιακούς συμφοιτητές μου κα Ελένη Αναπλιώτη και κ. Δημήτρη Πέτσιο για την άψογη συνεργασία μας και τις μοναδικές εμπειρίες που ζήσαμε κατά τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας.

Τελειώνοντας, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της οικογένειάς μου για την αγάπη τους, τις πολύτιμες συμβουλές τους και για τα απεριόριστα μονοπάτια που έχουν ανοίξει στη ζωή μου, προκειμένου να επιλέξω αυτό που με αντιπροσωπεύει περισσότερο. Η παρουσία τους και η στήριξή τους μου δίνει δύναμη και κουράγιο να βελτιώνομαι συνεχώς, να μην εγκαταλείπω ποτέ και να προσπαθώ πάντα για το καλύτερο.

Μέντζου Α. Αφροδίτη

Αθήνα, Ιανουάριος 2006

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εισαγωγή.....	9
---------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και καρδιαγγειακής ευρωστίας σε παιδιά.....	15
2.2 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, καρδιαγγειακής ευρωστίας και σύστασης σώματος σε παιδιά.....	17
2.3 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, καρδιαγγειακής ευρωστίας και λιπιδαιμικού προφίλ σε παιδιά.....	24
2.4 Σχέση μεταξύ συγκέντρωσης ινσουλίνης και σύστασης σώματος σε παιδιά.....	24
2.5 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, καρδιαγγειακής ευρωστίας και συγκέντρωσης ινσουλίνης και γλυκόζης σε παιδιά.....	31
2.6 Σχέση μεταξύ διατροφικών συνηθειών, σύστασης σώματος και φυσικής δραστηριότητας σε παιδιά.....	35
2.7 Σκοπός της μελέτης.....	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Δείγμα.....	40
3.2 Πρωτόκολλο.....	40
3.3 Ανθρωπομετρήσεις και σύσταση σώματος.....	42
3.4 Εκτίμηση φυσικής δραστηριότητας.....	45
3.5 Εκτίμηση καρδιαγγειακής ευρωστίας.....	47
3.6 Εκτίμηση διατροφικών συνηθειών.....	50

3.7	Συλλογή και ανάλυση δειγμάτων αίματος.....	51
3.8	Στατιστική ανάλυση.....	52

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....	53
4.2	Χαρακτηριστικά της φυσικής δραστηριότητας του δείγματος.....	55
4.3	Χαρακτηριστικά της καρδιαγγειακής ευρωστίας του δείγματος.....	57
4.4	Διατροφικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....	57
4.5	Βιοχημικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....	57
4.6	Σχέση ινσουλίνης νηστείας και δείκτη ινσουλινοαντίστασης με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....	61
4.7	Σχέση ινσουλίνης νηστείας και δείκτη ινσουλινοαντίστασης με την καρδιαγγειακή ευρωστία.....	62
4.8	Σχέση ινσουλίνης νηστείας και δείκτη ινσουλινοαντίστασης με διατροφικούς παράγοντες.....	62
4.9	Σχέση φυσικής δραστηριότητας και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών	63
4.10	Σχέση καρδιαγγειακής ευρωστίας και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών.....	64
4.11	Σχέση διατροφικών και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών.....	64
4.12	Σχέση βιοχημικών δεικτών και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών.....	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1	Κύρια ευρήματα.....	69
-----	---------------------	----

5.2	Σχέση της ινσουλίνης νηστείας και του δείκτη ινσουλινοαντίστασης με την καρδιαγγειακή ευρωστία και τη φυσική δραστηριότητα.....	70
5.3	Σχέση της ινσουλίνης νηστείας και του δείκτη ινσουλινοαντίστασης με τη διατροφή	73
5.4	Σχέση της φυσικής δραστηριότητας, της καρδιαγγειακής ευρωστίας και της διατροφής με τα λιπίδια.....	75
5.5	Σχέση σωματικής σύστασης και βιοχημικών δεικτών.....	76
5.6	Σχέση της φυσικής δραστηριότητας και της καρδιαγγειακής ευρωστίας με τη σωματική σύσταση	77
5.7	Διαφορές ανάμεσα σε υπέρβαρα/παχύσαρκα και λιπόσαρκα παιδιά.....	79
5.8	Διαφορές ανάμεσα στα αγόρια και κορίτσια.....	83
5.9	Περιορισμοί της έρευνας.....	85
5.10	Συμπέρασμα.....	86

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία.....	87
-------------------	----

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Οι καρδιαγγειακές παθήσεις αποτελούν τη βασική αιτία θνησιμότητας στην Αμερική και τα τελευταία χρόνια και διεθνώς (Daniels et al., 2005). Από τους σημαντικότερους παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων (Cardiovascular Disease, CVD) στους ενήλικες, είναι η παχυσαρκία, η οποία θεωρείται ένα από τα μεγαλύτερα δημόσια προβλήματα υγείας, με επιπτώσεις που σύντομα προβλέπεται ότι θα ξεπεράσουν τη μέχρι τώρα σοβαρότερη αιτία αποτρέψιμου θανάτου στις δυτικές χώρες, το κάπνισμα (Skidmore et al., 2004).

Η παχυσαρκία είναι μία πολυπαραγοντική νόσος, αποτέλεσμα της αυξημένης ενεργειακής πρόσληψης σε συνδυασμό με τη μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση, η εξέλιξη της οποίας οφείλεται στις πολλαπλές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε γενετικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες (Maffeis et al., 2000; Kopelman et al., 2000; Rosenbaum et al., 1998). Σχετίζεται στενά με σημαντικές χρόνιες παθήσεις όπως είναι η υπέρταση, ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου II, η καρδιαγγειακή νόσος, κάποιες μορφές καρκίνου, οι αναπνευστικές διαταραχές (το σύνδρομο της άπνοιας του ύπνου) και η οστεοαρθρίτιδα σε μικρές και μεγάλες αρθρώσεις (Kopelman et al., 2000).

Τα τελευταία χρόνια, η παιδική και εφηβική παχυσαρκία έχουν λάβει ανησυχητικές διαστάσεις με χαρακτηριστικά παραδείγματα την Αμερική και την Αυστραλία, όπου μεταξύ 1980-2000 η παιδική παχυσαρκία τριπλασιάστηκε και διπλασιάστηκε, αντίστοιχα. Ανάλογη αύξηση παρατηρείται και σε χώρες όπως ο Καναδάς, η Αγγλία, η Κίνα, η Γερμανία, η Γαλλία, η Φινλανδία καθώς και σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες (Daniels et al., 2005; Skidmore et al., 2004; Wang et al., 2002). Ανησυχητικά είναι και τα δεδομένα

των ερευνών στην Ελλάδα, όπου η συχνότητα της παιδικής παχυσαρκίας συνεχώς πολλαπλασιάζεται (Mamalakis et al., 2000).

Το παραπάνω γεγονός είναι ιδιαίτερα σημαντικό εφόσον ληφθεί υπόψη ότι το παχύσαρκο παιδί έχει αυξημένες πιθανότητες να γίνει παχύσαρκος ενήλικας με ό,τι αυτό συνεπάγεται για την υγεία του (Flodmark et al., 2005; Daniels et al., 2005; Maffei et al., 2002; Kopelman et al., 2000). Πιο συγκεκριμένα, η εφηβική παχυσαρκία σχετίζεται με αυξημένο βαθμό θνησιμότητας και μάλιστα με αυξημένο κίνδυνο καρδιαγγειακών παθήσεων και εμφάνισης διαβήτη κατά την ενηλικίωση (Daniels et al., 2005; Freedman et al., 1999). Επιπρόσθετα, η εφηβική παχυσαρκία θέτει το παιδί σε κίνδυνο για ορισμένες παθολογικές καταστάσεις πριν αυτό ενηλικιωθεί. Αυτές οι καταστάσεις είναι το μεταβολικό σύνδρομο, ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου II, οι φλεγμονές, οι καρδιαγγειακές δυσλειτουργίες και τα ψυχολογικά προβλήματα (Daniels et al., 2005).

Πρόσφατα επιστημονικά δεδομένα υποστηρίζουν ότι τα παχύσαρκα παιδιά έχουν αυξημένη αρτηριακή πίεση και δυσμενές λιπιδαιμικό προφίλ, που αποτελούν παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων (Burke et al., 2005). Παράλληλα, το μεταβολικό σύνδρομο, που χαρακτηρίζεται από την υπέρταση, την παχυσαρκία, τη διαταραχή στην ανοχή της γλυκόζης, την αντίσταση στην ινσουλίνη και το δυσμενές λιπιδαιμικό προφίλ, συναντάται πολύ συχνότερα σε παιδιά και εφήβους απ' ό,τι στο παρελθόν και η εμφάνισή του γίνεται όλο και πιο έντονη καθώς η παχυσαρκία αυξάνει (Weiss et al., 2004). Επιπρόσθετα, η επιπλέον συσσώρευση σωματικού λίπους, φαίνεται να οδηγεί σε ισχυρή συσχέτιση ανάμεσα στην ινσουλινοαντίσταση και σε δείκτες

κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων (Sinaiko et al., 2005; Weiss et al., 2004,).

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να τονιστεί ότι τα τελευταία χρόνια, έχει αυξηθεί σημαντικά η συχνότητα εμφάνισης του εφηβικού διαβήτη τύπου II σε συγκεκριμένους πληθυσμούς (Ebbeling et al., 2002; Fagot-Campagna, 2001). Σύμφωνα με τον Flodmark (2005), το φαινόμενο αυτό πιθανότατα εξηγείται από την αύξηση της παχυσαρκίας και μάλιστα όχι από τη γενικότερη αύξηση του σωματικού λίπους, αλλά συγκεκριμένα από τη συσσώρευση του σπλαχνικού λίπους. Επιπρόσθετα, ο ίδιος ερευνητής θεωρεί ότι διαβήτη και παχυσαρκία φαίνεται να επηρεάζονται από τον σημερινό καθιστικό τρόπο ζωής και τη μειωμένη φυσική δραστηριότητα (Flodmark et al., 2005).

Πράγματι, σε παχύσαρκους ενήλικες η φυσική αδράνεια και η κακή φυσική κατάσταση σχετίζονται ισχυρά με την ανάπτυξη της στεφανιαίας νόσου και το διαβήτη τύπου II (Andersen et al., 2003). Παράλληλα, τα δεδομένα από πλήθος ερευνητικών μελετών συμφωνούν ότι στους ενήλικες, η φυσική δραστηριότητα επιδρά άκρως ευεργετικά στους παράγοντες κινδύνου των παραπάνω διαταραχών, όπως είναι η υπέρταση, η υπερινσουλιναίμία, τα αυξημένα επίπεδα ολικής χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων και η δυσανοχή στη γλυκόζη (Andersen et al., 2003). Επιπρόσθετα, η υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία σχετίζεται στενά με μειωμένο ολικό και κεντρικό σωματικό λίπος, γεγονός που μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στο μετριασμό των διαταραχών που προκαλεί η παχυσαρκία (Janssen et al., 2004).

Όσον αφορά στα παιδιά, η επίδραση της φυσικής δραστηριότητας και της καρδιαγγειακής ευρωστίας στο σωματικό λίπος και το λιπιδαιμικό προφίλ τα τελευταία χρόνια είναι υπό έντονη διερεύνηση, με αμφιλεγόμενα

αποτελέσματα. Οι δισταμένες απόψεις οφείλονται κυρίως στην ποικιλία των μεθόδων που χρησιμοποιούνται στις έρευνες για την εκτίμηση του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας των παιδιών (Tolfrey et al., 2000; Rowlands et al., 2000).

Επιπρόσθετα, η σχέση ανάμεσα στην ινσουλινοαντίσταση, τη δυσανοχή στη γλυκόζη και τη φυσική δραστηριότητα δεν έχει διερευνηθεί σε μεγάλη κλίμακα, με τα αποτελέσματα των ερευνών να διαφοροποιούνται. Έτσι, σε κάποιες μελέτες βρέθηκε θετική συσχέτιση ανάμεσα σε ένα δραστήριο τρόπο ζωής και στην ινσουλινοευαισθησία (Gutin et al., 2004; Brage et al., 2004; Ku et al., 2000), ενώ σε άλλες η φυσική δραστηριότητα και η καρδιαγγειακή ευρωστία δε φαίνεται να σχετίζονται με τις συγκεντρώσεις της ινσουλίνης (Shaibi et al., 2005; Ball et al., 2004). Τα αντιφατικά αποτελέσματα πιθανότατα εξηγούνται από τη διαφορετική μεθοδολογία που ακολουθείται για την εκτίμηση της σύστασης σώματος, της ινσουλινοευαισθησίας, της καρδιαγγειακής ευρωστίας, της φυσικής δραστηριότητας και/ή τις διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, το επίπεδο ωρίμανσης, και την εθνικότητα των πληθυσμών που αξιολογούνται. Επιπλέον, πολλές από τις έρευνες χρησιμοποιούν την ινσουλίνη νηστείας ως δείκτη της ινσουλινοευαισθησίας αντί για πιο ειδικές και άμεσες μεθόδους εκτίμησης της δυναμικής της ινσουλίνης (Ball et al., 2004).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι η παθολογική συσσώρευση σωματικού λίπους κατά την παιδική και εφηβική ηλικία είναι αποτέλεσμα της διαταραχής του ισοζυγίου ενέργειας, το οποίο ρυθμίζεται και εξαρτάται από πλήθος γενετικών, ορμονικών, μεταβολικών, περιβαλλοντικών, κοινωνικοοικονομικών και ψυχολογικών παραγόντων. Ωστόσο, εκτός από τη μειωμένη φυσική δραστηριότητα και η χρόνια αυξημένη θερμιδική πρόσληψη

φαίνεται να αποτελεί μία από τις βασικές αιτίες που οδηγούν στην παχυσαρκία (Skidmore et al., 2004).

Παραδόξως, δε φαίνεται να υπάρχει άμεση συσχέτιση ανάμεσα στην παχυσαρκία και την ενεργειακή πρόσληψη στα ανεπτυγμένα έθνη, παρ' όλη την υπερδιαθεσιμότητα και υπερκατανάλωση τροφίμων. Αυτό εν μέρει εξηγείται από την αδυναμία των διαθέσιμων μεθόδων να αξιολογήσουν με ακρίβεια τη διαιτητική πρόσληψη (Korelman et al., 2000; Maffeis et al., 2000). Γενικό γνώρισμα των παχύσαρκων ατόμων είναι η υποεκτίμηση της διατροφικής τους πρόσληψης περί το 30% των ενεργειακών απαιτήσεων (Korelman et al., 2000). Το φαινόμενο αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές κατά την περίοδο αύξησης του σωματικού βάρους καθώς και σε παιδιά με παχύσαρκους γονείς, όπου η διαιτητική πρόσληψη θα πρέπει να αξιολογείται με ιδιαίτερη προσοχή (Maffeis et al., 2000).

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, η διαφοροποίηση στη διατροφική συμπεριφορά των παιδιών, η αύξηση στην κατανάλωση των έτοιμων γευμάτων (fast foods) και των αναψυκτικών και η ταυτόχρονη μείωση στην κατανάλωση φρούτων και λαχανικών, μπορεί να εξηγήσει εν μέρει τουλάχιστον, τη δραματική αύξηση στο σωματικό βάρος και λίπος που παρατηρείται (St-Onge et al., 2003; Ebbeling et al., 2002). Βέβαια, όπως προαναφέρθηκε, η αύξηση του σωματικού βάρους των παιδιών δεν οφείλεται μόνο στις διαιτητικές συνήθειές τους αλλά και στη μειωμένη φυσική δραστηριότητα σε συνδυασμό με τον καθιστικό τρόπο ζωής και το χρόνο παρακολούθησης τηλεόρασης (Crespo et al., 2001). Επομένως, στην επεξήγηση και αντιμετώπιση του φαινομένου της παιδικής παχυσαρκίας,

πιθανόν οι επιδράσεις της διατροφής και της φυσικής δραστηριότητας να δρουν συμπληρωματικά (St-Onge et al., 2003).

Με βάση τα παραπάνω, γίνεται κατανοητό πως η περαιτέρω διερεύνηση των αιτιών που οδηγούν στην παιδική παχυσαρκία κρίνεται απαραίτητη. Η ανάγκη ανεύρεσης αποτελεσματικών μεθόδων για τον έλεγχο της αύξησης του σωματικού βάρους καθώς και για την θεραπεία των ήδη παχύσαρκων και υπέρβαρων παιδιών και εφήβων είναι επιτακτική, δεδομένου και του πλήθους επιπλοκών που η παχυσαρκία προκαλεί στην υγεία.

Σκοπός λοιπόν της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των σχέσεων ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, την καρδιαγγειακή ευρωστία και τις διατροφικές συνήθειες με την αντίσταση στην ινσουλίνη σε παιδιά. Με βάση τη βιβλιογραφία, γίνεται η υπόθεση ότι τα παιδιά με υψηλό επίπεδο φυσικής δραστηριότητας ή/και καρδιαγγειακής ευρωστίας και υγιεινές διατροφικές συνήθειες παρουσιάζουν χαμηλότερο σωματικό λίπος και μειωμένα επίπεδα αντίστασης στην ινσουλίνη.

Κεφάλαιο 2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και καρδιαγγειακής ευρωστίας σε παιδιά

Πρώτ' απ' όλα, είναι απαραίτητο να αναλύσουμε τις έννοιες της φυσικής δραστηριότητας (Physical Activity, PA) και της καρδιαγγειακής ευρωστίας (Cardiorespiratory Fitness, CRF). Η πρώτη χαρακτηρίζεται ως συμπεριφορά (behavior) και περιλαμβάνει κάθε κίνηση του σώματος που παράγεται από τους σκελετικούς μύες και οδηγεί σε ουσιαστική αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης πάνω από το επίπεδο ηρεμίας (Treuth et al., 2000; Goran et al., 1999). Τα οργανωμένα αθλήματα, τα παιχνίδια και γενικά οποιαδήποτε μορφή άσκησης σχετίζονται με τη φυσική δραστηριότητα. Προσδιορίζεται μέσω ερωτηματολογίων, με τη μέθοδο του διπλά σημειωμένου νερού, με αισθητήρες κίνησης, με συσκευές καταγραφής της καρδιακής συχνότητας και επιτάχυνσης του ανθρωπίνου σώματος. Απ' την άλλη, η ευρωστία γενικότερα, θεωρείται χαρακτηριστικό (attribute) με κύρια γνωρίσματα τη δύναμη, την ευλυγισία, την ισορροπία, την επιδεξιότητα, την ταχύτητα και το νευρομυϊκό συντονισμό. Η καρδιαγγειακή ευρωστία, αφορά τη λειτουργία του καρδιοαναπνευστικού συστήματος και μας δίνει στοιχεία για την αερόβια ικανότητα του ανθρώπου (Goran et al., 1999). Πιθανότατα, επηρεάζεται από τη γενετική προδιάθεση (Tolfrey et al., 2000; Treuth et al., 2000) ενώ προσδιορίζεται μέσω δοκιμασιών είτε εργαστηριακών είτε υπαίθριων (Goran et al., 1999).

Στους ενήλικες, φαίνεται να υπάρχει μία θετική σχέση ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα και την καρδιαγγειακή ευρωστία, σε αντίθεση με τα παιδιά και τους εφήβους όπου η εικόνα είναι λιγότερο ξεκάθαρη (Rowlands et

al., 1999; Tolfrey et al., 2000). Από τα αποτελέσματα 37 ερευνών που εστίασαν στην παραπάνω σχέση, οι 17 έδειξαν να υπάρχει θετική συσχέτιση ενώ 20 έρευνες έδειξαν ακριβώς το αντίθετο. Θα πρέπει βέβαια να τονιστεί, ότι σε όλες τις μελέτες όπου το δείγμα ήταν 186 και άνω άτομα έχει παρουσιαστεί μία σημαντική συσχέτιση ανάμεσα σε δραστηριότητα και ευρωστία. Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει μια μικρή προς μέτρια σχέση ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα και την καρδιαγγειακή ευρωστία σε παιδιά, νέους και εφήβους. Επίσης πρότειναν ότι αυτή η ασθενής σχέση οφείλεται σε έναν από τους παρακάτω τρεις λόγους: τα μεθοδολογικά προβλήματα στην εκτίμηση της φυσικής δραστηριότητας, στο υψηλό επίπεδο καρδιαγγειακής ευρωστίας των παιδιών και των εφήβων ή την έλλειψη οποιασδήποτε σχέσης εξ' αρχής (Rowlands et al., 1999).

Σε μελέτη παιδιών ηλικίας 4 έως 11 ετών, μετά από διορθώσεις ως προς την άλιπη σωματική μάζα (Fat-Free Mass, FFM) δε βρέθηκε καμία σχέση ανάμεσα στην ενεργειακή κατανάλωση με την άσκηση και την αερόβια ικανότητα. Το γεγονός αυτό, οφείλεται κατά τον ερευνητή, στο ότι οι παραπάνω παράμετροι αποτελούν ξεχωριστές εκφάνσεις της φυσικής δραστηριότητας, οι οποίες επιδρούν διαφορετικά στη ρύθμιση του σωματικού βάρους (Johnson et al., 2000).

Σε συμφωνία με την παραπάνω μελέτη και μια ακόμη έρευνα, όπου σε παιδιά πριν την εφηβεία, οι παράμετροι της ενεργειακής κατανάλωσης και της φυσικής δραστηριότητας δεν σχετίζονταν με την καρδιαγγειακή ευρωστία. Το γεγονός αυτό πιθανότατα εξηγείται από την πολύπλοκη έννοια της αερόβιας ικανότητας και την αδύναμη σχέση ανάμεσα στις διαφορετικές πλευρές της (Grund et al., 2000), με το 60% της διακύμανσης της καρδιαγγειακής

ευρωστίας να οφείλεται σε περιβαλλοντικούς, συμπεριφοριστικούς (Bouchard et al., 1983) καθώς και σε κληρονομικούς παράγοντες (Bouchard et al., 1998).

Αντίθετα, σε άλλη μελέτη, βρέθηκε σημαντικά θετική συσχέτιση ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα και την καρδιαγγειακή ευρωστία σε παιδιά ηλικίας 8-10 ετών, υποστηρίζοντας ότι τα αντικρουόμενα αποτελέσματα των μελετών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό απ' την επιλογή της μεθόδου εκτίμησης της φυσικής δραστηριότητας (Rowlands et al., 1999).

Συμπερασματικά, παρά τις αντικρουόμενες απόψεις στη βιβλιογραφία, φαίνεται να υπάρχει συσχέτιση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και καρδιαγγειακής ευρωστίας. Τα αντιφατικά δεδομένα οφείλονται κυρίως σε μεθοδολογικά προβλήματα που σχετίζονται με την αξιολόγηση της φυσικής δραστηριότητας καθώς και στο γεγονός ότι η καρδιαγγειακή ευρωστία βρίσκεται υπό έντονη κληρονομική επιρροή (Bouchard et al., 1986).

2.2 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, καρδιαγγειακής ευρωστίας και σύστασης σώματος σε παιδιά

Η πρόληψη της παχυσαρκίας κατά το στάδιο της παιδικής ηλικίας είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς τόσο τα αίτια όσο και οι συνέπειες στην υγεία ξεκινούν νωρίς και συνεχίζουν κατά την ενήλικη ζωή. Οι παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά και διαβήτη τύπου II παρόντες στην παιδική ηλικία, παραμένουν κατά την εφηβεία ενώ ανιχνεύονται και κατά την ενηλικίωση (Goran et al., 1999).

Βασικοί ρυθμιστές της παχυσαρκίας είναι η ενεργειακή δαπάνη και πρόσληψη. Η κατανάλωση ενέργειας με την άσκηση (Physical Activity Related Energy Expenditure, AEE), ως μία από τις παραμέτρους της συνολικής

ενεργειακής κατανάλωσης (Total Energy Expenditure, TEE), θεωρείται η μόνη που μπορεί να μεταβληθεί και να ελεγχθεί αποτελεσματικότερα (Kopelman et al., 2000; Maffeis et al., 2000). Γι' αυτό ακριβώς, πλήθος ερευνών έχουν εστιάσει το ενδιαφέρον τους στη σχέση φυσικής δραστηριότητας, ενεργειακής κατανάλωσης, ευρωστίας και λιπώδους μάζας, με τα ευρήματά τους να ποικίλουν (Rowlands et al., 2000; Goran et al., 1999).

Η σχέση ανάμεσα στην ενεργειακή κατανάλωση και το σωματικό λίπος διερευνήθηκε σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας, τα οποία διαχωρίστηκαν σε αδύνατα και παχύσαρκα. Μετά από προσαρμογή για την άλιπη σωματική μάζα (Fat Free Mass, FFM) δεν υπήρξε διαφορά στην TEE. Τα παχύσαρκα παιδιά ωστόσο, είχαν υψηλότερο μεταβολικό ρυθμό ηρεμίας (Resting Metabolic Rate, RMR) αλλά χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας μέσω της άσκησης σε σχέση με τα αδύνατα παιδιά. Αυτή ακριβώς η μειωμένη AEE κατά τον ερευνητή, πιθανότατα συνεισφέρει στη διατήρηση της παχυσαρκίας σε αυτά τα παιδιά (DeLany et al., 2002).

Σε άλλη έρευνα, αγόρια και κορίτσια ηλικίας 6-9 ετών, μετρήθηκαν ως προς την TEE, την AEE, τη σχέση της φυσικής δραστηριότητας και της σύστασης σώματος και τις διαφορές στους ως προς το φύλο. Βρέθηκε ότι η TEE που μετρήθηκε με τη μέθοδο του διπλά σημειωμένου νερού ήταν μικρότερη από τις διεθνείς συστάσεις αναφοράς. Επιπλέον, το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας (Physical Activity Level, PAL) στο σύνολο των 106 παιδιών, σχετιζόταν αρνητικά με το σωματικό λίπος. Ωστόσο, υπήρχε μια βασική διαφορά ως προς το φύλο: τα μειωμένα επίπεδα PAL και AEE σχετιζόνταν με υψηλότερο ποσοστό σωματικού λίπους, λιπώδους μάζας (Fat Mass, FM), βάρους και δείκτη μάζας σώματος (Body Mass Index, BMI), μόνο

για τα αγόρια. Πιθανότατα στα κορίτσια, άλλοι παράγοντες, όπως οι διατροφικοί να επηρεάζουν πιο αισθητά το σωματικό λίπος (Ball et al., 2001).

Ο Ekelund (2002) από την άλλη, συγκρίνοντας παχύσαρκους και φυσιολογικού βάρους εφήβους, δε βρήκε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην ΑΕΕ και στις άλλες παραμέτρους της ΤΕΕ, μετά από διόρθωση των αποτελεσμάτων ως προς τη σύσταση σώματος. Αντίθετα, οι παχύσαρκοι έφηβοι ήταν λιγότερο δραστήριοι με βάση την εκτίμηση της συνολικής φυσικής δραστηριότητας και του χρόνου άσκησης σε μέτρια ή έντονη ένταση, που μετρήθηκαν μέσω επιταχυνσιογράφου. Τα παραπάνω αποτελέσματα, αποδίδονται στο αυξημένο κόστος μετακίνησης του μεγαλύτερου σωματικού μεγέθους των παχύσαρκων και οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι η φυσική δραστηριότητα δεν ισοδυναμεί με το ενεργειακό κόστος της δραστηριότητας. Επιπρόσθετα, στη σύγκριση του συνολικού ποσού φυσικής δραστηριότητας μεταξύ ατόμων που διαφέρουν στο σωματικό μέγεθος, η ΡΑΕΕ πρέπει να διορθώνεται ως προς τις διαφορές στην κίνηση (Ekelund et al., 2002).

Ο Goran (1997) μελέτησε σε παιδιά, τη σχέση ανάμεσα στο σωματικό λίπος και την ΑΕΕ, η οποία προσδιορίστηκε με τη μέθοδο του διπλά σημασμένου νερού και της μεταγευματικής ενεργειακής κατανάλωσης κατά την ηρεμία, που υπολογίστηκε με έμμεση θερμιδομετρία. Βρέθηκε ότι η ΑΕΕ δε σχετιζόταν με το FM, ενώ μετά από προσαρμογή για την ηλικία, το φύλο και την FFM, το σωματικό λίπος συσχετιζόταν αρνητικά με το χρόνο άσκησης (Goran et al., 1997).

Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα έρευνας ανάμεσα σε υπέρβαρα κορίτσια ηλικίας 7-10 ετών και σε αντίστοιχα κανονικού βάρους, όπου δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στο επίπεδο φυσικής δραστηριότητας, στην

ενεργειακή κατανάλωση της άσκησης και στην καρδιαγγειακή ευρωστία (Treuth et al., 1998). Επίσης, σε μελέτη του Johnson (2000) σε παιδιά ηλικίας 4 έως 11 ετών, καμία από της παραμέτρους της TEE δεν συσχετίστηκε με την αύξηση του σωματικού λίπους. Ωστόσο, υπήρξε σημαντικά αρνητική σχέση ανάμεσα στην καρδιαγγειακή ευρωστία και την αύξηση του λιπώδους ιστού (Johnson et al., 2000).

Σε μια πρόσφατη μελέτη, η υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία φάνηκε να έχει θετική επίδραση στη κατανομή του σωματικού λίπους σε παιδιά ηλικίας 6-13 ετών. Πιο συγκεκριμένα, αυξημένα επίπεδα CRF σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, σχετίζονταν με μειωμένο BMI, σύνολο δερματοπτυχών, πάχους πτυχών κορμού και υποπλατιαίου και ποσοστού σωματικού λίπους, σε σχέση με παιδιά του ίδιου BMI και χαμηλής CRF (Nassis et al., 2005). Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής είναι παρόμοια με του Ross και των συνεργατών του (2003), όπου σε ενήλικους άνδρες και γυναίκες η υψηλή CRF σχετιζόταν με μειωμένα επίπεδα κεντρικής και ολικής παχυσαρκίας, σε σχέση με άτομα του ίδιου BMI και με χαμηλή CRF (Ross et al., 2003). Τα ευρήματα αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά, δεδομένου ότι η κεντρικού τύπου παχυσαρκία σχετίζεται με πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά (Freedman et al., 1999; Savva et al., 2000).

Επιπρόσθετα, θετική επίδραση της φυσικής δραστηριότητας στην κατανομή του σωματικού λίπους, βρέθηκε και σε αγόρια ηλικίας 9 ετών. Τουλάχιστον 3 ώρες άσκησης την εβδομάδα, στα πλαίσια του εκπαιδευτικού προγράμματος, συσχετίστηκε σημαντικά με αυξημένη CRF και μειωμένο λίπος κορμού και ολικό (Ara et al., 2004). Σε άλλη έρευνα, σε κορίτσια ηλικίας

8 ετών με προδιάθεση παχυσαρκίας, εξαιτίας παχύσαρκων γονέων, βρέθηκε ότι η χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία σχετιζόταν με αυξημένη λιπώδη μάζα και ποσοστό σωματικού λίπους (Treuth et al., 2003).

Ενδιαφέροντα και τα αποτελέσματα σε μία πρόσφατη μελέτη, όπου σε παιδιά ηλικίας 6-12 ετών η κεντρικού και ολικού τύπου παχυσαρκία σε διάρκεια δύο χρόνων εμφάνισε σταθερότητα. Παράλληλα, φάνηκε ότι τα παιδιά με αυξημένες τιμές της περιφέρειας μέσης, που αποτελεί δείκτη κοιλιακού λίπους, χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία και τουλάχιστον ένα γονέα παχύσαρκο, είχαν αυξημένες πιθανότητες να διατηρήσουν το αρνητικό αυτό προφίλ και στο μέλλον (Psarra et al., 2005).

Επίσης, ένα πρόγραμμα παρέμβασης 4 μηνών με αερόβια άσκηση σε παχύσαρκα παιδιά, χωρίς διαιτητική παρέμβαση, οδήγησε σε βελτίωση της σωματικής σύστασης, της ευρωστίας και σε μικρότερη συγκέντρωση σπλαχνικού λίπους, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (Owens et al., 1999). Παράλληλα, ο Gutin μελέτησε σε υπέρβαρα κορίτσια την επίδραση της άσκησης 10 εβδομάδων και της διατροφικής επιμόρφωσης σε παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά. Η ομάδα προπόνησης, παρουσίασε σημαντικές βελτιώσεις στην CRF και το ποσοστό σωματικού λίπους σε σχέση με το αρχικό επίπεδο (Gutin et al., 1996).

Σε έρευνα της Rowlands (1999) σε παιδιά ηλικίας 8-10 ετών, η φυσική δραστηριότητα συσχετίσθηκε θετικά με την ευρωστία και αρνητικά με το ποσοστό λίπους, τόσο στα κορίτσια όσο και στα αγόρια. Η εκτίμηση της φυσικής δραστηριότητας με μετρητές κίνησης (Tritrac-R3D, pedometer) φάνηκε περισσότερο κατάλληλη απ' ότι η χρήση της καρδιακής συχνότητας. Παράλληλα, η ίδια ερευνήτρια θεωρεί ότι η παχυσαρκία επηρεάζεται όχι μόνο

από το χρόνο συμμετοχής στις διάφορες δραστηριότητες αλλά και από τη φυσική αδράνεια και τον καθιστικό τρόπο ζωής (Rowlands et al., 1999).

Σε συμφωνία με τα παραπάνω και μία πρόσφατη έρευνα, όπου η Treuth και οι συνεργάτες της (2005), με τη χρήση δραστηριογράφου, διαπίστωσαν ότι κυρίως στα κορίτσια, το αυξημένο σωματικό λίπος σχετιζόταν ισχυρά με τη φυσική αδράνεια, ενώ τα χαμηλότερα επίπεδα σωματικού λίπους με το χρόνο συμμετοχής σε ήπιας μορφής άσκηση. Η συγγραφέας τονίζει την ανάγκη προώθησης των προτερημάτων της φυσικής δραστηριότητας ιδιαίτερα σε παιδιά που διάγουν καθιστική ζωή (Treuth et al., 2005).

Ο Grund (2000), μελετώντας τη σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, ευρωστίας, μυϊκής ισχύος και διατροφικής κατάστασης σε υπέρβαρα και φυσιολογικού βάρους παιδιά ηλικίας 5 έως 11 ετών, διαπίστωσε ότι τα λιγότερο εύρωστα παιδιά είχαν αυξημένο σωματικό βάρος, BMI, λιπώδη μάζα και ελεύθερη λίπους μάζα. Το σωματικό λίπος δε σχετίστηκε με την ΑΕΕ, την ΤΕΕ ή τη μυϊκή ισχύ, ενώ συσχετίστηκε θετικά με την ευρωστία και το χρόνο που τα παιδιά παρακολουθούν τηλεόραση (Grund et al., 2000).

Πράγματι, ο Maffeis (1997) διαπίστωσε σε αγόρια προεφηβικής ηλικίας, ότι ο χρόνος που αφιερώνουν σε καθιστικές δραστηριότητες ήταν η μοναδική ανεξάρτητη μεταβλητή που επηρέαζε τη λιπώδη μάζα (Maffeis et al., 1997). Επιπρόσθετα, ο Andersen διαπίστωσε ότι στην Αμερική τα παιδιά που παρακολουθούσαν πολλές ώρες τηλεόραση και είχαν μικρή συμμετοχή σε έντονη φυσική δραστηριότητα ήταν και τα πιο υπέρβαρα (Andersen et al., 1998). Παρόμοια και τα αποτελέσματα μιας ακόμη μελέτης, όπου η παχυσαρκία σε παιδιά σχετιζόταν με μειωμένη συμμετοχή σε αθλητικές

δραστηριότητες, αυξημένο χρόνο παρακολούθησης τηλεόρασης και μία προοδευτική μείωση του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας από την ηλικία των 5 προς αυτή των 10 ετών (Salbe et al., 2002).

Τελειώνοντας, η Rowlands (2000) σε μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας υπό τη μορφή μετα-ανάλυσης, διαπιστώνει ότι μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και σωματικού λίπους υπάρχει μία σημαντική μικρή προς μέτρια συσχέτιση. Η ίδια ερευνήτρια τονίζει ότι η σχέση αυτή επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την επιλογή μεθόδου εκτίμησης της φυσικής δραστηριότητας και από τον τρόπο μέτρησής της, δηλαδή είτε ως συμπεριφορά είτε ως ενεργειακή κατανάλωση (Rowlands et al., 2000). Επιπρόσθετα, εκτός από την αξία της ΑΕΕ ως ρυθμιστή της ενεργειακής ισορροπίας, δεδομένα υπάρχουν ότι και τα ποιοτικά στοιχεία της φυσικής δραστηριότητας (η διάρκεια και η συχνότητα) μπορούν να συμβάλλουν αποφασιστικά ως ρυθμιστές του ενεργειακού ισοζυγίου και γενικότερα της υγείας (Goran et al., 1999).

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών δεν είναι σε συμφωνία. Για την περαιτέρω διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, την καρδιαγγειακή ευρωστία και την εξέλιξη της παχυσαρκίας, οι έρευνες θα πρέπει να εστιάσουν στη χρησιμοποίηση ενός συνδυασμού μεθόδων, όπου θα έχει τη δυνατότητα να συλλάβει τη συνολική διάσταση της φυσικής δραστηριότητας, δηλαδή ως ενεργειακό κόστος και ως κίνηση σώματος (Ekelund et al., 2004; Ekelund et al., 2002).

2.3 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, καρδιαγγειακής ευρωστίας και λιπιδαιμικού προφίλ σε παιδιά

Η υπερλιπιδαιμία έχει πλέον αναγνωριστεί ως ένας από τους παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων, τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά (Daniels et al., 2005; Kopelman et al., 2000). Πιο συγκεκριμένα, στους ενήλικες, το δυσμενές λιπιδαιμικό προφίλ συνοδεύεται από αυξημένα επίπεδα τριγλυκεριδίων (TG), απολιποπρωτεΐνης B (apo B), αυξημένο αριθμό μικρών πυκνών σωματιδίων χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (LDL-C) και μειωμένη λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας (HDL-C). Αυτές οι μεταβολικές διαταραχές παρατηρούνται από την παιδική ηλικία, γεγονός πολύ σημαντικό στην προσπάθεια προσδιορισμού της χρονικής περιόδου εμφάνισης κινδύνου καρδιαγγειακής νόσου (Texeira et al., 2001).

Πράγματι, πολλές έρευνες έχουν διαπιστώσει τη σχέση ανάμεσα στην παιδική και εφηβική παχυσαρκία και τη συνύπαρξη παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακών, με το δυσμενές λιπιδαιμικό προφίλ να σχετίζεται με τη συσσώρευση σωματικού λίπους (Andersen et al., 2003; Freedman et al., 1999). Επιπρόσθετα, αρκετές μελέτες έχουν ασχοληθεί με την κατανομή του σωματικού λίπους ως δείκτη αναγνώρισης κινδύνου υπερλιπιδαιμίας και υπέρτασης. Πιο συγκεκριμένα, σε 818 παιδιά ηλικίας 3 έως 11, η περιφέρεια μέσης, ως δείκτης κεντρικού τύπου παχυσαρκίας, συσχετιζόταν σημαντικά με το λόγο Apo A/Apo B, την HDL χοληστερόλη, το λόγο TC/HDL χοληστερόλη και την αρτηριακή πίεση (Maffeis et al., 2001). Παράλληλα, ανάμεσα σε παχύσαρκα και αδύνατα παιδιά, ηλικίας 10 έως 15 ετών, τα πρώτα είχαν δυσμενέστερο λιπιδαιμικό προφίλ, ενώ η ολικού και κεντρικού τύπου

παχυσαρκία, σχετιζόταν σημαντικά με τους παράγοντες κινδύνου για CVD (Texeira et al., 2001).

Στους ενήλικες, η φυσική δραστηριότητα επιδρά άκρως ευεργετικά στους παράγοντες κινδύνου των CVD, όπως είναι η υπέρταση, η υπερινσουλιναιμία, τα αυξημένα επίπεδα ολικής χοληστερόλης και τριγλυκεριδίων και η δυσανοχή στη γλυκόζη (Andersen et al., 2003; Katzmarzyk et al., 2003). Στα παιδιά, η σχέση ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, την ευρωστία και το λιπιδαιμικό προφίλ δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως. Ωστόσο, η ανάγκη υιοθέτησης υγιούς τρόπου ζωής παράλληλα με την προώθηση της άσκησης κρίνεται αναγκαία, για τον περιορισμό της αύξησης του σωματικού βάρους και την αντιστροφή των παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακών (Burke et al., 2005).

Ερευνητικά δεδομένα αναφέρουν, ότι μεταξύ γυμνασμένων και μη παιδιών, παρατηρούνται για τα πρώτα, ευνοϊκότερα επίπεδα HDL-C, TG, TC/HDL-C και LDL-C/HDL-C με την TC να παραμένει ανεπηρέαστη και την LDL-C να διαφοροποιείται στις διάφορες μελέτες. Επίσης η CRF δε φαίνεται να σχετίζεται με το λιποπρωτεϊνικό προφίλ σε παιδιά και εφήβους ενώ τα υψηλότερα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας σχετίζονται με θετικό προφίλ, παρ' όλο που οι διαφοροποιήσεις στις μεθόδους εκτίμησής της δε συμβάλλουν στην εξαγωγή βέβαιου συμπεράσματος (Tolfrey et al., 2000).

Πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα, σε παιδιά ηλικίας 11 ετών, συμπεραίνουν ότι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}), ως δείκτης της CRF, δε σχετίζεται ανεξάρτητα με τα γνωρίσματα του μεταβολικού συνδρόμου, μεταξύ των οποίων και το λιπιδαιμικό προφίλ. Κατά τον ερευνητή,

αυτή η σχέση εξαρτάται και επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη σύσταση σώματος και πιο συγκεκριμένα από το σωματικό λίπος (Shaibi et al., 2005).

Αντίθετα, σε άλλη μελέτη, βρέθηκε μεταξύ άλλων, αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην CRF και τα TG και θετική με την HDL-C. Παράλληλα, μεταξύ ευρωστίας και φυσικής δραστηριότητας υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση, ενώ η τελευταία σχετιζόταν αρνητικά με τους κινδύνους μεταβολικών διαταραχών. Έτσι, με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, στα παιδιά και ιδιαίτερα σε αυτά που δεν είναι εύρωστα, η φυσική δραστηριότητα παίζει σημαντικό ρόλο στην ελαχιστοποίηση των μεταβολικών κινδύνων και στην υιοθέτηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής (Brage et al., 2004).

Επίσης, ο Tolfrey (1999) διαπίστωσε ότι μεταξύ αγοριών και κοριτσιών διαφορετικοί παράγοντες επηρεάζουν το λιπιδαιμικό προφίλ. Πιο συγκεκριμένα, στα κορίτσια η ευρωστία επιδρά σημαντικά στα TG, την HDL-C και το λόγο TC/HDL-C και LDL-C/HDL-C, ενώ η δραστηριότητα στην TC και την LDL-C. Αντίθετα, στα αγόρια μόνο η ημερήσια ενεργειακή πρόσληψη συσχετιζόταν με την TC και την LDL-C (Tolfrey et al., 1999).

Παράλληλα, η επίδραση της προπόνησης σε παράγοντες κινδύνου για στεφανιαία νόσο, μελετήθηκε από τον Gutin (1996). Παχύσαρκα κορίτσια ηλικίας 7 έως 11 ετών χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, μία που πραγματοποιούσε αερόβια άσκηση και μία διαιτητικής επιμόρφωσης. Το λιπιδαιμικό προφίλ βελτιώθηκε και στις δύο ομάδες, με σημαντική μείωση στα TG, στο λόγο TC/HDL-C και LDL-C/Apo B, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι και οι δύο μορφές παρέμβασης ήταν αποτελεσματικές (Gutin et al., 1996).

Επιπρόσθετα, η προπόνηση 12 εβδομάδων σε παιδιά οδήγησε σε σημαντικές βελτιώσεις στο λιπιδαιμικό προφίλ. Πιο συγκεκριμένα,

παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στην HDL-C και μείωση στην LDL-C καθώς και στους λόγους TC/HDL-C, LDL-C/HDL-C σε σχέση με τις τιμές πριν την παρέμβαση. Η συνακόλουθη μείωση του ποσοστού σωματικού λίπους και η αύξηση της VO_{2max} υποδηλώνουν ότι η δομημένη, τακτική άσκηση μπορεί να βελτιώσει το δυσμενές προφίλ που σχετίζεται με κίνδυνο καρδιαγγειακών νοσημάτων (Tolfrey et al., 1998).

Σε άλλη μελέτη με παχύσαρκους εφήβους, εφαρμόστηκε πρόγραμμα παρέμβασης άσκησης, διάρκειας 32 εβδομάδων. Από τα αποτελέσματα εξάγεται το συμπέρασμα ότι η τακτική άσκηση, ιδιαίτερα σε υψηλή ένταση, προκαλεί σημαντικές βελτιώσεις στο επίπεδο των TG, στο λόγο TC/HDL-C και στο μέγεθος του σωματιδίου LDL σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (Kang et al., 2002). Τέλος, σε υπέρβαρα παιδιά και εφήβους η αερόβια άσκηση διάρκειας 8 εβδομάδων βελτίωσε την αερόβια ικανότητα, την HDL-C καθώς και τη λειτουργία του ενδοθηλίου (Kelly et al., 2004).

Συνοπτικά, η σχέση ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, την καρδιαγγειακή ευρωστία και των λιπιδίων αίματος παραμένει υπό αμφισβήτηση. Η κατάλληλη επιλογή των μεθόδων εκτίμησής τους, ο προσεκτικότερος σχεδιασμός της έρευνας και μία πολυπαραγοντική προσέγγιση πιθανότατα να συμβάλλουν στην διαλεύκανση των παραπάνω σχέσεων (Tolfrey et al., 2000). Διαφαίνεται πάντως, μία ευεργετική επίδραση της αυξημένης φυσικής δραστηριότητας στο λιπιδαιμικό προφίλ.

2.4 Σχέση μεταξύ συγκέντρωσης ινσουλίνης και σύστασης σώματος σε παιδιά

Η ινσουλίνη αποτελεί μία από τις βασικότερες ορμόνες που ρυθμίζουν την ομοιόσταση της γλυκόζης, ασκώντας την επίδρασή της σε τρεις βασικούς ιστούς στόχους: το σκελετικό μυ, το ήπαρ και το λιπώδη ιστό. Ως ινσουλινοαντίσταση ορίζεται η μειονεκτική δράση μιας δεδομένης συγκέντρωσης ινσουλίνης προς τους παραπάνω ιστούς, δηλαδή η αδυναμία της να προάγει ικανοποιητικά την είσοδο της γλυκόζης στα κύτταρα για μεταβολισμό και αποθήκευση. Η αντίσταση στην ινσουλίνη κατέχει σημαντική θέση στο λεγόμενο μεταβολικό σύνδρομο και σχετίζεται στενά με την παχυσαρκία (Eckel et al., 2005). Η παρουσία της στους ενήλικες, αποτελεί δυσμενή παράγοντα προδιάθεσης για την ανάπτυξη Σακχαρώδη Διαβήτη Τύπου II (Daniels et al., 2005; Hawley et al., 2004) και καρδιαγγειακών παθήσεων (Frayn et al., 2001).

Η παραπάνω εικόνα φαίνεται να ισχύει και για τα παιδιά, όπου οι παράγοντες κινδύνου του μεταβολικού συνδρόμου εμφανίζονται ακόμα και από την ηλικία των 5 ετών. Επιπρόσθετα, η ανοχή στη γλυκόζη και η ινσουλινοαντίσταση αποτελούν ιδιαίτερο γνώρισμα των παχύσαρκων παιδιών ανεξαρτήτου εθνικότητας (Ebbeling et al., 2002), με την εμφάνιση του προ-διαβήτη ή ακόμα και του διαβήτη τύπου II, να αυξάνονται όλο και περισσότερο μεταξύ των παχύσαρκων εφήβων (Flodmark et al., 2005).

Πράγματι, ο Weiss (2004) μελετώντας 439 παχύσαρκα παιδιά και εφήβους, διαπίστωσε πως οι παράγοντες κινδύνου του μεταβολικού συνδρόμου είναι παρόντες σε αυτά τα παιδιά, ενώ η παρουσία τους ισχυροποιείται με την αύξηση του επιπέδου παχυσαρκίας. Παράλληλα, η

ινσουλινοαντίσταση συσχετιζόταν ισχυρά με συγκεκριμένους αρνητικούς μεταβολικούς παράγοντες, όπως την ιντερλευκίνη-6 και την C-αντιδρώσα πρωτεΐνη (C-reactive protein), που αποτελούν δείκτες φλεγμονής και καρδιαγγειακών δυσλειτουργιών (Weiss et al., 2004). Παρόμοια και τα αποτελέσματα σε μία ακόμη μελέτη όπου σε υπέρβαρα παιδιά και εφήβους, η C-αντιδρώσα πρωτεΐνη σχετιζόταν ισχυρά με τη συγκέντρωση της ινσουλίνης νηστείας, υποδεικνύοντας μια ανεξάρτητη σχέση ανάμεσα στις χρόνιες φλεγμονές και την παθογένεση της ινσουλινοαντίστασης (Kelly et al., 2004).

Επιπρόσθετα, σε μια πρόσφατη μελέτη, ο Sinaiko (2005) χρησιμοποιώντας την τεχνική της ινσουλινικής ευγλυκαιμίας (euglycemic insulin clamp) σε 295 εφήβους, διαπίστωσε ότι η αντίσταση στην ινσουλίνη σχετίζεται ισχυρά με το σωματικό λίπος και ότι ο συνδυασμός των δύο οδηγεί σε αυξημένο κίνδυνο εκδήλωσης των παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων (Sinaiko et al., 2005).

Όσον αφορά στην κατανομή του σωματικού λίπους, στους ενήλικες υπάρχει άμεση σχέση μεταξύ κεντρικού τύπου παχυσαρκίας, συγκεκριμένα σπλαχνικού λίπους, και των παραμέτρων του μεταβολικού συνδρόμου (Goran et al., 2001). Επιπλέον, στα παιδιά φαίνεται ότι η κεντρική και κοιλιακή παχυσαρκία αυξάνει με γρηγορότερους ρυθμούς απ' ότι το συνολικό σωματικό λίπος (McCarthy et al., 2003). Αυτό είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό, καθώς και στη νεαρή ηλικία η εναπόθεση του λίπους στην περιοχή της κοιλιάς σχετίζεται με πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών νοσημάτων (Savva et al., 2000; Freedman et al., 1999).

Έτσι, μεταξύ παιδιών, εκτιμήθηκε η επίδραση του ολικού σωματικού και του σπλαχνικού λίπους στη δράση και την έκκριση της ινσουλίνης.

Χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία ανοχής γλυκόζης, βρέθηκε ότι η ινσουλινοευαισθησία επηρεαζόταν κυρίως από το συνολικό λίπος, ενώ η ινσουλίνη νηστείας από το σπλαχνικό λίπος. Τα δεδομένα αυτά, δεν αποκλείουν το ενδεχόμενο το σπλαχνικό λίπος να επιδρά πιο αισθητά με την πάροδο του χρόνου, όπου η συσσώρευσή του αυξάνει κατ' απόλυτες και σχετικές τιμές (Goran et al., 2001).

Παράλληλα, παιδιά ηλικίας 8 ετών, μετρήθηκαν για τρία χρόνια, προκειμένου να εντοπιστούν συσχετίσεις ανάμεσα στο σπλαχνικό, το υποδόριο κοιλιακό και το ολικό λίπος με την ινσουλίνη νηστείας και την ινσουλινοευαισθησία. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι το σπλαχνικό λίπος σχετιζόταν θετικά με την ινσουλίνη νηστείας, ανεξάρτητα από το υποδόριο κοιλιακό λίπος. Ωστόσο, το υποδόριο κοιλιακό λίπος πιθανότατα να αποτελεί καλύτερο μέσο πρόβλεψης των αλλαγών στην ινσουλίνη νηστείας με το πέρασ του χρόνου. Το ολικό σωματικό λίπος δεν σχετιζόταν με καμία από τις παραπάνω παραμέτρους, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το κοιλιακό λίπος συνδέεται στενότερα με την αύξηση της ινσουλίνης νηστείας (Huang et al., 2002). Παρόμοια και τα αποτελέσματα σε μια ακόμη μελέτη όπου η κοιλιακή ή κεντρικού τύπου παχυσαρκία σχετιζόταν με δυσμενείς συγκεντρώσεις λιπιδίων και ινσουλίνης (Freedman et al., 1999).

Αντίθετα, σε παχύσαρκους εφήβους η σπλαχνική παχυσαρκία σχετιζόταν ισχυρότερα με τους παράγοντες κινδύνου του μεταβολικού συνδρόμου, απ' ότι το κοιλιακό υποδόριο λίπος. Ωστόσο η σχέση αυτή ήταν περισσότερο εμφανής στις παραμέτρους του λιπιδαιμικού προφίλ, ενώ ο καλύτερος δείκτης για την ινσουλίνη νηστείας ήταν το ποσοστό σωματικού λίπους (Owens et al., 2000).

Συνοπτικά, από το πλήθος των ερευνητικών δεδομένων φαίνεται ότι η ινσουλινοαντίσταση συνδέεται στενά με την παιδική παχυσαρκία. Πιο συγκεκριμένα, παρ' όλες τις ιδιαίτερες δυσκολίες μελέτης της επίδρασης της κατανομής του σωματικού λίπους στην ινσουλίνη εξαιτίας των δραματικών αλλαγών που παρατηρούνται στην εναπόθεση του λίπους κατά την ωρίμανση και ανάπτυξη των παιδιών (Freedman et al., 1999), φαίνεται ότι το σπλαχνικό λίπος σχετίζεται ισχυρά με τη συγκέντρωση της ινσουλίνης. Ωστόσο, η σχέση αυτή στα νεαρά άτομα απαιτεί επιπλέον διερεύνηση.

2.5 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, καρδιαγγειακής ευρωστίας και συγκέντρωσης ινσουλίνης και γλυκόζης σε παιδιά

Η φυσική δραστηριότητα αποτελεί μία μη φαρμακολογική παρέμβαση που βελτιώνει το προφίλ του μεταβολικού συνδρόμου, επιδρώντας ευνοϊκά στα λιπίδια του αίματος και στην ευαισθησία στην ινσουλίνη (Ferguson et al., 1999). Πιο συγκεκριμένα, στους ενήλικες μέσα από πληθώρα ερευνητικών δεδομένων, φαίνεται να υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, στην ευρωστία και την ινσουλινοευαισθησία (Katzmarzyk et al., 2003), με τα αποτελέσματα όσον αφορά στα παιδιά να είναι διφορούμενα (Ball et al., 2004).

Έτσι, σε 589 παιδιά εξετάστηκε η σχέση ανάμεσα στο μεταβολικό σύνδρομο, τη φυσική δραστηριότητα και την ευρωστία. Η φυσική δραστηριότητα μετρήθηκε με δραστηριογράφο, η καρδιαγγειακή ευρωστία μέσω μέγιστης δοκιμασίας στο κυκλοεργόμετρο, η σύσταση σώματος μέσω τεσσάρων δερματοπτυχών και η ινσουλίνη, η γλυκόζη, τα τριγλυκερίδια και η

HDL-C μέσω δειγμάτων αίματος νηστείας. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε μεταξύ άλλων, ότι τόσο η φυσική δραστηριότητα όσο και η CRF σχετίζονται αντίστροφα με την ινσουλίνη. Επιπλέον, η φυσική δραστηριότητα συσχετιζόταν αρνητικά με τους παράγοντες του μεταβολικού συνδρόμου και θετικά με την καρδιαγγειακή ευρωστία, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η φυσική δραστηριότητα βελτιώνει πιο αισθητά τις μεταβολικές διαταραχές σε παιδιά που είναι λιγότερο εύρωστα (Brage et al., 2004).

Αντίθετα, σε πρόσφατη έρευνα, ο Shaibi δεν βρήκε καμία συσχέτιση ανάμεσα στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) και τις παραμέτρους του μεταβολικού συνδρόμου σε υπέρβαρους εφήβους. Ο ερευνητής κατέληξε στο συμπέρασμα ότι σε αυτά τα παιδιά, η σχέση ανάμεσα στην CRF και το μεταβολικό προφίλ εξαρτάται από τη σύσταση σώματος (Shaibi et al., 2005). Σε συμφωνία με τα παραπάνω αποτελέσματα και μία ακόμη έρευνα, όπου διαπιστώθηκε ότι η VO_{2max} εκφραζόμενη ως προς τη συνολική μάζα σώματος σχετιζόταν θετικά με την ευαισθησία στην ινσουλίνη, που μετρήθηκε μέσω της δοκιμασίας ανοχής γλυκόζης. Ωστόσο, όταν έγινε διόρθωση ως προς τη σύσταση σώματος, η παραπάνω σχέση έπαψε να ισχύει. Επομένως, και εδώ ο ερευνητής διαπίστωσε ότι η σχέση ευρωστίας και μεταβολικών διαταραχών πιθανότατα επηρεάζεται σημαντικά από τη σύσταση σώματος και πιο συγκεκριμένα από το σωματικό λίπος (Ball et al., 2004).

Σε άλλη μελέτη με νεαρά άτομα, μετά από 12ωρη νηστεία η αυξημένη συγκέντρωση της ινσουλίνης σχετιζόταν με αυξημένο σωματικό λίπος και χαμηλή CRF. Το ποσοστό σωματικού λίπους εξηγούσε μεγαλύτερο μέρος της διακύμανσης της ινσουλίνης, οδηγώντας στο συμπέρασμα ότι η άσκηση

επιδρά θετικά στη συγκέντρωση της ινσουλίνης μέσω της επίδρασής της στη σύσταση σώματος. Σε κάθε περίπτωση, η μείωση της υπερινσουλιναιμίας στους νέους μπορεί να επιτευχθεί μέσω ελάττωσης του λίπους και αύξησης της CRF (Gutin et al., 2004). Παρόμοια και τα αποτελέσματα μίας ακόμη έρευνας, όπου η φυσική δραστηριότητα και ιδιαίτερα η έντονη δραστηριότητα σχετιζόταν ισχυρά με την έκκριση και την ευαισθησία στην ινσουλίνη (Ku et al., 2000).

Σε έρευνα με παχύσαρκα κορίτσια, μετά από πρόγραμμα άσκησης διάρκειας 10 εβδομάδων, ο Gutin (1996) δεν παρατήρησε μεταβολές στην ινσουλίνη και στη γλυκόζη. Πιθανόν η μικρή διάρκεια της παρέμβασης καθώς και η μικρή μεταβολή στη σύστασης σώματος να επηρέασαν τα αποτελέσματα (Gutin et al., 1996).

Αντίθετα, σε παρόμοιο πρόγραμμα παρέμβασης σε παχύσαρκα παιδιά ηλικίας 7 έως 11 ετών, διάρκειας 32 εβδομάδων, η ινσουλίνη μειώθηκε σημαντικά μετά το τέλος της παρέμβασης, ενώ η γλυκόζη δεν επηρεάστηκε από την προπόνηση. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει μεγαλύτερη ευαισθησία στην ινσουλίνη μετά από άσκηση, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συχνή άσκηση μπορεί να βελτιώσει την ινσουλिनοευαισθησία στα παιδιά, πιθανότατα μέσω μείωσης στο ποσοστό σωματικού λίπους. Ωστόσο, ο ίδιος ο συγγραφέας τονίζει ότι τα θετικά αυτά αποτελέσματα είναι αναστρέψιμα μόλις η άσκηση σταματήσει (Ferguson et al., 1999).

Παράλληλα, η συμμετοχή παιδιών σε 8 εβδομάδων αερόβια άσκηση έδειξε ότι η προπόνηση αυτή καθ' αυτή δε σχετιζόταν με βελτιώσεις στο προφίλ της ινσουλίνης και γλυκόζης νηστείας. Σημαντικές θετικές αλλαγές παρουσιάστηκαν στα παιδιά όπου η άσκηση οδήγησε σε βελτίωση της VO_{2max}

και σε αυτά με αρχικά υψηλά επίπεδα ινσουλίνης και γλυκόζης. Επίσης, ο ερευνητής κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το σωματικό λίπος είναι αυτό που επηρεάζει κυρίως τα επίπεδα ινσουλίνης νηστείας, με την προπόνηση να ασκεί ευνοϊκότερη επιρροή στην παραπάνω ορμόνη σε παιδιά με υψηλότερο BMI (McMurray et al., 2000).

Ο Kang (2002), εφάρμοσε παρέμβαση 8 μηνών σε παχύσαρκα παιδιά τα οποία χωρίστηκαν τυχαία σε τρεις ομάδες: μία με μαθήματα επιμόρφωσης, μία με μαθήματα και μέτρια έντασης άσκηση και μία με μαθήματα και υψηλή έντασης άσκηση. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η συστηματική άσκηση μείωσε τη συγκέντρωση ινσουλίνης νηστείας σε σχέση με τις τιμές πριν την παρέμβαση (Kang et al., 2002).

Επιπρόσθετα, η επίδραση της άσκησης στην ινσουλινοευαισθησία μελετήθηκε από τον Landt, σε παιδιά με σακχαρώδη διαβήτη τύπου Ι. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της άλιπης σωματικής μάζας, βελτίωση της αερόβιας ικανότητας και της ινσουλινοευαισθησίας, με τη συγκέντρωση της γλυκόζης να παραμένει σταθερή (Landt et al., 1985).

Τέλος, σε πρόσφατη ερευνητική μελέτη, η αερόβια προπόνηση σε μία ομάδα υπέρβαρων/παχύσαρκων κοριτσιών οδήγησε σε βελτίωση της ινσουλινοευαισθησίας, με το σωματικό βάρος και λίπος να μένει ανεπηρέαστο. Τα αποτελέσματα τονίζουν τον ανεξάρτητο ρόλο της άσκησης ως μέσο βελτίωσης παραγόντων που σχετίζονται με την υγεία, όπως είναι η ινσουλινοαντίσταση (Nassis et al., 2005).

Πιθανοί μηχανισμοί που να εξηγούν την παρατηρούμενη μείωση στην ινσουλινοευαισθησία μέσω της άσκησης είναι α) η αύξηση στον αριθμό των μεταφορέων γλυκόζης στο εσωτερικό του κυττάρου (GLUT-4), β) η αύξηση

του αριθμού των τύπου I μυϊκών ινών που έχουν υψηλότερη αναλογία σε GLUT-4 και επομένως μεγαλύτερη ευαισθησία στην ινσουλίνη, γ) η αυξημένη αιματική ροή, κυρίως στους μυς που συμμετέχουν στην άσκηση, και που διευκολύνουν την πρόσληψη της γλυκόζης, δ) η αύξηση της δραστηριότητας ή και της έκφρασης πρωτεϊνών που μετέχουν στη μεταφορά του σήματος της ινσουλίνης μέσα στο κύτταρο και ε) τέλος η αύξηση της δραστηριότητας των ενζύμων στο εσωτερικό του κυττάρου (Hawley et al., 2004; Ball et al., 2004).

Συμπερασματικά, αποτελεί κοινή θέση ότι η φυσική δραστηριότητα επηρεάζει θετικά τους παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με καρδιαγγειακά νοσήματα. Η σχέση ανάμεσα σε ένα δραστήριο τρόπο ζωής με την ινσουλίνη νηστείας και την ινσουλινοευαισθησία στα παιδιά, δεν είναι σαφής. Η ανομοιογένεια στα αποτελέσματα των ερευνών, πιθανότατα εξηγείται από την ποικιλία των μεθόδων εκτίμησης της σύστασης σώματος, της ινσουλινοευαισθησίας, της καρδιαγγειακής ευρωστίας, της φυσικής δραστηριότητας και/ή τις διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, το επίπεδο ωρίμανσης και την εθνικότητα των ερευνούμενων πληθυσμών (Ball et al., 2004).

2.6 Σχέση μεταξύ διατροφικών συνηθειών, σύστασης σώματος και φυσικής δραστηριότητας σε παιδιά

Τα τελευταία χρόνια, οι εκτεταμένες αλλαγές σε κοινωνικό, πολιτικό, οικονομικό και περιβαλλοντικό επίπεδο έχουν επηρεάσει καθοριστικά τη διαιτητική συμπεριφορά των μελών μιας οικογένειας. Η ολοένα αυξανόμενη κατανάλωση σνακ και γευμάτων εκτός σπιτιού, πλούσια σε κορεσμένα λιπαρά και νάτριο και φτωχά σε σίδηρο, φυτικές ίνες και ασβέστιο έχουν

αντικαταστήσει το πατροπαράδοτο σπιτικό φαγητό. Χαρακτηριστικό είναι ότι μεταξύ 1977 και 1996 η κατανάλωση fast food από παιδιά έχει αυξηθεί κατά 300%. Παράλληλες αυξήσεις παρατηρούνται και στα αναψυκτικά, ενώ άλλα θρεπτικά τρόφιμα όπως τα φρούτα, τα λαχανικά, το γάλα και τα δημητριακά έχουν μικρή συμμετοχή στο διατροφολόγιο των παιδιών (Flodmark et al., 2005; St-Onge et al., 2003).

Η σχέση ανάμεσα στην παχυσαρκία και τις διαιτητικές συνήθειες των παιδιών αποτελεί αντικείμενο προς συζήτηση. Συγκεκριμένα, ενώ ένα διαιτολόγιο πλούσιο σε λίπη φαίνεται να σχετίζεται με την αύξηση του σωματικού βάρους (Maffeis et al., 2000; Butte et al., 2000), επιδημιολογικές μελέτες σε παιδιά και εφήβους δε βρίσκουν συσχετίσεις ανάμεσα στο διαιτητικό και το σωματικό λίπος. Επιπλέον, η αύξηση της παιδικής παχυσαρκίας σε συνδυασμό με τις πρόσφατες αναφορές ότι οι συνολικές θερμίδες των παιδιών δεν προέρχονται από φαγητά πλούσια σε λιπαρά, στρέφουν την προσοχή σε άλλους διατροφικούς παράγοντες που ενδεχομένως να επηρεάζουν το σωματικό βάρος, όπως η αύξηση του μεγέθους των μερίδων, η συχνότητα των διατροφικών επεισοδίων, η έλλειψη πρωινού και άλλα (Ebbeling et al., 2002; Epstein et al., 1998).

Έτσι, το είδος των λιπιδίων, όπως είναι τα κορεσμένα και τα trans λιπαρά οξέα φαίνεται να σχετίζονται περισσότερο με τον κίνδυνο καρδιαγγειακής νόσου και διαβήτη τύπου II σε σχέση με τα ακόρεστα λιπαρά οξέα. Παράλληλα, η αύξηση της κατανάλωσης μη υγιεινών υδατανθράκων, οι οποίοι έχουν υψηλό γλυκαιμικό φορτίο συνδέεται με την κεντρικού τύπου παχυσαρκία, την καρδιαγγειακή νόσο και τον διαβήτη τύπου II, σε ενήλικες. Τρόφιμα όπως, το λευκό ψωμί, οι πατάτες, τα μπισκότα, τα επεξεργασμένα

δημητριακά αυξάνουν απότομα τη γλυκόζη του αίματος σε μικρό χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα τη γρήγορη έκκριση ινσουλίνης, ώστε να επανέλθει η γλυκόζη σε φυσιολογικά επίπεδα. Αυτή η διαδικασία ενεργοποιεί συντομότερα το αίσθημα της πείνας (Ebbeling et al., 2002) ενώ συνδέεται και με την ανάπτυξη του διαβήτη τύπου II (Skidmore et al., 2004).

Σε πρόσφατη έρευνα, μελετήθηκε η επίδραση της αυξημένης πρόσληψης διαιτητικού λίπους στην ινσουλινοαντίσταση σε λευκά και μαύρα παιδιά. Η διατροφική πρόσληψη εκτιμήθηκε με ερωτηματολόγια ανάκλησης 24ώρου και η ινσουλινοευαισθησία μέσω δοκιμασίας ανοχής γλυκόζης. Από τα αποτελέσματα φάνηκε η επίδραση της εθνικότητας, με τα μαύρα παιδιά που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες λιπαρών φαγητών, να έχουν χαμηλότερη ευαισθησία στην ινσουλίνη. Επιπλέον μελέτες κρίνονται απαραίτητες, προκειμένου να διευκρινιστεί ο μηχανισμός που να εξηγεί αυτές τις φυλετικές διαφορές (Weigensberg et al., 2005).

Παράλληλα, η αύξηση στην κατανάλωση ροφημάτων και αναψυκτικών πλούσια σε ζάχαρη φαίνεται ότι εξηγεί εν μέρει τουλάχιστον, την αύξηση της παιδικής παχυσαρκίας. Ο Ludwig (2001), διερεύνησε τη σχέση ανάμεσα στην κατανάλωση αναψυκτικών και το BMI σε παιδιά για 19 μήνες. Διαπίστωσε ότι η κατανάλωση αναψυκτικών σχετιζόταν έντονα με την αύξηση του βάρους και την παχυσαρκία (Ludwig et al., 2001).

Επιπρόσθετα, η σχέση ανάμεσα στο βάρος, το λίπος και σε φαγητά με αυξημένη ενεργειακή πυκνότητα μελετήθηκε από τον Phillips (2004). Κορίτσια φυσιολογικού βάρους, ηλικίας 8 έως 12 ετών μετρήθηκαν ως προς το BMI, το ποσοστό σωματικού λίπους και την ενεργειακή τους πρόσληψη μέχρι και τέσσερα χρόνια μετά την εμμηνορρυσία. Οι κατηγορίες των φαγητών

περιελάμβαναν αρτοσκευάσματα, παγωτά, πατατάκια, αναψυκτικά με ζάχαρη και γλυκά. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε πως η κατανάλωση αυτών των τροφίμων στο σύνολό τους δε σχετιζόταν με το BMI ούτε το ποσοστό σωματικού λίπους κατά την εφηβεία. Σημαντικές σχέσεις παρατηρήθηκαν μόνο μεταξύ BMI-αναψυκτικών και φαγητών με αυξημένη ενεργειακή πυκνότητα και χρόνου παρακολούθησης τηλεόρασης. Ο ερευνητής τονίζει την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης των παραπάνω σχέσεων, με στόχο την κατανόηση του ρόλου που παίζουν συγκεκριμένες τροφές στη ρύθμιση του σωματικού βάρους κατά την παιδική ηλικία (Phillips et al., 2004).

Σε άλλη έρευνα, μελετήθηκε η σχέση ανάμεσα στη διατροφική συμπεριφορά, στο χρόνο τηλεόρασης και την παχυσαρκία. Διαπιστώθηκε ότι ένα σημαντικό μερίδιο της συνολικής ενεργειακής πρόσληψης καταναλωνόταν κατά την παρακολούθηση τηλεόρασης. Παράλληλα, τα παιδιά με υψηλότερο BMI έδειχναν μια προτίμηση προς τα περισσότερα λιπαρά φαγητά. Τα δεδομένα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα, ότι η αυξημένη ενεργειακή πρόσληψη κατά την παρακολούθηση τηλεόρασης αποτελεί έναν πιθανό μηχανισμό σύνδεσης της παχυσαρκίας με το χρόνο που αφιερώνουν τα παιδιά βλέποντας τηλεόραση (Matheson et al., 2004). Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξε και ο Crespo (2001), όπου σε παιδιά ηλικίας 8 έως 16 ετών, η παρακολούθηση τηλεόρασης πάνω από 4 ώρες ημερησίως σχετιζόταν με την παρουσία παχυσαρκίας και με αυξημένη διαιτητική πρόσληψη. Ο ερευνητής τονίζει την ανάγκη μείωσης της φυσικής αδράνειας και την υιοθέτηση ενός δραστήριου τρόπου ζωής για την αντιμετώπιση του φαινομένου της παιδικής παχυσαρκίας (Crespo et al., 2001).

Τέλος, σε υπέρβαρους νέους εκτιμήθηκε η σχέση ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, τη διατροφή και τον καθιστικό τρόπο ζωής. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι μόνο η έντονη δραστηριότητα συσχετιζόταν με το σωματικό βάρος των παιδιών, ενώ ένας πολύ μικρός αριθμός παιδιών τηρούσε τις διεθνείς διατροφικές συστάσεις αναφοράς. Ο συγγραφέας πιθανολογεί, ότι η έλλειψη σχέσης μεταξύ διατροφής και BMI οφείλεται στην υποεκτίμηση της ενεργειακής πρόσληψης, ένα δεδομένο πρόβλημα μεταξύ των παχύσαρκων και υπέρβαρων ατόμων. Επίσης, θεωρεί απαραίτητη την περαιτέρω διερεύνηση της επίδρασης που ασκεί η διατροφή και η δραστηριότητα σε παχύσαρκα παιδιά και νέους (Patrick et al., 2004).

2.7 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση των σχέσεων ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, την καρδιαγγειακή ευρωστία και τις διατροφικές συνήθειες με την αντίσταση στην ινσουλίνη σε παιδιά ηλικίας 8 έως 13 ετών. Με βάση τη βιβλιογραφία, γίνεται η υπόθεση ότι τα παιδιά με υψηλό επίπεδο φυσικής δραστηριότητας ή/και καρδιαγγειακής ευρωστίας και υγιεινές διατροφικές συνήθειες παρουσιάζουν χαμηλότερο σωματικό λίπος, ευνοϊκότερες συγκεντρώσεις ινσουλίνης νηστείας και τιμές στο δείκτη ινσουλινοαντίστασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν 31 αγόρια και κορίτσια ηλικίας 7 έως 14 ετών που φοιτούσαν σε σχολεία του νομού Αττικής. Λαμβάνοντας υπόψη τους σκοπούς της μελέτης, επιλέχθηκαν παιδιά υπέρβαρα/παχύσαρκα και λιπόσαρκα. Η κατάταξή τους έγινε σύμφωνα με τις νόρμες (cut off points) για το Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) του Cole et al. (2000), όπου τα παιδιά με βάση την ηλικία και το φύλο κατηγοριοποιούνται σε υπέρβαρα ή παχύσαρκα. Ταυτόχρονα, με βάση τις νόρμες του CDC (Center of Disease and Control) για το ΔΜΣ, επιλέχθηκαν και παιδιά που κατατάσσονταν στο 25^ο εκατοστημόριο και που χαρακτηρίζονται λιπόσαρκα. Πριν τη συμμετοχή στη μελέτη, οι γονείς των παιδιών ενημερώθηκαν τόσο για τους σκοπούς όσο και για τη διαδικασία της έρευνας και υπέγραψαν το συμφωνητικό εθελοντικής συμμετοχής.

3.2 Πρωτόκολλο

Για τη μελέτη δόθηκε η έγκριση της Επιτροπής Βιοηθικής του Πανεπιστημίου. Οι μετρήσεις περιελάμβαναν ανθρωπομετρήσεις, εκτίμηση της σωματικής σύστασης, του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας, της καρδιαγγειακής ευρωστίας, των διατροφικών συνηθειών και προσδιορισμό των επιπέδων ινσουλίνης και γλυκόζης νηστείας.

Οι παραπάνω αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Κλινικής Διατροφής και Διαιτολογίας στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο με τα παιδιά να έρχονται σε αυτό δύο φορές. Την πρώτη, οι γονείς υπέγραψαν το συμφωνητικό εθελοντικής συμμετοχής, ένα ιατρικό ιστορικό για τους ίδιους και

για τα παιδιά τους και μια υπεύθυνη δήλωση συγκατάθεσης. Τα παιδιά πήραν μέρος στις ανθρωπομετρήσεις, όπου περιελάμβαναν τη μέτρηση του βάρους και του ύψους για τον υπολογισμό του ΔΜΣ και τη μέτρηση της περιφέρειας της μέσης και των ισχίων για τον υπολογισμό του λόγου τους. Στη συνέχεια μετρήθηκε το σύνολο επτά δερματοπτυχών και η προσθιοπίσθια διάμετρος ενώ η διαδικασία εκτίμησης της σύστασης σώματος ολοκληρώθηκε με τη μέθοδο της απορρόφησης με ακτίνες Χ διπλής ενέργειας (DEXA).

Ακολούθως, για την εκτίμηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας, οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν μία εργομετρική δοκιμασία διάρκειας 9 λεπτών στο κυκλοεργόμετρο, την Ικανότητα Αερόβιου Έργου 170 (IAE₁₇₀). Η διαδικασία αυτή περιελάμβανε μέτρηση της καρδιακής συχνότητας και ανάλυση των εισπνεόμενων και εκπνεόμενων αερίων.

Μετά το πέρας του παραπάνω τεστ τα παιδιά ενημερώθηκαν για τον τρόπο καταγραφής των διατροφικών τους συνηθειών σε κατάλληλο ημερολόγιο. Η καταγραφή ήταν τριήμερη (δύο καθημερινές και μια ημέρα το Σαββατοκύριακο). Ταυτόχρονα με το ημερολόγιο τροφίμων, για την εκτίμηση της φυσικής δραστηριότητας, κάθε παιδί έφερε στο σώμα του και ένα δραστηριογράφο (accelerometer) στον οποίο εισήχθηκαν στοιχεία σχετικά με το φύλο, το βάρος, το ύψος και την ηλικία του. Η συσκευή έπρεπε να φορεθεί για τουλάχιστον τέσσερις ημέρες, εκ των οποίων η μία μέσα στο Σαββατοκύριακο.

Στη δεύτερη επίσκεψη, οι εθελοντές, μετά από ολονύκτια νηστεία (10 - 12 ώρες) προσήλθαν το πρωί στο εργαστήριο, όπου πραγματοποιήθηκαν αιμοληψίες, με την παρουσία εξειδικευμένου προσωπικού και ακολουθώντας όλες τις κλινικές διαδικασίες.

3.3 Ανθρωπομετρήσεις και σύσταση σώματος

➤ Βάρος και ύψος

Το βάρος μετρήθηκε με τη χρησιμοποίηση ζυγού ακριβείας (αναλογικός ζυγός SECA) και το ύψος με αναστημόμετρο (SECA). Και για τις δύο μετρήσεις τα παιδιά φορούσαν παπούτσια και αθλητική περιβολή (βερμούδα και μπλούζα με κοντά μανίκια). Μέσω των δύο αυτών μετρήσεων υπολογίστηκε ο ΔΜΣ ως ο λόγος του βάρους (σε κιλά) προς το τετράγωνο του ύψους (σε μέτρα).

➤ Δερματοπτυχές και σύσταση σώματος

Με ανελαστική μεζούρα ακρίβειας 0.5 εκατοστών μετρήθηκε η περιφέρεια μέσης και ισχίων για τον προσδιορισμό του λόγου της περιφέρειας μέσης / περιφέρειας ισχίων (waist to hip ratio, W/H). Με βάση το Anthropometric Standardization Reference Manual (Callaway et al., 1988) η μέτρηση για την περιφέρεια μέσης προτείνεται να γίνεται στο στενότερο σημείο του κορμού και για τα ισχία στη μεγαλύτερη περιφέρεια στη συγκεκριμένη περιοχή, με τα παιδιά να στέκονται σε όρθια θέση.

Η μέτρηση των δερματικών πτυχών έγινε με τη χρήση του δερματοπτυχόμετρου Harpender (Skinfold Caliper HSK-BI by British Indicators), ακριβείας 0.2 mm. Με βάση τις υποδείξεις του Lohman (Lohman et al., 1988) μετρήθηκε το πάχος επτά δερματοπτυχών: του τρικεφάλου, του δικεφάλου, της περιοχής της κοιλίας, του υποπλάτιου, του υπερλαγόνιου, του μηρού και της κνήμης. Οι μετρήσεις έγιναν από τη δεξιά πλευρά των παιδιών,

κάθε σημείο μετρήθηκε τρεις φορές και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τριών τιμών.

Πιο συγκεκριμένα, η πτυχή του τρικεφάλου μετρήθηκε κάθετα, στο μέσο της απόστασης του ακρωμίου και ωλέκranου με το χέρι να είναι τεντωμένο προς τα κάτω. Η πτυχή του δικεφάλου ήταν επίσης κάθετη στο μέσο της απόστασης που μετρήθηκε προηγουμένως, στην περιοχή του δικεφάλου βραχιόνιου μυός. Η πτυχή των κοιλιακών ήταν οριζόντια, σε απόσταση 2 εκατοστών πλάγια από τον ομφαλό. Η υποπλάτια δερματοπτυχή ήταν σε γωνία 45° , στο κατώτερο σημείο της ωμοπλάτης και η υπερλαγόνια ελήφθη ακριβώς πάνω από τη λαγόνια ακρολοφία και σε γωνία 45° από την πρόσθια πτυχή του ισχίου. Η πτυχή του μηρού μετρήθηκε κάθετα, με το βάρος να μετατίθεται στο αριστερό πόδι, στο μέσο της απόστασης μεταξύ βουβωνικής πτυχής και του εγγύτατου ορίου της επιγονατίδας. Τέλος, στη γαστροκνήμια δερματοπτυχή ο συμμετέχοντας κάθισε και με λυγισμένο το γόνατο στις 90° , η πτυχή μετρήθηκε κάθετα και στη μεγαλύτερη περιφέρεια της κνήμης.

Για την εκτίμηση της κατανομής λίπους στο κέντρο και την περιφέρεια του σώματος χρησιμοποιήθηκε ο λόγος του αθροίσματος των δερματικών πτυχών των κεντρικών σημείων προς το άθροισμα των δερματικών πτυχών των περιφερειακών σημείων (Trunk to Extremity Ratio, TER). Κεντρικές χαρακτηρίζονται οι πτυχές στην κοιλιακή, υποπλάτια και λαγόνια περιοχή, ενώ περιφερειακές οι πτυχές του δικεφάλου, τρικεφάλου, τετρακεφάλου και γαστροκνημίου.

Ο προσδιορισμός της σύστασης σώματος έγινε με τη μέθοδο μέτρησης απορρόφησης με ακτίνες X διπλής ενέργειας (οστεοπυκνόμετρο Lunar DPX-MD) που στη διεθνή βιβλιογραφία συμβολίζεται ως DEXA ή DXA (dual energy

X-ray absorptiometry). Στην τεχνική αυτή, η επεξεργασία των ακτίνων X μέσω του υπολογιστή απεικονίζει τους ιστούς του σώματος και χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της περιεκτικότητας των οστών σε ανόργανα άλατα καθώς και για τον υπολογισμό της άλιπης μάζας και του σωματικού λίπους (Body Composition Assessment).

Τα παιδιά με τη βοήθειά μας ξάπλωσαν σε ύπτια θέση πάνω στο ειδικό κρεβάτι του DXA όπου τους έγιναν υποδείξεις να παραμείνουν ακίνητα καθ' όλη τη διάρκεια της μέτρησης. Ο τύπος «σάρωσης» ήταν όλου του σώματος (total body), σε μέτρια χρονική διάρκεια (mode: medium), που διαρκεί γύρω στα 15 με 20 λεπτά. Κατά τη μέτρηση, οι ενεργειακές ακτίνες X που έχουν πολύ χαμηλή δόση ακτινοβολίας, διεισδύουν σε βάθος περίπου 30 εκατοστών στην περιοχή του οστού και της μυϊκής μάζας. Μέσα από εξειδικευμένο λογισμικό αναδομείται μια εικόνα των υποκείμενων ιστών, υπολογίζοντας τα μεταλλικά στοιχεία του οστού, το σωματικό λίπος και την άλιπη μάζα σώματος. Το μηχάνημα βαθμονομείται σε καθημερινή βάση.

Η μέτρηση της προσθιοπίσθιας διαμέτρου έγινε με ειδικό διαβήτη ακριβείας 0.1cm (Holtain-Kahn, Seritex, Carlstadt, NJ), ο οποίος εφαρμόζεται στην περιοχή της κοιλιάς με το δοκιμαζόμενο ξαπλωμένο στα πλάγια. Η προσθιοπίσθια απόσταση μεταξύ ομφαλού και σπονδυλικής στήλης μετρήθηκε σε εκατοστά και χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του σπλαχνικού λίπους (Visceral Adipose Tissue, VAT) σύμφωνα με την εξίσωση:

$$\mathbf{VAT = -107,39 + 4,159 \cdot (\text{προσθιοπίσθια διάμετρο}) + 108,89 \cdot (W/H)}$$

με βάση τα δεδομένα από τον Owens (Owens et al., 1999). Όλες οι ανθρωπομετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τον ίδιο ερευνητή.

➤ Ποσοστό σωματικού λίπους

Για την εκτίμηση του ποσοστού (%) σωματικού λίπους, εκτός από το DXA, επικουρικά χρησιμοποιήθηκαν και οι δερματοπτυχές, με τη χρήση εξισώσεων πρόβλεψης, κατάλληλες για το φύλο και την ηλικία του δείγματός μας, σύμφωνα με τον Slaughter et al., (1988):

A. Άθροισμα δερματοπτυχών τρικέφαλου και γαστροκνημίου (ΣSKF):

% λίπος = $0,735 \cdot (\Sigma SKF) + 1$ για αγόρια

% λίπος = $0,610 \cdot (\Sigma SKF) + 5,1$ για κορίτσια

B. Άθροισμα δερματοπτυχών τρικέφαλου και υποπλάτιου, όταν $\Sigma SKF > 35\text{mm}$:

% λίπος = $0,738 \cdot \Sigma SKF + 1,6$ για αγόρια

% λίπος = $0,546 \cdot \Sigma SKF + 9,7$ για κορίτσια

3.4 Εκτίμηση φυσικής δραστηριότητας

Ο προσδιορισμός του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας έγινε με τον τριαξονικό δραστηριογράφο RT3 (Triaxial Researcher Tracker from Stayhealthy, Inc., CA). Το RT3 είναι ένα επιταχυνσιόμετρο μικρών διαστάσεων (7,77 x 5,58 x 2,79 εκ.) και βάρους (65,205 γρ.), σχεδιασμένο να μετρά την επιτάχυνση του ανθρωπίνου σώματος σε τρία επίπεδα: το οριζόντιο (Y), το κάθετο (X) και το πλευρικό (Z). Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να δώσει στοιχεία που μετά από ανάλυση μας δίνουν πληροφορίες σχετικά με την ένταση, τη συχνότητα και τη διάρκεια των δραστηριοτήτων (Rowlands et al., 1999).

Η διαδικασία ενεργοποίησης του δραστηριογράφου περιλαμβάνει την εισαγωγή μπαταρίας (μέγεθος AAA, τάση 1,5 V) και την τοποθέτησή του σε κατάλληλο υποδοχέα. Στη συνέχεια καταχωρούνται τα στοιχεία του παιδιού

όσον αφορά το φύλο, το ύψος, το βάρος, την ηλικία του και επιλέγεται ο τύπος (mode) καταγραφής των δραστηριοτήτων. Στη συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκε ο Τύπος 4, που αναφέρεται στο άνυσμα (Vector Magnitude, VM), βάση του οποίου η συλλογή των στοιχείων γίνεται ανά λεπτό. Ακολούθως, απομακρύνεται από τη βάση του, τίθεται σε λειτουργία και δίνεται στα παιδιά μέσα σε ειδική θήκη προσαρμοσμένη σε ελαστική ζώνη, ώστε να εφαρμόζεται σταθερά πάνω στον κορμό.

Η λειτουργία του RT3 στηρίζεται στη μέτρηση της επιτάχυνσης των τριών επιπέδων εκφραζόμενη ως άνυσμα (VM) και την απόδοση του αθροίσματος των τριών αυτών ανυσμάτων. Το άθροισμα αυτό ισούται με την τετραγωνική ρίζα του συνόλου των τετραγώνων των ανυσμάτων (X,Y,Z) και παρέχει τη δυνατότητα καταγραφής των δραστηριοτήτων με τη μορφή κτύπων ανά λεπτό (counts per minute).

Οι εθελοντές έπρεπε να φορούν το δραστηριογράφο για τουλάχιστον τέσσερις ημέρες από τις οποίες η μία μέσα στο Σαββατοκύριακο. Παράλληλα, σε κάθε παιδί δόθηκε και από ένα σημειωματάριο όπου έπρεπε να καταγράφει την ώρα που φορά και βγάζει το δραστηριογράφο. Τονίστηκε ιδιαίτερα η σημασία του να φορούν το RT3 καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας εκτός από τον ύπνο και το μπάνιο. Για τη σίγουρη και ασφαλή μέτρηση, υπήρχε τηλεφωνική επικοινωνία με τους γονείς των παιδιών.

Μετά το τέλος των ημερών που είχαν οριστεί στα παιδιά, τα καταγεγραμμένα στοιχεία πέρασαν στον υπολογιστή και επεξεργάστηκαν. Έτσι, οι κτύποι ανά λεπτό που καταγράφηκαν, χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της έντασης της κάθε ενέργειας, με βάση τα ακόλουθα δεδομένα του Rowlands et al., (1999):

Δραστηριότητα	Ένδειξη δραστηριογράφου (counts/min)
Πολύ Χαμηλής Έντασης	<300
Χαμηλής έντασης	300-1000
Μέτριας Έντασης	1000-2000
Έντονη	2000-3500
Υψηλής Έντασης	3500-4500
Πολύ Υψηλής Έντασης	>4500

Ο προσδιορισμός της σωματικής αδράνειας αντιστοιχεί σε τιμή μικρότερη ή ίση με 100 counts/min (Ekelund et al., 2002). Κατ' αυτό τον τρόπο υπολογίστηκε ο χρόνος που τα παιδιά κατανάλωναν για φυσική δραστηριότητα σε κάθε ένταση, ο χρόνος που φορούσαν το δραστηριογράφο και ο χρόνος που αφιέρωναν σε καθιστικές δραστηριότητες.

3.5 Εκτίμηση καρδιαγγειακής ευρωστίας

Η εκτίμηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας έγινε με την υπομέγιστη εργομετρική δοκιμασία Ικανότητα Αερόβιου Έργου 170 (IAE₁₇₀). Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}), η οποία βασίζεται στην ταυτόχρονη μέτρηση του μηχανικού έργου και της καρδιακής συχνότητας. Η IAE₁₇₀ υπολογίζει με αρκετή ακρίβεια την αερόβια ικανότητα, χωρίς να είναι εξαντλητική, πολυδάπανη και χρονοβόρα, σε αντίθεση με την μέγιστη αερόβια δοκιμασία που απαιτεί μέγιστη προσπάθεια και είναι προβληματική για παιδιά που παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή στη μυϊκή προσπάθεια.

Ο συντελεστής συσχέτισης ανάμεσα στην IAE_{170} και την VO_{2max} σε παιδιά ηλικίας 12-17 ετών κυμαίνεται μεταξύ 0,56-0,95 εξαιτίας των παραγόντων που εμπλέκονται στη διαδικασία της εργομέτρησης. Αυτοί είναι, η αρχική επιβάρυνση, η κλιμάκωσή της, η χρονική μετάβαση από το ένα στάδιο στο άλλο, η συχνότητα περιστροφών, η συνολική διάρκεια της δοκιμασίας, ο τύπος του κυκλοεργόμετρου, ο τρόπος μέτρησης της καρδιακής συχνότητας, η ηλικία, το φύλο και η φυσική κατάσταση των δοκιμαζόμενων. Παράλληλα, η αξιοπιστία της δοκιμασίας είναι υψηλή με το συντελεστή επαναληπτικότητας να κυμαίνεται μεταξύ 0,84-0,98 (Κλεισούρας, 1991).

Η δοκιμασία πραγματοποιήθηκε σε κυκλοεργόμετρο (Monark Ergo Medic 839 E, Sweden). Καθ' όλη τη διάρκεια του τεστ γινόταν καταγραφή της καρδιακής συχνότητας με τη βοήθεια παλμογράφου (Polar S810i, Polar Electro, Finland), ενώ η ανάλυση του εισπνεόμενου και εκπνεόμενου αέρα έγινε με τη χρήση εργοσπιρομέτρου (V_{max} Spirometer, Sensor Medics, USA). Πριν τη διαδικασία της μέτρησης, γινόταν βαθμονόμηση του εργοσπιρομέτρου και των αναλυτών αερίων και στο συμμετέχοντα δινόταν ειδικό επιστόμιο για την ανάλυση των αερίων, όπως και ρινοπίεστρο για την αποτροπή της εισπνοής αέρα από τη μύτη.

Πιο συγκεκριμένα, ο δοκιμαζόμενος ερχόταν στο χώρο εργομέτρησης με αθλητική περιβολή. Φορούσε τον παλμογράφο και γινόταν προσαρμογή του ύψους του καθίσματος, έτσι ώστε όταν ποδηλατεί και το πεντάλ βρίσκεται στο κατώτατο σημείο, το γόνατο να είναι ελαφρά λυγισμένο. Προηγουμένως, είχε γίνει επιλογή της αρχικής επιβάρυνσης, που για κάθε παιδί διαφέρει. Η διαδικασία επιλογής του φορτίου έγινε σύμφωνα με τις υποδείξεις του Κλεισούρα (1991), με βάση το φύλο και το σωματικό βάρος. Στο

συμμετέχοντα δίνονταν οδηγίες για τον τρόπο ποδηλάτησης, με ιδιαίτερη έμφαση στο ρυθμό (όσο γίνεται πιο σταθερός και χαμηλής έντασης) και στη συνέχεια τον αφήναμε να εξοικειωθεί ποδηλατώντας για λίγα λεπτά.

Μετά από ένα 2λεπτο ηρεμίας ξεκινούσε η ποδηλάτηση σε ρυθμό 50 στροφές / λεπτό με προοδευτικά αυξανόμενο έργο τριών φάσεων συνολικής διάρκειας 9 λεπτών (3 στάδια των 3 λεπτών). Σε όλο αυτό το διάστημα σημειωνόταν η καρδιακή συχνότητα σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Έτσι, λήφθηκε η καρδιακή συχνότητα στο 2^ο λεπτό και ανά 15 δευτερόλεπτα και με τη χρήση ειδικού πίνακα υπολογίστηκε και εφαρμόστηκε η απαιτούμενη επιβάρυνση στο 3^ο λεπτό. Το ίδιο έγινε και στο 5^ο λεπτό, με την εφαρμογή της επιβάρυνσης στο 6^ο λεπτό. Τέλος, στο 8^ο λεπτό καταγραφόταν μόνο η καρδιακή συχνότητα ανά 15 δευτερόλεπτα.

Με βάση τους μέσους όρους των τιμών καρδιακής συχνότητας κάθε φάσης, απεικονίσθηκε σε μια γραφική παράσταση η σχέση ανάμεσα στις τρεις αυτές τιμές και την αντίστοιχη μηχανική επιβάρυνση που εφαρμόστηκε τη δεδομένη χρονική στιγμή. Η ευθεία γραμμή που προέκυψε προεκτάθηκε στην προκαθορισμένη καρδιακή συχνότητα των 170 παλμών και το μηχανικό έργο που αντιστοιχούσε στη συχνότητα αυτή αντιπροσώπευε την ικανότητα αερόβιου έργου του δοκιμαζόμενου.

Η IAE_{170} μπορεί να υπολογιστεί και με την ακόλουθη εξίσωση, που λαμβάνει υπόψη την επιβάρυνση και την αντίστοιχη καρδιακή συχνότητα κατά τη δεύτερη και τρίτη φάση της εργομέτρησης:

$$IAE_{170} = (W_3 - W_2) / (K\Sigma_3 - K\Sigma_2) \cdot (170 - K\Sigma_3) + W_3$$

όπου W_3 , W_2 η ισχύς σε Watt κατά τη δεύτερη και τρίτη φάση της δοκιμασίας και $K\Sigma_3$, $K\Sigma_2$ οι αντίστοιχες καρδιακές συχνότητες.

Για την αξιολόγηση της IAE_{170} χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας που ισχύει για παιδιά ηλικίας 7-17 ετών από τον Καναδά (CAHPER, 1980). Επιπλέον, έγινε και πρόβλεψη της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου με τις εξισώσεις (Rowland et al., 1996):

$$Y = 10,6 + 14,7 \cdot X, \text{ για κορίτσια}$$

$$Y = 40 + 4,8 \cdot X, \text{ για αγόρια}$$

όπου $X = IAE_{170} / \text{Σωματικό Βάρος}$ και $Y = VO_{2\max}$ (ml/kg/min).

3.6 Εκτίμηση διατροφικών συνηθειών

Το ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων δόθηκε σε όλα τα παιδιά τονίζοντας στα ίδια και τους γονείς τους ότι δε θα πρέπει να αλλάξουν τις διατροφικές τους συνήθειες επειδή το συμπληρώνουν. Το ημερολόγιο έχει συνταχθεί από ειδικούς επιστήμονες του Τμήματος Επιστήμης Διαιτολογίας – Διατροφής και απευθύνεται στα παιδιά με τρόπο απλό και κατανοητό.

Η καταγραφή των τροφίμων ήταν τριήμερη (δύο καθημερινές και μία το Σαββατοκύριακο). Κατά της ημέρες αυτές έπρεπε να σημειωθούν όλες οι τροφές που καταναλώθηκαν, ο τρόπος παρασκευής τους (π.χ τηγανητά, ψητά), η μάρκα τους (εφόσον τη γνώριζαν), η ποσότητά τους, ποιος τις ετοίμασε, που καταναλώθηκαν, παρέα με ποιόν και τις ασχολίες που πραγματοποιούνταν ταυτόχρονα με το γεύμα (π.χ τηλεόραση, διάβασμα).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε από διαιτολόγο με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού (Nutritionist 3.0). Από την ανάλυση του συνόλου των ημερών υπολογίστηκε η ημερήσια πρόσληψη σε βασικά θρεπτικά συστατικά και δόθηκαν γραπτές οδηγίες στα παιδιά, για τη βελτίωση των διατροφικών συνηθειών τους.

3.7 Συλλογή και ανάλυση δειγμάτων αίματος

Η συλλογή του αίματος γινόταν νωρίς το πρωί, μετά από 10-12 ώρες νηστείας, στο Εργαστήριο Κλινικής Διατροφής και Διαιτολογίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου. Η ανάλυση περιελάμβανε τη μέτρηση της συγκέντρωσης των τριγλυκεριδίων (TG), της ολικής χοληστερόλης (TC), της χαμηλής (LDL-C) και υψηλής (HDL-C) πυκνότητας λιποπρωτεΐνης, της γλυκόζης και ινσουλίνης αίματος. Η ανάλυση των λιπιδίων έγινε στο Εργαστήριο Βιοχημείας, στον αναλυτή ACE (Schiapparelli Biosystems, INC.) και της ινσουλίνης και γλυκόζης νηστείας στον αναλυτή AIA 600II (Tosoh).

Η ινσουλινοαντίσταση εκτιμήθηκε με βάση το ομοιοστατικό μοντέλο (Homeostatic Model Assessment, HOMA-IR), τα αποτελέσματα του οποίου στηρίζονται στην μέτρηση της γλυκόζης και της ινσουλίνης νηστείας. Η εξίσωση που χρησιμοποιήθηκε είναι η ακόλουθη (Yeckel et al., 2004):

$$\text{HOMA-IR} = \text{FI} \times \text{FG} / 22.5$$

όπου, FI = ινσουλίνη νηστείας (μU/ml) και FG = γλυκόζη νηστείας (mmol/l)

Οι χαμηλές τιμές του δείκτη HOMA-IR αποτελούν ένδειξη υψηλής ευαισθησίας στην ινσουλίνη, ενώ οι υψηλότερες τιμές ένδειξη χαμηλής ευαισθησίας στην ινσουλίνη (ινσουλινοαντίσταση). Μελέτες έχουν δείξει ότι η εκτίμηση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη με τον παραπάνω δείκτη παρέχει

αξιόπιστα αποτελέσματα, όπως αυτά έχουν προκύψει κατά τη σύγκρισή του με την τεχνική του υπερινσουλιναιμικού-ευγλυκαιμικού clamp, τόσο σε ενήλικες ($r = -0.59$, Stumvoll et al., 2000), όσο και σε παιδιά ($r = -0.57$, Yeckel et al., 2004).

3.8 Στατιστική ανάλυση

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα Statistica (5.0, USA) και παρουσιάστηκαν ως μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις. Η στατιστική ανάλυση περιελάμβανε ανάλυση διακύμανσης [2 X 2 ANOVA (ομάδα και φύλο)] μεταξύ των υπέρβαρων/παχύσαρκων και των λιπόσαρκων παιδιών, καθώς και απλές συσχετίσεις μεταξύ της ινσουλίνης νηστείας, της ινσουλινοευαισθησίας, της σωματικής σύστασης, της φυσικής δραστηριότητας, της καρδιαγγειακής ευρωστίας και των διατροφικών παραγόντων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παιδιών του δείγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) έδειξε σημαντική επίδραση της ομάδας (παχύσαρκα - λιπόσαρκα) στο σωματικό βάρος ($p < 0.01$), στο Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) ($p < 0.01$), στο ποσοστό λίπους ($p < 0.01$), στη λιπώδη μάζα ($p < 0.01$), στην προσθιοπίσθια διάμετρο ($p < 0.01$), στο εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος ($p < 0.01$), στην περιφέρεια της μέσης, στην περιφέρεια των ισχίων ($p < 0.01$), στο λόγο περιφέρεια μέσης/περιφέρεια ισχίων (W/H) ($p < 0.01$), και στο λόγο δερματικών πτυχών κεντρικών/περιφερειακών σημείων του σώματος (TER) ($p < 0.01$). Πιο συγκεκριμένα, τα παχύσαρκα παιδιά παρουσίασαν στατιστικά μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τα λιπόσαρκα, στα παραπάνω ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά. Επίσης, στο λόγο δερματικών πτυχών κεντρικών/περιφερειακών σημείων του σώματος (TER) παρουσιάστηκε σημαντική αλληλεπίδραση φύλου Χ ομάδας ($p < 0.05$), με τα λιπόσαρκα αγόρια να έχουν στατιστικά σημαντικά μικρότερες τιμές σε σχέση με τα παχύσαρκα αγόρια και τα λιπόσαρκα κορίτσια ($p < 0.05$).

ΠΙΝΑΚΑΣ Ι. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος

	Παχύσαρκα παιδιά				Λιπόσαρκα παιδιά			
	Αγόρια (n= 7)		Κορίτσια (n= 11)		Αγόρια (n= 6)		Κορίτσια (n= 7)	
	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος
Ηλικία (έτη)	10.3 ± 1.6	8.2-12.3	10.6 ± 1.6	8.3-13.8	10.1 ± 2.2	7.7-13.2	12.2 ± 2.2	8.8-14.6
Βάρος (kg) ¹	55.7 ± 10.9	46.6-79.5	53.2 ± 15.4	38.5-87.6	32.5 ± 8.9	24.5-49.2	41.0 ± 5.4	31.9-46.2
Ύψος (cm)	145.5 ± 4.8	138.5-153.0	146.8 ± 10.8	132.8-165.0	141.3 ± 14.2	130.0-165.5	154.8 ± 9.8	138.5-166.5
ΔΜΣ (kg/m ²) ¹	26.0 ± 3.7	23.5-34.0	24.2 ± 3.9	21.1-32.2	16.0 ± 1.2	14.5-17.9	17.1 ± 1.1	15.6-19.2
Ποσοστό λίπους (%) ¹	39.5 ± 5.8	33.1-49.5	38.4 ± 5.5	31.0-47.4	10.5 ± 2.3	6.9-12.5	15.8 ± 3.8	11.8-22.4
Λιπώδης μάζα (kg) ¹	22.0 ± 6.7	16.4-34.9	20.7 ± 9.1	12.6-41.0	3.3 ± 1.4	2.0-5.9	6.3 ± 1.2	4.8-8.3
Άλιπη μάζα (kg)	33.7 ± 5.3	28.7-44.6	32.6 ± 6.8	24.1-46.6	29.2 ± 7.8	22.5-43.3	34.7 ± 5.4	25.0-39.7
Προσθ/θια διάμετρος (cm) ¹	19.7 ± 3.5	14.0-25.0	18.5 ± 2.7	15.0-24.0	11.8 ± 1.0	10.0-13.0	12.4 ± 1.0	11.0-14.0
Εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος (cm ²) ¹	72.0 ± 18.9	43.3-106.4	64.3 ± 12.3	47.3-86.0	30.5 ± 7.6	15.8-36.1	32.3 ± 6.5	18.8-39
Περιφέρεια μέσης (cm) ¹	85.6 ± 8.0	78.5-98.0	82.3 ± 10.6	67.7-105.0	59.7 ± 5.6	56.0-71.0	66.2 ± 3.7	61.0-70.0
Περιφέρεια ισχίου (cm) ¹	95.5 ± 7.5	89.0-112.0	94.2 ± 12.3	82.4-122.0	72.9 ± 5.9	66.5-83.0	81.4 ± 3.5	76.0-87.0
W/H ¹	0.89 ± 0.06	0.84-1.01	0.87 ± 0.04	0.81- 0.92	0.82 ± 0.04	0.75-0.86	0.81 ± 0.03	0.74-0.85
TER ^{1,6}	0.8 ± 0.1	0.7-0.9	0.7 ± 0.1	0.5-1.0	0.5 ± 0.1 ^{■#}	0.4-0.5	0.7 ± 0.1	0.5-0.9

X ± SD: μέσος όρος ± τυπική απόκλιση, n: αριθμός ατόμων, ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος, W/H: Περιφέρεια Μέσης/Περιφέρεια Ισχίων (Waist to Hip ratio), TER: Trunk to Extremity ratio [Δερματική Πτυχή (ΔΠ) ωμοπλάτης+ ΔΠ υπερλαγόνια+ ΔΠ κοιλιάς / ΔΠ δικεφάλου+ ΔΠ τρικεφάλου+ ΔΠ μηρού+ ΔΠ γαστροκνημίου]

¹Σημαντική επίδραση ομάδας (ANOVA): ¹p<0.01

⁶Σημαντική αλληλεπίδραση φύλου X ομάδας (ANOVA): ⁶p<0.05

[■]p<0.05 σε σχέση με παχύσαρκα αγόρια, [#]p<0.05 σε σχέση με λιπόσαρκα κορίτσια

4.2 Χαρακτηριστικά της φυσικής δραστηριότητας του δείγματος

Τα χαρακτηριστικά της φυσικής δραστηριότητας των παιδιών όπως εκτιμήθηκαν από το δραστηριογράφο, παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Ο χρόνος καταγραφής της δραστηριότητας και για τις δύο ομάδες παιδιών ήταν >12 ώρες, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι συμμετέχοντες φορούσαν το δραστηριογράφο το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της ημέρας, πλην του ύπνου και της εκτέλεσης δραστηριοτήτων στο νερό. Η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) έδειξε στατιστικά σημαντική επίδραση της ομάδας στη Χαμηλή Έντασης Δραστηριότητα ($p < 0.05$), με τα παχύσαρκα παιδιά να καταναλώνουν στατιστικά περισσότερο χρόνο σε δραστηριότητες χαμηλής έντασης. Επίσης, παρουσιάστηκε σημαντική επίδραση του φύλου (αγόρια - κορίτσια) τόσο στην Καθιστική Δραστηριότητα ($p < 0.05$) όσο και στη Μέτρια Έντασης Δραστηριότητα ($p < 0.05$). Πιο συγκεκριμένα, τα κορίτσια αφιέρωναν σημαντικά περισσότερο χρόνο σε καθιστικές δραστηριότητες σε σύγκριση με τα αγόρια, ενώ τα αγόρια κατανάλωναν περισσότερο χρόνο σε μέτριας έντασης δραστηριότητα σε σχέση με τα κορίτσια. Παράλληλα, παρατηρήθηκε και στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση φύλου Χ ομάδας στη Μέτρια Έντασης Δραστηριότητα ($p < 0.05$), με τα λιπόσαρκα αγόρια να έχουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές σε σχέση με τα λιπόσαρκα κορίτσια ($p < 0.05$).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Χαρακτηριστικά της φυσικής δραστηριότητας του δείγματος

	Παχύσαρκα παιδιά				Λιπόσαρκα παιδιά			
	Αγόρια (n= 7)		Κορίτσια (n= 11)		Αγόρια (n= 6)		Κορίτσια (n= 7)	
	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος
ΣΧρόνος Δραστηρ/φου (min day ⁻¹)	765.2 ± 75.5	663.0-868.5	775.1 ± 89.9	625.3-933.3	796.0 ± 65.4	694.3-876.8	786.5 ± 118.0	560.3-885.0
ΣVM (counts day ⁻¹)	542981.1 ± 312619.9	285891.0-1171222.5	423628.2 ± 137722.9	242241.3-613590.3	529102.7 ± 152050.0	385788.0-772015.8	389258.7 ± 216791.3	149195.8-775329.0
VM (counts min ⁻¹ day ⁻¹)	707.5 ± 401.7	416.7-1463.6	544.0 ± 165.7	246.6-813.2	669.9 ± 204.7	499.7-1023.6	427.4 ± 228.4	261.0-947.0
Καθιστική Δραστηριότητα (min day ⁻¹) ⁴	164.3 ± 46.3	93.5-220.0	202.9 ± 68.3	127.5-365.5	182.3 ± 75.3	100.3-295.8	266.0 ± 60.5	169.5-333.0
ΠΧΕΔ (min day ⁻¹)	172.2 ± 27.1	133.8-207.3	159.1 ± 26.8	109.3-211.8	180.5 ± 44.2	118.8-248.8	164.6 ± 59.5	104.3-248.3
ΧΕΔ (min day ⁻¹) ²	251.4 ± 37.7	199.3-297.8	247.0 ± 35.4	199.3-303.5	236.9 ± 39.6	188.3-291.8	189.1 ± 60.4	108.3-262.8
ΜΕΔ (min day ⁻¹) ^{4,6}	98.2 ± 20.2	70.5-117.8	95.3 ± 35.7	45.8-158.3	116.0 ± 33.2 [#]	88.0-177.0	55.1 ± 39.9	16.0-138.3
ΕΦΔ (min day ⁻¹)	35.1 ± 29.8	2.3-80.3	25.9 ± 17.6	3.0-49.3	45.9 ± 15.9	21.5-61.5	23.3 ± 21.8	2.8-68.3
ΥΕΔ (min day ⁻¹)	8.4 ± 12.2	0.0-26.8	4.5 ± 6.0	0.0-14.8	7.0 ± 7.8	2.0-22.5	6.1 ± 5.4	0.0-16.0
ΠΥΕΔ (min day ⁻¹)	14.8 ± 30.1	0.0-81.5	4.1 ± 7.0	0.0-19.5	6.0 ± 13	0.0-32.5	13.1 ± 10.3	0.0-26.3
ΣΦΔ (min day ⁻¹)	744.4 ± 75.4	635.3-827.5	738.9 ± 83.5	584.3-848.8	774.6 ± 57.3	710.5-867.8	717.3 ± 147.1	458.5-853.3

X ± SD: μέσος όρος ± τυπική απόκλιση, n: αριθμός ατόμων, Σ: Σύνολο, VM: Vector Magnitude [συνισταμένη ανυσμάτων (x,y,z)] ΠΧΕΔ: Πολύ Χαμηλής Έντασης Δραστηριότητα, ΧΕΔ: Χαμηλής Έντασης Δραστηριότητα, ΜΕΔ: Μέτριας Έντασης Δραστηριότητα, ΕΦΔ: Έντονη Φυσική Δραστηριότητα, ΥΕΔ: Υψηλής Έντασης Δραστηριότητα, ΠΥΕΔ: Πολύ Υψηλής Έντασης Δραστηριότητα, ΣΦΔ: Συνολική Φυσική Δραστηριότητα

²Σημαντική επίδραση ομάδας (ANOVA): ²p<0.05 – ⁴Σημαντική επίδραση φύλου (ANOVA): ⁴p<0.05 – ⁶Σημαντική αλληλεπίδραση φύλου X ομάδας (ANOVA): ⁶p<0.05

[#]p<0.05 σε σχέση με λιπόσαρκα κορίτσια

4.3 Χαρακτηριστικά της καρδιαγγειακής ευρωστίας του δείγματος

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά της καρδιαγγειακής ευρωστίας των παιδιών. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα παχύσαρκα και τα λιπόσαρκα παιδιά σε όλα τα χαρακτηριστικά της ευρωστίας ($p < 0.01$), ενώ σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν και μεταξύ των δύο φύλων στην πρόβλεψη μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ($VO_{2max_{\text{προβλ}}}$).

4.4 Διατροφικά χαρακτηριστικά του δείγματος

Τα διατροφικά χαρακτηριστικά των παιδιών όπως προέκυψαν μετά την ανάλυση των τριήμερων ημερολογίων διατροφής παρουσιάζονται στον Πίνακα 4. Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση φύλου Χ ομάδας στην κατανάλωση λίπους ($p < 0.01$), στο ποσοστό λίπους ($p < 0.01$), στα κορεσμένα λίπη ($p < 0.05$) και στα μονοακόρεστα λίπη ($p < 0.05$), με τα λιπόσαρκα αγόρια να παρουσιάζουν σημαντικά υψηλότερες τιμές στην κατανάλωση λιπών και ειδικότερα μονοακόρεστων λιπών σε σχέση με τα λιπόσαρκα κορίτσια ($p < 0.05$).

4.5 Βιοχημικά χαρακτηριστικά του δείγματος

Οι βιοχημικοί δείκτες των παιδιών παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Τα παχύσαρκα παιδιά διέφεραν σημαντικά σε σχέση με τα λιπόσαρκα παιδιά στην ινσουλίνη ($p < 0.01$), το δείκτη ινσουλινοαντίστασης ($p < 0.01$), στα τριγλυκερίδια ($p < 0.01$) και την απολιποπρωτεΐνη Β ($p < 0.05$).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Χαρακτηριστικά της καρδιαγγειακής ευρωστίας του δείγματος

	Παχύσαρκα παιδιά				Λιπόσαρκα παιδιά			
	Αγόρια (n= 7)		Κορίτσια (n= 11)		Αγόρια (n= 6)		Κορίτσια (n= 7)	
	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος
IAE ₁₇₀ (kpm min ⁻¹ kg ⁻¹) ¹	9.6 ± 2.3	5.9-11.1	9.4 ± 2.5	6.6-14.6	15.2 ± 3.6	8.4-17.8	14.2 ± 3.2	9.0-18.0
IAE ₁₇₀ (watt kg ⁻¹) ¹	1.6 ± 0.4	1.0-1.8	1.5 ± 0.4	1.1-2.4	2.5 ± 0.6	1.4-2.9	2.3 ± 0.5	1.5-2.9
VO ₂ max _{προβλ} (ml kg ⁻¹ min ⁻¹) ^{1,3}	47.5 ± 1.8	44.6-48.7	33.2 ± 6.1	26.5-45.7	51.9 ± 2.8	46.6-53.9	44.5 ± 7.7	32.2-53.2

X ± SD: μέσος όρος ± τυπική απόκλιση, n: αριθμός ατόμων, IAE₁₇₀: Ικανότητα Αεροβίου Έργου 170, VO₂max_{προβλ}: Πρόβλεψη μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου,

¹Σημαντική επίδραση ομάδας (ANOVA): ¹p<0.01

³Σημαντική επίδραση φύλου (ANOVA): ³p<0.01

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Διατροφικά χαρακτηριστικά του δείγματος

	Παχύσαρκα παιδιά				Λιπόσαρκα παιδιά			
	Αγόρια (n= 7)		Κορίτσια (n= 11)		Αγόρια (n= 6)		Κορίτσια (n= 7)	
	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος
Θερμιδική πρόσληψη (kcal/day)	2029.9 ± 350.7	1712.9-2705.6	1966.9 ± 301.3	1522.7-2519.7	2098.2 ± 173.3	1803.0-2309.9	1884.9 ± 201.0	1566.2-2068.4
Υδατάνθρακες (gr/day)	242.5 ± 79.1	171.5-401.4	207.1 ± 49.2	150.9-309.3	224.4 ± 35.7	186.6-282.7	227.8 ± 40.0	165.0-297.1
Λίπη (gr/day) ⁵	92.2 ± 14.3	73.4-120.3	96.4 ± 13.1	77.1-110.5	103.1 ± 15.3 [#]	72.3-113.6	78.1 ± 14.8	65.4-98.4
Πρωτεΐνες (gr/day)	79.8 ± 13.0	58.8-98.4	72.8 ± 13.3	57.0-90.0	73.9 ± 15.6	44.7-88.7	73.5 ± 11.5	58.2-88.6
Υδατάνθρακες (%)	45.1 ± 8.1	38.0-59.0	41.3 ± 4.5	34.0-48.0	42.5 ± 7.1	35.0-54.0	47.6 ± 5.8	42.0-58.0
Λίπη (%) ⁵	39.6 ± 5.6	29.0-46.0	44.0 ± 5.3	36.0-52.0	43.7 ± 4.9	36.0-49.0	36.7 ± 4.8	30.0-43.0
Πρωτεΐνες (%)	15.1 ± 2.5	12.0-19.0	14.5 ± 0.9	13.0-16.0	13.7 ± 2.3	10.0-16.0	15.4 ± 2.6	12.0-19.0
Χοληστερόλη (mg/day)	348.1 ± 197.4	165.2-743.5	273.8 ± 47.2	198.7-379.4	323.6 ± 114.9	157.8-458.7	241.1 ± 85.8	140.3-406.3
Κορεσμένα λίπη (gr/day) ⁶	30.6 ± 5.8	26.0-39.9	33.4 ± 7.3	20.2-43.7	34.3 ± 8.6	19.0-45.7	24.9 ± 7.9	15.8-34.3
Μονοακόρεστα λίπη (gr/day) ⁶	40.0 ± 9.4	30.2-55.2	40.9 ± 8.7	28.5-56.3	44.1 ± 8.8 [#]	28.5-53.0	30.1 ± 7.8	19.5-42.8
Πολυακόρεστα λίπη (gr/day)	11.9 ± 3.5	6.4-15.5	10.9 ± 4.0	5.3-18.8	11.6 ± 1.0	10.3-13.0	11.0 ± 3.6	6.6-16.3
Φυτικές ίνες (gr/day)	12.8 ± 5.6	6.3-21.4	12.4 ± 7.3	6.2-32.7	12.5 ± 4.6	7.7 ± 20.3	18.3 ± 6.7	9.0-27.2

X ± SD: μέσος όρος ± τυπική απόκλιση, n: αριθμός ατόμων

^{5,6}Σημαντική αλληλεπίδραση φύλου X ομάδας (ANOVA): ⁵p<0.01, ⁶p<0.05

[#] p<0.05 σε σχέση με λιπόσαρκα κορίτσια

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Βιοχημικοί δείκτες του δείγματος

	Παχύσαρκα παιδιά				Λιπόσαρκα παιδιά			
	Αγόρια (n= 7)		Κορίτσια (n= 11)		Αγόρια (n= 6)		Κορίτσια (n= 7)	
	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος	X ± SD	Εύρος
Γλυκόζη (mg/dL)	91.6 ± 4.9	85.5-98.3	92.1 ± 4.6	83.7-100.1	90.9 ± 8.1	80.1-101.0	87.0 ± 4.4	80.1-92.8
Ινσουλίνη (μU/mL) ¹	10.4 ± 6.2	5.3-22.4	10.4 ± 4.7	3.6-16.8	4.9 ± 2.5	1.9-7.7	6.0 ± 2.3	2.7-8.9
Δείκτης Ινσουλिनoαντίστασης ¹ (HOMA)	2.4 ± 1.5	1.2 ± 5.3	2.4 ± 1.1	0.7-4.0	1.1 ± 0.6	0.3-1.9	1.2 ± 0.5	0.5-1.7
Χοληστερόλη (mg/dL)	193.9 ± 16.3	172.0-216.0	186.5 ± 22.7	154.0-226.0	178.5 ± 34.1	134.0-227.0	177.7 ± 20.6	148.0-205.0
Τριγλυκερίδια (mg/dL) ¹	95.3 ± 40.0	52.0-139.0	79.0± 27.1	44.0-140.0	50.3 ± 11.5	38.0-69.0	62.3 ± 13.2	47.0-84.0
HDL-C (mg/dL)	45.9 ± 9.1	35.0-60.0	46.0 ± 8.5	33.0-65.0	49.5 ± 9.0	41.0-65.0	43.9 ± 5.1	37.0-53.0
LDL-C (mg/dL)	128.9 ± 14.4	110.2-150.4	124.7 ± 16.4	95.2-144.2	118.9 ± 25.8	81.4-152.8	121.4 ± 22.1	94.0-153.8
Απολιποπρωτεΐνη A (mg/dL)	123.9 ± 16.4	104.1-141.9	121.9 ± 22.4	93.6-166.8	130.1 ± 14.3	116.1-155.5	120.0 ± 10.5	108.6-134.7
Απολιποπρωτεΐνη B (mg/dL) ²	78.4 ± 8.9	63.4-88.5	68.1± 12.0	50.1-88.9	62.2 ± 12.4	45.1-77.1	64.1± 11.4	46.9-80.1

X ± SD: μέσος όρος ± τυπική απόκλιση, n: αριθμός ατόμων, HDL-C: High Density Lipoprotein (Υψηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεΐνη), LDL-C: Low Density Lipoprotein (Χαμηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεΐνη), Apo: Απολιποπρωτεΐνη

^{1,2}Σημαντική επίδραση ομάδας (ANOVA): ¹p<0.01, ²p<0.05

4.6 Σχέση ινσουλίνης νηστείας και δείκτη ινσουλινοαντίστασης με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Στον Πίνακα 6 παρουσιάζεται η συσχέτιση ανάμεσα στην ινσουλίνη νηστείας και το δείκτη ινσουλινοαντίστασης με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος. Οι δύο μεταβλητές παρουσίασαν σημαντική θετική συσχέτιση με όλα τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (εύρος τιμών από $r = .466$ έως $r = .699$ και $r = .463$ έως $r = .690$, αντίστοιχα), με μόνο το λόγο W/H να εμφανίζει μία έντονη τάση συσχέτισης με τις δύο παραμέτρους ($r = .348$, $p = 0.056$ και $r = .349$, $p = 0.055$, αντίστοιχα) που όμως δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Συντελεστές συσχέτισης της ινσουλίνης νηστείας και του δείκτη ινσουλινοαντίστασης (HOMA) με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος ($n = 31$)

Μεταβλητές	Ινσουλίνη ($\mu\text{U/mL}$)	Δείκτης Ινσουλινοαντίστασης (HOMA)
Σωματικό βάρος (kg)	.699**	.690**
ΔΜΣ (kg/m^2)	.695**	.686**
Ποσοστό λίπους (%)	.589**	.579**
Λιπώδης μάζα (kg)	.686**	.677**
Άλιπη μάζα (kg)	.466**	.463**
Προσθ/θια διάμετρος (cm)	.541**	.539**
Εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος (cm^2)	.537**	.537**
Περιφέρεια μέσης	.664**	.654**
Περιφέρεια ισχίων	.670**	.657**
W/H	<u>.348 (.056)</u>	<u>.349 (.055)</u>
TER	.468**	.463**

n : αριθμός ατόμων, ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος, W/H: Περιφέρεια Μέσης/Περιφέρεια Ισχίων, (Waist to Hip ratio), TER: Trunk to Extremity ratio [Δερματική Πτυχή (ΔΠ) ωμοπλάτης+ ΔΠ υπερλαγόνια+ ΔΠ κοιλιάς / ΔΠ δικεφάλου+ ΔΠ τρικεφάλου+ ΔΠ μηρού+ ΔΠ γαστροκνημίου]
Σημαντικές συσχετίσεις: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (με έντονα γράμματα παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ενώ με υπογράμμιση αυτές που τείνουν προς στατιστική σημαντικότητα)

4.7 Σχέση ινσουλίνης νηστείας και δείκτη ινσουλινοαντίστασης με την καρδιαγγειακή ευρωστία

Στο σύνολο του δείγματος, η ινσουλίνη νηστείας και ο δείκτης ινσουλινοαντίστασης παρουσίασαν σημαντική αρνητική συσχέτιση με την IAE₁₇₀ ($p < 0.05$). Επίσης και οι δύο παράμετροι εμφάνισαν μία τάση συσχέτισης με την VO₂max_{προβλ} ($r = -.311$, $p = 0.089$ και $r = -.288$, $p = 0.116$, αντίστοιχα) που όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντική (Πίνακας 7).

ΠΙΝΑΚΑΣ 7. Συντελεστές συσχέτισης της ινσουλίνης νηστείας και του δείκτη ινσουλινοαντίστασης (HOMA) με την καρδιαγγειακή ευρωστία στο σύνολο του δείγματος ($n = 31$)

Μεταβλητές	Ινσουλίνη (μU/mL)	Δείκτης Ινσουλινοαντίστασης (HOMA)
IAE ₁₇₀ (watt kg ⁻¹)	-.415*	-.402*
VO ₂ max _{προβλ}	-.311 (.089)	-.288 (.116)

n : αριθμός ατόμων, IAE₁₇₀: Ικανότητα Αεροβίου Έργου 170, VO₂max_{προβλ}: Πρόβλεψη μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου

Σημαντικές συσχετίσεις: * $p < 0.05$, (με έντονα γράμματα παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ενώ με υπογράμμιση αυτές που τείνουν προς στατιστική σημαντικότητα)

4.8 Σχέση ινσουλίνης νηστείας και δείκτη ινσουλινοαντίστασης με διατροφικούς παράγοντες

Η ινσουλίνη νηστείας και ο δείκτης ινσουλινοαντίστασης εμφάνισαν σημαντική αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό των υδατανθράκων ($p < 0.05$) και σημαντική θετική συσχέτιση με το ποσοστό λίπους ($p < 0.05$), την χοληστερόλη ($p < 0.05$). και τα μονοακόρεστα λίπη ($p < 0.01$). Επίσης, παρουσιάστηκε και μία τάση συσχέτισης των δύο μεταβλητών με την

κατανάλωση λίπους ($r = .306$, $p = 0.094$ και $r = .312$, $p = 0.087$, αντίστοιχα) χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική (Πίνακας 8).

ΠΙΝΑΚΑΣ 8. Συντελεστές συσχέτισης της ινσουλίνης νηστείας και του δείκτη ινσουλινοαντίστασης (HOMA) με τους διατροφικούς παράγοντες στο σύνολο του δείγματος ($n = 31$)

Μεταβλητές	Ινσουλίνη ($\mu\text{U/mL}$)	Δείκτης Ινσουλινοαντίστασης (HOMA)
Υδατάνθρακες (gr/day)	-.225	-.233
Λίπη (gr/day)	<u>.306</u> (.094)	<u>.312</u> (.087)
Πρωτεΐνες (gr/day)	.128	.118
Υδατάνθρακες (%)	-.370*	-.375*
Λίπη (%)	.366*	.376*
Πρωτεΐνες (%)	.136	.123
Χοληστερόλη (mg/day)	.389*	.387*
Μονοακόρεστα λίπη (gr/day)	.475**	.471**

n: αριθμός ατόμων

Σημαντικές συσχετίσεις: * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ (με υπογράμμιση παρουσιάζονται οι συσχετίσεις που τείνουν προς στατιστική σημαντικότητα)

4.9 Σχέση φυσικής δραστηριότητας και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις ανάμεσα στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και τις μεταβλητές της φυσικής δραστηριότητας στο σύνολο του δείγματος. Σημαντικά θετική συσχέτιση παρουσίασε η Χαμηλή Έντασης Δραστηριότητα (ΧΕΔ) με το ποσοστό λίπους ($p < 0.05$) και τη λιπώδη μάζα ($p < 0.05$) και μία έντονη τάση θετικής συσχέτισης με το Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) ($p = 0.076$) και το σπλαχνικό λίπος ($p = 0.074$), που όμως δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική. Η Μέτρια Έντασης Δραστηριότητα (ΜΕΔ) και η Έντονη Φυσική Δραστηριότητα (ΕΦΔ)

παρουσίασαν σημαντική αρνητική συσχέτιση με το TER ($p < 0.05$). Τέλος, η καθιστική δραστηριότητα παρουσίασε σημαντικά αρνητική συσχέτιση με το σπλαχνικό λίπος ($r = -.363$, $p\text{-value} < 0.05$).

4.10 Σχέση καρδιαγγειακής ευρωστίας και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Στο σύνολο του δείγματος, η IAE_{170} παρουσίασε σημαντική αρνητική συσχέτιση με όλους τους ανθρωπομετρικούς δείκτες, εκτός της άλιπης μάζας (εύρος συσχέτισης από $r = -.400$ έως $r = -.763$). Παράλληλα, η πρόβλεψη μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ($VO_{2max_{\text{προβλ}}}$) παρουσίασε σημαντικά αρνητική συσχέτιση με το σωματικό βάρος, το ΔΜΣ, το ποσοστό λίπους, τη λιπώδη μάζα, το σπλαχνικό λίπος, την περιφέρεια μέσης και την περιφέρεια ισχίων, ενώ μια έντονη τάση αρνητικής συσχέτισης βρέθηκε με το TER ($r = -.266$, $p = 0.149$), που όμως δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική (Πίνακας 10).

4.11 Σχέση διατροφικών και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Στα διατροφικά στοιχεία του δείγματος, η μόνη στατιστικά σημαντική συσχέτιση παρουσιάστηκε ανάμεσα στην κατανάλωση πρωτεϊνών και την άλιπη μάζα ($p < 0.05$). Στις υπόλοιπες μεταβλητές βρέθηκαν μόνο τάσεις συσχέτισης, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντικές (Πίνακας 11).

ΠΙΝΑΚΑΣ 9. Συντελεστές συσχέτισης των χαρακτηριστικών της φυσικής δραστηριότητας με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος (n= 31)

Μεταβλητές	ΠΧΕΔ (min day ⁻¹)	ΧΕΔ (min day ⁻¹)	ΜΕΔ (min day ⁻¹)	ΕΦΔ (min day ⁻¹)	ΥΕΔ (min day ⁻¹)	ΠΥΕΔ (min day ⁻¹)
ΔΜΣ (kg/m ²)	-.162	<u>.324</u> (.076)	.189	.015	.123	.010
Ποσοστό λίπους (%)	-.088	.395*	.129	-.149	-.055	-.078
Λιπώδης μάζα (kg)	-.128	.360*	.163	-.076	.041	-.044
Άλιπη μάζα (kg)	-.231	-.180	-.228	-.137	.109	.065
Εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος (cm ²)	-.223	<u>.327</u> (.074)	.162	-.063	.040	-.006
W/H	-.141	.193	.064	-.095	-.039	.084
TER	-.053	-.029	-.402*	-.401*	-.099	.078

n: αριθμός ατόμων, ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος, W/H: Περιφέρεια Μέσης/Περιφέρεια Ισχίων, (Waist to Hip ratio), TER: Trunk to Extremity ratio [Δερματική Πτυχή (ΔΠ) ωμοπλάτης+ ΔΠ υπερλαγόνια+ ΔΠ κοιλιάς / ΔΠ δικεφάλου+ ΔΠ τρικεφάλου+ ΔΠ μηρού+ ΔΠ γαστροκνημίου], ΠΧΕΔ: Πολύ Χαμηλής Έντασης Δραστηριότητα, ΧΕΔ: Χαμηλής Έντασης Δραστηριότητα, ΜΕΔ: Μέτριας Έντασης Δραστηριότητα, ΕΦΔ: Έντονη Φυσική Δραστηριότητα, ΥΕΔ: Υψηλής Έντασης Δραστηριότητα, ΠΥΕΔ: Πολύ Υψηλής Έντασης Δραστηριότητα
Σημαντικές συσχετίσεις: *p<0.05 (με έντονα γράμματα παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ενώ με υπογράμμιση αυτές που τείνουν προς στατιστική σημαντικότητα)

ΠΙΝΑΚΑΣ 10. Συντελεστές συσχέτισης χαρακτηριστικών της ευρωστίας με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος (n= 31)

Μεταβλητές	ΙΑΕ ₁₇₀ (watt kg ⁻¹)	VO ₂ max _{προβλ}
Σωματικό βάρος	-.429*	-.356*
ΔΜΣ (kg/m ²)	-.561**	-.371*
Ποσοστό λίπους (%)	-.763**	-.586**
Λιπώδης μάζα (kg)	-.664**	-.504**
Άλιπη μάζα (kg)	.105	.010
Εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος (cm ²)	-.708**	-.423*
Περιφέρεια μέσης	-.598**	-.425*
Περιφέρεια ισχίων	-.507**	-.437*
W/H	-.546**	-.221
TER	-.400*	<u>-.266</u> (.149)

n: αριθμός ατόμων, ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος, W/H: Περιφέρεια Μέσης/Περιφέρεια Ισχίων, (Waist to Hip ratio), TER: Trunk to Extremity ratio [Δερματική Πτυχή (ΔΠ) ωμοπλάτης+ ΔΠ υπερλαγόνια+ ΔΠ κοιλιάς / ΔΠ δικεφάλου+ ΔΠ τρικεφάλου+ ΔΠ μηρού+ ΔΠ γαστροκνημίου], ΙΑΕ₁₇₀: Ικανότητα Αεροβίου Έργου 170, VO₂max_{προβλ}: Πρόβλεψη μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου
Σημαντικές συσχετίσεις: *p<0.05, **p<0.01 (με έντονα γράμματα παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ενώ με υπογράμμιση αυτές που τείνουν προς στατιστική σημαντικότητα)

ΠΙΝΑΚΑΣ 11. Συντελεστές συσχέτισης των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών με τα διατροφικά στοιχεία στο σύνολο του δείγματος

Μεταβλητές	Θερμιδική πρόσληψη (kcal/day)	Υδατάνθρακες (gr/day)	Λίπη (gr/day)	Πρωτεΐνες (gr/day)	Υδατάνθρακες (%)	Λίπη (%)	Πρωτεΐνες (%)	Χοληστερόλη (mg/day)	Κορεσμένα λίπη (gr/day)	Μονοακόρεστα λίπη (gr/day)	Πολυακόρεστα λίπη (gr/day)	Φυτικές ίνες (gr/day)
Σωματικό βάρος	.152	.021	.167	<u>.330</u> (.07)	-.132	.064	.236	<u>.344</u> (.058)	.175	.177	.200	-.100
ΔΜΣ	.203	.028	.276	.256	-.188	.180	.102	<u>.337</u> (.065)	.227	<u>.316</u> (.083)	.189	-.166
Ποσοστό λίπους (%)	- .021	-.144	.140	.067	-.249	.246	.113	.173	.149	.219	.103	-.284
Λιπώδης μάζα (kg)	.087	-.078	.218	.203	-.234	.211	.152	<u>.308</u> (.092)	.212	.251	.199	-.264
Άλιπη μάζα (kg)	.200	.174	.023	.414*	.078	-.196	.287	.278	.051	-.005	.131	.198
Σπλαχνικό λίπος (cm ²)	.089	-.103	.227	.251	-.279	.228	.217	.174	.252	.275	.051	-.219
Περιφέρεια μέσης	.079	-.063	.147	.290	-.197	.126	.270	.269	.130	.234	.179	-.177
Περιφέρεια ισχίων	.114	.027	.102	.260	-.093	.038	.193	.278	.116	.142	.204	-.128
W/H	-.037	-.240	.177	.227	<u>-.344</u> (.058)	.269	<u>.330</u> (.07)	.120	.102	<u>.334</u> (.066)	.034	-.194
TER	-.268	-.214	-.194	-.046	-.098	.033	.206	-.005	-.222	.002	-.012	-.130

n: αριθμός ατόμων, ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος, W/H: Περιφέρεια Μέσης/Περιφέρεια Ισχίων, (Waist to Hip ratio), TER: Trunk to Extremity ratio [Δερματική Πτυχή (ΔΠ) ωμοπλάτης+ ΔΠ υπερλαγόνια+ ΔΠ κοιλιάς / ΔΠ δικεφάλου+ ΔΠ τρικεφάλου+ ΔΠ μηρού+ ΔΠ γαστροκνημίου]
 Σημαντικές συσχετίσεις: *p<0.05 (με έντονα γράμματα παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικά συσχετίσεις ενώ με υπογράμμιση αυτές που τείνουν προς στατιστική σημαντικότητα)

4.12 Σχέση βιοχημικών δεικτών και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

Η σχέση ανάμεσα στους βιοχημικούς δείκτες και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 9. Τα τριγλυκερίδια σχετίστηκαν θετικά με όλα τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (εύρος συσχέτισης από $r = .458$ έως $r = .604$), πλην του λόγου W/H και του TER που παρουσίασαν μία τάση ($r = .345$, $p = 0.057$ και $r = .310$, $p = 0.09$, αντίστοιχα) και της άλιπης μάζας που δεν εμφάνισε καμία συσχέτιση. Επιπρόσθετα, η άλιπη μάζα σχετίστηκε αρνητικά με την χοληστερόλη ($p < 0.01$), την Χαμηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεΐνη (LDL-C) ($p < 0.01$) και την Απολιποπρωτεΐνη Β (Apo B) ($p < 0.05$), ενώ η τελευταία παρουσίασε σημαντικά θετική συσχέτιση τόσο με το λόγο W/H ($p < 0.05$) όσο και με το ποσοστό λίπους ($p < 0.05$). Τέλος, το TER βρέθηκε να σχετίζεται αρνητικά με την απολιποπρωτεΐνη Α (Apo A) ($p < 0.05$)

ΠΙΝΑΚΑΣ 12. Συντελεστές συσχέτισης των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών με βιοχημικούς δείκτες στο σύνολο του δείγματος (n= 31)

Μεταβλητές	Γλυκόζη (mg/dL)	Χοληστερόλη (mg/dL)	Τριγλυκερίδια (mg/dL)	HDL-C (mg/dL)	LDL-C (mg/dL)	Apo A (mg/dL)	Apo B (mg/dL)
Σωματικό βάρος (kg)	.244	-.193	.458*	-.222	-.291	-.235	-.076
ΔΜΣ (kg/m ²)	.198	.002	.559**	-.148	-.112	-.169	.147
Ποσοστό λίπους (%)	.195	.214	.604**	-.117	.124	-.139	.358*
Λιπώδης μάζα (kg)	.206	.024	.583**	-.170	-.082	-.219	.157
Άλιπη μάζα (kg)	.215	-.473**	.093	-.224	-.522**	-.174	-.421*
Εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος (cm ²)	.215	.188	.594**	-.210	.135	-.241	<u>.347</u> (.056)
Περιφέρεια μέσης	.235	-.029	.504**	-.252	-.089	-.278	.139
Περιφέρεια ισχίων	.198	-.113	.465**	-.214	-.197	-.246	.001
W/H	.202	.149	<u>.346</u> (.057)	-.217	.168	-.219	.362*
TER	.254	.024	<u>.310</u> (.09)	<u>-.333</u> (.067)	.073	-.390*	.208

n: αριθμός ατόμων, ΔΜΣ: Δείκτης Μάζας Σώματος, W/H: Περιφέρεια Μέσης/Περιφέρεια Ισχίων, (Waist to Hip ratio), TER: Trunk to Extremity ratio [Δερματική Πτυχή (ΔΠ) ωμοπλάτης+ ΔΠ υπερλαγόνια+ ΔΠ κοιλιάς / ΔΠ δικεφάλου+ ΔΠ τρικεφάλου+ ΔΠ μηρού+ ΔΠ γαστροκνημίου], HDL-C: High Density Lipoprotein (Υψηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεΐνη), LDL-C: Low Density Lipoprotein (Χαμηλής Πυκνότητας Λιποπρωτεΐνη), Apo: Απολιποπρωτεΐνη

Σημαντικές συσχετίσεις: *p<0.05, **p<0.01 (με έντονα γράμματα παρουσιάζονται οι στατιστικά σημαντικά συσχετίσεις ενώ με υπογράμμιση αυτές που τείνουν προς στατιστική σημαντικότητα)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Κύρια ευρήματα

Το κύριο εύρημα της παρούσας ερευνητικής μελέτης είναι η θετική συσχέτιση της ινσουλίνης νηστείας και της ινσουλिनoαντίστασης με το ΔΜΣ, το ποσοστό λίπους, τη λιπώδη μάζα και το σπλαχνικό λίπος. Επιπλέον η υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία φάνηκε να σχετίζεται με χαμηλότερη συγκέντρωση ινσουλίνης νηστείας και χαμηλότερο δείκτη ινσουλινoαντίστασης. Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η συμμετοχή των παιδιών σε φυσική δραστηριότητα και η βελτίωση της καρδιαγγειακής τους ευρωστίας μπορούν να επηρεάσουν θετικά το σωματικό βάρος και λίπος και να επιδράσουν ευνοϊκά σε παράγοντες που σχετίζονται με την εμφάνιση του μεταβολικού συνδρόμου.

Αναλυτικότερα, διαπιστώθηκε ότι: α) Η συνολική φυσική δραστηριότητα δε διέφερε μεταξύ παχύσαρκων και λιπόσαρκων παιδιών, αλλά ορισμένες παράμετροί της παρουσίασαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο κατηγορίες παιδιών, β) Η καρδιαγγειακή ευρωστία ήταν υψηλότερη στα λιπόσαρκα παιδιά, γ) Η συνολική θερμιδική πρόσληψη δε διέφερε μεταξύ παχύσαρκων και λιπόσαρκων παιδιών, αλλά υπήρχαν σημαντικές διαφορές σε συγκεκριμένες διατροφικές παραμέτρους, δ) Τα παχύσαρκα παιδιά παρουσίασαν υψηλότερες τιμές στην ινσουλίνη νηστείας, το δείκτη ινσουλινoαντίστασης (HOMA-IR), τη συγκέντρωση τριγλυκεριδίων και την απολιποπρωτεΐνη Β, ε) Η χαμηλή έντασης φυσική δραστηριότητα σχετίστηκε θετικά με το ποσοστό λίπους και τη λιπώδη μάζα, ενώ η καρδιαγγειακή ευρωστία σχετίστηκε με χαμηλότερο ΔΜΣ, ποσοστό σωματικού λίπους, λιπώδη μάζα, σπλαχνικό λίπος και στ) Η ινσουλίνη νηστείας και η

ινσουλινοαντίσταση παρουσίασαν σημαντικές συσχετίσεις με τη σωματική σύσταση καθώς και με την ποσοστιαία κατανάλωση λίπους, χοληστερόλης και μονοακόρεστων λιπών.

5.2 Σχέση της ινσουλίνης νηστείας και του δείκτη ινσουλινοαντίστασης με την καρδιαγγειακή ευρωστία και τη φυσική δραστηριότητα

Χαρακτηριστικό των ερευνών που έχουν ασχοληθεί με τη σχέση ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, την ευρωστία και την ινσουλίνη είναι ο σχετικά μικρός αριθμός τους και οι διαφορετικές μέθοδοι εκτίμησης των παραπάνω παραμέτρων. Τα δεδομένα πάντως από τη βιβλιογραφία όσον αφορά στα παιδιά ποικίλλουν, ενώ στους ενήλικες η εικόνα είναι πιο ξεκάθαρη, με τη φυσική δραστηριότητα και την ευρωστία να επιδρούν θετικά στην ινσουλινοευαισθησία (Katzmarzyk et al., 2003)

Μελέτες σε παιδιά, έδειξαν ότι μετά από διόρθωση ως προς το φύλο, το επίπεδο ωριμότητας και τη σύσταση σώματος, δεν υπάρχει καμία συσχέτιση ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα, την ευρωστία και την ινσουλινοευαισθησία, όπως αυτή εκτιμήθηκε από τη δοκιμασία ανοχής γλυκόζης (Ball et al., 2004; Shaibi et al., 2005). Οι ίδιοι ερευνητές θεωρούν πως η παραπάνω σχέση επηρεάζεται έμμεσα, μέσω του σωματικού λίπους, κάτι που επιβεβαιώνεται και από μελέτες παρέμβασης με άσκηση (Kang et al., 2002). Από την άλλη, ο Ku (2000) χρησιμοποιώντας παρόμοια μεθοδολογία με αυτή του Ball (2004), διαπίστωσε ότι η φυσική δραστηριότητα σχετιζόταν θετικά με την ινσουλινοευαισθησία, ενώ η VO_{2max} μετά από διόρθωση ως προς την εθνικότητα, τη λιπώδη και άλιπη μάζα, παραδόξως σχετιζόταν αρνητικά με την ινσουλινοευαισθησία. Κατά το συγγραφέα, η σχέση αυτή

πιθανότατα οφείλεται σε μεθοδολογικά προβλήματα που σχετίζονται με την εκτίμηση της ευρωστίας καθώς και στο γεγονός ότι αυτή επηρεάζεται έντονα από την κληρονομικότητα (Bouchard et al., 1998; Ku et al., 2000).

Στην παρούσα μελέτη, η εκτίμηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας έγινε με πρόβλεψή της από την IAE_{170} , η οποία σχετίστηκε αρνητικά με τη συγκέντρωση της ινσουλίνης και το δείκτη ινσουλινοαντίστασης. Το εύρημα αυτό έρχεται σε συμφωνία με την έρευνα του Gutin (2004), όπου η χαμηλότερη καρδιαγγειακή ευρωστία και το επιπλέον σωματικό λίπος σχετιζόταν σημαντικά με υψηλότερες συγκεντρώσεις ινσουλίνης, όπως αυτή εκτιμήθηκε από δείγματα νηστείας. Παράλληλα, η θετική επίδραση της ευρωστίας στην κεντρικού τύπου παχυσαρκία (Nassis et al., 2005α; Psarra et al., 2005) σε συνδυασμό με πρόσφατη μελέτη όπου η αυξημένη ευρωστία σε παιδιά μετά από προπόνηση οδήγησε σε βελτίωση της ινσουλινοαντίστασης (Nassis et al., 2005β), τονίζουν την ανάγκη βελτίωσης της CRF για την αντιμετώπιση των κινδύνων που σχετίζονται με την παχυσαρκία.

Όσον αφορά στην φυσική δραστηριότητα, στην παρούσα μελέτη, δε βρέθηκε καμία σημαντική στατιστικά συσχέτιση με την ινσουλίνη. Αυτό το εύρημα, έρχεται σε αντίθεση με την έρευνα του Brage (2004β), όπου η φυσική δραστηριότητα όπως καταγράφηκε με δραστηριογράφο σχετιζόταν αρνητικά με την αντίσταση στην ινσουλίνη σε ομάδα παιδιών από τη Δανία, ενώ σε προηγούμενη έρευνα του ίδιου συγγραφέα, εκτός από τη φυσική δραστηριότητα και η καρδιαγγειακή ευρωστία σχετιζόταν αρνητικά με την συγκέντρωση ινσουλίνης νηστείας (Brage et al., 2004β). Παρόμοια και τα αποτελέσματα του Schmitz (2002) όπου η ινσουλινοευαισθησία και η ινσουλίνη νηστείας, όπως μετρήθηκαν με την τεχνική του

υπερινσουλιναιμικού-ευγλυκαιμικού clamp σχετιζόταν σημαντικά με τη φυσική δραστηριότητα.

Το γεγονός της έλλειψης συσχέτισης ανάμεσα στη φυσική δραστηριότητα και την ινσουλίνη στην παρούσα μελέτη, μπορεί να οφείλεται σε αρκετούς παράγοντες, όπως είναι ο μικρός αριθμός των παιδιών του δείγματός μας καθώς και οι περιορισμοί που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση του τριαξονικού δραστηριογράφου. Πιο συγκεκριμένα, παρ' όλο που η καταγραφή της φυσικής δραστηριότητας με δραστηριογράφο για τέσσερις ημέρες της εβδομάδας θεωρείται αρκετή, είναι προφανές ότι μπορεί να μην αποτυπώνει πλήρως τις συνήθειες ενός παιδιού κατά την ανάπτυξή του. Πρόσφατες έρευνες αναφέρουν πως πιθανόν η 7ήμερη καταγραφή της φυσικής δραστηριότητας να είναι η καταλληλότερη για τα παιδιά (Trost et al., 2005). Επιπρόσθετα, οι δραστηριογράφοι δεν καταγράφουν όλα τα είδη κίνησης, με αποτέλεσμα να υποεκτιμούν δραστηριότητες όπως είναι η ποδηλασία, η κολύμβηση και οι κινήσεις του κορμού και των άνω άκρων (Trost et al., 2005; Ekelund et al., 2002; Brage et al., 2004), ενώ φαίνεται να μειονεκτούν στην καταγραφή πολύ έντονων κινήσεων που διαρκούν μόλις λίγα δευτερόλεπτα (Freedson et al., 2005).

Γενικότερα πάντως, διαφαίνεται μία θετική επίδραση της άσκησης και της καλής φυσικής κατάστασης στην ινσουλινοευαισθησία, η οποία ερμηνεύεται μέσω αρκετών πιθανών μηχανισμών. Έτσι, η αποτελεσματικότερη δράση της ινσουλίνης μετά από άσκηση, ενδεχομένως μπορεί να επιτευχθεί μέσω της αύξησης της συγκέντρωσης των μεταφορέων γλυκόζης μέσα στο σκελετικό μυ (GLUT-4) καθώς και της αύξησης του αριθμού των τύπου I μυϊκών ινών που έχουν υψηλότερη αναλογία σε GLUT-4

και επομένως μεγαλύτερη ευαισθησία στην ινσουλίνη. Παράλληλα, οι αυξήσεις του αριθμού των μυϊκών τριχοειδών, η αυξημένη αιματική ροή, κυρίως στους μυς που συμμετέχουν στην άσκηση, και που διευκολύνουν την πρόσληψη της γλυκόζης, η αύξηση της δραστηριότητας ή και της έκφρασης πρωτεϊνών που μετέχουν στη μεταφορά του σήματος της ινσουλίνης μέσα στο κύτταρο και τέλος η αύξηση της δραστηριότητας των ενζύμων στο εσωτερικό του κυττάρου αποτελούν προσαρμογές που σχετίζονται με τη βελτίωση της ινσουλινοευαισθησίας (Hawley et al., 2004; Ball et al., 2004; Nassis et al., 2005β).

Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί ότι η ανομοιογένεια στα αποτελέσματα των ερευνών που διερευνούν τις παραπάνω σχέσεις, πιθανότατα εξηγείται από την ποικιλία των μεθόδων εκτίμησης της σύστασης σώματος, της καρδιαγγειακής ευρωστίας, της φυσικής δραστηριότητας και/ή τις διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, το επίπεδο ωρίμανσης και την εθνικότητα των ερευνούμενων πληθυσμών (Ball et al., 2004). Παράλληλα, ο έμμεσος προσδιορισμός της ινσουλινοαντίστασης μέσω της ινσουλίνης νηστείας, όπως γίνεται και στην παρούσα μελέτη, και όχι πιο άμεσοι μέθοδοι, όπως το υπερινσουλιναιμικό-ευγλυκαιμικό clamp ή η δοκιμασία ανοχής γλυκόζης, πιθανότατα να αποτελεί έναν ακόμη παράγοντα διαφοροποίησης των αποτελεσμάτων των ερευνών (Ball et al., 2004; Gutin et al., 2004).

5.3 Σχέση της ινσουλίνης νηστείας και του δείκτη ινσουλινοαντίστασης με τη διατροφή

Στο σύνολο του δείγματος, η ποσοστιαία κατανάλωση υδατανθράκων σχετίστηκε αρνητικά με τη συγκέντρωση ινσουλίνης και το δείκτη ινσουλινοαντίστασης. Επιπρόσθετα, οι τελευταίες δύο μεταβλητές σχετίστηκαν

θετικά με την ποσοστιαία κατανάλωση λίπους, χοληστερόλης και μονοακόρεστων λιπών.

Μέσα από τη βιβλιογραφία, διαπιστώνετε ότι η διατροφικές επιλογές επηρεάζουν σημαντικά την ινσουλινοευαισθησία. Πιο συγκεκριμένα, υδατάνθρακες με υψηλό γλυκαιμικό δείκτη και γρήγορη απορρόφηση από το έντερο, προκαλούν έντονη αύξηση στα επίπεδα της γλυκόζης του αίματος, με αποτέλεσμα τη γρήγορη έκκριση ινσουλίνης, ώστε να επανέλθει η γλυκόζη σε φυσιολογικά επίπεδα. Αυτή η παρατεταμένη αύξηση της συγκέντρωσης της ινσουλίνης πιθανότατα να προκαλεί δυσλειτουργία των υποδοχέων ινσουλίνης και να οδηγεί σε ινσουλινοαντίσταση και σε δυσανοχή στη γλυκόζη. Αντίθετα, ένα διαιτολόγιο πλούσιο σε φυτικές ίνες, όπως είναι το κριθάρι, μπορεί να συμβάλλει στη μείωση της μεταγευματικής υπερινσουλιναϊμίας (Mathers et al., 1998).

Όσον αφορά στην κατανάλωση λίπους, σε πρόσφατη μελέτη, η υψηλή πρόσληψη λιπών σχετιζόταν με χαμηλότερη ευαισθησία στην ινσουλίνη σε μαύρα παιδιά, όπως αυτή μετρήθηκε με την τεχνική της δοκιμασίας ανοχής γλυκόζης (Weigensberg et al., 2005).

Φαίνεται πως εκτός από την αύξηση της φυσικής δραστηριότητας, και η ορθή διατροφική συμπεριφορά μπορεί να επιδράσει ευνοϊκά στη συγκέντρωση της ινσουλίνης. Ωστόσο, επιπρόσθετες έρευνες χρειάζονται προκειμένου να διευκρινιστεί κατά πόσο, όχι μόνο το είδος των υδατανθράκων και λιπών, αλλά και αλληλεπίδρασή τους, μπορούν να επηρεάσουν την ινσουλινοευαισθησία. Τέλος, στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και τα σημαντικά μεθοδολογικά προβλήματα που συναντάμε στη χρήση των ημερολόγιων

καταγραφής τροφίμων και που σχετίζονται με την υποεκτίμηση της διατροφικής πρόσληψης (Kopelman et al., 2000; Maffei et al., 2000).

5.4 Σχέση της φυσικής δραστηριότητας, της καρδιαγγειακής ευρωστίας και της διατροφής με τα λιπίδια

Στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκαν σημαντικές σχέσεις ανάμεσα σε διαφορετικές εντάσεις της φυσικής δραστηριότητας και τα λιπίδια. Συγκεκριμένα, βρέθηκε αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην καθιστική δραστηριότητα, την LDL, τη χοληστερόλη και την απολιποπρωτεΐνη B, θετική μεταξύ χαμηλής έντασης δραστηριότητας, χοληστερόλης και απολιποπρωτεΐνης B, ενώ η HDL σχετίστηκε θετικά με τη μέτρια έντασης φυσική δραστηριότητα.

Προηγούμενες έρευνες έχουν χρησιμοποιήσει άλλες μεθόδους εκτίμησης της φυσικής δραστηριότητας, όπως είναι οι ανακλήσεις 24ώρου, τα ερωτηματολόγια, η χρήση του διπλά ισότοπου νερού, η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας και οι συνεντεύξεις. Σε αυτή ακριβώς τη διαφορετική μεθοδολογική προσέγγιση, πιθανότατα να οφείλονται και τα αντικρουόμενα αποτελέσματα (Tolfrey et al., 2000; Tolfrey et al., 1999).

Όσον αφορά στην καρδιαγγειακή ευρωστία, βρέθηκε ότι η IAE_{170} , που χρησιμοποιήθηκε για τον έμμεσο προσδιορισμό της VO_{2max} , σχετίστηκε αρνητικά με τα τριγλυκερίδια και την απολιποπρωτεΐνη B. Αυτό το αποτέλεσμα βρίσκεται σε συμφωνία με την έρευνα του Brage (2004α), όπου συμπεραίνει ότι η μειωμένη φυσική δραστηριότητα και η χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία των παιδιών επηρεάζει αρνητικά τις παραμέτρους του μεταβολικού συνδρόμου. Οι παραπάνω σχέσεις ενισχύουν πιθανόν και

την άποψη ότι η άσκηση και η καλή φυσική κατάσταση, τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά, οδηγούν σε αύξηση της δράσης της λιποπρωτεϊνικής λιπάσης, με αποτέλεσμα τον αυξημένο ρυθμό εκκαθάρισής των τριγλυκεριδίων και κατά συνέπεια τη μείωση της συγκέντρωσής τους στο πλάσμα (Ferguson et al., 1999). Επιπλέον, η αυξημένη αιματική ροή και η καλύτερη παροχή οξυγόνου προς το μυϊκό ιστό που επιτυγχάνεται μέσω της άσκησης, βελτιώνει το μεταβολισμό των λιπιδίων και οδηγεί σε υψηλότερα επίπεδα HDL (Brage et al., 2004α)

Ωστόσο και αυτή η σχέση μεταξύ ευρωστίας και λιπιδίων βρίσκεται υπό αμφισβήτηση, γεγονός που πιθανότατα, οφείλεται στα διαφορετικά χαρακτηριστικά των παιδιών κάθε έρευνας καθώς και στις μεθόδους εκτίμησης της καρδιαγγειακής ευρωστίας (μέγιστες, υπομέγιστες δοκιμασίες) (Tolfrey et al., 2000; Tolfrey et al., 1999). Τέλος, ανάμεσα στα διατροφικά χαρακτηριστικά και τα λιπίδια δε βρέθηκε καμία συσχέτιση.

5.5 Σχέση σωματικής σύστασης και βιοχημικών δεικτών

Σημαντικές θετικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν ανάμεσα στη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων, την ινσουλίνη νηστείας, το δείκτη ινσουλινοαντίστασης και τα περισσότερα από τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος. Τα παραπάνω αποτελέσματα βρίσκονται σε συμφωνία με αρκετές άλλες μελέτες (Freedman et al., 1999; Owens et al., 2000; Texeira et al., 2001; Maffei et al., 2001; Andersen et al., 2003; Gutin et al., 2004; Weiss et al., 2004; Sinaiko et al., 2005).

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί στην κατανομή του σωματικού λίπους, καθώς στους ενήλικες, η κεντρικού τύπου παχυσαρκία και πιο συγκεκριμένα η σπλαχνική παχυσαρκία, σχετίζεται άμεσα με παραμέτρους

του μεταβολικού συνδρόμου (Goran et al., 2001). Επιπλέον, σε δείγμα παιδιών από την Ευρώπη, φαίνεται ότι η κεντρική και κοιλιακή παχυσαρκία αυξάνει με γρηγορότερους ρυθμούς απ' ό,τι το συνολικό σωματικό λίπος (McCarthy et al., 2003). Αυτό είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό, καθώς και στη νεαρή ηλικία η εναπόθεση του λίπους στην περιοχή της κοιλιάς σχετίζεται με πολλαπλούς παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών νοσημάτων (Freedman et al., 1999 ; Savva et al., 2000). Τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών έρχονται σε συμφωνία με τα δικά μας, όπου το εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος και η περιφέρεια μέσης, που χρησιμοποιείται ως δείκτης κατανομής του λίπους, συσχετίστηκε θετικά με τη συγκέντρωση τριγλυκεριδίων, ινσουλίνης και το δείκτη ινσουλινοαντίστασης.

Ένας πιθανός μηχανισμός που να οδηγεί σε υπερινσουλιναιμία σχετίζεται με το σπλαχνικό λιπώδη ιστό, που όντας λιπολυτικά πιο δραστήριος, προκαλεί αύξηση των ελευθέρων λιπαρών οξέων, τα οποία διοχετεύονται στο ήπαρ προκαλώντας με τη σειρά τους αύξηση της ηπατικής παραγωγής γλυκόζης. Κατ' αυτό τον τρόπο προκαλείται δυσανοχή στη γλυκόζη με ταυτόχρονη μείωση της εκκαθάρισης της ινσουλίνης από το ήπαρ, που κατά συνέπεια οδηγεί σε αύξηση της περιφερικής συγκέντρωσης ινσουλίνης (Goran et al., 1999; Kopelman et al., 2000; Goran et al., 2001; Sinaiko et al., 2005).

5.6 Σχέση της φυσικής δραστηριότητας και της καρδιαγγειακής ευρωστίας με τη σωματική σύσταση

Στην παρούσα μελέτη, στο σύνολο των παιδιών, εμφανίστηκε θετική συσχέτιση ανάμεσα στη Χαμηλή Έντασης Φυσική Δραστηριότητα και το ποσοστό λίπους και την άλιπη μάζα. Παράλληλα, η Μέτρια και Υψηλής

Έντασης Δραστηριότητα παρουσίασαν αρνητική συσχέτιση με την κατανομή του σωματικού λίπους, όπως αυτή εκφράζεται με το TER. Τα παραπάνω αποτελέσματα διαφέρουν από έρευνες που δεν έχουν δείξει καμία σχέση μεταξύ των δύο παραμέτρων (Grund et al., 2000; Johnson et al., 2000; Treuth et al. 1998; Maffei et al., 1997), αλλά και από αυτές που έχουν εμφανίσει συσχετίσεις (Treuth et al., 2005; Ara et al., 2004; DeLany et al., 2002; Ekelund et al., 2002; Rowlands et al., 1999; Goran et al., 1997). Πιο συγκεκριμένα, οι συσχετίσεις αυτές παρουσιάζονται ανάμεσα στο σωματικό λίπος και τη συνολική φυσική δραστηριότητα ή κάποιες εντάσεις αυτής, που δεν παρατηρούνται στην παρούσα μελέτη. Πιθανότατα, το γεγονός ότι η φυσική δραστηριότητα προσδιορίζεται με διαφορετικές μεθόδους (ερωτηματολόγια, ημερολόγια καταγραφής δραστηριοτήτων, με καταγραφή της καρδιακής συχνότητας, με έκφρασή της ως ενεργειακή κατανάλωση όπως εκτιμήθηκε με τη μέθοδο του διπλά σημασμένου νερού ή μέσω υπολογισμού από την έμμεση θερμιδομετρία) να προκαλεί τις παραπάνω διαφοροποιήσεις.

Το συμπέρασμα που ενδεχομένως προκύπτει από την ανάλυση των αποτελεσμάτων μας είναι ότι το επιπλέον σωματικό λίπος των παχύσαρκων παιδιών, πιθανότατα να σχετίζεται με το γεγονός ότι συμμετέχουν περισσότερες ώρες σε δραστηριότητες χαμηλής έντασης σε σχέση με τα λιπόσαρκα παιδιά. Ωστόσο, κάτι τέτοιο δεν ισχύει απόλυτα, καθώς δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ούτε στη συνολική ούτε και στις επιμέρους εντάσεις της φυσικής δραστηριότητας. Επιπρόσθετα, η απουσία συσχετίσεων μεταξύ της σωματικής σύστασης με τις διάφορες παραμέτρους της φυσικής δραστηριότητα πιθανόν να εξηγείται από την επιλογή της μεθόδου εκτίμησής της. Συγκεκριμένα, παρ' όλο που η καταγραφή της φυσικής δραστηριότητας

με δραστηριογράφο για τέσσερις ημέρες της εβδομάδας θεωρείται αρκετή, είναι προφανές ότι μπορεί να μην αποτυπώνει πλήρως τις συνήθειες ενός παιδιού κατά την ανάπτυξή του (Trost et al., 2005).

Στο σύνολο του δείγματος, τα χαρακτηριστικά της ευρωστίας συσχετίστηκαν σημαντικά με τη σωματική σύσταση. Πιο συγκεκριμένα, τόσο η IAE_{170} όσο και $VO_{2max_{προβλ}}$ σχετίστηκαν αρνητικά με το σωματικό βάρος, το ΔΜΣ, το ποσοστό λίπους, τη λιπώδη μάζα, το εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος, την περιφέρεια μέσης και την περιφέρεια ισχίων. Επιπρόσθετα, η IAE_{170} σχετίστηκε αρνητικά με το λόγο W/H και το TER. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία και με άλλες μελέτες (Grund et al., 2000; Johnson et al., 2000; Treuth et al., 2003; Ara et al., 2004; Nassis et al., 2005; Pssara et al., 2005). Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν έχει πλήρως τεκμηριωθεί αν το σωματικό λίπος είναι υπεύθυνο για τα μειωμένα επίπεδα καρδιαγγειακής ευρωστίας ή αν η χαμηλή ευρωστία είναι αυτή που προκαλεί τη συσσώρευση σωματικού λίπους. Πάντως, σε πρόσφατη μελέτη φαίνεται πως τα παχύσαρκα–υπέρβαρα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία παρουσιάζουν ευνοϊκότερες τιμές τόσο στο ολικό όσο και στην κατανομή του σωματικού λίπους σε σχέση με μη εύρωστα παιδιά του ίδιου ΔΜΣ (Nassis et al., 2005).

5.7 Διαφορές ανάμεσα σε υπέρβαρα/παχύσαρκα και λιπόσαρκα παιδιά

Τα παχύσαρκα παιδιά όπως ήταν αναμενόμενο, εμφανίστηκαν βαρύτερα, με μεγαλύτερο ποσοστό σωματικού λίπους, αυξημένη λιπώδη μάζα, προσθιοπίσθια διάμετρο, εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος, λόγο W/H και

TER σε σχέση με τα λιπόσαρκα παιδιά. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με προηγούμενες έρευνες (Treuth et al., 1998; Grund et al., 2000; Ekelund et al., 2002; DeLany et al., 2002).

Όσον αφορά στη συνολική φυσική δραστηριότητα, οι δύο κατηγορίες παιδιών δεν εμφάνισαν διαφορές. Από τις υπόλοιπες παραμέτρους, τα παχύσαρκα παιδιά παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερη φυσική δραστηριότητα χαμηλής έντασης σε σχέση με τα λιπόσαρκα παιδιά. Στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, δεν υπάρχουν πολλά δεδομένα σχετικά με το χρόνο που αφιερώνουν τα παιδιά σε διαφορετικής έντασης φυσική δραστηριότητα. Γενικότερα, πάντως, η έλλειψη διαφορών στη φυσική δραστηριότητα έρχεται σε συμφωνία και με άλλες έρευνες, όπου η τελευταία υπολογίζεται μέσω της εκτίμησης της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και του βασικού μεταβολισμού με τη μέθοδο της έμμεσης θερμιδομετρίας, τόσο σε τρεις ομάδες παιδιών (παχύσαρκα – υπέρβαρα – κανονικά) (Grund et al., 2000) όσο και μεταξύ υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών (Treuth et al., 1998). Απ' την άλλη, ο DeLany (2002) εκτιμώντας τη φυσική δραστηριότητα με τη μέθοδο του διπλά σημασμένου νερού έδειξε ότι η φυσική δραστηριότητα των παχύσαρκων παιδιών ήταν μικρότερη σε σχέση με αυτή των αδύνατων παιδιών. Ο Ekelund (2002) χρησιμοποιώντας την παραπάνω μέθοδο, δεν βρήκε διαφορές στη φυσική δραστηριότητα ανάμεσα σε παχύσαρκους και φυσιολογικού βάρους εφήβους. Ωστόσο, στην ίδια έρευνα, τόσο η μέτριας έντασης όσο και συνολική φυσική δραστηριότητα, όπως εκτιμήθηκαν από μονοαξονικό δραστηριογράφο, εμφανίστηκαν σημαντικά μικρότερες στα παχύσαρκα σε σχέση με τα αδύνατα παιδιά. Παρόμοια και τα αποτελέσματα σε μία ακόμη μελέτη, όπου με τη χρήση δραστηριογράφου διαπιστώθηκε ότι

τα παχύσαρκα παιδιά συμμετείχαν λιγότερο σε μέτριας και έντονης έντασης φυσική δραστηριότητα σε σχέση με τα φυσιολογικού βάρους παιδιά (Trost et al., 2001).

Στο σημείο αυτό, θα πρέπει να τονιστεί ότι η σύγκριση της παρούσας έρευνας με τις παραπάνω δεν είναι ιδιαίτερα εύκολη λόγω των διαφορετικών μεθόδων που έχουν χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της φυσικής δραστηριότητας. Πιο συγκεκριμένα, με τη μέθοδο της έμμεσης θερμιδομετρίας και του διπλά σημιασμένου νερού γίνεται υπολογισμός του ενεργειακού κόστους της φυσικής δραστηριότητας, ενώ με τα ερωτηματολόγια, τους παλμογράφους, τους δραστηριογράφους γίνεται εκτίμηση τόσο της διάρκειας όσο και της έντασης της φυσικής δραστηριότητας. Στην εν λόγω μελέτη, χρησιμοποιήθηκε ο τριαξονικός δραστηριογράφος, όπου προσδιορίζει την επιτάχυνση του ανθρωπίνου σώματος ανά λεπτό σε τρία επίπεδα (κάθετο, οριζόντιο, πλευρικό) και παρέχει τη δυνατότητα υπολογισμού του συνολικού χρόνου που τα παιδιά καταναλώνουν σε φυσική δραστηριότητα καθώς και το χρόνο που αφιερώνουν σε καθιστικές δραστηριότητες και δραστηριότητες ποικίλλων εντάσεων. Ωστόσο, τα αποτελέσματα θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή γιατί, όπως φαίνεται και από τη βιβλιογραφία, οι δραστηριογράφοι δεν καταγράφουν όλα τα είδη κίνησης, με αποτέλεσμα να υποεκτιμούν δραστηριότητες όπως είναι η ποδηλασία, η κολύμβηση και οι κινήσεις των άνω άκρων (Trost et al., 2005; Brage et al., 2004; Ekelund et al., 2002). Επομένως, η σύγκριση των αποτελεσμάτων των ερευνών που χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους εκτίμησης της φυσικής δραστηριότητας θα πρέπει να γίνεται με επιφύλαξη και πάντα γνωρίζοντας τους περιορισμούς της κάθε μεθόδου.

Στη συγκεκριμένη μελέτη η συνολική φυσική δραστηριότητα δε φαίνεται να διαφέρει μεταξύ παχύσαρκων και λιπόσαρκων παιδιών, ώστε να εξηγήει εν μέρει τις διαφορές στη σωματική σύστασή τους. Άλλοι δυνητικοί παράγοντες που πιθανότατα ερμηνεύουν τις παραπάνω διαφορές είναι η υψηλότερη θερμιδική πρόσληψη, η χαμηλότερη τροφογενής θερμογένεση και ο μικρότερος βασικός μεταβολικός ρυθμός των παχύσαρκων σε σχέση με τα αδύνατα παιδιά. Όσον αφορά στη θερμιδική πρόσληψη, η ανάλυση των ημερολόγιων καταγραφής τροφίμων στην παρούσα μελέτη δεν έδειξε σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων παιδιών. Παράλληλα, στις περισσότερες έρευνες, η τροφογενής θερμογένεση και ο βασικός μεταβολικός ρυθμός δε φαίνεται να διαφέρει σημαντικά ανάμεσα στα παχύσαρκα και αδύνατα παιδιά (Goran et al., 1997; Treuth et al., 1998; Grund et al., 2000; Johnson et al., 2000; Ekelund et al., 2002). Επιπρόσθετα, γενετικοί παράγοντες καθώς και η σωματική σύσταση των γονέων μπορεί σε κάποιο βαθμό, να εξηγούν τις διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων παιδιών (Treuth et al., 2000; Treuth et al., 2003).

Όσον αφορά στα χαρακτηριστικά της καρδιαγγειακής ευρωστίας, παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων. Πιο συγκεκριμένα, τα παχύσαρκα παιδιά είχαν μικρότερη Ικανότητα Αεροβίου Έργου (IAE_{170}) και χαμηλότερη προβλεπόμενη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($VO_{2max_{\text{προβλ}}}$) σε σχέση με τα λιπόσαρκα παιδιά. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με πλήθος ερευνών (Grund et al., 2000; Johnson et al., 2000; Treuth et al., 2003; Ara et al., 2004; Pssara et al., 2005; Nassis et al., 2005), ενώ έρχονται σε αντιπαράθεση με αυτά της Treuth et al. (1998). Ωστόσο, δεν έχει εξακριβωθεί αν το σωματικό λίπος είναι υπεύθυνο για τα

μειωμένα επίπεδα καρδιαγγειακής ευρωστίας ή αν η χαμηλή ευρωστία είναι αυτή που προκαλεί συσσώρευση σωματικού λίπους.

Τέλος, τα παχύσαρκα παιδιά είχαν υψηλότερες τιμές σε βιοχημικούς δείκτες όπως, η ινσουλίνη νηστείας, ο δείκτης ινσουλινοαντίστασης, τα τριγλυκερίδια και η απολιποπρωτεΐνη Β σε σχέση με τα λιπόσαρκα παιδιά, χωρίς όμως να υπερβαίνουν το φυσιολογικό εύρος τιμών που ισχύει με βάση το φύλο και την ηλικία τους. Παρόμοια αποτελέσματα για μία ή περισσότερες από τις παραπάνω παραμέτρους έχουν βρεθεί σε πολλές έρευνες (Texeira et al., 2001; Weiss et al., 2004; Burke et al., 2005; Sinaiko et al., 2005). Οι υψηλότερες αυτές συγκεντρώσεις πιθανότατα εξηγούνται από την αυξημένη λιπώδη μάζα των παχύσαρκων παιδιών και κυρίως από τις υψηλότερες τιμές σπλαχνικού λίπους.

5.8 Διαφορές ανάμεσα στα αγόρια και κορίτσια

Εξετάζοντας τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παιδιών, υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση φύλου X ομάδας στο TER. Συγκεκριμένα, τα λιπόσαρκα αγόρια παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τα παχύσαρκα αγόρια και τα λιπόσαρκα κορίτσια. Τα αποτελέσματα των ερευνών εμφανίζονται αντικρουόμενα, τόσο όσο ως προς την ύπαρξη διαφορών μεταξύ των δύο φύλων όσο και προς τα χαρακτηριστικά που διαφέρουν (Rowlands et al., 1999; Grund et al., 2000; Johnson et al., 2000; Ball et al., 2001; Ekelund et al., 2002; DeLany et al., 2002).

Στα χαρακτηριστικά της φυσικής δραστηριότητας, σημαντικά αυξημένος ήταν ο χρόνος που τα κορίτσια αφιέρωναν σε καθιστικές δραστηριότητες σε σχέση με τα αγόρια, ενώ τα αγόρια κατανάλωναν περισσότερο χρόνο σε

δραστηριότητες μέτριας έντασης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με ορισμένες μελέτες (Andersen et al., 1998; DeLany et al., 2002), ενώ έρχονται σε αντίθεση με άλλες (Rowlands et al., 1999; Johnson et al., 2000; Grund et al., 2000; Ball et al., 2001; Ekelund et al., 2002). Φαίνεται πως στα κορίτσια, τα ιδιαίτερα ψυχολογικά και συναισθηματικά χαρακτηριστικά και οι ορμονικές μεταβολές που παρατηρούνται κατά την εφηβική ηλικία οδηγούν στην παρατηρούμενη αποχή τους από τις οργανωμένες φυσικές δραστηριότητες (Goran et al., 1999; Crespo et al., 2001).

Η καρδιαγγειακή ευρωστία διέφερε σημαντικά ανάμεσα στα δύο φύλα, με την προβλεπόμενη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου να είναι μεγαλύτερη στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια. Αυτή η διαφοροποίηση έχει βρεθεί και σε άλλες μελέτες (Rowlands et al., 1999; Owens et al., 2000; Grund et al., 2000; Johnson et al., 2000; Gutin et al., 2004), ενώ θα πρέπει να τονιστεί ότι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων των ερευνών θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή εξαιτίας των διαφορετικών μεθόδων εκτίμησης της καρδιαγγειακής ευρωστίας. Η χαμηλότερη ευρωστία των κοριτσιών του δείγματός μας, πιθανότατα εξηγείται από το γεγονός ότι συμμετέχουν λιγότερο σε φυσικές δραστηριότητες, ενώ αφιερώνουν περισσότερο χρόνο σε καθιστικές δραστηριότητες σε σχέση με τα αγόρια.

Στα διατροφικά χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάστηκε σημαντική αλληλεπίδραση ομάδας Χ φύλου, με τα λιπόσαρκα αγόρια να καταναλώνουν περισσότερα λίπη και ειδικότερα μονοακόρεστα λίπη.

Ο έλεγχος των βιοχημικών δεικτών του δείγματος δεν έδειξε καμία επίδραση του φύλου. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με ορισμένες μελέτες (Huang et al., 2002; Sinaiko et al., 2005) ενώ σε άλλες, κάποιες μεταβλητές

διαφοροποιούνται (Tolfrey et al., 1999; Ku et al., 2000; Texeira et al., 2001; Ball et al., 2004; Gutin et al., 2004; Shaibi et al., 2005;), γεγονός που οφείλεται στις διαφορετικές μεθόδους ανάλυσης ορισμένων βιοχημικών παραμέτρων, όπως είναι η συγκέντρωση της γλυκόζης και ινσουλίνης.

5.9 Περιορισμοί της έρευνας

Βασικός περιορισμός της παρούσας μελέτης είναι ο μικρός αριθμός των παιδιών του δείγματος. Επιπρόσθετα η χρησιμοποίηση του δραστηριογράφου για την εκτίμηση της φυσικής δραστηριότητας ενέχει, όπως προαναφέρθηκε, αρκετά μεθοδολογικά προβλήματα όσον αφορά στην υποεκτίμηση συγκεκριμένων κινήσεων του σώματος. Τέλος ένας ακόμη περιορισμός της μελέτης είναι η έμμεση εκτίμηση της ινσουλινοευαισθησίας μέσω της ινσουλίνης νηστείας. Πιθανόν άλλοι, πιο άμεσοι μέθοδοι εκτίμησης της ινσουλινοευαισθησίας (δοκιμασία ανοχής γλυκόζης, η τεχνική του υπερινσουλιναιμικού-ευγλυκαιμικού clamp) να χρειάζονται για την περαιτέρω διαλεύκανση των σχέσεων ανάμεσα στην τελευταία και τη φυσική δραστηριότητα, την ευρωστία και τις διατροφικές συνήθειες των παιδιών.

5.10 Συμπέρασμα

Συμπερασματικά, τα παχύσαρκα παιδιά είχαν χαμηλότερη καρδιαγγειακή ευρωστία σε σχέση με τα λιπόσαρκα. Παράλληλα, εμφάνισαν υψηλότερες συγκεντρώσεις τριγλυκεριδίων, ινσουλίνης και τιμές στο δείκτη ινσουλινοαντίστασης. Η χαμηλή έντασης φυσική δραστηριότητα σχετίστηκε θετικά με το ποσοστό λίπους και τη λιπώδη μάζα, ενώ η καρδιαγγειακή ευρωστία σχετίστηκε με χαμηλότερο ΔΜΣ, ποσοστό σωματικού λίπους,

λιπώδη μάζα, εκτιμώμενο σπλαχνικό λίπος και ευνοϊκότερη κατανομή λίπους. Η ινσουλίνη νηστείας και ο δείκτης ινσουλινοαντίστασης παρουσίασαν θετική συσχέτιση με παραμέτρους της σωματικής σύστασης καθώς και με την ποσοστιαία κατανάλωση λίπους, χοληστερόλης και μονοακόρεστων λιπών. Τέλος, η υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία φάνηκε να σχετίζεται με ευνοϊκότερες συγκεντρώσεις ινσουλίνης στο συγκεκριμένο δείγμα παιδιών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Andersen, L.B., Wedderkopp, N., Hansen, H.S., Cooper, A.R., & Froberg, K. (2003): Biological cardiovascular risk factors in Danish children and adolescents: the European Youth Heart Study. *Prev Med* 37:363-367

Andersen, R.E., Crespo, C.J., Bartlett, S.J., Cheskin, L.J., Pratt, M. (1998): Relationship of Physical Activity and Television Watching With Body Weight and Level of Fatness Among Children. *JAMA* 279: 938-942

Ara, I., Vincente-Rodriguez, G., Jimenez-Ramirez, J., Serrano-Sanchez, J.A., & Calbet, J.A.L. (2004): Regular participation in sports is associated with enhanced physical fitness and lower fat mass in prepubertal boys. *Int J Obes* 1-9

Ball, E.J., O'Connor, J., Abbott, R., Steinberg, K.S., Davies, P.S.W., Wishart, C., Gaskin, K.J., & Baur, L.A. (2001): Total energy expenditure, body fatness, and physical activity in children aged 6-9 y. *Am J Clin Nutr* 74: 524-8

Ball, G.D.C., Shaibi, G.Q., Cruz, M.L., Watkins, M.P., Weigensberg, M.J., & Goran, M.I. (2004): Insulin Sensitivity, Cardiorespiratory Fitness, and Physical Activity in Overweight Hispanic Youth. *Obes Res.* 12: 77-85.

Barlow, S.E., & Dietz, W.H. (1998): Obesity Evaluation and Treatment: Expert Committee Recommendations. *Pediatrics* 102: 29-39

Bouchard, C., Trembley, A., Lortie, G., Savard, R., Theriault, G. (1983): A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am J Clin Nutr* 37: 461-7

Bouchard, C., Lortie, R., & Lortie, G. (1986): Aerobic performance in brothers, dizygotic and monozygotic twins. *Med Sci Sports Exerc* 18(6): 639-46

Bouchard, C., Daw, E.W., Rice, T., Perusse, L., Gagnon, J., Province, M.A., Leon, A.S., Rao, D.C., Skinner, J.S., & Wilmore J.H. (1998): Familial resemblance for VO_{2max} in the sedentary state: the HERITAGE family study. *Med Sci Sports Exerc* 30(2): 252-258

Brage, S., Wedderkopp, N., Ekelund, U., Franks, P.W., Wareham, N.J., Andersen, L.B., Froberg, K. (2004 α): Features of the Metabolic Syndrome Are Associated With Objectively Measured Physical Activity and Fitness in Danish Children. *Diabetes Care* 27: 2141-2148

Brage, S., Wedderkop, N., Ekelund, U., Franks, P.W., Wareham, N.J., Andersen, L.B., & Froberg, K. (2004 β): Objectively measured physical activity correlates with indices of insulin resistance in Danish children. *Int J Obes* 28: 1503-1508

Burke, V., Beilin, L.J., Simmer, K., Oddy, W.H., Blake, K.V., Doherty, D., Kendall G.E., Newnham, J.P., Landau, L.I., & Stanley, F.J. (2005): Predictors of body mass index and associations with cardiovascular risk factors in Australian children: a prospective cohort study. *Int J Obes* 29: 15-23

Butte, N.F. (2000): Fat intake of children in relation to energy requirements. *Am J Clin Nutr* 72(suppl): 124S-52S

Cole, T.J., Bellizzi, M.C., Flegal, K.M., & Dietz, W.H. (2000): Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *B M J* 320: 1-6

Crespo, C.J., Smit, E., Troiano, R.P., Bartlett, S.J., (2001): Television watching, energy intake, and obesity in U.S children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 155: 360-365

Daniels, S.R., Arnett, D.K., Eckel, R.H., Gidding, S.S., Hayman, L.L., Kumanyika, S., Robinson, T.N., Scott, B.J., Jeor, S., & Williams, C.L. (2005): Overweight in children and adolescents. Pathophysiology, Consequences, Prevention, and Treatment. *Circulation* 111: 1999-2012

DeLany, J.P., Bray, G.A., Harsha, D.W., & Volaufova, J. (2002): Energy expenditure in preadolescent African American and white boys and girls: the Baton Rouge Children's Study. *Am J Clin Nutr* 75: 705-13

Ebbeling, C.E., Pawlak, D.B., & Ludwig, D.S. (2002): Childhood obesity: public health crisis, common sense cure. *Lancet* 360: 473-82

Ekelund, U., Yngve, A., Renman, C., Westerterp, K., & Sjostrom, M. (2002): Physical activity but not energy expenditure is reduced in obese adolescents: a case-control study. *Am J Clin Nutr* 76: 935-41

Ekelund, U., Yngve, A., Brage, S., Westerterp, K., & Sjostrom, M. (2004): Body movement and physical activity energy expenditure in children and adolescents: how to adjust for differences in body size. *Am J Clin Nutr* 79

Epstein, L.H., Myers, M.D., Raynor, H.A., & Saelens, B.E. (1998): Treatment of Pediatric Obesity. *Pediatrics* 101: 554-570

Flodmark, C-A., Lissau, I., & Pietrobelli, A. (2005): Child and adolescent obesity : Why we need to fight ! *Acta Pædiatrica* 94 (Suppl 448): 4-7

Frayn K.N. (2001): Adipose tissue and the insulin resistance syndrome. *Proceedings of the Nutrition Society* 60: 375-380

Ferguson, M.A., Gutin, B., Le, N-A., Karp, W., Litaker, M., Humphries, M., Okuyama, T., Riggs, S., & Owens, S. (1999): Effects of exercise training

and its cessation on components of the insulin resistance syndrome in obese children. *Int J Obes* 22: 889-895

Freedman, D.S., Serdula, M.K., Srinivasan, S.R., & Berensen, GS. (1999): The Relation of Overweight to Cardiovascular Risk Factors Among Children and Adolescents: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 103: 1175-1182

Freedman, D.S., Dietz, W.H., Srinivasan, S.R., & Berenson, G.S. (1999): Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 69: 308-17

Freedson, P., Pober, D., & Janz, K.F. (2005): Calibration of Accelerometer Output for Children. *Med Sci Sports Exerc* 37(11, suppl): S523-S530

Goran, M.I., Hunter, G., Nagy, T.R., & Johnson, R. (1997): Physical activity energy expenditure and fat mass in young children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 21(3): 171-8

Goran, M.I., Reynolds, K.D., Lindquist, C.H. (1999): Role of physical activity in the prevention of obesity in children. *Int J Obes* 23, Suppl 3, S18-S33

Goran, M.I., Bergman, R.N., & Gower, B.A. (2001). Influence of Total vs. Visceral Fat on Insulin Action and Secretion in African American and White Children. *Obes Res* 9: 423-431

Grund, A., Dilba, B., Forberger, K., Krause, H., Siewers, M., Rieckert, H., & Muller, M.J. (2000): Relationships between physical activity, physical

fitness, muscle strength and nutritional state in 5- to 11-year old children. *Eur J Appl Physiol* 82:425-438

Gutin, B., Cucuzzo, N., Islam, S., Smith, C., & Stachura, M.E. (1996). Physical training, lifestyle education, and coronary risk factors in obese girls. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28(1): 19-23

Gutin, B., Yin, Z., Humphries, M.C., Hoffman, W.H., Gower, B., & Barbeau, P. (2004): Relations of fatness and fitness to fasting insulin in black and white adolescents. *J Pediatr* 145: 737-43

Hawley, J.A., & Houmard, J.A. (2004): Introduction-Preventing Insulin Resistance through Exercise: A Cellular Approach. *Med. Sci. Sports Exerc* 36(7): 1187-1190

Huang, T.T.-K., Johnson, M., Gower, B.A., & Goran, M.I. (2002): Effect of Changes in Fat Distribution on the Rates of Change of Insulin Response in Children. *Obes Res* 10: 978-984

Janssen, I., Katzmarzyk, P.T., Ross, R., Leon, A.S., Skinner, J.S., Rao, D.C., Wilmore, J.H., Rankinen, T., & Bouchard, C. (2004): Fitness Alters the Associations of BMI and Waist Circumference with Total and Abdominal Fat. *Obes Res* 12: 525-537

Johnson, M.S., Figuera-Colon, R., Herd, S.L., Fields, D.A., Sun, M., Hunter, G.R., & Goran, M.I. (2000): Aerobic Fitness, Not Energy Expenditure, Influences Subsequent Increase in Adiposity in Black and White Children. *Pediatrics* 106: 50-54

Kang, H-S., Gutin, B., Barbeau, P., Owens, S., Lemmon, C.R., Allison, J., Litaker, M.S., & Le, N-A. (2002). Physical training improves insulin

resistance syndrome markers in obese adolescents. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34(12): 1920-1927

Katzmarzyk, P.T., Leon, A.S., Wilmore, J.H., Skinner, J.S., Rao, D.C., Rankinen, T., & Bouchard, C. (2003): Targeting the Metabolic Syndrome with Exercise: Evidence from the HERITAGE Family Study. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35(10): 1703-1709

Kelly, A.S., Wetzsteon, R.J., Kaiser, D.R., Steiberger, J., Bank, A.J., & Dengel, D.R. (2004): Inflammation, insulin resistance, and endothelial function in overweight children and adolescents: the role of exercise. *J Pediatr* 145: 731-6

Kopelman, P.G (2000): Obesity as a medical problem. *Nature* 404: 635-643

Ku, C-Y., Gower, B.A., Hunter, G.R., & Goran, M.I. (2000): Racial Differences in Insulin Secretion and Sensitivity in Prepubertal Children: Role of Physical Fitness and Physical Activity. *Obes Res* 8: 506-515

Landt, K.W., Campaigne, B.N., James, F.W., & Sperling, M.A. (1985): Effects of Exercise Training on Insulin Sensitivity in Adolescents with Type I Diabetes. *Diabetes Care* 8: 461-65

Lohman, T.G., Roche, A.F., Martorell, R. (1988): Anthropometric Standardization Reference Manual

Ludwig, D.S., Peterson, K.E., & Gortmaker, S.L. (2001): Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. *Lancet* 357: 505-08

Maffeis, C., Zaffanello, M., & Schutz, Y. (1997): Relationship between physical inactivity and adiposity in prepubertal boys. *J Pediatr* 131: 28-92

Maffeis, C. (2000): Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. *Eur J Pediatr* 159: [Suppl 1] S35-S34

Maffeis, C., Pietrobelli, A., Grezzani, A., Provera, S., & Tato, L. (2001): Waist Circumference and Cardiovascular Risk Factors in Prepubertal Children. *Obes Res* 9: 179-187

Maffeis, C., Moghetti, P., Grezzani, A., Clementi, M., Gaudino, R., & Tato, L. (2002). Insulin Resistance and the Persistence of Obesity from Childhood into Adulthood. *J Clin Endocrinol Metab* 87: 71-76

Mamalakis, G., Kafatos, A., Manios, Y., Anagnostopoulou, T., & Apostolaki, I. (2000): Obesity indices in a cohort of primary school children in Crete: a six year prospective study. *Int J Obes* 24: 765-771

Mathers, J.C., & Daly, M.E. (1998): Dietary carbohydrates and insulin sensitivity. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 1(6): 553-557

Matheson, D.M., Killen, J.D., Wang, Y., Varady, A., & Robinson, T.N. (2004): Children's food consumption during television viewing. *Am J Clin Nutr* 79: 1088-94

Mathews, D.R., Hosker, J.P., Rudenski, A.S., Naylor, B.A., Treacher, D.F., & Turner, R.C. (1985): Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 28: 412-419

McCarthy, H.D., Ellis, S.M., & Cole, T.J. (2003): Central overweight and obesity in British youth aged 11-16 years: cross sectional data of waist circumference. *BMJ* 326: 624-627.

McMurray, R.B., Bauman, M.J., Harrell, J.S., Brown, S., & Bangdiwala, S.I. (2000): Effects of improvement in aerobic power on resting insulin and glucose concentrations in children. *Eur J Appl Physiol* 81: 132-139

Nassis, G.P. Psarra, G., & Sidossis, L.S. (2005α): Central and total adiposity are lower in overweight and obese children with high cardiorespiratory fitness. *Eu J Clin Nutr* 59: 137-141

Nassis, G.P., Papantakou, K., Skenderi, K., Triandafillopoulou, M., Kavouras, S.A., Yannakoulia M., Chrousos, G., Sidossis, L.S. (2005β): Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism* 54: 1472-1479

Niakaris, K., Magkos, F., Geladas, N., & Sidossis, L.S. (2005): Insulin sensitivity derived from oral glucose tolerance testing in athletes: Disagreement between available indices. *J Sports Sci* 23(10): 1065-1073

Owens, S., Gutin, B., Allison, J., Riggs, S., Ferguson, M., Litaker, M., & Thompson, M. (1999): Effect of training on total and visceral fat in obese children. *Med Sci Sports Exerc* 31(1): 143-148

Owens, S., Gutin, B., Barbeau, P., Litaker, M., Allison, J., Humphries, M., Okuyama, T., & Le, N-A. (2000): Visceral Adipose Tissue and Markers of the Insulin Resistance Syndrome in Obese Black and White Teenagers. *Obes Res* 8: 287-293

Patrick, K., Norman, G.J., Calfas, K.J., Sallis, J.F., Zabinski, M.F., Rupp, J., & Cella, J. (2004): Diet, Physical Activity, and Sedentary Behaviors as Risk Factors for Overweight in Adolescence. *Arch Pediatr Adolesc Med* 158: 385-390

Phillips, S.M., Bandini, L.G., Naumova, E.N., Cyr, E., Colclough, S., Dietz, W., & Must, A. (2004): Energy-Dense Snack Food Intake in Adolescence : Longitual Relationship to Weight and Fatness. *Obes Res* 12:461-472

Psarra, G., Nassis, G.P., & Sidossis, L.S. (2005): Short-term predictors of abdominal obesity in children. *European Journal of Public Health*

Rosenbaum, M., Leibel, R.L. (1998): The physiology of Body Weight Regulation: Relevance to the Etiology of Obesity in Children. *Pediatrics* 101: 525-539

Ross, R., & Katzmarzyk P.T. (2003): Cardiorespiratory fitness is associated with diminished total and abdominal obesity independent of body mass index. *Int J Obes* 27(2): 204-210

Rowlands, A.V., Eston, R.G. & Ingledew, D.K. (1999): Relationship between activity levels, and body fat in 8- to 10-yr-old children. *J Appl Physiol* 86(4): 1428-1435

Rowlands, A.V., Ingledew, D.K., & Eston, R.G. (2000): The effect of type of physical activity measure on the relationship between body fatness and habitual physical activity in children: a meta-analysis. *Annals of Human Biology* 27(5): 479-497

Salbe, A., Weyer, C., Harper, I., Lindsay, R.S., Ravussin, E., & Tataranni, A. (2002): Assessing Risk Factors for Obesity Between Childhood and Adolescence: II. Energy Metabolism and Physical Activity. *Pediatrics* 110: 307-314

Sallis, J.F., Strikmiller, D.W., Harsha, D.W., Feldman, H.A., Ehlinger, S., Stone, E.J., Willistone, J., & Woods, S. (1996): Validation of interviewer-

and self-administered physical activity checklists for fifth grade students. *Med Sci Sports Exerc* 28(7): 840-851

Savva, S.C., Tornaritis, M., Savva, M.E., Kourides, Y., Panagi, A., Silikiotou, N., Georgiou, C., & Kafatos, A. (2000): Waist circumference and waist-to-hip ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 24: 1453-1458

Shaibi, G.Q., Cruz, M., Ball, G.D.C., Weigensberg, M.J., Kobaissi, H.A., Salem, G.J., & Goran, M.I. (2005): Cardiovascular Fitness and the Metabolic Syndrome in Overweight Latino Youths. *Med Sci Sports Exerc* 37(6): 922-928

Schmitz, K.H., Jacobs, D.R., Hong, C-P., Steinberger, J., Moran, A., & Sinaiko, A.R. (2002): Association of physical activity with insulin sensitivity in children. *Int J Obes* 26: 1310-1316

Sinaiko, A.R., Steinberger, J., Moran, A., Prineas, R.J., Vessby, B., Basu, S., Tracy, R., & Jacobs, D.R. (2005): Relation of Body Mass Index and Insulin Resistance to Cardiovascular Risk Factors, and Oxidative Stress During Adolescence. *Circulation* 111: 1985-1991

Skidmore, P.M.L., & Yarnell, J.W.G. (2004): The obesity epidemic: prospects for prevention. *Q J Med* 97: 817-825

Slaughter M.H. et al (1988): Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum. Biol.* 60(5): 709-23

St-Onge, M-P., Keller, K.L., & Heymsfield, S.B. (2003): Changes in childhood food consumption patterns: a cause for concern in light of increasing body weights. *Am J Clin Nutr* 78: 1068-73

Stumvoll, M., Mitrakou, A., Pimenta, W., Jenssen, T., Yki-Jarvinen, H., Van Haeften, T., Renn, W., & Gerich, J. (2000): Use of the Oral Glucose Tolerance Test to Assess Insulin Release and Insulin Sensitivity. *Diabetes Care* 23: 295-301

Teixeira, P.J., Sardinha, L.B., Goings, S.B., & Lohman, T.G. (2001): Total and Regional Fat and Serum Cardiovascular Disease Risk Factors in Lean and Obese Children and Adolescents. *Obes Res* 9: 432-442

Tolfrey, K., Cambell, I.G., & Batterham, A.M.(1998): Exercise training induced alterations in prepubertal children's lipid-lipoprotein profile. *Med Sci Sports Exerc* 30(12): 1684-1692

Tolfey, K., Campbell, I.G., Jones, A.M. (1999): Selected predictor variables and the lipid-lipoprotein profile of prepubertal girls and boys. *Med Sci Sports Exerc* 31(11): 1550-1557

Tolfrey, K., Jones, A.M., & Campbell, I.G. (2000): The Effect of Aerobic Exercise Training on the Lipid-Lipoprotein Profile of Children and Adolescents. *Sports Med* 29(2): 99-112

Treuth, M.S., Figueroa-Colon, R., Hunter, G.R., Weinsier, R.L., Butte, N.F., & Goran, M.I. (1998): Energy expenditure and physical fitness in overweight vs non-overweight prepubertal children. *Int J Obes* 22: 440-447.

Treuth, M.S., Butte, N.F., Puyau, M., & Adolph, A. (2000): Relations of Parental Obesity Status to Physical Activity and Fitness of Prepubertal Girls. *Pediatrics* 106: 49-56

Treuth, M.S., Butte, N.F., & Sorkin, J.D. (2003): Predictors of body fat gain in nonobese girls with familial predisposition to obesity. *Am J Clin Nutr* 78: 1212-8

Treuth, M.S., Hou, N., Young, D.R., & Maynard, L.M. (2005): Accelerometry-Measured Activity or Sedentary Time and Overweight in Rural Boys and Girls. *Obes Res* 13: 1606-1614

Trost, S.G., Kerr, L.M., Ward, D.S., & Pate R.R. (2001): Physical activity and determinants of physical activity in obese and non-obese children. *Int J Obes* 25: 822-829

Trost, S.G., Mciver, K.L., & Pate R.R. (2005): Conducting Accelerometer-Based Activity Assessments in Field-Based Research. *Med Sci Sports Exerc* 37(11, suppl.): S531-S543

Wang, Y., Monteiro, C., & Popkin, B.M. (2002): Trends of obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China, and Russia. *Am J Clin Nutr* 75: 971-7

Weigensberg, M.J., Ball, G.D.C., Shaibi, G.Q., Cruz, M.L., Gower, B.A., & Goran, M.I. (2005): Dietary Fat Intake and Insulin Resistance in Black and White Children. *Obes Res* 13: 1630-1637

Weiss, R., Dziura, J., Burgert, T.S., Tamborlane, W.V., Taksali, S.E., Yeckel, K.W., Allen, K., Lopes, M., Savoye, M., Morrison, J., Sherwin, R.S., & Caprio, S. (2004): Obesity and the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *N Engl J Med* 350: 2362-74

Yeckel, C.W., Weiss, R., Dziura, J., Taksali, S.E., Dufour, S., Burgert, T.S., Tamborlane, W.V., & Caprio S. (2004): Validation of insulin sensitivity indices from oral glucose tolerance test parameters in obese children and adolescents. *J Clinical Endocrinology and Metabolism* 89: 1096-1101

Κλεισούρας, Β. (1991): Εργομετρία, Μέτρηση της Μυϊκής Προσπάθειας, Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία