

**ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑΣ - ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΑ - ΔΙΑΤΡΟΦΗ**

**Επίδραση παρέμβασης 12 εβδομάδων με αερόβια
άσκηση στην αντίσταση στην ινσουλίνη σε υπέρβαρα και
παχύσαρκα κορίτσια 9 έως 15 ετών**

Παπαντάκου Κατερίνα

Σταύρος Κάβουρας	Τριμελής επιτροπή	
Λάμπρος Συντώσης	Λέκτορας	Επιβλέπων
Αντωνία-Λύδα Ματάλα	Αναπληρωτής Καθηγητής	Μέλος
	Επίκουρος Καθηγήτρια	Μέλος

Αθήνα 2004

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση της προπόνησης με αερόβια άσκηση στην αντίσταση στην ινσουλίνη σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια.

Στην έρευνα συμμετείχαν 19 κορίτσια ηλικίας 9 έως 15 ετών (ανάστημα: 160.0 ± 9.8 cm, $\Delta M \Sigma$: 26.8 ± 3.9 kg/m², μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση). Πριν και μετά την παρέμβαση προσδιορίστηκε η σωματική σύσταση με ανθρωπομετρήσεις και με τη μέθοδο απορρόφησης ακτίνων Χ διπλής ενέργειας, αξιολογήθηκε το λιπιδαιμικό προφίλ και πραγματοποιήθηκε η δίωρη δοκιμασία ανοχής γλυκόζης. Τόσο στην αρχή όσο και στο τέλος της παρέμβασης, εκτιμήθηκε το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας (με τριαξονικό δραστηριογράφο και με τριήμερο ερωτηματολόγιο), η καρδιαγγειακή ευρωστία (με την Ικανότητα Αερόβιου Έργου 170, IAE_{170}) και οι διατροφικές συνήθειες (με τριήμερη καταγραφή τροφίμων). Η προπόνηση γινόταν 3 φορές την εβδομάδα, είχε διάρκεια 30-40 λεπτά και ένταση 75-80% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Η παρέμβαση εφαρμόστηκε για 12 εβδομάδες.

Το ποσοστό συμμετοχής στην προπόνηση ήταν $90.4 \pm 16.3\%$. Ως αποτέλεσμα της παρέμβασης η IAE_{170} αυξήθηκε κατά 18.8% (από 1.3 ± 0.5 σε 1.6 ± 0.4 Watt/kg, $p < 0.05$). Η περιοχή κάτω από την καμπύλη για τη

συγκέντρωση της ινσουλίνης (AUC) μειώθηκε μετά την παρέμβαση κατά 26.9% (AUC: 13317.1 ± 7430.3 έναντι 9771.4 ± 5103.1 $\mu\text{U/ml/min}$, πριν και μετά την παρέμβαση αντίστοιχα, $n=14$, $p= 0.03$). Η περιοχή κάτω από την καμπύλη για τη γλυκόζη δεν άλλαξε (AUC: 15600.0 ± 2857.3 έναντι 14533.0 ± 1768.8 mg/dl/min , $n=15$). Η AUC για την ινσουλίνη μειώθηκε χωρίς να αλλάξει το σωματικό βάρος και λίπος (σωματικό βάρος: 67.9 ± 14.5 και 68.3 ± 14.0 kg , ποσοστό λίπους: 43.0 ± 4.8 και $42.3 \pm 5.1\%$, πριν και μετά την παρέμβαση, αντίστοιχα). Αντίθετα, αυξήθηκε σημαντικά η μυϊκή μάζα των κάτω άκρων μετά την παρέμβαση (από 12.2 ± 2.0 σε 13.0 ± 2.1 kg , $p< 0.001$). Η υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (HDL-C) και η απολιποπρωτεΐνη-A (Apo-A) δεν άλλαξαν με την παρέμβαση (HDL-C: 50.1 ± 9.1 και 52.3 ± 6.9 mg/dl και Apo-A: 130.9 ± 19.5 και 136.5 ± 13.4 mg/dl , αντίστοιχα, $n=19$). Αντίθετα, αυξήθηκε σημαντικά η συγκέντρωση της ολικής χοληστερόλης ($p< 0.05$), της χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης ($p< 0.05$) και της απολιποπρωτεΐνης B ($p< 0.05$).

Συμπερασματικά, η προπόνηση 12 εβδομάδων με αερόβια άσκηση βελτίωσε την ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια 9 έως 15 ετών. Η ευεργετική αυτή προσαρμογή για τον οργανισμό παρατηρήθηκε χωρίς να μειωθεί το σωματικό βάρος και το λίπος τους.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στους ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου, με στήριξαν και με ενθάρρυναν στην πορεία που διέγραψα κατά τη διάρκεια των χρόνων φοίτησής μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον υπεύθυνο καθηγητή μου κ. Συντώση Λάμπρο για την ανάθεση του θέματος, την ευκαιρία που μου έδωσε να εργαστώ υπό τις πραγματικές συνθήκες μιας έρευνας, καθώς και για τη συνολική υποστήριξή του καθ' όλη τη διάρκεια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος.

Ευχαριστώ θερμότατα τον κ. Νάσση Γιώργο, 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 για την καθοδήγησή του, την ψυχολογική και ηθική υποστήριξη, το αμείωτο ενδιαφέρον και την αμέριστη συμπαράστασή του.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στην κα. Σκενδέρη Κατερίνα και στην κα. Γιαννακούλια Μαίρη, Επιστημονικούς Συνεργάτες του Τμήματος

Διαιτολογίας-Διατροφής, για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια της μελέτης στην εφαρμογή των μετρήσεων και την επεξεργασία των δεδομένων. Επίσης, στον κ. Τσεκούρα Γιάννη, Διδακτορικό φοιτητή του Τμήματος και την κα. Τριανταφύλλου Μαρία, Γιατρό, για τη βοήθειά τους κατά την πραγματοποίηση των μετρήσεων. Τον κ. Χρούσο Γιώργο, Καθηγητή-Διευθυντή της Α' Παιδιατρικής Κλινικής-Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών, για τη βοήθειά του στις αναλύσεις των αποτελεσμάτων. Θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς την κ. Αρτινού Μαριλένα, απόφοιτη του Τμήματος, για την πολύτιμη βοήθειά της στην επεξεργασία των διατροφικών δεδομένων, όπως επίσης και για τη συνεργασία, την ψυχολογική και επιστημονική υποστήριξη και τη φιλία που απλόχερα μου πρόσφερε. Την κ. Κρεκούκια Μαρία απόφοιτο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος και την κ. Ψαρρά Γλυκερία, Διδακτορική φοιτήτρια του Τμήματος, για τη βοήθεια που μου παρείχαν σε κάθε προκύπτουσα ανάγκη. Τέλος ευχαριστώ ολόψυχα τους γονείς μου και το σύντροφό μου για τη συνεχή ηθική, πνευματική, υλική και ψυχολογική υποστήριξη, την υπομονή και την αγάπη που μου δείχνουν όλα αυτά τα χρόνια. Η συμβολή και η καθοδήγηση τους ήταν καθοριστική σε όλα τα στάδια της ζωής μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	Σελίδα
Περίληψη.....	2
Ευχαριστίες.....	4
Περιεχόμενα.....	6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εισαγωγή.....	12
---------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Σχέση μεταξύ ευρωστίας και σύστασης σώματος.....	17
2.2 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και λιπιδαιμικού προφίλ.....	23
2.3 Σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, ινσουλίνης και γλυκόζης.....	25
2.4 Επίδραση της παρέμβασης με σωματική άσκηση στη σύσταση σώματος.....	28
2.5 Επίδραση της παρέμβασης με σωματική άσκηση στο λιπιδαιμικό προφίλ.....	43
2.6 Επίδραση της παρέμβασης με σωματική άσκηση στην ινσουλίνη και στη γλυκόζη.....	56
2.7 Σκοπός.....	59

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Δείγμα.....	60
3.2 Πρωτόκολλο.....	61
3.3 Ανθρωπομετρήσεις και σύσταση σώματος.....	68

3.4	Συλλογή και ανάλυση δειγμάτων αίματος.....	73
3.5	Εκτίμηση ινσουλινοευαισθησίας.....	75
3.6	Δείκτες ινσουλινοευαισθησίας.....	77
3.7	Περιεχόμενο και έλεγχος της παρέμβασης.....	78
3.7.1.	Επιλογή της μεθόδου παρέμβασης.....	78
3.7.2.	Χαρακτηριστικά της παρέμβασης.....	80
3.8	Προσδιορισμός επιπέδου φυσικής δραστηριότητας.....	83
3.9	Εκτίμηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας.....	88
3.10	Καταγραφή διατροφικών συνηθειών.....	93
3.11	Στατιστική ανάλυση.....	95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....	96
4.2	Συγκέντρωση ινσουλίνης και γλυκόζης.....	99
4.3	Συγκέντρωση λιπιδίων στον ορό αίματος.....	106
4.4	Χαρακτηριστικά προπόνησης.....	108
4.5	Φυσική δραστηριότητα και καρδιαγγειακή ευρωστία.....	111
4.6	Διατροφικά χαρακτηριστικά.....	118

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συζήτηση.....	121
---------------	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλιογραφία.....	130
-------------------	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παραρτήματα.....	141
------------------	-----

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Αριθμός Πίνακα	ΚΕΦΑΛΑΙΑ	Σελίδα
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας	
1α	Χαρακτηριστικά ερευνών παρέμβασης που μελετούν την επίδραση της άσκησης στη σωματική σύσταση σε παιδιά.....	39
1β	Επίδραση της παρέμβασης με αερόβια προπόνηση στη σύσταση σώματος, στο σωματικό και σπλαχνικό λίπος σε παιδιά.....	41
2α	Χαρακτηριστικά ερευνών παρέμβασης που μελετούν την επίδραση της άσκησης στο λιπιδαιμικό προφίλ σε παιδιά.....	51
2β	Επίδραση της παρέμβασης με αερόβια προπόνηση στο λιπιδαιμικό προφίλ σε παιδιά.....	52
2γ	Επίδραση της παρέμβασης με αερόβια προπόνηση στο λιπιδαιμικό προφίλ στην ινσουλίνη και στη γλυκόζη σε παιδιά.....	54
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Μεθοδολογία	
3	Χρονική απόσταση τελευταίας προπόνησης από την έναρξη των μετρήσεων μετά το τέλος της παρέμβασης.....	68
4	Χαρακτηριστικά της φυσικής δραστηριότητας ανάλογα με τις ενδείξεις του δραστηριογράφου (βασισμένο στον Rowland et al., 1999).....	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Αποτελέσματα

5	Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος πριν και μετά την παρέμβαση διάρκειας 12 εβδομάδων με αερόβια άσκηση.....	97-98
6	Μέσος όρος τιμών για τη συγκέντρωση της ινσουλίνης ορού (μU/ml), καθώς και τιμές για την περιοχή κάτω από την καμπύλη (Area Under the Curve, AUC) κατά τη δίωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση.....	103
7	Μέσος όρος τιμών για τη συγκέντρωση της γλυκόζης πλάσματος (mg/dl), καθώς και τιμές για την περιοχή κάτω από την καμπύλη (Area Under the Curve, AUC), κατά τη δίωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση.....	104
8	Τιμές των δεικτών για τον προσδιορισμό της έκκρισης, της αντίστασης και της ευαισθησίας των ιστών στην ινσουλίνη που προέκυψαν κατά τη δίωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση.....	105
9	Τιμές για τα λιπίδια ορού πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση.....	107
10	Μέσος χρόνος άσκησης και μέση καρδιακή συχνότητα στο σύνολο των 12 εβδομάδων παρέμβασης με αερόβια άσκηση.....	109
11	Ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο των εβδομάδων προπόνησης (%).....	110

12	Χαρακτηριστικά φυσικής δραστηριότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του τριαξονικού δραστηριογράφου (RT3, USA) που χρησιμοποιήθηκε για επτά συνεχόμενες ημέρες πριν και μετά την παρέμβαση.....	113
13	Χαρακτηριστικά φυσικής δραστηριότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση των ερωτηματολογίων φυσικής δραστηριότητας στην αρχή (4 ^η εβδομάδα), στη μέση (8 ^η εβδομάδα) και στο τέλος της παρέμβασης (12 ^η εβδομάδα).....	114
14	Η καρδιαγγειακή ευρωστία, όπως προσδιορίστηκε με τη δοκιμασία Ικανότητας Αερόβιου Έργου 170 (IAE ₁₇₀), η αρτηριακή πίεση και η καρδιακή συχνότητα πριν τη δοκιμασία στο κυκλοεργόμετρο, πριν και μετά την παρέμβαση με αερόβια άσκηση.....	116
15	Διατροφικά χαρακτηριστικά όπως προέκυψαν από την ανάλυση των τριήμερων ημερολογίων που δόθηκαν σε κάθε συμμετέχοντα στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης με αερόβια άσκηση.....	119-120

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Αριθμός Σχήματος	ΚΕΦΑΛΑΙΑ	Σελίδα
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Αποτελέσματα	
1	Συγκέντρωση ινσουλίνης ορού (μU/ml) κατά τη διάρκεια της δώρης δοκιμασίας ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια.....	101
2	Συγκέντρωση γλυκόζης πλάσματος (mg/dl) κατά τη διάρκεια της δώρης δοκιμασίας ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια.....	102

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η έννοια του Μεταβολικού Συνδρόμου στην επιστημονική βιβλιογραφία χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Camus το 1966. Παρόλα αυτά, η προσπάθειά του δεν έλαβε την απαραίτητη προσοχή, μέχρι που ο Reaven το 1988 παρουσίασε το Σύνδρομο Χ, χαρακτηριζόμενο από δυσανοχή στη γλυκόζη, δυσμενές λιπιδαιμικό προφίλ, ινσουλινοαντίσταση, παχυσαρκία και υπέρταση (Eriksson et al., 1997).

Το Μεταβολικό Σύνδρομο, γνωστό και ως Σύνδρομο της Ινσουλινοαντίστασης ή Σύνδρομο Ινσουλινικής Αντοχής, διακρίνεται από τη συνάθροιση των πέντε βασικών δυσλειτουργιών που προαναφέρθηκαν, ενώ η κλινική σημασία του έγκειται στην ταυτόχρονη συνύπαρξη παραγόντων κινδύνου για καρδιαγγειακές παθήσεις (Cardiovascular Diseases, CVD) στο ίδιο άτομο (Kang et al., 2002).

Από τους παράγοντες του Μεταβολικού Συνδρόμου σημαντική θέση κατέχει η αντίσταση στην ινσουλίνη (Ferguson et al., 1999). Στο σημείο αυτό θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι η πορεία για τη συχνότητα εμφάνισης του

παιδικού διαβήτη τύπου 2 είναι ανοδική, αντιστοιχώντας σήμερα στις μισές τουλάχιστον περιπτώσεις νέων διαγνώσεων διαβήτη σε ορισμένους πληθυσμούς. Ιδιαίτερη προσοχή λαμβάνει η δυσανοχή στη γλυκόζη, που χαρακτηρίζεται ως προ-διαβητικό στάδιο, εμφανιζόμενη με μεγάλη συχνότητα σε παχύσαρκα παιδιά ανεξάρτητα από την εθνικότητά τους (Ebbeling et al., 2002).

Τα προαναφερόμενα στοιχεία πρέπει να συνδυαστούν με το γεγονός ότι η στεφανιαία νόσος (Coronary Heart Disease, CHD), που αποτελεί στις μέρες μας την ασθένεια με τη μεγαλύτερη επίπτωση αλλά και θνησιμότητα, μπορεί να προληφθεί από την παιδική κιόλας ηλικία. Έχει βρεθεί ότι οι περισσότεροι προδιαθεσικοί παράγοντες εγκαθίστανται από την παιδική και εφηβική ηλικία (Katzmarzyk et al., 1999, Ebbeling et al., 2002). Σε Ελληνόπουλα έχει καταγραφεί επίσης δυσμενές λιπιδαιμικό προφίλ μετά από εξετάσεις σε παιδιά ηλικίας 6 ετών (Mamalakos and Kafatos 1996; Mamalakos et al., 2000).

Η φυσική δραστηριότητα αποτελεί μια μη φαρμακολογική παρέμβαση που βελτιώνει το προφίλ του Μεταβολικού Συνδρόμου, επιδρώντας κυρίως στα λιπίδια του αίματος και στην ευαισθησία στην ινσουλίνη, ελαττώνοντας έτσι τον κίνδυνο για καρδιαγγειακά (Ferguson et al., 1999). Επακόλουθα, το ερευνητικό ενδιαφέρον έχει εστιαστεί στην επίδραση που πιθανόν να ασκεί η

φυσική δραστηριότητα στους παράγοντες του Μεταβολικού Συνδρόμου που σχετίζονται με τη στεφανιαία νόσο.

Έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες με παρέμβαση αερόβιας άσκησης σε παιδιά που συγκεντρώνουν το ενδιαφέρον τους στο λιπιδαιμικό προφίλ. Μερικοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η φυσική δραστηριότητα βελτιώνει τα επίπεδα της λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας (High Density Lipoproteins, HDL), των τριγλυκεριδίων (triglycerides, TG), το λόγο ολικής χοληστερόλης (total cholesterol, TC) προς HDL (TC/HDL) και χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης (Low Density Lipoproteins, LDL) προς HDL (LDL/HDL) σε παιδιά, ενώ η TC παραμένει γενικά ανεπηρέαστη (Tolfrey et al., 2000), με τα στοιχεία για την LDL να είναι διφορούμενα. Άλλοι ερευνητές δεν έδειξαν καμία διαφορά στη συγκέντρωση των λιπιδίων στο αίμα μετά από προπόνηση σε παιδιά (Linder et al., 1983 ; Savage et al., 1986 ; Rowland et al., 1996).

Οι έρευνες παρέμβασης με φυσική δραστηριότητα σε παιδιά που εστιάζουν στην ινσουλίνη και στη γλυκόζη είναι περιορισμένες, ενώ τα αποτελέσματά τους έρχονται σε αντιπαράθεση. Πρέπει να σημειώσουμε ότι για τον προσδιορισμό των παραμέτρων χρησιμοποιήθηκαν δείγματα νηστείας,

χωρίς να εφαρμοστεί κάποια ειδική μέθοδος (δοκιμασία ανοχής γλυκόζης ή ευγλυκαιμική-υπερινσουλινική τεχνική).

Έτσι, ο Kang (Kang et al., 2002) δεν κατάφερε να εντοπίσει σημαντική μεταβολή στις συγκεντρώσεις της ινσουλίνης και της γλυκόζης νηστείας μετά από παρέμβαση με αερόβια άσκηση σε παχύσαρκα παιδιά, ενώ αντίθετα ο Ferguson έδειξε σημαντική μείωση στη συγκέντρωση της ινσουλίνης πλάσματος μετά από την εφαρμογή παρέμβασης φυσικής δραστηριότητας, με τη συγκέντρωση της γλυκόζης να μένει ανεπηρέαστη (Ferguson et al., 1999).

Ταυτόχρονα, έρευνες σε ενήλικες έχουν δείξει ότι η παρέμβαση με αερόβια άσκηση οδήγησε σε μείωση στη συγκέντρωση της ινσουλίνης, χωρίς όμως να επιδράσει στη γλυκόζη (Dengel et al., 1996). Παράλληλα, συμμετοχή σε ήπια, γενικής μορφής ή/και έντονη αερόβια άσκηση σχετίζεται με σημαντικά υψηλότερη ινσουλινοευαισθησία, κάτι που όμως δεν επαρκεί για την εξαγωγή βάσιμων συμπερασμάτων (Mayer-Davis et al., 1998).

Παρόλα αυτά, έχει εμφανιστεί ένας περιορισμένος αριθμός στοιχείων που προτείνει ότι αυξημένα επίπεδα φυσικής δραστηριότητας συνδράμουν στην παρεμπόδιση εμφάνισης διαβήτη, αλλά εμφανώς είναι αναγκαίες πρόσθετες έρευνες προκειμένου να καθοριστεί με σαφήνεια η δράση της αερόβιας άσκησης στην πρόληψη αλλά και θεραπεία του τελευταίου (Kelley et al., 2001).

Υπάρχει μόνο μια έρευνα σε παιδιά που μελέτησε την επίδραση της άσκησης στην ινσουλινοευαισθησία (Landt et al., 1985). Η παρέμβαση είχε διάρκεια 12 εβδομάδες, η άσκηση πραγματοποιούνταν 3 φορές την εβδομάδα για 45 λεπτά με ένταση στο 75% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας. Πρέπει να σημειώσουμε ότι τα παιδιά που συμμετείχαν στη μελέτη έπασχαν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου Ι. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν βελτίωση στην αερόβια ικανότητα, αύξηση στην άλιπη μάζα σώματος και βελτίωση στην ινσουλινοευαισθησία, με τη συγκέντρωση της γλυκόζης να έχει παραμείνει σταθερή. Είναι εμφανές ότι χρειάζονται περισσότερες έρευνες που να εξετάζουν την επίδραση της παρέμβασης με αερόβια άσκηση σε υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά.

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας λοιπόν, ήταν να μελετήσει την επίδραση ενός προγράμματος αερόβιας άσκησης στους παράγοντες του Μεταβολικού Συνδρόμου, δίνοντας έμφαση στην αντίσταση στην ινσουλίνη, σε παχύσαρκα και υπέρβαρα κορίτσια ηλικίας 9 έως 15 ετών. Με βάση τη βιβλιογραφία γίνεται η υπόθεση ότι η παρέμβαση με ένα πρόγραμμα φυσικής δραστηριότητας μέτριας έντασης και διάρκειας 12 εβδομάδων, θα μειώσει τη συγκέντρωση της ινσουλίνης στη δίωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΣΩΜΑΤΟΣ

Η ολοένα αυξανόμενη παιδική παχυσαρκία είναι ένα γεγονός που δε μπορεί να αμφισβητηθεί. Αλλά πώς αλήθεια ένα παιδί οδηγείται στην παχυσαρκία; Η παχυσαρκία είναι το αποτέλεσμα της αυξημένης ενεργειακής πρόσληψης σε συνδυασμό με τη μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση. Πλήθος παραγόντων μπορούν να δράσουν προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση (γενετικοί, περιβαλλοντολογικοί, κοινωνικοοικονομικοί, μεταβολικοί, ψυχολογικοί, ηθολογικοί) καθιστώντας την αντιμετώπιση του φαινομένου πολύπλοκη (Goran et al., 1999 ; Ebbeling et al., 2002). Αυτό που υποστηρίζεται είναι ότι η παχυσαρκία είναι το τελικό αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης μεταξύ μιας κανονικής μεταβολικής / γενετικής φυσιολογίας και ενός περιβάλλοντος και τρόπου ζωής που την προάγουν (Ravussin et al., 1994).

Η πρόληψη της παχυσαρκίας σε αυτό ακριβώς το στάδιο της παιδικής ηλικίας είναι σημαντική, γιατί τόσο οι αιτίες όσο και οι επιπτώσεις αυτής ξεκινούν νωρίς και συνεχίζονται στην ενήλικη ζωή. Οι παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά που είναι παρόντες στην παιδική ηλικία παραμένουν κατά την εφηβεία και συνεχίζουν στην ενηλικίωση (tracking), (Goran et al., 1999).

Μεταξύ των ερευνών που έχουν ασχοληθεί με τη σχέση της παχυσαρκίας στην παιδική ηλικία και την εμφάνισή της στην ενήλικη ζωή, τουλάχιστον μια έχει δείξει ότι η επίπτωση της θνησιμότητας λόγω πρόσθετου βάρους σε ενήλικες παρουσιάζεται πιο συχνά σε αυτούς που ήταν παχύσαρκοι ως παιδιά. Παρόλα αυτά, μόνο το 15-30% της ενήλικης παχυσαρκίας είναι αποτέλεσμα παχυσαρκίας στην παιδική και εφηβική περίοδο της ζωής (Dietz, 1998).

Οι δύο παρεμβατικοί παράγοντες που έχουν αναγνωριστεί ως ρυθμιστές της παχυσαρκίας είναι η ενεργειακή πρόσληψη και η ενεργειακή κατανάλωση. Ο πρώτος εξαρτάται αποκλειστικά από τη διαιτητική πρόσληψη, ενώ ο δεύτερος ρυθμίζεται από ποικίλες παραμέτρους, με τη φυσική δραστηριότητα να μπορεί να μεταβληθεί και να ελεγχθεί αποτελεσματικότερα. Στα παιδιά όμως η μείωση της ενεργειακής πρόσληψης πιθανόν να προκαλέσει καθυστέρηση ή ακόμα και παρεμπόδιση στην πορεία ανάπτυξης

τους, όπως και στη μειωμένη κατανάλωση απαραίτητων θρεπτικών συστατικών. Επιπρόσθετα, προσπάθειες μετατροπής των διατροφικών συνηθειών των παιδιών πιθανόν να αυξήσουν τον κίνδυνο εμφάνισης διαταραχών στη λήψη τροφής (Goran et al., 1999).

Γι' αυτόν το λόγο οι προσπάθειες έχουν στραφεί κυρίως στην αντιμετώπιση της παχυσαρκίας μέσω της άσκησης, αν και οι μελέτες που ασχολούνται να τη διατροφική παρέμβαση είναι αρκετές, με τα ευρήματά τους να ποικίλουν.

Στο σημείο αυτό θα έπρεπε να αναλύσουμε τις έννοιες της φυσικής δραστηριότητας (physical activity) και της ευρωστίας (physical fitness). Η πρώτη χαρακτηρίζεται ως συμπεριφορά (behaviour), έχει να κάνει με οργανωμένα αθλήματα, σύνολο ασκήσεων, παιχνίδια και γενικά με οποιαδήποτε μορφή άσκησης. Προσδιορίζεται βάσει ερωτηματολογίων, με αισθητήρες κίνησης, ημερολόγια καταγραφής, συσκευές μέτρησης της καρδιακής συχνότητας και της επιτάχυνσης του ανθρώπινου σώματος. Η ευρωστία από την άλλη, θεωρείται χαρακτηριστικό (attribute) με γνωρίσματα τη μυϊκή δύναμη, την ευλυγισία, την ισορροπία, την επιδεξιότητα, την ταχύτητα και το νευρομυϊκό συντονισμό, ενώ μπορεί να προσδιοριστεί με τεστ δύναμης, ταχύτητας και αντοχής (Goran et al., 1999).

Η σχέση της ευρωστίας με τη σύσταση σώματος έχει ερευνηθεί καιρό τώρα, αφού η «κακή» φυσική κατάσταση αναγνωρίστηκε από νωρίς ως ένας από τους παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση της παχυσαρκίας. Ο Gutin μελετώντας τη σχέση μεταξύ του ποσοστού σωματικού λίπους (% Fat Mass, FM) και της αερόβιας ικανότητας σε παιδιά ηλικίας 7 έως 11 ετών βρήκε ότι τις δυο παραμέτρους συνδέει αντίστροφη σχέση. Δηλαδή όσο λιγότερο εύρωστο είναι ένα παιδί, τόσο μεγαλύτερο ποσοστό σωματικού λίπους έχει, ανεξάρτητα από το φύλο και την εθνικότητα (Gutin et al., 1994).

Μια πιο πρόσφατη έρευνα με παιδιά και νέους ενήλικες (12 έως 28 ετών) έδειξε ότι η καταναλισκόμενη ενέργεια για άσκηση ελαττώνεται απότομα μετά την ηλικία των 13 ετών από 4500 MET's ανά εβδομάδα σε 3000 MET's ανά εβδομάδα (MET, Metabolic Equivalent, μεταβολικό ισοδύναμο έντασης άσκησης). Ταυτόχρονα, βρέθηκε αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ επιπέδου άσκησης και λίπους σώματος όταν το τελευταίο είχε προσδιοριστεί με τη βοήθεια δερματοπτυχών, αλλά η ίδια σχέση δεν ίσχυε για το Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ), (Kemper et al., 1999).

Και εδώ όμως τα αποτελέσματα είναι διφορούμενα. Η σχέση μεταξύ της κατανάλωσης ενέργειας από άσκηση (Physical Activity Related Energy Expenditure, AEE) και σύστασης σώματος σε παιδιά που βρίσκονται προ της

εφηβείας ερευνήθηκε από τον Goran. Η πρώτη υπολογίστηκε ως η διαφορά μεταξύ της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, 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 σχετίζεται σημαντικά με την άλιπη μάζα σώματος (Fat Free Mass, FFM) και το σωματικό βάρος, αλλά όχι με το FM. Μετά από προσαρμογή για την ηλικία, το φύλο και την FFM, βρέθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ FM και χρόνου άσκησης σε ώρες / εβδομάδα (Goran et al, 1997).

Ο ίδιος ερευνητής διεξάγοντας μια μακροχρόνια μελέτη ασχολήθηκε, μεταξύ άλλων, με τη σχέση της ενεργειακής κατανάλωσης και της λιπώδους μάζας σε παιδιά για τέσσερα χρόνια. Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση μελετήθηκε και εδώ ως το άθροισμα της ενεργειακής κατανάλωσης κατά την ηρεμία και της ενεργειακής κατανάλωσης κατά την άσκηση. Το σωματικό λίπος κατά την περίοδο της μελέτης μεταβλήθηκε σημαντικά με διακύμανση από -0,44 σε +5,6 κιλά / χρόνο. Σε αυτή την περίπτωση, κανένα από τα συστατικά της ενεργειακής κατανάλωσης δε βρέθηκε να σχετίζεται με τη λιπώδη μάζα, ενώ οι κύριοι παράγοντες που την επηρεάζουν είναι το φύλο, το αρχικό επίπεδο σωματικού λίπους, το σωματικό λίπος των γονιών, αλλά όχι η ενεργειακή κατανάλωση (Goran et al., 1998).

Τη σχέση μεταξύ επιπέδου φυσικής δραστηριότητας, ευρωστίας και σωματικού λίπους σε παιδιά ηλικίας 8 έως 10 ετών διερεύνησε λίγο αργότερα ο Rowlands. Στα αποτελέσματά του η φυσική δραστηριότητα συσχετίσθηκε θετικά με την ευρωστία και αρνητικά με το ποσοστό λίπους τόσο στα αγόρια, όσο και στα κορίτσια, αλλά δε μελετήθηκε η συσχέτιση μεταξύ ευρωστίας και σωματικού λίπους (Rowlands et al., 1999).

Τέλος, σε μια έρευνα που μελετούσε τη σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, ευρωστίας, μυϊκής ισχύος και διατροφικής κατάστασης σε παχύσαρκα, υπέρβαρα και φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 5 έως 11 ετών, βρέθηκε ότι τα πιο εύρωστα παιδιά είχαν χαμηλότερο σωματικό βάρος, ΔΜΣ, σωματικό λίπος και άλιπη μάζα σώματος. Η ομαδοποίηση των παιδιών βάσει της μυϊκής τους ισχύος οδήγησε στο συμπέρασμα ότι τα πιο μικρά παιδιά (4 έως 7,5 ετών) δεν εμφάνισαν διαφορές στην ενεργειακή κατανάλωση, στη φυσική δραστηριότητα και στην ευρωστία.

Εντούτοις, στην ομάδα των παιδιών ηλικίας 7,6 έως 11 ετών αυτά με τη μεγαλύτερη μυϊκή ισχύ και άλιπη μάζα σώματος είχαν μικρότερο ΔΜΣ και δερματοπτυχές. Το σωματικό λίπος δε βρέθηκε να σχετίζεται με την ΑΕΕ, τη συνολική ενεργειακή κατανάλωση ή τη μυϊκή ισχύ, ενώ συσχετίσθηκε θετικά με την ώρα που τα παιδιά βλέπουν τηλεόραση (Grund et al., 2000).

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα από τις προαναφερόμενες έρευνες δεν είναι σε συμφωνία, κάτι που μπορεί να οφείλεται στη διαφορετική μεθοδολογία που επιλέγει από τον κάθε ερευνητή, αλλά όλοι συγκλίνουν στην ανάγκη πρόσθετων μελετών στον τομέα. Η σημαντικότητα της διεξαγωγής έγκυρου συμπεράσματος για τη σχέση που συνδέει τη φυσική δραστηριότητα, την ευρωστία και τη σύσταση σώματος είναι αδιαμφισβήτητη.

2.2 ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΛΙΠΙΔΑΙΜΙΚΟΥ ΠΡΟΦΙΛ

Η υπερλιπιδαιμία έχει από καιρό αναγνωριστεί ως παράγοντας κινδύνου για καρδιαγγειακά όχι μόνο στους ενήλικες αλλά και στα παιδιά, με το φαινόμενο να παρατηρείται από την παιδική και να επιδεινώνεται την εφηβική και ενήλικη ζωή. Το παραπάνω συμπέρασμα βασίζεται στα πλαίσια προσπάθειας προσδιορισμού της χρονικής περιόδου που παρουσιάζεται ο κίνδυνος για καρδιαγγειακή νόσο, στην οποία παρατηρήθηκε ότι στρώματα λίπους υπήρχαν στις αορτές νέων παιδιών και στις στεφανιαίες αρτηρίες εφήβων (Holman et al., 1958; Strong and McGill 1969; Zeek 1930).

Οι μελέτες που έχουν ασχοληθεί με το λιπιδαιμικό προφίλ των παιδιών είναι περιορισμένες. Σε μια έρευνα που σκοπό είχε να προσδιορίσει τη σχέση μεταξύ ποσοστού λίπους και μέγιστης αερόβιας ικανότητας με παράγοντες κινδύνου για αρτηριοσκλήρυνση και διαβήτη σε παιδιά ηλικίας 7 έως 11 ετών,

βρέθηκε ότι η πρόσληψη οξυγόνου είχε αντίστροφη σχέση με το δείκτη αθηρογένεσης (στη συγκεκριμένη έρευνα ο δείκτης αθηρογένεσης υπολογιζόταν από τον τύπο : $\Delta A = [(TC - HDL) \times Apoprotein B] / [(Apoprotein A - I) \times HDL]$), όπως και με τα επίπεδα των τριγλυκεριδίων (Gutin et al., 1994).

Σε άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1999 μελετήθηκε η τάση των παραμέτρων του λιπιδαιμικού προφίλ σε παιδιά ηλικίας 9 έως 18 ετών. Αυτό που βρέθηκε ήταν ότι τα τριγλυκερίδια ακολουθούν ανοδική πορεία με το πέρασμα της ηλικίας, ενώ οι LDL και HDL μειώνονται τόσο για τα αγόρια, όσο και για τα κορίτσια (Katzmarzyk et al., 1999).

Σε ένα άρθρο του Daniels αναφέρεται ότι σε ένα μικρό δείγμα παιδιών ηλικίας 3 έως 5 ετών δε βρέθηκε σχέση μεταξύ του επιπέδου λιπιδίων στο αίμα και της αερόβιας ισχύος. Στο ίδιο άρθρο γίνεται περιγραφή μιας μελέτης στην οποία συμμετείχαν παιδιά ηλικίας 10 έως 15 ετών. Φάνηκε ότι η φυσική δραστηριότητα ήταν σημαντική ανεξάρτητη μεταβλητή για την HDL, τη VLDL (Very Low Density Lipoproteins, χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη), την ApoA1 και τα τριγλυκερίδια. Επίσης, υψηλό επίπεδο δραστηριότητας σχετίσθηκε με υψηλότερα επίπεδα HDL και για τα δυο φύλα, όπως και με χαμηλό επίπεδο τριγλυκεριδίων αλλά μόνο για τα αγόρια. Τέλος, η

καρδιαγγειακή ευρωστία δε φάνηκε να σχετίζεται με κάποιο από τα λιπίδια αίματος (Daniels et al., 1999).

Η σχέση μεταξύ καρδιαγγειακής ευρωστίας, φυσικής δραστηριότητας και λιπιδίων αίματος παραμένει υπό αμφισβήτηση, αφού μερικοί συγγραφείς υποστηρίζουν ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και της HDL, ενώ άλλοι δεν έχουν προσδιορίσει τέτοια σχέση. Αυτό που προτείνεται είναι ότι ίσως οι δυο παράγοντες να ρυθμίζονται γονιδιακά με μικρή επιρροή από το περιβάλλον, αν και μέχρι σήμερα δεν έχουν αναγνωριστεί συγκεκριμένα γονίδια με τέτοια δράση (Daniels et al., 1999).

2.3 ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΙΝΣΟΥΛΙΝΗΣ ΚΑΙ ΓΛΥΚΟΖΗΣ

Τόσο η ινσουλίνη όσο και η γλυκόζη έχουν χαρακτηριστεί ως παράγοντες κινδύνου για στεφανιαία νόσο, αφού σε παιδιά έχουν παρατηρηθεί αυξημένες τιμές ινσουλίνης (υπερινσουλιναιμία/ινσουλινοαντίσταση) και γλυκόζης (υπεργλυκοζαιμία). Και οι δυο παράγοντες στην παιδική ηλικία έχουν ενοχοποιηθεί για την εμφάνιση προ-διαβήτη ή ακόμα και διαβήτη τύπου II (μη ινσουλινοεξαρτώμενος διαβήτης). Η αυξημένη αντίσταση του σκελετικού μυός στη δράση της ινσουλίνης για τη μεταφορά της γλυκόζης στο εσωτερικό του κυττάρου, αποτελεί 'ελάττωμα-κλειδί' για την ανάπτυξη

δυσανοχής στη γλυκόζη και έτσι το διαβήτη τύπου II (Henriksen et al., 2002).

Η παχυσαρκία έχει συνδεθεί στενά με το διαβήτη τύπου II σε παιδιά, αν και λίγα είναι τα στοιχεία που υπάρχουν για τη συχνότητα εμφάνισης δυσανοχής γλυκόζης σε παιδιά και έφηβους. Πληροφορίες υποστηρίζουν ότι η επίπτωση του διαβήτη τύπου II αυξήθηκε κατά 10 φορές σε περιοχές της Αμερικής από το 1982 έως σήμερα. Υποστηρίζεται πάντως ότι ο μηχανισμός μέσω του οποίου η παχυσαρκία προκαλεί το διαβήτη τύπου II είναι πιθανόν παρόμοιος με αυτόν για τους ενήλικες (Dietz et al., 1998).

Η σχέση που η ινσουλινοαντίσταση και η δυσανοχή στη γλυκόζη έχουν με τη φυσική δραστηριότητα δεν έχει διερευνηθεί σε μεγάλη κλίμακα όσον αφορά στα παιδιά. Για τους ενήλικες έχει βρεθεί ότι η οργανωμένη άσκηση, όπως και η άσκηση που πραγματοποιείται εκτός γυμναστηρίου (habitual), καθώς και η έντονη αλλά και η μέτριας μορφής άσκηση σχετίζονται με σημαντικά υψηλότερη ινσουλινοευαισθησία (Mayer-Davis et al., 1998, Stewart et al., 2002).

Για την περίοδο της παιδικής ηλικίας οι έρευνες στον τομέα είναι λίγες. Σε μια μελέτη ο Gutin ήλεγξε τη σχέση που συνδέει το ποσοστό σωματικού λίπους και την ευρωστία, εκφρασμένη σε μέγιστη αερόβια ισχύ, με

παράγοντες κινδύνου για αρτηριοσκλήρυνση και διαβήτη σε παιδιά ηλικίας 7 έως 11 ετών. Τα στοιχεία παρουσίασαν αρνητική συσχέτιση μεταξύ μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και ινσουλίνης, ενώ η τελευταία σχετίσθηκε θετικά με το ποσοστό λίπους (Gutin et al., 1994).

Σε άλλη μελέτη που ασχολήθηκε με τη σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας, ευρωστίας και παραγόντων κινδύνου για στεφανιαία νόσο, βρέθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας και ευρωστίας με τη γλυκόζη νηστείας και για τα δυο φύλα (Katzmarzyk et al., 1999), παρέχοντας έτσι στοιχεία που συνηγορούν στην άποψη ότι η έλλειψη φυσικής δραστηριότητας συνοδεύεται από αρνητικό προφίλ για καρδιαγγειακές παθήσεις σε παιδιά.

Μια πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε με φυσιολογικά παιδιά ηλικίας 10 έως 16 ετών, εντόπισε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της φυσικής δραστηριότητας και των επιπέδων ινσουλίνης μετά από νηστεία (fasting insulin levels), ενώ υπήρξε θετική συσχέτιση μεταξύ της πρώτης και της ινσουλिनοευαισθησίας (η ινσουλινοευαισθησία καθορίστηκε με ευγλυκαιμική-υπερινσουλιναιμική εργαστηριακή μέτρηση και εκφράστηκε ως χρήση γλυκόζης / κιλό άλιπης μάζας σώματος / λεπτό).

Το παραπάνω εύρημα, ότι η υψηλή φυσική δραστηριότητα σχετίζεται με μειωμένα επίπεδα ινσουλίνης νηστείας και υψηλή ινσουλινοευαισθησία σε

παιδιά, είναι σε συμφωνία με την υπόθεση ότι η άσκηση πιθανόν να ελαττώνει την επίπτωση του διαβήτη τύπου II σε παιδιά και εφήβους (Schmitz et al., 2002). Αδιαμφισβήτητο γεγονός πάντως, αποτελεί η ανάγκη πραγματοποίησης πρόσθετων ερευνών στον τομέα του παιδικού διαβήτη τύπου II και στη σχέση που έχει με τη φυσική δραστηριότητα.

2.4 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΜΕ ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

Η επίδραση της φυσικής δραστηριότητας στη σύσταση σώματος σε παιδιά είναι ένας τομέας που κέντρισε το ενδιαφέρον των ερευνητών από νωρίς. Μετά την παρουσίαση των μελετών που ασχολήθηκαν με τη σχέση που διέπει τη φυσική δραστηριότητα με τις παραμέτρους της σωματικής σύστασης (σωματικό λίπος, άλιπη μάζα σώματος, σπλαχνικό λίπος), το ενδιαφέρον στράφηκε στην επίδραση που πιθανόν να έχει η άσκηση σε κάθε μια από αυτές.

Και σε αυτήν την περίπτωση τα αποτελέσματα χαρακτηρίζονται από διαφορετικότητα. Από τους πρώτους ερευνητές που ασχολήθηκαν με το θέμα της επίδρασης της άσκησης στη σύσταση σώματος ήταν ο Linder, ο οποίος

εφάρμοσε ένα πρόγραμμα άσκησης διάρκειας 8 εβδομάδων σε αγόρια ηλικίας 11 έως 17 ετών. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν τυχαία σε δυο ομάδες, άσκησης και ελέγχου. Η πρώτη, έκανε άσκηση 4 φορές την εβδομάδα από 40 λεπτά σε κάθε συνεδρία, με ένταση που είχε οριστεί στο 80% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας (ΚΣ).

Η ευρωστία προσδιορίστηκε με εργομετρικό δοκιμασία στο κυκλοεργόμετρο, η ανθρωπομετρία περιελάμβανε μέτρηση της δερματοπτυχής του τρικέφαλου, ενώ η φυσική δραστηριότητα προσδιορίστηκε με ερωτηματολόγιο. Τέλος, η άσκηση που πραγματοποιούσαν οι συμμετέχοντες ήταν εναλλακτικό περπάτημα με τρέξιμο. Ο Linder εντόπισε στατιστικά σημαντική διαφορά με τις τιμές πριν την παρέμβαση, μόνο στην ικανότητα αερόβιου έργου για την ομάδα άσκησης, όπως και μεταξύ των δυο ομάδων μετά την παρέμβαση με την ομάδα της άσκησης να έχει τις υψηλότερες τιμές, χωρίς όμως να παρουσιαστεί διαφορά στη σύσταση σώματος (Linder et al., 1983).

Λίγο αργότερα πραγματοποιήθηκε μια έρευνα με παρέμβαση άσκησης διάρκειας 10 εβδομάδων. Συμμετείχαν αγόρια που τυχαία χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, η πρώτη έκανε άσκηση χαμηλής έντασης (40% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, VO_{2max}), η δεύτερη υψηλής έντασης άσκηση (75% VO_{2max}) και η τρίτη αποτελούσε την ομάδα ελέγχου. Η ηλικία των παιδιών

ήταν μεταξύ 8 και 10 ετών. Τα παιδιά συμμετείχαν στο πρόγραμμα 3 φορές την εβδομάδα, ενώ ο χρόνος άσκησης είχε οριστεί βάσει συγκεκριμένης απόστασης που έπρεπε να παιδιά να διανύουν με περπάτημα, χαλαρό και γρήγορο τρέξιμο.

Στην αρχή της μελέτης η απόσταση ήταν 2,4 χλμ, ενώ στο μέσο της έρευνας αναπροσαρμόστηκε στα 4,8 χλμ. (ήταν η μόνη μελέτη που αναπροσάρμοσε το προπονητικό ερέθισμα). Η σύσταση σώματος προσδιορίστηκε με δερματοπτυχές σε 6 σημεία και η καρδιαγγειακή ευρωστία με τεστ στο δαπεδοεργόμετρο. Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στην ομάδα χαμηλής έντασης άσκησης πριν και μετά την άσκηση για την ευρωστία, ενώ και εδώ δε σημειώθηκε διαφορά στη σύσταση σώματος (Savage et al., 1986).

Σε άλλη έρευνα στην οποία συμμετείχαν αγόρια και κορίτσια 11 έως 13 ετών και διήρκεσε 2 χρόνια, τα παιδιά πραγματοποιούσαν άσκηση 7 φορές την εβδομάδα για 20 λεπτά με ένταση τέτοια που να αντιστοιχεί στο αναερόβιο κατώφλι (η ένταση της άσκησης από την οποία και μετά συσσωρεύεται απότομα μεγάλη ποσότητα γαλακτικού οξέος). Τη φυσική δραστηριότητα αποτελούσαν σχολικές ασχολίες, ενώ δεν αναφέρεται η μέθοδος προσδιορισμού της σύστασης σώματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική

μείωση του σωματικού βάρους στον πρώτο χρόνο κατά 55 και 48% στα αγόρια και στα κορίτσια (Sazaki et al., 1987).

Αρκετά χρόνια μετά έγινε μια έρευνα από τον Rowland στην οποία έλαβαν μέρος αγόρια και κορίτσια ηλικίας 10 έως 12 ετών. Η αερόβια προπόνηση είχε διάρκεια 13 εβδομάδες, συχνότητα 3 φορές την εβδομάδα και κάθε συνεδρία αποτελούνταν από 25 λεπτά άσκησης έντασης 75-80 % της μέγιστης ΚΣ. Η ευρωστία των παιδιών προσδιορίστηκε με τεστ στο κυκλοεργόμετρο και η σύσταση σώματος με δερματοπτυχές σε δυο σημεία, στον τρικέφαλο και στον υποπλάτιο μυ. Η ένταση της άσκησης ελεγχότανε με τη βοήθεια παλμογράφων (heart rate monitor) που φέρανε οι δοκιμαζόμενοι σε κάθε προπόνηση. Ο παλμογράφος είναι συσκευή που καταγράφει την καρδιακή συχνότητα του ασκούμενου, ενώ υπάρχει η δυνατότητα μεταφοράς των στοιχείων στον υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία και έλεγχο.

Αδυναμία της συγκεκριμένης έρευνας αποτελεί ο ανεπαρκής έλεγχος της έντασης της άσκησης, αφού η συσκευή που αναφέρθηκε προηγουμένως δινόταν σε κάθε δοκιμαζόμενο μια φορά την εβδομάδα, πιθανώς λόγω περιορισμένου αριθμού τους (υπήρχαν μόνο 7 παλμογράφοι σε σύνολο 31 παιδιών). Τη φυσική δραστηριότητα αποτελούσαν ασκήσεις αεροβικής, step, χορού και κυκλικής προπόνησης. Στα ευρήματα της μελέτης δε σημειώθηκε σημαντική αλλαγή στη σύσταση σώματος των δοκιμαζόμενων, αλλά

βελτιώθηκε η αερόβια ικανότητα των παιδιών κατά 5,4% (Rowland et al., 1996).

Ο Gutin μελέτησε σε παχύσαρκα κορίτσια την επίδραση της άσκησης σε παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 10 εβδομάδες, η άσκηση πραγματοποιούνταν 5 φορές την εβδομάδα, διαρκούσε 30 λεπτά και η ΚΣ αντιστοιχούσε στο 70% της μέγιστης. Η φυσική κατάσταση προσδιορίστηκε σε δαπεδοεργόμετρο με κατάλληλη δοκιμασία, το επίπεδο φυσική δραστηριότητας με ερωτηματολόγιο, ενώ η προπόνηση αποτελούνταν από δραστηριότητες όπως αεροβική, ποδηλάτηση, χαλαρό και γρήγορο τρέξιμο, τρέξιμο με ελαφρύ βάρος, σχοινάκι και κυκλική προπόνηση.

Η ένταση της άσκησης ελεγχόταν με παλμογράφο που φορούσε κάθε παιδί 2 φορές την εβδομάδα. Τέλος, η σύσταση σώματος προσδιορίστηκε με τη μέθοδο απορρόφησης ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DEXA). Τα αποτελέσματα παρουσίασαν σημαντική μείωση στο ποσοστό σωματικού λίπους σε σχέση με τις αρχικές τιμές, χωρίς να υπάρχει διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων, ενώ δε γίνεται αναφορά σε άλλες παραμέτρους της σωματικής σύστασης. Πρέπει στο σημείο αυτό να αναφέρουμε ότι η ομάδα ελέγχου παρακολουθούσε μαθήματα επιμόρφωσης στον τομέα της διατροφής και η

απουσία διαφοράς μεταξύ των δυο ομάδων πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι αυτή η ομάδα βελτίωσε τον τρόπο διατροφής της (Gutin et al., 1996).

Σε άλλη έρευνα μελετήθηκε ο ρόλος της έντονης άσκησης στην ενεργειακή ισορροπία και στη ρύθμιση του σωματικού βάρους. Αυτό που βρήκαν οι ερευνητές είναι ότι η έντονη άσκηση μεταβάλλει ευνοϊκά την ενεργειακή κατανάλωση, η οποία με τη σειρά της επιδρά στη σωματική σύσταση. Η ενεργειακή κατανάλωση λοιπόν αυξάνεται γιατί η άσκηση αυξάνει τόσο την ενεργειακή κατανάλωση στην ηρεμία (Resting Energy Expenditure, REE), όσο και την ενέργεια για την πραγματοποίηση της άσκησης. Στο τελευταίο συνηγορεί και η αύξηση της μυϊκής μάζας, με αποτέλεσμα πιθανές μεταβολές στη σωματική σύσταση (Hunter et al., 1998).

Την ίδια χρονιά ο Tolfrey ασχολήθηκε με παιδιά ηλικίας 10 ετών, αγόρια και κορίτσια, που συμμετείχαν σε πρόγραμμα φυσικής δραστηριότητας 12 εβδομάδων. Τα παιδιά χωρίστηκαν τυχαία σε ομάδα άσκησης και ομάδα ελέγχου, κάθε προπονητική μονάδα είχε διάρκεια 30 λεπτά και πραγματοποιούνταν 3 φορές την εβδομάδα στο 80% της μέγιστης ΚΣ. Το επίπεδο της φυσικής δραστηριότητας των παιδιών προσδιορίστηκε με παλμογράφο που κάθε συμμετέχοντας φορούσε 4 συνεχόμενες ημέρες, η φυσική τους κατάσταση μελετήθηκε με τεστ στο κυκλοεργόμετρο και για τη

σωματική τους σύσταση χρησιμοποιήθηκαν οι δερματοπτυχές τρικέφαλου και υποπλάτιου μυός.

Τέλος, η άσκηση έγινε σε κυκλοεργόμετρο με μεταβολή της αντίστασης βάσει ΚΣ, η οποία λαμβανότανε μέσω του παλμογράφου που φορούσαν όλοι οι δοκιμαζόμενοι σε κάθε συνεδρία. Στα αποτελέσματα παρουσιάστηκε σημαντική αύξηση στο σωματικό βάρος και για τις δυο ομάδες σε σχέση με τις τιμές πριν την παρέμβαση. Το σωματικό λίπος ελαττώθηκε σημαντικά και στις δυο ομάδες, με την ομάδα ελέγχου να παρουσιάζει σημαντικά χαμηλότερες τιμές σε σχέση με την ομάδα άσκησης, κάτι που όμως οφείλεται στο ότι τα παιδιά στην ομάδα ελέγχου ήταν πιο αδύνατα από την αρχή της μελέτης (pre-test values). Η αύξηση του σωματικού βάρους με ταυτόχρονη μείωση στο σωματικό λίπος, μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η αερόβια προπόνηση προκάλεσε αύξηση στην άλιπη μάζα σώματος των παιδιών. (Tolfrey et al., 1998).

Ο Owens μελετώντας την επίδραση της προπόνησης στο ολικό και σπλαχνικό λίπος σε παχύσαρκα παιδιά 7 έως 11 ετών, εφάρμοσε ένα πρόγραμμα άσκησης 16 εβδομάδων. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε ομάδες άσκησης και ελέγχου, έκαναν προπόνηση 5 φορές την εβδομάδα, κάθε συνεδρία διαρκούσε 40 λεπτά και στόχος ήταν η επίτευξη μέσης ΚΣ 157

παλμοί/λεπτό. Η φυσική δραστηριότητα προσδιορίστηκε με κατάλληλο ερωτηματολόγιο, η ευρωστία με εργομετρικό τεστ στο κυκλοεργόμετρο, η σωματική σύσταση με τη μέθοδο DEXA, ενώ όλοι οι δοκιμαζόμενοι κατά την προπόνηση φορούσαν παλμογράφο για τον έλεγχο της έντασης άσκησης.

Η προπόνηση περιελάμβανε τρέξιμο στο διάδρομο ή ποδηλάτηση ή διάφορες αθλοπαιδιές. Στα αποτελέσματα παρουσιάστηκε σημαντική αύξηση στο βάρος σώματος και στις δυο ομάδες σε σχέση με τις αρχικές τιμές, στην ομάδα άσκησης μόνο το ποσοστό σωματικού λίπους μειώθηκε σημαντικά, ενώ στην ομάδα ελέγχου το σπλαχνικό λίπος (σε cm^3) αυξήθηκε σημαντικά. Έτσι, τα παχύσαρκα παιδιά μπορούν να συμμετέχουν σε υψηλής έντασης άσκηση, ενώ συσσωρεύτηκε σημαντικά λιγότερο σπλαχνικό λίπος σε σχέση με τα παιδιά στην ομάδα ελέγχου (Owens et al., 1999).

Ο Ferguson ασχολήθηκε και αυτός με παχύσαρκα παιδιά ηλικίας 7 έως 11 ετών. Τα παιδιά χωρίστηκαν τυχαία σε δυο ομάδες, η 1^η έκανε άσκηση τις πρώτες 16 εβδομάδες και τις ακόλουθες 16 όχι, ενώ η 2^η αντίστροφα. Κάθε συνεδρία διαρκούσε 40 λεπτά και γινόταν με συχνότητα 5 φορές την εβδομάδα. Στόχος ήταν η ΚΣ να κυμαίνεται στους 157 παλμούς/λεπτό, η φυσική κατάσταση προσδιορίστηκε με κυκλοεργόμετρο και η σύσταση σώματος με DEXA. Όλοι οι συμμετέχοντες φορούσαν κατά τη διάρκεια της προπόνησης παλμογράφο, ενώ η άσκηση αποτελούνταν από διάφορες αθλοπαιδιές, άσκηση

στο δαπεδοεργόμετρο και στο κυκλεργόμετρο. Στα ευρήματα αναφέρθηκε σημαντική μείωση στο ποσοστό σωματικού λίπους και για τις δυο ομάδες σε σχέση με τις τιμές πριν την άσκηση, χωρίς να γίνεται αναφορά στις άλλες παραμέτρους της σύστασης σώματος (Ferguson et al., 1999).

Τέλος, ο Gutin μελέτησε πάλι παχύσαρκα παιδιά μεγαλύτερης ηλικίας, 13 έως 16 ετών. Η ομαδοποίηση έγινε τυχαία σε τμήματα υψηλής και μέτριας φυσικής δραστηριότητας με μαθήματα επιμόρφωσης και σε ομάδα με μαθήματα επιμόρφωσης μόνο. Η παρέμβαση εφαρμόστηκε για 32 εβδομάδες με συχνότητα 5 φορές / εβδομάδα. Η διάρκεια κάθε προπονητικής μονάδας καθοριζόταν με την ενεργειακή κατανάλωση, που έπρεπε να κυμαίνεται στις 250kcal/συνεδρία. Η ομάδα της υψηλής έντασης είχε στόχο την άσκηση στο 75-80% της VO_{2max} και αυτή της μέτριας έντασης το 55-60% της VO_{2max} .

Όλοι οι δοκιμαζόμενοι φορούσαν παλμογράφο σε κάθε προπόνηση και η άσκηση γινόταν σε δαπεδοεργόμετρο, στο οποίο και προσδιορίστηκε η καρδιαγγειακή ευρωστία των συμμετεχόντων. Το DEXA χρησιμοποιήθηκε για τον καθορισμό της σωματικής σύστασης, ενώ δόθηκε ερωτηματολόγιο φυσικής δραστηριότητας. Στα αποτελέσματα παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στο ποσοστό σωματικού λίπους μεταξύ των ομάδων άσκησης και ελέγχου μετά το πέρας της παρέμβασης (οι δυο ομάδες διαφορετικής έντασης

μελετήθηκαν μαζί, ενώ η ομάδα με τα μαθήματα επιμόρφωσης θεωρήθηκε ως ελέγχου) και το ίδιο σημειώθηκε για το σπλαχνικό λίπος (σε cm^3), (Gutin et al., 2002).

Από το σύνολο των ερευνών που αναφέρθηκαν παραπάνω, μπορούμε να βγάλουμε ορισμένα συμπεράσματα, χρήσιμα για την πορεία που θα ακολουθηθεί. Η χρονική διάρκεια της παρέμβασης κυμαίνεται από 8 εβδομάδες έως και 2 χρόνια, με το σύνολο των 32 εβδομάδων να εμφανίζεται περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Η συχνότητα που η αερόβια άσκηση λαμβάνει χώρα είναι από 3 έως και 7 φορές/εβδομάδα, ενώ η διάρκεια είναι μεταξύ 20 και 40 λεπτών. Η ένταση της άσκησης, ειδικά στις τελευταίες έρευνες, προτιμάται να εκφράζεται σε μέγιστη ΚΣ και μάλιστα στο 70-80% αυτής.

Όσον αφορά στην ένταση της άσκησης, ο έλεγχός της γίνεται με τη χρήση παλμογράφων, αν και έχει προταθεί ότι για τη φυσική δραστηριότητα, οι μετρήσεις που προκύπτουν δεν είναι αντιπροσωπευτικές (Rowlands et al., 1999). Ο ίδιος ερευνητής σε μελέτη του για τη σχέση μεταξύ επιπέδου φυσικής δραστηριότητας, ευρωστίας και σωματικού λίπους σε παιδιά χρησιμοποίησε παλμογράφο σε συνδυασμό με δραστηριογράφο και βηματόμετρο (συσκευή που καταγράφει τον αριθμό των βημάτων και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της φυσικής δραστηριότητας).

Ο προσδιορισμός της καρδιαγγειακής ευρωστίας έγινε ως επί το πλείστον με κυκλοεργόμετρο, πιθανώς λόγω της ευκολίας εφαρμογής σε παιδιά σε σχέση με το δαπεδοεργόμετρο. Η ανθρωπομετρία βασίζεται σε μετρήσεις με δερματοπτυχόμετρο, αν και τα τελευταία χρόνια επιλέγεται η μέθοδος απορρόφησης ακτίνων Χ διπλής ενέργειας. Σε μερικές έρευνες έχει χρησιμοποιηθεί ερωτηματολόγιο για το επίπεδο της φυσικής δραστηριότητας, ενώ η άσκηση που πραγματοποιείται ποικίλει, με τις αθλοπαιδιές, το διάδρομο και το ποδήλατο να εμφανίζονται πιο συχνά.

Αν και οι ορισμένες μελέτες παρουσιάζουν φαινομενικά σχετική συμφωνία στη μεθοδολογία, τα αποτελέσματα ποικίλουν. Υπάρχουν έρευνες που εντόπισαν αρνητική επίδραση της αερόβιας άσκησης στη σύσταση σώματος, μελέτες που δε βρήκαν επίδραση και άλλες που βρήκαν ότι η άσκηση επέδρασε θετικά στο σωματικό βάρος, στο ποσοστό λίπους και στο σπλαχνικό λίπος σε παιδιά (τα χαρακτηριστικά αυτών των ερευνών παρουσιάζονται συγκεντρωμένα στους Πίνακες 1α και 1β). Έχουν εντοπιστεί οι διάφορες αδυναμίες σε αρκετές από τις μελέτες παρέμβασης με άσκηση, οι οποίες αναφέρονται σε παράγραφο που ακολουθεί. Γίνεται πάντως εμφανής η ανάγκη πραγματοποίησης ενός προγράμματος αερόβιας προπόνησης σε παιδιά, απαλλαγμένο από μεθοδολογικά λάθη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1α : Χαρακτηριστικά ερευνών παρέμβασης που μελετούν την επίδραση της άσκησης στη σωματική σύσταση σε παιδιά

A/A	Αναφορά	Δείγμα		Διάρκεια	Ηλικία	Διάρκεια	Συχνότητα	Ένταση
		Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	(εβδομάδες)	(έτη)			
		(λεπτά/συνεδρία) (φορές/εβδομάδα)						
1	Linder et al [1983]	29 A	21 A	8	11-17			
	30	4	80% HR _{max}					
2	Savage et al [1986]	8A/10A ^a	10 A	10	8-10	2,4/4,8 χλμ ^b	3	40%VO _{2max}
								75%VO _{2max}
3	Sasaki et al [1987]	21A/20 K	-	104	11-13			
	20	7	αντιστοιχία με					
4	Rowland et al [1996]	11A/20 K	-	13	10-12	25	3	γαλακτικό κατώφλι 70-85% HR _{max}
5	Gutin et al [1996]	12 K	10K	10	7-11	30	5	70% HR _{max}
6	Tolfrey et al [1998]	14 A/14 K	10 A/10 K	12	10.6 ± 0.7	30	3	80% HR _{max}

7	Owens et al [1999]	12 A/23 K	13 A/26 K	16	7-11	40	5	157 χτύποι/λεπτό
8	Ferguson et al [1999]	<u>73 N^c</u>	-	16	7-11	40	5	157 χτύποι/λεπτό
9	Gutin et al [2002]	<u>21/21N^d</u>	21N	32	13-16	-	5	50-60% VO ₂ max 75-80% VO ₂ max

A: αγόρια, K: κορίτσια, N: σύνολο παιδιών, α: δυο ομάδες διαφορετικής έντασης, χαμηλής και υψηλής έντασης, β: ένταση άσκησης βάσει απόστασης, αναπροσαρμογή ερεθίσματος στο μέσο της παρέμβασης, γ: δυο ομάδες, η 1^η έκανε άσκηση τις πρώτες 16 εβδομάδες της παρέμβασης, η 2^η άσκηση τις επόμενες 16, δ: τρεις ομάδες παιδιών, παρέμβαση αγωγή υγείας μόνο, μέτρια άσκηση+αγωγή υγείας, υψηλή άσκηση+αγωγή υγείας, οι υπογραμμισμένες μελέτες 3, 4, 5, 8 και 9 αναφέρονται σε παχύσαρκα παιδιά

ΠΙΝΑΚΑΣ 1β : Επίδραση της παρέμβασης με αερόβια προπόνηση στη σύσταση σώματος, στο σωματικό και σπλαχνικό λίπος σε παιδιά

Α/Α	Αναφορά	ΔΣωματικό βάρος(kg)		ΔΣωματικό λίπος(%)		ΔΣπλαχνικό λίπος(cm ³)	
		Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου
1	Linder et al [1983]	- 2.0	+ 0.1	ΜΣΣ		ΜΣΣ	
2	Savage et al [1986]	+1.0/+0.8 ^a + 0.9		ΜΣΣ		ΜΣΣ	
3	Sasaki et al [1987]	μείωση δείκτη παχυσαρκίας		ΜΣΣ		ΜΣΣ	
		55%A*/ 48%Κ*4		Rowland et al [1996]		+0.4Α/+1.3Κ	
	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ				
5	Gutin et al [1996]	-1,4*	-0,4	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ

6	Tolfrey et al [1998]		+1.2*	+0.8*	-1.2*,**	-1.2*,**	ΜΣΣ	7
	Owens et al [1999]	+1.1*	+2.0*	-2.2*	0.0	+1.3	+20.9*	
8	Ferguson et al [1999]	ΔΑ	ΔΑ	-2.2*/-1.1* ^b	ΜΣΣ	ΔΑ	ΔΑ	
9	Gutin et al [2002]	-0.74	+1.63 ^c	-3.58**	+0.2	-43**	- 12	

α: δυο ομάδες χαμηλής (40%) και υψηλής (75%) έντασης άσκηση, b: δυο ομάδες, η 1^η έκανε άσκηση τις πρώτες 16 εβδομάδες της παρέμβασης, η 2^η άσκηση τις επόμενες 16, c: δυο ομάδες, η 1^η παρέμβαση αγωγής υγείας μόνο, η 2^η παρέμβαση αγωγής υγείας και υψηλή+μέτρια άσκηση, *: στατιστικά σημαντική διαφορά με τις αρχικές τιμές, **: στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα ελέγχου, ΜΣΣ: μη στατιστικά σημαντική διαφορά, ΔΑ: δεν αναφέρεται

2.5 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΜΕ ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΟ ΛΙΠΙΔΑΙΜΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ

Η επίδραση που μπορεί να έχει η άσκηση στο λιπιδαιμικό προφίλ και σε κάθε ένα από τα συστατικά του (ολική χοληστερόλη, TC, τριγλυκερίδια, TG, υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη, HDL-C, χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη, LDL-C), όπως και στους λόγους αυτών, έχει απασχολήσει αρκετούς ερευνητές, ιδιαίτερα στο στάδιο της παιδικής ηλικίας. Στις παραγράφους που ακολουθούν θα παρουσιαστούν μερικές από αυτές τις μελέτες, με σκοπό να γίνει εμφανής η ποικιλία, από πλευράς ευρημάτων και η σύγκρουση στην οποία έρχονται πολλές φορές τα αποτελέσματα.

Μερικές από τις μελέτες που θα αναφερθούν στη συνέχεια, έχουν ήδη αναλυθεί προηγουμένως στα πλαίσια της επίδρασης της φυσικής δραστηριότητας στη σύσταση σώματος σε παιδιά. Εδώ θα εξεταστούν από την οπτική γωνία των λιπιδίων αίματος. Από τους πρώτους που ασχολήθηκαν με το θέμα της άσκησης και του λιπιδαιμικού προφίλ ήταν ο Linder, ο οποίος εφάρμοσε ένα πρόγραμμα άσκησης για 8 εβδομάδες σε αγόρια ηλικίας 11 έως 17 ετών.

Το πρόγραμμα προσφερόταν 4 φορές την εβδομάδα για 30 λεπτά / συνεδρία και η ένταση αντιστοιχούσε στο 80% της μέγιστης ΚΣ. Στα αποτελέσματά του δεν παρατήρησε καμία στατιστικά σημαντική αλλαγή σε

κάποιο από τα στοιχεία του λιπιδαιμικού προφίλ, κάτι που πιθανόν να οφείλεται στη μικρή διάρκεια του προγράμματος παρέμβασης (Linder et al., 1983).

Ο Savage αύξησε τη διάρκεια του προγράμματος άσκησης σε 10 εβδομάδες και μελέτησε την επίδρασή της σε αγόρια ηλικίας 8 έως 10 ετών. Η άσκηση πραγματοποιούνταν 3 φορές / εβδομάδα, η διάρκειά της ελεγχόταν βάσει της απόστασης που έπρεπε να διανυθεί (η απόσταση αυτή διπλασιάστηκε στο μέσο της έρευνας στα πλαίσια αναπροσαρμογής του προπονητικού ερεθίσματος) και η έντασή της είχε οριστεί στο 40 και 75% της VO_{2max} για της δυο ομάδες μέτριας και υψηλής έντασης άσκηση αντίστοιχα.

Και εδώ όμως τα αποτελέσματα δεν έδειξαν σημαντική διαφορά, τόσο μεταξύ των δύο ομάδων διαφορετικής έντασης άσκησης, όσο και μεταξύ αυτών και της ομάδας ελέγχου. Στην ομάδα έντονης άσκησης μόνο, η ολική χοληστερόλη φάνηκε να μειώνεται την 1^η ημέρα μετά το τέλος του προγράμματος παρέμβασης, όμως τη 2^η ημέρα οι τιμές είχαν ανοδική πορεία, πλησιάζοντας τις αρχικές τιμές (Savage et al., 1986).

Ο Sasaki εφάρμοσε πρόγραμμα άσκησης για 2 χρόνια σε παχύσαρκα παιδιά, με κάθε προπονητική μονάδα να έχει διάρκεια 20 λεπτά, 7 φορές την εβδομάδα, ενώ η ένταση της άσκησης αντιστοιχούσε στο γαλακτικό κατώφλι.

Αυτή τη φορά εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στα επίπεδα της HDL-C και στα δυο φύλα, όπως και σημαντική μείωση στη συγκέντρωση των TG μόνο στα κορίτσια. Η TC δεν παρουσίασε αλλαγή σε κανένα από τα δυο φύλα. Το πόρισμα από τη συγκεκριμένη μελέτη είναι ότι ένα μακροχρόνιο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης δρα ευεργετικά στο μεταβολισμό των λιποπρωτεϊνών σε παχύσαρκα παιδιά (Sazaki et al., 1987).

Σε άλλη μελέτη, το πρόγραμμα της παρέμβασης με φυσικής δραστηριότητα διήρκησε 13 εβδομάδες. Συμμετείχαν αγόρια και κορίτσια ηλικίας 10 έως 12 ετών και η άσκηση γινότανε 3 φορές την εβδομάδα για 25 λεπτά στο 75-80% της μέγιστης ΚΣ. Σε αυτή την περίπτωση δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σε κάποιο από τα επίπεδα λιπιδίων αίματος πριν και μετά την περίοδο άσκησης, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι προπόνηση 13 εβδομάδων δεν επαρκεί για να προκαλέσει αλλαγές στο λιπιδαιμικό προφίλ των παιδιών. Ίσως το αποτέλεσμα να οφείλεται και στη μικρή διάρκεια κάθε προπονητικής μονάδας (25 λεπτά), (Rowland et al., 1996).

Την ίδια χρονιά μελετήθηκε η επίδραση της προπόνησης σε παράγοντες κινδύνου για στεφανιαία νόσο σε παχύσαρκα κορίτσια. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 10 εβδομάδες, κάθε συνεδρία διαρκούσε 30 λεπτά και πραγματοποιούνταν 5 φορές / εβδομάδα στο 70% της μέγιστης ΚΣ. Η ομάδα

ελέγχου παρακολουθούσε εβδομαδιαία επιμορφωτικά μαθήματα διατροφής και άσκησης.

Τα αποτελέσματα για την ομάδα άσκησης δεν παρουσίασαν σημαντική αλλαγή σε κάποιο από τα συστατικά του λιπιδαιμικού προφίλ. Συνδυασμένα με τις τιμές της ομάδας ελέγχου, παρουσιάστηκε σημαντική μείωση στα TG, στο λόγο TC/HDL-C και LDL-C/ApoB, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι και οι δύο μορφές παρέμβασης ήταν το ίδιο αποτελεσματικές, αν και η δράση τους χρήζει πρόσθετης έρευνας (Gutin et al., 1996).

Ο Williford παρατήρησε τις αλλαγές που προκαλεί ένα πρόγραμμα άσκησης 15 εβδομάδων σε αγόρια ηλικίας 13 ετών. Η προπόνηση είχε συχνότητα 5 φορές / εβδομάδα (3 φορές / εβδομάδα αεροβική άσκηση και 2 φορές / εβδομάδα άσκηση με αντιστάσεις). Μετά το τέλος της παρέμβασης σημειώθηκε σημαντική μείωση στην LDL-C και αύξηση HDL-C στην ομάδα άσκησης σε σχέση με τις αρχικές τιμές, χωρίς να παρατηρηθεί αλλαγή σε κάποιο από τα υπόλοιπα λιπίδια αίματος. Οπότε, η άσκηση μπορεί να προκαλέσει ευνοϊκές μεταβολές στο καρδιαγγειακό προφίλ των αγοριών (Williford et al., 1996).

Σε άλλη έρευνα που μελετούσε τις προκαλούμενες από την άσκηση αλλαγές στο λιπιδαιμικό προφίλ παιδιών, εφαρμόστηκε πρόγραμμα παρέμβασης διάρκειας 12 εβδομάδων. Η άσκηση γινότανε 3 φορές /

εβδομάδα, 30 λεπτά / συνεδρία, στο 80% της μέγιστης ΚΣ. Δεν σημειώθηκαν αλλαγές στις τιμές των ΤΓ και της ΤC, αλλά παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στην HDL-C σε σχέση με τις τιμές πριν την άσκηση, μείωση στην LDL-C, όπως και στους λόγους TC/HDL-C, LDL-C/HDL-C. Σημαντική διαφορά υπήρξε ανάμεσα στις δυο ομάδες (άσκησης και ελέγχου) για τις τρεις τελευταίες αναφερόμενες τιμές (Tolfrey et al., 1998).

Ο Ferguson εφάρμοσε ένα πρόγραμμα άσκησης σε παχύσαρκα αγόρια και κορίτσια διάρκειας 32 εβδομάδων. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε δυο ομάδες, η πρώτη συμμετείχε στο πρόγραμμα άσκησης τις πρώτες 16 εβδομάδες και η δεύτερη στις υπόλοιπες 16. Η άσκηση προσφερόταν στα παιδιά 5 φορές / εβδομάδα για 40 λεπτά κάθε φορά. Η ΚΣ έπρεπε να κυμαίνεται στους 150 παλμούς / λεπτό. Στα αποτελέσματα της έρευνας εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική μείωση στα ΤΓ και για τις δυο ομάδες, χωρίς να υπάρχει άλλη αλλαγή στα υπόλοιπα λιπίδια αίματος (Ferguson et al., 1999).

Ο Gutin και ο Owens μελετώντας το ρόλο της παρέμβασης με άσκηση στη βελτίωση της κατανομής του σωματικού λίπους και του προφίλ παραγόντων κινδύνου σε παιδιά, εφάρμοσαν ένα πρόγραμμα άσκησης σε παχύσαρκα παιδιά ηλικίας 7 έως 11 ετών. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 32 εβδομάδες, ενώ τα παιδιά χωρίστηκαν τυχαία σε δυο ομάδες με την 1^η να συμμετέχει στο πρόγραμμα άσκησης τις πρώτες 16 εβδομάδες και τη 2^η στις

άλλες 16. Η προπόνηση γινότανε 5 φορές την εβδομάδα με διάρκεια 40 λεπτά / συνεδρία και στόχο τη διατήρηση της ΚΣ > 150 παλμούς / λεπτό. Στα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση σε σχέση με τα αρχικά επίπεδα των ΤΓ και στις δυο ομάδες (δεν αναφέρονται τιμές), χωρίς να εμφανιστεί αλλαγή σε κάποιο από τα υπόλοιπα στοιχεία του λιπιδαιμικού προφίλ (Gutin and Owens, 1999).

Τέλος, σε μια πρόσφατη έρευνα που ασχολήθηκε με παχύσαρκους έφηβους 13 έως 16 ετών, εφαρμόστηκε ένα πρόγραμμα παρέμβασης άσκησης με διάρκεια 32 εβδομάδων (Kang et al., 2002). Τα παιδιά χωρίστηκαν τυχαία σε 3 ομάδες, η πρώτη παρακολουθούσε μαθήματα επιμόρφωσης κάθε 2 εβδομάδες, η δεύτερη μαθήματα και συμμετείχε σε άσκηση μέτριας έντασης και η τρίτη έκανε μαθήματα και άσκηση υψηλής έντασης. Η άσκηση προσφερόταν 5 φορές / εβδομάδα και ως χρονικό όριο είχε καθοριστεί η κατανάλωση 250 χιλιοθερμίδων / συνεδρία. Η ένταση της άσκησης κυμαινόταν στο 55-60% και 75-80% της VO_{2max} για την ομάδα μέτριας και υψηλής έντασης αντίστοιχα.

Στα αποτελέσματα δεν παρουσιάζονται οι αρχικές και τελικές τιμές, αλλά μόνο η διαφορά τους. Παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στα επίπεδα των ΤΓ στην ομάδα της υψηλής έντασης άσκησης μόνο, τόσο σε σχέση με τις αρχικές τιμές, όσο και σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (η ομάδα που

παρακολουθούσε μαθήματα επιμόρφωσης). Στατιστικά σημαντική αύξηση σημειώθηκε στο λόγο TC/HDL-C και για τις δυο ομάδες που συμμετείχαν στο πρόγραμμα άσκησης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, ενώ για την ομάδα υψηλής έντασης η αύξηση ίσχυε και σε σχέση με τις αρχικές τιμές. Για τα υπόλοιπα λιπίδια αίματος δεν παρουσιάστηκε διαφορά. Όταν οι τιμές επεξεργάστηκαν σε επίπεδο δυο ομάδων (μαθήματα επιμόρφωσης μόνο, μέτρια και υψηλή έντασης άσκηση μαζί), παρατηρήθηκε σημαντική μείωση για τα TG και για το λόγο TC/HDL-C σε σχέση με τις αρχικές τιμές (Kang et al., 2002).

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα από τις έρευνες που προαναφέρθηκαν χαρακτηρίζονται από διαφορετικότητα. Ορισμένοι εντόπισαν αλλαγές σε μερικά από τα λιπίδια αίματος, άλλοι βρήκαν σημαντικές διαφορές σε κάποια άλλα, ενώ μερικοί δε σημείωσαν μεταβολή. Σε μια γενική εικόνα, φαίνεται να εμφανίζεται μείωση στα επίπεδα των TG, με την TC να μη μεταβάλλεται από την προπόνηση. Η HDL-C αυξάνεται με την άσκηση, ενώ η LDL-C μειώνεται σε μερικές μόνο έρευνες.

Η εικόνα για τους λόγους TC/HDL-C και LDL-C/HDL-C είναι περισσότερο μπερδεμένη, με μια έρευνα να παρουσιάζει ελάττωση και άλλη μείωση του λόγου για το πρώτο κλάσμα και μια μόνο μελέτη να έχει εντοπίσει μείωση μετά από προπόνηση για το δεύτερο. Είναι απαραίτητη λοιπόν η

πραγματοποίηση πρόσθετων ερευνών στον τομέα προκειμένου να προσδιοριστεί η επίδραση της άσκησης στο λιπιδαιμικό προφίλ των παιδιών. Στους Πίνακες 2α, 2β και 2γ παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι μελέτες που αναφέρθηκαν παραπάνω.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2α : Χαρακτηριστικά ερευνών παρέμβασης που μελετούν την επίδραση της άσκησης στο λιπιδαιμικό προφίλ σε παιδιά

A/A	Αναφορά	Δείγμα		Διάρκεια παρέμβασης	Διάρκεια	Συχνότητα		
		Πειραματική ομάδα	Ομάδα ελέγχου	(εβδομάδες)	(λεπτά)	(φορές/εβδομάδα)		
1	Linder et al [1983]	29A	21A	8	30	4	2	Savage et al
	[1986] 8A/10A	10A	10	2,4/4,8χλμ ^a	3			
3	Sazaki et al [1987]	<u>21A/20K</u>	-	104	20	7		
4	Rowland et al [1996]	<u>11A/20K</u>	-	13	25	3		
5	Gutin et al [1996]	<u>12K</u>	10K	10	30	5	6	Williford et
	al [1996] 12A	5A	15	ΔA	5			
7	Tolfrey et al [1998]	14A/14K	10A/10K	12	30	3		
8	Ferguson et al [1999]	<u>73N</u>	-	32		40		5

9	Gutin and Owens [1999]	81N	-	32	40	5
10	Kang et al [2002]	80N	-	32	250kcal/συνεδρία	5

A: αγόρια, K: κορίτσια, N: σύνολο αγοριών και κοριτσιών, α: αναπροσαρμογή προπονητικού ερεθίσματος στο μέσο της παρέμβασης, οι υπογραμμισμένες μελέτες 3, 4, 5, 9 και 10 αναφέρονται σε παχύσαρκα παιδιά

ΠΙΝΑΚΑΣ 2β : Επίδραση της παρέμβασης με αερόβια προπόνηση στο λιπιδαιμικό προφίλ σε παιδιά

A/A	Αναφορά	Μονάδες	TG		TC		HDL-C		LDL-C	
			AT	Δ	AT	Δ	AT	Δ	AT	Δ
1	Linder et al [1983]	(mg/dl)	84,14	-0,14	148,14	-0,91	41,33	-3,46	93,90	+3,352
	Savage et al [1986]	(mg/dl)	50/53 ^a	+5/+16	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	109/88	+14/+43
	Sazaki et al [1987]	(mmol/L)	ΔA	↓*	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΔA	+16%/+19%*	ΔA	ΔA 4
	Rowland et al [1996]	(mg/dl)	110 A	-10	175,4	-2,5	52,7	+0,7	100,9	-1,8

	108,1 K	-0,8	176,5	-2,8	53,4	0	101,6	-3,75
Gutin et al [1996] (mmol/L)	0,92	-0,14	4,45	0,08	1,05	ΔA	1,19	+0,076
Williford et al [1996] (mmol/L)	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	1,11	+0,17*	2,73	-0,32*
7 Tolfrey et al [1998] (mmol/L)	0,68	+0,01	4,33	-0,18	1,08	+0,1*	2,94	-0,3*,**8
Ferguson et al [1999] (mmol/L)	1,15	-0,2*	4,29	-0,18	1,14	+0,05	2,48	+0,08

	1,10	-0,28*	4,27	+0,13	1,35	+0,02	2,45	+0,249
Gutin and Owens [1999] (mmol/L)ΔA	↓*	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ10
et al [2002] (mmol/L)	ΔA	-0,04 ^b	ΔA	+0,03	ΔA	0	ΔA	-0,15
		-0,22*,**		+0,01		-0,02		-0,02

ΑΤ: αρχική τιμή, Δ: διαφορά, α: χαμηλή και υψηλή έντασης άσκηση, ↓: σημαντική μείωση, τιμές δεν αναφέρονται, b: δυο ομάδες, η

1^η παρέμβαση αγωγής υγείας+μέτρια άσκηση, η 2^η παρέμβαση αγωγής υγείας+υψηλή άσκηση,

* : στατιστικά σημαντική διαφορά με τις αρχικές τιμές, **: στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας άσκησης και της ομάδας ελέγχου, ΜΣΣ: μη στατιστικά σημαντικό, ΔΑ: δεν αναφέρεται

ΠΙΝΑΚΑΣ 2γ: Επίδραση της παρέμβασης με αερόβια προπόνηση στο λιπιδαιμικό προφίλ στην ινσουλίνη και στη γλυκόζη σε παιδιά

Α/Α	Αναφορά	TC/HDL-C		LDL-C/HDL-C		ινσουλίνη		γλυκόζη	
		ΑΤ	Δ	ΑΤ	Δ	ΑΤ	Δ	ΑΤ	Δ
1	Linder et al [1983]	3,70	+0,35	2,36	+0,36	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ 2
	Savage et al [1986]	36%/40%	-8%/-8% ^a	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ3
	Sasaki et al [1987]	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ4

Rowland et al [1996]	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ5
Gutin et al [1996]	4,4	-0,1	ΔΑ	ΔΑ	238,6	+58,3	4,48	-0,136
Williford et al [1996]	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ
7 Tolfrey et al [1998]	4,13	-0,48*,**	2,85	-0,49*,**	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ8
Ferguson et al [1999]	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	ΔΑ	155,5 ^b	-14,9*	4,88	-0,38
					176,5	-35,9*	4,55	+0,619
Gutin and Owens [1999]	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	ΜΣΣ	155 ^b	-13*	ΔΑ	ΔΑ
					175	-33*10	Kang et al [2002]	
ΔΑ ^c	+0,13**	ΔΑ	ΔΑ	+21,8	ΔΑ	+0,4		
		+0,05*,**				-14,21		+0,31

ΑΤ: αρχική τιμή, Δ: διαφορά, α: οι τιμές αντιστοιχούν στο λόγο HDL-C/TC, ΔΑ: δεν αναφέρεται,

b: δυο ομάδες, η 1η άσκηση για τις πρώτες 16 εβδομάδες, η 2η έπειτα, c:2 ομάδες, η 1η μαθήματα+μέτρια άσκηση, η 2η μαθήματα+υψηλή άσκηση, * : στατιστικά σημαντική διαφορά με τις αρχικές τιμές, **: στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας άσκησης και της ομάδας ελέγχου, ΔΑ: δεν αναφέρεται, ΜΣΣ: μη στατιστικά σημαντικό

2.6 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΜΕ ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΙΝΣΟΥΛΙΝΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΓΛΥΚΟΖΗ

Η επίδραση της φυσικής δραστηριότητας στην ινσουλίνη και στη γλυκόζη στα παιδιά έχει μελετηθεί λίγο. Παρακάτω θα αναφερθούν μερικές από τις έρευνες που έχουν ασχοληθεί με το ζήτημα και θα παρουσιαστούν τα ευρήματά τους.

Ο Gutin σε έρευνα με παχύσαρκα κορίτσια δεν εντόπισε διαφορές στην ινσουλίνη και στη γλυκόζη μετά από πρόγραμμα άσκησης που εφαρμόστηκε για 10 εβδομάδες, πιθανόν λόγω μικρής διάρκειας της παρέμβασης. Οι αρχικές τιμές της ινσουλίνης ήταν σχετικά υψηλές, γεγονός που υποδηλώνει ινσουλινοαντίσταση. Εντούτοις, τα επίπεδα γλυκόζης νηστείας ήταν εντός των ορίων, οπότε η υψηλή ινσουλίνη φαίνεται ότι διασφάλιζε φυσιολογική διαθεσιμότητα γλυκόζης. Θεωρείται όμως αναγκαία η εφαρμογή άλλων ερευνών στον τομέα για την εξαγωγή βάσιμου συμπεράσματος.

Σε παρόμοιο πρόγραμμα άσκησης σε παχύσαρκα παιδιά ηλικίας 7 έως 11 ετών με διάρκεια 32 εβδομάδων, η ινσουλίνη μειώθηκε σημαντικά μετά το πέρας της παρέμβασης (τα παιδιά χωρίστηκαν σε δυο ομάδες, η 1^η συμμετείχε στο πρόγραμμα άσκησης τις πρώτες 16 από τις 32 εβδομάδες και η 2^η στις υπόλοιπες) και στις δυο ομάδες. Η γλυκόζη δεν επηρεάστηκε από την προπόνηση, γεγονός που υποδηλώνει μεγαλύτερη ευαισθησία στην ινσουλίνη μετά από άσκηση. Τα αποτελέσματα οδήγησαν το συγγραφέα στο

συμπέρασμα ότι η συχνή άσκηση έχει την ικανότητα να βελτιώνει την ινσουλινοευαισθησία, πιθανόν μέσω ελάττωσης του σωματικού λίπους, αν και τα αποτελέσματα είναι αναστρέψιμα μόλις η άσκηση σταματήσει (Ferguson et al., 1999).

Σημαντική μείωση στα επίπεδα ινσουλίνης παρατηρήθηκε και από τους Gutin και Owens μετά από παρέμβαση με άσκηση σε παχύσαρκα παιδιά που διήρκεσε 32 εβδομάδες. Και σε αυτή την περίπτωση υπήρχε διαχωρισμός των συμμετεχόντων σε δυο ομάδες, όπως στην έρευνα που αναφέρθηκε προηγουμένως. Η ελαττωμένη ινσουλίνη αποδίδεται στην επίδραση που ασκεί η αερόβια προπόνηση στο λιπώδη ιστό και είναι σε συμφωνία με το εύρημα του Ferguson. Η μεταβολή της γλυκόζης δεν αναφέρεται (Gutin και Owens., 1999).

Ο Kang εφάρμοσε παρέμβαση άσκησης 32 εβδομάδων σε παχύσαρκα παιδιά τα οποία ομαδοποιήθηκαν τυχαία σε τρία τμήματα, με μαθήματα επιμόρφωσης, με μαθήματα και μέτρια άσκηση και με μαθήματα και υψηλή άσκηση. Δεν παρατηρήθηκε σημαντική μεταβολή για την ινσουλίνη και τη γλυκόζη μεταξύ των τριών ομάδων όταν μελετήθηκαν χωριστά. Το αποτέλεσμα δεν άλλαξε όταν η επεξεργασία των τιμών έγινε για δυο ομάδες (μαθήματα μόνο, μέτρια και υψηλή άσκηση μαζί), (Kang et al., 2002). Στον πίνακα 2γ παρουσιάζονται συγκεντρωμένα τα αποτελέσματα των ερευνών.

Είναι εμφανές ότι η επίδραση που ασκεί η άσκηση στην ινσουλίνη και στη γλυκόζη σε παιδιά δεν έχει μελετηθεί σε μεγάλο βαθμό. Κυριαρχεί γενικά η άποψη ότι παιδιά που συμμετέχουν συχνά σε άσκηση είναι πιθανό να παρουσιάσουν θετικές μεταβολές σε παράγοντες που ενέχουν κίνδυνο για καρδιαγγειακά. Οι αλλαγές αυτές μάλιστα είναι πιο έντονες όταν οι αρχικές τιμές είναι υψηλές. Από τα παραπάνω προκύπτει η ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση του ζητήματος.

2.7 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετήσει την επίδραση ενός προγράμματος αερόβιας άσκησης στους παράγοντες του Μεταβολικού Συνδρόμου, δίνοντας έμφαση στην αντίσταση στην ινσουλίνη, σε παχύσαρκα και υπέρβαρα κορίτσια ηλικίας 9 έως 15 ετών. Με βάση τη βιβλιογραφία γίνεται η υπόθεση ότι η παρέμβαση με ένα πρόγραμμα φυσικής δραστηριότητας μέτριας έντασης και διάρκειας 12 εβδομάδων, θα μειώσει τη συγκέντρωση της ινσουλίνης στη δίωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 ΔΕΙΓΜΑ

Τα άτομα που έλαβαν μέρος στη μελέτη επιλέχθηκαν από δείγμα τριάντα έξι (36) κοριτσιών που συμμετείχαν σε αθλητικό σωματείο σε περιοχή της Νότιας Αττικής. Λαμβάνοντας υπόψη τους σκοπούς της μελέτης επιλέχθηκαν άτομα, που σύμφωνα με τις νόρμες (cut off points) για το Δείκτη Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) που καθορίστηκαν από τον Cole et al. (2000), θα έπρεπε να χαρακτηρισθούν ως υπέρβαρα ή παχύσαρκα. Ταυτόχρονα, απαραίτητη προϋπόθεση για τη συμμετοχή των παιδιών αποτέλεσε η μέτρηση της δερματικής πτυχής του τρικέφαλου μυός και η κατάταξή τους πάνω από το 85^ο εκατοστημόριο για το φύλο, την εθνικότητα και την ηλικία τους (Must et al., 1991).

Τα παιδιά που πληρούσαν τα παραπάνω κριτήρια ήταν τριάντα δύο (32). Οι γονείς αυτών των παιδιών ενημερώθηκαν τόσο για τους σκοπούς όσο και για τη διαδικασία της μελέτης με γραπτή ενημερωτική επιστολή, ενώ δόθηκαν διευκρινήσεις μετά από κατ' ιδίαν συνάντηση (Παράρτημα 1). Στην προαναφερθείσα επιστολή ανταποκρίθηκαν θετικά εικοσιένα (21) γονείς. Δύο από τα παιδιά αποχώρισαν στη μέση της μελέτης, διαμορφώνοντας έτσι το τελικό δείγμα της έρευνας σε 19 κορίτσια. Τα κορίτσια που συμμετείχαν ήταν ηλικίας 9 έως 15 ετών, ενώ βάσει των κριτηρίων που αναφέρθηκαν

παραπάνω χαρακτηρίσθηκαν ως υπέρβαρα 14 κορίτσια και τα υπόλοιπα 7 ως παχύσαρκα. Τα παιδιά θα έπρεπε να είναι υγιή και να μην ακολουθούν φαρμακευτική αγωγή.

3.2 ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ

Πριν την έναρξη της μελέτης ζητήθηκε η έγκρισή της από την Επιτροπή Βιοηθικής (Παράρτημα 1). Στη συνέχεια, οι γονείς υπέγραψαν δηλώσεις συγκατάθεσης και συμπλήρωσαν ένα ιατρικό ιστορικό για το συμμετέχοντα αλλά και για τους ίδιους (Παράρτημα 2).

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από το Φεβρουάριο του 2003 έως το Μάιο του ίδιου χρόνου και περιελάμβαναν ανθρωπομετρήσεις, προσδιορισμό της σωματικής σύστασης και του επιπέδου της φυσικής δραστηριότητας, εκτίμηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας, αξιολόγηση του λιπιδαιμικού προφίλ των παιδιών, εφαρμογή της καμπύλης ανοχής γλυκόζης (Oral Glucose Tolerance Test, OGTT) για τον προσδιορισμό των επιπέδων ινσουλίνης και γλυκόζης, καθώς και τον έλεγχο των διατροφικών συνηθειών τους.

Οι παραπάνω μετρήσεις έλαβαν χώρα στο Εργαστήριο Κλινικής Διατροφής και Διαιτολογίας στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, ενώ κάθε παιδί συμμετείχε σε αυτές δύο φορές, μια στην αρχή της έρευνας και μια στο τέλος μετά την πάροδο των δώδεκα εβδομάδων παρέμβασης με αερόβια προπόνηση.

Πιο συγκεκριμένα, για τις ανάγκες της μελέτης κάθε δοκιμαζόμενος ακολούθησε διατροφή σχεδιασμένη από διαιτολόγο για τρεις ημέρες. Η διαίτα ήταν υψηλή σε υδατάνθρακες (275-300γρ) και έγινε μετά από συνεννόηση με τους γονείς στους οποίους και παραδόθηκε γραπτά, συνοδευόμενη από τις απαραίτητες οδηγίες.

Την τέταρτη ημέρα και μετά από 12ωρη νηστεία, στις οκτώ το πρωί άρχιζε η διαδικασία των μετρήσεων στο χώρο του εργαστηρίου. Είχε από πριν υπογραμμιστεί τόσο στους γονείς όσο και στα παιδιά, ότι την προηγούμενη ημέρα της εξέτασης, για τουλάχιστον 36 ώρες, δεν έπρεπε να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε άσκηση (Goodpaster et al., 2003).

Κάθε δοκιμαζόμενος έπαιρνε μέρος στις ανθρωπομετρήσεις που 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 τοποθετούνταν καθετήρας ακολουθώντας όλες τις τυπικές κλινικές διαδικασίες και λαμβανόταν ποσότητα φλεβικού αίματος (χρόνος 0) για την αξιολόγηση του λιπιδαιμικού προφίλ και την εφαρμογή της καμπύλης ανοχής γλυκόζης για τον προσδιορισμό των επιπέδων γλυκόζης και ινσουλίνης νηστείας.

Μετά την τοποθέτηση του καθετήρα κάθε παιδί κατανάλωνε διάλυμα γλυκόζης σε κατάλληλη ποσότητα βάσει του σωματικού του βάρους (0,75γρ ανά κιλό σωματικού βάρους με μέγιστη ποσότητα τα 75γρ, διαλυμένα σε

300ml νερό), μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα (πέντε λεπτά) και στη συνέχεια άρχιζε η χρονομέτρηση με κατάλληλη συσκευή που τους είχε δοθεί μαζί με το διάλυμα. Η λήψη αίματος έγινε σε 4 χρονικά σημεία, στα 30, 60, 90 και 120 λεπτά από το τέλος της κατανάλωσης του διαλύματος γλυκόζης. Ο συμμετέχοντας ερχότανε στο χώρο του εργαστηρίου πέντε λεπτά πριν τη συμπλήρωση του απαιτούμενου από το πρωτόκολλο χρόνου και η αιμοληψία γινότανε στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Σε αντίθετη περίπτωση καταγραφότανε ο ακριβής χρόνος λήψης του αίματος.

Μετά το πέρας της τελευταίας αιμοληψίας (χρόνος 120) ο καθετήρας απομακρυνότανε και άρχιζε η διαδικασία του προσδιορισμού της σύστασης σώματος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των δερματοπτυχών σε επτά σημεία και η μέτρηση της προσθιοπίσθιας διαμέτρου. Στη συνέχεια ο δοκιμαζόμενος πήγαινε σε ειδική αίθουσα όπου λάμβανε πρωινό (ίδιο για όλους) που περιελάμβανε σάντουιτς και χυμό, ενώ παρακολουθούσε ταινία. Μετά από 90 λεπτά τουλάχιστον, ο προσδιορισμός της σωματικής σύστασης συνεχιζότανε με τη μέθοδο της απορρόφησης με ακτίνες Χ διπλής ενέργειας.

Ακολούθως, προσδιοριζότανε το επίπεδο ωρίμανσης κατά Tanner με βάση τα δευτερεύοντα γνωρίσματα της ήβης. Έπειτα γινότανε μέτρηση της καρδιακής συχνότητας ηρεμίας, όπως και της αρτηριακής του πίεσης για δύο συνεχόμενες φορές. Τρίτη μέτρηση γινότανε όταν οι δύο πρώτες τιμές είχαν διαφορά 5-10mmHg.

Μετά τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης προκειμένου να εκτιμηθεί η καρδιαγγειακή ευρωστία, ο συμμετέχοντας πραγματοποιούσε μια εργομετρική δοκιμασία διάρκειας 9 λεπτών, την Ικανότητα Αερόβιου Έργου 170 (ΙΑΕ₁₇₀). Το τεστ έγινε σε κυκλοεργόμετρο με ταυτόχρονη μέτρηση της καρδιακής συχνότητας και την ανάλυση των εισπνεόμενων και εκπνεόμενων αερίων. Στη συνέχεια σε κάθε κορίτσι δόθηκαν οδηγίες για την καταγραφή των διατροφικών συνηθειών του σε κατάλληλο ημερολόγιο. Η καταγραφή ήταν τριήμερη (δύο καθημερινές και μια ημέρα Σαββατοκύριακου) και γινότανε υπό τον έλεγχο των γονιών του.

Τέλος, για την εκτίμηση της φυσικής δραστηριότητας χρησιμοποιήθηκε ο δραστηριογράφος (accelerometer), που είναι συσκευή καταγραφής της επιτάχυνσης του ανθρώπινου σώματος σε τρία επίπεδα, οριζόντιο (Y), κάθετο (X) και πλευρικό (Z), (Triaxial Research Tracker, RT3). Φεύγοντας από το εργαστήριο κάθε συμμετέχοντας φορούσε το δραστηριογράφο σε ειδική θήκη, στον οποίο είχαν προηγουμένως εισαχθεί το φύλο, το βάρος, το ύψος και η ηλικία του.

Η συσκευή έπρεπε να φορεθεί για επτά συνεχόμενες ημέρες ακολουθώντας συγκεκριμένες οδηγίες που είχαν δοθεί από πριν σε ένα σημειωματάριο. Για τον έλεγχο της συμβατότητας των δεδομένων κάθε παιδί φόρεσε για μια ολόκληρη ημέρα ταυτόχρονα με το δραστηριογράφο και έναν παλμογράφο (πομπό και δέκτη, Polar Accurex PlusTM, Polar Electro O,

Finland), ο οποίος κατέγραφε την καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια της ημέρας. Όλες οι παραπάνω μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην αρχή της μελέτης και στο τέλος αυτής, μετά από την παρέμβαση με αερόβια άσκηση.

Μετά από τις διαδικασίες που έγιναν στο εργαστήριο άρχισε η περίοδος της παρέμβασης με αερόβια άσκηση με συνολική διάρκεια 12 εβδομάδων, συχνότητα τρεις φορές ανά εβδομάδα, ενώ κάθε προπονητική μονάδα είχε διάρκεια 30-40 λεπτά. Η ένταση της προπόνησης ήταν μεγαλύτερη ή ίση του 75% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας ($K\Sigma_{μεγ} = 220 - \text{ηλικία}$) ή μεγαλύτερη ή ίση των 150 παλμών ανά λεπτό (beats per minute, bpm). Ο έλεγχος της καρδιακής συχνότητας γινότανε με τη βοήθεια του παλμογράφου.

Σε κάθε προπονητική μονάδα η καρδιακή συχνότητα των δοκιμαζόμενων καταγραφότανε και αποθηκευότανε στον παλμογράφο. Τα δεδομένα περνούσαν σε υπολογιστή και γινότανε η απαραίτητη επεξεργασία προκειμένου να ελεγχθεί εάν η ένταση του προπονητικού ερεθίσματος ήταν η επιθυμητή.

Πιο συγκεκριμένα, κάθε δοκιμαζόμενος έπρεπε να έχει πάνω από 150 παλμούς / λεπτό για το χρονικό διάστημα της προπόνησης. Ένα τέτοιο προπονητικό ερέθισμα σε παιδιά χαρακτηρίζεται ως υψηλής έντασης (Kang et al., 2002), τέτοιο ώστε να μπορεί να επιφέρει αλλαγές στη φυσική κατάσταση του συμμετέχοντα. Κάθε παιδί φορούσε τον παλμογράφο στις δύο από τις

τρεις προπονήσεις ανά εβδομάδα, ενώ η προπόνηση στηρίχθηκε σε τροποποιημένο πρωτόκολλο που έχει πραγματοποιηθεί για παχύσαρκα παιδιά ηλικίας 7-11 ετών (Gutin et al., 1999).

Καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης καταγραφότανε λεπτομερώς τόσο η προπόνηση που πραγματοποιούσαν τα παιδιά, όσο και η συμμετοχή τους σε αυτή σε επίπεδο παλμών ανά λεπτό, αλλά και σε βαθμό παρουσίας. Επιπρόσθετα, εφαρμόστηκε σύστημα κινήτρων για να κρατηθεί αμείωτο το ενδιαφέρον των παιδιών με επιβράβευση κατά τη διάρκεια της έρευνας και στο τέλος αυτής. Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι όλα τα παιδιά ανταμείφθηκαν βάσει του βαθμού συμμετοχής τους και το επίπεδο έντασης της αερόβιας προπόνησης (παλμοί ανά λεπτό) κατά την παρέμβαση.

Η φυσική δραστηριότητα των παιδιών εκτός προπόνησης προσδιορίστηκε με τη χρήση ερωτηματολογίου, που τους δόθηκε ανά 4 εβδομάδες και για τρεις συνεχόμενες ημέρες, εκ των οποίων η μια ήταν ημέρα Σαββατοκύριακου. Έτσι, κάθε κορίτσι συμπλήρωσε 3 ερωτηματολόγια φυσικής δραστηριότητας κατά την τέταρτη (4^η) και όγδοη (8^η) εβδομάδα. Η εγκυρότητα του ερωτηματολογίου έχει ελεγχθεί, ενώ είναι κατάλληλο για παιδιά ηλικίας άνω των 9 ετών (Sallis et al., 1996).

Με το τέλος της δωδέκατης εβδομάδας και της περιόδου της παρέμβασης δόθηκε στους δοκιμαζόμενους ξανά ο δραστηριογράφος και μάλιστα η ίδια συσκευή που είχε χρησιμοποιηθεί στην αρχή προς αποφυγή

λαθών. Ταυτόχρονα γινότανε η συμπλήρωση ερωτηματολογίων φυσικής δραστηριότητας για το χρονικό διάστημα που φορούσαν το δραστηριογράφο (επτά ημέρες).

Παράλληλα, με το τέλος της παρέμβασης της αερόβιας άσκησης τα κορίτσια ακολούθησαν το ίδιο 3ήμερο διαιτολόγιο και αφού απείχαν τουλάχιστον 36 ώρες από οποιασδήποτε μορφής άσκηση (Πίνακας 3), μετά από 12ωρη νηστεία ήρθαν στο εργαστήριο στις 8 το πρωί για τις επαναληπτικές εξετάσεις. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε ήταν κατά γράμμα ίδια με αυτήν της πρώτης φοράς. Δυο κορίτσια εγκατέλειψαν τη μελέτη κατά τη διάρκεια της παρέμβασης διαμορφώνοντας τον τελικό αριθμό των κοριτσιών που ολοκλήρωσαν τη μελέτη σε 19.

Πίνακας 3 : Χρονική απόσταση τελευταίας προπόνησης από την έναρξη των μετρήσεων μετά το τέλος της παρέμβασης. Τα παιδιά αναφέρονται με τον κωδικό τους.

Κωδικός	Ώρες αποχής από άσκηση
C1	58
A3	«
C3	«
C2	«
A4	37
D4	«
E2	«
A1	«
F3	«
B1	58
B3	«
D3	36
D2	«
F1	37.5
F4	61.5
E3	60
E4	«
B2	«
D1	«

3.3 ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

♦ Βάρος και ύψος

Το ύψος μετρήθηκε με αναστημόμετρο ακριβείας (SECA) χωρίς παπούτσια, όπως και το βάρος (αναλογικός ζυγός SECA), με ελαφρύ ρουχισμό. Για τις παραπάνω μετρήσεις τα παιδιά είχαν αθλητική περιβολή (φόρμα και μπλούζα με κοντά μανίκια). Υπολογίστηκε ο Δείκτης Μάζας

Σώματος (ΔΜΣ) ως ο λόγος του βάρους (σε κιλά) προς το τετράγωνο του ύψους (σε μέτρα), (Παράρτημα 3).

♦ Δερματικές πτυχές και σύσταση σώματος

Μετρήθηκε η περιφέρεια μέσης και η περιφέρεια ισχίων με ανελαστική μεζούρα ακριβείας 0.5 εκ. με τα παιδιά στην όρθια στάση, για τον προσδιορισμό του λόγου περιφέρεια μέσης / περιφέρεια ισχίων (waist to hip ratio, W/H). Για τη μέτρηση της περιφέρειας μέσης, βάσει του Anthropometric Standardization Reference Manual (Callaway et al., 1988) συστήνεται να λαμβάνεται ως σημείο μέτρησης η στενότερη περιοχή του κορμού, ενώ για τα ισχία η μεγαλύτερη περιφέρεια στη συγκεκριμένη περιοχή.

Ο προσδιορισμός της σωματικής σύστασης έγινε με τη μέθοδο μέτρησης απορρόφησης με ακτίνες Χ διπλής ενέργειας (οστεοπυκνόμετρο Lunar DPX-MD) που στη διεθνή βιβλιογραφία συμβολίζεται ως DXA ή DEXA (dual energy X-ray absorptiometry) . Πρόκειται για μια τεχνική στην οποία η επεξεργασία των ακτίνων Χ μέσω του υπολογιστή χρησιμοποιείται για την απεικόνιση των ιστών του σώματος και έχει χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της περιεκτικότητας των οστών σε ανόργανα άλατα, όπως επίσης και για τον υπολογισμό της άλιπης σωματικής μάζας και του σωματικού λίπους (Body Composition Assessment).

Αναλυτικότερα, με το DEXA δύο διαφορετικές ενεργειακές ακτίνες Χ (με μικρή έκθεση και χαμηλή δόση ακτινοβολίας) διεισδύουν σε βάθος περίπου 30 εκ. σε περιοχή οστού και μυϊκής μάζας. Στη συνέχεια, εξειδικευμένο λογισμικό αναδομεί μια εικόνα των υποκείμενων ιστών, υπολογίζοντας τα μεταλλικά στοιχεία του οστού, το σωματικό λίπος και την άλιπη μάζα σώματος. Το μηχάνημα βαθμονομούνται κάθε ημέρα πριν τις μετρήσεις.

Για τη μέτρηση των δερματικών πτυχών χρησιμοποιήθηκε το δερματοπτυχόμετρο Harpender (Skinfold Caliper HSK-BI by British Indicators), ακριβείας 0.2mm. Σύμφωνα με τις υποδείξεις που σημειώθηκαν από τον Lohman, (Lohman et al., 1988) μετρήθηκε το πάχος επτά δερματικών πτυχών: τρικέφαλου, δικέφαλου, κοιλιακού, λαγόνιου, υποπλάτιου, τετρακέφαλου και γαστροκνήμιου.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στη δεξιά πλευρά του σώματος με το συμμετέχοντα να βρίσκεται σε στάση προσοχής. Κάθε σημείο μετρήθηκε δύο φορές και λήφθηκε τρίτη τιμή μόνο όταν οι δύο πρώτες είχαν διαφορά μεγαλύτερη από 0,2mm, ενώ στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των δυο κοντινότερων τιμών.

Συγκεκριμένα, για τη μέτρηση της δερματοπτυχής του τρικέφαλου μετρήθηκε με ανελαστική μεζούρα ακριβείας 0.5 εκ. η απόσταση μεταξύ ακρώμιου και ωλέκρανου με τον αγκώνα λυγισμένο στις 90°. Σημειώθηκε το

μέσο της απόστασης στην πλευρική περιοχή και με το χέρι παράλληλα με τον κορμό λήφθηκε κάθετα η δερματοπτυχή με ανασήκωμα του δέρματος. Το δερματοπτυχόμετρο τοποθετήθηκε 1 cm κάτω από την περιοχή των δακτύλων.

Η δερματοπτυχή του δικέφαλου μετρήθηκε στο μέσο της απόστασης που προσδιορίστηκε προηγουμένως, στην περιοχή του δικέφαλου βραχιόνιου μυός με κάθετη φορά. Η υποπλάτια δερματοπτυχή λήφθηκε διαγώνια στην κατώτερη γωνία της ωμοπλάτης, ενώ η υπερλαγόνια προσδιορίστηκε με γωνία 45° (πλάγια) 2 cm πάνω από τη λαγόνια ακρολοφία. Η κοιλιακή δερματοπτυχή ήταν οριζόντια 3 cm δεξιά και 1 cm κάτω από τον αφαλό.

Για τη δερματοπτυχή του τετρακέφαλου μετρήθηκε το μέσο της απόστασης μεταξύ της βουβωνικής πτυχής και του εγγύτατου ορίου της επιγονατίδας. Ακολούθως, το βάρος του σώματος μεταφέρθηκε στο αριστερό πόδι και η πτυχή ανασηκώθηκε κάθετα με το δερματοπτυχόμετρο να έχει τοποθετηθεί 1 cm κάτω από την περιοχή των δακτύλων.

Τέλος, η γαστροκνήμια δερματοπτυχή λήφθηκε με το συμμετέχοντα καθιστό και το γόνατο λυγισμένο στις 90° . Η πτυχή ήταν κάθετη, στη μεγαλύτερη περιφέρεια του γαστροκνημίου προς την εσωτερική πλευρά (Παράρτημα 3).

Για την εκτίμηση της κατανομής του λίπους στο κέντρο και στην 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). Ως κεντρικά σημεία χαρακτηρίστηκαν οι δερματικές πτυχές στην κοιλιακή, υποπλάτια και λαγόνια περιοχή, ενώ ως περιφερειακά σημεία οι πτυχές του δικέφαλου, τρικέφαλου, τετρακέφαλου και γαστροκνημίου.

Η μέτρηση της προσθιοπίσθιας διαμέτρου έγινε με τη βοήθεια ειδικού διαβήτη ακριβείας 0.1 cm (Holtain-Kahn, Seritex, Carlstadt, NJ), ο οποίος εφαρμόσθηκε στην κοιλιακή περιοχή με τον δοκιμαζόμενο ξαπλωμένο πλάγια. Μετρήθηκε σε εκατοστά η προσθιοπίσθια απόσταση μεταξύ αφαλού και σπονδυλικής στήλης, ενώ η τιμή που προέκυψε χρησιμοποιήθηκε για την πρόβλεψη του ενδοσπλαχνικού λιπώδους ιστού (Visceral Adipose Tissue, VAT) σύμφωνα με την εξίσωση :

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

με βάση στοιχεία 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 υπολογίστηκε αρχικά το άθροισμα των δερματοπτυχών. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν

εξιιώσεις πρόβλεψης, κατάλληλες για το φύλο και την ηλικιακή ομάδα του δείγματός μας, που περιλαμβάνουν τις τιμές δύο δερματικών πτυχών (τρικέφαλου και γαστροκνημίου) σύμφωνα με τον Slaughter et al., (1988) :

$$\% \text{ λίπος} = 0,610 \times (\text{τρικέφαλος} + \text{γαστροκνήμιος}) + 5$$

Τέλος, μετά το πέρας των ανθρωπομετρήσεων και του προσδιορισμού της σωματικής σύστασης κάθε παιδί δέχθηκε ερωτήσεις σχετικά με το επίπεδο ωρίμανσής του από γιατρό (Tanner Test). Δειχνόντουσαν φωτογραφίες των μαστών και του εφηβαίου σε διάφορα στάδια ανάπτυξης και ο συμμετέχοντας έπρεπε να δείξει στον υπεύθυνο το στάδιο της δικής του ανάπτυξης. Σε κάθε φάση αντιστοιχούσε ένα νούμερο, από το μηδέν (0) για το πρώιμο στάδιο μέχρι το πέντε (5) για το τελικό στάδιο ανάπτυξης (Παράρτημα 4).

3.4 ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΑΙΜΑΤΟΣ

Η συλλογή του αίματος πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Κλινικής Διατροφής και Διαιτολογίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου. Η ανάλυση έγινε στην Α' Παιδιατρική Κλινική του Νοσοκομείου Παιδων «Αγία Σοφία», καθώς και στο Εργαστήριο Κλινικής Διατροφής και Διαιτολογίας του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου. Περιλάμβαναν τον προσδιορισμό των

ακόλουθων: τριγλυκερίδια (TG), ολική χοληστερόλη (TC), χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (LDL-C) και υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη (HDL-C), καθώς και την πραγματοποίηση της δοκιμασίας ανοχής γλυκόζης (Oral Glucose Tolerance Test, OGTT) για τον προσδιορισμό της ινσουλίνης και της γλυκόζης.

Τρεις ημέρες πριν τις αιματολογικές εξετάσεις δόθηκε σε κάθε παιδί κατάλληλη διατροφή που είχε συνταχθεί από διαιτολόγο (Παράρτημα 5). Η περιεκτικότητά της ήταν υψηλή σε υδατάνθρακες (275-300γρ) και τέτοια ώστε να μην απέχει πολύ από την καθημερινή διατροφή των παιδιών, ενώ πριν την εφαρμογή της είχαν δοθεί οδηγίες τόσο στους γονείς, όσο και στα παιδιά. Είχε σημειωθεί από πριν ότι οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να είναι υγιείς και να μην έχουν πάρει φάρμακα τουλάχιστον 7 ημέρες πριν την εξέταση.

Την τέταρτη ημέρα και μετά από 12ωρη νηστεία στις 8 το πρωί οι εξεταζόμενοι ερχόντουσαν στο χώρο του εργαστηρίου όπου άρχιζε η διαδικασία της αιμοληψίας. Την εισαγωγή καθετήρα πραγματοποίησε έμπειρος γιατρός μετά από ψηλάφηση και στα δύο χέρια. Στο χρόνο 0 λήφθηκε αίμα ποσότητας 20ml για τον προσδιορισμό του λιπιδαιμικού προφίλ και των αρχικών επιπέδων γλυκόζης και ινσουλίνης (Παράρτημα 4). Αμέσως μετά την αιμοληψία εγχύθηκε ηπαρίνη (20-25 units/ml) διαλυμένη σε φυσιολογικό ορό για την αποφυγή θρόμβωσης του αίματος. Η ποσότητα του διαλύματος ορού

και ηπαρίνης ήταν 2-4ml, ενώ η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε μετά από κάθε λήψη αίματος.

Στο χρονικό διάστημα της πρώτης αιμοληψίας είχε παρασκευαστεί διάλυμα γλυκόζης (σκόνη γλυκόζης διαλυμένη σε 300ml νερό). Η ποσότητα της γλυκόζης που περιείχε το διάλυμα ήταν διαφορετική για κάθε παιδί και συγκεκριμένα 0,75 γραμμάρια γλυκόζης/κιλό σωματικού βάρους με μέγιστη ποσότητα αυτή των 75 γραμμάρια. Το διάλυμα έπρεπε να καταναλωθεί μέσα σε 5 λεπτά, χρόνος που μετρούνταν με τη βοήθεια κατάλληλου χρονομέτρου που είχε κάθε παιδί συνεχώς μαζί του (LCT, Count up and Count down/clock, FALC).

Μόλις ο συμμετέχοντας έπινε το διάλυμα, το χρονόμετρο μηδενιζότανε και άρχιζε νέα μέτρηση. Η αιμοληψία γινότανε ξανά στους χρόνους 30, 60, 90 και 120 λεπτά με λήψη 10ml αίματος κάθε φορά. Πέντε λεπτά πριν τη συμπλήρωση του απαιτούμενου από το πρωτόκολλο χρόνου ο δοκιμαζόμενος ερχότανε στο εργαστήριο και η αιμοληψία γινότανε τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

3.5 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΙΝΣΟΥΛΙΝΟΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Αμέσως μετά τη συλλογή του δείγματος, η ποσότητα του αίματος διαχωρίστηκε σε δυο διαφορετικού είδους γυάλινους σωλήνες (vacutainers, χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δειγμάτων αίματος). Στον ένα τοποθετήθηκε η μισή ποσότητα αίματος με αντιπηκτικό EDTA για το

διαχωρισμό του πλάσματος, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα τοποθετήθηκε σε δεύτερο vacutainer για το διαχωρισμό του ορού. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε στις 5 χρονικές στιγμές της αιμοληψίας.

Στη συνέχεια, το vacutainer για το διαχωρισμό του πλάσματος τοποθετήθηκε άμεσα σε πάγο μέχρι την πραγματοποίηση της φυγοκέντρωσης. Το άλλο αφέθηκε σε θερμοκρασία δωματίου για 30-45 λεπτά για να πήξει το αίμα. Από το δείγμα αυτό διαχωρίστηκε ο ορός για τον προσδιορισμό την ινσουλίνης, ενώ από το πρώτο το πλάσμα για τη γλυκόζη. Ο διαχωρισμός από τα κύτταρα του αίματος έγινε μετά από φυγοκέντρωση των δειγμάτων για 10 λεπτά στα 3000 rpm (revolutions per minute, στροφές ανά λεπτό) στους 4°C.

Ακολούθως, το πλάσμα και ο ορός που προέκυψαν από τη φυγοκέντρωση μεταφέρθηκαν σε πλαστικά κωνικά φιαλίδια (erpendorfs) και φυλάχθηκαν σε ψυγείο στους -70 °C μέχρι την ανάλυσή τους. Η ανάλυση της γλυκόζης έγινε με τη φωτομετρική μέθοδο στον αυτόματο βιοχημικό αναλυτή ACE™ (Schiapparelli Biosystems Inc), χρησιμοποιώντας το kit της εταιρίας ACE™ Glucose Reagent GOD/PAP. Η ινσουλίνη προσδιορίστηκε με τη μέθοδο της ανοσοενζυμικής φθορισμομετρίας στον αυτόματο αναλυτή AIA II (TOSOH). Τέλος, η ανάλυση των λιπιδίων ορού έγινε στον αυτόματο βιοχημικό αναλυτή ACE™ (Schiapparelli Biosystems Inc).

3.6 ΔΕΙΚΤΕΣ ΙΝΣΟΥΛΙΝΟΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ

Οι δείκτες για τον προσδιορισμό της έκκρισης, της αντίστασης και της ευαισθησίας των ιστών στην ινσουλίνη κατά τη δίωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη, προέκυψαν με την εφαρμογή των ακόλουθων τύπων:

α) Incremental Ins 30 : δείκτης έκκρισης της ινσουλίνης=συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 30 - συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 0 (ινσουλίνη $\mu\text{U/ml}$), (Gower et al., 1998),

β) Incremental Ins AUC : δείκτης αντίστασης στην ινσουλίνη=περιοχή κάτω από την καμπύλη ινσουλίνης / 120 - συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 0 (ινσουλίνη : pmol/L , γλυκόζη : mmol/L), (Gower et al., 1998),

γ) GI Index : Glucose-Insulin Index, δείκτης ευαισθησίας στην ινσουλίνη=περιοχή κάτω από την καμπύλη γλυκόζης * περιοχή κάτω από την καμπύλη ινσουλίνης (ινσουλίνη : $\mu\text{U/ml}$, γλυκόζη : mg/dl),

δ) Ins Release Index : δείκτης έκκρισης της ινσουλίνης=συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 30 - συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 0 / συγκέντρωση γλυκόζης στο χρόνο 30 - συγκέντρωση γλυκόζης στο χρόνο 0 (ινσουλίνη : $\mu\text{U/ml}$, γλυκόζη : mg/dl), (Sinha et al., 2002),

ε) HOMA IR : δείκτης αντίστασης στην ινσουλίνη=συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 0 / $22,5 e^{-\ln \text{συγκέντρωση γλυκόζης στο χρόνο } 0}$, όπου $\ln$: φυσικός

λογάριθμος, e : 2,7182818 (ινσουλίνη : $\mu\text{U/ml}$, γλυκόζη : mmol/L), (Matthews et al., 1985).

Η περιοχή κάτω από την καμπύλη υπολογίστηκε με την εφαρμογή του τύπου για το εμβαδόν του τραπεζίου : $(\text{βάση μικρή} + \text{βάση μεγάλη}) * \text{ύψος} / 2$, όπου για παράδειγμα, στην AUC 0-30 για την ινσουλίνη βάση μικρή είναι η τιμή 0 στον κάθετο άξονα, βάση μεγάλη είναι η τιμή 30 στον ίδιο άξονα και ύψος ο χρόνος (30min) στον οριζόντιο άξονα.

3.7 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

3.7.1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

Η μέθοδος παρέμβασης επελέγη μετά από ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Κατά την πραγματοποίηση μελετών με παρέμβαση σε παιδιά υπήρξαν ποικίλα προβλήματα στη μεθοδολογία της έρευνας τα οποία οδηγούσαν σε μη επιθυμητά αποτελέσματα και επηρέαζαν την έκβασή της.

Από τα μεθοδολογικά λάθη που παρατηρήθηκαν, σημαντικό ήταν η μικρή σε διάρκεια εφαρμοζόμενη παρέμβαση. Ο Linder (Linder et al., 1983) και ο Savage (Savage et al., 1986) εφάρμοσαν προγράμματα παρέμβασης που είχαν μικρή διάρκεια (8 και 10 εβδομάδες αντίστοιχα). Παρεμβάσεις τέτοιου χρονικού διαστήματος δε θεωρούνται επαρκείς προκειμένου να μεταβληθούν

οι τιμές που μετρήθηκαν στην αρχή της μελέτης (λιπίδια αίματος, ινσουλίνη, γλυκόζη).

Εξίσου σημαντικό μεθοδολογικό πρόβλημα αποτέλεσε και η διάρκεια του προπονητικού ερεθίσματος ανά προπονητική μονάδα. Σε μερικές από τις έρευνες κάθε προπόνηση διαρκούσε 20-25 λεπτά που χαρακτηρίζεται πια από τη βιβλιογραφία ως μη ικανοποιητικό χρονικό διάστημα για την ενεργοποίηση των κατάλληλων μηχανισμών που θα επιφέρουν της επιθυμητές αλλαγές.

Παράλληλα, υπήρξαν προβλήματα στον προσδιορισμό του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας εκτός της παρέμβασης, αφού μερικοί χρησιμοποίησαν αποκλειστικά ερωτηματολόγια (Linder et al., 1983), ενώ ήταν δυσχερής η τεκμηρίωση και καταγραφή της έντασης του προπονητικού ερεθίσματος. Ο Rowland et al (1996) χρησιμοποίησε παλμογράφους, αλλά με τέτοιο τρόπο ώστε να γίνεται μια μέτρηση / παιδί / εβδομάδα, καθιστώντας έτσι δυσχερή τον έλεγχο της έντασης της άσκησης (Rowland et al., 1996), ενώ ο Gutin μετρούσε κάθε παιδί 2 φορές / εβδομάδα (Gutin et al., 1996).

Επιπρόσθετα, μερικές από τις έρευνες στον τομέα συχνά αγνοούσαν παράγοντες που έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν την απόκριση των λιπιδίων αίματος μετά από προπόνηση σε ενήλικες, κάτι που πιθανόν να ισχύει και για τα παιδιά. Τέτοιοι παράγοντες είναι η διαιτητική πρόσληψη, η αλλαγή στη σύσταση σώματος, το επίπεδο ωρίμανσης και τα αρχικά επίπεδα των

λιποπρωτεϊνών (Rowland et al., 1996). Έχει φανεί σε έρευνες που έγιναν στο παρελθόν, ότι στατιστικά σημαντικά διαφορές σημειώθηκαν μετά από παρέμβαση με άσκηση στα παιδιά που πριν τη μελέτη είχαν αυξημένες τιμές της παραμέτρου που ήταν υπό έρευνα (βλέπε Tolfrey et al., 1998, Πίνακα 1).

Η επιλογή αλλά και ο σχεδιασμός της μεθόδου παρέμβασης έγινε με προσοχή, έτσι ώστε να αποφευχθούν όλα εκείνα τα μειονεκτήματα στη μεθοδολογία που έγιναν από παρόμοιες έρευνες στο παρελθόν. Στην υποενότητα που ακολουθεί αναλύονται τα χαρακτηριστικά της αερόβιας προπόνησης που πραγματοποιήθηκε.

3.7.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

Η παρέμβαση είχε διάρκεια 12 εβδομάδες, χρονικό διάστημα κατά το οποίο θα μπορούσαν να προκληθούν αλλαγές σε παραμέτρους του λιπιδαιμικού προφίλ και πιθανόν στην ινσουλίνη και τη γλυκόζη (Tolfrey et al., 1998). Η έναρξη της παρέμβασης έλαβε χώρα ακριβώς μετά το τέλος των πρώτων μετρήσεων που περιγράφηκαν αναλυτικά προηγουμένως.

Η συχνότητα πραγματοποίησης της αερόβιας άσκησης ήταν 3 φορές ανά εβδομάδα που θεωρείται ικανοποιητική βάσει βιβλιογραφίας (Savage et al., 1986, Rowland et al., 1996, Tolfrey et al., 1998). Η παρέμβαση έγινε σε

σχολικό συγκρότημα και συγκεκριμένα σε γήπεδο με κατάλληλους χώρους για την πραγματοποίηση αθλοπαιδιών.

Η διάρκεια κάθε προπονητικής μονάδας ήταν 30 έως 40 λεπτά, διάρκεια που έχει στο παρελθόν αποδειχθεί επαρκής τόσο για μεταβολές στο σωματικό βάρος και λίπος, όσο και στο σπλαχνικό λίπος, το λιπιδαιμικό προφίλ, τη γλυκόζη και την ινσουλίνη (Gutin et al., 1996, Tolfery et al., 1998, Owens et al., 1999, Ferguson et al., 1999, Gutin and Owens 1999, Gutin et al., 2002).

Η ένταση της προπόνησης ήταν τέτοια ώστε να αντιστοιχεί στο 75-80% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας ($K\Sigma_{μεγ}$). Αυτή η ένταση είναι ικανή να επιφέρει σημαντικές αλλαγές στη σύσταση σώματος, στο σωματικό και σπλαχνικό λίπος, καθώς και σε παράγοντες του λιπιδαιμικού προφίλ (Gutin et al., 1996, Tolfery et al., 1998, Gutin et al., 2002).

Ο έλεγχος της έντασης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση παλμογράφου (πομπός και δέκτης) τον οποίο έφερε κάθε δοκιμαζόμενος σε δύο από τις τρεις συνεδρίες ανά εβδομάδα. Πιο συγκεκριμένα, κάθε παιδί έπρεπε να έχει πάνω από 150 παλμούς / λεπτό (beats per minute, bpm) για το χρονικό διάστημα της προπόνησης προκειμένου να χαρακτηριστεί το ερέθισμα ως ικανοποιητικό, τέτοιο ώστε να μπορεί να επιφέρει αλλαγές στη φυσική κατάσταση, την ευρωστία και τους λιπιδαιμικούς δείκτες των δοκιμαζόμενων (Owens et al., 1999, Ferguson et al., 1999, Kang et al., 2002).

Τα παιδιά που δεν έφτασαν το επιθυμητό επίπεδο (<150 bpm) συνέχισαν να συμμετέχουν στο προπονητικό πρόγραμμα και ενθαρρύνονταν για την επίτευξη του στόχου. Άλλωστε, αν και ένα προπονητικό ερέθισμα υψηλότερο των 150 bpm χαρακτηρίζεται ως υψηλής έντασης (Kang et al., 2002), αερόβια άσκηση με ΚΣ μικρότερη των 150 bpm χαρακτηρίζεται ως μέτριας έντασης έργο, βάσει των συστάσεων για την καρδιαγγειακή βελτίωση από το American College of Sport Medicine (ACSM, 1995).

Καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης καταγραφότανε λεπτομερώς τόσο η προπόνηση που πραγματοποιούσαν τα παιδιά, όσο και η συμμετοχή τους σε αυτή σε επίπεδο παλμών ανά λεπτό, αλλά και σε βαθμό παρουσίας. Η προπόνηση που εφαρμόστηκε στηρίχθηκε σε τροποποιημένο πρωτόκολλο για παχύσαρκα παιδιά ηλικίας 7-11 ετών (Gutin et al., 1999). Στην πλειοψηφία τους οι δραστηριότητες στις οποίες συμμετείχαν τα παιδιά ήταν παιχνίδια με σωματική εκγύμναση, όπως και ασκήσεις αντοχής και δύναμης.

Τα παιχνίδια είχαν τροποποιηθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε τα παιδιά να μένουν ικανοποιημένα και ευχαριστημένα από τη συμμετοχή τους. Γι' αυτόν το λόγο το επίπεδο της τεχνικής και την επιδεξιότητα κρατήθηκε στην αρχή χαμηλό, ενώ με το πέρασμα του χρόνου οι απαιτήσεις αυξανόντουσαν. Ταυτόχρονα, υπήρχε ενθάρρυνση για τη διασκέδασή τους και την απόκτηση δεξιοτήτων παρά για τη νίκη. Οι δραστηριότητες άλλαζαν συνεχώς για να

κρατείται αμείωτο το ενδιαφέρον, ενώ δινόταν έμφαση στην ομαδική δουλειά και στη συνεργασία για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος.

Στο τέλος κάθε προπόνησης τα στοιχεία που είχαν καταγραφεί στον παλμογράφο μεταφέρονταν στον υπολογιστή όπου αναλύονταν. Έτσι, για κάθε παιδί υπολογίστηκε ο συνολικός χρόνος άσκησης (σε λεπτά), η μέση καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) κατά τη διάρκεια αυτής, ενώ σχηματίστηκε ένα διάγραμμα που αναπαριστούσε την πορεία της ΚΣ σε σχέση με το χρόνο.

Ταυτόχρονα, υπολογίστηκε ο χρόνος (σε λεπτά) που κάθε παιδί είχε ΚΣ<135 παλμούς / λεπτό, μεταξύ 135 και 149 παλμών / λεπτό, ΚΣ<150 παλμούς / λεπτό, ΚΣ>150 παλμούς / λεπτό, όπως και ΚΣ>175 παλμούς / λεπτό. Κάθε 4 εβδομάδες υπολογιζόταν ο μέσος όρος όλων των παραπάνω τιμών και ελεγχότανε το προπονητικό ερέθισμα. Τέλος, κατά τη διάρκεια της παρέμβασης κρατήθηκε απουσιολόγιο για τον έλεγχο της συμμετοχής κάθε παιδιού.

3.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Η φυσική δραστηριότητα προσδιορίστηκε με το δραστηριογράφο τριών αξόνων RT3 (Stayhealthy, Inc., CA). Ο RT3 είναι ένα επιταχυνσιόμετρο (με διαστάσεις 7,77 X 5,58 X 2,79 εκ. και βάρος 65,205 γρ.) σχεδιασμένο ώστε να μετρά την επιτάχυνση του ανθρώπινου σώματος σε τρία διαφορετικά επίπεδα: οριζόντιο (Y), κάθετο (X) και πλευρικό (Z), με ταυτόχρονη

καταγραφή της έντασης, της συχνότητας και της διάρκειας των δραστηριοτήτων (Rowland et al., 1999).

Η διαδικασία ενεργοποίησης του δραστηριογράφου περιλαμβάνει την εισαγωγή μπαταρίας (μέγεθος AAA, τάση 1,5V) και την τοποθέτησή του σε κατάλληλο υποδοχέα (interface). Με τη χρήση του απαραίτητου λογισμικού είναι δυνατή η καταχώρηση των στοιχείων του κάθε παιδιού, εν προκειμένω του φύλου, του βάρους, του ύψους και της ηλικίας. Στη συνέχεια γίνεται επιλογή του τύπου (mode) της καταγραφής των δραστηριοτήτων.

Στη συγκεκριμένη μελέτη επιλέχθηκε ο Τύπος 4 (αναφέρεται στο άνωσμα, Vector Magnitude, VM) βάσει του οποίου η συλλογή των στοιχείων γίνεται ανά λεπτό, επιλογή που στηρίχθηκε σε προηγούμενες μελέτες (Easton et al., 1998; Nichols et al., 1997; Welk et al., 1995) που έδειξαν ότι θεωρείται περισσότερο αντικειμενική σε σύγκριση με οποιονδήποτε άλλο τύπο όταν πραγματοποιείται η εκτίμηση ποικιλίας δραστηριοτήτων. Ακολουθώντας, απομακρύνθηκε από τον υποδοχέα, τέθηκε σε λειτουργία και τοποθετήθηκε σε ειδική θήκη, τέτοια που μπορεί να την έχει συνεχώς μαζί του ο συμμετέχοντας.

Ο τρόπος λειτουργίας του δραστηριογράφου στηρίζεται στη μέτρηση της επιτάχυνσης των τριών επιπέδων, εκφραζόμενη ως άνωσμα (Vector Magnitude, VM) και την απόδοση του αθροίσματος των τριών αυτών ανυσμάτων. Το άθροισμα 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).

Πριν από την ενεργοποίηση του RT3 είχε δοθεί σε κάθε παιδί ένα σημειωματάριο που περιείχε οδηγίες για της επόμενες επτά ημέρες που έπρεπε να φορεθεί. Στις οδηγίες τονιζότανε ότι τα παιδιά έπρεπε να φέρουν τη συσκευή συνέχεια μαζί τους και θα την απομάκρυναν μόνο κατά τη διάρκεια του ύπνου και του μπάνιου. Στο σημειωματάριο τους ζητήθηκε να γράφουν κάθε φορά την ακριβή ώρα που φόρεσαν και έβγαλαν το δραστηριογράφο και για πιο λόγο. Για τη σίγουρη και ασφαλή μέτρηση υπήρχε τηλεφωνική επικοινωνία με τους γονείς των παιδιών.

Με το τέλος της εβδομάδας που είχε φορεθεί ο δραστηριογράφος τα καταγεγραμμένα στοιχεία περνούσαν στον υπολογιστή ώστε να είναι δυνατή η επεξεργασία τους. Συγκεκριμένα, οι κτύποι ανά λεπτό που καταγράφηκαν χρησιμοποιήθηκαν για να προσδιοριστεί η ένταση της εκάστοτε ενέργειας, έχοντας ως βάση τα ακόλουθα δεδομένα του Rowland et al., (1999) :

Πίνακας 4. Χαρακτηριστικά της φυσικής δραστηριότητας ανάλογα με τις ενδείξεις του δραστηριογράφου (βασισμένο στον Rowland 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

Για τον προσδιορισμό της καθιστικής δραστηριότητας χρησιμοποιήθηκε η ένδειξη της συσκευής που αντιστοιχούσε σε αριθμό μικρότερο ή ίσο με 100 counts/min σύμφωνα με τον Ekelund (Ekelund et al., 2002). Κατ' αυτόν τον τρόπο υπολογίστηκε ο χρόνος που τα παιδιά κατανάλωναν για φυσική δραστηριότητα σε κάθε ένταση, ο χρόνος που φόρεσαν το δραστηριογράφο όπως και ο χρόνος που αφιέρωσαν σε καθιστικές δραστηριότητες.

Ταυτόχρονα με το δραστηριογράφο δόθηκε για μια ημέρα στους δοκιμαζόμενους και παλμογράφος (πομπός και δέκτης) προκειμένου να ελεγχθεί η συμβατότητα των δεδομένων των δύο συσκευών. Ο παλμογράφος έχει τη δυνατότητα καταγραφής της καρδιακής συχνότητας καθ' όλη τη

διάρκεια της ημέρας, όπως και την αποθήκευση των στοιχείων για περαιτέρω επεξεργασία. Ο πομπός προσαρμόστηκε στο ύψος του στήθους (από τον ερευνητή) και απομακρύνθηκε την ώρα του ύπνου από τους γονείς των παιδιών, ενώ ο δέκτης φορέθηκε στο χέρι σα ρολόι χειρός.

Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης για την εκτίμηση του επιπέδου φυσικής δραστηριότητας χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο, η εγκυρότητα του οποίου όπως αναφέρθηκε προηγουμένως έχει ελεγχθεί από τον Sallis (Sallis et al., 1996). Στο ερωτηματολόγιο αυτό συμπεριλαμβάνονται είκοσι δύο (22) διαφορετικές φυσικές δραστηριότητες, ενώ υπάρχει η δυνατότητα προσθήκης και άλλων.

Από κάθε παιδί ζητήθηκε να καταγράψει εάν συμμετείχε σε κάποια από αυτές τις δραστηριότητες (πριν, κατά ή μετά το σχολείο), σε ποια ένταση τις πραγματοποίησε (εάν κουράστηκε καθόλου σημείωνε Κ, λίγο Λ ή πολύ Π) και για πόσο χρόνο (σε λεπτά) έκανε την άσκηση. Παράλληλα, συμπληρωνόταν ένας πίνακας στον οποίο αναφερόταν ο χρόνος (σε λεπτά) που αφιερώθηκε σε τηλεόραση ή video, καθώς και στη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή (Παράρτημα 6).

Τα στοιχεία αυτά στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στον υπολογιστή και υπολογίστηκε ο μέσος όρος του συνολικού χρόνου φυσικής δραστηριότητας, ο χρόνος που αφιερώθηκε σε μέτρια έως έντονη φυσική δραστηριότητα, ο υπολογισμένος χρόνος φυσικής δραστηριότητας (weighed activity, χρόνος

άσκησης, πολλαπλασιαζόμενος με το αντίστοιχο μεταβολικό ισοδύναμο, ΜΕΤ, πολλαπλασιαζόμενος με έναν ειδικό παράγοντα βάσει της έντασης και του μεταβολικού ισοδύναμου). Τέλος, προσδιορίστηκε ο μέσος όρος του χρόνου που αφιερώθηκε στην παρακολούθηση τηλεόρασης, video και ηλεκτρονικού υπολογιστή (καθιστική φυσική δραστηριότητα).

3.9 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ

Η εκτίμηση της αερόβιας ικανότητας έγινε με τη χρήση εργομετρικής δοκιμασίας, της Ικανότητας Αερόβιου Έργου 170 (ΙΑΕ₁₇₀). Πρόκειται για μια υπομέγιστη διαδικασία που αξιολογεί την αερόβια ικανότητα του δοκιμαζόμενου και πραγματοποιείται σε κυκλοεργόμετρο. Χρησιμοποιείται ως μέσο πρόβλεψης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου και βασίζεται στην ταυτόχρονη μέτρηση του μηχανικού έργου που εφαρμόζεται και της καρδιακής συχνότητας που μετράται.

Η παραπάνω δοκιμασία εκτιμά με ικανοποιητική ακρίβεια την καρδιαγγειακή ευρωστία χωρίς να υποβάλει το συμμετέχοντα σε μέγιστη παραγωγή έργου, που είναι εξαντλητική, χρονοβόρα και πολυδάπανη, ενώ απαιτεί την καταβολή μέγιστης μυϊκής προσπάθειας και είναι προβληματική για παιδιά που παρουσιάζουν μειωμένη αντοχή στη μυϊκή άσκηση.

Ο συντελεστής συσχέτισης ανάμεσα στην ΙΑΕ₁₇₀ και τη μέγιστη πρόβλεψη οξυγόνου σε παιδιά ηλικίας 12 έως 17 ετών κυμαίνεται μεταξύ

0,56-0,95, γεγονός που οφείλεται στους διάφορους παράγοντες που εμπλέκονται στον προσδιορισμό της IEA_{170} . Τέτοιοι παράγοντες είναι η αρχική επιβάρυνση, η κλιμάκωση αυτής, η χρονική μετάβαση από το ένα στάδιο στο επόμενο, η συχνότητα των περιστροφών, ο τύπος του κυκλοεργόμετρου, ο τρόπος μέτρησης της καρδιακής συχνότητας, η ηλικία, το φύλο και η φυσική κατάσταση των δοκιμαζόμενων. Η αξιοπιστία της δοκιμασίας είναι επίσης υψηλή με συντελεστή επαναληπτικότητας 0,84-0,98 (Κλεισούρας, 1991).

Η δοκιμασία, όπως αναφέρθηκε προηγούμενα, πραγματοποιήθηκε σε κυκλοεργόμετρο (Monark Ergo Medic 839E, Sweden) και καθ' όλη τη διάρκεια της άσκησης γινότανε ανάλυση του εισπνεόμενου και εκπνεόμενου αέρα με τη χρήση εργοσπιρόμετρου (Vmax 2130 Spirometer, Sensor Medics, USA), καθώς και καταγραφή της καρδιακής συχνότητας με τη βοήθεια παλμογράφου.

Αναλυτικά, ο δοκιμαζόμενος ερχότανε στον κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο για εργομετρήσεις, όπου αρχικά πραγματοποιούνταν μέτρηση της διαστολικής και συστολικής του πίεσης ενώ ήταν καθιστός και σε ηρεμία (Standby Model, W.A. BAUM CO.INC, USA). Η μέτρηση γινότανε δύο φορές, ενώ υπήρχε και τρίτη στην περίπτωση που οι δύο πρώτες είχαν διαφορά μεταξύ τους 5-10mmHg. Στη συνέχεια φορούσε τον παλμογράφο και προσδιοριζόταν η καρδιακή του συχνότητα σε κατάσταση ηρεμίας.

Ακολούθως, προσαρμοζότανε το ύψος του καθίσματος στο κυκλοεργόμετρο, έτσι ώστε όταν ο συμμετέχοντας ποδηλατεί και το πεντάλ βρίσκεται στο κατώτατο σημείο, το γόνατό του να είναι ελαφρώς λυγισμένο. Είχε προηγουμένως επιλεγεί το αρχικό φορτίο που ήταν διαφορετικό για κάθε παιδί. Η διαδικασία επιλογής της επιβάρυνσης έγινε σύμφωνα με τις υποδείξεις του Κλεισούρα (Κλεισούρας, 1991) με βάση το φύλο και το σωματικό βάρος (για υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά είναι $\frac{1}{2}$ watt/κιλό σωματικού βάρους).

Από αυτό το σημείο και μετά μπορούσε να αρχίσει η δοκιμασία. Πριν χρησιμοποιηθεί το εργοσπιρόμετρο γινότανε η βαθμονόμησή του ακολουθώντας συγκεκριμένη διαδικασία. Η συσκευή ήταν συνδεδεμένη με υπολογιστή ο οποίος είχε κατάλληλο λογισμικό για την επεξεργασία των στοιχείων που προέκυπταν από τη δοκιμασία.

Μετά τη βαθμονόμηση περνούσαν στον υπολογιστή τα στοιχεία του συμμετέχοντα (ονοματεπώνυμο, φύλο, ηλικία, βάρος και ύψος) και γινότανε επιλογή του τεστ που επρόκειτο να πραγματοποιηθεί. Έπειτα βαθμονομούνταν οι αναλυτές αερίων (16% O₂ και 4% CO₂ και 26% O₂, 0% CO₂) και τοποθετούνταν στο δοκιμαζόμενο ειδικό επιστόμιο για την ανάλυση των εκπνεόμενων αερίων, όπως και ρινοπίεστρο για την αποτροπή εισπνοής αέρα.

Το πρωτόκολλο της δοκιμασίας περιλαμβάνει την ποδηλάτηση σε σταθερό ρυθμό (50 στροφές/λεπτό) με προοδευτικά αυξανόμενο έργο υπομέγιστης έντασης σε τρεις συνεχόμενες φάσεις συνολικής διάρκειας εννέα (9) λεπτών, (3 στάδια των 3 λεπτών), (Παράρτημα 7). Στο διάστημα των εννέα λεπτών σημειώθηκε η καρδιακή συχνότητα σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές.

Έτσι, λήφθηκε η καρδιακή συχνότητα στο 2^ο λεπτό και κάθε 15 δευτερόλεπτα (στο 2^ο, στα 2'15", 2'30" και 2'45"). Έχοντας ως ένδειξη αυτές τις τιμές και με τη χρήση ειδικού πίνακα (Παράρτημα 7) υπολογίστηκε η απαιτούμενη επιβάρυνση η οποία και εφαρμόσθηκε στο 3^ο λεπτό. Το ίδιο έγινε στο 5^ο λεπτό (5^ο, 5'15", 5'30" και 5'45") με την εφαρμογή της επιβάρυνσης στο 6^ο λεπτό, καθώς και στο 8^ο λεπτό (8^ο, 8'15", 8'30" και 8'45").

Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των τιμών της καρδιακής συχνότητας που σημειώθηκαν σε κάθε φάση (2^ο-3^ο, 5^ο-6^ο και 8^ο-9^ο λεπτό). Αυτές οι τρεις τιμές απεικονίστηκαν σε μια γραφική παράσταση σε σχέση με την αντίστοιχη μηχανική επιβάρυνση που εφαρμόστηκε τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή. Η ευθεία γραμμή που αναπαριστά τη σχέση μεταξύ καρδιακής συχνότητας και μηχανικού έργου προεκτάθηκε στην προκαθορισμένη καρδιακή συχνότητα των 170 παλμών και το μηχανικό έργο που αντιστοιχούσε στη συχνότητα αυτή αντιπροσώπευε και την ικανότητα αερόβιου έργου του δοκιμαζόμενου.

Στον υπολογιστή που ήταν συνδεδεμένος με το εργοσπιρόμετρο καταγραφόταν η πρόσληψη οξυγόνου VO_2 σε l/min και ανά κιλό σωματικού βάρους (ml/kg/min), ο όγκος του εκπνεόμενου διοξειδίου του άνθρακα (VCO_2 l/min), το αναπνευστικό πηλίκο (Respiratory Quotient, RQ) και ο πνευμονικός αερισμός.

Ο υπολογισμός της IAE_{170} έγινε με την ακόλουθη εξίσωση, που λαμβάνει υπόψη την επιβάρυνση και την αντίστοιχη καρδιακή συχνότητα κατά τη δεύτερη και τρίτη φάση της εργομέτρησης :

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

όπου W_3 και 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, ο οποίος βασίζεται σε μετρήσεις που έγιναν σε δείγμα που επιλέχθηκε τυχαία από το σύνολο των μαθητών του Καναδά (CAHPER, 1980), (Παράρτημα 8). Τέλος, έγινε πρόβλεψη της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου με την εξίσωση (Rowland et al., 1996) :

$$Y = 10,6 + 14,7 * X$$

Όπου $X = IAE_{170} / \text{Σωματικό Βάρος}$ και $Y = VO_{2\max} / \text{Σωματικό Βάρος}$.

3.10 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΩΝ ΣΥΝΗΘΕΙΩΝ

Πριν την έναρξη της παρέμβασης δόθηκε σε κάθε παιδί ένα ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων. Το ημερολόγιο που χρησιμοποιήθηκε είχε συνταχθεί από ειδικούς επιστήμονες του τμήματος Διαιτολογίας-Διατροφής και απευθυνόταν σε παιδιά. Οδηγίες και διευκρινήσεις για τη συμπλήρωσή του παρασχέθηκαν από διαιτολόγο στους γονείς αλλά και στα παιδιά, υπογραμμίζοντας ότι δεν πρέπει να αλλάξουν οι διατροφικές συνήθειες επειδή συμπληρώνεται το ημερολόγιο.

Η καταγραφή των τροφίμων πραγματοποιήθηκε τρεις (3) ημέρες (δύο από τις πέντε καθημερινές και μια από το Σαββατοκύριακο). Οι μέρες αυτές ήταν συνεχόμενες και έπρεπε να σημειωθούν όλα τα τρόφιμα που καταναλώθηκαν (σνακ, τσιμπολογήματα μεταξύ των γευμάτων, ροφήματα, αναψυκτικά, τσίχλες, καραμέλες, ξηροί καρποί και συμπληρώματα διατροφής, όπως οι βιταμίνες) με τον πιο αναλυτικό τρόπο.

Ταυτόχρονα, έπρεπε να αναφερθεί ο τρόπος παρασκευής του φαγητού (περιγραφή τροφής, πχ. τηγανιτό, βραστό), η μάρκα του (εάν ήταν γνωστή), ποιος το ετοίμασε, πού καταναλώθηκε (πχ. σπίτι, σχολείο), ποιος έφαγε μαζί με το συμμετέχοντα και άλλες ταυτόχρονες ασχολίες που πραγματοποιήθηκαν παράλληλα (πχ. τηλεόραση, διάβασμα).

Σημαντικό κομμάτι κατείχε η σωστή καταγραφή της ποσότητας του φαγητού. Γι' αυτόν το λόγο στο ημερολόγιο γινόταν εκτενής περιγραφή του

τρόπου που μπορούσε να υπολογιστεί η ποσότητα για κάθε φαγητό (πχ. για την περιγραφή της ποσότητας γάλατος γινόταν χρήση του ποτηριού, για τη ζάχαρη το κουταλάκι του γλυκού, για τα λαχανικά το φλιτζάνι). Για τα σύνθετα φαγητά που αποτελούσαν και το κυρίως γεύμα χρησιμοποιούταν ως μεζούρα το μέγεθος του κομματιού που καταναλώθηκε και οι κουταλιές της σούπας.

Με αυτόν τον τρόπο ήταν δυνατή η πλήρης καταγραφή όλων των τροφίμων που καταναλώθηκαν από του συμμετέχοντες για το χρονικό διάστημα των τριών ημερών. Στη συνέχεια έγινε ανάλυση κάθε ημερολογίου χωριστά από διαιτολόγο με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού (Nutritionist 3.0).

Από την ανάλυση του συνόλου των ημερών τελικά υπολογίστηκαν τα ακόλουθα: το σύνολο των θερμίδων, τα γραμμάρια της πρωτεΐνης, των υδατανθράκων και των λιπών, καθώς και το ποσοστό αυτών (%), η χοληστερόλη (σε mg), τα γραμμάρια των κορεσμένων, μονοακόρεστων και πολυακόρεστων λιπαρών οξέων, τα γραμμάρια του ασβεστίου και των φυτικών ινών, τα πλήρη και μη πλήρη γεύματα, τα φυτοφαγικά, τα λιγότερο ισορροπημένα γεύματα, τα σνακ υψηλής, μέτριας και χαμηλής ποιότητας, αυτά που δεν παρείχαν ενέργεια και τέλος ο αριθμός των γευμάτων, των σνακ και των επεισοδίων φαγητού.

3.11 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το στατιστικό πρόγραμμα Statistica (5.0, USA) και παρουσιάζονται ως μέσοι όροι $\pm$ τυπικές αποκλίσεις. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος Kolmogorov-Smirnov για την κανονικότητα της κατανομής των μεταβλητών. Στο δείγμα της παρούσας έρευνας υπήρχε κανονική κατανομή. Στη συνέχεια έγινε παραμετρικός έλεγχος για εξαρτημένα δείγματα και t-test με τις τιμές πριν και μετά την παρέμβαση. Το t-test εφαρμόστηκε σε όλες τις παραμέτρους της μελέτης, ενώ το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε $p < 0.05$ και $p < 0.01$. Τέλος, ο συντελεστής συσχέτισης Pearson r χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του βαθμού συσχέτισης των μεταβλητών, με επίπεδο σημαντικότητας να έχει οριστεί $p < 0.05$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των παιδιών του δείγματος πριν και μετά την παρέμβαση παρουσιάζονται στον Πίνακα 5. Αν και το βάρος, το ποσοστό λίπους και η λιπώδης μάζα δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά, η περιφέρεια μέσης και ο λόγος περιφέρειας μέσης προς περιφέρεια ισχίων (Waist to Hip Ratio, W/H Ratio), σημείωσαν στατιστικά σημαντική αύξηση μετά την παρέμβαση ($p<0.05$ και $p<0.01$ αντίστοιχα).

Από τα υπόλοιπα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά η μόνη δερματική πτυχή που εμφάνισε στατιστικά σημαντική μείωση ήταν αυτή του υπερλαγόνιου ($p<0.01$). Ταυτόχρονα, η οστική πυκνότητα (Bone Mineral Density, BMD) παρουσίασε σημαντική αύξηση σε σχέση με τις τιμές πριν την παρέμβαση ($p<0.01$), ενώ με τον ίδιο τρόπο συμπεριφέρθηκε και το ανόργανο οστικό περιεχόμενο (Bone Mineral Content, BMC) με $p<0.01$.

Πίνακας 5. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος πριν και μετά την παρέμβαση διάρκειας 12 εβδομάδων με αερόβια άσκηση (n = 19 κορίτσια). Οι τιμές είναι μέσος όρος ± τυπική απόκλιση.

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
Ηλικία (έτη)	13.1 ± 1.8	13.3 ± 1.7	<0.05
Δείκτες ωρίμανσης : Μαστοί (No)	3.6 ± 1.3	3.9 ± 1.2	n.s.
Εφηβαίο (No)	3.6 ± 1.7	3.8 ± 1.3	n.s.
Εμμηναρχή (χρόνος έναρξης, έτη)	1.5 ± 1.4	1.5 ± 1.4	n.s.
Σωματικό βάρος (kg)	67.9 ± 14.5	68.3 ± 14.0	n.s.
Ύψος (m)	1.6 ± 0.1	1.6 ± 0.1	<0.01
ΔΜΣ (kg/m²)	26.8 ± 3.9	26.7 ± 3.8	n.s.
Ποσοστό λίπους % (DXA)	43.0 ± 4.8	42.3 ± 5.1	n.s.
Ποσοστό λίπους % (δερματοπτυχές)	33.2 ± 6.1	33.1 ± 4.9	n.s.
Λιπώδης μάζα (kg)	29.5 ± 8.5	29.3 ± 8.5	n.s.
Άλιπη μάζα (kg)	38.4 ± 66.4	39.0 ± 61.2	n.s.
Άλιπη μάζα κάτω άκρων (kg)	12.2 ± 20.3	13.0 ± 20.7	<0.01
Περιφέρεια Μέσης (cm)	78.6 ± 8.5	79.7 ± 7.6	<0.05
Περιφέρεια Ισχίων (cm)	103.6 ± 10.6	103.1 ± 9.7	n.s.
Περιφέρεια μέσης/περιφέρεια ισχίων	0.76 ± 0.04	0.77 ± 0.05	<0.01
Δερματικές πτυχές δικάφαλου (mm)	14.2 ± 3.5	14.3 ± 3.9	n.s.
τρικέφαλου (mm)	23.4 ± 4.6	23.1 ± 4.2	n.s.

Πίνακας 5. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος πριν και μετά την παρέμβαση διάρκειας 12 εβδομάδων με αερόβια άσκηση (n = 19 κορίτσια). Οι τιμές είναι μέσος όρος ± τυπική απόκλιση, (συνέχεια).

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
υποπλάτιου (mm)	15.1 ± 4.3	14.2 ± 3.1	n.s.
υπερλαγόνιου (mm)	22.4 ± 8.8	18.2 ± 5.7	<0.01
κοιλιακού (mm)	28.6 ± 6.2	30.1 ± 7.3	n.s.
τετρακέφαλου (mm)	42.3 ± 6.2	43.1 ± 5.9	n.s.
γαστροκνήμιου (mm)	22.7 ± 6.9	22.8 ± 5.3	n.s.
Σ7 δερματικών πτυχών (mm)	168.7 ± 30.8	165.7 ± 27.1	n.s.
Κεντρικές / περιφερικές πτυχές	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	n.s.
BMD (gr/cm²)	1.1 ± 0.1	1.2 ± 0.1	<0.01
BMC (gr)	2348 ± 548.0	2461 ± 568.6	<0.01
Προσθ/θια Διάμετρος (cm)	20.1 ± 3.0	20,6 ± 2.8	n.s.
Σπλαχνικό λίπος (cm²)	60.5 ± 14.7	62.5 ± 14.5	n.s.

Δείκτες ωρίμανσης : προέκυψαν από το τεστ ωρίμανσης Tanner (νούμερα 0-5), ΔΜΣ : Δείκτης Μάζας Σώματος, Σ : σύνολο, Κεντρικές / περιφερικές πτυχές : δερματική πτυχή (ΔΠ) υποπλάτια + ΔΠ υπερλαγόνια + ΔΠ κοιλιακή/ΔΠ τρικέφαλου + ΔΠ τετρακέφαλου + ΔΠ γαστροκνήμιου, (Trunk to Extremity Ratio, TER), BMD : οστική πυκνότητα (Bone Mineral Density), BMC : ανόργανο οστικό περιεχόμενο (Bone Mineral Content), n.s. : μη στατιστικά σημαντικό, επίπεδο σημαντικότητας p : στατιστικά σημαντική διαφορά με τις τιμές πριν την παρέμβαση

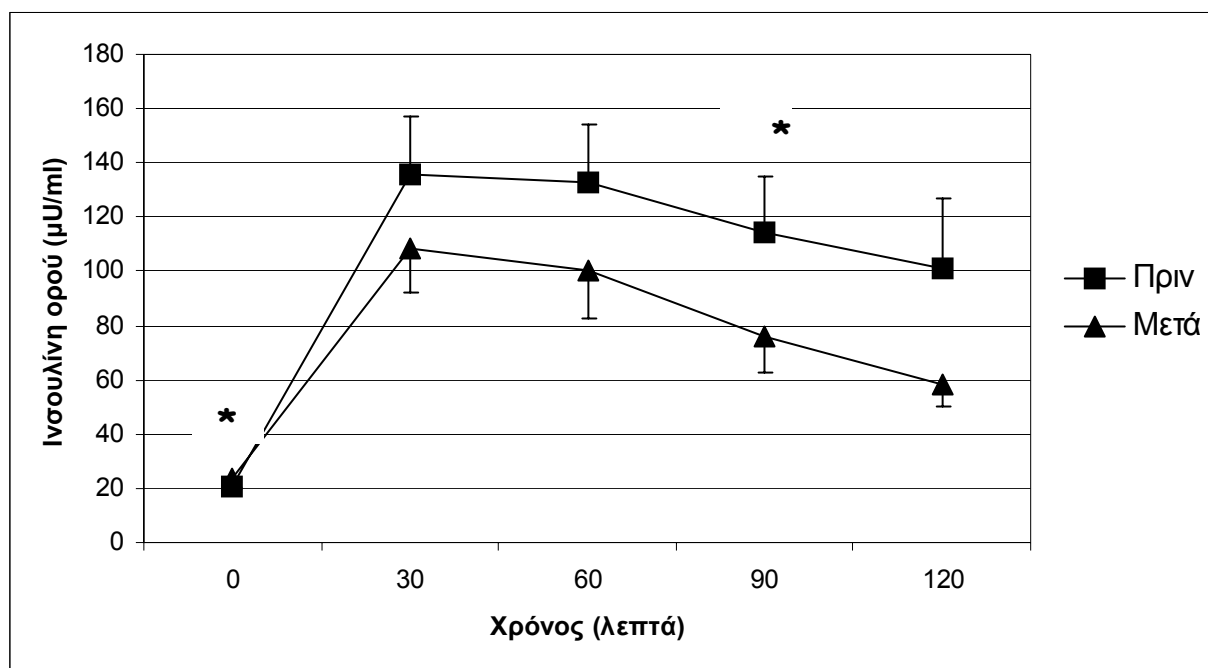
4.2 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΙΝΣΟΥΛΙΝΗΣ ΚΑΙ ΓΛΥΚΟΖΗΣ

Κατά την πραγματοποίηση της δοκιμασίας ανοχής στη γλυκόζη (Oral Glucose Tolerance Test, OGTT), οι τιμές που προέκυψαν πριν και μετά την παρέμβαση για τους χρόνους λήψης αίματος (0, 30, 60, 90, 120) παρουσιάζονται στο Σχήμα 1 για την ινσουλίνη και στο Σχήμα 2 για τη γλυκόζη. Για την ινσουλίνη, παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική αύξηση στις τιμές μετά την παρέμβαση στο χρόνο 0 ($p < 0.05$), ενώ στο χρόνο 90 σημειώθηκε στατιστικά σημαντική μείωση ($p < 0.01$). Για τη γλυκόζη δεν παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά σε καμία χρονική στιγμή.

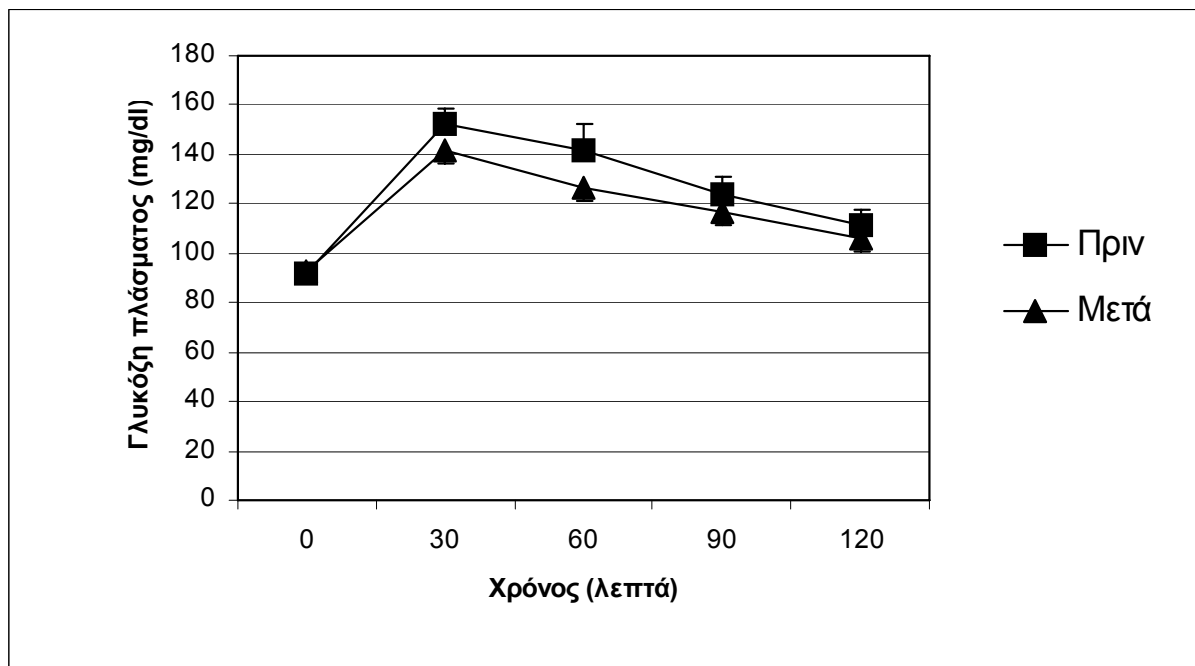
Ο μέσος όρος για τη συγκέντρωση της ινσουλίνης ορού ($\mu\text{U/ml}$), όπως και οι τιμές για την περιοχή κάτω από την καμπύλη (Area Under the Curve, AUC) παραθέτονται στον Πίνακα 6. Εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική μείωση για το μέσο όρο ($p < 0.05$), για τις τιμές της περιοχής κάτω από την καμπύλη στο χρόνο 60-90 ($p < 0.05$), 90-120 ($p < 0.05$), όπως επίσης και για το μέσο όρο των τιμών της AUC ($p = 0.03$).

Για τη γλυκόζη πλάσματος (mg/dl) τα ίδια στοιχεία παρουσιάζονται στον Πίνακα 7. Όπως βλέπουμε, δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή για τη γλυκόζη πλάσματος, τόσο στο μέσο όρο των τιμών της, όσο και στην περιοχή κάτω από την καμπύλη. Τέλος, στον Πίνακα 8 αναφέρονται οι τιμές των δεικτών προσδιορισμού της ινσουλινοαντίστασης όπως υπολογίστηκαν με βάση τη βιβλιογραφία. Σημειώθηκε σημαντική μείωση

μόνο στο δείκτη αντίστασης στην ινσουλίνη (Incremental Insulin AUC),
 $p < 0.01$.



Σχήμα 1. Συγκέντρωση ινσουλίνης ορού (μU/ml) κατά τη διάρκεια της δίωρης δοκιμασίας ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια (n=14).



Σχήμα 2. Συγκέντρωση γλυκόζης πλάσματος (mg/dl) κατά τη διάρκεια της δίωρης δοκιμασίας ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια (n=15).

Πίνακας 6. Μέσος όρος τιμών για τη συγκέντρωση της ινσουλίνης ορού (μU/ml), καθώς και τιμές για την περιοχή κάτω από την καμπύλη (Area Under the Curve, AUC) κατά τη δίωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση (n=14). Οι τιμές είναι μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση.

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
M.O. Ινσουλίνης ορού (μU/ml)	100.9 $\pm$ 59.3	73.4 $\pm$ 36.9	<0.05
Ins AUC (μU/ml/min) 0 - 30min	2346.8 $\pm$ 1266.7	1981.1 $\pm$ 975.7	n.s.
30 - 60min	4029.6 $\pm$ 2056.6	3129.6 $\pm$ 1719.9	n.s.
60 - 90min	3708.2 $\pm$ 2296.2	2647.5 $\pm$ 1596.8	<0.05
90 - 120min	3232.5 $\pm$ 2519.8	2013.2 $\pm$ 1083.0	<0.05
M.O. Ins AUC (μU/ml/min)	13317.1 $\pm$ 7430.3	9771.4 $\pm$ 5103.1	<0.05

M.O. : μέσος όρος, Ins : ινσουλίνη, AUC 0-30min : Area Under the Curve, περιοχή κάτω από την καμπύλη από 0 έως 30 λεπτά, AUC 30-60min : περιοχή κάτω από την καμπύλη από 30 έως 60 λεπτά, AUC 60-90min : περιοχή κάτω από την καμπύλη από 60 έως 90 λεπτά, AUC 90-120min : περιοχή κάτω από την καμπύλη από 90 έως 120 λεπτά, n.s. : μη στατιστικά σημαντικό, επίπεδο σημαντικότητας p: στατιστικά σημαντική διαφορά με τις τιμές πριν την παρέμβαση

Πίνακας 7. Μέσος όρος τιμών για τη συγκέντρωση της γλυκόζης πλάσματος (mg/dl), καθώς και τιμές για την περιοχή κάτω από την καμπύλη (Area Under the Curve, AUC) κατά τη δίωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση (n=15). Οι τιμές είναι μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση.

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
Μ.Ο. Γλυκόζης πλάσματος (mg/dl)	124.4 $\pm$ 20.9	116.8 $\pm$ 13.4	n.s.
Glu AUC (mg/dl/min) 0 - 30min	3668.0 $\pm$ 402.0	3519.0 $\pm$ 344.2	n.s.
30 - 60min	4415.0 $\pm$ 888.8	4027.0 $\pm$ 580.6	n.s.
60 - 90min	3983.0 $\pm$ 1025.9	3649.0 $\pm$ 540.2	n.s.
90 - 120min	3534.0 $\pm$ 726.8	3338.0 $\pm$ 515.1	n.s.
Μ.Ο. Glu AUC (mg/dl/min)	15600.0 $\pm$ 2857.3	14533.0 $\pm$ 1768.8	n.s.

Μ.Ο. : μέσος όρος, Glu : γλυκόζη, AUC 0-30min : Area Under the Curve, περιοχή κάτω από την καμπύλη από 0 έως 30 λεπτά, AUC 30-60min : περιοχή κάτω από την καμπύλη από 30 έως 60 λεπτά, AUC 60-90min : περιοχή κάτω από την καμπύλη από 60 έως 90 λεπτά, AUC 90-120min : περιοχή κάτω από την καμπύλη από 90 έως 120 λεπτά, n.s. : μη στατιστικά σημαντικό

Πίνακας 8. Τιμές των δεικτών για τον προσδιορισμό της έκκρισης, της αντίστασης και της ευαισθησίας των ιστών στην ινσουλίνη που προέκυψαν κατά τη δίωρη δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση (n=15, για το HOMA IR n=14). Οι τιμές είναι μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση.

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
Incremental Ins 30 (pmol/L)	714.3 $\pm$ 488.3	571.8 $\pm$ 346.2	n.s.
Incremental Ins AUC (pmol/L/min)	93.4 $\pm$ 59.5	61.0 $\pm$ 35.4	P<0.01
GI Index (mg/dl*μU/ml)	224012336 $\pm$ 174648228	153182779 $\pm$ 80551505	n.s.
Ins Release Index (μU/ml/mg/dl)	2.6 $\pm$ 2.8	2.1 $\pm$ 1.7	n.s.
HOMA IR (μU/ml)	5.0 $\pm$ 3.6	5.7 $\pm$ 3.4	n.s.

Incremental Ins 30 : δείκτης έκκρισης της ινσουλίνης=συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 30 - συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 0, (ινσουλίνη : pmol/L, γλυκόζη : mmol/L)

Incremental Ins AUC : δείκτης αντίστασης στην ινσουλίνη=περιοχή κάτω από την καμπύλη / 120 - συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 0, (ινσουλίνη : pmol/L, γλυκόζη : mmol/L)

GI Index : δείκτης ευαισθησίας στην ινσουλίνη (Glucose-Insulin Index)=περιοχή κάτω από την καμπύλη γλυκόζης * περιοχή κάτω από την καμπύλη ινσουλίνης (ινσουλίνη : μU/ml, γλυκόζη : mg/dl)

Ins Release Index : δείκτης έκκρισης της ινσουλίνης=συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 30 - συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 0 / συγκέντρωση γλυκόζης στο χρόνο 30 - συγκέντρωση γλυκόζης στο χρόνο 0 (ινσουλίνη : μU/ml, γλυκόζη : mg/dl)

HOMA IR : δείκτης αντίστασης στην ινσουλίνη=συγκέντρωση ινσουλίνης στο χρόνο 0 / 22,5 $e^{-\ln}$ συγκέντρωση γλυκόζης στο χρόνο 0, όπου ln : φυσικός λογάριθμος, e : 2,7182818 (ινσουλίνη : μU/ml, γλυκόζη : mmol/L)

4.3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΛΙΠΙΔΙΩΝ ΣΤΟΝ ΟΡΟ ΑΙΜΑΤΟΣ

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 9) αναφέρονται οι τιμές για τα λιπίδια αίματος (ολική χοληστερόλη, TC, τριγλυκερίδια, TG, υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη, HDL-C, χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη, LDL-C), καθώς και για τις απολιποπρωτεΐνες ApoA-1 και ApoB πριν και μετά την παρέμβαση. Σημειώθηκε στατιστικά σημαντική αύξηση για την ολική χοληστερόλη ($p<0.05$), τη χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη ($p<0.05$) και την απολιποπρωτεΐνη ApoB ($p<0.05$) σε σχέση με τις τιμές πριν την παρέμβαση, με τις υπόλοιπες παραμέτρους να μην παρουσιάζουν διαφορά.

Πίνακας 9. Τιμές για τα λιπίδια αίματος ορού πριν και μετά την τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση (n=18). Οι τιμές είναι μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση.

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
TC (mg/dl)	174.8 $\pm$ 29.3	188.7 $\pm$ 32.6	<0.05
TG (mg/dl)	71.5 $\pm$ 21.9	77.7 $\pm$ 31.6	n.s.
HDL-C (mg/dl)	50.1 $\pm$ 9.1	52.3 $\pm$ 6.9	n.s.
LDL-C (mg/dl)	110.4 $\pm$ 26.6	120.9 $\pm$ 28.8	<0.05
ApoA-1 (mg/dl)	130.9 $\pm$ 19.5	136.5 $\pm$ 13.4	n.s.
ApoB (mg/dl)	71.0 $\pm$ 16.2	77.9 $\pm$ 17.5	<0.05

TC : ολική χοληστερόλη, TG : τριγλυκερίδια, HDL-C : υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη, LDL-C : χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη, ApoA-1 : απολιποπρωτεΐνη A-1, ApoB : απολιποπρωτεΐνη B, n.s. : μη στατιστικά σημαντικό, επίπεδο σημαντικότητας p : στατιστικά σημαντική διαφορά με τις τιμές πριν την παρέμβαση

4.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

Στους πίνακες που ακολουθούν (Πίνακας 10 και 11) αναφέρονται τα χαρακτηριστικά της προπόνησης. Στον Πίνακα 10 παρουσιάζεται ο μέσος χρόνος πραγματοποίησης της άσκησης, καθώς και η μέση καρδιακή συχνότητα των συμμετεχόντων. Στον Πίνακα 11 βλέπουμε το ποσοστό (%) με το οποίο έλαβε μέρος κάθε ένα κορίτσι στην παρέμβαση με αερόβια άσκηση καθώς και ο μέσος όρος των τιμών στο σύνολο των παιδιών.

Συνοπτικά, η μέση διάρκεια της προπόνησης ήταν 38 λεπτά, ενώ στα 28 από αυτά η καρδιακή συχνότητα ήταν μεγαλύτερη από 150 παλμούς ανά λεπτό. Τέλος, ο μέσος όρος παρουσίας στις προπονήσεις ήταν 65.4, 70.2 και 67.8 για τις εβδομάδες 1-4, 5-8 και 9-12 αντίστοιχα για το σύνολο των παιδιών.

Πίνακας 10 : Μέσος χρόνος άσκησης και μέση καρδιακή συχνότητα στο σύνολο των 12 εβδομάδων παρέμβασης με αερόβια άσκηση (n=19). Οι τιμές είναι μέσος όρος ± τυπική απόκλιση.

	Χρόνος άσκησης (λεπτά)	Μέση Καρδιακή Συχνότητα (παλμοί/λεπτό)	Χρόνος με ΚΣ < 135 παλμοί /λεπτό	Χρόνος με 135 < ΚΣ < 149 παλμοί /λεπτό	Χρόνος με ΚΣ < 150 παλμοί /λεπτό	Χρόνος με ΚΣ > 150 παλμοί /λεπτό	Χρόνος με ΚΣ > 175 παλμοί /λεπτό
Εβδομάδα 1 ^η - 4 ^η	36.6 ± 5.9	163.4 ± 8.6	3.5 ± 3.8	6.0 ± 2.9	9.9 ± 5.4	27.6 ± 8.3	12.0 ± 6.7
Εβδομάδα 5 ^η - 8 ^η	38.0 ± 5.6	161.3 ± 9.2	3.7 ± 3.6	6.5 ± 3.4	10.7 ± 6.2	30.4 ± 21.8	10.6 ± 6.8
Εβδομάδα 9 ^η - 12 ^η	40.0 ± 7.7	158.8 ± 8.9	4.0 ± 2.9	8.3 ± 4.4	12.7 ± 6.6	27.2 ± 9.6	8.2 ± 7.6
Μ.Ο. για το σύνολο των 12 εβδομάδων	38.2 ± 1.7	161.2 ± 2.3	3.7 ± 0.2	6.9 ± 1.2	11.1 ± 1.4	28.4 ± 1.8	10.3 ± 1.9

ΚΣ : καρδιακή συχνότητα, Μ.Ο. : μέσος όρος

Πίνακας 11 : Ποσοστό συμμετοχής στο σύνολο των εβδομάδων προπόνησης (%). Τα παιδιά αναφέρονται με τον κωδικό τους (n=21). Ο μέσος όρος των εβδομάδων ήταν μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση.

A/A	Κωδικός	1 ^η - 4 ^η εβδομάδα	5 ^η - 8 ^η εβδομάδα	9 ^η - 12 ^η εβδομάδα
1	F4	81,8	75,0	44,4
2	F1	81,8	75,0	77,8
3	E4	63,6	83,3	66,7
4	E1	54,5	66,7	-
5	D1	45,5	33,3	22,2
6	B1	72,7	58,3	33,3
7	B3	81,8	83,3	33,3
8	B2	81,8	91,7	77,8
9	E3	72,7	75,0	55,6
10	D3	36,4	58,3	55,6
11	D2	36,4	58,3	55,6
12	C3	100	83,3	100
13	D4	81,8	58,3	100
14	A1	63,6	91,7	83,3
15	C1	100	100	100
16	E2	27,3	66,7	83,3
17	A3	90,9	100	100
18	C2	90,9	66,7	100
19	F3	36,4	33,3	16,7
20	F2	36,4	66,7	-
21	A4	36,4	50,0	83,3
	X $\pm$ SD	65,4 $\pm$ 23,8	70,2 $\pm$ 18,7	67,8 $\pm$ 28,1

X $\pm$ SD : μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση

4.5 ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΗ ΕΥΡΩΣΤΙΑ

Η φυσική δραστηριότητα, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, προσδιορίστηκε με τη χρήση του δραστηριογράφου ο οποίος χρησιμοποιήθηκε από κάθε παιδί τόσο πριν, όσο και μετά την παρέμβαση για επτά συνεχόμενες ημέρες. Παράλληλα, για τη φυσική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της παρέμβασης έγινε χρήση των ερωτηματολογίων φυσικής δραστηριότητας τα οποία με τη σειρά τους συμπληρώθηκαν από τους συμμετέχοντες ανά 4 εβδομάδες (3 ερωτηματολόγια για την 1^η έως την 4^η εβδομάδα, 3 για την 5^η έως την 8^η και 7 για την 9^η έως και τη 12^η εβδομάδα, οπότε και έληγε η διάρκεια της παρέμβασης).

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πίνακας 12) αναγράφονται οι τιμές του δραστηριογράφου πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ στον Πίνακα 13 οι τιμές που προέκυψαν μετά την ανάλυση των ερωτηματολογίων. Όπως παρατηρούμε στον Πίνακα 12, ο συνολικός χρόνος που κάθε συμμετέχοντας φορούσε το δραστηριογράφο μετά την παρέμβαση όπως και ο συνολικός χρόνος φυσικής δραστηριότητας μειώθηκε σημαντικά ($p < 0.05$ και $p < 0.01$ αντίστοιχα).

Είναι πιθανόν τα παιδιά να είχαν κουραστεί από το πρόγραμμα και γι' αυτό έφεραν το δραστηριογράφο λιγότερη ώρα μετά την παρέμβαση απ' ότι πριν. Επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι τα παιδιά μετά το πέρας της παρέμβασης βρισκόταν σε περίοδο σχολικών εξετάσεων, γεγονός που θα μπορούσε να εξηγήσει το χαμηλότερο χρόνο φυσικής δραστηριότητας μετά την

παρέμβαση. Την ίδια συμπεριφορά είχε η πολύ χαμηλή ($p<0.01$) και η χαμηλή φυσική δραστηριότητα ($p<0.01$). Για τα ερωτηματολόγια δε σημειώθηκε καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή στη φυσική δραστηριότητα κατά της διάρκειας της παρέμβασης σε καμία από τις εξεταζόμενες μεταβλητές.

Σχετικά με την καρδιαγγειακή ευρωστία των συμμετεχόντων, τα στοιχεία τους παρουσιάζονται στον Πίνακα 14. Στατιστικά σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε στο επίπεδο ισχύος ($p<0.05$), όπως επίσης και στην ισχύ εκφραζόμενη ανά κιλό σωματικού βάρους ($p<0.05$). Ταυτόχρονα εμφανίστηκε σημαντική μείωση στην καρδιακή συχνότητα που μετρήθηκε πριν την πραγματοποίηση της δοκιμασίας στο κυκλοεργόμετρο, σε σχέση με τις τιμές πριν την παρέμβαση ($p<0.01$).

Πίνακας 12. Χαρακτηριστικά φυσικής δραστηριότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση του τριαξονικού δραστηριογράφου (RT3, USA) που χρησιμοποιήθηκε για επτά συνεχόμενες ημέρες πριν και μετά την παρέμβαση (n=18). Οι τιμές είναι μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση.

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
Συνολικός χρόνος (λεπτά/ημέρα)	829.7 $\pm$ 83.4	783.8 $\pm$ 77.3	<0.05
Συνολικό μέγεθος ανύσματος (counts/ημέρα)	422692.2 $\pm$ 94546.8	409272.1 $\pm$ 145919.5	n.s.
Μ.Ο. ανύσματος (counts)	573.5 $\pm$ 133.7	615.4 $\pm$ 237.8	n.s.
Καθιστική Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	266.7 $\pm$ 70.4	268.1 $\pm$ 73.6	n.s.
Πολύ χαμηλή Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	162.3 $\pm$ 22.2	140.9 $\pm$ 29.1	<0.01
Χαμηλή Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	227.4 $\pm$ 43.6	195.5 $\pm$ 55.1	<0.01
Μέτρια Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	91.7 $\pm$ 24.5	83.7 $\pm$ 31.7	n.s.
Έντονη Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	33.5 $\pm$ 11.3	36.0 $\pm$ 21.8	n.s.
Υψηλής έντασης Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	4.6 $\pm$ 3.1	5.3 $\pm$ 4.3	n.s.
Πολύ υψηλής έντασης Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	2.9 $\pm$ 3.1	4.2 $\pm$ 4.1	n.s.
Συνολικός χρόνος Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	522.4 $\pm$ 89.0	465.7 $\pm$ 125.0	<0.01

Συνολικός χρόνος : χρόνος που κάθε συμμετέχοντας φορούσε το δραστηριογράφο, Μ.Ο. : μέσος όρος, Φ.Δ. : φυσική δραστηριότητα, n.s. : μη στατιστικά σημαντικό, επίπεδο σημαντικότητας p : στατιστικά σημαντική διαφορά με τις τιμές πριν την παρέμβαση

Πίνακας 13. Χαρακτηριστικά φυσικής δραστηριότητας όπως προέκυψαν από τη χρήση των ερωτηματολογίων φυσικής δραστηριότητας στην αρχή (4^η εβδομάδα), στη μέση (8^η εβδομάδα) και στο τέλος της παρέμβασης (12^η εβδομάδα), (n=17). Οι τιμές είναι μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση.

	4 ^η εβδομάδα	8 ^η εβδομάδα	12 ^η εβδομάδα	Τιμές p
Μ.Ο. συνολικής Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	83.4 $\pm$ 42.7	68.4 $\pm$ 34.0	92.8 $\pm$ 65.0	n.s. *
Μ.Ο. μέτριας προς έντονης Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	63.3 $\pm$ 37.0	57.7 $\pm$ 39.3	81.5 $\pm$ 52.5	n.s.
Μ.Ο. καθιστικών δραστηριοτήτων (λεπτά/ημέρα)	146.3 $\pm$ 57.7	158.3 $\pm$ 80.3	126.0 $\pm$ 59.7	n.s.
Μ.Ο. σταθμικού δείκτη Φ.Δ. (λεπτά/ημέρα)	383.6 $\pm$ 268.8	337.5 $\pm$ 193.9	438.1 $\pm$ 304.1	n.s.

Μ.Ο. : μέσος όρος, Φ.Δ. : φυσική δραστηριότητα, σταθμικός δείκτης φυσικής δραστηριότητας : (weighed activity), χρόνος άσκησης, πολλαπλασιαζόμενος με το αντίστοιχο μεταβολικό ισοδύναμο, MET, πολλαπλασιαζόμενος με έναν ειδικό παράγοντα βάσει της έντασης και του μεταβολικού ισοδύναμου, n.s. : μη στατιστικά σημαντικό, *: τα αποτελέσματα προέκυψαν μετά από t-test που πραγματοποιήθηκε για την 4^η με την 8^η εβδομάδα, την 4^η τη 12^η εβδομάδα και για την 8^η με την 12^η εβδομάδα.

Πίνακας 14. Η καρδιαγγειακή ευρωστία, όπως προσδιορίστηκε με τη δοκιμασία Ικανότητας Αερόβιου Έργου 170 (IAE₁₇₀), η αρτηριακή πίεση και η καρδιακή συχνότητα πριν τη δοκιμασία στο κυκλοεργόμετρο, πριν και μετά την παρέμβαση με αερόβια άσκηση (n=19). Οι τιμές είναι μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση.

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
IAE₁₇₀ (Watt)	88.5 $\pm$ 35.6	107.9 $\pm$ 28.7	<0.05
IAE₁₇₀ / κιλό σωματικού βάρους (Watt/kg)	1.3 $\pm$ 0.5	1.6 $\pm$ 0.4	<0.05
Διαστολική Πίεση (mmHg)	61.8 $\pm$ 7.9	60.2 $\pm$ 9.7	n.s.
Συστολική Πίεση (mmHg)	114.6 $\pm$ 13.3	112.5 $\pm$ 14.8	n.s.
Μέση Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	79.4 $\pm$ 8.6	77.7 $\pm$ 10.5	n.s.
Κ.Σ. πριν τη δοκιμασία IAE₁₇₀	92.6 $\pm$ 11.6	82.2 $\pm$ 9.2	<0.01

IAE₁₇₀ : Ικανότητα Αερόβιου Έργου 170, δοκιμασία προσδιορισμού του επιπέδου καρδιαγγειακής ευρωστίας σε κυκλοεργόμετρο, Watt : μονάδα ισχύος, Watt/kg : ισχύς ανά κιλό σωματικού βάρους, mmHg : χιλιοστόμετρα στήλης υδραργύρου, Κ.Σ. : καρδιακή συχνότητα, n.s. : μη στατιστικά σημαντικό, επίπεδο σημαντικότητας p : στατιστικά σημαντική διαφορά με τις τιμές πριν την παρέμβαση

4.6 ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Τα διατροφικά χαρακτηριστικά προέκυψαν μετά την ανάλυση των τριήμερων ημερολογίων διατροφής. Τα ημερολόγια δόθηκαν σε κάθε συμμετέχοντα αμέσως μετά την πραγματοποίηση των εργαστηριακών μετρήσεων πριν την εφαρμογή της παρέμβασης, όπως και μετά τις επαναληπτικές μετρήσεις μετά την παρέμβαση με αερόβια άσκηση.

Τα χαρακτηριστικά από τη διατροφική πρόσληψη των παιδιών παρουσιάζονται στον Πίνακα 15. Στατιστικά σημαντική μείωση σημειώθηκε στο διατροφικό λίπος (σε γραμμάρια) μετά την παρέμβαση σε σχέση με τις τιμές πριν από αυτή ($p<0.05$). Ταυτόχρονα, σημαντική μείωση είχαν τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα ($p<0.01$), τα σνακ υψηλής διατροφικής αξίας ($p<0.05$) και τα διατροφικά επεισόδια ($p<0.01$).

Πίνακας 15. Διατροφικά χαρακτηριστικά όπως προέκυψαν από την ανάλυση των τριήμερων ημερολογίων που δόθηκαν σε κάθε συμμετέχοντα στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης με αερόβια άσκηση (n=19). Οι τιμές είναι μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση.

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
Προσλαμβανόμενες θερμίδες (ανά ημέρα)	1912.6 $\pm$ 462.2	1739.6 $\pm$ 458.8	n.s.
Πρωτεΐνες (gr/ημέρα)	65.4 $\pm$ 16.2	61.9 $\pm$ 21.3	n.s.
Υδατάνθρακες (gr/ημέρα)	217.7 $\pm$ 65.5	201.5 $\pm$ 53.7	n.s.
Λίπη (gr/ημέρα)	90.2 $\pm$ 20.7	79.1 $\pm$ 26.0	<0.05
Πρωτεΐνες (%)	13.4 $\pm$ 2.0	14.0 $\pm$ 2.8	n.s.
Υδατάνθρακες (%)	44.4 $\pm$ 4.8	45.8 $\pm$ 6.1	n.s.
Λίπη (%)	42.2 $\pm$ 4.9	40.1 $\pm$ 6.0	n.s.
Χοληστερόλη (mg/ημέρα)	211.3 $\pm$ 64.8	247.0 $\pm$ 136.5	n.s.
Κορεσμένα Λ.Ο. (gr/ημέρα)	26.9 $\pm$ 7.2	28.4 $\pm$ 9.2	n.s.
Μονοακόρεστα Λ.Ο (gr/ημέρα)	33.7 $\pm$ 10.5	30.4 $\pm$ 11.8	n.s.
Πολυακόρεστα Λ.Ο. (gr/ημέρα)	11.0 $\pm$ 4.7	8.1 $\pm$ 3.4	<0.01
Ασβέστιο (gr/ημέρα)	900.2 $\pm$ 301.2	811.8 $\pm$ 303.6	n.s.
Ψυτικές ίνες (gr/ημέρα)	12.8 $\pm$ 5.3	12.6 $\pm$ 7.3	n.s.
Πλήρη γεύματα (αριθμός/ημέρα)	1.1 $\pm$ 0.6	1.0 $\pm$ 0.7	n.s.
Μη πλήρη γεύματα (αριθμός/ημέρα)	1.4 $\pm$ 0.7	1.2 $\pm$ 0.8	n.s.
Ψυτοφαγικά γεύματα (αριθμός/ημέρα)	0.2 $\pm$ 0.2	0.1 $\pm$ 0.2	n.s.
Μη ισορροπημένα γεύματα (αριθμός/ημέρα)	0.02 $\pm$ 0.08	0.1 $\pm$ 0.3	n.s.
Σνακ υψηλής διατροφικής αξίας (αριθμός/ημέρα)	1.1 $\pm$ 0.8	0.7 $\pm$ 0.5	<0.05

Πίνακας 15. Διατροφικά χαρακτηριστικά όπως προέκυψαν από την ανάλυση των τριήμερων ημερολογίων που δόθηκαν σε κάθε συμμετέχοντα στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης με αερόβια άσκηση (n=19). Οι τιμές είναι μέσος όρος $\pm$ τυπική απόκλιση, (συνέχεια).

	ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ	Τιμές p
Σνακ μικτής διατροφικής αξίας (αριθμός/ημέρα)	0.5 $\pm$ 0.4	0.4 $\pm$ 0.5	n.s.
Σνακ χαμηλής διατροφικής αξίας (αριθμός/ημέρα)	1.1 $\pm$ 0.7	1.1 $\pm$ 0.7	n.s.
Σνακ χωρίς ενέργεια (αριθμός/ημέρα)	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	n.s.
Γεύματα (αριθμός/ημέρα)	2.6 $\pm$ 0.5	2.5 $\pm$ 0.6	n.s.
Σνακ (αριθμός/ημέρα)	2.6 $\pm$ 1.2	2.1 $\pm$ 0.9	n.s.
Διατροφικά επεισόδια (αριθμός/ημέρα)	5.3 $\pm$ 1.2	4.6 $\pm$ 0.8	<0.01

gr : γραμμάρια, % : ποσοστό επί τοις εκατό, Λ.Ο. : λιπαρά οξέα, n.s. : μη στατιστικά σημαντικό, επίπεδο σημαντικότητας p : στατιστικά σημαντική διαφορά με τις τιμές πριν την παρέμβαση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το κύριο εύρημα της παρούσας μελέτης είναι ότι η παρέμβαση με ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης για 12 εβδομάδες βελτίωσε την ινσουλινοευαισθησία σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια ηλικίας 9 έως 15 ετών. Αυτό έγινε χωρίς να μειωθεί το σωματικό βάρος και λίπος. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την υπόθεση που τέθηκε στην αρχή της έρευνας, ότι η αερόβια άσκηση μπορεί να μειώσει την αντίσταση στην ινσουλίνη σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια.

Μόνο μια έρευνα έχει μελετήσει την επίδραση της άσκησης στην ινσουλινοευαισθησία σε παιδιά (Landt et al., 1985). Τα χαρακτηριστικά της ήταν παρόμοια με αυτά της δικής μας (διάρκεια παρέμβασης 12 εβδομάδες, διάρκεια άσκησης 45 λεπτά, συχνότητα 3 φορές ανά εβδομάδα, ένταση 75% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας). Πρέπει να σημειώσουμε ότι τα παιδιά που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη μελέτη έπασχαν από σακχαρώδη διαβήτη τύπου I. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν αύξηση στην αερόβια ικανότητα και βελτίωση στην ινσουλινοευαισθησία κατά 23%, όπως αυτή εκτιμήθηκε με τη μέθοδο της ευγλυκαιμικής-υπερινσουλινικής τεχνικής.

Σε ενήλικες έχουν γίνει περισσότερες από μια έρευνες που ασχολούνται με την επίδραση της αερόβιας άσκησης στην απόκριση της ινσουλίνης. Στη συνέχεια θα αναφερθούν έρευνες στις οποίες έχει δειχθεί

βελτίωση στην ινσουλινοευαισθησία χωρίς αλλαγή στο σωματικό βάρος και λίπος. Μια από αυτές που χρησιμοποίησε τη δοκιμασία ανοχής γλυκόζης σημείωσε 22% αύξηση στο ρυθμό διαθεσιμότητας της γλυκόζης, χωρίς μεταβολή στη γλυκόζη νηστείας (Dengel et al., 2002).

Άλλη έρευνα με άντρες (Khee Gan et al., 2003) έδειξε μείωση στην αντίσταση στην ινσουλίνη, η οποία εμφανίστηκε μετά από 2-4 συνεδρίες χωρίς περαιτέρω βελτίωση μέχρι το τέλος του προγράμματος. Ενδεικτικό είναι ότι η ινσουλινοευαισθησία συνολικά συσχετίστηκε με αυξημένη αερόβια ικανότητα και μειωμένο σπλαχνικό λίπος, αλλά παρόλα αυτά, το πρώτο εύρημα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν υπήρξε επίδραση στην ινσουλίνη από τη μεταβολή της αερόβιας ικανότητας και του σπλαχνικού λίπους.

Έρευνα σε νέες γυναίκες 18-35 ετών (Roehlman et al., 2000) έδειξε βελτίωση στην ινσουλινοευαισθησία μετά από εφαρμογή αερόβιας άσκησης για 6 μήνες ανεξάρτητα από αλλαγές στην άλιπη σωματική μάζα, στο σωματικό λίπος και στην αερόβια ικανότητα. Τα δεδομένα αυτά υποδεικνύουν τις προσαρμογές στους ιστούς ως εξήγηση για τη βελτίωση της ινσουλινοευαισθησίας.

Τα ευρήματα των προαναφερόμενων ερευνών λοιπόν, είναι σε συμφωνία με τα δικά μας στα οποία το σωματικό βάρος, το ποσοστό λίπους, η λιπώδης μάζα, το σύνολο της άλιπης σωματικής μάζας και το σπλαχνικό λίπος παρέμειναν σταθερά.

Άλλες μελέτες όμως, δείχνουν μείωση του σωματικού βάρους μετά την παρέμβαση με αερόβια άσκηση, παράλληλα με τη μείωση στην αντίσταση στην ινσουλίνη. Έτσι, έρευνα με ενήλικες σημείωσε αύξηση στο ρυθμό διαθεσιμότητας της γλυκόζης με ταυτόχρονη μείωση του βάρους και του ποσοστού λίπους (Dengel et al., 1996). Μείωση στο σωματικό βάρος παρατηρήθηκε επίσης, με αύξηση της ινσουλινοευαισθησίας κατά 49% μετά από άσκηση 16 εβδομάδων (Goodpaster et al., 2003). Στο ίδιο αποτέλεσμα, με βελτίωση της ευαισθησίας στην ινσουλίνη κατά 26%, κατέληξε και ο Short (Short et al., 2003).

Οι μηχανισμοί που εξηγούν την παρατηρούμενη βελτίωση στην ινσουλινοευαισθησία στην παρούσα μελέτη μπορεί να είναι οι ακόλουθοι :

α) η αύξηση στη μυϊκή μάζα των κάτω άκρων ($\Delta = 800\text{gr}$, $p < 0.05$). Η αύξηση αυτή συνεπάγεται περισσότερο διαθέσιμο μυϊκό ιστό, άρα και προσφορά μεγαλύτερης επιφάνειας για την πρόσληψη γλυκόζης. Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγήθηκε και ο Cox (Cox et al., 1999), μετά από αύξηση της μυϊκής μάζας του τετρακέφαλου μυός. Βέβαια, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι δεν υπήρξε σχέση μεταξύ της διαφοράς της μυϊκής μάζας των κάτω άκρων και της διαφοράς στην ευαισθησία της ινσουλίνης, στην παρούσα μελέτη,

β) η αύξηση στον αριθμό των μεταφορέων της γλυκόζης στο εσωτερικό του κυττάρου (GLUT-4). Η συγκεκριμένη προσαρμογή γίνεται μετά από μία συνεδρία άσκησης, πολύ δε περισσότερο μετά από 7 ημέρες (Houmard et al.,

1995 ; Gulve et al., 1995 ; Dengel et al., 1996 ; Cox et al., 1999 ; Pohelman et al., 2000 ; Short et al., 2003) ή και 12 εβδομάδες αερόβιας άσκησης, όπως στην παρούσα μελέτη,

γ) η αύξηση του αριθμού των τύπου ΙΙα μυϊκών ινών που έχουν υψηλότερη αναλογία σε GLUT-4 και συνεπώς μεγαλύτερη ευαισθησία στην ινσουλίνη (Perseghin et al., 1996 ; Pohelman et al., 2000),

δ) η αυξημένη αιματική ροή, κυρίως στους μυς που συμμετέχουν στην άσκηση (Dengel et al., 1996). Πράγματι, ο Helge et al., (2003) έδειξε ότι η ποδηλάτηση με ένα πόδι αύξησε την πρόσληψη της γλυκόζης μόνο στο πόδι που πραγματοποίησε την άσκηση. Αυτό αποδόθηκε στην αυξημένη αιματική ροή μετά την προπόνηση,

ε) τέλος, η αύξηση της δραστηριότητας των ενζύμων στο εσωτερικό του κυττάρου που συμμετέχουν στη φωσφορυλίωση της γλυκόζης και στη μετατροπή της σε γλυκογόνο (εξοκινάση ΙΙ και συνθετάση του γλυκογόνου αντίστοιχα), (Perseghin et al., 1996).

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η συγκέντρωση της γλυκόζης δεν εμφάνισε μεταβολή σε σχέση με τις τιμές πριν την εφαρμογή της παρέμβασης με αερόβια άσκηση στην παρούσα μελέτη. Την ίδια συμπεριφορά είχε στην παρούσα έρευνα και η περιοχή κάτω από την καμπύλη γλυκόζης. Η απουσία αλλαγής στις παραπάνω παραμέτρους είναι σε συμφωνία με τα αποτελέσματα έρευνας που πραγματοποιήθηκε σε παχύσαρκους ενήλικες και άτομα με

διαβήτη τύπου II (Krotkiewski et al., 1985). Οι ερευνητές στη συγκεκριμένη εργασία οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι η έκκριση της ινσουλίνης και η δραστηριότητά της μεταβάλλονται με τη δράση της άσκησης με διάφορους τρόπους σε διαφορετικές κλινικές περιπτώσεις. Έτσι, προτάθηκε ότι σε καταστάσεις ινσουλινοαντίστασης με υψηλή έκκριση ινσουλίνης, η αυξημένη περιφερική ευαισθησία στην ινσουλίνη μετά την άσκηση συνοδεύεται από μειωμένη έκκριση ινσουλίνης (Krotkiewski et al., 1985).

Άλλη έρευνα αποδίδει την αδυναμία να εντοπίσει μεταβολή στη συγκέντρωση της γλυκόζης μετά την εφαρμογή προγράμματος παρέμβασης με αερόβια άσκηση, παρά την αύξηση της δράσης της ινσουλίνης, σε πιθανή προσαρμογή στην έκκριση της ινσουλίνης. Αυτή η προσαρμογή που προκαλείται πιθανόν από την άσκηση, οδηγεί σε μείωση στα επίπεδα της ινσουλίνης (Dengel et al., 1996).

Όσον αφορά στη σωματική σύσταση, η πλειοψηφία των ερευνών σε παιδιά έχει δείξει ότι απαιτούνται περισσότερες από 16 εβδομάδες προκειμένου να σημειωθεί μεταβολή στο σωματικό βάρος και λίπος. Έτσι, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε με παχύσαρκα παιδιά και μελετούσε την επίδραση της αερόβιας άσκησης σε παράγοντες που σχετίζονται με καρδιαγγειακά νοσήματα, βρέθηκε μείωση στο ποσοστό λίπους, στο σπλαχνικό και υποδόριο λίπος μετά από παρέμβαση διάρκειας 16 εβδομάδων, ενώ η ινσουλίνη νηστείας σημείωσε και αυτή μείωση (Gutin et al., 1999).

Στα ίδια συμπεράσματα οδηγήθηκε και ο Owens et al., (1999) μετά από προπόνηση 16 εβδομάδων σε παχύσαρκα παιδιά. Στη μελέτη αυτή παρατηρήθηκε μείωση στο ποσοστό λίπους, στη λιπώδη σωματική μάζα και στο υποδόριο λίπος (Owens et al., 1999). Ο Ferguson με πρόγραμμα παρόμοιας διάρκειας (16 εβδομάδες) παρατήρησε ελάττωση στο ποσοστό λίπους 1,6%, που όμως επανήλθε σχεδόν στα αρχικά επίπεδα (+1,3%) μετά τη διακοπή της άσκησης για ίσο χρονικό διάστημα (Ferguson et al., 1999).

Τέλος, σε άλλη έρευνα που πραγματοποιήθηκε με παχύσαρκους έφηβους το ποσοστό λίπους και το σπλαχνικό λίπος μειώθηκε μετά από παρέμβαση με αερόβια άσκηση διάρκειας 32 εβδομάδων, χωρίς όμως να υπάρχουν στοιχεία για τους αιματολογικούς δείκτες (Gutin et al., 2002). Θα μπορούσαμε λοιπόν να υποθέσουμε ότι η απουσία μείωσης του σωματικού και του σπλαχνικού λίπους στην παρούσα έρευνα, πιθανόν να οφείλεται στη μικρή διάρκεια της παρέμβασης με αερόβια άσκηση.

Αναφορικά με τη συγκέντρωση των λιπιδίων αίματος, τα τριγλυκερίδια, η υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη και η απολιποπρωτεΐνη A-1 παρέμειναν αμετάβλητα. Η διάρκεια της παρέμβασης στην παρούσα μελέτη θα μπορούσε, εν μέρει, να εξηγήσει την απουσία αλλαγής στη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων και της υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης. Άλλες έρευνες σε παιδιά πάντως, έχουν δείξει ότι η άσκηση προκαλεί μείωση στη συγκέντρωση των τριγλυκεριδίων (Sazaki et al., 1987 ; Ferguson et al, 1999 ; Gutin and

Owens 1999 ; Kang et al., 2002), ενώ μερικές εντόπισαν αύξηση στη συγκέντρωση της λιποπρωτεΐνης υψηλής πυκνότητας (Sazaki et al., 1987 ; Williford et al., 1996). Η διάρκεια της παρέμβασης των παραπάνω ερευνών κυμαινόταν από 15 εβδομάδες έως 2 χρόνια.

Η απουσία αύξησης των επιπέδων της υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνης πριν και μετά την προπόνηση εξηγείται επίσης από το γεγονός ότι η αρχική τιμή της ήταν υψηλή (HDL-C= 50mg/dl) με την προτεινόμενη τιμή να είναι μεγαλύτερη των 37mg/dl. Για τα τριγλυκερίδια δε μπορούμε να ισχυριστούμε το ίδιο, αφού η τιμή τους πριν την έναρξη της παρέμβασης ήταν 71,5mg/dl, με τις τιμές που προτείνονται να κυμαίνονται από 30 έως 150ml/dl.

Παραδόξως, η ολική χοληστερόλη αίματος, η λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας και η απολιποπρωτεΐνη Β αυξήθηκαν μετά την παρέμβαση στην παρούσα μελέτη. Αντίθετα, μια έρευνα σε παιδιά έχει εντοπίσει σημαντική μείωση της λιποπρωτεΐνης χαμηλής πυκνότητας μετά από παρέμβαση διάρκειας 15 εβδομάδων (Williford et al., 1996). Για την ολική χοληστερόλη, η πλειοψηφία των ερευνών σε παιδιά δεν έχει σημειώσει μεταβολή μετά την παρέμβαση (Sazaki et al., 1987 ; Williford et al., 1996 ; Ferguson et al., 1999 ; Kang et al., 2002).

Σε έρευνα με χαρακτηριστικά παρόμοια της δικής μας (διάρκεια παρέμβασης 12 εβδομάδες, συχνότητα 3 φορές ανά εβδομάδα, διάρκεια

άσκησης ~30 λεπτά και ένταση ~80% ΚΣ_{μεγ}) σημειώθηκε σημαντική αύξηση στην HDL-C και μείωση στην LDL-C σε παιδιά ηλικίας 11 ετών (Tolfrey et al., 1998). Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη έρχονται σε αντίθεση με αυτά της προαναφερόμενης, χωρίς να μπορεί να δοθεί πιθανή εξήγηση για αυτή τη διαφωνία.

Τέλος, η σημαντική αύξηση των παραμέτρων της ευρωστίας (ισχύς και ισχύς ανά κιλό σωματικού βάρους), καθώς και η μείωση της μέσης καρδιακής συχνότητας πριν την πραγματοποίηση της δοκιμασίας στο κυκλοεργόμετρο, δηλώνουν την αποτελεσματικότητα του προπονητικού ερεθίσματος σε επίπεδο καρδιοαναπνευστικής αντοχής. Η μείωση που παρατηρήθηκε στο αναπνευστικό πηλίκο μετά την παρέμβαση, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η συμμετοχή των λιπαρών οξέων ως ενεργειακό υπόστρωμα αυξήθηκε μετά την παρέμβαση με αερόβια άσκηση.

Οι περιορισμοί που προκύπτουν από την υπάρχουσα μελέτη εστιάζονται κυρίως στη διάρκεια της παρέμβασης (12 εβδομάδες). Το χρονικό διάστημα που η παρούσα έρευνα θα μπορούσε διαρκέσει ήταν τουλάχιστον 16 εβδομάδες, κάτι που δεν έγινε λόγω αδυναμίας συμμετοχής των παιδιών στο πρόγραμμα εξαιτίας των εξετάσεων του εαρινού εξαμήνου. Τέλος, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μαζί με την ομάδα άσκησης και μία ομάδα ελέγχου. Κατ' αυτόν τον τρόπο θα ήταν δυνατή με μεγαλύτερη ακρίβεια η

ερμηνεία μερικών από τις μεταβολές μετά την παρέμβαση στην παρούσα έρευνα.

Συμπερασματικά, η τρίμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση βελτίωσε την ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη σε υπέρβαρα και παχύσαρκα κορίτσια ηλικίας 9 έως 16 ετών. Τούτο έγινε χωρίς να μειωθεί το σωματικό βάρος και λίπος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Austin A.M. et al (1988): Low-density lipoprotein subclass patterns and risk of myocardial infraction. JAMA 260(13) : 1917-1921

Blair N.S. et al (1995): Changes in physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. JAMA 262(17): 2395-2401

Cole J.M. et al (2000): Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. BMJ 320: 1-6

Cox H.J. et al (1999): Effect of aging to response to exercise training in humans: skeletal muscle GLUT-4 and insulin sensitivity. J. Appl. Physiol. 86(6): 2019-2025

Daniels S.R. (1999): Exercise and lipid abnormalities. Pediatr Cardiol 20:71-77

Daniels S.R. (1999): Association of body fat distribution and cardiovascular risk factors in children and adolescents. Circulation 99: 541-545

Dengel R.D. et al (1996): Distinct effects of aerobic exercise training and weight loss on glucose homeostasis in obese sedentary men. J. Appl. Physiol. 81(1): 318-325

Dengel R.D. et al (2002): Exercise-induced changes in insulin action are associated with ACE gene polymorphisms in older adults. *Physiol Genomics* 11: 73-80

Dietz H.W. et al (1998): Health consequences of obesity in youth : childhood predictors of adult disease. *Pediatr* 5518-5525

Duncan E.G. et al (2003): Exercise training, without weight loss, increases insulin sensitivity and postheparin plasma lipase activity in previously sedentary adults. *Diabetes Care* 26: 557-562

Ebbeling B.C. et al (2002): Childhood obesity : public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 360: 473-482

Ekelund U. et al (2002): Physical activity but not energy expenditure is reduced in obese adolescents: a case control study. *Am J Clin Nutr* 76(5), 935-941

Eriksson J. et al (1997): Exercise and the metabolic syndrome. *Diabetologia* 40: 123-135

Eston R.G. et al (1998): Validity of heart rate, pedometry and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities. *J Appl Physiol* 84(1), 362-371

Ferguson M.A., Gutin B. et al (1999): Effects of exercise training and its cessation on components of the insulin resistance syndrome in obese children. *Int J Obes* 22: 889-895

Ferrannini E. and Andrea M. (1998): How to measure insulin sensitivity. *J Hypertens* 16: 895-906

Goodpaster H.B. et al (2003): Enhanced fat oxidation through physical activity is associated with improvements in insulin sensitivity in obesity. *Diabetes* 52: 2191-2197

Goran M.I. et al (1997): Physical activity related energy expenditure and fat mass in young children. *Int J Obes* 21: 171-178

Goran M.I. et al (1999): Role of physical activity in the prevention of obesity in children. *Int J Obes* 23(3): S18-S33

Gower A.B. et al (1998): Fat distribution and insulin response in prepubertal African American and white children. *Am J Clin Nutr* 67: 821-7

Grund A. et al (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

Gulve A.E. et al (1995): Effect of 7-10 days of cycle ergometer exercise on skeletal muscle GLUT-4 protein content. *J Appl Physiol* 79(5): 1562-1566

Gutin B. et al (1994): Relation of % of body fat and maximal aerobic capacity to risk factors for atherosclerosis and diabetes in black and white 7-to11-year-old children. *J Pediatr* 125(6): 847-852

Gutin B. et al (1996): Body-composition measurement in 9-11-y-old children by dual-energy X-ray absorptiometry, skinfold-thickness measurements and bioimpedance analysis. *Am J Clin Nutr* 63: 287-92

Gutin B. et al (1996): Physical training, lifestyle education and coronary risk factors in obese girls. *Med Sci Sports Exerc.* 19-23

Gutin B. et al (1998): Description and process evaluation of a physical training program for obese children. *Res Quartt Exerc Sport* 70(1): 65-69

Gutin B. and Owens S. (1999): Role of exercise intervention in improving body fat distribution and risk profile in children. *Am J Hum Biol* 11: 237-247

Gutin B. et al (2002): Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition and visceral adiposity of obese adolescents. *Am J Clin Nutr* 75: 818-826

Hayashi T. et al (1997): Exercise regulation of glucose transport in skeletal muscle. *Am. J. Physiol* 273 (Endocrinol. Metab. 36): E1039-E1051

Hein H.O. et al (1992): Physical fitness or physical activity as a predictor of ischeamic heart disease? A 17-year follow-up in the Copenhagen Male Study. *J Int Med* 232: 471-479

Helge W.J. and Flemming D. (2003): Effect of training on muscle triacylglycerol and structural lipids. A relation to insulin sensitivity? Diabetes 52: 1881-1887

Henriksen J.E. (2002): Exercise effects of muscle insulin signaling and action. Invited review : Effects of acute exercise and exercise training on insulin resistance. J Appl Physiol 93: 788-796

Houmand A.J. et al (1995): Seven days of exercise increase GLUT-4 protein content in human skeletal muscle. J Appl Physiol 79(6): 1936-1938

Houmand A.J. et al (2004): Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. J. Appl. Physiol. 96: 101-106

Hunter G.R. et al (1998): A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. Int J Obes 22: 489-493

Kafatos A. et al (1997): Heart disease risk-factor status and dietary changes in the Cretan population over the past 30 y : the Seven Countries Study. Am J Clin Nutr 65: 1882-1886

Kang Hyun-Sik, Gutin Bernard, Paule Barbeau, Owens Scott et al (2002): Physical training improves insulin resistance syndrome markers in obese adolescents. Med Sci Sports Exerc 34: 1920-1927

Katzmarzyk T.P. et al (1999): Physical activity, physical fitness and coronary heart disease risk factors in youth : the Quebec family study. *Prev Med* 29: 555-562

Kelly E.D. and Goodpaster H.B. (2001): Effects of exercise on glucose homeostasis in type 2 diabetes mellitus. *Med Sci Sports Exerc.* S495-S501

Kemper H.C.G. et al (1999): Lifestyle and obesity in adolescence and young adulthood : results from the Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study (AGAHLS). *Int J Obes* 23(3): S34-S40

Kraus E.W. et al (2002): Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl Med* 347(19): 1483-1492

Krotkiewski M. et al (1985): The effects of physical training on insulin secretion and effectiveness and on glucose metabolism in obesity and type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetologia* 28(12): 881-90

Landt W.K. et al (1985): Effects of exercise training on insulin sensitivity in adolescents with type I diabetes. *Diabetes Care* 8: 461-465

Leon S.A. et al (2001): Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc.* S502-S515

Linder W.C. et al (1983): The effect of physical conditioning on serum lipids and lipoproteins in white male adolescents. *Med Sci Sports Exerc.* 15(3): 232-236

Livingstone M.B.E. et al: Childhood obesity in Europe : a growing concern. *Pub Health Nutr* 4(1A): 109-116

Lohman J.A. et al (1988): Prospects for NMR imaging in the study of biological morphogenesis. *Experientia* 44(8): 666-72

Mamalakis G. and Kafatos A. (1996): Prevalence of obesity in Greece. *Int J Obes* 20: 488-492

Mamalakis G. et al (2000): Obesity indices in a cohort of primary school children in Crete : a six year prospective study. *Int J Obes* 24: 765-771

Marshall J.S. et al (1998): Tracking of health-related fitness components in youth ages 9 to 12. *Med Sci Sports Exerc* 910-916

Mastuda M. et al (1999): Insulin sensitivity indices obtained from oral glucose tolerance testing. *Diabetes Care* 22:1462-1470

Matthews D.R. et al (1985): Homeostasis model assessment: insulin resistance and β -cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia* 28:412-419

Mayer-Davis J.E. et al (1998): Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity. *JAMA* 279(9): 669-674

Moran A. et al (1999): Insulin resistance during puberty. Results from clamp studies in 357 children. *Diabetes* 48: 2039-2044

Must A. et al (1991): Reference data for obesity: 85th and 95th percentiles of body mass index (wt/ht²) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr* 53: 839-46

Oshida Y. et al (1991): Effects of training and training cessation on insulin action. *Int J Sports Med*. 12(5): 484-6

Owens S. et al (1999): Prediction of visceral adipose tissue from simple anthropometric measurements in youths with obesity. *Obes Res* 7(1): 16-22

Owens S. et al (1999): Effect of physical training on total and visceral fat in obese children. *Med Sci Sports Exerc*. 143-148

Perseghin G. et al (1996): Increased glucose transport-phosphorylation and muscle glycogen synthesis after exercise training in insulin-resistant subjects. *N Engl J Med* 335: 1357-62

Poehlman T.E. et al (2000): Effects of resistance training and endurance training on insulin sensitivity in nonobese, young women : A controlled randomized trial. *J Clin Endocrinol Metab* 85: 2463-2468

Ravussin E. et al (1994): Effects of a traditional lifestyle in obesity in Pima Indians. *Diabetes Care* 17(9): 1067-74

Rowland T.W. et al (1996): The influence of short-term aerobic training on blood lipids in healthy 10-12 year old children. *Int J Sports Med* 17: 487-492

Rowlands V.A. et al (1999): Relationship between activity levels, aerobic fitness and body fat in 8- to 10-yr-old children. *J Appl Physiol* 86(4): 1428-1435

Sallis J.F. et al (1996): Validation of interviewer-and self-administered physical activity checklists for 5th grade students. *Med Sci Sports Exerc.* 28(7): 840-851

Savage P.M. et al (1986): Exercise training effects on serum lipids of prepubescent boys and adult men. *Med Sci Sports Exerc.* 18(2): 197-204

Sasaki J. et al (1987): A long-term aerobic exercise program decreases the obesity index and increases the high density lipoprotein cholesterol concentration in obese children. *Int J Obes* 11(4): 339-345

Schmitz K.H., Jacobs D.R.J. et al (2002): Association of physical activity with insulin sensitivity in children. *Int J Obes* 26: 1310-1316

Seng Khee Gan et al (2003): Changes in aerobic capacity and visceral fat but not myocyte lipid levels predict increased insulin action after exercise in overweight and obese men. *Diabetes Care* 26: 1706-1713

Short R.K. et al (2003): Impact of aerobic exercise training on age-related changes in insulin sensitivity and muscle oxidative capacity. *Diabetes* 52: 1888-1896

Sinha R. et al (2002): Prevalence of impaired glucose tolerance among children and adolescents with marked obesity. *N Engl J Med* 346:802-10

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

Stewart J.K. (2002): Exercise training and the cardiovascular consequences of type 2 diabetes and hypertension. Plausible mechanisms for improving cardiovascular health. *JAMA* 288(13): 1622-1631

Strong J.P. et al (1999): Prevalence and extent of atherosclerosis in adolescents and young adults: implications for prevention from the Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth Study. *JAMA* 281(8): 727-735

Stumvoll M. et al (2000): Use of the Oral Glucose Tolerance test to assess insulin release and insulin sensitivity. *Diabetes Care* 23: 295-301

Superko H.R. et al (1991): exercise training, serum lipids and lipoprotein particles : is there a change threshold? *Med Sci Sports Exerc.* 677-685

Tolfrey K. et al (1998): Exercise training induced alterations in prepubertal children's lipid-lipoprotein profile. Med Sci Sports Exerc. 1684-1691

Tolfrey K. et al (2000): The effect of aerobic exercise training on the lipid-lipoprotein profile of children and adolescents. Sports Med 29(2): 99-112

Williford H.N. et al (1996): Exercise training in black adolescents : changes in blood lipids and VO₂max. Ethn Dis 6(3-4): 279-285 Med Sci Sports Exerc

Anthropometric Standardization Reference Manual (Callaway et al., 1988)

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1



ΣΥΜΦΩΝΗΤΙΚΟ ΕΘΕΛΟΝΤΙΚΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ

ΕΓΩ, Ο/Η

ΝΟΜΙΜΟΣ ΚΗΔΕΜΟΝΑΣ ΤΟΥ/ΤΗΣ

ΚΑΤΟΙΚΟΣ

ΜΕ ΤΟ ΠΑΡΟΝ ΕΓΓΡΑΦΟ ΑΝΑΓΝΩΡΙΖΩ ΚΑΙ ΠΙΣΤΟΠΟΙΩ ΤΑ ΑΚΟΛΟΥΘΑ:

Με το παρόν έγγραφο δηλώνω την εθελοντική συμμετοχή του παιδιού μου στην ερευνητική μελέτη με τίτλο «Η επίδραση ενός προγράμματος προπόνησης με αερόβια άσκηση στη σύσταση σώματος, στα λιπίδια αίματος και στην ευαισθησία ινσουλίνης σε παιδιά ηλικίας 8-14 ετών», με επιστημονικό υπεύθυνο τον Αναπληρωτή καθηγητή και Διευθυντή του Εργαστηρίου Κλινικής Διατροφής και Διαιτολογίας, κο. Συντώση Λάμπρο.

Κατανοώ ότι πριν αρχίσουν οι πειραματικές μετρήσεις θα παρακολουθήσω μια προφορική σύντομη επεξήγηση των πιθανών κινδύνων και των πλεονεκτημάτων από τη συμμετοχή μου στη μελέτη.

Στα πλαίσια της έρευνας, διάρκειας 16 εβδομάδων, θα εξεταστεί η επίδραση που πιθανόν ασκεί ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης σε παράγοντες της σωματικής σύστασης, σε αιματολογικούς δείκτες (τριγλυκερίδια, ολική χοληστερόλη και συστατικά αυτής, καθώς και της γλυκόζης αίματος) και στην ευαισθησία ινσουλίνης.

ΚΑΤΑΝΟΩ ΟΤΙ Η ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΗ ΜΕΛΕΤΗ ΘΑ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΤΑ ΑΚΟΛΟΥΘΑ:

Ι. ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Κατανοώ ότι η μελέτη θα περιλαμβάνει τη συμπλήρωση ερωτηματολογίου σχετικό με το ιατρικό ιστορικό του παιδιού μου.

ΙΙ. ΣΩΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Κατανοώ ότι η μελέτη θα περιλαμβάνει τη μέτρηση σωματικών παραμέτρων όπως ύψος, βάρος, περιφέρειες μέσης και ισχίων καθώς και τη μέτρηση δερματικών πτυχών. Η σωματική σύσταση θα προσδιορισθεί με τη

μέθοδο μέτρησης απορρόφησης ακτίνων Χ διπλής ενέργειας. Τέλος, θα αξιολογηθεί η σωματική ωρίμανση από τα δευτερογενή γνωρίσματα της ήβης από εξειδικευμένο γιατρό. Οι μετρήσεις θα πραγματοποιηθούν στο Εργαστήριο Κλινικής Διατροφής και Διαιτολογίας στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο δύο φορές, στην αρχή και στο τέλος της παρέμβασης.

III. ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Κατανοώ ότι θα ερωτηθώ για τις διατροφικές συνήθειες του παιδιού μου από διαιτολόγο, ενώ θα κληθώ να συμπληρώσω ένα ημερολόγιο καταγραφής τροφίμων για 7 ημέρες για την αξιολόγηση της διαιτητικής του πρόσληψης, τον προσδιορισμό της σύστασης της δίαιτάς του (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, μονοακόρεστα και πολυακόρεστα λιπαρά οξέα, βιταμίνες), όπως επίσης και τον υπολογισμό της συνολικής διαιτητικής του πρόσληψης σε θερμίδες.

IV. ΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΙΜΑΤΟΣ

Κατανοώ ότι θα ληφθούν δείγματα φλεβικού αίματος μετά από 10-12 ώρες νηστείας, ενώ θα υποβληθεί σε 2 (δύο) αιμοληψίες στην αρχή και στο τέλος της μελέτης. Τα δείγματα αίματος θα χρησιμοποιηθούν για γενικές αιματολογικές και βιοχημικές εξετάσεις, καθώς και για τον προσδιορισμό ορμονών (π.χ. ινσουλίνη). Η συνολική λήψη αίματος για την ολοκλήρωση του πειράματος είναι περίπου 15 ml ανά αιμοληψία. Παράλληλα, θα πραγματοποιηθεί η δοκιμασία ανοχής στη γλυκόζη. Συνοπτικά, ο συμμετέχοντας θα πει ένα διάλυμα γλυκόζης σε ποσότητα 1,75 γραμμάρια ανά κιλό σωματικού βάρους με μέγιστη ποσότητα τα 75 γραμμάρια, μετά από 10-12 ώρες νηστείας. Θα ληφθούν δείγματα αίματος πριν και κάθε 30 λεπτά μετά την κατανάλωση του διαλύματος και μέχρι και 2 ώρες με τη χρήση καθετήρα. Όλες οι αιμοληψίες θα γίνουν στο Εργαστήριο Κλινικής Διατροφής και Διαιτολογίας στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο από εξειδικευμένο γιατρό και δεν εγκυμονούν κανέναν απολύτως κίνδυνο για την υγεία του συμμετέχοντα.

V. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ

Κατανοώ ότι θα αξιολογηθεί το επίπεδο της φυσικής δραστηριότητας του παιδιού μου με τη χρήση δραστηριογράφου, ο οποίος είναι ένα μικρών διαστάσεων όργανο που καταγράφει την κίνηση και την επιτάχυνση του ανθρώπινου σώματος. Τη συσκευή αυτή θα φέρουν οι δοκιμαζόμενοι για 7 συνεχείς ημέρες στην αρχή και στο τέλος του προγράμματος.

VI. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ

Κατανοώ ότι το παιδί μου θα κάνει ήπια ποδηλάτηση διάρκειας 10-15 λεπτών κατά τη διάρκεια της οποίας θα μετράται η καρδιακή συχνότητα και η πρόσληψη οξυγόνου, προκειμένου να αξιολογηθεί το επίπεδο της καρδιαγγειακής του ευρωστίας. Η ποδηλάτηση θα πραγματοποιηθεί δύο φορές, μία στην αρχή και μία στο τέλος της μελέτης. Η δοκιμασία θα επιβλέπεται από εξειδικευμένο επιστήμονα Φυσικής Αγωγής.

VII. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ

Κατανοώ ότι το παιδί μου θα συμμετέχει σε πρόγραμμα προπόνησης διάρκειας 16 εβδομάδων. Η ένταση της προπόνησης θα είναι 70-80% της μέγιστης καρδιακής του συχνότητας, η διάρκειά της 30-40 λεπτά και η συχνότητα αυτής 3-4 φορές την εβδομάδα. Η προπόνηση θα επιβλέπεται από τον ίδιο επιστήμονα Φυσικής Αγωγής.

VIII. ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ

Δίνεται η δυνατότητα εξακρίβωσης του βαθμού επίδρασης ενός αερόβιου προγράμματος άσκησης στο σωματικό λίπος, στα επίπεδα λιπιδίων και γλυκόζης, καθώς επίσης και στην ευαισθησία ινσουλίνης. Επιπλέον θα αξιολογηθεί το επίπεδο της φυσικής δραστηριότητας και της καρδιαγγειακής ευρωστίας κάθε συμμετέχοντα και θα συγκριθεί με τις υπάρχουσες νόρμες για παιδιά της ίδιας ηλικίας.

Επιπρόσθετο όφελος αποτελεί η αξιολόγηση των διατροφικών συνηθειών, καθώς επίσης και της σύστασης της διαίτας κάθε συμμετέχοντα. Τέλος, θα δοθούν οδηγίες και κατευθύνσεις τόσο στους γονείς όσο και στα παιδιά για την περαιτέρω βελτίωση της σωματικής τους σύστασης και του λιπιδαιμικού τους προφίλ.

ΣΥΝΟΨΗ

1. Έχω λάβει επαρκή ενημέρωση για: α) τη φύση, τη διάρκεια και το σκοπό της μελέτης, β) τα μέσα με τα οποία θα διεξαχθεί η μελέτη και γ) κάθε πιθανή ενόχληση και παρενέργειες για την υγεία του παιδιού μου που θα μπορούσαν να προκύψουν από τη συμμετοχή του στη μελέτη.
2. Κατανοώ ότι οποιαδήποτε ερωτήματα που αφορούν οποιαδήποτε διαδικασία θα απαντηθούν πλήρως από τους δρ. Συντήρηση Λάμπρο και τους υπόλοιπους επιστημονικούς συνεργάτες που θα είναι παρόντες κατά τη διάρκεια των συναντήσεων.

3. Γνωρίζω ότι διατηρώ το δικαίωμα να αποσύρω την αποδοχή συμμετοχής του παιδιού μου στη μελέτη και να διακόψω τη συμμετοχή του, χωρίς προκατάληψη, ανεξάρτητα από το στάδιο της έρευνας. Επίσης κατανοώ ότι η συμμετοχή του στη μελέτη μπορεί να τερματισθεί σε οποιαδήποτε φάση από τους υπεύθυνους της μελέτης.
4. Οποιαδήποτε πληροφορία που αφορά στο παιδί μου και στα αποτελέσματα των εξετάσεών του, τα οποία θα προκύψουν κατά τη διάρκεια της μελέτης θα παραμείνουν **απόρρητα** και δε θα δημοσιευθούν ονομαστικά σε οποιαδήποτε δημοσίευση προκύψει από τη συγκεκριμένη μελέτη.
5. Εγώ, ο υπογεγραμμένος, κατανοώ τις παραπάνω εξηγήσεις και συναινώ στη συμμετοχή του παιδιού μου..... στην παρούσα μελέτη.
6. Η σημερινή ημερομηνία είναι/...../2003.

Το παρόν υπογράφηκε υπό την παρουσία μου, καθώς και την παρουσία των ακολούθων:

Ο νόμιμος κηδεμόνας

Ο μάρτυρας

(όνομα και υπογραφή)

(όνομα και υπογραφή)

Ο ερευνητής

Ο Διευθυντής του εργαστηρίου

(όνομα και υπογραφή)

(όνομα και υπογραφή)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Δήλωση συγκατάθεσης

Διάβασα το παραπάνω κείμενο και κατάλαβα πλήρως τις διαδικασίες στις οποίες καλείται να συμμετάσχει η κόρη μου. Συγκατίθεμαι να συμμετέχει σε αυτές και διατηρώ το δικαίωμα για διακοπή συνεργασίας σύμφωνα με προσωπική μου κρίση.

Όνομα Κηδεμόνα :

Όνομα συμμετέχοντα :

Ημερομηνία :

Ημερομηνία :

Υπογραφή :

Υπογραφή :

Όνομα Μάρτυρα :

Ημερομηνία :

Υπογραφή :

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

Κωδικός :

ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ :

ΤΗΛΕΦΩΝΟ :ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ :

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ : / / 19

Είπε ποτέ ο γιατρός σου ότι έχεις κάποια πάθηση που δε σου επιτρέπει να
κάνεις άσκηση ;

.....

.....

Έχεις αρρωστήσει το τελευταίο διάστημα ;

.....

Πήρες κανένα φάρμακο το τελευταίο διάστημα ;

.....

Έχεις αλλεργία σε κάποια ουσία (φάρμακα ή τρόφιμα) ;

.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

Κωδικός :

ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΓΟΝΕΩΝ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΠΑΤΕΡΑ :

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΜΗΤΕΡΑΣ :

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ :

ΗΛΙΚΙΑ ΠΑΤΕΡΑ : / / 19

ΗΛΙΚΙΑ ΜΗΤΕΡΑΣ : / / 19

ΒΑΡΟΣ ΠΑΤΕΡΑ (kg)		ΥΨΟΣ ΠΑΤΕΡΑ (cm)	
ΒΑΡΟΣ ΜΗΤΕΡΑΣ (kg)		ΥΨΟΣ ΜΗΤΕΡΑΣ (cm)	
ΒΑΡΟΣ ΠΑΙΔΙΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΓΕΝΝΗΣΗ (kg)			

ΠΑΤΕΡΑΣ			ΜΗΤΕΡΑ		
ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	ΝΑΙ	ΟΧΙ	ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Σακχαρώδης διαβήτης τύπου I			Σακχαρώδης διαβήτης τύπου I		
Σακχαρώδης διαβήτης τύπου II			Σακχαρώδης διαβήτης τύπου II		
Υπερθυρεοειδισμός			Υπερθυρεοειδισμός		
Υποθυρεοειδισμός			Υποθυρεοειδισμός		
Υπέρταση			Υπέρταση		
Υπερχοληστερολαιμία			Υπερχοληστερολαιμία		
Άσθμα			Άσθμα		

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Κωδικός :

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΑ - ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ : / / 19

ΒΑΡΟΣ (kg)	ΥΨΟΣ (m)	BMI (kg/m ²)
Περίμετρος Μέσης (cm)	Περίμετρος ισχίων (cm)	WHR

Δερματοπτυχές (SKFs)

ΔΕΡΜΑΤΙΚΕΣ ΠΤΥΧΕΣ (mm)	1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	3 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ
Δικέφαλος				
Τρικέφαλος				
Ωμοπλάτη				
Υπερλαγόνια				
Κοιλιακή				
Μηριαία				
Γαστροκνήμια				

Συνολικό ΣSKFs (mm)	
ΣSKFs τρικεφάλου + γαστροκνήμιου (mm)	
%BF	
Σ κεντρικών / Σ περιφερειακών SKFs	

ΒΙΑ

Resistance (Ω)	Reactance (Ω)	FFM (kg)	FM (kg)	% BF
Προσθιοπίσθια διάμετρος				
Ενδοκοιλιακό λίπος				

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:.....

.....

.....

ΕΞΕΤΑΣΤΗΣ :

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

ΕΞΕΤΑΣΤΗΣ :

Κωδικός :

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ :

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ : / / 19

ΣΩΜΑΤΙΚΟ ΒΑΡΟΣ :(kg)

ΔΙΑΛΥΜΑ :

ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΑΝΟΧΗΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ

	Γλυκόζη (mmol/l)	Ινσουλίνη (pmol / l)
ΗΡΕΜΙΑ 0 min		
30 min		
60 min		
90 min		
120 min		

Επίπεδο σωματικής ωρίμανσης κατά Tanner	
---	--

Αρτηριακή Πίεση ηρεμίας (mmHg)	
Καρδιακή Συχνότητα (παλμοί/λεπτό)	

ΕΞΕΤΑΣΤΗΣ :

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5

ΤΡΙΗΜΕΡΟ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΟ

1^η ΜΕΡΑ

Πρωινό

1 ποτήρι γάλα

2 φέτες ψωμί φρέσκο με βούτυρο και 1 κουταλιά της σούπας μαρμελάδα

Πρόγευμα

1 τοστ με τυρί

Μεσημεριανό

1 μέτρια μπριζόλα (=90γρ) ψητή ή κρέας μαγειρεμένο (π.χ. κοκκινιστό, βραστό) της ίδιας ποσότητας

1 $\frac{1}{2}$ κούπα ρύζι ή πουρέ ή μακαρόνια ή πατάτες τηγανητές

1 $\frac{1}{2}$ κούπα σαλάτα ωμή με 1 κουταλιά της σούπας ελαιόλαδο

1 φέτα ψωμί

Απογευματινό

1 ποτήρι φρέσκο χυμό πορτοκάλι

Βραδινό

1 μικρή μπριζόλα (=60γρ) ψητή ή κρέας μαγειρεμένο (π.χ. κοκκινιστό ή βραστό) της ίδιας ποσότητας

1 κούπα ρύζι ή πουρέ ή μακαρόνια ή πατάτες τηγανητές

1 $\frac{1}{2}$ κούπα σαλάτα ωμή με 1 κουταλιά της σούπας ελαιόλαδο

1 φέτα ψωμί

1 μήλο ή 1 πορτοκάλι

Προ του ύπνου

1 ποτήρι γάλα ή 1 κεσεδάκι γιαούρτι

2^η ΜΕΡΑ

Πρωινό

1 ποτήρι γάλα

1 κούπα δημητριακά πρωινού π.χ. Corn Flakes

1 φρούτο (π.χ. 1 μπανάνα ή 1 πορτοκάλι ή μήλο)

Πρόγευμα

1 τοστ με τυρί + 1 φρούτο (π.χ. 1 μήλο ή 3 μανταρίνια)

Μεσημεριανό

Μακαρόνια με κιμά:

1 $\frac{1}{2}$ κούπα μακαρόνια

2 κουταλιές της σούπας κιμάς

1 κουταλιά της σούπας τυρί τριμμένο

1 $\frac{1}{2}$ κούπα σαλάτα ωμή με 1 κουταλιά της σούπας ελαιόλαδο

1 φέτα ψωμί

Απογευματινό

Επιδόρπιο με γιαούρτι:

1 κεσεδάκι γιαούρτι

1 μπανάνα ή άλλο φρούτο κομμένο σε κομματάκια μέσα στο γιαούρτι

1 κουταλιά της σούπας μέλι

Βραδινό

Μακαρόνια με κιμά:

1 κούπα μακαρόνια

2 κουταλιές της σούπας κιμάς

1 κουταλιά της σούπας τυρί τριμμένο

1 $\frac{1}{2}$ κούπα σαλάτα ωμή με 1 κουταλιά της σούπας ελαιόλαδο

1 φέτα ψωμί

3^η ΜΕΡΑ

Πρωινό

1 ποτήρι γάλα

2 φέτες ψωμί φρέσκο με βούτυρο και 1 κουταλιά της σούπας μαρμελάδα

Πρόγευμα

1 τοστ με τυρί

Μεσημεριανό

Λαχανικά μαγειρεμένα (π.χ. μπάμιες, ιμάμ, φασολάκια κ.τ.λ.)

1 $\frac{1}{2}$ κούπα μαγειρεμένα λαχανικά

60γρ τυρί φέτα

2 φέτες ψωμί

1 φρούτο (π.χ. 1 μήλο ή 1 πορτοκάλι)

Απογευματινό

1 ποτήρι φρέσκο χυμό πορτοκάλι

Βραδινό

1 μικρή μπιριζόλα (=60γρ) ψητή ή κρέας μαγειρεμένο (π.χ. κοκκινιστό ή βραστό) της ίδιας ποσότητας

2 κούπες ρύζι ή πουρέ ή μακαρόνια ή πατάτες τηγανητές

1 $\frac{1}{2}$ κούπα σαλάτα ωμή με 1 κουταλιά της σούπας ελαιόλαδο

1 φέτα ψωμί

1 μήλο ή 1 πορτοκάλι

Προ του ύπνου

1 ποτήρι γάλα ή 1 κεσεδάκι γιαούρτι

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 6

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7

Κωδικός :

ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΙΑΕ₁₇₀

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΗΛΙΚΙΑ
έτη

ΦΥΛΟ (Α ή Κ)

ΥΨΟΣ
cm

ΒΑΡΟΣ
kg

Αρχική Επιβάρυνση
W / kg

Περιστροφές
rpm

ΧΡΟΝΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ (min : sec)	ΕΠΙΛΕΓΟΜΕΝΟ ΦΟΡΤΙΟ (W, kg και kpm)	ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ανά 15 sec				Μ.Ο.
2:00 - 2:45	W ₁ =					ΚΣ ₁ =
5:00 - 5:45	W ₂ =					ΚΣ ₂ =
8:00 - 8:45	W ₃ =					ΚΣ ₃ =

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΑΕ₁₇₀

$$W_3 - W_2$$

$$ΙΑΕ_{170} = \frac{W_3 - W_2}{HR_3 - HR_2} \times (170 - HR_3) + W_3$$

$$HR_3 - HR_2$$

$$ΙΑΕ_{170} = \frac{\boxed{} - \boxed{}}{\boxed{} - \boxed{}} \times (170 - \boxed{}) + \boxed{} =$$

$$ΙΑΕ_{170} = \boxed{} \text{ Watt} = \boxed{} \text{ kg / min}$$

ΕΚΑΤΟΣΤΗΜΟΡΙΟ

(CAHPER,

:

ΙΑΕ₁₇₀

Το *πρώτο φορτίο* σε Watt κατά κιλό σωματικού βάρους επιλέγεται με βάση το φύλο και την κατάσταση του ατόμου όπως δείχνει ο πίνακας.

Το *δεύτερο φορτίο* αυξάνεται ποσοστιαία ανάλογα με την καρδιακή συχνότητα στο πρώτο φορτίο (βλέπε παρακάτω)

Το *τρίτο φορτίο* αυξάνεται ποσοστιαία ανάλογα με την καρδιακή συχνότητα στο δεύτερο φορτίο (βλέπε παρακάτω)

	Κανονικά άτομα	Παχύσαρκα άτομα	Γυμνασμένα άτομα
αγόρια	1 Watt / kg	3 / 4 Watt / kg	1 1 / 4 Watt / kg
κορίτσια	3 / 4 Watt / kg	1 / 2 Watt / kg	1 Watt / kg

Το ποσοστό (%) αύξησης του επόμενου φορτίου εξαρτάται από την καρδιακή συχνότητα στο τέλος του προηγούμενου φορτίου, όπως φαίνεται παρακάτω.

<i>Πρώτο φορτίο</i>	151-160	141-150	131-140	121-130	111-120	100-110	<100
<i>Δεύτερο φορτίο</i>	151-165		141-150		130-140		<130
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
ΦΟΡΤΙΟ							
(Watt)	+ 10%	+ 20%	+ 30%	+ 40%	+ 50%	+ 60%	+ 70%

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8