



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ**

**« Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ ΣΕ
ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΠΑΙΔΙΩΝ »**

Λεγάντης Χρήστος

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ»

ΑΘΗΝΑ 2009

© Copyright

Λεγάντης Χρήστος του Δημητρίου

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντίστασης 41, Δάφνη

ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
& ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



ΤΟΜΕΑΣ
ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ & ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Εθνικής Αντίστασης 41, Δόφνη 17237, Αθήνα Ελλάδα
Τηλ. 210 727 6039, Fax: 210 727 6038
e-mail: gradbio@cc.uoa.gr

ΠΡΑΚΤΙΚΟ
ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ
ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Του Χρήστου Λεγάντη

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Γ.Σ.Ε.Σ. του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 27/1/2009 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής του **κ. Χρήστου Λεγάντη** με τίτλο: «Ο ρόλος της παχυσαρκίας και της ευρωστίας σε αιμοδυναμικές παραμέτρους παιδιών» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Ν. Γελαδά** Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέποντα), **Λ. Συντώση** Αναπληρωτή Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Διαιτολογίας – Διατροφής του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου, **Μ. Κοσκολού** Επίκουρη Καθηγήτρια του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 27/2/2009 ημέρα Παρασκευή και ώρα 15:00 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε.Παυλίνη του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρινόμενη διατριβή πληροί όλους τους όρους εκπόνησής της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου κρίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται.

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Ν. Γελαδάς, Αναπληρωτής Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών

Λ. Συντώσης, Αναπληρωτής Καθηγητής του Χαροκόπειου Πανεπιστημίου

Μ. Κοσκολού, Επίκουρη Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Αθηνών

Ευχαριστίες

Έχοντας ολοκληρώσει την παρούσα Μεταπτυχιακή Διατριβή και τις σπουδές μου στο ΠΜΣ «Βιολογία της Άσκησης» νιώθω την ανάγκη να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όσους με καθοδήγησαν και με βοήθησαν να περπατήσω στο μονοπάτι αυτό της γνώσης.

Πιστεύω ακράδαντα ότι το μεγαλύτερο εφόδιο που μου δόθηκε δεν ήταν η ίδια η γνώση αλλά η ικανότητα που απέκτησα να αναζητώ, να αξιολογώ και να κατανοώ την γνώση. Κι αυτό θεωρώ ότι θα με βοηθήσει να περπατήσω στο μέλλον σε άλλα μονοπάτια με πιο σταθερά βήματα και με καλύτερη ικανότητα προσανατολισμού.

Αρχίζοντας από τα μέλη της τριμελούς εξεταστικής μου επιτροπής, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Νίκο Γελαδά. Του οφείλω πολλά, όχι μόνο για το ενδιαφέρον, την καθοδήγηση και την υποστήριξη που μου παρείχε, αλλά και για το ότι με έκανε κοινωνό στο περιβάλλον της επιστημονικής γνώσης με το δικό του μοναδικό τρόπο. Κι όλα αυτά μέσα από την καλλιέργεια μιας σχέσης πέρα και πάνω από την τυπική σχέση καθηγητή – φοιτητή.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην κ. Μαρία Κοσκολού. Η καθοδήγησή της ήταν πολύτιμη μέσα από τις πολλές ώρες διδασκαλίας που μας αφιέρωσε. Οι συμβουλές της ήταν πάντα καίριες και το ήρεμο πνεύμα της λειτουργούσε τουλάχιστον σε εμένα πυροσβεστικά, όταν βρισκόμουν σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης.

Ευχαριστώ θερμά τον κ. Λάμπρο Συντώση για το ενδιαφέρον και τη μεγάλη τιμή που μου έκανε να συμμετάσχει στην τριμελή μου επιτροπή. Μακάρι να δίδασκε στο τμήμα μας περισσότερο.

Το μεγαλύτερο ευχαριστώ οφείλω στο φίλο και “επιστημονικό μου μέντορα” κ. Γιώργο Νάσση. Είχα την τεράστια τύχη να τον γνωρίσω αρκετά νωρίτερα από την εγγραφή μου στο ΠΜΣ, ως επικεφαλή μιας ερευνητικής προσπάθειας που γινόταν στον εργασιακό μου χώρο. Ήταν ο άνθρωπος που “φύτεψε μέσα μου το σπόρο” της ερευνητικής σκέψης δίνοντας μου δίψα για μάθηση. Δεν είναι υπερβολή να αναφέρω, ότι η εμπειρία και η επιστημονική του οξυδέρκεια βρίσκονται διάχυτες μέσα σ’ αυτή την εργασία. Οργάνωσε και έστησε την παρούσα ερευνητική προσπάθεια μοιραζόμενος μαζί μου την αγωνία και τον κόπο για την ολοκλήρωσή της. Η καθοδήγηση και η στήριξη που μου παρείχε σε όλα τα επίπεδα ήταν καθοριστική, ενώ δεν δίστασε να μου αφιερώσει ατέλειωτες ώρες ακόμη και από τον πολύτιμο προσωπικό του χρόνο. Πραγματικά το πιο θερμό ευχαριστώ είναι λίγο!

Οφείλω ένα ευχαριστώ στους συμφοιτητές μου, ιδιαίτερα στην Ευγενία Χερουβείμ και τον Πέτρο Μποτώνη για τη βοήθεια που μου παρείχαν όποτε χρειάστηκε. Η επίπονη αυτή περιπέτεια μας άφησε μια ζεστή φιλία. Μακάρι να συνεργαστούμε ξανά στο μέλλον!

Πρέπει επίσης να ευχαριστήσω πολύ όλα τα παιδιά που συνεργάστηκαν μαζί μου από το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο. Ιδιαίτερα, ευχαριστώ θερμά την Γλυκερία Ψαρά, η απλόχερη βοήθεια της οποίας υπήρξε καθοριστική για την ολοκλήρωση της φάσης των μετρήσεων όπως και την Πελαγία Τζέμη για την άποψη συνεργασία.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Βασιλόπουλο και το Σύνδεσμο Σιφνίων για την οικονομική βοήθεια που μου παρείχαν στη διάρκεια του πρώτου έτους των σπουδών μου.

Ευχαριστώ πολύ τους γονείς των παιδιών που έλαβαν μέρος στις μετρήσεις για τη βοήθεια και την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν.

Τέλος, οφείλω πολλά στην οικογένεια και τους δικούς μου ανθρώπους γιατί υπήρξαν για μένα μια ομάδα υποστήριξης καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Έζησαν και μοιράστηκαν μαζί μου την αγωνία και την κούραση αυτής της προσπάθειας παρέχοντας μου κάθε δυνατή βοήθεια σε όλα τα επίπεδα. Μπορεί να είναι κοινότυπο μα είναι πραγματικό και από καρδιάς: Δεν υπάρχουν λόγια για να τους ευχαριστήσω!

Μάιος 2009

Δισέλιδη περίληψη

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΥΡΩΣΤΙΑΣ ΣΕ ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΠΑΙΔΙΩΝ

Χρήστος Λεγάντης

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, ΠΜΣ «Βιολογία της Άσκησης»
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνολική και ιδιαίτερα η κεντρική παχυσαρκία (ΚΠ), έχουν συσχετιστεί μεταξύ άλλων, με υψηλή αρτηριακή πίεση (ΑΠ) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης σε παιδιά και εφήβους. Οι μηχανισμοί που πιθανόν να εξηγούν αυτή τη σχέση και έχουν διερευνηθεί στις παραπάνω ηλικιακές κατηγορίες είναι: α) η δυσλειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος, β) η αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη, και γ) οι διαταραχές στην αγγειακή δομή και λειτουργία (Torrance et al. 2007). Η συστολική αρτηριακή πίεση και η ΚΠ φαίνεται ότι είναι χαμηλότερες σε παιδιά και εφήβους με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (ΚΕ). Επιπρόσθετα, η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας στους παχύσαρκους νέους πιθανότατα μειώνει τη συμπαθητική και αυξάνει την παρασυμπαθητική δραστηριότητα, ενώ φαίνεται να βελτιώνει την ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη και την αγγειακή λειτουργία. Παχύσαρκα παιδιά που βελτίωσαν την ΚΕ τους, μείωσαν σημαντικά τη μέση αρτηριακή τους πίεση στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση (Ribeiro et al., 2005). Ωστόσο, η επίδραση αυτή αποδόθηκε σε μείωση του σωματικού βάρους και όχι στην αύξηση της ΚΕ. Επομένως, παραμένει άγνωστο αν υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με αυξημένη ΚΕ επωφελούνται από ευνοϊκότερες καρδιαγγειακές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, ανεξάρτητα από διαφορές σε σωματομετρικά χαρακτηριστικά. Σκοποί της παρούσας μελέτης ήταν: α) η διερεύνηση της επίδρασης της ΚΕ στην ΑΠ και σε άλλες αιμοδυναμικές παραμέτρους υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με κανονικό βάρος στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια ισομετρικής άσκησης, και β) η διερεύνηση της επίδρασης της ΚΠ στην ΑΠ και σε άλλες αιμοδυναμικές παραμέτρους υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια ισομετρικής άσκησης.

ΜΕΘΟΔΟΣ

Συμμετείχαν 48 υγιή παιδιά και έφηβοι 11.6 ± 1.8 ετών (28 αγόρια και 20 κορίτσια) χωρισμένα σε δύο ισάριθμες ομάδες: α) υπέρβαρα/παχύσαρκα (Υ/Π), και β) με κανονικό βάρος (ΚΒ) ανάλογα με το δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) και σύμφωνα με τα διεθνή κριτήρια. Η ΚΕ εκτιμήθηκε με τη δοκιμασία ικανότητας αεροβίου έργου 170. Οι ομάδες των Υ/Π και με ΚΒ παιδιών χωρίστηκαν σε υποομάδες με υψηλή και χαμηλή ΚΕ με βάση τη διάμεσο των τυπικών τιμών (z-scores) της ικανότητας αεροβίου έργου 170 κάθε ομάδας. Επίσης, τα Υ/Π παιδιά χωρίστηκαν σε υποομάδες με υψηλή και χαμηλή ΚΠ με βάση τη διάμεσο της περιφέρειας μέσης. Η συστολική, η διαστολική και η μέση αρτηριακή πίεση, η καρδιακή συχνότητα, ο όγκος παλμού, η καρδιακή παροχή, η συνολική περιφερική αντίσταση, η συνολική αρτηριακή ενδοτικότητα, και ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς καταγράφηκαν με την πληθυσμογραφική συσκευή Finometer. Υπολογίστηκαν επίσης το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας με τη συστολική πίεση (δείκτης της καρδιακής απαίτησης σε οξυγόνο) και ο καρδιακός δείκτης. Οι μέτρησεις έγιναν στη διάρκεια 5λεπτης ηρεμίας και 3λεπτης ισομετρικής άσκησης με χειροδυναμόμετρο

στο 30% της μέγιστης εθελούσιας συστολής. Η στατιστική ανάλυση περιελάμβανε ανάλυση συνδιασποράς (ANCOVA) σε ανεξάρτητα δείγματα ($\Delta\text{ΜΣ} \times \text{επίπεδο ΚΕ} \times \text{χρόνος}$ ή $\text{Επίπεδο ΚΠ} \times \text{χρόνος}$) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο. Ως συν-μεταβλητές τέθηκαν η ηλικία και το φύλο.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Επίδραση της ΚΕ: Τα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΕ είχαν υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση καθώς και το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας επί τη συστολική πίεση τόσο στην ηρεμία όσο και στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΕ ($p \leq 0.05$). Η καρδιακή παροχή και ο όγκος παλμού αυξήθηκαν περισσότερο στα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΕ σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΕ στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης ($p \leq 0.05$). Σημειώνεται ότι τα εύρωστα Υ/Π παιδιά δε διέφεραν από τα παιδιά με ΚΒ και υψηλή ή χαμηλή ΚΕ σε καμία από τις παραπάνω παραμέτρους. Τα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΕ είχαν μεγαλύτερο βάρος, ανάστημα, $\Delta\text{ΜΣ}$ και τις περιφέρειες μέσης και ισχίων σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΕ. Ωστόσο, εκτός από το φύλο, η ηλικία των παιδιών τέθηκε ως συν-μεταβλητή στις αναλύσεις. Επίσης, η ΚΕ βρέθηκε να έχει σημαντική κύρια επίδραση στη συστολική αρτηριακή πίεση ($p = 0.05$). Η ΚΕ συσχετίστηκε αρνητικά με την περιφέρεια μέσης ($r = -0.59$, $p = 0.002$) στα Υ/Π παιδιά.

Επίδραση της ΚΠ: Τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΠ είχαν μεγαλύτερη ηλικία και σωματομετρικά χαρακτηριστικά σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΠ. Για το λόγο αυτό, στην ανάλυση των επιδράσεων της ΚΠ, ο $\Delta\text{ΜΣ}$ τέθηκε ως επιπλέον συν-μεταβλητή μαζί με την ηλικία και το φύλο. Μετά τις παραπάνω διορθώσεις, τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΠ είχαν υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και στα δύο τελευταία λεπτά της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΠ ($p \leq 0.05$). Επιπρόσθετα, τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΠ είχαν εντονότερη αύξηση στην καρδιακή παροχή και τον όγκο παλμού και μεγαλύτερη μείωση της αρτηριακής ενδοτικότητας στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΠ ($p \leq 0.05$).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Φαίνεται πως η χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία και η υψηλή κεντρική παχυσαρκία σχετίζονται με υψηλή συστολική αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση σε παιδιά. Τα δεδομένα αυτά υποδηλώνουν την ανάγκη για αύξηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας και μείωση του παραπανίσιου βάρους στα παιδιά με σκοπό τη βελτίωση παραγόντων υγείας.

Ribeiro, M. M., Silva, A. G., Santos, N. S., Guazzelle, I., Matos, L. N. J., Trombetta, I. C., et al. (2005). Diet and Exercise Training Restore Blood Pressure and Vasodilatory Responses During Physiological Maneuvers in Obese Children. *Circulation*, 111, 1915-1923.

Torrance, B., McGuire, K. A., Lewanczuk, R., & McGavock, J. (2007). Overweight, physical activity and high blood pressure in children: a review of the literature. *Vascular Health and Risk Management*, 3(1), 139-149.

Περίληψη

Εισαγωγή: Η παχυσαρκία και ιδιαίτερα η εντοπισμένη στην κοιλιά, έχει συσχετιστεί με υψηλή αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης σε παιδιά και εφήβους. Η καρδιαγγειακή ευρωστία (ΚΕ) έχει συσχετιστεί αρνητικά με την αρτηριακή πίεση (ΑΠ) και την κεντρική παχυσαρκία (ΚΠ) στις ίδιες ηλικιακές κατηγορίες. Ωστόσο, παραμένει άγνωστο αν τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με αυξημένη ΚΕ επωφελούνται από ευνοϊκότερες καρδιαγγειακές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν: α) η διερεύνηση της επίδρασης της ΚΕ στις καρδιαγγειακές αποκρίσεις υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με κανονικό βάρος στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης, και β) η διερεύνηση της επίδρασης της ΚΠ στις καρδιαγγειακές αποκρίσεις υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης.

Μέθοδος: Συμμετείχαν 48 υγιή παιδιά και έφηβοι 11.6 ± 1.8 ετών (28 αγόρια και 20 κορίτσια) χωρισμένα σε δύο ισάριθμες ομάδες: α) υπέρβαρα/παχύσαρκα (Υ/Π), και β) με κανονικό βάρος (ΚΒ) ανάλογα με το δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) και σύμφωνα με τα διεθνή κριτήρια. Η ΚΕ εκτιμήθηκε με τη δοκιμασία ικανότητας αεροβίου έργου 170. Οι ομάδες των Υ/Π και με ΚΒ παιδιών χωρίστηκαν σε υποομάδες με υψηλή και χαμηλή ΚΕ. Επίσης, τα Υ/Π παιδιά χωρίστηκαν σε υποομάδες με υψηλή και χαμηλή ΚΠ με βάση τη διάμεσο της περιφέρειας μέσης. Η αρτηριακή πίεση και οι αιμοδυναμικές παράμετροι καταγράφηκαν με την πληθυσμογραφική συσκευή Finometer στη διάρκεια 5λεπης ηρεμίας και 3λεπτης ισομετρικής άσκησης με χειροδυναμόμετρο στο 30% της μέγιστης εθελούσιας συστολής. Η στατιστική ανάλυση περιελάμβανε ανάλυση συνδιασποράς (ANCOVA) σε ανεξάρτητα δείγματα (ΔΜΣ x επίπεδο ΚΕ x χρόνος ή Επίπεδο ΚΠ x χρόνος) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο. Ως συν-μεταβλητές τέθηκαν η ηλικία και το φύλο.

Αποτελέσματα: Στην ηρεμία τα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΕ είχαν υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση καθώς και το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας επί τη συστολική πίεση (δείκτης της καρδιακής απαίτησης σε οξυγόνο) σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΕ ($p \leq 0.05$). Κατά την ισομετρική άσκηση, οι ίδιες παράμετροι μαζί με τις αλλαγές στην καρδιακή παροχή και στον όγκο παλμού ήταν υψηλότερες στα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΕ σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΕ ($p \leq 0.05$). Σημειώνεται ότι τα εύρωστα Υ/Π παιδιά δε διέφεραν από τα παιδιά με ΚΒ και υψηλή ή χαμηλή ΚΕ σε καμία από τις παραπάνω παραμέτρους. Επίσης, η ΚΕ βρέθηκε να έχει σημαντική κύρια επίδραση στη συστολική αρτηριακή πίεση ($p = 0.05$). Η ΚΕ συσχετίστηκε αρνητικά με την περιφέρεια μέσης ($r = -0.59$, $p = 0.002$) στα Υ/Π παιδιά. Στη διερεύνηση των επιδράσεων της ΚΠ βρέθηκε ότι τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΠ είχαν υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και στα δύο τελευταία λεπτά της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΠ ($p \leq 0.05$) ακόμη κι όταν χρησιμοποιήθηκε ο ΔΜΣ ως συν-μεταβλητή. Επιπρόσθετα, τα Υ/Π παιδιά με υψηλή ΚΠ είχαν εντονότερη αύξηση στην καρδιακή παροχή και τον όγκο παλμού και μεγαλύτερη μείωση της αρτηριακής ενδοτικότητας στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα Υ/Π παιδιά με χαμηλή ΚΠ ($p \leq 0.05$).

Συμπεράσματα: Φαίνεται πως η χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία και η υψηλή κεντρική παχυσαρκία σχετίζονται με υψηλή συστολική αρτηριακή

πίεση στην ηρεμία και κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση σε παιδιά. Τα δεδομένα αυτά υποδηλώνουν την ανάγκη για αύξηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας και μείωση του παραπανίσιου βάρους στα παιδιά με σκοπό τη βελτίωση παραγόντων υγείας.

Περίληψη στην Αγγλική Γλώσσα

Introduction - objective: Total and central obesity have been correlated with high arterial pressure at rest and during sympathetic activation maneuvers in children and adolescents. Cardiovascular fitness has been negatively correlated with arterial pressure and central obesity in children and adolescents. However it is unclear whether obese and overweight children with high cardiovascular fitness benefit from a more favorable cardiovascular response during sympathetic activation with isometric handgrip exercise (IHG). The objective of this study was to examine the influence of cardiovascular fitness (CVF) and central obesity (CNTRO) on arterial blood pressure and its determinants at rest and during sympathetic activation in children.

Methods: A total of 48 healthy children aged 11.6 ± 1.8 (mean $\pm$ SD) years (28 boys and 20 girls) participated in the study. Anthropometric data were collected and body mass index (BMI) sex – age specific international cutoff values were used for overweight and obesity definition. Accordingly, participants were placed in two equal number groups ($n=24$ each): obese/ overweight (OB/OV) and normal weight (NO). CVF was assessed with the physical work capacity test (PWC_{170}) on a cycle ergometer. OB/OV and NO groups were divided into high (above median) and low (below median) CVF subgroups based on the PWC_{170} z-scores distribution. In a separate analysis, OB/OV group was divided into high (above median) and low (below median) CNTRO subgroups based on the waist circumference distribution. Beat to beat systolic, diastolic and mean arterial pressure, heart rate, cardiac output (Modeflow), stroke volume, total peripheral resistance and arterial compliance (Winkessel) were recorded with the use of a photoplethysmographic device. Cardiac index and rate pressure product were also calculated. Measurements were performed during 5 minutes of rest and 3 minutes of sympathetic activation with IHG at 30% of maximum voluntary contraction, using a hand dynamometer. ANCOVA (obesity x CVF x time) with repeated measures on the third factor was used for comparison between children of each CVF and obesity category. ANCOVA (CNTRO x time) with repeated measures on the second factor was used for CNTRO subgroups comparison.

Results: CVF effect: At rest, unfit OB/OV children had higher systolic, mean arterial pressure and rate pressure product (as an index of cardiac oxygen demand) than fit OB/OV children ($p \leq 0.05$). During IHG the same parameters as well as Δ cardiac output, and Δ stroke volume were higher in unfit than in fit OB/OV children ($p \leq 0.05$). Fit OB/OV children did not differ from NO children fit or unfit, in any of the above parameters. Unfit OB/OV children had greater height, body mass, BMI, waist and hip circumferences than fit OB/OV and NO children of any fitness level. Age and sex were used as covariates in the analyses and CVF was found to have a main effect on systolic blood pressure ($p=0.05$). CVF was negatively correlated with waist circumference (r Pearson = - 0.59, $p = 0.002$) in the OB/OV group.

CNTRO effect: OB/OV children with high CNTRO had higher systolic and mean arterial pressure at rest and during IHG than OB/OV children ($p \leq 0.05$) even when BMI was used as an extra covariate along with age and sex. OB/OV children with high CNTRO had a greater increase of cardiac output and stroke volume and a greater decrease of arterial compliance at the third minute of IHG compared with OB/OV children with low CNTRO ($p \leq 0.05$).

Conclusions: Obese and overweight children with low versus high CRF and high versus low CNTR, had an exaggerated systolic blood pressure response at rest and

during sympathetic activation, presumably coupled with higher cardiac output and augmented cardiac oxygen demand. These results highlight the importance of fitness for health maintenance in obese and overweight children.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ.....	iii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iv
ΠΕΡΙΛΗΨΕΙΣ.....	vi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	xvi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	xvi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	xvii
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	21
1.1 Σημασία της έρευνας.....	25
1.2 Ορισμός και διατύπωση του ερευνητικού προβλήματος.....	26
1.3 Διατύπωση ερευνητικών υποθέσεων.....	26
1.4 Μεταβλητές.....	26
1.4.1 Ανεξάρτητες μεταβλητές.....	26
1.4.2 Εξαρτημένες μεταβλητές.....	27
1.4.3. Συν-μεταβλητές.....	27
1.5 Οριοθετήσεις και περιορισμοί.....	27
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	28
2.1. Επιδημιολογία της παιδικής παχυσαρκίας.....	28
2.1.1. Επιπολασμός της παιδικής παχυσαρκίας σε παγκόσμιο επίπεδο.....	28
2.1.2. Επιπολασμός της παιδικής παχυσαρκίας στην Ελλάδα.....	28
2.2. Αίτια του αυξημένου επιπολασμού της παιδικής παχυσαρκίας.....	29
2.3. Επιπτώσεις της παιδικής παχυσαρκίας.....	29
2.4. Κεντρική παχυσαρκία.....	29

2.5. Σχέση παιδικής παχυσαρκίας και υπέρτασης.....	30
2.5.1. Παράγοντες που συνδέουν την παιδική παχυσαρκία με την υπέρταση....	31
2.5.1.1. Διαταραχές στο αυτόνομο νευρικό σύστημα.....	32
2.5.1.2. Διαταραχές στην αγγειακή δομή και λειτουργία.....	32
2.5.1.3. Αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη – υπερινσουλιναμία.....	33
2.6. Συμπαθητική ενεργοποίηση και αρτηριακή πίεση.....	33
2.6.1. Παχυσαρκία και καρδιαγγειακές αποκρίσεις κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση.....	34
2.6.2. Παράγοντες που συνδέουν την παχυσαρκία με την υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση....	35
2.7. Φυσική δραστηριότητα και καρδιαγγειακή ευρωστία.....	36
2.8. Καρδιαγγειακή ευρωστία, φυσική δραστηριότητα και αρτηριακή πίεση σε παιδιά.....	36
2.9. Καρδιαγγειακή ευρωστία και κεντρική παχυσαρκία σε παιδιά.....	37
2.10. Ο ρόλος της καρδιαγγειακής ευρωστίας.....	38
2.11. Μέτρηση της αρτηριακής πίεσης και των καρδιαγγειακών παραμέτρων με το Finometer.....	40
2.11.1. Περιγραφή του Finometer.....	40
2.11.2. Μέτρηση της αρτηριακής πίεσης.....	40
2.11.3. Μέτρηση της καρδιακής παροχής με τη μέθοδο Modeflow.....	42
2.11.4. Η εγκυρότητα της μεθόδου Modeflow.....	44
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	45
3.1. Δοκιμαζόμενοι.....	45
3.2. Σωματομετρήσεις - εκτίμηση της σωματικής σύστασης.....	45

3.3. Εκτίμηση καρδιαγγειακής ευρωστίας.....	46
3.4. Αξιολόγηση καρδιαγγειακών παραμέτρων.....	46
3.5. Ισομετρική άσκηση.....	47
3.6. Διαδικασία μετρήσεων.....	47
3.6.1. Πρωτόκολλο.....	48
3.7. Εξοπλισμός.....	49
3.8. Υπολογισμοί.....	50
3.9. Στατιστική ανάλυση.....	51
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	53
4.1. Χαρακτηριστικά δείγματος.....	53
4.2 Επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας σε αιμοδυναμικές παραμέτρους...54	
4.2.1. Επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας στην αρτηριακή πίεση.....	55
4.2.2 Επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας σε άλλες αιμοδυναμικές παραμέτρους.....	57
4.3. Επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας σε αιμοδυναμικές παραμέτρους.....	60
4.3.1 Επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας στην αρτηριακή πίεση.....	61
4.3.2. Επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας σε άλλες αιμοδυναμικές παραμέτρους.....	63
5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	67
5.1 Επιδράσεις της καρδιαγγειακής ευρωστίας και της παχυσαρκίας.....	67
5.1.1 Η επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας και της παχυσαρκίας στην αρτηριακή πίεση.....	67
5.1.2 Η επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας και της παχυσαρκίας σε άλλες καρδιαγγειακές παραμέτρους.....	70

5.1.3 Οι επιπτώσεις της χαμηλής καρδιαγγειακής ευρωστίας στην υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.....	73
5.1.4 Οι θετικές επιδράσεις της υψηλής καρδιαγγειακής ευρωστίας στην υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.....	74
5.2. Οι επιδράσεις της κεντρικής παχυσαρκίας.....	77
5.2.1 Η επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας στην αρτηριακή πίεση.....	77
5.2.2 Η επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας σε άλλες καρδιαγγειακές παραμέτρους.....	78
5.2.3 Οι αρνητικές επιδράσεις της υψηλής κεντρικής παχυσαρκίας στην υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.....	79
5.3. Περιορισμοί της έρευνας.....	79
5.4. Γενικά συμπεράσματα.....	81
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	83
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	97
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	99
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ.....	101
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε.....	103
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ.....	105

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1. Παράμετροι που υπολογίζονται από τη συσκευή <i>Finometer</i> .	
* Παράμετροι που υπολογίζονται με τη μέθοδο των τριών παραγόντων (<i>Modeflow</i>)	
.....	43
Πίνακας 3.1. Σχηματική αναπαράσταση μοντέλου ανάλυσης συνδιασποράς (<i>ANCOVA</i>)	52
Πίνακας 4.1. Δημογραφικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος (Μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση)	53
Πίνακας 4.2. Χαρακτηριστικά του δείγματος (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση) χωρισμένου σε 4 υποομάδες ανάλογα με τη σωματική σύσταση και την καρδιαγγειακή ευρωστία (<i>K.E.</i>)	54
Πίνακας 4.3. Συσχέτιση (<i>r Pearson</i>) μεταξύ της <i>IAE_{170/kg}</i> και των σωματομετρικών χαρακτηριστικών, στο σύνολο του δείγματος. Όλες οι συσχετίσεις είναι στατιστικά σημαντικές ($p \leq 0.001$)	55
Πίνακας 4.4. Δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά (μέση τιμή και τυπική απόκλιση) των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών στο σύνολό τους και χωρισμένα σε δύο ομάδες με χαμηλή και υψηλή κεντρική παχυσαρκία ανάλογα με την περιφέρεια της μέσης	61

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1. Η φωτοπληθυσμογραφική συσκευή <i>Finometer</i> . Διακρίνεται η κεντρική μονάδα και τα περιφερειακά εξαρτήματα. (Ανατύπωση από <i>TNO Finger Pressure Reference Guide</i>)	40
---	----

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2-1 Παράγοντες που φαίνεται να συνδέουν την παχυσαρκία με την υπέρταση. Τα βέλη υποδεικνύουν την πιθανή επίδραση του ενός παράγοντα στον άλλον. (Rahmouni et al., 2005; Davy & Hall, 2004; Montani et al., 2002; Csabi et al., 1996). Με έντονη γραφή παρουσιάζονται οι παράγοντες που έχουν διερευνηθεί σε παιδιά (Torrance et al. 2007; Sorof & Daniels, 2002).....31

Σχήμα 2-2 Η επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας στους μηχανισμούς που φαίνεται ότι προκαλούν αύξηση της αρτηριακής πίεσης στην ηρεμία και μεγαλύτερη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά τη συμπαθητική διέγερση σε παχύσαρκα παιδιά.....39

Σχήμα 4-1 Η συστολική (Α), η διαστολική (Β) και η μέση (Γ) αρτηριακή πίεση (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά με κανονικό βάρος με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε.. Οι μέσες τιμές πίεσης στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης διαφέρουν σημαντικά από την τιμή ηρεμίας σε κάθε ομάδα ($p \leq 0.001$). (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε., $\diamond p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά με κανονικό βάρος και χαμηλή Κ.Ε., §: $p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά με κανονικό βάρος και υψηλή Κ.Ε.).....56

Σχήμα 4-2 Η διαφορά της καρδιακής παροχής (Α) και της συνολικής περιφερικής αντίστασης (Β) (μέση τιμή & τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση σε υπέρβαρα / παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά κανονικού βάρους με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε. (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε., $\diamond p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά κανονικού βάρους και χαμηλή Κ.Ε.).....57

Σχήμα 4-3 Η διαφορά του καρδιακού δείκτη (*cardiac index*, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση σε υπέρβαρα / παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (K.E.), καθώς και σε παιδιά κανονικού βάρους με χαμηλή και υψηλή K.E. (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή K.E., $\diamond p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά κανονικού βάρους και χαμηλή K.E.)58

Σχήμα 4-4 Η καρδιακή συχνότητα (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή K.E., καθώς και σε παιδιά με κανονικό βάρος με χαμηλή και υψηλή K.E.58

Σχήμα 4-5 Η διαφορά της καρδιακής συχνότητας (A) και του όγκου παλμού (B) (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (K.E.), καθώς και σε παιδιά κανονικού βάρους με χαμηλή και υψηλή K.E. (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή K.E., $\diamond p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά κανονικού βάρους και χαμηλή K.E.)59

Σχήμα 4-6 Το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας επί τη συστολική αρτηριακή πίεση (RPP, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (K.E.), καθώς και σε παιδιά με κανονικό βάρος με χαμηλή και υψηλή K.E. (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή K.E.)59

Σχήμα 4-7 Η διαφορά της αρτηριακής ενδοτικότητας (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (K.E.), καθώς και σε παιδιά κανονικού βάρους με χαμηλή και υψηλή K.E.60

Σχήμα 4-8 Ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς διορθωμένος με την καρδιακή συχνότητα (LVET index, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά με κανονικό βάρος με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε.....60

Σχήμα 4-9 Η συστολική (Α), η διαστολική (Β) και η μέση (Γ) αρτηριακή πίεση (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή (n=12) και υψηλή (n=12) κεντρική παχυσαρκία (Κ.Π.). Οι μέσες τιμές πίεσης, στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, διαφέρουν σημαντικά ($p \leq 0.001$) από τη μέση τιμή ηρεμίας κάθε ομάδας (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Π.).....62

Σχήμα 4-10 Η διαφορά (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) της καρδιακής παροχής (Α) και της συνολικής περιφερειακής αντίστασης των αγγείων (Β) από τις αντίστοιχες τιμές ηρεμίας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή (n=12) και υψηλή (n=12) κεντρική παχυσαρκία (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).....63

Σχήμα 4-11 Η καρδιακή συχνότητα (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή (n=12) και υψηλή (n=12) κεντρική παχυσαρκία.64

Σχήμα 4-12 Η διαφορά (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) της καρδιακής συχνότητας (Α) και του όγκου παλμού (Β) από την τιμή ηρεμίας κάθε ομάδας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή (n=12) και υψηλή (n=12) κεντρική παχυσαρκία (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).....64

Σχήμα 4-13 Η διαφορά της αρτηριακής ενδοτικότητας (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας κάθε ομάδας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή (n=12) και υψηλή (n=12) κεντρική παχυσαρκία (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).....65

Σχήμα 4-14. Το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας επί τη συστολική αρτηριακή πίεση(Rate Pressure Product, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή (n=12) και υψηλή (n=12) κεντρική παχυσαρκία (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά και εφήβους με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).....65

Σχήμα 4-15. Ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς διορθωμένος με την καρδιακή συχνότητα (LVET index, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή (n=12) και υψηλή (n=12) κεντρική παχυσαρκία (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά και εφήβους με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).....66

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, η παιδική παχυσαρκία τείνει να προσλάβει διαστάσεις επιδημίας. Τα ποσοστά των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών και εφήβων έχουν βρεθεί να αυξάνονται σε παγκόσμιο επίπεδο (Hedley et al., 2004; Wang, Monteiro, & Popkin, 2002; Ogden, Flegal, Carroll, & Johnson, 2002). Στον Ελλαδικό χώρο, υπάρχουν τρεις αντιπροσωπευτικές μελέτες σχετικά με τα ποσοστά της παχυσαρκίας στον παιδικό και εφηβικό πληθυσμό. Στην έρευνα των Georgiadis and Nassis (2007), από δεδομένα που συλλέχτηκαν τα έτη 1990-91, σε δείγμα μαθητών ηλικίας 6 έως 17 ετών, το συνολικό ποσοστό των υπέρβαρων παιδιών και εφήβων ήταν 17.3%, ενώ αυτό των παχύσαρκων ήταν 3.6%. Σύμφωνα με τη μελέτη των Karayianis, Yannakoulia, Terzidou, Sidossis, & Kokkevi (2003), από δεδομένα που συλλέχτηκαν τα έτη 1997-98, με αυτοδηλούμενο βάρος και ύψος σε παιδιά ηλικίας 11 - 16 ετών, τα ποσοστά των υπέρβαρων αγοριών και κοριτσιών ήταν 21.7 και 9.1 %, αντίστοιχα. Από το συνολικό δείγμα παιδιών, ως παχύσαρκα χαρακτηρίστηκαν το 2.5 % των αγοριών και το 1.2 % των κοριτσιών. Τέλος, η πιο πρόσφατη και σε μεγαλύτερο δείγμα μελέτη των Tzotzas et al. (2008), αφορά δεδομένα που συλλέχτηκαν το 2003 σε 14456 εφήβους ηλικίας 13-19 ετών. Τα ποσοστά των υπέρβαρων και παχύσαρκων αγοριών ήταν 23.3% και 6.1% αντίστοιχα, ενώ τα ποσοστά των υπέρβαρων και παχύσαρκων κοριτσιών ήταν 14% και 2.7% αντίστοιχα.

Η παχυσαρκία θεωρείται ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για

καρδιαγγειακά νοσήματα (Poirier et al., 2006). Συνδέεται επίσης με επιπλοκές για την υγεία όπως η υπέρταση, η υπερτροφία της αριστερής κοιλίας της καρδιάς, η αντίσταση στην ινσουλίνη, η υπερινσουλιναιμία, ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου II, η αρτηριοσκλήρωση, η άπνοια κατά τον ύπνο και διάφορα ορθοπαιδικά προβλήματα (Barlow & Dietz, 1998). Οι παραπάνω επιπτώσεις της παχυσαρκίας, ενδέχεται να εμφανιστούν από τα πρώτα χρόνια της ζωής ενός παχύσαρκου παιδιού, θέτοντας σε κίνδυνο την υγεία του (Sorof & Daniels, 2002; Freedman, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 1999; Barlow & Dietz, 1998). Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει το γεγονός, ότι η κεντρική παχυσαρκία έχει συσχετιστεί εντονότερα με παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα, από ότι το συνολικό ποσοστό σωματικού λίπους σε παιδιά και εφήβους, όπως άλλωστε συμβαίνει και στους ενήλικες (Maffei et al., 2003; Savva et al., 2000; Daniels, Morrison, Sprecher, Khoury, & Kimball, 1999). Υπάρχουν επίσης δεδομένα, που υποστηρίζουν ότι η κεντρική παχυσαρκία παρουσιάζει εντονότερη αυξητική τάση από ότι η συνολική παχυσαρκία σε εφήβους τις τελευταίες δεκαετίες (McCarthy, Ellis, & Cole, 2003).

Η εμφάνιση της πρωτοπαθούς υπέρτασης σε παιδιά, ως αποτέλεσμα κυρίως της αυξημένης παχυσαρκίας έχει γίνει συχνότερη τα τελευταία χρόνια (Sorof, Lai, Turner, Poffenbarger, & Portman, 2004; Sorof & Daniels, 2002). Η σχέση παχυσαρκίας και υπέρτασης καταδεικνύεται από έναν ευρύ αριθμό μελετών στις οποίες, ανεξάρτητα από εθνότητα, τα παιδιά με υψηλότερο δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), είχαν και υψηλότερες τιμές

αρτηριακής πίεσης στην ηρεμία (Paradis et al., 2004; Weiss et al., 2004; Sorof, Poffenbarger, Franco, Bernard, & Portman, 2002; Rosner, Prineas, Daniels, & Loggie, 2000; Freedman et al., 1999). Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει το γεγονός, ότι η κεντρική παχυσαρκία συσχετίστηκε εντονότερα από ότι ο ΔΜΣ, με την αρτηριακή πίεση και τη μάζα της αριστερής κοιλίας της καρδιάς σε παιδιά (Daniels et al., 1999). Έχει επίσης αναφερθεί σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στη συστολική αρτηριακή πίεση και τον υποδόριο λιπώδη ιστό στην κοιλιακή χώρα σε παχύσαρκα παιδιά (Owens et al., 1998).

Οι έρευνες για την αποσαφήνιση της σχέσης παχυσαρκίας - υπέρτασης στα παιδιά, επικεντρώνονται σε τρεις κύριους μηχανισμούς: α) τις διαταραχές του αυτόνομου νευρικού συστήματος, β) την αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη και γ) τις διαταραχές στην αγγειακή δομή και λειτουργία. Οι μηχανισμοί αυτοί αλληλοεξαρτώνται και ενδέχεται να συνυπάρχουν αυξάνοντας την αρτηριακή πίεση στα παιδιά που έχουν αυξημένο σωματικό λίπος (Torrance, McGuire, Lewanczuk, & McGavock, 2007; Sorof & Daniels, 2002).

Η παχυσαρκία φαίνεται να συνδέεται με την υπέρμετρη δραστηριοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Οι Rabbia et al. (2003) και οι Riva et al. (2001), αναλύοντας τη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας, βρήκαν ενδείξεις αυξημένου συμπαθητικού και μειωμένου παρασυμπαθητικού τόνου σε παχύσαρκους εφήβους. Στη μελέτη των Gutin, Barbeau, Litaker, Ferguson, & Owens (2000), η παρασυμπαθη-

τική δραστηριότητα συσχετίστηκε αρνητικά με το υποδόριο λίπος στην κοιλιακή χώρα σε παιδιά. Από άλλους ερευνητές, έχει βρεθεί υψηλότερη μυϊκή συμπαθητική δραστηριότητα στην ηρεμία σε παχύσαρκους νορμοτασικούς νέους, σε σχέση με συνομήλικους νορμοτασικούς νέους φυσιολογικού βάρους (Grassi et al., 1995).

Οι διαταραχές στην αγγειακή δομή και λειτουργία, έχουν προταθεί ως παράγοντες που οδηγούν δυσνητικά στην αύξηση της πίεσης σε παχύσαρκα παιδιά (Sorof & Daniels, 2002). Η σωματική σύσταση φαίνεται να σχετίζεται με την αγγειακή λειτουργία. Συγκεκριμένα, τα παχύσαρκα παιδιά είχαν σημαντικά χαμηλότερη αρτηριακή διατασιμότητα και μειωμένη λειτουργία του ενδοθηλίου σε σχέση με παιδιά φυσιολογικού βάρους (Tounian et al., 2001). Στην παραπάνω έρευνα και σ' αυτή των Schutte, Husman, Van Royen, De Ridden, & Malan (2003), η κεντρική παχυσαρκία συνδέθηκε με χαμηλότερη αγγειακή αγωγιμότητα. Επίσης, στη μελέτη των Whincup et al. (2005), η διατασιμότητα της βραχιόνιας αρτηρίας σε εφήβους ηλικίας 13 - 15 ετών, συσχετίστηκε αντίστροφα με δείκτες συνολικής και κεντρικής παχυσαρκίας. Τέλος, παχύσαρκοι έφηβοι σε σχέση με έφηβους κανονικού βάρους, είχαν χαμηλότερη μέγιστη αιματική ροή και μεγαλύτερη αγγειακή αντίσταση στον πήχη, κατά την εκτέλεση άσκησης με τοπική ισχαιμία (Rocchini, Moorehead, Katch, Key, & Finta, 1992). Η αντίσταση στην ινσουλίνη έχει ενοχοποιηθεί για τις αγγειακές δυσλειτουργίες που προαναφέρθηκαν, αφού συσχετίστηκε σημαντικά με την αυξημένη αγγειακή αντίσταση κατά την ισχαιμική άσκηση (Rocchini et al., 1992), κα-

θώς και με τη δυσλειτουργία του ενδοθηλίου (Tounian et al., 2001).

Η αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη έχει συσχετιστεί με το ποσοστό σωματικού λίπους σε παιδιά και εφήβους (Arslanian & Suprasongsin, 1996). Η υπερινσουλιναιμία αναγνωρίζεται ως ένας πιθανός παράγοντας που μπορεί να προκαλέσει υπέρταση σε παχύσαρκα παιδιά, επιδρώντας στην αγγειακή (Rocchini et al., 1992) και στη νεφρική λειτουργία (Rocchini et al., 1989) ή/και ενεργοποιώντας το νευρικό συμπαθητικό σύστημα (Csabi, Molnar, & Hartmann, 1996). Η άποψη αυτή, βασίζεται στην ύπαρξη θετικής συσχέτισης ανάμεσα στα επίπεδα της ινσουλίνης στο αίμα και την αρτηριακή πίεση σε παιδιά στις περισσότερες (Nishina et al., 2003; Freedman et al., 1999; Chen, Srinivasan, Elkasabany, & Berenson, 1999), αν και όχι σε όλες τις μελέτες (Lughetti et al., 2000).

Υπάρχουν ενδείξεις, ότι η υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά την συμπαθητική ενεργοποίηση είναι δυνατόν να προβλέψει την εμφάνιση υπέρτασης (Matthews, Woodall, & Allen, 1993; Carroll, Ring, Hunt, Ford, & Macintyre, 2003), υπερτροφίας της αριστερής κοιλίας της καρδιάς (Treiber et al., 2003) ή αθηροσκλήρωσης (Matthews, Zhu, Tucker, & Whoolley, 2006). Τόσο η συνολική όσο και η κεντρική παχυσαρκία, φαίνεται να επηρεάζουν τις καρδιαγγειακές αποκρίσεις κατά την ενεργοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος σε παιδιά. Στην έρευνα των Ribeiro et al. (2005), τα παχύσαρκα παιδιά εμφάνισαν υπέρμετρη αύξηση της μέσης αρτηριακής πίεσης κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση με ισομετρική άσκηση, σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού

ΔΜΣ. Η σημαντικότερη μελέτη συσχέτισης της κεντρικής παχυσαρκίας με τις καρδιαγγειακές αποκρίσεις σε εφήβους είναι αυτή των Goldbacher, Matthews, & Salomon (2005). Στην έρευνα αυτή παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της συστολικής πίεσης κατά την συμπαθητική ενεργοποίηση (με διάφορες νοητικές μεθόδους ή τοποθέτηση κρύων επιθεμάτων στο μέτωπο), σε παιδιά με υψηλότερο δείκτη κεντρικής παχυσαρκίας, ανεξάρτητα από το ΔΜΣ. Μάλιστα, τα αγόρια με μεγάλη περιφέρεια μέσης και συνεπώς υψηλή κεντρική παχυσαρκία, αύξησαν περισσότερο τη διαστολική πίεση και τις συνολικές περιφερικές αντιστάσεις σε σχέση με τα αγόρια που είχαν μικρότερη περιφέρεια μέσης.

Δεν έχει προς το παρόν αποσαφηνιστεί, αν η υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης που εμφανίζουν τα παχύσαρκα παιδιά και τα παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης, σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού ΔΜΣ και με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία αντίστοιχα, οφείλεται σε διαφορετική διακύμανση της καρδιακής παροχής ή της συνολικής περιφερικής αντίστασης των αγγείων τους. Η έλλειψη σχετικών δεδομένων, είναι αποτέλεσμα τόσο της αδυναμίας εκτίμησης των παραπάνω παραμέτρων σε σχετικές μελέτες (Ribeiro et al., 2005) όσο και στις διαφορετικές φυσιολογικές επιδράσεις των τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη συμπαθητική ενεργοποίηση (Goldbacher et al., 2005).

Οι μηχανισμοί που συνδέουν την υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά την συμπαθητική ενεργοποίηση με την παχυσαρκία,

δεν έχουν αποσαφηνιστεί. Ωστόσο, η έντονη συμπαθητική δραστηριότητα, η υπερινσουλιναϊμία και οι αγγειακές δυσλειτουργίες, έχουν θεωρηθεί ως πιθανοί παράγοντες που εξηγούν τα υψηλότερα επίπεδα αρτηριακής πίεσης, κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση στα παχύσαρκα παιδιά (Goldbacher et al., 2005; Ribeiro et al., 2005).

Η καρδιαγγειακή ευρωστία έχει συσχετιστεί αντίστροφα με την αρτηριακή πίεση σε παιδιά (Nielsen & Andersen, 2003; Klasson-Heggebo et al., 2006). Η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας φαίνεται ότι έχει ευεργετική επίδραση στους παράγοντες που προκαλούν αύξηση στα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης σε παχύσαρκα παιδιά, τόσο στην ηρεμία, όσο και κατά τη διάρκεια της συμπαθητικής ενεργοποίησης. Συγκεκριμένα, η αυξημένη καρδιαγγειακή ευρωστία έχει βρεθεί να περιορίζει τις διαταραχές του αυτόνομου νευρικού συστήματος μειώνοντας τη συμπαθητική και αυξάνοντας την παρασυμπαθητική δραστηριότητα. Στην έρευνα των Gutin, Owens, Slavens, Riggs, & Treiber (1997), ένα πρόγραμμα άσκησης για βελτίωση της φυσικής κατάστασης σε παχύσαρκα παιδιά, επέφερε αλλαγές στην αυτόνομη λειτουργία μειώνοντας τη συμπαθητική και αυξάνοντας τη παρασυμπαθητική δραστηριότητα. Επιπρόσθετα, στη μεταγενέστερη μελέτη των Gutin et al. (2000) παρατηρήθηκε αύξηση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας σε παιδιά μετά από παρέμβαση με αερόβια άσκηση και μάλιστα, ανεξάρτητα από αλλαγές σε δείκτες παχυσαρκίας.

Η καρδιαγγειακή ευρωστία έχει επίσης συσχετιστεί με την αγγειακή αγωγιμότητα σε παιδιά (Reed et al., 2005). Σε δύο σχε-

τικά πρόσφατες μελέτες, παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στην αγγειακή λειτουργία παχύσαρκων παιδιών που υποβλήθηκαν σε πρόγραμμα άσκησης, χωρίς να μεταβληθούν τα ποσοστά σωματικού λίπους και ο δείκτης μάζας σώματος (Woo et al., 2004; Watts et al., 2004). Στην έρευνα των Ribeiro et al. (2005), τα παχύσαρκα παιδιά εμφάνισαν μεγαλύτερη αύξηση της αρτηριακής πίεσης και περιορισμένη αγγειοδιασταλτική απόκριση στο μυ κατά την εκτέλεση ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους. Μετά την εφαρμογή προγράμματος αερόβιας άσκησης, τα παχύσαρκα παιδιά είχαν σημαντική βελτίωση της αρτηριακής ενδοτικότητας στον μυ, τόσο στην ηρεμία, όσο και κατά τη διάρκεια ισομετρικής άσκησης (Ribeiro et al., 2005).

Η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας έχει βρεθεί να μειώνει τα επίπεδα ινσουλίνης τόσο σε παχύσαρκα παιδιά (Ferguson et al., 1999), όσο και σε παιδιά με φυσιολογικό ΔΜΣ (Schmitz et al., 2002). Στην έρευνα των Nassis et al. (2005), η αερόβια προπόνηση βελτίωσε την ευαισθησία των ιστών στην ινсуλίνη σε παχύσαρκα κορίτσια, χωρίς να παρατηρηθεί μείωση του βάρους και του ποσοστού σωματικού τους λίπους. Τα παραπάνω ευρήματα είναι σημαντικά αφού προαναφέρθηκαν οι αρνητικές επιδράσεις της ινσουλιναντίστασης και της υπερινσουλιναϊμίας στο καρδιαγγειακό σύστημα.

Ολοκληρώνοντας τις πιθανές επιδράσεις της καρδιαγγειακής ευρωστίας, πρέπει να γίνει αναφορά στη σχέση της με τη κεντρική παχυσαρκία. Στη μελέτη των Goldbacher et al. (2005), χω-

ρίς να εκτιμηθεί το επίπεδο της καρδιαγγειακής ευρωστίας των παιδιών που συμμετείχαν, η κεντρική παχυσαρκία συσχετίστηκε με την αύξηση της συστολικής πίεσης κατά τη συμπαθητική διέγερση. Σε δύο πρόσφατες μελέτες, βρέθηκε ότι τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, είχαν χαμηλότερη κεντρική και συνολική παχυσαρκία σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Nassis, Psarra, & Sidosis, 2004; Lee & Arslanian, 2007).

Συνοψίζοντας, η επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας στην αρτηριακή πίεση σε παιδιά έχει διερευνηθεί και φαίνεται πως παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία, έχουν υψηλότερη αρτηριακή πίεση τόσο στην ηρεμία, όσο και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης. Μάλιστα η επίδραση αυτή δείχνει να είναι ανεξάρτητη από άλλα σωματομετρικά χαρακτηριστικά. Επιπρόσθετα και σε συνδυασμό με το παραπάνω εύρημα, φαίνεται ότι υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, έχουν χαμηλότερη κεντρική παχυσαρκία, σε σχέση με παιδιά αντίστοιχου ΔΜΣ, με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία. Παρά το γεγονός ότι η καρδιαγγειακή ευρωστία συσχετίστηκε αντίστροφα με την αρτηριακή πίεση ηρεμίας σε παιδιά και εφήβους, δεν φαίνεται να υπάρχουν επιστημονικά δεδομένα σχετικά με την επίδρασή της στην αρτηριακή πίεση κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης. Εφόσον η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας φαίνεται να προκαλεί μείωση της συμπαθητικής δραστηριότητας, μείωση της

ινσουλιναντίστασης και βελτίωση της αγγειακής λειτουργίας σε παχύσαρκα παιδιά, είναι λογικό να υποθέσει κανείς, ότι τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, θα έχουν μειωμένη κεντρική παχυσαρκία και πιθανώς χαμηλότερα επίπεδα αρτηριακής πίεσης στην ηρεμία, αλλά και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης, σε σχέση με υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά που έχουν χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία.

1.1 Σημασία της έρευνας

Τα τελευταία χρόνια, έχει παρατηρηθεί αύξηση στον επιπολασμό της παχυσαρκίας και συχνότερη εμφάνιση της πρωτοπαθούς υπέρτασης στον παιδικό πληθυσμό, σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι διαπιστώσεις αυτές συνέβαλαν στο να στραφεί το ενδιαφέρον της επιστημονικής έρευνας στη διερεύνηση τόσο των αιτίων αυτής της αύξησης, όσο και της αποτελεσματικότητας των διαφόρων παρεμβάσεων για τη πρόληψη και την αντιμετώπιση της παχυσαρκίας και της υπέρτασης. Επιπρόσθετα, έχει γίνει προσπάθεια διερεύνησης των μηχανισμών που ενδέχεται να συνδέουν την παχυσαρκία με την υπέρταση.

Η απώλεια σωματικού βάρους με διαιτητικές παρεμβάσεις σε συνδυασμό με αύξηση της φυσικής δραστηριότητας, είναι τα κυριότερα μέσα για τη μείωση της αρτηριακής πίεσης σε παχύσαρκα παιδιά. Οι ίδιες παρεμβάσεις έχουν βρεθεί να περιορίζουν την υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης, που έχει παρατηρηθεί σε παχύσαρκα παιδιά κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση, βελτιώνοντας ταυτόχρονα την αγγειακή τους λειτουργία. Επίσης, τα τελευταία χρόνια έχει αναγνωριστεί

η σημαντική επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας στους μηχανισμούς που συνδέουν την παχυσαρκία με την υπέρταση.

Η καρδιαγγειακή ευρωστία έχει συσχετιστεί αντίστροφα με την κεντρική παχυσαρκία και την αρτηριακή πίεση σε παιδιά και εφήβους. Επίσης, φαίνεται να ασκεί ευεργετική επίδραση στους πιθανούς μηχανισμούς που προκαλούν αύξηση στα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης στην ηρεμία, αλλά και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης σε παχύσαρκα παιδιά. Ωστόσο, δεν υπάρχουν επιστημονικά δεδομένα για το αν παχύσαρκα και υπέρβαρα παιδιά και έφηβοι, με αυξημένη καρδιαγγειακή ευρωστία και μειωμένη κεντρική παχυσαρκία, επωφελούνται από ευνοϊκότερες καρδιαγγειακές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης. Η σημασία ενός τέτοιου ευρήματος είναι μεγάλη, καθώς η υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση, θεωρείται προβλεπτικός παράγοντας για τη μελλοντική εμφάνιση υπέρτασης, υπερτροφίας της αριστερής κοιλίας της καρδιάς και αθηροσκλήρωσης. Τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας θα τονίσουν την ωφελιμότητα της υψηλής καρδιαγγειακής ευρωστίας, για την υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.

1.2 Ορισμός και διατύπωση του ερευνητικού προβλήματος

Το ερευνητικό πρόβλημα που θα επιχειρήσει να επιλύσει η παρούσα μελέτη, αφορά την επίδραση του επιπέδου καρδιαγγειακής ευρωστίας και της κεντρικής παχυσαρκίας, στις καρδιαγγειακές αποκρίσεις

στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια ισομετρικής άσκησης σε παιδιά.

1.3 Διατύπωση ερευνητικών υποθέσεων

Τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, θα έχουν χαμηλότερη αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης, σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία.

Τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία, θα έχουν υψηλότερη αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης, σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά που έχουν χαμηλή κεντρική παχυσαρκία.

1.4 Μεταβλητές

1.4.1 Ανεξάρτητες μεταβλητές

Στην παρούσα έρευνα ανεξάρτητες μεταβλητές είναι:

A- Ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ). Η μεταβλητή αυτή θα έχει δύο επίπεδα:

- α) Παιδιά με κανονικό βάρος.
- β) Παιδιά με ΔΜΣ πάνω από τα διεθνή όρια, προσαρμοσμένα για το φύλο και την ηλικία (υπέρβαρα / παχύσαρκα)

B- Η κεντρική παχυσαρκία που θα εκτιμηθεί από την περιφέρεια της μέσης. Με βάση τη μεταβλητή αυτή, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά θα χωριστούν σε δύο υποομάδες με υψηλή και χαμηλή κεντρική παχυσαρκία.

Γ- Η καρδιαγγειακή ευρωστία που θα εκτιμηθεί από την επίδοση των παιδιών στη δοκιμασία της ικανότητας αεροβίου έργου στους 170 παλμούς ανά λεπτό (PWC₁₇₀). Με βάση τη μεταβλητή αυτή, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά καθώς και τα παιδιά με κανονικό βάρος θα χωριστούν σε δύο υποομάδες με υψηλή και χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία.

1.4.2 Εξαρτημένες μεταβλητές

Εξαρτημένες μεταβλητές στην παρούσα μελέτη είναι η αρτηριακή πίεση (συστολική, διαστολική και μέση), η καρδιακή παροχή, η καρδιακή συχνότητα, ο όγκος παλμού, η συνολική περιφερική αντίσταση των αγγείων, η συνολική περιφερική ενδοτικότητα ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας, ο καρδιακός δείκτης και το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας με τη συστολική αρτηριακή πίεση.

1.4.3. Συν-μεταβλητές

Ως συν-μεταβλητές στη παρούσα έρευνα ορίζονται η ηλικία και το φύλο των παιδιών που θα συμμετάσχουν.

1.5 Οριοθετήσεις και περιορισμοί

Η παρούσα μελέτη οριοθετείται από τα χαρακτηριστικά του δείγματος το οποίο θα αποτελείται από παιδιά και εφήβους ηλικίας 9 έως 15 ετών, γεγονός που θα περιορίσει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Επίσης η επιλογή του δείγματος δεν θα γίνει με τη διαδικασία της τυχαίας δειγματοληψίας. Η παράμετρος της καρδιαγγειακής ευρωστίας θα εκτιμηθεί έμμεσα με τη δοκιμασία της ικανότητας αεροβίου έργου στους 170 παλμούς ανά λεπτό (PWC₁₇₀) και όχι με εργομετρική αξιολόγηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου. Ωστόσο, η εγκυρότητα της μεθόδου αυτής για την εκτίμηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου σε παιδιά είναι υψηλή ($r = 0,56 - 0,90$) όπως προκύπτει από τη σχέση της με τη μέθοδο άμεσου προσδιορισμού (Bouchard et al., 1977).

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Επιδημιολογία της παιδικής παχυσαρκίας

2.1.1. Επιπολασμός της παιδικής παχυσαρκίας σε παγκόσμιο επίπεδο

Τα τελευταία χρόνια, η παιδική παχυσαρκία τείνει να προσλάβει διαστάσεις επιδημίας. Τα ποσοστά των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών και εφήβων έχουν βρεθεί να αυξάνονται συνεχώς σε παγκόσμιο επίπεδο (Wilborn et al., 2005). Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής το ποσοστό των υπέρβαρων παιδιών ηλικίας 6 έως 11 ετών, βρέθηκε 15.3% σε επιδημιολογική έρευνα τα έτη 1999 – 2000. Παρόμοια αυξημένα ποσοστά υπέρβαρων παιδιών στις ΗΠΑ βρέθηκαν και για τα έτη 2001 – 2002 (Hedley et al., 2004). Σημειώνεται ότι το αντίστοιχο ποσοστό για τα έτη 1988 – 1994, ήταν 11.3% (Ogden et al., 2002). Η μελέτη των Wang et al. (2002), παρουσιάζει δεδομένα για την αύξηση του ποσοστού των υπέρβαρων παιδιών σε τρεις χώρες. Συγκεκριμένα, στις Η.Π.Α. το ποσοστό των υπέρβαρων παιδιών από 15.4% στα έτη 1971-1974, αυξήθηκε σε 25.6% στα έτη 1988-1994. Στη Βραζιλία από 4.1% το 1975, σε 13.9% το 1997 ενώ στη Κίνα, από 6.4% το 1991, σε 7.7% το 1997. Οι Lobstein and Freult (2003), στηριζόμενοι σε δεδομένα του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ) από έρευνες σε διάφορες χώρες της Ευρώπης, παρουσίασαν υψηλότερα ποσοστά (21 – 36%) υπέρβαρων παιδιών και εφήβων στις χώρες της Μεσογείου σε σχέση με βορειότερες χώρες.

2.1.2. Επιπολασμός της παιδικής παχυσαρκίας στην Ελλάδα

Στον Ελλαδικό χώρο υπάρχουν τρεις αντιπροσωπευτικές μελέτες που δίνουν πληροφόρηση σχετικά με τα ποσοστά των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών και εφήβων. Η πιο πρόσφατη και σε μεγαλύτερο δείγμα μελέτη των Tzotzas et al. (2008), αφορά δεδομένα που συλλέχτηκαν το 2003 σε 14456 εφήβους ηλικίας 13-19 ετών. Στη μελέτη αυτή τα ποσοστά των υπέρβαρων και παχύσαρκων αγοριών ήταν 23.3% και 6.1% αντίστοιχα, ενώ τα ποσοστά των υπέρβαρων και παχύσαρκων κοριτσιών ήταν 14% και 2.7% αντίστοιχα. Τα ποσοστά αυτά κρίθηκαν από τους παραπάνω ερευνητές ως υψηλά κυρίως για τα αγόρια, σε σύγκριση με αντίστοιχα ποσοστά σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες της Μεσογείου. Στη μελέτη των Georgiadis and Nassis (2007), χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα που συλλέχτηκαν από εξειδικευμένο προσωπικό τα έτη 1990-91, σε αντιπροσωπευτικό δείγμα 6448 μαθητών ηλικίας 6 έως 17 ετών. Με βάση τον υπολογισμό του δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), το συνολικό ποσοστό των υπέρβαρων παιδιών και εφήβων ήταν 16.9% για τα αγόρια και 17.6% για τα κορίτσια, ενώ αυτό των παχύσαρκων παιδιών και εφήβων ήταν 3.8% και 3.3% για τα αγόρια και τα κορίτσια, αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, στις ηλικίες άνω των 10 ετών, παρατηρήθηκε αύξηση στο ποσοστό των υπέρβαρων αγοριών και μείωση στο ποσοστό των υπέρβαρων κοριτσιών, σε σχέση με ηλικίες κάτω των 10 ετών (Georgiadis & Nassis, 2007). Η μελέτη των Karayiannis et al. (2003), έγινε σε αντιπροσωπευτικό δείγμα 4299 παι-

διών ηλικίας 11 - 16 ετών, με αυτοδηλούμενο βάρος και ύψος, τα έτη 1997-98. Με βάση τον υπολογισμό του ΔΜΣ, τα ποσοστά των υπέρβαρων αγοριών και κοριτσιών ήταν 21.7 και 9.1 % αντίστοιχα. Από το συνολικό δείγμα παιδιών, ως παχύσαρκα χαρακτηρίστηκαν το 2.5 % των αγοριών και το 1.2 % των κοριτσιών. Οι ερευνητές επεσήμαναν πως ο επιπολασμός της παχυσαρκίας τουλάχιστον όσον αφορά τις συγκεκριμένες ηλικίες, βρέθηκε μικρότερος σε σχέση με τις περισσότερες δυτικές χώρες. Τέλος, σε μια πρόσφατη έρευνα που έγινε στα Ιωάννινα σε 312 παιδιά ηλικίας 10 - 11 ετών, τα ποσοστά των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών έφτασαν το 29.4 και 11.8 % για τα αγόρια, και το 39.0 και 7.5 % για τα κορίτσια, αντίστοιχα (Angelopoulos, Milionis, Moschonis, & Manios, 2006).

2.2. Αίτια του αυξημένου επιπολασμού της παιδικής παχυσαρκίας

Η γενετική προδιάθεση για την αποθήκευση λίπους, σε συνδυασμό με περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η αυξημένη κατανάλωση θερμίδων και η μειωμένη φυσική δραστηριότητα, φαίνεται να είναι τα πιθανότερα αίτια για την έξαρση της παιδικής παχυσαρκίας τα τελευταία χρόνια (Liu & Hannon, 2005; Wilborn et al., 2005). Μάλιστα, φαίνεται πως οι επιβαρυντικοί παράγοντες του περιβάλλοντος επιδεινώνονται συνεχώς με την πάροδο των χρόνων, γεγονός που αναμένεται να επιφέρει περαιτέρω αύξηση στα ποσοστά της παχυσαρκίας τα επόμενα χρόνια (Foreyt & Goodrick, 1995).

2.3. Επιπτώσεις της παιδικής παχυσαρκίας

Η παχυσαρκία θεωρείται ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για την εκδήλωση καρδιαγγειακών νοσημάτων (Poirier et al., 2006). Συνδέεται επίσης με επιπλοκές για την υγεία όπως η υπέρταση, η αρτηριοσκλήρωση, η υπερτροφία της αριστερής κοιλίας της καρδιάς, η αντίσταση στην ινσουλίνη, η υπερινσουλιναιμία, ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου II, η άπνοια κατά τον ύπνο και διάφορα ορθοπεδικά προβλήματα (Barlow & Dietz, 1998). Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι οι παραπάνω επιπτώσεις της παχυσαρκίας, δεν αφορούν μόνο τους ενήλικες. Υπάρχουν επιστημονικά δεδομένα που υποστηρίζουν, ότι οι επιπτώσεις αυτές ενδέχεται να εμφανιστούν από τα πρώτα χρόνια της ζωής ενός παχύσαρκου παιδιού, θέτοντας σε κίνδυνο την υγεία του (Poirier et al., 2006; Weiss et al. 2004; Schutte et al., 2003; Sorof & Daniels, 2002; Barlow & Dietz, 1998; Freedman, Srinivasan, Harsha, Webber, & Berenson, 1989).

2.4. Κεντρική παχυσαρκία

Η κεντρική παχυσαρκία έχει συσχετιστεί εντονότερα με παράγοντες κινδύνου για την πρόκληση καρδιαγγειακών νοσημάτων, από ότι το συνολικό ποσοστό σωματικού λίπους σε παιδιά και εφήβους. Πιο συγκεκριμένα, η κεντρική εναπόθεση σωματικού λίπους βρέθηκε να είναι σημαντική προβλέπουσα μεταβλητή παραμέτρων όπως τα τριγλυκερίδια του πλάσματος, η υπερτροφία της αριστερής κοιλίας της καρδιάς και η συστολική αρτηριακή πίεση (Daniels et al., 1999). Η περιφέρεια της μέσης ως δείκτης κεντρικής παχυσαρκίας, συσχετίστηκε επίσης σημαντικά με την αντίσταση στην ινσουλίνη και τη διαστολική αρτηριακή πίεση σε υπέρβαρα και

παχύσαρκα κορίτσια ηλικίας 5-16 ετών (Maffeis et al., 2003). Οι Savva et al. (2000), επεσήμαναν ότι η περιφέρεια της μέσης και ο λόγος της περιφέρειας μέσης προς τη περιφέρεια ισχίων, ως δείκτες κεντρικής παχυσαρκίας και κατανομής του σωματικού λίπους αντίστοιχα, προέβλεψαν καλύτερα διάφορους παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα, από ότι ο ΔΜΣ σε παιδιά. Σημαντικό είναι και το εύρημα, ότι σε παιδιά ηλικίας 13-15 ετών η περιφέρεια της μέσης, συσχετίστηκε αντίστροφα με τη διατασιμότητα της βραχιόνιας αρτηρίας, που θεωρείται δείκτης της λειτουργίας και της δομής των αρτηριών και κυρίως των ελαστικών ιδιοτήτων τους (Whincup et al. 2005). Πρέπει επίσης να επισημανθεί το γεγονός, ότι τις τελευταίες δεκαετίες, η κεντρική παχυσαρκία έχει δείξει τη τάση να αυξάνεται με ταχύτερο ρυθμό από ότι η συνολική παχυσαρκία, σε δείγμα εφηβικού πληθυσμού (n=776) στη Βρετανία (McCarthy et al., 2003). Συνολικά τα παραπάνω ευρήματα, φανερώνουν τη σημασία που έχει η εκτίμηση της κατανομής του σωματικού λίπους, σε μελέτες που αφορούν επιπτώσεις της παχυσαρκίας στην υγεία των παιδιών.

Ο μηχανισμός που συνδέει τη κεντρική παχυσαρκία με την επιδείνωση παραγόντων κινδύνου όπως η δυσλιπιδαιμία και η ινσουλιναντίσταση δεν έχει αποσαφηνιστεί. Σύμφωνα με την επικρατέστερη υπόθεση, τα λιποκύτταρα της κοιλιακής χώρας έχουν αυξημένη ευαισθησία σε λιπολυτικά ερεθίσματα, γεγονός που προκαλεί αύξηση της απελευθέρωσης λιπαρών οξέων, τα οποία εισέρχονται άμεσα στην κυκλοφορία. Η αυξημένη συγκέντρωση λιπαρών οξέων στην ο-

ποία εκτίθεται το ήπαρ, προκαλεί ηπατική αντίσταση στην ινσουλίνη και δυσλιπιδαιμία (Goran & Gower, 1999).

2.5. Σχέση παιδικής παχυσαρκίας και υπέρτασης

Η αύξηση του ποσοστού των παχύσαρκων παιδιών τα τελευταία χρόνια, συνέβαλε στη συχνότερη εμφάνιση της πρωτοπαθούς υπέρτασης (Sorof et al., 2004; Sorof & Daniels, 2002; Luepker, Jacobs, Prineas, & Sinaiko, 1999). Η σχέση παχυσαρκίας και υπέρτασης επιβεβαιώνεται από έναν ευρύ αριθμό μελετών στις οποίες, ανεξάρτητα από εθνότητα, τα παιδιά με υψηλότερο ΔΜΣ, φάνηκαν να έχουν και υψηλότερες τιμές αρτηριακής πίεσης στην ηρεμία (Paradis et al., 2004; Weiss et al., 2004; Sorof et al., 2002; Rosner et al., 2000; Freedman et al., 1999). Η συχνότητα της συστολικής υπέρτασης, που αποτελεί σημαντικό παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακές παθήσεις, έφτασε το 94% στα παιδιά που ήταν πάνω από το 95^ο εκατοστημόριο της κατανομής του ΔΜΣ στην έρευνα των Sorof et al. (2002). Η αυξημένη διαστολική πίεση συσχετίστηκε επίσης, με υψηλές τιμές του ΔΜΣ (Paradis et al., 2004; Rosner et al., 2000). Επιπρόσθετα, έχει βρεθεί θετική συσχέτιση ανάμεσα στην αρτηριακή πίεση και τη μάζα της αριστερής κοιλίας της καρδιάς σε παιδιά (Daniels et al., 1995), που επίσης αποτελεί παράγοντα κινδύνου για καρδιαγγειακές παθήσεις. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός, ότι η κεντρική παχυσαρκία συσχετίστηκε εντονότερα από ότι ο ΔΜΣ, με την αρτηριακή πίεση και τη μάζα της αριστερής κοιλίας της καρδιάς σε παιδιά (Daniels et al., 1999). Έχει επίσης αναφερθεί σημαντική

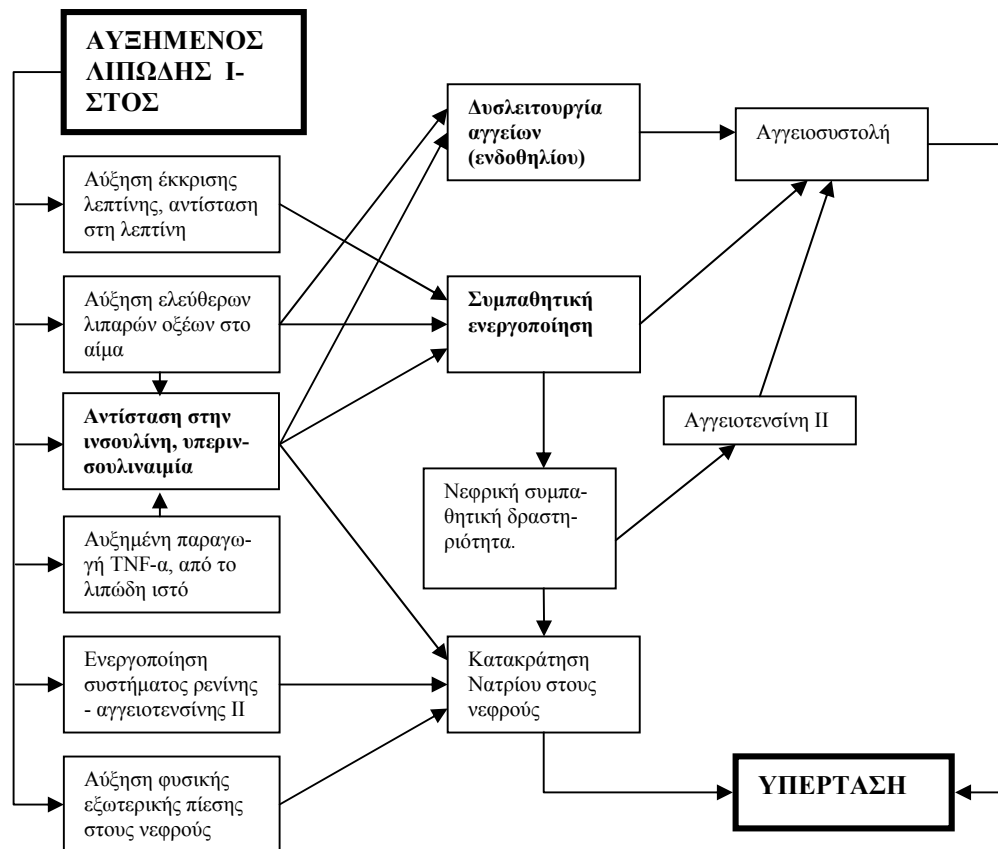
συσχέτιση ανάμεσα στη συστολική αρτηριακή πίεση και τον υποδόριο λιπώδη ιστό στην κοιλιακή χώρα σε παχύσαρκα παιδιά (Owens et al., 1998).

2.5.1. Παράγοντες που συνδέουν την παιδική παχυσαρκία με την υπέρταση

Οι έρευνες για την αποσαφήνιση της σχέσης παχυσαρκίας – υπέρτασης στα παιδιά, επικεντρώνονται σε τρεις κύριους μηχανισμούς: α) Τις διαταραχές στο αυτόνομο νευρικό σύστημα, β) τις αγγει-

ακές δυσλειτουργίες και γ) την αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη. Οι μηχανισμοί αυτοί αλληλεξαρτώνται και ενδέχεται να συνυπάρχουν αυξάνοντας τα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης στα παιδιά με αυξημένο σωματικό λίπος (Sorof & Daniels, 2002).

Οι παράγοντες που φαίνεται να συνδέουν τη παχυσαρκία με την υπέρταση καθώς και οι πιθανές τους επιδράσεις συνοψίζονται στο Σχήμα 2-1.



Σχήμα 2-1 Παράγοντες που φαίνεται να συνδέουν την παχυσαρκία με την υπέρταση. Τα βέλη υποδεικνύουν την πιθανή επίδραση του ενός παράγοντα στον άλλον. (Rahmouni, Correia, Haynes, & Mark, 2005; Davy & Hall, 2004; Montani, Antic, Yang, & Dulloo, 2002; Csabi et al., 1996). Με έντονη γραφή παρουσιάζονται οι παράγοντες που έχουν διερευνηθεί σε παιδιά (Torrance et al. 2007; Sorof & Daniels, 2002).

2.5.1.1. Διαταραχές στο αυτόνομο νευρικό σύστημα

Η παχυσαρκία φαίνεται να συνδέεται με την υπέρμετρη δραστηριοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Οι Riva et al. (2001), αναλύοντας τη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας, βρήκαν αυξημένο συμπαθητικό και μειωμένο παρασυμπαθητικό τόνο σε παχύσαρκους εφήβους. Σε μία μεταγενέστερη ανάλυση μελέτη, οι Rabbia et al. (2003), επιβεβαίωσαν το παραπάνω εύρημα τονίζοντας πώς η συμπαθητική δραστηριότητα ήταν περισσότερο αυξημένη στους εφήβους με ιστορικό παχυσαρκίας μικρότερο των τεσσάρων ετών. Επίσης, στην έρευνα των Gutin et al. (2000), παρατηρήθηκε αρνητική συσχέτιση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας με τη μάζα του σωματικού λίπους και με τον υποδόριο λιπώδη ιστό στην κοιλιακή χώρα, σε παχύσαρκα παιδιά ηλικίας 7 – 11 ετών. Επιπρόσθετα, οι Grassi et al. (1995), αξιολόγησαν τη συμπαθητική δραστηριότητα με μικρονευρογραφία κατά την ηρεμία, σε μια ομάδα παχύσαρκων νορμοτασικών νέων και σε συνομήλικους νορμοτασικούς νέους φυσιολογικού βάρους. Η μυϊκή συμπαθητική δραστηριότητα ηρεμίας βρέθηκε σημαντικά υψηλότερη στους παχύσαρκους νέους. Τέλος, η καρδιακή συχνότητα ηρεμίας και η μεταβλητότητα της αρτηριακής πίεσης στη διάρκεια της ημέρας, αλλά και κατά τη διάρκεια του ύπνου, έχουν βρεθεί να είναι υψηλότερες σε παχύσαρκα παιδιά με υπέρταση, σε σχέση με νορμοτασικά παιδιά φυσιολογικού βάρους (Sorof et al., 2002).

2.5.1.2. Διαταραχές στην αγγειακή δομή και λειτουργία

Οι διαταραχές στην αγγειακή δομή και λειτουργία, έχουν προταθεί ως παράγοντες που προκαλούν αύξηση της πίεσης σε παχύσαρκα παιδιά (Sorof & Daniels, 2002). Η αγγειακή ενδοτικότητα, ως δείκτης της αγγειακής δομής και λειτουργίας, φαίνεται ότι μειώνεται με την αύξηση της ηλικίας από τα πρώτα χρόνια της ζωής (Senzaki et al., 2002). Η αρτηριακή ενδοτικότητα έχει επίσης συσχετιστεί αντίστροφα με τη συστολική πίεση σε μια διαχρονική έρευνα σε νέους, που έδειξε πως οι διαταραχές στην αγγειακή λειτουργία φαίνεται να προηγούνται χρονικά της υπέρτασης και να εμφανίζονται από τα πρώτα χρόνια της εφηβείας (Arnett et al., 2001). Η σωματική σύσταση φαίνεται να επηρεάζει την αγγειακή λειτουργία. Συγκεκριμένα, παχύσαρκοι έφηβοι παρουσίασαν χαμηλότερη μέγιστη αιματική ροή και μεγαλύτερη αγγειακή αντίσταση στον πήχυ, κατά την εκτέλεση ισομετρικής άσκησης με ισχαιμία, σε σχέση με έφηβους κανονικού βάρους (Rocchini et al., 1992). Ομοίως, παιδιά με υψηλά επίπεδα παχυσαρκίας, βρέθηκαν να έχουν σημαντικά χαμηλότερη αρτηριακή διατασιμότητα, και μειωμένη λειτουργία του ενδοθηλίου σε σχέση με παιδιά φυσιολογικού βάρους (Tounian et al., 2001). Στην παραπάνω έρευνα και σ' αυτή των Schutte et al. (2003), η κεντρική παχυσαρκία συσχετίστηκε με χαμηλότερη αγγειακή αγωγιμότητα. Επίσης, στη μελέτη των Whincup et al. (2005), η διατασιμότητα της βραχιόνιας αρτηρίας σε εφήβους, συσχετίστηκε αντίστροφα με το ΔΜΣ, το ποσοστό του σωματικού λίπους, το άθροισμα των δερματοπτυχών, την περιφέρεια της μέσης και το λό-

γο της περιφέρειας μέσης προς την περιφέρεια ισχίων. Η αντίσταση στην ινσουλίνη έχει ενοχοποιηθεί για τις αγγειακές δυσλειτουργίες που προαναφέρθηκαν, αφού συσχετίστηκε σημαντικά με την αυξημένη αγγειακή αντίσταση κατά την ισχαιμική άσκηση (Rocchini et al., 1992), καθώς και με τη δυσλειτουργία του ενδοθηλίου (Tounian et al., 2001).

2.5.1.3. Αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη - υπερινσουλιναιμία

Η αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη έχει συσχετιστεί με το ποσοστό σωματικού λίπους σε παιδιά και εφήβους (Arslanian & Suprasongsin, 1996). Η υπερινσουλιναιμία αναγνωρίζεται ως ένας πιθανός παράγοντας που μπορεί να προκαλέσει υπέρταση σε παχύσαρκα παιδιά (Σχήμα 1), επιδρώντας στην αγγειακή λειτουργία (Rocchini et al., 1992), στη νεφρική λειτουργία (Rocchini et al., 1989) ή/και ενεργοποιώντας το συμπαθητικό νευρικό σύστημα (Csabi et al., 1996). Η άποψη αυτή, βασίζεται στην ύπαρξη θετικής συσχέτισης ανάμεσα στα επίπεδα της ινσουλίνης στο αίμα και την αρτηριακή πίεση σε παιδιά (Nishina et al., 2003; Freedman et al., 1999; Chen et al., 1999). Ωστόσο, η συσχέτιση αυτή δεν παρατηρήθηκε σε όλες τις σχετικές μελέτες. Συγκεκριμένα, στην έρευνα των Lughetti et al. (2000), η ινσουλίνη εξήγησε ένα μικρό ποσοστό από τη διασπορά της συστολικής αρτηριακής πίεσης σε παιδιά. Μάλιστα, το ποσοστό αυτό εκμηδενίστηκε όταν έγινε διόρθωση για άλλους παράγοντες όπως η ηλικία και τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά.

2.6. Συμπαθητική ενεργοποίηση και αρτηριακή πίεση

Υπάρχουν ενδείξεις, ότι η υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά την συμπαθητική ενεργοποίηση είναι δυνατόν να προβλέψει την εμφάνιση υπέρτασης (Matthews et al., 1993; Carroll et al., 2003), υπερτροφίας της αριστερής κοιλίας της καρδιάς (Treiber et al., 2003) ή αθηροσκλήρωσης (Matthews et al., 2006). Οι ενδείξεις αυτές προέκυψαν από τα αποτελέσματα πολυετών ερευνών με επαναληπτικές μετρήσεις. Παρότι η σχέση της υπέρμετρης αύξησης της πίεσης κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση, με τη μελλοντική εμφάνιση των παραπάνω επιπλοκών για την υγεία δείχνει αδιαμφισβήτητη, η ύπαρξη τρίτων παραγόντων που πιθανόν να την εξηγούν σε ένα ποσοστό, δεν επιτρέπει προς το παρόν την κλινική της χρήση (Treiber et al., 2003).

Για τη συμπαθητική ενεργοποίηση έχουν χρησιμοποιηθεί τρία κυρίως πειραματικά μοντέλα: α) Διάφορες νοητικές και ψυχολογικές δοκιμασίες, β) η βύθιση του χεριού σε κρύο νερό και γ) ισομετρική άσκηση με χειροδυναμόμετρο (MacArthur & MacArthur, 1999). Η εκτέλεση ισομετρικής άσκησης στο χέρι προκαλεί, στο πρώτο λεπτό, αύξηση της αρτηριακής πίεσης που φαίνεται να οφείλεται στην αύξηση της καρδιακής συχνότητας και της καρδιακής παροχής. Οι μεταβολές αυτές είναι αποτέλεσμα της απόσυρσης του παρασυμπαθητικού που προκαλείται από την κεντρική εντολή και πιθανόν τη δράση των μηχανοϋποδοχέων. Η περαιτέρω αύξηση της αρτηριακής πίεσης οφείλεται στην αυξημένη συμπαθητική νευρική δραστηριότητα, λόγω της δράσης των μυϊκών χημειοϋποδοχέων (Rowell & O'Leary, 1990). Προγενέστερα, οι Martin et al. (1974) εί-

χαν διερευνήσει την λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος κατά την ισομετρική άσκηση διάρκειας 3 λεπτών και έντασης 30% της μέγιστης εκούσιας συστολής σε νεαρούς άνδρες. Η παραπάνω άσκηση σε ύπτια θέση προκάλεσε αύξηση της αρτηριακής πίεσης ως αποτέλεσμα της αυξημένης καρδιακής παροχής χωρίς σημαντικές μεταβολές στην αγγειακή αντίσταση. Οι ίδιοι ερευνητές εμποδίζοντας την αύξηση της καρδιακής παροχής με τη χρήση της ουσίας propranolol, παρατήρησαν παρόμοια αύξηση της αρτηριακής πίεσης ως αποτέλεσμα της αυξημένης αγγειακής αντίστασης που απέδωσαν σε συμπαθητικογενή αγγειοσυστολή. Φαίνεται, πως η με κάθε διαθέσιμο μέσο του καρδιαγγειακού συστήματος, αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά την ισομετρική άσκηση, αποσκοπεί στη βελτίωση της μειωμένης αιμάτωσης στους εργαζόμενους μύες. Οι Schieken, Clarke, & Lauer (1983), εφαρμόζοντας το ίδιο ακριβώς πρωτόκολλο ισομετρικής άσκησης σε 264 παιδιά και εφήβους με υψηλή, κανονική και χαμηλή αρτηριακή πίεση κατέληξαν στα παρακάτω σημαντικά συμπεράσματα: α) Τα παιδιά που είχαν αυξημένη αρτηριακή πίεση στην ηρεμία, είχαν και αυξημένη πίεση στη διάρκεια της άσκησης. β) Τα παιδιά που στην ηρεμία είχαν αυξημένη καρδιακή παροχή, είχαν και στη διάρκεια της άσκησης αυξημένη καρδιακή παροχή, και γ) τα παιδιά που είχαν στην ηρεμία αυξημένη αγγειακή αντίσταση, είχαν αυξημένη αγγειακή αντίσταση στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης. Φαίνεται πως τα πρώιμα στάδια της υπέρτασης χαρακτηρίζονται από υπερκινητική κυκλοφορία δηλαδή αυξημένα επίπεδα καρδιακής παροχής στην ηρεμία. Στην εδραιωμένη

υπέρταση, θεωρείται ότι έχει γίνει σταδιακή μείωση της καρδιακής παροχής ενώ τα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης διατηρούνται υψηλά εξαιτίας της σταδιακής αύξησης των αγγειακών αντιστάσεων (Julious, 1991, Schieken et al. 1983).

Σημειώνεται τέλος παρενθετικά, ότι στη μελέτη των Schieken et al. (1983) ισομετρική άσκηση διάρκειας 3 λεπτών και έντασης 30% της μέγιστης εκούσιας συστολής, προκάλεσε αύξηση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης κατά μέσο όρο 13 - 14 mmHg στο τρίτο λεπτό της άσκησης τόσο σε παιδιά με υψηλή, όσο και με χαμηλή αρτηριακή πίεση ηρεμίας. Επίσης, στην έρευνα των Ribeiro et al. (2005), ισομετρική άσκηση με τα ίδια χαρακτηριστικά, προκάλεσε αύξηση της μέσης αρτηριακής πίεσης κατά μέσο όρο 13 mmHg σε παχύσαρκα παιδιά, στο τρίτο λεπτό της άσκησης.

2.6.1. Παχυσαρκία και καρδιαγγειακές αποκρίσεις κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση

Τόσο η συνολική όσο και η κεντρική παχυσαρκία, έχουν βρεθεί να επηρεάζουν τις καρδιαγγειακές αποκρίσεις κατά την ενεργοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος σε παιδιά. Στην έρευνα των Ribeiro et al. (2005), τα παχύσαρκα παιδιά παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά την συμπαθητική ενεργοποίηση με ισομετρική άσκηση, σε σχέση με τα παιδιά με κανονικό βάρος. Η σημαντικότερη μελέτη συσχέτισης της κεντρικής παχυσαρκίας με τις καρδιαγγειακές αποκρίσεις σε εφήβους είναι αυτή των Goldbacher et al. (2005). Σε ένα δείγμα 211 υγιών αγοριών και κοριτσιών ηλικίας 14 - 16 ετών, παρατήρησαν μεγαλύτερο

ποσοστό αύξησης της συστολικής πίεσης, κατά το πάγωμα του μετώπου, στα παιδιά με υψηλότερο δείκτη κεντρικής παχυσαρκίας. Μάλιστα τα αγόρια με αυξημένη περίμετρο μέσης και συνεπώς υψηλή κεντρική παχυσαρκία, αύξησαν περισσότερο τη διαστολική πίεση και τις συνολικές περιφερικές αντιστάσεις σε σχέση με τα αγόρια που είχαν μικρότερη περίμετρο μέσης. Σε μια προγενέστερη έρευνα, οι Barnes, Treiber, Davis, Kelley, & Strong (1999) είχαν παρατηρήσει μεγαλύτερη αύξηση της συστολικής πίεσης σε συμπαθητική ενεργοποίηση νορμοτασικών εφήβων με κεντρικότερη κατανομή του σωματικού λίπους. Ωστόσο, οι δοκιμαζόμενοι της μελέτης αυτής, προέρχονταν από οικογένειες με ιστορικό υπέρτασης, γεγονός που περιορίζει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Παρόμοια ευρήματα υπάρχουν και σε ενήλικες: Κατά την ενεργοποίηση του συμπαθητικού συστήματος, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση της συνολικής περιφερικής αντίστασης σε παχύσαρκους άνδρες (Jern, Bergbrant, Bjorntorp, & Hansson, 1992) και γυναίκες (Kuniyoshi et al., 2003). Τέλος, οι Rockstroh, Schmieder, Schachinger, & Messerli (1992), κατά τη διάρκεια ισομετρικής άσκησης, παρατήρησαν μεγαλύτερη αύξηση της συστολικής πίεσης, της περιφερικής αγγειακής αντίστασης και της καρδιακής συχνότητας, σε παχύσαρκους ενήλικες, σε σχέση με δοκιμαζόμενους που είχαν κανονικό βάρος.

Πρέπει να τονιστεί ότι δεν έχει προς το παρόν αποσαφηνιστεί, αν η υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης που εμφανίζουν τα παχύσαρκα παιδιά και τα παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία κατά τη διάρκεια συμπα-

θητικής ενεργοποίησης, σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού ΔΜΣ και με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία αντιστοιχα, οφείλεται σε διαφορετική διακύμανση της καρδιακής παροχής ή της συνολικής περιφερικής αντίστασης των αγγείων τους. Η έλλειψη σχετικών δεδομένων, είναι αποτέλεσμα τόσο της αδυναμίας εκτίμησης των παραπάνω παραμέτρων σε σχετικές μελέτες (Ribeiro et al., 2005) όσο και στις διαφορετικές φυσιολογικές επιδράσεις των τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη συμπαθητική διέγερση (Goldbacher et al., 2005). Πάντως, στην τελευταία μελέτη τα παιδιά με μικρή περίμετρο μέσης, είχαν μειωμένη συνολική περιφερική αντίσταση κατά τη συμπαθητική διέγερση, σε σχέση με τα υπόλοιπα παιδιά που μετρήθηκαν, ανεξάρτητα από τη τεχνική συμπαθητικής διέγερσης που χρησιμοποιήθηκε (δεν εκτελέστηκε ισομετρική άσκηση).

2.6.2. Παράγοντες που συνδέουν την παχυσαρκία με την υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση

Οι μηχανισμοί μέσω των οποίων τα παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζουν υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση, φαίνεται να είναι η αυξημένη συμπαθητική δραστηριότητα, η αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη και οι αγγειακές δυσλειτουργίες. Ταυτίζονται δηλαδή με τους παράγοντες που συνδέουν την παχυσαρκία με την υπέρταση.

Η παχυσαρκία έχει συνδεθεί με αυξημένα επίπεδα συμπαθητικής δραστηριότητας σε εφήβους (Riva et al., 2001; Grassi et al., 1995). Επιπρόσθετα, οι Kuniyoshi et al.

(2003), βρήκαν αυξημένη μυϊκή συμπαθητική δραστηριότητα και μεγαλύτερη αγγειακή αντίσταση στον πήχυ, κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση σε παχύσαρκες γυναίκες. Επομένως, η αυξημένη συμπαθητική δραστηριότητα, ως παράγοντας πρόκλησης μεγαλύτερης αγγειοσυστολής, είναι ένας πιθανός μηχανισμός σύνδεσης της παχυσαρκίας με την υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης, κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση.

Η αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη έχει συσχετιστεί με το ποσοστό σωματικού λίπους σε παιδιά και εφήβους (Arslanian & Suprasongsin, 1996). Η υπερινσουλιναμία συνδέεται με την ενεργοποίηση του συμπαθητικού συστήματος (Csabi et al., 1996). Στη μελέτη των Rocchini et al. (1992), η αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη, συσχετίστηκε με δυσμενείς αλλαγές της αγγειακής δομής σε παχύσαρκους εφήβους. Επίσης, στην έρευνα των Jern et al. (1992), η υπερινσουλιναμία φαίνεται να προκαλέσει υπέρμετρη δραστηριοποίηση των λείων μυϊκών ινών στα αγγεία, επιφέροντας μεγαλύτερη αγγειοσυστολή κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση σε νεαρούς άνδρες. Συμπερασματικά, η υπερινσουλιναμία είναι ένας πιθανός παράγοντας που συνδέει τη παχυσαρκία με την υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης, κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση.

Η παχυσαρκία συνδέεται με διαταραχές στην αγγειακή δομή και λειτουργία (Sorof & Daniels, 2002; Tounian et al., 2001). Τα παχύσαρκα παιδιά είχαν χαμηλότερη αγγειακή αγωγιμότητα στον πήχυ τόσο στην ηρεμία όσο και κατά τη διάρκεια ισομετρικής άσκησης με χειροδυναμόμετρο, σε σχέση με παιδιά φυσιολογικού βάρους

(Ribeiro et al., 2005). Επίσης, η υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση, έχει συσχετιστεί σημαντικά, με δείκτες αθηροσκλήρωσης σε ενήλικους άνδρες (Kamarck et al., 1997). Επομένως, οι διαταραχές στην αγγειακή δομή και λειτουργία φαίνεται να είναι ένας πιθανός παράγοντας σύνδεσης της παχυσαρκίας με την υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης, κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση.

2.7. Φυσική δραστηριότητα και καρδιαγγειακή ευρωστία

Η έγκυρη και αξιόπιστη αξιολόγηση της φυσικής δραστηριότητας στα παιδιά είναι το ζητούμενο στις περισσότερες μελέτες. Ωστόσο, παρά τον μεγάλο αριθμό των τεχνικών που έχουν αναπτυχθεί γι' αυτό το σκοπό, η φυσική δραστηριότητα δεν μπορεί να εκτιμηθεί με υψηλή ακρίβεια (Sirard & Pate, 2001; Welk, Corbin, & Dale, 2000). Ως εκ τούτου, αρκετές μελέτες καταφεύγουν στην αξιολόγηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας που μετράται με μεθόδους που έχουν σχετικά υψηλή ακρίβεια και επαναληψιμότητα. Στην πρόσφατη μελέτη των Dencker et al., (2006) σε παιδιά, η έντονη φυσική δραστηριότητα, όπως εκτιμήθηκε από τη χρήση επιταχυνσιόμετρων, συσχετίστηκε σημαντικά με την μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ($r=0,32$ $n=248$ αγόρια και κορίτσια).

2.8. Καρδιαγγειακή ευρωστία, φυσική δραστηριότητα και αρτηριακή πίεση σε παιδιά

Στους ενήλικες, η υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία έχει συσχετιστεί με χαμηλότερα επίπεδα αρτηριακής πίεσης στην ηρεμία. Άλλωστε, η συστηματική αερόβια άσκηση θεωρείται ως το κυριότερο μη

φαρμακευτικό μέσο για την αντιμετώπιση της υπέρτασης (American College of Sports Medicine, 2004). Ευρήματα που συνδέουν την αρτηριακή πίεση με τη καρδιαγγειακή ευρωστία υπάρχουν και σε παιδιά ή εφήβους. Συγκεκριμένα, σε εφήβους ηλικίας 15-20 ετών, η χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία συσχετίστηκε ανεξάρτητα από άλλους παράγοντες με υψηλή αρτηριακή πίεση στην ηρεμία (Nielsen & Andersen, 2003). Οι Carnethon, Gulati, & Greenland (2005), εξετάζοντας τη σχέση της καρδιαγγειακής ευρωστίας με διάφορους παράγοντες κινδύνου, συμπεράναν πως έφηβοι με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία είχαν χαμηλότερη συστολική πίεση σε σχέση με εφήβους που είχαν χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία. Οι Klasson-Heggebo et al. (2006) επεσήμαναν πως υπάρχει αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στην καρδιαγγειακή ευρωστία και τη συστολική αρτηριακή πίεση σε παιδιά ηλικίας 9 και 15 ετών. Επίσης, στην έρευνα των Becque, Katch, Rocchini, Marks, & Moorehead (1988), ένα πρόγραμμα αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με δίαιτα διάρκειας 20 εβδομάδων σε παιδιά ηλικίας 13 ετών, προκάλεσε μεγαλύτερη μείωση στη συστολική αρτηριακή πίεση από ότι η αντίστοιχη παρέμβαση που έγινε μόνο με δίαιτα. Σημειώνεται πως στις δυο παραπάνω παρεμβάσεις, παρατηρήθηκε παρόμοια μείωση στο σωματικό βάρος, γεγονός που ανεξαρτητοποιεί την ευεργετική επίδραση της αερόβιας προπόνησης. Πάντως, στην έρευνα αυτή δεν βρέθηκε βελτίωση στην καρδιαγγειακή ευρωστία. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα ευρήματα της έρευνας των Shea et al. (1994), όπου έγινε παρακολούθηση της καρδιαγγειακής ευρω-

στίας και της αρτηριακής πίεσης σε 196 παιδιά ηλικίας 5 ετών για 20 μήνες. Τα νεαρά παιδιά που στη διάρκεια της παρακολούθησης βελτίωσαν την καρδιαγγειακή ευρωστία, παρουσίασαν χαμηλότερο ρυθμό αύξησης (λόγω της ενηλικίωσης) της αρτηριακής πίεσης.

Εκτός από τη καρδιαγγειακή ευρωστία, υπάρχουν αρκετά ευρήματα που συνδέουν τη φυσική δραστηριότητα με την αρτηριακή πίεση σε παιδιά. Συγκεκριμένα, στην πρόσφατη έρευνα των Mark & Janssen (2008) σε παιδιά και εφήβους, η έντονη φυσική δραστηριότητα συσχετίστηκε αντίστροφα με τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση. Σε παρόμοιο συμπέρασμα κατέληξε και η μελέτη των Leary et al. (2008) σε 5500 παιδιά ηλικίας 11-12 ετών, με τη διαφορά ότι σημαντικότερο ρόλο φάνηκε να έχει ο όγκος και όχι η ένταση της φυσικής δραστηριότητας.

2.9. Καρδιαγγειακή ευρωστία και κεντρική παχυσαρκία σε παιδιά

Οι Nassis et al. (2004), βρήκαν ότι τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, έχουν χαμηλότερη κεντρική και συνολική παχυσαρκία σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώθηκε και ισχυροποιήθηκε πρόσφατα από τους Lee & Arslanian (2007), που μέτρησαν την καρδιαγγειακή ευρωστία υπολογίζοντας άμεσα τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου των παιδιών που συμμετείχαν, ενώ υπολόγισαν τη κεντρική παχυσαρκία με την μέθοδο της τομογραφίας. Αξίζει να σημειωθεί, πως στη μελέτη αυτή η καρδιαγγειακή ευρωστία συσχετίστηκε αντί-

στροφα τόσο με το σπλαχνικό, όσο και με το υποδόριο λίπος στη κοιλιακή χώρα.

2.10. Ο ρόλος της καρδιαγγειακής ευρωστίας

Η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας, φαίνεται ότι έχει ευεργετική επίδραση στους παράγοντες που προκαλούν αύξηση στα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης σε παχύσαρκα παιδιά, τόσο στην ηρεμία, όσο και κατά τη διάρκεια της συμπαθητικής διέγερσης.

Η αυξημένη καρδιαγγειακή ευρωστία φαίνεται να περιορίζει τις διαταραχές του αυτόνομου νευρικού συστήματος μειώνοντας τη συμπαθητική δραστηριότητα. Στην έρευνα των Gutin et al. (1997), ένα πρόγραμμα άσκησης για βελτίωση της φυσικής κατάστασης σε παχύσαρκα παιδιά, εκτός από τη μείωση στο ποσοστό σωματικού τους λίπους, επέφερε αλλαγές στην αυτόνομη λειτουργία μειώνοντας τη συμπαθητική και αυξάνοντας τη παρασυμπαθητική δραστηριότητα. Ωστόσο, στην έρευνα αυτή, δεν έγινε εφικτή η διάκριση της επίδρασης που είχαν η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας και η μείωση του σωματικού λίπους στην αυτόνομη λειτουργία. Επιπρόσθετα, οι συγγραφείς δεν αναφέρουν τις μεταβολές στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, εξηγώντας τη βελτίωση της ευρωστίας με τη μείωση της καρδιακής συχνότητας σε υπομέγιστης έντασης άσκηση. Πάντως, στη μεταγενέστερη μελέτη των Gutin et al. (2000), παρατηρήθηκε αύξηση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας σε παιδιά ηλικίας 7-11 ετών, μετά από παρέμβαση 4 μηνών με πρόγραμμα αερόβιας άσκησης. Ωστόσο, ενώ η προσαρμογή αυτή συ-

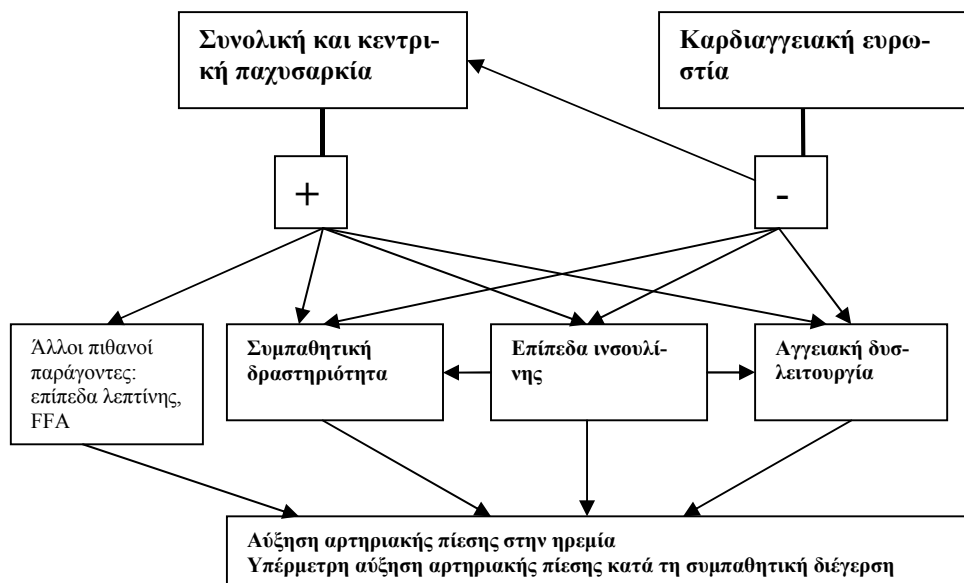
σχετίστηκε με μεταβολές στην έντονη φυσική δραστηριότητα, ήταν ανεξάρτητη από τις παράλληλες αλλαγές σε δείκτες συνολικής και κεντρικής παχυσαρκίας. Επίσης οι Nagai and Moritani (2004), βρήκαν ότι η συστηματική φυσική δραστηριότητα βελτίωσε τη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος σε παχύσαρκα και με κανονικό βάρος παιδιά σχολικής ηλικίας.

Η καρδιαγγειακή ευρωστία έχει συσχετιστεί σημαντικά με την αγγειακή αγωγιμότητα σε παιδιά (Reed et al., 2005). Σε δύο σχετικά πρόσφατες μελέτες, παρατηρήθηκε σημαντική βελτίωση στην αγγειακή λειτουργία παχύσαρκων παιδιών που υποβλήθηκαν σε αερόβια προπόνηση. Μάλιστα, οι προσαρμογές αυτές ήταν ανεξάρτητες από μεταβολές στο ποσοστό σωματικού λίπους και στο δείκτη μάζας σώματος των παιδιών (Woo et al., 2004; Watts et al., 2004). Ιδιαίτερη αναφορά πρέπει να γίνει στην έρευνα των Ribeiro et al. (2005), όπου παχύσαρκα παιδιά εμφάνισαν υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης και περιορισμένη αγγειοδιασταλτική απόκριση στο μυ κατά την εκτέλεση ισομετρικής άσκησης σε σχέση με παιδιά φυσιολογικού βάρους. Τα παχύσαρκα παιδιά χωρίστηκαν στη συνέχεια σε δύο πειραματικές ομάδες. Η μία ομάδα υποβλήθηκε σε πρόγραμμα υποθερμιδικής δίαιτας ενώ η άλλη σε πρόγραμμα συνδυασμού δίαιτας με αερόβια άσκηση. Στα παιδιά και των δύο ομάδων παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στο σωματικό βάρος και στο ΔΜΣ. Σημαντική αύξηση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου παρατηρήθηκε μόνο στα παιδιά

της ομάδας που υποβλήθηκε σε αερόβια προπόνηση. Μετά τις πειραματικές παρεμβάσεις, μειώθηκε σημαντικά το επίπεδο της αρτηριακής πίεσης τόσο στην ηρεμία, όσο και κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση στα παιδιά και των δύο ομάδων, παρουσιάζοντας παρόμοια απόκριση με αυτή των παιδιών που είχαν φυσιολογικό ΔΜΣ. Ωστόσο, η αρτηριακή ενδοτικότητα στο μυ, κατά την ηρεμία αλλά και στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, αυξήθηκε σημαντικά μόνο στα παιδιά που υποβλήθηκαν σε αερόβια προπόνηση (Ribeiro et al., 2005).

Η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας έχει βρεθεί να μειώνει τα επίπεδα ινσουλίνης τόσο σε παχύσαρκα παιδιά (Ferguson et al., 1999), όσο και σε παιδιά με κανονικό βάρος (Schmitz et al., 2002). Στη μελέτη των

Krekoukia et al. (2007), η αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη, συσχετίστηκε με τη συνολική και κεντρική παχυσαρκία, ενώ συσχετίστηκε αντίστροφα με τη φυσική δραστηριότητα των παιδιών που συμμετείχαν. Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι στην έρευνα των Nassis et al. (2005), η αερόβια προπόνηση βελτίωσε την ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη σε παχύσαρκα κορίτσια, χωρίς να παρατηρηθεί μείωση του βάρους και του ποσοστού σωματικού τους λίπους. Συνοψίζοντας, η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας, φαίνεται ότι έχει ευεργετική επίδραση στους παράγοντες που προκαλούν αύξηση στα επίπεδα της αρτηριακής πίεσης σε παχύσαρκα παιδιά, τόσο στην ηρεμία, όσο και κατά τη διάρκεια της συμπαθητικής διέγερσης. Η επίδραση αυτή παρουσιάζεται συνοπτικά στο Σχήμα 2-2.



Σχήμα 2-2 Η επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας στους μηχανισμούς που φαίνεται ότι προκαλούν αύξηση της αρτηριακής πίεσης στην ηρεμία και μεγαλύτερη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά τη συμπαθητική διέγερση σε παχύσαρκα παιδιά.

2.11. Μέτρηση της αρτηριακής πίεσης και των καρδιαγγειακών παραμέτρων με το Finometer

Η συνεχής μέτρηση της αρτηριακής πίεσης σε κάθε καρδιακό κύκλο, με μη επεμβατικό τρόπο, έγινε εφικτή στις αρχές της δεκαετίας του 80 με τη τεχνολογία που εισήγαγε το Finapres. Στη σύγχρονη μορφή της, η τεχνολογία αυτή προσφέρεται από το Finometer, μια φωτοπληθυσμογραφική συσκευή που εκτός από τη μέτρηση και καταγραφή της ανά παλμό αρτηριακής πίεσης, προσφέρει έμμεσα υπολογιζόμενες τιμές καρδιαγγειακών παραμέτρων όπως ο όγκος παλμού (SV), η καρδιακή παροχή (CO) και η συνολική περιφερική αντίσταση των αγγείων (TPR).

2.11.1. Περιγραφή του Finometer

Η συσκευή του Finometer αποτελείται από μια κεντρική μονάδα και τα περιφερειακά της εξαρτήματα (Εικόνα 2.1). Η κεντρική μονάδα περιέχει όλα τα ηλεκτρονικά και μηχανικά συστήματα. Στην επάνω και πρόσθια επιφάνειά της βρίσκονται τα πλήκτρα χειρισμού της συσκευής και μια έγχρωμη οθόνη που φέρνει το χρήστη σε επαφή με τα προγράμματα χειρισμού και καταγραφής των σημάτων. Η κεντρική μονάδα μπορεί να συνδεθεί με υπολογιστή για τη μεταφορά αρχείων με τα δεδομένα των μετρήσεων. Στα περιφερειακά εξαρτήματα περιλαμβάνονται: α) Η συσκευή που τοποθετείται στον καρπό του χεριού και συνδέεται με την κεντρική μονάδα μέσω ενός καλωδίου. Η συσκευή αυτή περιέχει το σύστημα διόρθωσης του ύψους καθώς και τις συνδέσεις της κεντρικής μονάδας με την περιδακτυλίδα.



Εικόνα 2.1. Η φωτοπληθυσμογραφική συσκευή Finometer. Διακρίνεται η κεντρική μονάδα και τα περιφερειακά εξαρτήματα (Ανατύπωση από TNO Finger Pressure Reference Guide).

β) Η περιδακτυλίδα (finger cuff), ένας κυλινδρικός αεροθάλαμος στον οποίο είναι ενσωματωμένος ένας πληθυσμογράφος που αποτελείται από μια πηγή υπέρυθρης ακτινοβολίας και έναν ανιχνευτή φωτός. Η περιδακτυλίδα τοποθετείται στη μεσαία φάλαγγα του δακτύλου στο χέρι από όπου και γίνεται η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης. γ) Το σύστημα διόρθωσης του ύψους που αποτελείται από ένα σωληνάκι στα άκρα του οποίου βρίσκονται δύο αισθητήρες. Το σύστημα αυτό συνδέεται με τη συσκευή του καρπού. δ) Η περιχειρίδα που συνδέεται με τη κεντρική μονάδα και χρησιμεύει στη βαθμονόμηση της αρτηριακής πίεσης. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση της πίεσης με τη κλασική μέθοδο της ακρόασης των ήχων του Korotkoff μέσω του Finometer.

2.11.2. Μέτρηση της αρτηριακής πίεσης

Η λειτουργία του Finometer στηρίζεται στη δυναμική, παλμική αποφόρτιση των αρτηριακών τοιχωμάτων στο δάκτυλο, μέθοδο που εισήγαγε ο Τσέχος Εργοφυσιολόγος Jan Peñáz το 1973. Κατά τη διάρ-

κεια της μέτρησης, οι μεταβολές της αγγειακής διαμέτρου στη μεσαία φάλαγγα του δακτύλου, ανιχνεύονται από τον πληθυσμογράφο της περιδακτυλίδας. Ένας μηχανισμός άντλησης και προώθησης αέρα, ρυθμίζει δυναμικά την πίεση στο θάλαμο της περιδακτυλίδας με τρόπο τέτοιο, ώστε το σήμα του πληθυσμογράφου να διατηρείται σταθερό (Bogert & van Lieshout, 2005). Έτσι επιτυγχάνεται η σταθεροποίηση της αγγειακής διαμέτρου σε μια κατάσταση αποφόρτισης, αφού η πίεση που ασκεί ο παλμός στα εσωτερικά τοιχώματα της αρτηρίας, αντισταθμίζεται από την εξωτερική πίεση του αέρα στο θάλαμο της περιδακτυλίδας και κατ' επέκταση στα εξωτερικά τοιχώματα της αρτηρίας (Peñáz, 1973). Με την τεχνική αυτή, η πίεση του αέρα στην περιδακτυλίδα, ταυτίζεται με την αρτηριακή πίεση στην αρτηρία του δακτύλου και αποτελεί το μέσο εκτίμησης της διακύμανσης της πίεσης από το Finometer (Bogert & van Lieshout, 2005; Imholz, Wieling, Van Montfrans, & Wesseling, 1998). Ο καθορισμός της κατάλληλης διαμέτρου στην οποία θα σταθεροποιηθεί η αρτηρία με τον παραπάνω μηχανισμό, γίνεται με βάση τη μέση διάμετρο, σε μια πίεση όπου το εύρος διακύμανσης του σήματος στο πληθυσμογράφο είναι μέγιστο. Έτσι εφαρμόζεται η αλγοριθμική διόρθωση "Physiocal" που υπολογίζει ένα μέρος της σχέσης όγκου - πίεσης, αναλύοντας το σήμα του πληθυσμογράφου σε διάφορα επίπεδα σταθερών πιέσεων. Με το σύστημα αυτό εξασφαλίζεται σε ένα βαθμό, ότι η διάμετρος αποφόρτισης προσαρμόζεται σε πιθανές αλλαγές στον αιματοκρίτη και τον αγγειοκινητικό τόνο, που έχει δειχθεί ότι την επηρεάζουν (Wesseling, de Wit, van

der Hoeven, van Goudoever, & Settels, 1995).

Η κυματομορφή της αρτηριακής πίεσης, υπόκειται σε παραμορφώσεις καθώς ο παλμός μεταδίδεται από τις κεντρικότερες αρτηρίες στο δάκτυλο (Bos, Van Goudoever, Van Montfrans, Van den Meiracker, & Wesseling, 1996), με αποτέλεσμα οι παλμοί της πίεσης που καταγράφονται στο δάκτυλο να διαφέρουν σε μορφή και να είναι χαμηλότεροι σε επίπεδο, σε σχέση με τους αντίστοιχους στη βραχιόνια αρτηρία (Imholz et al., 1998). Με τη χρήση δύο κατάλληλων εξισώσεων (Gizdulich, Prentza, & Wesseling, 1997) και ενός συστήματος ανίχνευσης της κατακόρυφης απόστασης ανάμεσα στο δάκτυλο και το βραχίονα, το λογισμικό του Finometer επαναφέρει το επίπεδο και τη μορφή της κυματομορφής της πίεσης που καταγράφει, έτσι ώστε να αναφέρονται στην πίεση της βραχιόνιας αρτηρίας (Bogert & van Lieshout, 2005). Ωστόσο, η μέγιστη δυνατή ακρίβεια στη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης επιτυγχάνεται μετά από την εξατομικευμένη βαθμονόμηση της "επιστροφής στη ροή" (Bos et al., 1996). Μετά από τη παραπάνω βαθμονόμηση, οι τιμές της συστολικής, διαστολικής και μέσης αρτηριακής πίεσης που παρέχει το Finometer, έχουν βρεθεί να ικανοποιούν τα Αμερικάνικα κριτήρια εγκυρότητας για ιατρικές συσκευές (ANSI, Association for the Advancement of Medical Instrumentation) (Bos et al., 1996; Guelen et al., 2003), καθώς κι εκείνα της Βρετανικής Εταιρίας Υπέρτασης (BHS) (Schutte, Huisman, van Rooyen, Malan, & Schutte, 2004). Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, δεν φαίνεται να έχει εξεταστεί η εγκυρότητα του Finometer

για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης σε παιδιά. Οι Tanaka, Thulesius, Yamaguchi, Mino, & Konishi, (1994) συγκρίνανε την προγενέστερη συσκευή του Finometer, το Finapres, με τη μέθοδο της ακρόασης των ήχων στη βραχιόνια αρτηρία σε παιδιά. Το Finapres κατέγραψε με ακρίβεια τις τιμές της συστολικής αρτηριακής πίεσης, ενώ παρουσίασε μικρή υποεκτίμηση της διαστολικής πίεσης που οι συγγραφείς απέδωσαν περισσότερο στην ακρίβεια της μεθόδου σύγκρισης παρά σε σφάλμα της συσκευής. Επίσης, από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, δε φαίνεται να υπάρχει έρευνα, που να έχει εξετάσει την επαναληψιμότητα στη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης με το Finometer. Στο Finapres, η επαναληψιμότητα έχει διερευνηθεί με μετρήσεις σε διαφορετικά δάκτυλα, με επαναεφαρμογή της περιδακτυλίδας ή με διαδοχικό άνοιγμα και κλείσιμο της εφαρμογής μέτρησης. Σε όλες τις περιπτώσεις, η μέτρηση της πίεσης από το Finapres έδειξε ικανοποιητική επαναληψιμότητα (Imholz et al., 1998).

2.11.3. Μέτρηση της καρδιακής παροχής με τη μέθοδο Modelflow

Εκτός από την αρτηριακή πίεση και την καρδιακή συχνότητα, η συσκευή Finometer παρέχει συνεχείς τιμές για τον όγκο παλμού, την καρδιακή παροχή και τη συνολική περιφερική αντίσταση των αγγείων χρησιμοποιώντας το μοντέλο των τριών παραγόντων ως μέθοδο “Modelflow” (Bogert & van Lieshout, 2005).

Φαίνεται πως η εισροή του αίματος στην αορτή κατά τη συστολή του μυοκαρδίου, μπορεί να αναπαραχθεί από ένα μη γραμμικό μοντέλο του οποίου οι πιο καθορι-

στικοί παράγοντες είναι η χαρακτηριστική αντίσταση της αορτής και η αρτηριακή ενδοτικότητα. Ο τρίτος λιγότερο καθοριστικός παράγοντας, είναι η περιφερική αγγειακή αντίσταση (Wesseling, Jansen, Settels, & Schreuder, 1993; Bogert & van Lieshout, 2005). Όταν η πίεση του αίματος προς τα τοιχώματα της αορτής είναι μικρή, η εγκάρσια διατομή της αυξάνεται γρήγορα, ενώ όταν είναι μεγάλη η αύξηση είναι πιο αργή. Επομένως, η σχέση που συνδέει την πίεση με την ελαστική «συμπεριφορά» της αορτής δεν είναι γραμμική (Wesseling et al., 1993; Bogert & van Lieshout, 2005). Μπορεί όμως να περιγραφεί σε ένα βαθμό από τις εξισώσεις στις οποίες κατέληξαν οι Langewouters, Wesseling, & Goedhard (1984), μελετώντας τις ιδιότητες της ανθρώπινης αορτής. Οι εξισώσεις αυτές χρησιμοποιούν τις εξατομικευμένες παραμέτρους του φύλου, της ηλικίας, του ύψους και του βάρους προκειμένου να αναπαράγουν τη σχέση πίεσης – διαστάσεων της αορτής για κάθε άτομο ξεχωριστά. Ο Wesseling με τους συνεργάτες του (1993), κάνοντας χρήση των παραπάνω εξισώσεων, διερεύνησαν την ικανότητα του μοντέλου των τριών παραγόντων να υπολογίζει με ακρίβεια την καρδιακή παροχή σε συνδυασμό με την διακύμανση της αρτηριακής πίεσης. Το μοντέλο αυτό έχει ενσωματωθεί στο Finometer για το υπολογισμό της καρδιακής παροχής. Για την καλύτερη δυνατή προσέγγιση των τιμών της αορτικής ροής, ο χρήστης πρέπει να ενημερώσει το λογισμικό για το φύλο, την ηλικία, το βάρος και το ύψος κάθε δοκιμαζόμενου (Bogert & van Lieshout, 2005). Ο Wesseling με τους συνεργάτες του (1993), επεσήμαναν ως κυριότερη αδυναμία του μοντέ-

λου των τριών παραγόντων, τη παράμετρο της μέγιστης εγκάρσιας αορτικής διατομής, όπως αυτή συμμετέχει στις εξισώσεις υπολογισμού της αιματικής ροής στην αορτή. Κι αυτό γιατί στη μελέτη των Langewouters et al. (1984), η παράμετρος αυτή παρουσίασε μεγάλη διασπορά των τιμών της και δεν συσχετίστηκε σημαντικά με την ηλικία. Αν η μέγιστη εγκάρσια διατομή της αορτής κάθε δοκιμαζόμενου μπορούσε να προσδιοριστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια, η καρδιακή παροχή θα υπολογιζόταν επίσης με μεγαλύτερη ακρίβεια (Wesseling et al., 1993). Το Finometer όπως προαναφέρθηκε ενσωματώνει στο λογισμικό του το

μοντέλο των τριών παραγόντων ως μέθοδο “Modeflow”. Η υπολογιζόμενη αιματική ροή σε κάθε καρδιακό κύκλο παρέχει την τιμή του όγκου παλμού (SV) ενώ στην διάρκεια ενός λεπτού παρέχει την τιμή της καρδιακής παροχής (CO). Ο λόγος της μέσης αρτηριακής πίεσης προς τη καρδιακή παροχή παρέχει την τιμή της συνολικής περιφερικής αντίστασης των αγγείων (TPR). Το σύνολο των παραμέτρων που υπολογίζονται από το Finometer παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 2.1. Παράμετροι που υπολογίζονται από τη συσκευή Finometer.

* Παράμετροι που υπολογίζονται με τη μέθοδο των τριών παραγόντων (Modeflow).

Συμβολισμός	Επεξήγηση
SYS	Συστολική αρτηριακή πίεση
DIA	Διαστολική αρτηριακή πίεση
MAP	Μέση αρτηριακή πίεση
HR	Καρδιακή συχνότητα
SV*	Όγκος παλμού (Από την αιματική ροή όπως υπολογίζεται με τη μέθοδο Modeflow.)
CO*	Καρδιακή παροχή (Το γινόμενο του όγκου παλμού με τη καρδιακή συχνότητα.)
TPR*	Συνολική συστεμική περιφερειακή αντίσταση (Ο λόγος της μέσης αρτηριακής πίεσης προς την καρδιακή παροχή.)
IBI	Το χρονικό διάστημα ανάμεσα σε δύο καρδιακούς παλμούς
LVET	Κλάσμα εξώθησης της αριστερής κοιλίας
D/SPTI	Ο χρονικός δείκτης του λόγου της διαστολικής προς τη συστολική πίεση (Ως ένδειξη της προσφοράς και της απαίτησης της καρδιάς σε οξυγόνο.)
PS*HR	Το γινόμενο της πίεσης επί τη καρδιακή συχνότητα (Ως ένδειξη της καρδιακής απαίτησης σε οξυγόνο)
Zao	Η χαρακτηριστική αντίσταση της αορτής
Cw	Η συνολική αρτηριακή ενδοτικότητα

2.11.4. Η εγκυρότητα της μεθόδου Modeflow

Η εγκυρότητα της μεθόδου “Modeflow” έχει εξεταστεί υπολογίζοντας τις διαφορές των τιμών καρδιακής παροχής που παρήγαγε, με αυτές που υπολογίστηκαν ταυτόχρονα από άλλες καθιερωμένες μεθόδους. Οι μελέτες εγκυρότητας έγιναν με τη συμμετοχή υγιών αλλά και ασθενών δοκιμαζόμενων. Τα κυριότερα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από τις μελέτες αυτές είναι:

α) Η μη επεμβατική εκτίμηση της καρδιακής παροχής από τη μέθοδο των τριών παραγόντων (Modeflow) και την αρτηριακή πίεση όπως μετράται στο δάκτυλο, δεν παρέχει υψηλή ακρίβεια. Το συμπέρασμα αυτό, προκύπτει από το μέγεθος των διαφορών που ανιχνεύθηκαν ανάμεσα στη μέθοδο Modeflow και την εκάστοτε μέθοδο σύγκρισης (Wesseling et al., 1993; Houtman, Oesebourg, & Hopman, 1998; Jellema et al., 1999; Jansen et al., 2001; Remmen et al., 2002; Azanji Kenfack et al., 2004; Tam et al., 2004; De Vaal, De Wilde, Van den Berg, Schreuder, & Jansen, 2005).

β) Η κύρια χρησιμότητα της μεθόδου Modeflow, είναι η δυνατότητα παρακολούθησης των μεταβολών της καρδιακής παροχής με ακρίβεια και η απόδοσή τους ως διαφορές από κάποια τιμή ελέγχου. (Tam et al., 2004; Sugawara et al., 2003).

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η παράμετρος της συνολικής περιφερικής αντίστασης των αγγείων που παρέχει το Finometer, στερείται επίσης υψηλής ακρίβειας, καθώς προκύπτει από τις απόλυτες τιμές της καρδιακής παροχής που υπολογίζει η μέθοδος “Modeflow”. Ωστόσο, η παράμετρος αυτή, όπως και η καρδιακή παροχή, μπορεί να αποδοθεί με ακρίβεια ως διαφορά από μία συγκεκριμένη τιμή αναφοράς. Συμπερασματικά, σε εργαστηριακές εφαρμογές που δεν απαιτούνται απόλυτες τιμές της καρδιακής παροχής και της συνολικής περιφερικής αντίστασης, αλλά η εκτίμηση των αλλαγών στις παραμέτρους αυτές σε σχέση με μια τιμή αναφοράς (π.χ. ηρεμία), το Finometer μπορεί να προσφέρει έγκυρα αποτελέσματα (Bogert & van Lieshout, 2005).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Δοκιμαζόμενοι

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 48 υγιή παιδιά και έφηβοι ηλικίας 9 έως 15 ετών. Οι γονείς των παιδιών ενημερώθηκαν γραπτά και προφορικά για τους σκοπούς της έρευνας και τη διαδικασία των μετρήσεων. Στη συνέχεια τους ζητήθηκε να υπογράψουν έγγραφη συγκατάθεση ενώ εξασφαλίστηκε και η έγκριση της αρμόδιας επιτροπής δεοντολογίας. Παιδιά ή έφηβοι που διαπιστώθηκε ότι είχαν ιστορικό υπέρτασης, σακχαρώδους διαβήτη ή υπερχοληστεριναιμίας στην οικογένεια, αποκλείστηκαν από τη μελέτη. Επίσης, εξασφαλίστηκε ότι οι δοκιμαζόμενοι/ες δεν είχαν λάβει κάποια φαρμακευτική αγωγή που να επηρεάζει τις φυσιολογικές λειτουργίες, για τουλάχιστον ένα μήνα πριν τη μέτρηση. Όλες οι μετρήσεις των φυσιολογικών παραμέτρων έγιναν μεταξύ 10:00 πμ και 14:00 μμ. Στους συμμετέχοντες σε αυτές, δεν επιτράπη η κατανάλωση τροφής τις τρεις προηγούμενες ώρες. Επίσης, απείχαν από έντονη άσκηση το προηγούμενο εικοσιτετράωρο. Για λόγους συντομίας, τα παιδιά και οι έφηβοι που αποτέλεσαν το δείγμα της παρούσας εργασίας θα αναφέρονται στο εξής ως παιδιά.

3.2. Σωματομετρήσεις - εκτίμηση της σωματικής σύστασης

Όλες οι σωματομετρήσεις έγιναν σύμφωνα με τις τυποποιημένες διαδικασίες (Heyward & Stolarczyk, 1996). Το ύψος των παιδιών μετρήθηκε με ακρίβεια 1 cm και καθώς στέκονταν χωρίς

παπούτσια, με τις φτέρνες ενωμένες, σε όρθια θέση μπροστά από το αναστημόμετρο. Το βάρος μετρήθηκε με ακρίβεια 0,1 kg σε βαθμονομημένη ζυγαριά (SECA, Germany), με ελαφρύ ρουχισμό. Ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ) για κάθε παιδί προέκυψε από τον υπολογισμό: $\Delta\text{Μ}\Sigma = \text{βάρος (Kg)} / \text{ύψος}^2 (\text{m}^2)$. Το ποσοστό του σωματικού λίπους εκτιμήθηκε με τη μέθοδο απορρόφησης ακτίνων X διπλής ενέργειας (DXA ή DEXA). Η περιφέρεια της μέσης και η περιφέρεια των ισχίων μετρήθηκαν με ακρίβεια 1 cm χρησιμοποιώντας εύκαμπτη ανελαστική μεζούρα. Η περιφέρεια της μέσης χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης κεντρικής παχυσαρκίας. Τέλος, μετρήθηκε με δερματοπτυχόμετρο (Harpender Skinfold Caliper RH15 9LF, Body Care, England) το πάχος 2 κεντρικών και 2 περιφερικών δερματοπτυχών. Συγκεκριμένα, ως κεντρικά σημεία μετρήθηκαν οι δερματοπτυχές στην υποπλάτια και υπερλαγόνια περιοχή, ενώ ως περιφερειακά σημεία οι δερματοπτυχές του τρικεφάλου και της κνήμης. Κάθε δερματοπτυχή μετρήθηκε τρεις φορές και καταγράφηκε η μέση τιμή των μετρήσεων. Με βάση τις εξισώσεις των Slaughter et al. (1988), έγινε μία δευτερεύουσα εκτίμηση του ποσοστού σωματικού λίπους των παιδιών που συμμετείχαν. Η κατανομή του σωματικού λίπους εκτιμήθηκε με βάση το λόγο του αθροίσματος των δερματοπτυχών στα κεντρικά σημεία, προς το άθροισμα των δερματοπτυχών στα περιφερικά σημεία (Trunk to Extremity Ratio, TER).

Μετά την ολοκλήρωση των σωματομετρήσεων, τα παιδιά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες: α) με κανονικό βάρος και β) υπέρβαρα και παχύσαρκα, ανάλογα με το δείκτη μάζας σώματος και σύμφωνα με τα διεθνή κριτήρια (Cole, Bellizzi, Flegal, & Dietz, 2000). Επίσης, η ομάδα των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών χωρίστηκε με βάση τη διάμεσο σε δύο υποομάδες ανάλογα με την περίμετρο μέσης, που χρησιμοποιήθηκε ως δείκτης κεντρικής παχυσαρκίας.

3.3. Εκτίμηση καρδιαγγειακής ευρωστίας

Η παράμετρος της καρδιαγγειακής ευρωστίας εκτιμήθηκε με τη δοκιμασία της ικανότητας αεροβίου έργου στους 170 παλμούς ανά λεπτό (IAE₁₇₀). Για τη δοκιμασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν κυκλοεργόμετρο (Monark, Ergomedic 828 E, Sweden) και ένας τηλεμετρικός καρδιοταχογράφος (POLAR Electro, Finland) για τη μέτρηση της καρδιακής συχνότητας. Το πρωτόκολλο μέτρησης περιελάμβανε 9 λεπτά άσκησης στο κυκλοεργόμετρο, με ρυθμό 50 περιστροφών το λεπτό και αύξηση της αντίστασης ανά 3 λεπτά. Η αρχική επιβάρυνση ήταν ανάλογη του φύλου, της ηλικίας και του ΔΜΣ του παιδιού, ενώ οι επιβαρύνσεις του δεύτερου και τρίτου σταδίου ρυθμίστηκαν ανάλογα με την καρδιακή συχνότητα στο τελευταίο λεπτό του προηγούμενου σταδίου. Η ικανότητα αεροβίου έργου στους 170 παλμούς ανά λεπτό (Kp/min) υπολογίστηκε με βάση τις επιβαρύνσεις και την καρδιακή συχνότητα στο δεύτερο και το τρίτο 3λεπτο.

Η εγκυρότητα της μεθόδου αυτής για την εκτίμηση της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου σε παιδιά είναι μέτρια έως υψηλή ($r = 0,56 - 0,90$) σε σχέση με τη μέθοδο άμεσου προσδιορισμού της VO_{2max} (Bouchard, Malina, Hollman, & Leblanc, 1977). Στη πρόσφατη έρευνα των Krekoukia et al. (2007) η επαναληψιμότητα της μεθόδου αυτής βρέθηκε επίσης υψηλή ($r = 0.94$).

Επειδή το δείγμα των παιδιών της παρούσας μελέτης είχε ένα μεγάλο εύρος σωματομετρικών χαρακτηριστικών, υπολογίστηκε η σχετική ικανότητα IAE₁₇₀, μετά από διαίρεση των επιβαρύνσεων στο κυκλοεργόμετρο με το σωματικό βάρος κάθε παιδιού (Kp/kg/min). Επίσης, έγινε μετατροπή των τιμών της παραμέτρου αυτής σε τυπικές τιμές Z (z-scores), σύμφωνα με τις σύγχρονες νόρμες των McMurray, Harrell, Bradley, Deng, & Bangdiwala (2003), που αφορούν ένα μεγάλο δείγμα Καυκάσιων παιδιών από τις Η.Π.Α. Τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά και τα παιδιά με κανονικό βάρος, χωρίστηκαν με βάση τη διάμεσο των τυπικών τιμών z σε δύο υποομάδες με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία.

3.4. Αξιολόγηση καρδιαγγειακών παραμέτρων

Για την αξιολόγηση των καρδιαγγειακών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκε η φωτοπληθυσμογραφική συσκευή Finometer (FMS, Finapres Medical Systems BV, The Netherlands). Συγκεκριμένα, το Finometer χρησιμοποιήθηκε για την ανά παλμό καταγραφή της συστολικής, διαστολικής και μέσης αρτηριακής

πίεσης στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια ισομετρικής άσκησης. Επίσης, εκτιμήθηκαν οι μεταβολές στον όγκο παλμού, την καρδιακή συχνότητα, την καρδιακή παροχή, τη συνολική περιφερική αντίσταση των αγγείων και τη συνολική αρτηριακή ενδοτικότητα, που επέφερε η ισομετρική άσκηση σε σχέση με τις τιμές ηρεμίας. Σημειώνεται ότι η χρήση της παραπάνω συσκευής, προσέφερε τη δυνατότητα αξιολόγησης του τρόπου με τον οποίο προέκυψαν οι μεταβολές της μέσης αρτηριακής πίεσης, ως αποτέλεσμα μεταβολών στις περιφερειακές αντιστάσεις και στην καρδιακή παροχή, σε κάθε μία από τις υποομάδες του πειραματικού σχεδιασμού. Η ανάλυση των δεδομένων που καταγράφηκαν από το Finometer έγινε με το λογισμικό πρόγραμμα Beatscope 1.1.

3.5. Ισομετρική άσκηση

Η ενεργοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος έγινε με ισομετρική άσκηση, με τη χρήση ενός χειροδυναμόμετρου (Model 78010, Lafayette Instrument Company, Lafayette, USA). Το χειροδυναμόμετρο αυτό είναι αναλογικό και παρέχει ενδείξεις (σε κιλά) της δύναμης που ασκήθηκε σε κάθε προσπάθεια. Η μέγιστη δύναμη κάθε παιδιού μετρήθηκε στο πλαίσιο των προκαταρκτικών μετρήσεων μετά από τρεις μέγιστες προσπάθειες ανά 2 λεπτά, από τις οποίες καταγράφηκε η μεγαλύτερη τιμή. Στη διάρκεια του πρωτοκόλλου μέτρησης μετά από περίπου 20 λεπτά, κάθε παιδί κλήθηκε να ασκήσει στο χειροδυναμόμετρο σταθερή πίεση, που αντιστοιχούσε στο 30% της μέγιστης εκού-

σιας συστολής του (MVC) για τρία συνεχόμενα λεπτά. Στις μελέτες των Ribeiro et al. (2005) και Schieken et al. (1983), ισομετρική άσκηση με τα ίδια χαρακτηριστικά, προκάλεσε αύξηση της μέσης αρτηριακής πίεσης κατά μέσο όρο 13mmHg σε παιδιά, στο τρίτο λεπτό της άσκησης. Παρόμοιες μεταβολές της αρτηριακής πίεσης παρατηρήθηκαν και σε μελέτες με ενήλικες, κατά την εκτέλεση του ίδιου πρωτοκόλλου ισομετρικής άσκησης σε χειροδυναμόμετρο (Rockstroh et al., 1992; Ferrara et al., 1991). Κατά την ισομετρική άσκηση καταγράφηκαν η συστολική, η διαστολική και η μέση αρτηριακή πίεση, η καρδιακή συχνότητα, ο όγκος παλμού, η καρδιακή παροχή, η συνολική περιφερική αντίσταση των αγγείων, η συνολική αρτηριακή ενδοτικότητα και ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας.

3.6. Διαδικασία μετρήσεων

Όλες οι μετρήσεις έγιναν σε χώρους που ήταν όσο γίνεται πιο ευχάριστοι και ήσυχοι. Η θερμοκρασία διατηρήθηκε στους 20 – 22 °C, για την αποφυγή πιθανών καρδιαγγειακών μεταβολών εξαιτίας της ενεργοποίησης μηχανισμών θερμορύθμισης. Κάθε παιδί εξετάστηκε ατομικά, χωρίς την παρουσία άλλων παιδιών ώστε να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή κατάσταση ηρεμίας κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Στα πρώτα λεπτά της εξέτασης έγινε εξοικείωση με το χώρο. Παράλληλα, κάθε παιδί ενημερώθηκε για τη διαδικασία της μέτρησης. Στη συνέχεια μετρήθηκαν το βάρος, το ύψος, οι περιφέρειες μέσης και ισχίων, το ποσοστό σω-

ματικού λίπους (DXA) και οι δερματοπτυχές με τις διαδικασίες που προαναφέρθηκαν. Επίσης, κάθε παιδί εκτέλεσε τρεις μέγιστες προσπάθειες στο χειροδυναμόμετρο για την εκτίμηση της δύναμης στη μέγιστη εκούσια συστολή.

Για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης και των υπόλοιπων καρδιαγγειακών παραμέτρων, κάθε παιδί τοποθετήθηκε σε καθιστή θέση, φροντίζοντας ώστε η πλάτη του να στηρίζεται κανονικά και τα πόδια του να είναι σε επαφή με το πάτωμα σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικανικής Καρδιολογικής Εταιρίας (A.H.A., 2005). Τα χέρια του στηρίχθηκαν σε χαλαρή θέση δεξιά και αριστερά από τον κορμό έτσι ώστε το μέσο του κάθε βραχίονα να βρίσκεται περίπου στο ύψος της καρδιάς. Η ισομετρική άσκηση εκτελέστηκε με το κυρίαρχο χέρι. Για το λόγο αυτό, οι συσκευές απαγωγής των σημάτων τοποθετήθηκαν στο αντίθετο χέρι κάθε δοκιμαζόμενου. Συγκεκριμένα, η περιδακτυλίδα του Finometer τοποθετήθηκε στη μεσαία φάλαγγα του μέσου δακτύλου ή του δείκτη έτσι ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή εφαρμογή σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Στο βραχίονα του ίδιου χεριού τοποθετήθηκε η κατάλληλου μεγέθους περιχειρίδα (small adult size) σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικανικής Καρδιολογικής Εταιρίας (A.H.A., 2005). Στη συνέχεια έγινε η βαθμονόμηση “Return to flow” και η ενημέρωση της κεντρικής μονάδας του Finometer με τα ατομικά χαρακτηριστικά του κάθε παιδιού, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, έτσι ώστε να

επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ακρίβεια στις μετρήσεις.

3.6.1. Πρωτόκολλο

Όταν εξασφαλίστηκε ότι το Finometer παρείχε καθαρό σήμα, δόθηκαν προφορικές οδηγίες από τον εξεταστή, έτσι ώστε ο δοκιμαζόμενος/η να χαλαρώσει και να αποφεύγει τις κινήσεις και την ομιλία. Μετά από 5 λεπτά απόλυτης ηρεμίας και εφόσον είχαν σταθεροποιηθεί η καρδιακή συχνότητα και η αρτηριακή πίεση, ξεκίνησε η καταγραφή των δεδομένων από το Finometer για 5 συνεχόμενα λεπτά. Οι τιμές ηρεμίας κάθε παραμέτρου υπολογίστηκαν με βάση τη μέση τιμή της, στη διάρκεια αυτού του 5λέπτου.

Μετά την καταγραφή των σημάτων στη διάρκεια των 5 λεπτών ηρεμίας, χωρίς ο δοκιμαζόμενος/η να αλλάξει θέση, καλούνταν να ασκήσει σταθερή πίεση στο χειροδυναμόμετρο με το κυρίαρχο χέρι, ίση με το 30% της ατομικής του μέγιστης εκούσιας συστολής για 3 λεπτά. Κατά την ισομετρική άσκηση, ο πήχης του δεξιού χεριού στηριζόταν σε οριζόντια θέση στο πλάι του κορμού. Πριν, αλλά και κατά την διάρκεια της ισομετρικής άσκησης δίνονταν σαφείς προφορικές οδηγίες και γινόταν ενδεδειγμένος έλεγχος ώστε ο δοκιμαζόμενος/η να μην κρατάει την αναπνοή του/της, αλλά να αναπνέει ελεύθερα και με κανονικό ρυθμό. Έτσι, αποφεύχθηκε κάθε επίδραση από πιθανή μανούβρα του Valsalva, στις αιμοδυναμικές αλλαγές που επέφερε η ισομετρική άσκηση (Ewing, Kerr, Leggett, & Murray, 1976). Οι τιμές των αιμοδυναμικών παραμέτρων κατα-

γράφονταν καθ' όλη τη διάρκεια των τριών λεπτών της ισομετρικής άσκησης. Στις αναλύσεις των επιδράσεων της ισομετρικής άσκησης στις αιμοδυναμικές παραμέτρους, χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή τους, στη διάρκεια των τελευταίων 15 δευτερολέπτων κάθε λεπτού. Για την αξιολόγηση των επιδράσεων της ισομετρικής άσκησης στον όγκο παλμού, την καρδιακή παροχή, τη συνολική περιφερική αντίσταση των αγγείων και την αρτηριακή ενδοτικότητα, εκτιμήθηκαν οι διαφορές των τιμών των παραμέτρων αυτών σε σχέση με τις τιμές ηρεμίας και όχι οι απόλυτες τιμές τους.

3.7. Εξοπλισμός

Για τους σκοπούς της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα:

- Η φωτοπληθυσμογραφική συσκευή Finometer (FMS, Finapres Medical Systems BV, The Netherlands). Με τη συσκευή αυτή μετρήθηκαν η συστολική, διαστολική και μέση αρτηριακή πίεση, η καρδιακή συχνότητα και ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας, καθ' όλη τη διάρκεια του πρωτοκόλλου. Επίσης εκτιμήθηκαν οι μεταβολές από την τιμή ηρεμίας της καρδιακής παροχής, του όγκου παλμού, της συνολικής περιφερικής αντίστασης των αγγείων και της αρτηριακής ενδοτικότητας των αγγείων κατά τη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης. Πριν από κάθε μέτρηση, έγινε ενημέρωση του λογισμικού της συσκευής με τα ατομικά χαρακτηριστικά κάθε παιδιού (φύλο, ηλικία, βάρος και ύψος), για τη βέλτιστη δυνατή εκτίμηση της καρδιακής παροχής από τη μέθοδο “Modelflow”. Η βαθμονόμηση της πίεσης που παρέχει η συσκευή στον αεροθάλαμο έγινε με την εφαρμογή ενός ανεροειδούς μανομέτρου και έλεγχο των ενδείξεων σε δύο διαφορετικές πιέσεις (50 και 100 mmHg). Το σύστημα διόρθωσης της υψομετρικής διαφοράς ανάμεσα στο δάκτυλο και τον βραχίονα βαθμονομήθηκε τόσο στο ίδιο επίπεδο (0 cm) όσο και σε κατακόρυφη απόσταση 50 cm. Για τη βαθμονόμηση “return to flow”, χρησιμοποιήθηκε περιχειρίδα (Riester, small adult size) ο αεροθάλαμος της οποίας είχε διαστάσεις 11 x 16 cm. Οι διαστάσεις αυτές αναλογούν σε ένα μεγάλο εύρος διαμέτρων του βραχίονα για τις ηλικιακές κατηγορίες των παιδιών και των εφήβων που μετρήθηκαν, σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικανικής Καρδιολογικής Εταιρίας (A.H.A, 2005). Στο λογισμικό του Finometer ήταν ενεργοποιημένες οι εξισώσεις διόρθωσης της αρτηριακής πίεσης (default), έτσι ώστε να αναφέρεται στο επίπεδο της βραχιόνιας αρτηρίας. Επίσης ήταν ενεργοποιημένη η αυτόματη βαθμονόμηση του πληθυσμογράφου “Physical”. Τα δεδομένα των μετρήσεων καταγράφηκαν και αναλύθηκαν με το λογισμικό πρόγραμμα Beatscope 1.1 που παρέχει ο κατασκευαστής.
- Οστεοπυκνόμετρο Lunar DPX-MD (Lunar Radiation, Madison, WI, USA) που στη διεθνή βιβλιογραφία συμβολίζεται ως DXA ή DEXA (dual energy X-ray absorptiometry) για τον προσδιορισμό της σωματικής σύστασης. Η μέθοδος περιλαμ-

βάνει τη μέτρηση απορρόφησης ακτίνων X διπλής ενέργειας. Πρόκειται για μια τεχνική στην οποία η επεξεργασία των ακτίνων X 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. Το DXA βαθμονομούνται πριν από κάθε μέτρηση σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή.

- Δερματοπτυχόμετρο (Harpender Skinfold Caliper RH15 9LF, Body Care England). Κάθε δερματοπτυχή μετρήθηκε τρεις φορές και καταγράφηκε η μέση τιμή των μετρήσεων.
- Αναστημόμετρο και ζυγαριά ακριβείας (SECA, Germany). Επίσης, εύκαμπτη ανελαστική μεζούρα για τη μέτρηση των περιμέτρων της μέσης και των ισχίων.
- Κυκλοεργόμετρο (MON-ARK - Ergomedic 828E, Sweden) για τη δοκιμασία της ικανότητας αεροβίου έργου (PWC₁₇₀).

3.8. Υπολογισμοί

- Δείκτης μάζας σώματος: $\Delta\text{ΜΣ} = \text{βάρους (Kg)} / \text{ύψους}^2 (\text{m}^2)$.
 - Υπολογισμός της ικανότητας αεροβίου έργου ($\text{IAE}_{170/\text{Kg}}$)
- $$\text{IAE}_{170} = \frac{(W_3 - W_2)}{(HR_3 - HR_2)} \cdot (170 - HR_3) + W_3$$
- (Kpm/Kg/min)

Όπου W_2 , W_3 η παραγωγή έργου (σε Kp ανά χιλιόγραμμα σωματικού βάρους) στο 2^ο και 3^ο στάδιο αντίστοιχα και HR_2 , HR_3 η καρδιακή συχνότητα κατά τα τελευταία 45 δευτερόλεπτα του 2^{ου} και 3^{ου} σταδίου αντίστοιχα.

- Οι τυπικές τιμές Z (Z scores) της IAE_{170} υπολογίστηκαν για κάθε παιδί με βάση τον τύπο:

$$zscore = \frac{X_a - \bar{X}}{S}$$

Όπου X_a είναι η ατομική επίδοση κάθε παιδιού, $\bar{X}$ είναι η μέση επίδοση των παιδιών της ηλικίας και του φύλου κάθε παιδιού σύμφωνα με τη νόρμα των McMurray et al., (2003). Και S είναι η τυπική απόκλιση της μέσης επίδοσης των παιδιών της ίδιας νόρμας. Είναι φανερό ότι ο τύπος αυτός υπολογίζει πόσες τυπικές αποκλίσεις πάνω ή κάτω από τη μέση τιμή της επίδοσης των παιδιών για τη συγκεκριμένη ηλικία και φύλο, βρίσκεται η επίδοση κάθε παιδιού της παρούσας μελέτης.

- Υπολογισμός του ποσοστού σωματικού λίπους των παιδιών με χρήση του πάχους των δερματοπτυχών (Slaughter et al., 1988).

$$\begin{aligned} \text{♂ \% fat} &= [0.735 \cdot (\text{δερματοπτυχή τρικεφάλου} + \text{δερματοπτυχή κνήμης})] + 1 \\ \text{♀ \% fat} &= [0.61 \cdot (\text{δερματοπτυχή τρικεφάλου} + \text{δερματοπτυχή κνήμης})] + 5.1 \end{aligned}$$

Η κατανομή του σωματικού λίπους στον κορμό και την περιφέρεια εκτιμήθηκε με βάση τον ακόλουθο υπολογισμό:

TER (Trunk to Extremity Ratio)
= υποπλατιαία + υπερλαγώνια /
τρικεφαλική + κνήμης (δερμα-
τοπτυχές)

- Το παράγωγο RPP (Rate Pressure Product) ως δείκτης της καρδιακής απαίτησης σε οξυγόνο $RPP = \text{συστολική αρτηριακή πίεση} \cdot \text{καρδιακή συχνότητα}$
- Ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς (LVET) διορθώθηκε ως προς την καρδιακή συχνότητα (LVET Index) σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο (Martin et al., 1974) :
$$LVET \text{ Index} = LVET + 1.7 \cdot (\text{Καρδιακή συχνότητα})$$
- Η διαφορά του καρδιακού δείκτη από την ηρεμία (ΔCI) προέκυψε από τον υπολογισμό:
$$\Delta CI = \text{καρδιακή παροχή } (\Delta) / \text{επιφάνεια του σώματος. Η επιφάνεια του σώματος (BSA) κάθε δοκιμαζόμενου/ης υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση:}$$
$$BSA \text{ (m}^2\text{)} = 0.024265 \times \text{βάρος (kg)}^{0.5378} \times \text{ύψος (cm)}^{0.3964}$$

(Haycock, Schwartz & Wisotski, 1978)

σε ανεξάρτητα δείγματα ($\Delta M \Sigma \times \text{επίπεδο καρδιαγγειακής ευρωστίας} \times \text{χρόνος ή επίπεδο κεντρικής παχυσαρκίας} \times \text{χρόνος}$) με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στον παράγοντα χρόνο. Οι κυριότερες εξαρτημένες μεταβλητές ήταν η συστολική (SYS), η διαστολική (DIA) και η μέση αρτηριακή πίεση (MAP), η καρδιακή συχνότητα (HR), ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας (LVET), το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας επί τη συστολική πίεση (RPP) και οι μεταβολές στον όγκο παλμού (ΔSV), στην καρδιακή παροχή (ΔQ), στον καρδιακό δείκτη (ΔCI), στη συνολική περιφερική αντίσταση των αγγείων (ΔTPR), και στη συνολική αρτηριακή ενδοτικότητα (ΔCw). Ως συν-μεταβλητές τέθηκαν η ηλικία και το φύλο. Η ανάλυση των διαφορών ανάμεσα στα παιδιά με κανονικό βάρος και τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά στην ηρεμία, έγινε με t-test για ανεξάρτητα δείγματα. Για τις συσχετίσεις χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης r του Pearson. Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το: $\alpha = 0.05$.

3.9. Στατιστική ανάλυση

Η ανάλυση της επίδρασης του επιπέδου καρδιαγγειακής ευρωστίας και της κεντρικής παχυσαρκίας στις αιμοδυναμικές παραμέτρους στα παιδιά και τους εφήβους με κανονικό βάρος και στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά, έγινε με τη χρήση ανάλυσης συνδιασποράς (ANCOVA)

Πίνακας 3.1. Σχηματική αναπαράσταση μοντέλου ανάλυσης συνδιασποράς (ANCOVA)

Παράγοντες	Παράμετρος			
Δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ)	Παιδιά με κανονικό βάρος		Υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά	
Καρδιαγγειακή ευρωστία	χαμηλή	υψηλή	χαμηλή	υψηλή
Κεντρική παχυσαρκία	-----	-----	χαμηλή	υψηλή
Χρόνος:				
Ηρεμία	Μέση τιμή (5')	Μέση τιμή (5')	Μέση τιμή (5')	Μέση τιμή (5')
1 ^ο λεπτό ισομετρικής άσκησης	Μέση τιμή (0'45''- 1')	Μέση τιμή (0'45''- 1')	Μέση τιμή (0'45''- 1')	Μέση τιμή (0'45''- 1')
2 ^ο λεπτό ισομετρικής άσκησης	Μέση τιμή (1'45''- 2')	Μέση τιμή (1'45''- 2')	Μέση τιμή (1'45''- 2')	Μέση τιμή (1'45''- 2')
3 ^ο λεπτό ισομετρικής άσκησης	Μέση τιμή (2'45''- 3')	Μέση τιμή (2'45''- 3')	Μέση τιμή (2'45''- 3')	Μέση τιμή (2'45''- 3')

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. Χαρακτηριστικά δείγματος

Στον Πίνακα 4.1, παρατίθενται τα χαρακτηριστικά του δείγματος της παρούσας μελέτης στο σύνολο του και χωρισμένο σε

δύο ομάδες: α) υπέρβαρα και παχύσαρκα και β) με κανονικό βάρος παιδιά, ανάλογα με το δείκτη μάζας σώματος και σύμφωνα με τα διεθνή κριτήρια διαχωρισμού (Cole et al., 2000).

Πίνακας 4.1. Δημογραφικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος (Μέση τιμή ± τυπική απόκλιση).

	Συνολικά	Υπέρβαρα/παχύσαρκα	Με κανονικό βάρος
n	48	24	24
Αγόρια (n)	28	17	11
Κορίτσια (n)	20	7	13
Ηλικία (έτη)	11.60 ± 1.78	11.95 ± 1.81	11.25 ± 1.73
Βάρος (Kg)	51.31 ± 19.90	63.66 ± 19.03 *	38.96 ± 11.35
Ύψος (cm)	150.56 ± 14.45	155.88 ± 14.10	145.25 ± 12.99
ΔΜΣ (kg/m²)	21.82 ± 4.87	25.55 ± 3.70 *	18.08 ± 2.39
Περιφέρεια μέσης (cm)	72.84 ± 14.41	82.78 ± 12.12 *	61.81 ± 6.38 (n=22)
Περιφέρεια ισχίων (cm)	88.57 ± 14.53	98.13 ± 11.84 *	78.10 ± 8.92 (n=22)
WHR (περ. μέσης/περ. ισχίων)	0.82 ± 0.21	0.84 ± 0.07 *	0.80 ± 0.06 (n=22)
Άθροισμα δερματοπτυχών (mm)	81.00 ± 36.52 (n=47)	108.71 ± 26.35 *	52.09 ± 18.74 (n=23)
TER (κεντρ.δερμ. / περιφ.δερμ.)	0.79 ± 0.23 (n=47)	0.90 ± 0.23 *	0.68 ± 0.17 (n=23)
Ποσοστό λίπους (%) (Δερματοπτυχές)	33.20 ± 12.00 (n=47)	42.09 ± 8.31 *	23.94 ± 7.30 (n=23)
Ποσοστό λίπους (%) (DXA)	32.10 ± 10.28 (n=35)	38.83 ± 6.10 *	23.13 ± 7.44 (n=15)
Άλιπη σωματική μάζα (Kg) (Δερματοπτυχές)	32.84 ± 9.10 (n=47)	35.96 ± 9.03 *	29.59 ± 8.15 (n=23)

* $p \leq 0.05$ σε σχέση με τα παιδιά κανονικού βάρους.

4.2 Επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας σε αιμοδυναμικές παραμέτρους

Στον Πίνακα 4.2, παρατίθενται τα δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος, χωρισμένου σε τέσσερις υποομάδες ανάλογα με την παχυσαρκία και την καρδιαγγειακή

ευρωστία (Κ.Ε.). Τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Ε., βρέθηκαν να έχουν μεγαλύτερο ύψος, βάρος, ΔΜΣ, περιφέρεια μέσης και περιφέρεια ισχίων από τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε. ($p \leq 0.05$).

Πίνακας 4.2. Χαρακτηριστικά του δείγματος (μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση) χωρισμένου σε 4 υποομάδες ανάλογα με τη σωματική σύσταση και την καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.).

	Υπέρβαρα/ παχύσαρκα με χαμηλή Κ.Ε.	Υπέρβαρα/ παχύσαρκα με υψηλή Κ.Ε.	Κανονικού βάρους με χαμηλή Κ.Ε.	Κανονικού βάρους με υψηλή Κ.Ε.
n	12	12	12	12
Αγόρια (n)	10	7	4	7
Κορίτσια (n)	2	5	8	5
Ηλικία (έτη)	12.87 $\pm$ 1.24	11.03 $\pm$ 1.86	11.25 $\pm$ 1.87	11.26 $\pm$ 1.65
Βάρος (Kg)	75.8 $\pm$ 15.54 # $\diamond$ *	51.48 $\pm$ 13.84	38.16 $\pm$ 12.03	39.76 $\pm$ 11.11
Ύψος (cm)	163.33 $\pm$ 9.16 # $\diamond$ *	148.42 $\pm$ 14.51	142.25 $\pm$ 13.05	148.25 $\pm$ 12.77
ΔΜΣ (kg/m²)	28.13 $\pm$ 3.01 # $\diamond$ *	22.98 $\pm$ 2.26 § $\blacklozenge$	18.44 $\pm$ 2.72	17.73 $\pm$ 2.06
Περιφέρεια μέσης (cm)	89.75 $\pm$ 11.69 # $\diamond$ *	75.45 $\pm$ 7.45 § $\blacklozenge$	60.70 $\pm$ 6.17 (n=11)	62.82 $\pm$ 6.69 (n=11)
Περιφέρεια ισχίων (cm)	105.00 $\pm$ 9.04 # $\diamond$ *	90.64 $\pm$ 10.00 §	77.70 $\pm$ 9.31 (n=11)	78.45 $\pm$ 8.99 (n=11)
WHR (περ. μέσης/περ. ισχίων)	0.85 $\pm$ 0.09	0.84 $\pm$ 0.06	0.79 $\pm$ 0.05 (n=11)	0.80 $\pm$ 0.06 (n=11)
Άθροισμα δερματοπτυχών (mm)	127.42 $\pm$ 16.29	90.00 $\pm$ 20.55	59.75 $\pm$ 16.55	43.73 $\pm$ 17.99 (n=11)
TER (κεντρ.δερμ./περιφ.δερμ.)	0.99 $\pm$ 0.21	0.81 $\pm$ 0.22	0.65 $\pm$ 0.17	0.71 $\pm$ 0.18 (n=11)e
Ποσοστό λίπους (%) (Δερματοπτυχές)	47.80 $\pm$ 6.56	36.37 $\pm$ 5.50	27.62 $\pm$ 7.03	19.92 $\pm$ 5.37 (n=11)
Ποσοστό λίπους (%) (DXA)	41.32 $\pm$ 5.17 (n=10)	36.33 $\pm$ 6.17 (n=10)	26.01 $\pm$ 7.79 (n=8)	19.84 $\pm$ 5.91 (n=7)
Άλιπη σωματική μάζα (Δερματοπτυχές)	39.13 $\pm$ 7.17	32.79 $\pm$ 9.85	27.25 $\pm$ 7.70	32.14 $\pm$ 8.20 (n=11)

$p \leq 0.05$ μεταξύ των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή Κ.Ε. και των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών με υψηλή Κ.Ε., $\diamond$ $p \leq 0.05$ μεταξύ των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή Κ.Ε. και των παιδιών κανονικού βάρους με χαμηλή Κ.Ε., * $p \leq 0.05$ μεταξύ των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή Κ.Ε. και των παιδιών κανονικού βάρους με υψηλή Κ.Ε., § $p \leq 0.05$ μεταξύ των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών με υψηλή Κ.Ε. και των παιδιών κανονικού βάρους με χαμηλή Κ.Ε., $\blacklozenge$ $p \leq 0.05$ μεταξύ των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών με υψηλή Κ.Ε. και των παιδιών κανονικού βάρους με υψηλή Κ.Ε.

4.2.1. Επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας στην αρτηριακή πίεση

Η καρδιαγγειακή ευρωστία εκτιμήθηκε με την ικανότητα αεροβίου έργου στους 170 παλμούς ανά λεπτό ανά χιλιόγραμμα σωματικού βάρους ($IAE_{170/kg}$). Κατόπιν, έγινε μετατροπή των τιμών της παραμέτρου αυτής σε τυπικές

τιμές Z (z-scores), σύμφωνα με τις σύγχρονες νόρμες των McMurray et al. (2003). Στον Πίνακα 4.3, παρατίθενται οι συσχετίσεις (r) της $IAE_{170/kg}$ και των τυπικών τιμών της (z-scores) με τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, για τις οποίες βρέθηκε στατιστική σημαντικότητα στο σύνολο του δείγματος.

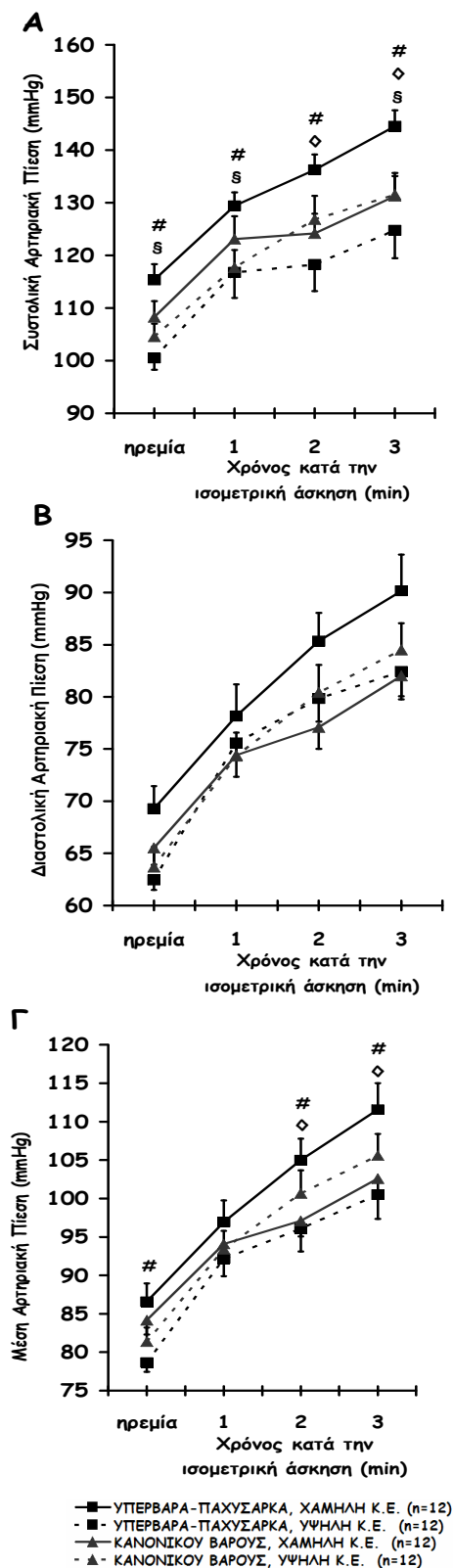
Πίνακας 4.3. Συσχέτιση (r Pearson) μεταξύ της $IAE_{170/kg}$ και των σωματομετρικών χαρακτηριστικών, στο σύνολο του δείγματος. Όλες οι συσχετίσεις είναι στατιστικά σημαντικές ($p \leq 0.001$).

	Περίμετρος μέσης	Περίμετρος ισχίων	ΔΜΣ	Άθροισμα δερματοπτυγών	Ποσοστό λίπους (%) (δερματοπτυχές)
r ($IAE_{170/kg}$)	-0.49	-0.58	-0.58	-0.61	-0.62
r (z-scores)	-0.58	-0.62	-0.65	-0.66	-0.67
n	46	46	48	47	47

Σε όλες τις στατιστικές αναλύσεις της επίδρασης της καρδιαγγειακής ευρωστίας, οι εξαρτημένες μεταβλητές ήταν διορθωμένες για το φύλο και την ηλικία των παιδιών που συμμετείχαν, καθώς οι παράμετροι αυτοί τέθηκαν ως συν-μεταβλητές. Η Κ.Ε. βρέθηκε να έχει κύρια επίδραση στη συστολική αρτηριακή πίεση ($F = 3.989$, $p = 0.05$). Στο Σχήμα 4-1,Α παρουσιάζεται η συστολική πίεση στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, στις υποομάδες που διαχωρίστηκαν με βάση την παχυσαρκία και την Κ.Ε. Τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Ε. είχαν υψηλότερη συστολική πίεση σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε. σε όλη τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας ($p \leq 0.05$). Τονίζεται, ότι η συστολική πίεση των υπέρβαρα

και παχύσαρκων παιδιών με υψηλή Κ.Ε. δε διέφερε σημαντικά από τη συστολική πίεση των παιδιών με κανονικό βάρος ανεξάρτητα από το επίπεδο Κ.Ε.

Στη διαστολική αρτηριακή πίεση δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες με διαφορετική σωματική σύσταση και με υψηλή ή χαμηλή Κ.Ε. (Σχήμα 4-1,Β). Ωστόσο, φαίνεται ότι εξαιτίας κυρίως των διαφορών της συστολικής πίεσης, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Ε., είχαν υψηλότερη μέση αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και στα δύο τελευταία λεπτά της ισομετρικής άσκησης, σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε. (Σχήμα 4-1,Γ).



Σχήμα 4-1 Η συστολική (Α), η διαστολική (Β) και η μέση (Γ) αρτηριακή πίεση (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά με κανονικό βάρος με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε.. Οι μέσες τιμές πίεσης στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης διαφέρουν σημαντικά από την τιμή ηρεμίας σε κάθε ομάδα ($p \leq 0.001$).

(# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε., Δ $p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά με κανονικό βάρος και χαμηλή Κ.Ε., §: $p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά με κανονικό βάρος και υψηλή Κ.Ε.).

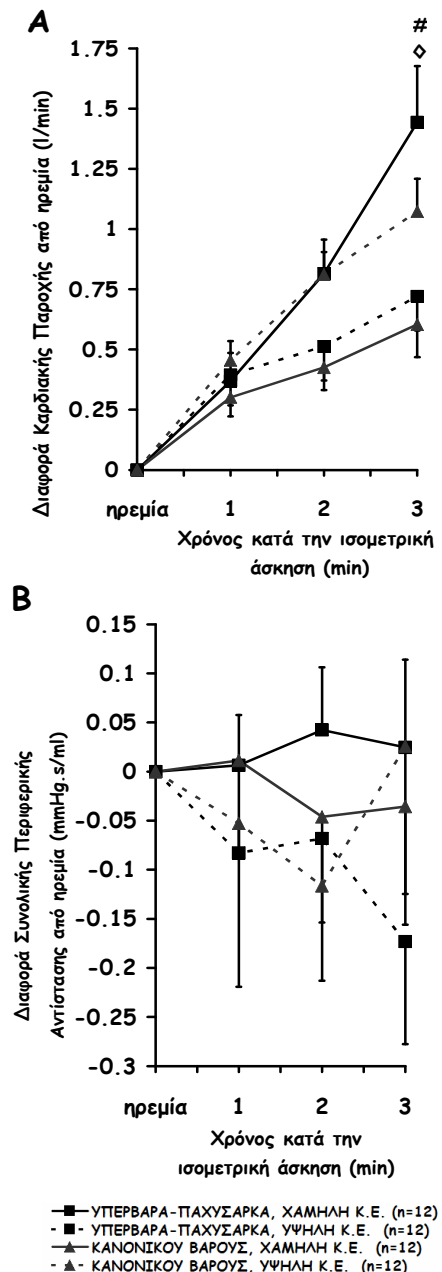
Πρέπει να σημειωθεί, ότι η μέση αρτηριακή πίεση των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με υψηλή Κ.Ε. δε διέφερε σημαντικά από αυτή των παιδιών με κανονικό βάρος, και στα δύο επίπεδα Κ.Ε.

Προκειμένου να διερευνηθεί αν υπήρχαν διαφορές στο ρυθμό αύξησης της συστολικής και μέσης αρτηριακής πίεσης των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή Κ.Ε., από τον αντίστοιχο ρυθμό των άλλων υποομάδων στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, έγινε ανάλυση των διαφορών των παραπάνω πιέσεων από τις τιμές ηρεμίας κάθε ομάδας. Στην ανάλυση αυτή δεν ανιχνεύθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις ομάδες (Επίδραση της παχυσαρκίας και της Κ.Ε. στις διαφορές της συστολικής πίεσης: $p=0.914$, η ίδια επίδραση στις διαφορές της μέσης πίεσης: $p=0.695$).

4.2.2 Επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας σε άλλες αιμοδυναμικές παραμέτρους

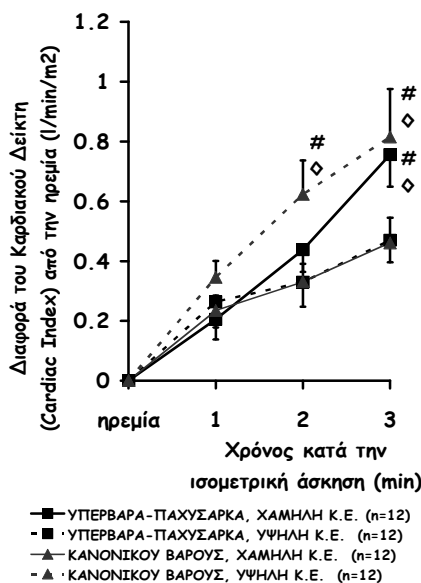
Οι απόλυτες τιμές του όγκου παλμού και της καρδιακής παροχής των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή Κ.Ε., βρέθηκαν να είναι σημαντικά υψηλότερες από αυτές των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με υψηλή Κ.Ε. και των παιδιών με κανονικό βάρος και υψηλή ή χαμηλή Κ.Ε., τόσο στην ηρεμία όσο και κατά την ισομετρική άσκηση ($p < 0.001$). Η μέθοδος “Modeflow”, που χρησιμοποιήθηκε από το Finometer για την εκτίμηση των παραμέτρων αυτών, δεν παρέχει υψηλή εγκυρότητα (Bogert & van Lieshout, 2005). Ωστόσο, στην εκτίμηση των μεταβολών του όγκου παλμού, της καρδιακής παροχής και της συνολικής περιφερικής αντίστασης, σε σχέση με μια τιμή αναφοράς (π.χ. ηρεμία), το Finometer παρέχει έγκυρα αποτελέσματα (Bogert & van Lieshout, 2005). Ως εκ τούτου στις αναλύσεις των παραπάνω παραμέτρων στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, χρησιμοποιήθηκε η διαφορά τους από την τιμή ηρεμίας.

Με βάση τα παραπάνω, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Ε., βρέθηκαν να έχουν μεγαλύτερη αύξηση της καρδιακής παροχής στο τρίτο λεπτό της άσκησης, σε σχέση με τα παχύσαρκα και υπέρβαρα παιδιά με υψηλή Κ.Ε. (Σχήμα 4-2,Α). Αντίθετα, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές σημαντικότητες στις διαφορές της συνολικής περιφερικής αντίστασης ανάμεσα στις τέσσερις υποομάδες κατά την ισομετρική άσκηση, πιθανότατα



Σχήμα 4-2 Η διαφορά της καρδιακής παροχής (Α) και της συνολικής περιφερικής αντίστασης (Β) (μέση τιμή & τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση σε υπέρβαρα / παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά κανονικού βάρους με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε. (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε., $\diamond p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά κανονικού βάρους και χαμηλή Κ.Ε.).

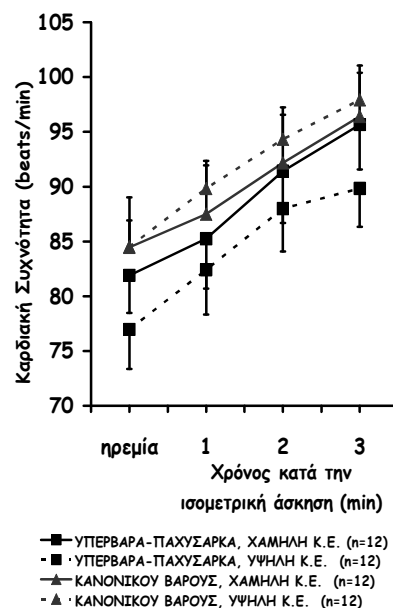
λόγω του αυξημένου τυπικού σφάλματος. (Σχήμα 4-2,B). Σημειώνεται πάντως, ότι η διαφορά της συνολικής περιφερικής αντίστασης από την τιμή ηρεμίας στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Ε., έλαβε θετικό πρόσημο μετά το πρώτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης, ενώ στις υπόλοιπες ομάδες ήταν αρνητική (Σχήμα 4-2,B). Σε μια περαιτέρω προσπάθεια αποσαφήνισης των καρδιαγγειακών αποκρίσεων κατά την ισομετρική άσκηση υπολογίστηκε η διαφορά του καρδιακού δείκτη (Cardiac index) σε σχέση με την τιμή ηρεμίας (Σχήμα 4-3). Φαίνεται πως τα



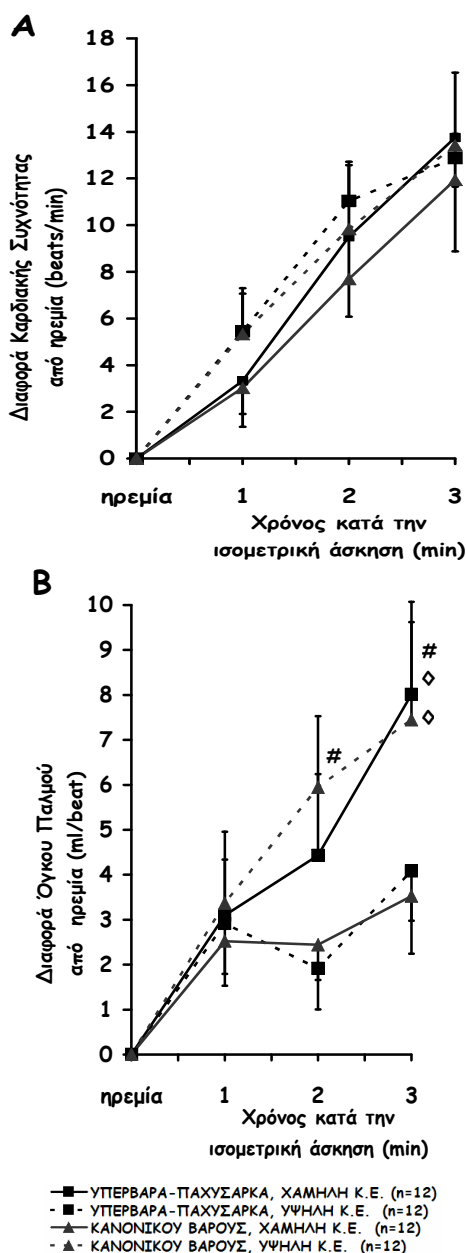
Σχήμα 4-3 Η διαφορά του καρδιακού δείκτη (cardiac index, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση σε υπέρβαρα / παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά κανονικού βάρους με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε. (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε., $\diamond p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά κανονικού βάρους και χαμηλή Κ.Ε.).

υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Ε. είχαν μεγαλύτερη αύξηση του καρδιακού τους δείκτη στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά.

Η καρδιακή συχνότητα δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στις τέσσερις υποομάδες με διαφορετικά επίπεδα παχυσαρκίας και Κ.Ε., τόσο στην ηρεμία, όσο και στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης (Σχήμα 4-4). Επίσης, καμία σημαντικότητα δε βρέθηκε, στην ανάλυση των διαφορών της καρδιακής συχνότητας κατά την ισομετρική άσκηση από την τιμή ηρεμίας κάθε υποομάδας (Σχήμα 4-5,A).



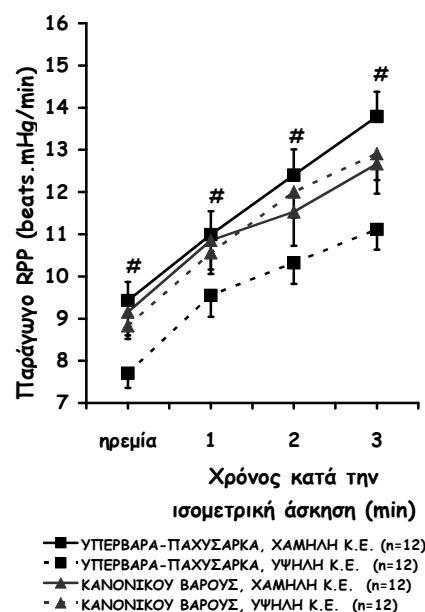
Σχήμα 4-4 Η καρδιακή συχνότητα (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε., καθώς και σε παιδιά με κανονικό βάρος με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε.



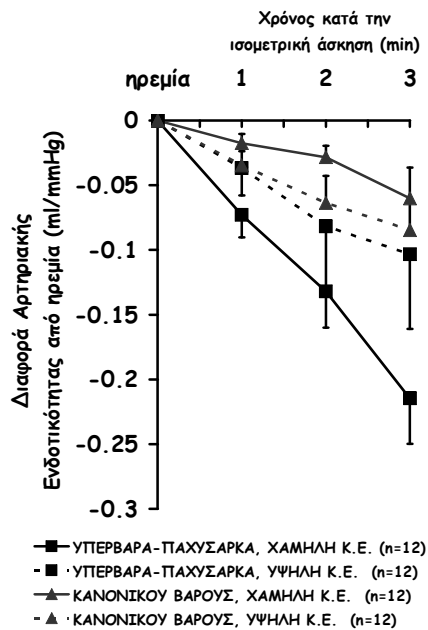
Σχήμα 4-5 Η διαφορά της καρδιακής συχνότητας (Α) και του όγκου παλμού (Β) (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά κανονικού βάρους με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε. (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε., $\diamond p \leq 0.05$ σε σχέση με παιδιά κανονικού βάρους και χαμηλή Κ.Ε.).

Ο όγκος παλμού των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή Κ.Ε., παρουσίασε μεγαλύτερη αύξηση στο τρίτο λεπτό της άσκησης σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε. (Σχήμα 4-5,Β). Το εύρημα αυτό, σε συνδυασμό με την έλλειψη διαφορών στην αύξηση της καρδιακής συχνότητας, εξηγεί τη διαφορά στην αύξηση της καρδιακής παροχής ανάμεσα στις δύο αυτές ομάδες (Σχήμα 4-2,Α).

Το γινόμενο της καρδιακής παροχής επί τη συστολική αρτηριακή πίεση (παράγωγο RPP - Rate Pressure Product) είναι ένας



Σχήμα 4-6 Το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας επί τη συστολική αρτηριακή πίεση (RPP, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά με κανονικό βάρος με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε. (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε.).



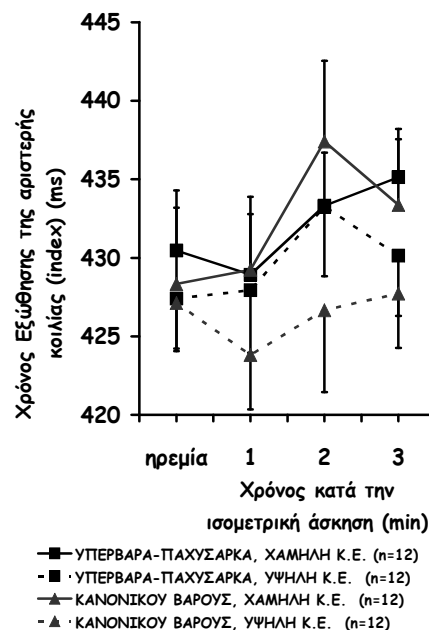
Σχήμα 4-7 Η διαφορά της αρτηριακής ενδοτικότητας (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά κανονικού βάρους με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε.

δείκτης της καρδιακής απαίτησης σε οξυγόνο. Στην παρούσα εργασία, το γινόμενο αυτό ήταν σημαντικά υψηλότερο στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Ε., σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Ε. στην ηρεμία και καθ' όλη τη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης (Σχήμα 4-6).

Η συνολική αρτηριακή ενδοτικότητα μειώθηκε στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης σε όλες τις ομάδες χωρίς σημαντικές διαφορές σε σχέση με τον παράγοντα Κ.Ε. (Σχήμα 4-7). Αντίθετα, ο παράγοντας παχυσαρκία είχε σημαντική επίδραση στην αρτηριακή ενδοτικότητα, με τα παχύσαρκα παιδιά να παρουσιάζουν μεγαλύτερη μείωση της

παραμέτρου αυτής κατά την ισομετρική άσκηση ($p=0.029$).

Ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς, διορθωμένος με την καρδιακή συχνότητα (LVET index) δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στις ομάδες με διαφορετικό επίπεδο παχυσαρκίας και Κ.Ε. (Σχήμα 4-8).



Σχήμα 4-8 Ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς διορθωμένος με την καρδιακή συχνότητα (LVET index, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Κ.Ε.), καθώς και σε παιδιά με κανονικό βάρος με χαμηλή και υψηλή Κ.Ε.

4.3. Επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας σε αιμοδυναμικές παραμέτρους

Η επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας διερευνήθηκε μόνο στο δείγμα των υπέρβαραν και παχύσαρκων παιδιών τα χαρακτηριστικά του οποίου παρατίθε-

νται στον πίνακα 6. Τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία (Κ.Π.), είχαν σημαντικά μεγαλύτερη ηλικία και υψηλότερες τιμές σε όλες τις σωματομετρήσεις με εξαίρεση τον λόγο της περιφέρειας μέσης προς τη περιφέρεια των ισχίων, σε σχέση με τα παιδιά με χαμηλή Κ.Π. (Πίνακας 4.4). Έτσι, μαζί με την ηλικία και το φύλο, τέθηκε ως συν-μεταβλητή

και ο δείκτης μάζας σώματος, προκειμένου να περιοριστεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό η επίδραση των διαφορών των σωματομετρικών χαρακτηριστικών στις εξαρτημένες μεταβλητές.

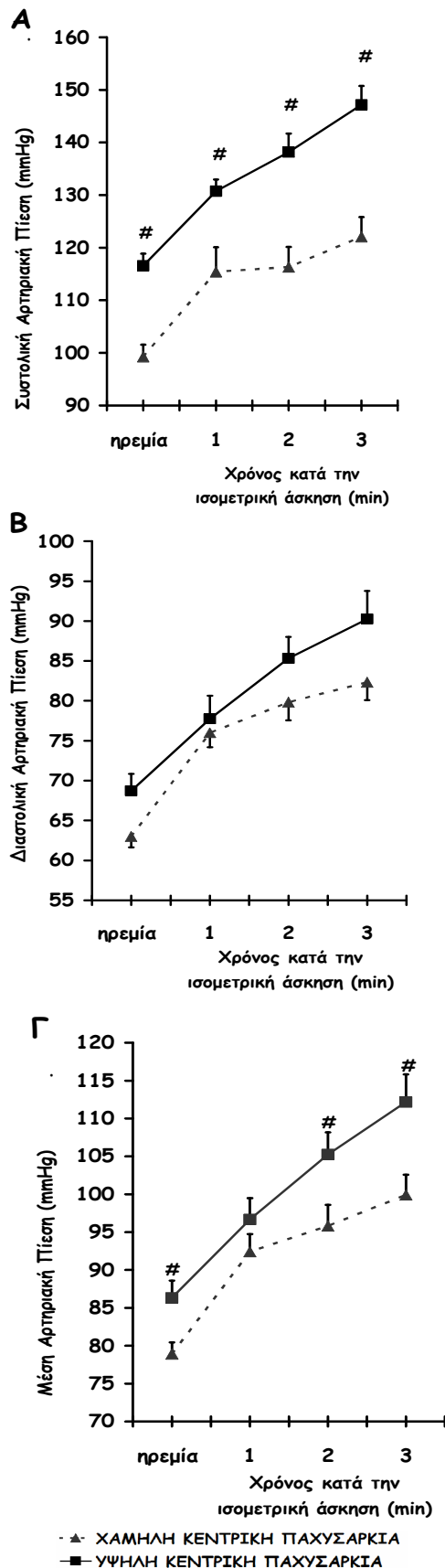
4.3.1 Επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας στην αρτηριακή πίεση

Στο σύνολο των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών (n=24), η

Πίνακας 4.4. Δημογραφικά και σωματομετρικά χαρακτηριστικά (μέση τιμή και τυπική απόκλιση) των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών στο σύνολό τους και χωρισμένα σε δύο ομάδες με χαμηλή και υψηλή κεντρική παχυσαρκία ανάλογα με την περιφέρεια της μέσης.

	Υπέρβαρα - παχύσαρκα (σύνολο)	Υπέρβαρα - παχύσαρκα με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία	Υπέρβαρα - παχύσαρκα με υψηλή κεντρική παχυσαρκία
n	24	12	12
Αγόρια (n)	17	7	10
Κορίτσια (n)	7	5	2
Ηλικία (έτη)	11.95 ± 1.81	10.67 ± 1.27	13.23 ± 1.29 *
Βάρος (Kg)	63.66 ± 19.03	48.43 ± 8.05	78.88 ± 13.66 *
Ύψος (cm)	155.88 ± 14.10	145.25 ± 8.78	166.50 ± 9.62 *
ΔΜΣ (kg/m ²)	25.55 ± 3.70	22.81 ± 1.86	28.30 ± 2.95 *
Περιφέρεια μέσης (cm)	82.46 ± 12.06	72.75 ± 6.43	92.17 ± 7.57 *
Περιφέρεια ισχίων (cm)	97.71 ± 11.76	88.75 ± 6.78	106.67 ± 8.25 *
WHR (περ.μέσης/περ.ισχίων)	0.84 ± 0.07	0.82 ± 0.08	0.87 ± 0.06
Άθροισμα δερματοπτυχών (mm)	108.71 ± 26.35	93.08 ± 21.08	124.33 ± 21.77 *
TER (κεντρ.δερμ./περιφ.δερμ.)	0.90 ± 0.23	0.80 ± 0.23	0.99 ± 0.21 *
Ποσοστό λίπους (%) (δερματοπτυχές)	42.09 ± 8.31	37.59 ± 5.89	46.58 ± 8.11 *
Ποσοστό λίπους (%) (DXA)	38.83 ± 6.10 (n=20)	37.42 ± 5.40 (n=10)	40.23 ± 6.71 (n=10)
Άλιπη σωματική μάζα (δερματοπτυχές)	35.96 ± 9.03	30.10 ± 5.23	41.82 ± 8.26 *

* $p \leq 0.05$ σε σχέση με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία.



Σχήμα 4-9 Η συστολική (Α), η διαστολική (Β) και η μέση (Γ) αρτηριακή πίεση (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ($n=12$) και υψηλή ($n=12$) κεντρική παχυσαρκία (Κ.Π.). Οι μέσες τιμές πίεσης, στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, διαφέρουν σημαντικά ($p \leq 0.001$) από τη μέση τιμή ηρεμίας κάθε ομάδας ($\# p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Π.).

περιφέρεια της μέσης συσχετίστηκε αντίστροφα με την καρδιαγγειακή ευρωστία ($IAE_{170/kg}$, $r = -0.666$, $p < 0.001$, $IAE_{170/kg}$ (z scores) $r = -0.682$, $p < 0.001$).

Η ισομετρική άσκηση προκάλεσε σημαντική αύξηση ($p < 0.001$) της συστολικής, της διαστολικής και της μέσης αρτηριακής πίεσης, σε σχέση με την αντίστοιχη πίεση της ηρεμίας στα παιδιά με χαμηλή και υψηλή Κ.Π. (Σχήμα 4-9). Τα παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία είχαν υψηλότερη συστολική πίεση στην ηρεμία και στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία (Σχήμα 4-9,Α). Επιπλέον ο παράγοντας Κ.Π. βρέθηκε να έχει σημαντική κύρια επίδραση στη συστολική αρτηριακή πίεση ($p=0.05$).

Στη διαστολική αρτηριακή πίεση δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα παιδιά με χαμηλή και υψηλή Κ.Π. (Σχήμα 4-9,Β). Αντίθετα, η μέση αρτηριακή πίεση διέφερε ανάμεσα στις δύο ομάδες, στην ηρεμία και στα δύο τελευταία λεπτά της ισομετρικής άσκησης, με την ομάδα των παιδιών με υψηλή Κ.Π. να έχουν σημαντικά υψηλότερες τι-

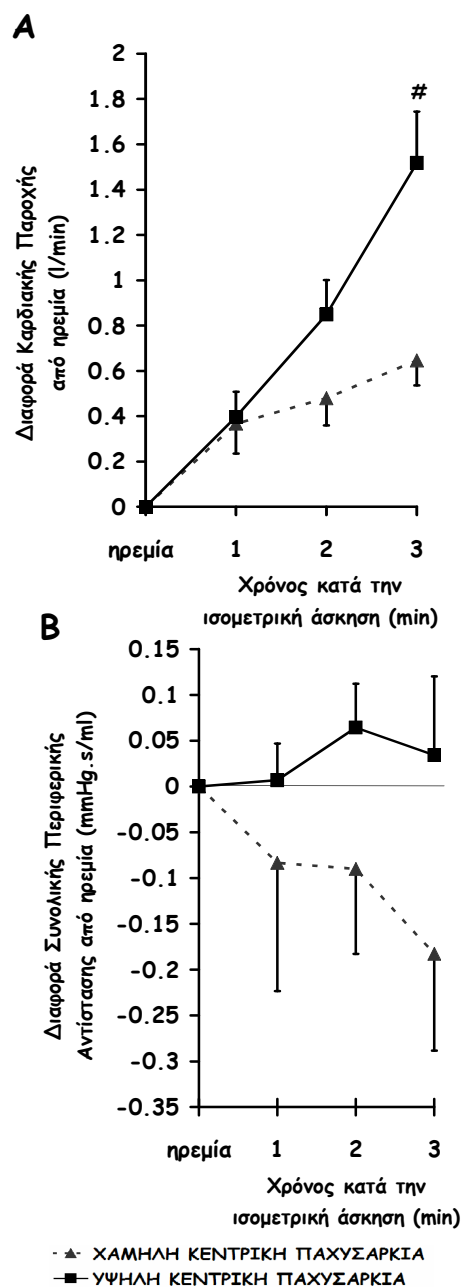
μές μέσης αρτηριακής πίεσης (Σχήμα 4-9,Γ).

Προκειμένου να διερευνηθεί αν υπήρχαν διαφορές στο ρυθμό αύξησης της συστολικής και μέσης αρτηριακής πίεσης των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με υψηλή Κ.Π., από τον αντίστοιχο ρυθμό αύξησης των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή Κ.Π. στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, έγινε ανάλυση των διαφορών των παραπάνω πιέσεων από τις τιμές ηρεμίας κάθε ομάδας. Στην ανάλυση αυτή, δεν ανιχνεύθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες (Επίδραση της Κ.Π. στις διαφορές της συστολικής πίεσης: $p=0.371$, επίδραση της Κ.Π. στις διαφορές της μέσης πίεσης: $p=0.521$).

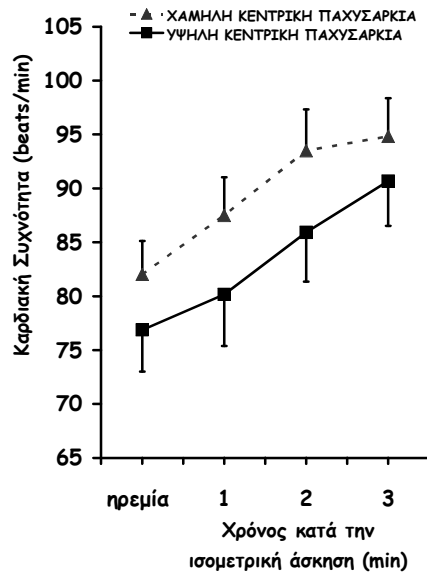
4.3.2. Επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας σε άλλες αιμοδυναμικές παραμέτρους

Τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Π., παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση της καρδιακής παροχής στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή Κ.Π. (σχήμα 4-10,Α). Αντίθετα, οι διαφορές της συνολικής περιφερειακής αντίστασης σε σχέση με την μέση τιμή της ηρεμίας, δε διέφεραν σημαντικά ανάμεσα στις δύο αυτές ομάδες, παρά το γεγονός ότι έλαβαν αντίθετο πρόσημο στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης (Σχήμα 4-10,Β).

Η καρδιακή συχνότητα δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή και χαμηλή Κ.Π., στην ηρεμία και στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης



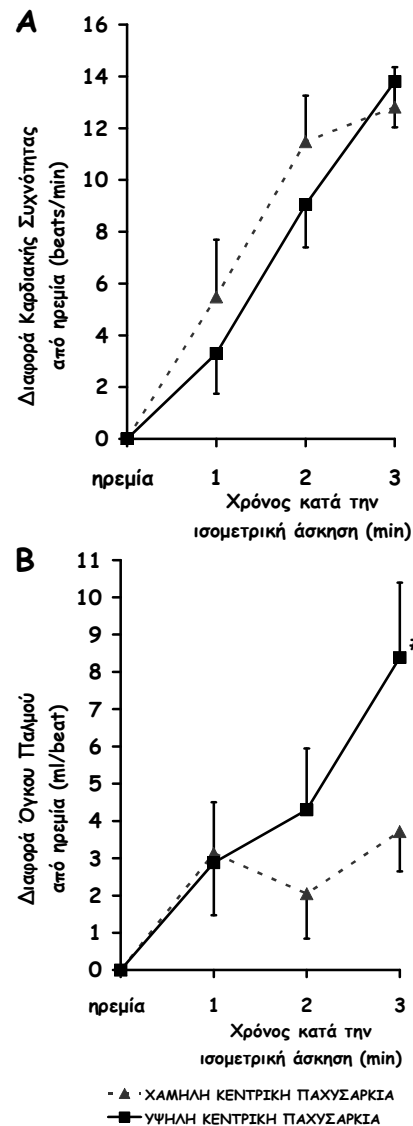
Σχήμα 4-10 Η διαφορά (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) της καρδιακής παροχής (Α) και της συνολικής περιφερειακής αντίστασης των αγγείων (Β) από τις αντίστοιχες τιμές ηρεμίας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ($n=12$) και υψηλή ($n=12$) κεντρική παχυσαρκία ($\# p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).



Σχήμα 4-11 Η καρδιακή συχνότητα (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ($n=12$) και υψηλή ($n=12$) κεντρική παχυσαρκία.

(Σχήμα 4-11). Επίσης, δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στη διαφορά της καρδιακής συχνότητας από την ηρεμία ανάμεσα στις δύο παραπάνω ομάδες (Σχήμα 4-12,A). Ωστόσο, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Π. είχαν μεγαλύτερη αύξηση του όγκου παλμού στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης, σε σχέση με τα παιδιά με χαμηλή Κ.Π. (Σχήμα 4-12,B). Στη διαφορά αυτή φαίνεται να οφείλεται σε μεγάλο βαθμό, η διαφορά στην αύξηση της καρδιακής παροχής που είχαν τα ίδια παιδιά στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης (Σχήμα 4-10,A).

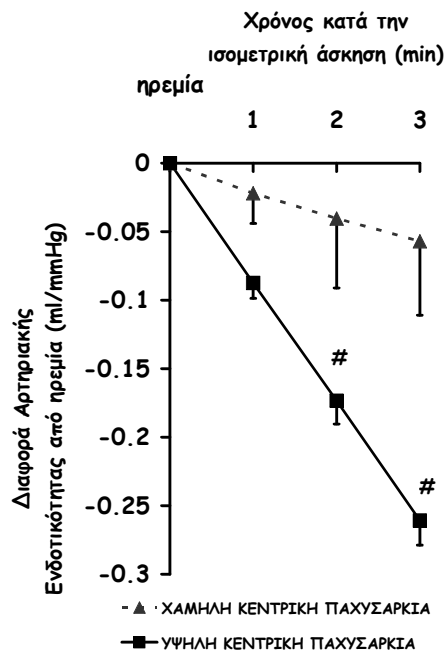
Η ισομετρική άσκηση προκάλεσε μεγαλύτερη μείωση της αρτηριακής ενδοτικότητας στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Π. σε σχέση με τα παιδιά με χαμηλή Κ.Π., στο δεύ-



Σχήμα 4-12 Η διαφορά (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) της καρδιακής συχνότητας (Α) και του όγκου παλμού (Β) από την τιμή ηρεμίας κάθε ομάδας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ($n=12$) και υψηλή ($n=12$) κεντρική παχυσαρκία (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).

τερο και τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης (Σχήμα 4-13).

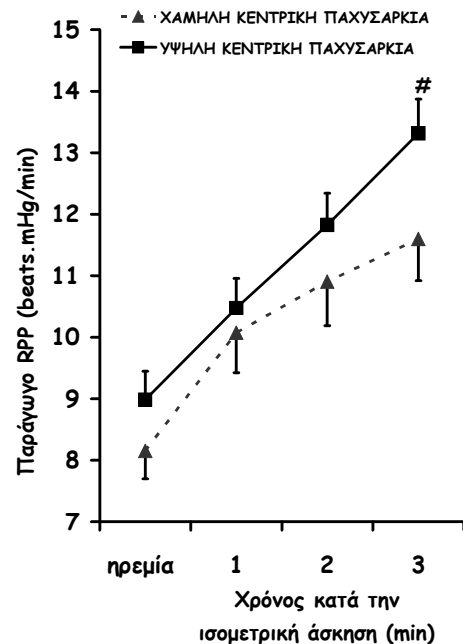
Η καρδιακή απαίτηση σε οξυγόνο, όπως εκτιμήθηκε από



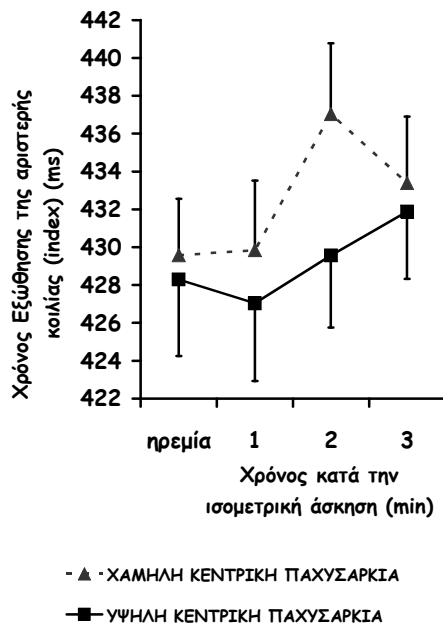
Σχήμα 4-13 Η διαφορά της αρτηριακής ενδοτικότητας (μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) από την τιμή ηρεμίας κάθε ομάδας, κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ($n=12$) και υψηλή ($n=12$) κεντρική παχυσαρκία (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).

το γινόμενο της καρδιακής παροχής επί τη συστολική πίεση (RPP), ήταν μεγαλύτερη στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης, στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή Κ.Π. σε σχέση με τα παιδιά με χαμηλή Κ.Π. (Σχήμα 4-14).

Τέλος, ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς, διορθωμένος με την καρδιακή συχνότητα (LVET index) δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στις ομάδες με διαφορετικό επίπεδο κεντρικής παχυσαρκίας (Σχήμα 4-15).



Σχήμα 4-14. Το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας επί τη συστολική αρτηριακή πίεση (Rate Pressure Product, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ($n=12$) και υψηλή ($n=12$) κεντρική παχυσαρκία (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά και εφήβους με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).



Σχήμα 4-15. Ο χρόνος εξώθησης της αριστερής κοιλίας της καρδιάς διορθωμένος με την καρδιακή συχνότητα (LVET index, μέση τιμή και τυπικό σφάλμα) στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ($n=12$) και υψηλή ($n=12$) κεντρική παχυσαρκία (# $p \leq 0.05$ σε σχέση με υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά και εφήβους με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία).

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Επιδράσεις της καρδιαγγειακής ευρωστίας και της παχυσαρκίας

5.1.1 Η επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας και της παχυσαρκίας στην αρτηριακή πίεση

Το κυριότερο εύρημα της παρούσας έρευνας είναι, ότι τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία είχαν υψηλότερη συστολική αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια καρδιαγγειακής ενεργοποίησης, σε σχέση με τα παχύσαρκα και υπέρβαρα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Σχήμα 4-1,Α). Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει μία από τις υποθέσεις που είχαν διατυπωθεί στο εισαγωγικό κεφάλαιο. Επιπλέον, η συστολική πίεση των εύρωστων υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών, κυμάνθηκε στα επίπεδα της πίεσης των παιδιών με κανονικό βάρος, εύρωστων και μη. Αντίθετα, η συστολική πίεση των παχύσαρκων και υπέρβαρων παιδιών με χαμηλή ευρωστία, βρέθηκε να είναι σημαντικά υψηλότερη στις περισσότερες από τις μεταξύ τους συγκρίσεις, τόσο στην ηρεμία, όσο και στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης (Σχήμα 4-1,Α).

Στην ηρεμία, όπως προαναφέρθηκε, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία είχαν χαμηλότερη συστολική πίεση σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με αποτελέσματα της

βιβλιογραφίας που αφορούν διατμηματικές έρευνες συσχέτισης. Συγκεκριμένα, οι Carnethon et al. (2005), εξετάζοντας τη σχέση της καρδιαγγειακής ευρωστίας με διάφορους παράγοντες κινδύνου σε 3110 εφήβους ηλικίας 12-19 ετών, συμπέραναν πως έφηβοι με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία είχαν υψηλότερη συστολική πίεση σε σχέση με εφήβους με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία. Επίσης, στη μελέτη των Klasson-Heggebo et al. (2006), η καρδιαγγειακή ευρωστία συσχετίστηκε αρνητικά με τη συστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας σε παιδιά ηλικίας 9 και 15 ετών.

Στην παρούσα μελέτη, θα ήταν θεμιτό οι ομάδες με διαφορετικό επίπεδο καρδιαγγειακής ευρωστίας, να έχουν όσο το δυνατόν παρόμοια σωματομετρικά χαρακτηριστικά. Ωστόσο, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία είχαν υψηλότερο βάρος, ανάστημα, ΔΜΣ καθώς και περιφέρειες μέσης και ισχίων από τις άλλες ομάδες (Πίνακας 4.2). Σημειώνεται όμως το γεγονός, ότι στην ανάλυση των διαφορών που προαναφέρθηκαν στις αρτηριακές πιέσεις, ο παράγοντας καρδιαγγειακή ευρωστία βρέθηκε να έχει σημαντική κύρια επίδραση στη συστολική αρτηριακή πίεση. Επίσης, η συστολική πίεση όπως και οι υπόλοιπες μεταβλητές στην ανάλυση των επιδράσεων της καρδιαγγειακής ευρωστίας ήταν διορθωμένη για την ηλικία και το φύλο των παιδιών αφού οι παράμετροι αυτές τέθηκαν ως συν-μεταβλητές. Από τα παραπάνω, φαίνεται πως στην παρούσα μελέτη, η επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας τουλάχιστον

στον στη συστολική αρτηριακή πίεση, ήταν ανεξάρτητη από διαφορές σε σωματομετρικά χαρακτηριστικά.

Η διαστολική αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και κατά την ισομετρική άσκηση, δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στις ομάδες με διαφορετική σωματική σύσταση και επίπεδο καρδιαγγειακής ευρωστίας. (Σχήμα 4-1,B). Βρέθηκε ωστόσο, ότι τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία είχαν υψηλότερη μέση αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και στα δύο τελευταία λεπτά της ισομετρικής άσκησης, σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία (Σχήμα 4-1,B). Αυτό οφείλεται πιθανότατα στις διαφορές της συστολικής αρτηριακής πίεσης.

Αντίθετα με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά, η αρτηριακή πίεση των παιδιών με κανονικό βάρος, δε διέφερε ανάμεσα στις υποομάδες με χαμηλή και υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, στην ηρεμία και κατά την ισομετρική άσκηση (Σχήματα 4-1, A, B, Γ). Παρότι η κοινή επίδραση της παχυσαρκίας και της ευρωστίας στη συστολική και μέση πίεση δεν ήταν στατιστικά σημαντική, είναι προφανές, πως μόνο τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή ευρωστία, επωφελήθηκαν από ευνοϊκότερες αποκρίσεις των αρτηριακών πιέσεων στην ηρεμία και στην ισομετρική άσκηση. Το γεγονός αυτό, τονίζει την ωφελιμότητα της υψηλής καρδιαγγειακής ευρωστίας στην υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών. Η παιδική παχυσαρκία έχει συνδεθεί με διατα-

ραχές στο αυτόνομο νευρικό σύστημα, με αγγειακές δυσλειτουργίες και με αυξημένη αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη, παράγοντες που φαίνεται να προκαλούν αύξηση στην αρτηριακή πίεση των παχύσαρκων παιδιών (Sorof & Daniels, 2002). Ωστόσο, η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας έχει βρεθεί να επιδρά θετικά στις επιπλοκές αυτές μειώνοντας τη συμπαθητική και αυξάνοντας την παρασυμπαθητική δραστηριότητα (Gutin et al., 1997, 2000), βελτιώνοντας την αγγειακή λειτουργία (Woo et al., 2004; Watts et al., 2004) και αυξάνοντας την ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη (Nassis et al., 2005). Επομένως, αν και δεν υπάρχουν άμεσες ενδείξεις, είναι πιθανόν τα εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά της παρούσας μελέτης να επωφελήθηκαν από παρόμοιες ευεργετικές προσαρμογές. Η υπόθεση αυτή θα πρέπει να αξιολογηθεί λαμβάνοντας υπόψη ότι η καρδιαγγειακή ευρωστία έχει υψηλή κληρονομική προδιάθεση (Klissouras, 1971). Ενδέχεται δηλαδή, η υψηλή ευρωστία κάποιων παιδιών της αντίστοιχης ομάδας στην παρούσα εργασία, να οφείλεται στην κληρονομικότητα και όχι στην αυξημένη φυσική δραστηριότητα.

Η συστολική και η μέση αρτηριακή πίεση των υπέρβαρων παιδιών με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, ήταν σημαντικά υψηλότερη από τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, όχι μόνο στην ηρεμία, αλλά και στη διάρκεια της συμπαθητικής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση, ιδιαίτερα στο 2^ο και 3^ο λεπτό

(Σχήματα 4-1, Α, Γ). Φαίνεται μάλιστα, πως στη διάρκεια της άσκησης παρέμειναν σε κάποιο βαθμό οι διαφορές των πιέσεων που παρατηρήθηκαν στην ηρεμία χωρίς να παρατηρηθούν σημαντικές διαφορές στο ρυθμό αύξησής τους. Οι Schieken et al. (1983), εφαρμόζοντας το ίδιο ακριβώς πρωτόκολλο ισομετρικής άσκησης με αυτό της παρούσας μελέτης, βρήκαν ότι τα παιδιά με υψηλή και τα παιδιά με χαμηλή συστολική πίεση στην ηρεμία, είχαν αντίστοιχα υψηλή και χαμηλή συστολική πίεση στη διάρκεια της άσκησης. Αυτό δείχνει, ότι πιθανόν το επίπεδο της συστολικής πίεσης στη διάρκεια του πρωτοκόλλου ισομετρικής άσκησης που εφαρμόστηκε, να εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το επίπεδο της συστολικής πίεσης στην ηρεμία. Επομένως, φαίνεται ότι η ευεργετική επίδραση της αυξημένης καρδιαγγειακής ευρωστίας στη συστολική πίεση αφορά κυρίως τη μείωση του επιπέδου της στην ηρεμία, επίδραση που πιθανότατα διατηρείται και στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης.

Η έρευνα των Ribeiro et al. (2005), παρέχει κάποια πληροφόρηση σχετικά την επίδραση της βελτίωσης της καρδιαγγειακής ευρωστίας στη μέση αρτηριακή πίεση σε παχύσαρκα παιδιά. Σε αυτή την έρευνα αξιολογήθηκε η μέση αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και κατά την εκτέλεση του ίδιου πρωτοκόλλου ισομετρικής άσκησης με την παρούσα μελέτη. Παχύσαρκα και παιδιά με κανονικό βάρος υποβλήθηκαν σε τετράμηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση και δίαιτα. Πριν την παρέμβαση, τα παχύσαρκα

παιδιά είχαν υψηλότερη μέση αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, από τα παιδιά κανονικού βάρους. Μετά την παρέμβαση, που επέφερε σημαντική αύξηση (περίπου 25%) στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της μέσης αρτηριακής πίεσης στα παχύσαρκα παιδιά στην ηρεμία και στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης. Μάλιστα η μείωση της μέσης πίεσης ήταν αρκετή (5-10 mmHg) ώστε να εξαλειφθούν οι διαφορές ανάμεσα στα παχύσαρκα και με κανονικό βάρος παιδιά (Ribeiro et al., 2005). Ωστόσο, στην έρευνα αυτή, η βελτίωση στην καρδιαγγειακή ευρωστία συνοδεύτηκε από μείωση του σωματικού βάρους. Έτσι, οι ερευνητές δεν ήταν σε θέση να αποδείξουν την ανεξάρτητη επίδραση της ευρωστίας στη μέση αρτηριακή πίεση. Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία είχαν χαμηλότερη μέση αρτηριακή πίεση από τα αντίστοιχα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, στην ηρεμία και στα δύο τελευταία λεπτά της ισομετρικής άσκησης (Σχήμα 4-3), εύρημα που συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Ribeiro et al. (2005). Όσο για το αν η επίδραση αυτή της καρδιαγγειακής ευρωστίας, ήταν ανεξάρτητη από διαφορές σε σωματομετρικά χαρακτηριστικά, αυτό μάλλον ισχύει για τη συστολική αρτηριακή πίεση, όπου βρέθηκε σημαντική κύρια επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας. Από τη βιβλιογραφία, δεν είναι εντελώς ξεκάθαρο αν η καρδιαγγειακή ευρωστία επιδρά

στην αρτηριακή πίεση ανεξάρτητα από την παχυσαρκία. Όμως, υπάρχουν μελέτες παρέμβασης (Gutin et al., 2000; Nassis et al., 2005; Woo et al., 2004; Watts et al., 2004) στις οποίες η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας είχε ως αποτέλεσμα τη βελτίωση παραγόντων που έχουν βρεθεί να προκαλούν αύξηση στην αρτηριακή πίεση σε παιδιά (δυσλειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος, ινσουλιναντίσταση, αγγειακές δυσλειτουργίες), ανεξάρτητα από αλλαγές στο σωματικό βάρος. Επομένως, είναι πιθανόν να υπάρχει ανεξάρτητη δράση της καρδιαγγειακής ευρωστίας στην αρτηριακή πίεση σε παιδιά.

Στη μελέτη των Ribeiro et al. (2005), η ισομετρική άσκηση δεν προκάλεσε σημαντικές μεταβολές στη μέση αρτηριακή πίεση των παιδιών με κανονικό βάρος, με αποτέλεσμα η αύξηση της πίεσης που παρουσίασαν τα παχύσαρκα παιδιά να χαρακτηριστεί ως υπέρμετρη. Αντίθετα, στην παρούσα μελέτη οι τέσσερις ομάδες χωρισμένες ανάλογα με τη σωματική σύσταση και το επίπεδο ευρωστίας, δε διέφεραν σημαντικά στο ρυθμό αύξησης της συστολικής και μέσης αρτηριακής πίεσης στη διάρκεια ισομετρικής άσκησης. Επιπλέον, η ισομετρική άσκηση προκάλεσε στα παιδιά με κανονικό βάρος, εύρωστα και μη, σημαντική αύξηση στη μέση αρτηριακή πίεση σε σχέση με την τιμή ηρεμίας. Η ασυμφωνία αυτή των ευρημάτων ανάμεσα στην παρούσα εργασία και αυτή των Ribeiro et al. (2005), πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι η έρευνά μας συμπε-

ριέλαβε στο δείγμα της όχι μόνο παχύσαρκα, αλλά και υπέρβαρα παιδιά όπως και στο ότι ο διαχωρισμός των παιδιών σε ομάδες με υψηλή και χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία έγινε με βάση τη διάμεσο, μειώνοντας έτσι το εύρος της διαφοράς στη συγκεκριμένη παράμετρο ανάμεσα στις ομάδες.

5.1.2 Η επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας και της παχυσαρκίας σε άλλες καρδιαγγειακές παραμέτρους

Η υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα υπόλοιπα παιδιά, φαίνεται να ήταν περισσότερο αποτέλεσμα αύξησης της καρδιακής παροχής και λιγότερο μεταβολών στη συνολική περιφερική αντίσταση των αγγείων (Σχήματα 4-2, A, B). Στην ηρεμία, τα ίδια παιδιά φαίνεται να έχουν υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση λόγω της υψηλότερης καρδιακής παροχής. Η διαπίστωση αυτή, αν και επιβεβαιώθηκε από τη σύγκριση των απόλυτων τιμών της καρδιακής παροχής, δεν μπορεί να υποστηριχθεί καθώς η μέθοδος “modeflow” που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της παραμέτρου αυτής, δεν έχει υψηλή εγκυρότητα (Bogert & van Lieshout, 2005). Ωστόσο στην έρευνα των Schieken et al. (1983), τα παιδιά που κατά την εκτέλεση του ίδιου πρωτοκόλλου ισομετρικής άσκησης με την παρούσα μελέτη είχαν μεγαλύτερες αποκρίσεις της καρδιακής παροχής, παρουσίασαν σημαντικά

υψηλότερες τιμές καρδιακής παροχής στην ηρεμία. Το εύρημα αυτό φαίνεται να ενισχύει την υπόθεση ότι τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ευρωστία, είχαν υψηλότερη καρδιακή παροχή στην ηρεμία σε σχέση με τα υπόλοιπα παιδιά, αφού παρουσίασαν και υψηλότερες τιμές καρδιακής παροχής κατά την ισομετρική άσκηση.

Ο καρδιακός δείκτης (πηλίκο της καρδιακής παροχής προς την επιφάνεια του σώματος) στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία αυξήθηκε περισσότερο κατά το τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά (Σχήμα 4-3). Το αποτέλεσμα αυτό πιθανόν να υποδεικνύει ότι η διαφορά στην μεταβολή της καρδιακής παροχής ανάμεσα στις παραπάνω υποομάδες (Σχήμα 4-2,A) δεν ήταν επίδραση των διαφορών στα σωματομετρικά τους χαρακτηριστικά.

Η καρδιακή συχνότητα στην ηρεμία και κατά την ισομετρική άσκηση, δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στις ομάδες με διαφορετική σωματική σύσταση και επίπεδο καρδιαγγειακής ευρωστίας (Σχήμα 4-4). Επιπλέον, ο ρυθμός αύξησης της καρδιακής συχνότητας κατά την ισομετρική άσκηση ήταν παρόμοιος για τις τέσσερις ομάδες (Σχήμα 4-5,A). Αυτό σημαίνει πως η υψηλότερη καρδιακή παροχή των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή ευρωστία, στην ηρεμία και στη διάρκεια της καρδιαγγειακής ενεργοποίησης, οφείλεται σε υψηλότερο όγκο παλμού. Πράγματι, όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα, τα παιδιά αυτά

είχαν μεγαλύτερη αύξηση του όγκου παλμού στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης σε σχέση με τα εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά (Σχήμα 4-5,B). Στην πρόσφατη μελέτη των Stewart et al. (2007), δεκαέξι ενήλικες ηλικίας 20-27 ετών εκτέλεσαν ισομετρική άσκηση στο 35% της μέγιστης εκούσιας συστολής για δύο λεπτά σε ύπτια θέση. Οι ερευνητές αυτοί βρήκαν ότι η αύξηση της καρδιακής παροχής (~18%) κατά την ισομετρική άσκηση συνοδεύτηκε από αυξημένη φλεβική επιστροφή (προφορτίο), εκτεταμένη σπλαχνική αγγειοσυστολή και αυξημένη συσταλτικότητα του μυοκαρδίου. Η ισομετρική άσκηση στην παρούσα εργασία εκτελέστηκε από παιδιά σε καθιστή θέση ενώ στη μελέτη των Stewart, Montgomery, Glover, & Medow (2007) από ενήλικες σε ύπτια θέση. Ωστόσο δεν μπορεί να αποκλείσει κανείς την πιθανότητα, ένας ή περισσότεροι από τους παράγοντες που προαναφέρθηκαν, ως αποτέλεσμα αυξημένης συμπαθητικής ενεργοποίησης, να προκάλεσαν την υπέρμετρη αύξηση στον όγκο παλμού που παρατηρήθηκε στα μη εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά (Σχήμα 4-5,B). Στα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας παρατηρήθηκε, ότι τα παιδιά με κανονικό βάρος και υψηλή ευρωστία είχαν παρόμοια αύξηση στον όγκο παλμού, στην καρδιακή παροχή και στον καρδιακό δείκτη κατά την ισομετρική άσκηση σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ευρωστία (Σχήματα 4-2,A, 4-3, 4-5,B). Όμως, το γεγονός ότι τα εύρωστα παιδιά με κανονικό βάρος είχαν

σημαντικά χαμηλότερη συστολική αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και κατά την καρδιαγγειακή ενεργοποίηση σε σχέση με τα μη εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά (Σχήμα 4-1,A), φαίνεται να υποδεικνύει διαφορετικές προσαρμογές στην περιφέρεια. Η υπόθεση αυτή ενισχύεται από το γεγονός ότι η παχυσαρκία, βρέθηκε να έχει σημαντική κύρια επίδραση στην αρτηριακή ενδοτικότητα, με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά να παρουσιάζουν μεγαλύτερη μείωση της παραμέτρου αυτής κατά την ισομετρική άσκηση.

Η διαφορά της συνολικής περιφερικής αντίστασης των αγγείων από την τιμή ηρεμίας, στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στις ομάδες με διαφορετική σωματική σύσταση και επίπεδο καρδιαγγειακής ευρωστίας, πιθανότατα εξαιτίας των μεγάλων τυπικών αποκλίσεων της εν λόγω παραμέτρου (Σχήμα 4-2,B). Ωστόσο, στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, η διαφορά αυτή ήταν θετική ενώ στις υπόλοιπες ομάδες ήταν αρνητική στη διάρκεια της καρδιαγγειακής ενεργοποίησης, γεγονός που δείχνει μια πιθανή τάση για αγγειοσυστολή στα παιδιά αυτά. Φαίνεται δηλαδή ότι στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, η υπέρμετρη αύξηση της καρδιακής παροχής κατά την ισομετρική άσκηση πιθανόν να μην αντισταθμίστηκε από μείωση των αγγειακών αντιστάσεων με αποτέλεσμα να έχουν υψηλότερη συστολική αρτηριακή πίεση από τις υπόλοιπες ομάδες.

Τα μη εύρωστα σε σχέση με τα εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά, φαίνεται να είχαν υψηλότερη απαίτηση οξυγόνου στο μυοκάρδιο, όπως έμμεσα προέκυψε από την εκτίμηση του γινομένου της καρδιακής συχνότητας με τη συστολική πίεση (Σχήμα 4-6), επομένως και αυξημένο καρδιακό έργο τόσο στην ηρεμία, όσο και στη διάρκεια της καρδιαγγειακής ενεργοποίησης. Το εύρημα αυτό πιθανόν να αποτελεί μια ένδειξη αυξημένου μεταφορτίου στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή ευρωστία, καθώς η συστολική και μέση αρτηριακή τους πίεση στην ηρεμία και κατά την ισομετρική άσκηση, ήταν σημαντικά υψηλότερες σε σχέση με τα εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά.

Από τη συνολική εκτίμηση της διακύμανσης των παραμέτρων που ρυθμίζουν την αρτηριακή πίεση, προκύπτει το συμπέρασμα ότι στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, η καρδιακή παροχή φέρεται πιθανότατα ως ο κυριότερος ρυθμιστής της συστολικής και μέσης αρτηριακής πίεσης στην ηρεμία και κατά τη συμπαθητική ενεργοποίηση. Αυτού του είδους το αιμοδυναμικό προφίλ (υπερκινητική κυκλοφορία), θεωρείται χαρακτηριστικό της πρώιμης υπέρτασης (Julious, 1991). Συγκεκριμένα, η αυξημένη αρτηριακή πίεση στα πρώτα στάδια της υπέρτασης, χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα καρδιακής παροχής ενώ η αγγειακή αντίσταση παραμένει σε κανονικά επίπεδα. Στην εγκατεστημένη πρωτοπαθή υπέρταση, παρατηρείται μείωση των επιπέδων της καρδιακής παροχής, πιθανότατα

λόγω της σταδιακής μείωσης της απόκρισης των β - αδρενεργικών υποδοχέων και σταδιακή αύξηση της αγγειακής αντίστασης πιθανότατα λόγω δυσμενών αλλαγών στη δομή και λειτουργία των αγγείων, μεταβολές που συντηρούν την αρτηριακή πίεση σε υψηλά επίπεδα (Julious, 1991).

Βασικό αίτιο των καρδιαγγειακών χαρακτηριστικών της πρώιμης υπέρτασης που περιγράφηκαν παραπάνω, είναι η διαταραχή της λειτουργίας του αυτόνομου νευρικού συστήματος, δηλαδή η αυξημένη συμπαθητική και η μειωμένη παρασυμπαθητική δραστηριότητα (Julious, 1991). Στην παρούσα μελέτη δεν έγινε αξιολόγηση της αυτόνομης νευρικής δραστηριότητας των παιδιών που συμμετείχαν. Ως εκ τούτου, πέρα από τους αιμοδυναμικούς δείκτες των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή ευρωστία, δεν υπάρχουν άλλες ενδείξεις που να τεκμηριώνουν αυξημένο συμπαθητικό και μειωμένο παρασυμπαθητικό τόνο στα παιδιά αυτά. Ωστόσο, αυτό είναι κάτι που μπορούμε να υποθέσουμε καθώς τόσο η παχυσαρκία, όσο και η χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, φαίνεται να συνδέονται με αυξημένη συμπαθητική και μειωμένη παρασυμπαθητική δραστηριότητα σε παιδιά και εφήβους. Συγκεκριμένα, οι Riva et al. (2001), αναλύοντας τη μεταβλητότητα της καρδιακής συχνότητας, βρήκαν αυξημένο συμπαθητικό και μειωμένο παρασυμπαθητικό τόνο σε παχύσαρκους εφήβους. Η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας φαίνεται να περιορίζει τις διαταραχές του αυτόνομου νευρικού συστήματος σε παχύσαρκα

παιδιά. Στην έρευνα των Gutin et al. (1997), ένα πρόγραμμα άσκησης για βελτίωση της φυσικής κατάστασης σε παχύσαρκα παιδιά, εκτός από μείωση στο ποσοστό του σωματικού τους λίπους, επέφερε αλλαγές στη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος μειώνοντας τη συμπαθητική και αυξάνοντας την παρασυμπαθητική δραστηριότητα. Ωστόσο, στην έρευνα αυτή, δεν έγινε εφικτή η διάκριση της επίδρασης που είχαν η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας και η μείωση του σωματικού λίπους στη λειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος. Αντίθετα, στη μεταγενέστερη μελέτη των Gutin et al. (2000), παρατηρήθηκε αύξηση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας σε παιδιά ηλικίας 7-11 ετών, μετά από 4μηνη παρέμβαση με αερόβια άσκηση. Η προσαρμογή αυτή, που ήταν ανεξάρτητη από τις αλλαγές που παρατηρήθηκαν σε δείκτες συνολικής και κεντρικής παχυσαρκίας, αποδόθηκε στην αύξηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας.

5.1.3 Οι επιπτώσεις της χαμηλής καρδιαγγειακής ευρωστίας στην υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών

Η υπέρμετρη αύξηση της αρτηριακής πίεσης κατά την καρδιαγγειακή ενεργοποίηση θεωρείται προβλεπτικός παράγοντας για μελλοντική εμφάνιση υπέρτασης, υπερτροφίας της αριστερής κοιλίας της καρδιάς και αθηροσκλήρωσης (Matthews et al., 2006; Treiber et al., 2003; Carroll et al., 2003; Matthews et al., 1993). Στην παρούσα μελέτη,

τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία είχαν υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση κατά την καρδιαγγειακή ενεργοποίηση, σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία. Παρόλα αυτά, ο ρυθμός αύξησης της συστολικής και της μέσης αρτηριακής πίεσης, δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στις δυο ομάδες και συνεπώς η αύξηση αυτή, δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως υπέρμετρη. Είναι αξιοσημείωτο όμως, ότι η ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης διαφέρει ανάμεσα στις δύο ομάδες. Συγκεκριμένα, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, φαίνεται να ρυθμίζουν την αρτηριακή τους πίεση κυρίως μέσω μεταβολών στην καρδιακή παροχή, παρουσιάζουν δηλαδή ένα αιμοδυναμικό προφίλ που συναντάται στα πρώιμα στάδια της υπέρτασης (Julious, 1991). Συμπερασματικά, η χαμηλή ευρωστία στα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά σχετίστηκε με υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και κατά την καρδιαγγειακή ενεργοποίηση, πιθανότατα λόγω της υψηλότερης καρδιακής παροχής. Το χαρακτηριστικό αυτό αποτελεί μία πιθανή ένδειξη, πως τα μη εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο να εμφανίσουν αρτηριακή υπέρταση στο μέλλον. Όπως προαναφέρθηκε, η υψηλή αρτηριακή πίεση που προκαλείται από αυξημένη καρδιακή παροχή, έχει σαν μακροχρόνιο αποτέλεσμα δυσμενείς αλλαγές στη δομή και λειτουργία των αγγείων. Αυτό σημαίνει ότι τα μη εύ-

ρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά πιθανόν να εμφανίσουν μελλοντικά αυξημένη αγγειακή αντίσταση, έναν επιπλέον επιβαρυντικό παράγοντα άμεσα συνδεδεμένο με την αρτηριακή υπέρταση.

5.1.4. Οι θετικές επιδράσεις της υψηλής καρδιαγγειακής ευρωστίας στην υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών

Η συστολική αρτηριακή πίεση των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία βρέθηκε να είναι στα ίδια επίπεδα με αυτή των παιδιών με κανονικό βάρος, ενώ ήταν σημαντικά χαμηλότερη από τη συστολική πίεση των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία. Η διαφορά αυτή στη συστολική πίεση που ήταν εμφανής τόσο στην ηρεμία, όσο και κατά την ισομετρική άσκηση, καθώς και οι πιθανές προσαρμογές σε μηχανισμούς που φαίνεται να προκαλούν αύξηση στην αρτηριακή πίεση, συνθέτουν τις ευεργετικές επιδράσεις της υψηλής καρδιαγγειακής ευρωστίας στην υγεία των παχύσαρκων παιδιών.

Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να υποθέσουμε πως τα παχύσαρκα και υπέρβαρα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, σε σχέση με αυτά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, είχαν χαμηλότερο συμπαθητικό και υψηλότερο παρασυμπαθητικό τόνο. Στην υπόθεση αυτή συνηγορεί έμμεσα το γεγονός, ότι τα εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά, είχαν χαμηλότερη καρδιακή παροχή στην ηρεμία και κατά την ισομετρική άσκηση,

σε σχέση με τα μη εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, φαίνεται πως η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας μετά την εφαρμογή προγραμμάτων αερόβιας άσκησης προκαλεί μείωση της συμπαθητικής (Gutin et al., 1997) και αύξηση της παρασυμπαθητικής δραστηριότητας (Gutin et al., 2000) σε παχύσαρκα παιδιά.

Αν και τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας δεν περιλαμβάνουν άμεσες ενδείξεις, είναι πιθανόν τα παχύσαρκα και υπέρβαρα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, σε σχέση με αυτά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, να είχαν βελτιωμένη αγγειακή λειτουργία. Η εικόνα αυτή υποστηρίζεται από τα ευρήματα μελετών με παρέμβαση σε παχύσαρκα παιδιά. Συγκεκριμένα, οι Woo et al. (2004) και οι Watts et al. (2004), παρατήρησαν σημαντική βελτίωση στην αγγειακή λειτουργία παχύσαρκων παιδιών που υποβλήθηκαν σε αερόβια προπόνηση, ανεξάρτητα από μεταβολές στο ποσοστό σωματικού λίπους και στο δείκτη μάζας σώματος. Επιπρόσθετα, στην έρευνα των Ribeiro et al. (2005), βρέθηκε σημαντική αύξηση της αρτηριακής ενδοτικότητας στο μυ παχύσαρκων παιδιών που υποβλήθηκαν σε αερόβια προπόνηση στην ηρεμία αλλά και στη διάρκεια εκτέλεσης παρόμοιου πρωτοκόλλου ισομετρικής άσκησης με την παρούσα μελέτη. Σημειώνεται ότι οι παραπάνω ερευνητές με εξαίρεση τους Woo et al. (2004), αναφέρουν σημαντική βελτίωση στην καρδιαγγειακή ευρωστία μετά τις

παρεμβάσεις με αερόβια προπόνηση.

Η αντίσταση των ιστών στην ινσουλίνη, που έχει συνδεθεί με την παχυσαρκία σε παιδιά και τους εφήβους (Arslanian & Suprasongsin, 1996), φαίνεται να αυξάνει τη συμπαθητική δραστηριότητα (Csabi et al., 1996) και να προκαλεί αγγειακές δυσλειτουργίες (Rocchini et al., 1992). Η βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας έχει βρεθεί να βελτιώνει την ευαισθησία των ιστών στην ινσουλίνη, ανεξάρτητα από μεταβολές στο σωματικό βάρος σε παχύσαρκα κορίτσια (Nassis et al., 2005). Επομένως, η μείωση της αντίστασης των ιστών στην ινσουλίνη, αποτελεί πιθανότατα μία επιπρόσθετη ευεργετική επίδραση της αυξημένης καρδιαγγειακής ευρωστίας στην υγεία των παχύσαρκων παιδιών.

Η καρδιαγγειακή ευρωστία χρησιμοποιείται ως δείκτης ευρωστίας αλλά και ως δείκτης ύπαρξης φυσικής δραστηριότητας. Το τελευταίο προκύπτει από την υψηλή συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ καρδιαγγειακής ευρωστίας και φυσικής δραστηριότητας (Dencker et al., 2006). Στις παραπάνω παραγράφους παρατέθηκαν μελέτες παρέμβασης στις οποίες η φαίνεται ότι η αύξηση της καρδιαγγειακής ευρωστίας από μόνη της επιφέρει ευεργετικές αλλαγές σε δείκτες υγείας σε παιδιά. Με τα δεδομένα όμως της παρούσας διατμηματικής μελέτης, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα ύπαρξης απλώς κοινών μηχανισμών (γονιδίων) που να εξηγούν την ευνοϊκή συσχέτιση μεταξύ αρ-

τηριακής πίεσης και καρδιαγγειακής ευρωστίας.

Τέλος, πρέπει να επισημανθεί το γεγονός ότι στο δείγμα των παχύσαρκων και υπέρβαρων παιδιών της έρευνάς μας, η καρδιαγγειακή ευρωστία συσχετίστηκε αντίστροφα με την περιφέρεια της μέσης ως δείκτη κεντρικής παχυσαρκίας (Πίνακας 4.3), επιβεβαιώνοντας έτσι τα ευρήματα των Nassis et al., (2005) και Lee & Arslanian, (2007). Στην παρούσα μελέτη, η επίδραση του παράγοντα της κεντρικής παχυσαρκίας στις αιμοδυναμικές παραμέτρους των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών, διερευνήθηκε ξεχωριστά από την επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας. Ως εκ τούτου, στις επιπτώσεις της κεντρικής παχυσαρκίας για την υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών, θα γίνει εκτενής αναφορά στη συνέχεια.

Ανακεφαλαιώνοντας, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, είχαν υψηλότερη συστολική αρτηριακή πίεση τόσο στην ηρεμία, όσο και κατά τη διάρκεια καρδιαγγειακής ενεργοποίησης, σε σχέση με τα παχύσαρκα και υπέρβαρα παιδιά με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία. Αυτό, φαίνεται να οφείλεται στο ότι τα μη εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά είχαν μεγαλύτερη αύξηση της καρδιακής παροχής κατά την ισομετρική άσκηση και πιθανότατα, υψηλότερη τιμή της ίδιας παραμέτρου στην ηρεμία. Καθώς ένα χαρακτηριστικό της πρώιμης υπέρτασης, είναι η ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης μέσω αυξομειώσεων στην καρδιαγγειακή

γειακή παροχή, υποθέτουμε πως τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο για εμφάνιση πρωτογενούς υπέρτασης στο μέλλον. Μπορούμε επίσης να υποθέσουμε πως η αυξημένη παρασυμπαθητική και η μειωμένη συμπαθητική δραστηριότητα, η καλύτερη αγγειακή λειτουργία και η μειωμένη ινσουλιναντίσταση ως ευεργετικές επιδράσεις της αυξημένης καρδιαγγειακής ευρωστίας, πιθανόν να “ευθύνονται” για τις ευνοϊκότερες αποκρίσεις της συστολικής πίεσης που είχαν τα εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά.

Δε φαίνεται να υπάρχουν επιστημονικά δεδομένα για το αν παχύσαρκα και υπέρβαρα παιδιά και έφηβοι, με αυξημένη καρδιαγγειακή ευρωστία επωφελούνται από ευνοϊκότερες καρδιαγγειακές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια συμπαθητικής ενεργοποίησης. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συνιστούν μια πρωτοτυπία. Επιπρόσθετα, οι έρευνες με παρεμβάσεις αερόβιας άσκησης για τη βελτίωση της καρδιαγγειακής ευρωστίας σε παχύσαρκα παιδιά, αδυνατούν να διαχωρίσουν τις επιδράσεις της αυξημένης ευρωστίας από την πιθανή επίδραση της μείωσης του σωματικού βάρους. Στην παρούσα μελέτη, η επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας τουλάχιστον όσον αφορά τη συστολική πίεση, φαίνεται πως ήταν ανεξάρτητη από διαφορές σε σωματομετρικά χαρακτηριστικά (υπήρξε κύρια επίδραση). Ωστόσο, περισσότερη έρευνα θα χρειαστεί για την ασφαλέστερη γενίκευση των αποτελε-

σμάτων. Στην κατεύθυνση αυτή, προτείνεται η συμμετοχή μεγαλύτερου δείγματος παιδιών που θα επιτρέψει έναν περισσότερο διακριτό διαχωρισμό του παράγοντα καρδιαγγειακή ευρωστία, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στο να περιοριστούν οι διαφορές στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά ανάμεσα στις ομάδες. Επιπρόσθετα, η αύξηση του δείγματος πιθανόν να επιφέρει περισσότερες κύριες επιδράσεις στις υπόλοιπες καρδιαγγειακές παραμέτρους. Προτείνεται επίσης, η ταυτόχρονη διερεύνηση της μεταβλητότητας της καρδιακής συχνότητας και η αξιολόγηση της αγγειακής διατασιμότητας ως μέθοδοι που θα επιτρέψουν αντίστοιχα την άμεση εκτίμηση της συμβολής του αυτόνομου νευρικού συστήματος και της αγγειακής λειτουργίας στις διαφορές που πιθανόν να προκύψουν.

5.2. Οι επιδράσεις της κεντρικής παχυσαρκίας

5.2.1 Η επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας στην αρτηριακή πίεση

Η επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας διερευνήθηκε μόνο στο δείγμα των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών καθώς στα παιδιά αυτά παρουσιάζει μεγαλύτερο ερευνητικό ενδιαφέρον. Επισημαίνεται ότι η περιφέρεια της μέσης ως δείκτης κεντρικής παχυσαρκίας προβλέπει καλύτερα διάφορους παράγοντες κινδύνου για καρδιαγγειακά νοσήματα, μεταξύ των οποίων η συστολική και διαστολική πίεση, από ότι ο ΔΜΣ σε παιδιά (Savva et al.,

2000; Daniels et al., 1999). Η περιφέρεια της μέσης θεωρείται ένας αξιόπιστος δείκτης κεντρικής παχυσαρκίας, αφού φαίνεται να επηρεάζεται λιγότερο, σε σχέση με άλλους δείκτες, από παράγοντες όπως το φύλο και η συνολική παχυσαρκία (Daniels, Khouury, & Morrison, 2000). Σημειώνεται ωστόσο το γεγονός ότι, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή περιφέρεια μέσης είχαν μεγαλύτερη ηλικία και υψηλότερες μέσες τιμές στο σύνολο των σωματομετρικών χαρακτηριστικών (Πίνακας 4.4). Για το λόγο αυτό, σε όλες τις αναλύσεις των επιδράσεων της κεντρικής παχυσαρκίας εκτός από το φύλο και την ηλικία τέθηκε ως συν-μεταβλητή και ο δείκτης μάζας σώματος.

Μετά την εφαρμογή των παραπάνω διορθώσεων στις εξαρτημένες μεταβλητές προέκυψε το συμπέρασμα ότι τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία έχουν υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση στην ηρεμία και στη διάρκεια της καρδιαγγειακής ενεργοποίησης, σε σχέση με τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία (Σχήμα 4-9, Α, Γ). Επιπρόσθετα, βρέθηκε κύρια επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας στη συστολική αρτηριακή πίεση. Με τις επιφυλάξεις που θέτουν οι σημαντικές διαφορές στην ηλικία και τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά ανάμεσα στα παιδιά με υψηλή και χαμηλή κεντρική παχυσαρκία, το παραπάνω συμπέρασμα επιβεβαιώνει μία από τις υποθέσεις

που είχαν διατυπωθεί στο εισαγωγικό κεφάλαιο. Φαίνεται μάλιστα, πως οι διαφορές της συστολικής και μέσης αρτηριακής πίεσης που επισημάνθηκαν στην ηρεμία παρέμειναν στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης με αποτέλεσμα ο ρυθμός αύξησης των πιέσεων να μην διαφέρει σημαντικά ανάμεσα στις δύο ομάδες (γεγονός που διαπιστώθηκε και στις επιδράσεις της καρδιαγγειακής ευρωστίας).

Αυτή η διαπίστωση, δε συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Goldbacher et al. (2005), σύμφωνα με τα οποία οι έφηβοι με μεγάλη περιφέρεια μέσης παρουσίασαν υπέρμετρη αύξηση της συστολικής τους πίεσης στη διάρκεια καρδιαγγειακής ενεργοποίησης. Η ασυμφωνία αυτή, πιθανόν να οφείλεται στο ότι στην παρούσα έρευνα, ως μέθοδος καρδιαγγειακής ενεργοποίησης χρησιμοποιήθηκε η ισομετρική άσκηση, ενώ στην έρευνα των Goldbacher et al. (2005) χρησιμοποιήθηκαν άλλες μέθοδοι (διάφορες νοητικές δοκιμασίες και τοποθέτηση κρύου επιθέματος στο μέτωπο). Επίσης, στο ότι τα αποτελέσματά της παρούσας εργασίας προέκυψαν από μικρότερο αλλά και νεαρότερο σε ηλικία δείγμα παιδιών (Παρούσα εργασία: $n = 24$, Μ.Ο. ηλικίας = 12 ± 1.8 , Goldbacher et al. : $n = 211$, Μ.Ο. ηλικίας = 14.6 ± 0.6). Η διαφορετική ηλικία ενδέχεται να επηρεάζει τις καρδιαγγειακές αποκρίσεις, αφού η συνολική περιφερική αντίσταση φαίνεται να αυξάνεται και η καρδιακή παροχή να μειώνεται με την πρόοδο της ηλικίας σε παιδιά (Schieken et al., 1983).

5.2.2 Η επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας σε άλλες καρδιαγγειακές παραμέτρους

Παρόμοια με τις επιδράσεις της καρδιαγγειακής ευρωστίας, φαίνεται πως οι υψηλές τιμές αρτηριακής πίεσης των παιδιών με αυξημένη κεντρική παχυσαρκία ήταν αποτέλεσμα της υπέρμετρης αύξησης της καρδιακής παροχής και του όγκου παλμού, κυρίως στο τρίτο λεπτό της ισομετρικής άσκησης (Σχήματα 4-10,A, 4-12,B). Παρά το γεγονός ότι η συνολική περιφερική αντίσταση στα παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία αυξήθηκε ενώ σε αυτά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία μειώθηκε κατά την ισομετρική άσκηση (Σχήμα 4-10,B), δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Συμπερασματικά, η καρδιακή παροχή εμφανίζεται στα παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία ως κυριότερος ρυθμιστής της αρτηριακής πίεσης, γεγονός που πιθανόν να είναι ένδειξη υψηλού συμπαθητικού και χαμηλού παρασυμπαθητικού τόνου. Όπως προαναφέρθηκε, το καρδιαγγειακό προφίλ αυτό αποτελεί χαρακτηριστικό της πρώιμης υπέρτασης (Julious, 1991). Αντίθετα με την παρούσα μελέτη στην έρευνα των Goldbacher et al. (2005), η αυξημένη απόκριση της αρτηριακής πίεσης των αγοριών με υψηλή κεντρική παχυσαρκία, σε διάφορους τύπους καρδιαγγειακής ενεργοποίησης, αποδόθηκε στην αύξηση της συνολικής περιφερικής αντίστασης. Η ασυμφωνία αυτή μεταξύ των αποτελεσμάτων, μπορεί σε ένα βαθμό να αποδοθεί στα διαφορετικά ερε-

θίσματα που προκάλεσαν την καρδιαγγειακή ενεργοποίηση (διάφορες νοητικές δοκιμασίες και τοποθέτηση κρύου επιθέματος στο μέτωπο) όπως και στην συμμετοχή παιδιών και από τα δύο φύλα με μικρότερη μέση ηλικία στην παρούσα έρευνα.

5.2.3 Οι αρνητικές επιδράσεις της υψηλής κεντρικής παχυσαρκίας στην υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών

Η υψηλή κεντρική παχυσαρκία έχει συνδεθεί με χαμηλή αγγειακή αγωγιμότητα σε παιδιά (Schutte et al., 2003; Tounian et al., 2001). Επίσης, η διατασιμότητα της βραχιόνιας αρτηρίας σε εφήβους, συσχετίστηκε αντίστροφα με την περιφέρεια της μέσης (Whincup et al., 2005). Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνονται σε ένα βαθμό από τα αποτελέσματα της μελέτης μας, καθώς η αγγειακή αγωγιμότητα των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών με υψηλή κεντρική παχυσαρκία παρουσίασε σημαντικά μεγαλύτερη μείωση στα δύο τελευταία λεπτά της ισομετρικής άσκησης από ότι στα παιδιά με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία (Σχήμα 4-13). Επιπρόσθετα, πρέπει να τονιστεί ότι η υπερινσουλιναιμία και η δυσλιπιδαιμία που έχουν συνδεθεί με την υψηλή κεντρική παχυσαρκία (Goran & Gower, 1999), φαίνεται να επιδρούν δυσχεραίνοντας την αγγειακή λειτουργία (Tounian et al., 2001; Rocchini et al., 1992) ή/και αυξάνοντας τη συμπαθητική δραστηριότητα (Rahmouni et al., 2005; Csabi et al., 1996).

Με βάση τα παραπάνω, μπορούμε να υποθέσουμε πώς

στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης τα παχύσαρκα και υπέρβαρα παιδιά με υψηλή κεντρική παχυσαρκία είχαν αυξημένη συμπαθητική δραστηριότητα επομένως και υψηλότερη συστολική και μέση αρτηριακή πίεση στην ηρεμία. Ο ίδιος παράγοντας πιθανόν να επέφερε υπέρμετρη αύξηση της καρδιακής παροχής στη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, η οποία δεν αντισταθμίστηκε από ευνοϊκές προσαρμογές στα αγγεία λόγω της δυσλειτουργίας τους, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η συστολική αρτηριακή πίεση. Το καρδιαγγειακό προφίλ των παιδιών αυτών, με την καρδιακή παροχή να φέρεται ως κύριος ρυθμιστής της αρτηριακής πίεσης, φαίνεται να προσομοιάζει με το καρδιαγγειακό προφίλ ατόμων του βρίσκονται στα πρώιμα στάδια της υπέρτασης (Julious, 1991).

5.3. Περιορισμοί της έρευνας

α) Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης στηρίχθηκαν σε σχετικά μικρό δείγμα παιδιών ($n = 48$) με μεγάλο ηλικιακό εύρος (9 έως 15 έτη). Παρά την προσπάθεια που έγινε ώστε να είναι παρόμοια τα χαρακτηριστικά ανάμεσα στις υποομάδες που σχηματίστηκαν ανάλογα με τη σωματική σύσταση και το επίπεδο καρδιαγγειακής ευρωστίας, προέκυψαν σημαντικές διαφορές στα περισσότερα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (Πίνακας 4.2). Στην ανάλυση των επιδράσεων της καρδιαγγειακής ευρωστίας στις αιμοδυναμικές παραμέτρους, τέθηκε ως συν-μεταβλητή εκτός από το φύλο, η ηλικία των παιδιών, σε μια προσπάθεια άμβλυνσης των σωματομετρικών

διαφορών που προαναφέρθηκαν. Ωστόσο, η επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας στις αιμοδυναμικές παραμέτρους που αξιολογήθηκαν, δεν μπορεί να θεωρηθεί εντελώς ανεξάρτητη από την επίδραση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών των παιδιών που συμμετείχαν. Εξαίρεση φαίνεται να αποτελεί η συστολική αρτηριακή πίεση, στην οποία βρέθηκε σημαντική κύρια επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας.

Ο ίδιος περιορισμός ισχύει και στην ανάλυση των επιδράσεων της κεντρικής παχυσαρκίας στις αιμοδυναμικές παραμέτρους. Τα παιδιά με υψηλή και χαμηλή περίμετρο μέσης (ως δείκτης κεντρικής παχυσαρκίας), διέφεραν μεταξύ τους στο σύνολο των σωματομετρικών χαρακτηριστικών αλλά και στην ηλικία (Πίνακας 4.4). Η ηλικία, το φύλο και ο δείκτης μάζας σώματος τέθηκαν ως συν-μεταβλητές στην ανάλυση της επίδρασης της κεντρικής παχυσαρκίας στους αιμοδυναμικούς δείκτες. Επίσης, βρέθηκε σημαντική κύρια επίδραση της κεντρικής παχυσαρκίας στην συστολική αρτηριακή πίεση. Ωστόσο, οι διαφορές των αιμοδυναμικών παραμέτρων, ανάμεσα στα παιδιά με χαμηλή και υψηλή περίμετρο μέσης, πρέπει να αντιμετωπιστούν με την επιφύλαξη της πιθανής επίδρασης παραγόντων, ανεξάρτητων της κεντρικής παχυσαρκίας.

Επίσης, ο μικρός αριθμός του δείγματος, επέβαλε τον διαχωρισμό των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών και των παιδιών με κανονικό βάρος, σε υποομάδες με υψηλή και χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία με βάση

τη διάμεσο της παραμέτρου αυτής. Με αντίστοιχο τρόπο έγινε και ο διαχωρισμός των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών σε υποομάδες με υψηλή και χαμηλή κεντρική παχυσαρκία. Η συμμετοχή μεγαλύτερου αριθμού παιδιών πιθανόν να επέτρεπε διαχωρισμό των υποομάδων σε τριτημόρια ή πεμπτημόρια, αποκλείοντας από τις συγκρίσεις το μεσαίο 1/3 ή 1/5 μέρος των παιδιών αντίστοιχα. Ο χειρισμός αυτός θα εξασφάλιζε έναν πιο διακριτό διαχωρισμό των υποομάδων, κάνοντας πιθανότατα ισχυρότερη την επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας και της κεντρικής παχυσαρκίας ως ανεξάρτητες μεταβλητές.

β) Δε φαίνεται να υπάρχουν νόρμες της ικανότητας αεροβίου έργου στους 170 παλμούς/λεπτό (IAE_{170}) που να αφορούν παιδικό πληθυσμό στην Ευρώπη. Οι μόνες διαθέσιμες νόρμες προέρχονται, η μία από τον Καναδά (Gauthier, Massicotte, Hermiston, & Macnab, 1983), σε τυχαία επιλεγμένο δείγμα 3418 παιδιών ηλικίας 7-17 ετών και η πιο πρόσφατη από τις ΗΠΑ (McMurray et al., 2003), σε δείγμα 1676 καυκάσιων παιδιών ηλικίας 9-15 ετών, από την Ν. Καρολίνα. Στην παρούσα εργασία η καρδιαγγειακή ευρωστία εκτιμήθηκε με βάση την μετατροπή της IAE_{170} σε τυπικές τιμές Z (z-scores), επιλέγοντας τις νόρμες των McMurray et al. (2003), με κυριότερο κριτήριο το ότι είναι πιο σύγχρονες. Πρέπει να σημειωθεί, πως έγινε ανάλυση των αποτελεσμάτων με τη χρήση και των παλαιότερων νορμών (Gauthier et al., 1983). Ωστόσο, ο διαχωρισμός των παιδιών, αλλά

και τα αποτελέσματα με βάση την ανεξάρτητη μεταβλητή της καρδιαγγειακής ευρωστίας, ελάχιστα διέφεραν από αυτά που παρουσιάστηκαν στην παρούσα μελέτη.

γ) Στην παρούσα μελέτη, δεν έγινε εκτίμηση της βιολογικής ωρίμανσης των παιδιών που συμμετείχαν. Στην προεφηβική και εφηβική ηλικία, η βιολογική ωρίμανση φαίνεται να επιδρά στην συστολική αρτηριακή πίεση της ηρεμίας. Συγκεκριμένα, παιδιά και έφηβοι και των δύο φύλων ηλικίας 10 – 16 ετών, με υψηλό δείκτη βιολογικής ωρίμανσης, είχαν υψηλότερη συστολική πίεση στην ηρεμία σε σχέση με παιδιά και εφήβους της ίδιας ηλικιακής κατηγορίας με καθυστερημένη βιολογική ωρίμανση (Cho, Mueller, Meininger, Liehr, & Chan, 2001). Επιπρόσθετα, η βιολογική ωρίμανση κυρίως στα αγόρια, φαίνεται να επιδρά στην καρδιαγγειακή ευρωστία. Συγκεκριμένα, αγόρια ηλικίας 10 -16 ετών με αυξημένη βιολογική ωρίμανση είχαν καλύτερη επίδοση στη δοκιμασία του παλίνδρομου τρεξίματος 20m σε σχέση με αγόρια της ίδιας ηλικιακής κατηγορίας με χαμηλή βιολογική ωρίμανση. Στα κορίτσια της ίδιας ηλικίας δεν παρατηρήθηκε η σχέση αυτή (Jones, Hitchen, & Stratton., 2000).

Συμπερασματικά, η βιολογική ωρίμανση φαίνεται να επιδρά στη συστολική αρτηριακή πίεση και στην καρδιαγγειακή ευρωστία σε παιδιά και εφήβους. Ως εκ τούτου, στην ανάλυση των επιδράσεων της καρδιαγγειακής ευρωστίας στην αρτηριακή πίεση των παιδιών που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη, θα ήταν

χρήσιμο να συμπεριληφθεί ως συν-μεταβλητή, κάποιος δείκτης βιολογικής ωρίμανσης. Ο χειρισμός αυτός, θα περιόριζε τις πιθανές επιδράσεις του παράγοντα της βιολογικής ωρίμανσης τόσο στις εξαρτημένες όσο και στις ανεξάρτητες μεταβλητές.

δ) Η μέθοδος των τριών παραγόντων “modelflow”, που χρησιμοποιήθηκε από το λογισμικό του Finometer για τον υπολογισμό του όγκου παλμού, της καρδιακής παροχής, της συνολικής περιφερικής αντίστασης των αγγείων, και της αρτηριακής ενδοτικότητας, δεν παρέχει επαρκή εγκυρότητα όσον αφορά τις απόλυτες τιμές των παραμέτρων (Wesseling et al., 1993; Houtman et al., 1998; Jellema et al., 1999; Jansen et al., 2001; Remmen et al., 2002; Azanji Kenfack et al., 2004; Tam et al., 2004; De Vaal et al., 2005). Ωστόσο, μπορεί να εκτιμήσει με ακρίβεια τις μεταβολές των παραμέτρων αυτών σε σχέση με μια τιμή αναφοράς (Bogert & van Lieshout, 2005). Για το λόγο αυτό, η παρούσα μελέτη περιορίστηκε στην εκτίμηση των μεταβολών στις παραμέτρους αυτές κατά τη διάρκεια της ισομετρικής άσκησης, σε σχέση με την τιμή της ηρεμίας.

5.4. Γενικά συμπεράσματα

Φαίνεται πως η χαμηλή καρδιαγγειακή ευρωστία καθώς και η υψηλή κεντρική παχυσαρκία, επιβαρύνουν την υγεία των παχύσαρκων και υπέρβαρων παιδιών. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης μας, οι δύο αυτοί παράγοντες συνδέθηκαν με αυξημένες τιμές συστολικής και μέσης αρτηρια-

κής πίεσης στην ηρεμία, αλλά και στη διάρκεια καρδιαγγειακής ενεργοποίησης με ισομετρική άσκηση στα παιδιά αυτά. Μάλιστα, οι ίδιοι παράγοντες συνδέθηκαν με καρδιαγγειακές αποκρίσεις που θέτουν την καρδιακή παροχή ως κυριότερο ρυθμιστή της αρτηριακής πίεσης, ένα χαρακτηριστικό που συναντάται στα πρώιμα στάδια της υπέρτασης ως αποτέλεσμα της δυσλειτουργίας του αυτόνομου νευρικού συστήματος.

Αντίθετα, στις αποκρίσεις των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών τόσο με υψηλή καρδιαγγειακή ευρωστία, όσο και με χαμηλή κεντρική παχυσαρκία απουσίαζαν τα χαρακτηριστικά αυτά, ενώ η συστολική και μέση αρτηριακή τους πίεση βρέθηκαν να κυμαίνονται στα επίπεδα των παιδιών με κανονικό βάρος στην ηρεμία, αλλά και στη διάρκεια

της καρδιαγγειακής ενεργοποίησης. Σημειώνεται επίσης, ότι τα εύρωστα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά είχαν μικρότερη περιφέρεια μέσης (ως δείκτη κεντρικής παχυσαρκίας) από τα μη εύρωστα, φανερώνοντας μια ακόμη θετική επίδραση της καρδιαγγειακής ευρωστίας.

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης παρέχουν ενδείξεις που ενισχύουν τον προστατευτικό ρόλο της καρδιαγγειακής ευρωστίας για την υγεία των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών. Ωστόσο περισσότερη έρευνα θα χρειαστεί, τόσο για την ενίσχυση των συμπερασμάτων της, όσο και για την εξακρίβωση των σχέσεων ανάμεσα στις επιδράσεις της καρδιαγγειακής ευρωστίας στην αρτηριακή πίεση, και σε πιθανές ευεργετικές προσαρμογές στο αυτόνομο νευρικό σύστημα και στην αγγειακή λειτουργία.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- A.A.M.I.: American national standard ANSI / AAMI , SP 10 - 1992: Electronic or Automated Sphygmomanometers, Association for the Advancement of Medical Instrumentation, Arlington, VA.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE Position Stand. (2004). Exercise and hypertension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(3), 533– 553.
- American Heart Association: Scientific Statement (2005). Recommendations for Blood Pressure Measurement in Humans and Experimental Animals. *Hypertension*, 45, 142-161.
- Angelopoulos, P. D., Milionis, H. J., Moschonis, G., & Manios, Y. (2006) Relations between obesity and hypertension: preliminary data from a cross-sectional study in primary schoolchildren: The children study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 60, 1226-1234.
- Arnett, D. K., Glasser, A. P., McVeigh, G., Prineas, R., Finklestein, S., Donahue, R, et al. (2001). Blood pressure and arterial compliance in young adults: the Minnesota Children's Blood Pressure Study. *American Journal of Hypertension*, 14, 200-205.
- Arsanian, S., & Suprasongsin, C. (1996). Insulin Sensitivity, Lipids, and Body Composition in Childhood: Is "Syndrome X" Present? *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 81(9), 1058-1062.
- Azabji Kenfack, M., Lador, F., Licker, M., Moia, C., Tam, E., Capelli, C., et al. (2004). Cardiac output by Modelflow method from intra-arterial and fingertip pulse pressure profiles. *Clinical Sciences (London)*, 106, 365-369.
- Barlow, S. E., & Dietz, W. H. (1998). Obesity evaluation and treatment: Expert Committee recommendations. The Maternal and Child Health Bureau, Health Resources and Services Administration and the Department of Health and Human Services. *Pediatrics*, 102, E29.
- Barnes, V. A., Treiber, F. A., Davis, H., Kelley, T. R., & Strong W. B. (1999). Central adiposity and hemodynamic functioning at rest and during stress in adolescents. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 22(11), 1079-1083.
- Becque, M. D., Katch, V. L., Rocchini, A. P., Marks, C. R., & Moorehead, C. (1988). Coronary risk incidence of obese adolescents: reduction by exercise plus diet intervention. *Pediatrics*, 81(5), 605-612.
- Bogert, L. W. J., & van Lieshout, J. J. (2005). Non invasive pulsatile arterial pressure and stroke volume changes from the human finger. *Experimental Physiology*, 90(4), 437-446.
- Bos, W. J. W., Van Goudoever, J., Van Montfrans, G. A., Van den Meiracker, A. H., & Wesseling, K. H. (1996). Reconstruction of brachial artery pressure from noninvasive finger

pressure measurements. *Circulation*, 94, 1870-1875.

Bouchard, C., Malina, R. M., Hollman, W., & Leblanc, C. (1977). Submaximal working capacity, heart size and body size in boys 8-18 years. *European Journal of Applied Physiology*, 36, 115-126.

Carnethon, R. M., Gulati, M., & Greenland, P. (2005). Prevalence and Cardiovascular Disease Correlates of Low Cardiorespiratory Fitness in Adolescents and Adults. *JAMA*, 294(23), 2981-2988.

Carroll, D., Ring, C., Hunt, K., Ford, G., & Macintyre, S. (2003). Blood Pressure Reactions to Stress and the Prediction of Future Blood Pressure: Effects of Sex, Age, and Socioeconomic Position. *Psychosomatic Medicine*, 65, 1058-1064.

Chen, W., Srinivasan, S. R., Elkasabany, A., & Berenson, G. S. (1999). Cardiovascular risk factors clustering features of insulin resistance syndrome (Syndrome X) in a biracial (Black/White) population of children, adolescents, and young adults. The Bogalusa Heart Study. *American Journal of Epidemiology*, 150, 667-674.

Cho, S. D., Mueller, W. H., Meininger, J. C., Liehr, P., & Chan, W. (2001). Blood pressure and sexual maturity in adolescents: the Heartfelt Study. *American Journal of Human Biology*, 13(2), 227-234.

Csabi, G., Molnar, D., & Hartmann, G. (1996). Urinary sodium excretion: association with hyperinsulinaemia, hypertension and sympathetic nervous

system activity in obese and control children. *European Journal of Pediatrics*, 155, 895-897.

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

Daniels, S. R., Kimball, T. R., Morrison, J. A., Khoury, P., Witt, S., & Meyer, R. A. (1995). Effect of lean body mass, fat mass, blood pressure, and sexual maturation on left ventricular mass in children and adolescents. Statistical, biological and clinical significance. *Circulation*, 92, 3249-3254.

Daniels, S. R., Morrison, J. A., Sprecher, D. L., Khoury, P., & Kimball, T. R. (1999). Association of Body Fat Distribution and Cardiovascular Risk Factors in Children and Adolescents. *Circulation*, 99, 541-545.

Daniels, S. R., Khoury, P. R., & Morrison, J. A. (2000). Utility of Different Measures of Body Fat Distribution in Children and Adolescents. *American Journal of Epidemiology*, 152, 1179-1184.

Davy, K. P., & Hall, J. E. (2004). Obesity and hypertension: two epidemics or one? *American Journal of Physiology Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 286, R803-R813.

De Vaal, J. B., De Wilde, R. B. P., Van den Berg, P. C. M., Schreuder, J. J., & Jansen, J. R. C. (2005). Less invasive determination of cardiac output from the arterial pressure by aortic diameter-

- calibrated pulse contour. *British Journal of Anaesthesia*, 95(3), 326-331.
- Dencker, M., Thorsson, O., Karlsson, M. K., Linden, C., Svensson, J., Wolmer, P., et al. (2006). Daily physical activity and its relation to aerobic fitness in children aged 8–11 years. *European Journal of Applied Physiology*, 96(5), 587-592
- Ewing, D. J., Kerr, F., Leggett, R., & Murray, A. (1976). Interaction between cardiovascular responses to sustained handgrip and Valsalva manoeuvre. *British Heart Journal*, 38, 483-490.
- Ferguson, M. A., Gutin, B., Le, N-A., Karp, W., Litaker, M., Humphries, M., et al. (1999). Effects of exercise training and its cessation on components of the insulin resistance syndrome in obese children. *International Journal of Obesity*, 22, 889-895.
- Ferrara, A., Mancini, M., De Simone, G., Turco, S., Marotta, T., Mainenti, G., et al. (1991). Responses of serum insulin and blood pressure to cold and handgrip in obese patients. *International Journal of Cardiology*, 32, 353-360.
- Foreyt, J., & Goodrick, K. (1995). The ultimate triumph of obesity. *Lancet*, 346, 134–135.
- Freedman, D. S., Dietz, W. H., Srinivasan, S. R. & Berenson, G.S. (1999). The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 103, 1175-1182.
- Freedman, D. S., Srinivasan, S. R., Harsha, D. W., Webber, L. S., & Berenson, G. S. (1989). Relation of body fat patterning to lipid and lipoprotein concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 50, 930-939.
- Gauthier, R., Massicotte, D., Hermiston, R., & Macnab, R. (1983). The Physical Work Capacity of Canadian Children, Aged 7 to 17, in 1983. A Comparison with 1968. *CAHPER Journal*, 50(1), 2-7.
- Georgiadis, G., & Nassis, G. (2007). Prevalence of overweight and obesity in a national representative sample of Greek children and adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61, 1072-1074.
- Gizdulich, P., Prentza, A., & Wesseling, K. H. (1997). Models of brachial to finger pulse wave distortion and pressure decrement. *Cardiovascular Research* 33, 698–705.
- Goldbacher, E. M., Matthews K. A., & Salomon, K. (2005). Central Adiposity Is Associated With Cardiovascular Reactivity to Stress in Adolescents. *Health Physiology*, 24(4), 375-384.
- Goran, M. I., & Gower, B. A. (1999). Relation between visceral fat and disease risk in children and adolescents. *American journal of Clinical Nutrition*, 70, (suppl.), 149S-156S.
- Grassi, G., Seravalle, G., Gattaneo, B. M., Bolla, G. B., Lanfranchi, A., Colombo, M., et al. (1995). Sympathetic Activation in Obese

Normotensive Subjects. *Hypertension*, 25, 560-563.

Guelen, I., Westerhof, B. E., Van Der Sar, G. L., Van Montfrans, G. A., Kiemeneij, F., Wesseling, K. H., et al. (2003). Finometer, finger pressure measurements with the possibility to reconstruct brachial pressure. *Blood Pressure Monitoring*, 8, 27-30.

Gutin, B., Barbeau, P., Litaker, S. M., Ferguson, M., & Owens, S. (2000). Heart Rate Variability in Obese Children: Relations to Total Body and Visceral Adiposity, and Changes with Physical Training and Detraining. *Obesity Research*, 8(1), 12-19.

Gutin, B., Owens, S., Slavens, G., Riggs, S., & Treiber, F. (1997). Effect of physical training on heart-period variability in obese children. *Journal of Pediatrics*, 130, 938-943.

Haycock, G. B., Schwartz, G. J., & Wisotsky, D. H. (1978). Geometric method for measuring body surface area: A height – weight formula validated in infants, children and adults. *Journal of Pediatrics*, 93, 62-66.

Hedley, A. A., Ogden, C. L., Johnson, C. L., Carroll, M. D., Curtin, L. R., & Flegal, K. L. (2004). Prevalence of Overweight and Obesity Among US Children, Adolescents, and Adults, 1999-2002. *Journal of the American Medical Association*, 291(23), 2847-2850.

Heyward, V. H., & Stolarczyk, L. M. (1996). Applied Body Composition Assessment. Champaign, IL: *Human Kinetics*.

Houtman, S., Oesebourg, B., & Hopman, M. T. E. (1999). Non invasive cardiac output assessment during moderate exercise: Pulse contour compared with CO₂ rebreathing. *Clinical Physiology*, 19(3), 230-237.

Imholz, B. P., Wieling, W., Van Montfrans, G. A., & Wesseling K. H. (1998). Fifteen years experience with finger arterial pressure monitoring: assessment of the technology. *Cardiovascular Research*, 38(3), 605-616.

Jansen, J. R. C., Schreuder, J. J., Mulier, J. P., Smith, N. T., Settels, J. J., & Wesseling, K. H. (2001). A comparison of cardiac output derived from the arterial pressure wave against thermodilution in cardiac surgery patients. *British Journal of Anaesthesiology*, 87, 212-222.

Jellema, W. T., Wesseling, K. H., Groeneveld, A. B., Stoutenbeek, C. P., Thijs, L. G., & Van Lieshout, J. J. (1999). Continuous cardiac output in septic shock by simulating a model of the aortic input impedance: a comparison with bolus injection thermodilution. *Anesthesiology*, 90, 1317-1328.

Jern, S., Bergbrant, A., Bjorntorp, P., & Hansson, L. (1992). Relation of Central Hemodynamics to Obesity and Body Fat Distribution. *Hypertension*, 19, 520-527.

Jones, M. A., Hitchen, P. J., & Stratton, G. (2000). The importance of considering biological maturity when assessing physical fitness measures in girls and boys aged 10 to 16 years. *Annals of Human Biology*, 27(1), 57-65.

- Julious, S., (1991). Autonomic nervous system dysregulation in human hypertension. *American Journal of Cardiology*, 67(10), B3-B7.
- Karayiannis, D., Yannakoulia, M., Terzidou, M., Sidossis, L. S., & Kokkevi, A. (2003). Prevalence of overweight and obesity in Greek school-aged children and adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(9), 1189-1192.
- Kamarck, T. W., Everson, S. A., Kaplan, G. A., Manuck, S. B., Jennings, J. R., Salonen, R., et al. (1997). Exaggerated blood pressure responses during mental stress are associated with enhanced carotid atherosclerosis in middle-aged Finnish men: findings from the Kuopio Ischemic Heart Disease Study. *Circulation*, 96(11), 3842-3848.
- Klasson-Heggebo, L., Andersen, L. B., Wennlof, A. W., Sardinha, L. B., Harro, M., Froberg, K., et al. (2006). Graded associations between cardiorespiratory fitness, fatness, and blood pressure in children and adolescents. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 25-29.
- Klissouras, V. (1971) Heritability of Adaptive Variation. *Journal of Applied Physiology*, 31, 336-344.
- Krekoukia, M., Nassis, G. P., Psarra, G., Skenderi, K., Chrousos, G. P., & Sidossis, L. S. (2007). Elevated total and central adiposity and low physical activity are associated with insulin resistance in children. *Metabolism Clinical and Experimental*, 56, 206-213.
- Kuniyoshi, F. H. S., Trombetta I. C., Batalha, L. T., Rondon, M U. P. B., Laterza, M. C., Gowdak, M. M. G., et al. (2003). Abnormal Neurovascular Control during Sympathoexcitation in Obesity. *Obesity Research*, 11, 1411-141.
- Langewouters, G. J., Wesseling, K. H., & Goedhard, W. J. A. (1984). The static elastic properties of 45 human thoracic and 20 abdominal aortas in vitro and the parameters of a new model. *Journal of Biomechanics*, 17, 425-535.
- Leary, D. S., Ness, R. A., Davey Smith, G., Mattocks, C., Deere, K., Blair, N. S., et al. (2008) Physical Activity and Blood Pressure in Childhood - Findings From a Population-Based Study. *Hypertension*, 51, 92-98.
- Lee, S. J., & Arslanian, S. A. (2007). Cardiorespiratory fitness and abdominal adiposity in youth. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61, 561-565.
- Liu, C. G., & Hannon, S. T. (2005). Reasons for the Prevalence of Childhood Obesity. Genetic Predisposition and Environmental Influences. *The Epidemiologist* 15(1), 49-55.
- Lobstein, T., & Frelut, M. L. (2003). Prevalence of overweight among children in Europe. *Obesity Reviews*. 4, 195-200.
- Luepker, R. V., Jacobs, D. R., Prineas, R. J., & Sinaiko, A. R. (1999). Secular trends of blood pressure and body size in a multiethnic adolescent population: 1986 to 1996. *Journal of Pediatrics*, 134, 668-674.

- Lughetti, L., Bedogni, G., Ferrari, M., Pagliato, E., Manzieri, A. M., De Simone, et al. (2000). Is fasting insulin associated with blood pressure in obese children? *Annals of Human Biology*, 27, 499-506.
- MacArthur, J. D., & MacArthur, C. T. (1999). Laboratory Tasks for Cardiovascular Reactivity Research. Research Network on Socioeconomic Status and Health. Retrieved January, 20, 2006, from <http://www.macses.ucsf.edu/Research/Psychosocial/notebook/reactivitytable.html>
- Maffeis, C., Corciulo, N., Livieri, C., Rabbone, I., Trifiro, G., Falorni, et al. (2003). Waist circumference as a predictor of cardiovascular and metabolic risk factors in obese girls. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(4), 566-572.
- Mark, E. A., & Janssen, I. (2008). Dose-Response Relation between Physical Activity and Blood Pressure in Youth. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(6), 1007-1012.
- Martin, C. E., Shaver, A. J., Leon F. D., Thompson, M. E., Reddy, S. P., & Leonard, J. J. (1974). Autonomic Mechanisms in Hemodynamic Responses to Isometric Exercise. *The Journal of Clinical Investigation*, 54, 104-115.
- Matthews, K. A., Woodall, K. L., & Allen M. T. (1993). Cardiovascular Reactivity to Stress Predicts Future Blood Pressure Status. *Hypertension*, 22, 479-485.
- Matthews, K. A., Zhu, S., Tucker, D. C., & Whooley, M. A. (2006). Blood Pressure Reactivity to Psychological Stress and Coronary Calcification in the Coronary Artery Risk Development in Young Adults Study. *Hypertension*, 47, 391.
- McCarthy, H. D., Ellis, S. M., & Cole, T. J. (2003). Central overweight and obesity in British youth aged 11-16 years: cross sectional surveys of waist circumference. *British Journal of Medicine*, 326, 624-627.
- McMurray, G. R., Harrell, S. J., Bradley, B. C., Deng, S., & Bangdiwala, I. S. (2003) Gender and Ethnic Changes in Physical Work Capacity From Childhood Through Adolescence. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74(2), 143-152.
- Montani, J. P., Antic, V., Yang, Z., & Dulloo, A. (2002). Pathways from obesity to hypertension: from the perspective of a vicious triangle. *International Journal of Obesity*, 26, Suppl2, S28-S38.
- Nagai, N., & Moritani, T. (2004). Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *International Journal of Obesity* 28, 27-33.
- Nassis, G. P., Psarra, G., & Sidosis, L. S. (2004). Central and total adiposity are lower in overweight and obese children with high cardiorespiratory fitness. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59, 137-141.
- Nassis, G. P., Papantakou, K., Skenderi, K., Triantafillopoulou, M., Kavouras, S. A., Yannakoulia, M. et al. (2005). Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls.

Metabolism Clinical and Experimental, 54, 1472-1479.

Nielsen, G. A., & Andersen, L. B. (2003). The association between high blood pressure, physical fitness, and body mass index in adolescents. *Preventive Medicine*, 36(2), 229-234.

Nishina, M., Kikuchi, T., Yamazaki, H., Kameda, K., Hiura, M., & Uchiyama, M. (2003). Relationship among Systolic Blood Pressure, Serum Insulin and Leptin, and Visceral Fat Accumulation in Obese Children. *Hypertension Research*, 26, 281-288.

Ogden, C. L., Flegal, K. M., Carroll, M. D., & Johnson, C. L. (2002). Prevalence and Trends in Overweight Among US Children and Adolescents, 1999-2000. *Journal of the American Medical Association*, 288(14), 1728-1732.

Owens, S., Gutin, B., Ferguson, M., Allison, J., Karp, W., & Le, N. (1998) Visceral adipose tissue and cardiovascular risk factors in obese children. *Journal of Pediatrics*, 133, 41-45.

Paradis, G., Lambent, M., O'Loughlin, J., Lavalee, C., Aubin, J., Delvin, E., et al. (2004). Blood Pressure and Adiposity in Children and Adolescents. *Circulation*, 110, 1832-1838.

Peñáz, J. (1973). Photoelectric measurement of blood pressure, volume and flow in the finger. *Digest 10th Int Conf Med Biol Engng*, 104.

Poirer, P., Giles, T. D., Bray, G. A., Hong, Y., Stern, J. S., Pi-Sunier, F. X., et al. (2006). Obesity and Cardiovascular Disease: Pathophysiology, Evaluation , and

Effect of Weight Loss. An Update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement. *Circulation*, 113, 898-918.

Rabbia, F., Silke, B., Conterno, A., Grosso, T., De Vito, B., Rabbone, et al. (2003). Assessment of Cardiac Autonomic Modulation during Adolescent Obesity. *Obesity Research*, 11(4), 541-548.

Rahmouni, K., Correia, M. L. G., Haynes, W. G., & Mark, A. L. (2005). Obesity-Associated Hypertension. New Insights Into Mechanisms. *Hypertension*, 45, 9-14.

Reed, K. E., Warburton, D. E. R., Lewanczuk, R. Z., Haykowsky, M. L., Scott, J. M., Whytney, C. L., et al. (2005) Arterial compliance in young children: the role of aerobic fitness. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, 12, 492-497.

Remmen, J. J., Aengevaeren, W. R., Van Verheugt, F. W. D. W., Luijten, H. E., Bos, A., & Jansen, R. W. M. M. (2002). Finapres arterial pulse wave analysis with Modelflow is not a reliable non-invasive method for assessment of cardiac output. *Clinical Sciences*, 103,143-149.

Ribeiro, M. M., Silva, A. G., Santos, N. S., Guazzelle, I., Matos, L. N. J., Trombetta, I. C., et al. (2005). Diet and Exercise Training Restore Blood Pressure and Vasodilatory Responses During Physiological Maneuvers in Obese Children. *Circulation*, 111, 1915-1923.

Riva, P., Martini, G., Rabbia, F., Milan, A., Paglieri, C., Chiandussi L., et al. (2001). Obesity and autonomic

function in adolescence. *Clinical Experimental Hypertension*, 23, 57-67.

Rocchini, A. P., Key, J., Bondie, D., Chico, R., Moorehead, C., Katch, V., et al. (1989). The effect of weight loss on the sensitivity of blood pressure to sodium in obese adolescents. *New England Journal of Medicine*, 321(9), 580-585.

Rocchini, A. P., Moorehead, C., Katch, V., Key, J. & Finta, K. M. (1992). Forearm resistance vessel abnormalities and insulin resistance in obese adolescents. *Hypertension*, 19, 615-620.

Rockstroh, J. K., Schmieder, R. E., Schachinger, H., & Messerli, F. H. (1992). Stress Response Pattern in Obesity and Systemic Hypertension. *American Journal of Cardiology*, 70, 1035-1039.

Rosner, B., Prineas, R., Daniels, S. R., & Loggie, J. (2000). Blood pressure differences between blacks and whites in relation to body size among US children and adolescents. *American Journal of Epidemiology*, 151, 1007-1019.

Rowell, L. B., & O'Leary, D. S. (1990). Reflex control of the circulation during exercise: hemoreflexes and mechanoreflexes. *Journal of Applied Physiology*, 69(2), 407-418.

Savva, S. C., Tornaritis, M., Savva, M. E., Kourides, Y., Panagi, A., Silikiotou, et al. (2000). Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *International Journal of Obesity*, 24(11), 1453-1458.

Senzaki, H., Akagi, M., Hishi, T., Ishizawa, A., Yanagisawa, M., Masutani, S., et al. (2002). Age-associated changes in arterial elastic properties in children. *European Journal of Pediatrics*, 161, 547-551.

Schieken, R. M., Clarke, W. R., & Lauer, R. M. (1983). The cardiovascular responses to exercise in children across the blood pressure distribution. The Muscatine study. *Hypertension*, 5, 71-78.

Schutte, A. E., Husman, H. W., Van Royen, J. M., De Ridden, J. H., & Malan, N. T. (2003). Associations between Arterial Compliance and Anthropometry of Children from Four Ethnic Groups in South Africa: The THUSA BANG Study. *Blood pressure*, 12, 97-103.

Schutte, A. E., Huisman, H. W., van Rooyen, J. M., Malan, N. T., & Schutte, R. (2004). Validation of the Finometer device for measurement of blood pressure in black women. *Journal of Human Hypertension*, 18, 79-84.

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

Shea, S., Basch, C. E., Gutin, B., Stein, A. D., Contento, I. R., Irigoyen, M., et al. (1994). The rate of increase in blood pressure in children 5 years of age is related to changes in aerobic fitness and body mass index. *Pediatrics*, 94(4pt1), 465-470.

Sirard, J. R., & Pate, R. R. (2001). Physical activity assessment in children

- and adolescents. *Sports Medicine*, 31(6), 439-454.
- Slaughter, M. H., Lohman, T. G., Boile, R. A., Horswill, C. A., Stillman, R. J., Van Loan, M. D., et al. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60(5), 709-723.
- Sorof, J., & Daniels, S. (2002). Obesity Hypertension in Children: A problem of epidemic proportions. *Hypertension*, 40, 441-447.
- Sorof, J. M., Poffenbarger, T., Franco, K., Bernard, L., & Portman, R. J. (2002). Isolated systolic hypertension, obesity, and hyperkinetic hemodynamic states in children. *Journal of Pediatrics*, 140, 660-666.
- Sorof, J., Lai, D., Turner, J., Poffenbarger, T., & Portman, R. L. (2004) Overweight, Ethnicity, and the Prevalence of Hypertension in School-Aged Children. *Pediatrics*, 113, 475-482.
- Stewart, M. J., Montgomery, D. L., Glover, L. J., & Medow, S. M. (2007) Changes in regional blood volume and blood flow during static handgrip. *American Journal of Physiology – Heart and Circulatory Physiology*, 292, H215-H223.
- Sugawara, J., Tanabe, T., Miyachi, M., Yamamoto, K., Takahashi, K., Iemitsu, M., et al. (2003). Non-invasive assessment of cardiac output during exercise in healthy young humans: comparison between Modelflow method and Doppler echocardiography method. *Acta Physiologica Scandinavica*, 179, 361-366.
- Tam, E., Azabji, K. M., Cautero, M., Lador, F., Antonutto, G., di Prampero, P. E., et al. (2004). Correction of cardiac output obtained by Modelflow from finger pulse pressure profiles with a respiratory method in humans. *Clinical Sciences (London)*, 106, 371-376.
- Tanaka, H., Thulesius, O., Yamaguchi, H., Mino, M., Konishi, K. (1994). Continuous non-invasive finger blood pressure monitoring in children. *Acta Paediatrica*, 83(6), 646-652.
- Torrance, B., McGuire, K. A., Lewanczuk, R., & McGavock, J. (2007). Overweight, physical activity and high blood pressure in children: a review of the literature. *Vascular Health and Risk Management*, 3(1), 139-149.
- Tounian, P., Aggoun, Y., Dubern, B., Varille, V., Guy-Grand, B., Sidi, D., et al. (2001). Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. *Lancet*, 358, 1400-1404.
- Treiber, F., Kamarck, T., Schneiderman, N., Sheffield, D., Kapuku, G., & Taylor, T. (2003). Cardiovascular Reactivity and Development of Preclinical and Clinical Disease States. *Psychosomatic Medicine*, 65, 46-62.
- Tzotzas, T., Kapantais, E., Tziomalos, K., Ioannidis, I., Mortoglou, A., Bakatselos, S., et al. (2008) Epidemiological Survey for the Prevalence of Overweight and Abdominal Obesity in Greek Adolescents. *Obesity*, 16(7), 1718-1722.

- Wang, Y., Monteiro, C., & Popkin, B. M. (2002). Trends of obesity and overweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China and Russia. *American Journal of Clinical Nutrition*, 75, 971-977.
- Watts, K., Beye, P., Siafarikas, A., O'Driscoll, G., Jones, T. W., Davis, E. A., et al. (2004). Effects of exercise training on vascular function in obese children. *Journal of Pediatrics*, 144, 620-625.
- Weiss, R., Dziura, J., Burgert, S. T., Tamborlane, V. W., Taksali, E. S., Yeckel, W. D., et al. (2004). Obesity and the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *New England Journal of Medicine* 350(23), 62-74.
- Welk, G. J., Corbin, C. B., & Dale, D. (2000). Measurement issues in the assessment of physical activity in children. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(2suppl.), S59-S73.
- Wesseling K. H., Jansen, Jr. C., Settels, J. J., & Schreuder, J. J. (1993). Computation of aortic flow from pressure in humans using a nonlinear, three-element model. *Journal of Applied Physiology*, 74, 2566-2573.
- Wesseling, K. H., de Wit, B., van der Hoeven, G. M. A., van Goudoever, J., & Settels, J. (1995). Physiocal, calibrating finger vascular physiology for Finapres. *Homeostasis*, 36, 67-82.
- Whincup P. H., Gilg, J. A., Donald, A. E., Katterhorn, M., Oliver, C., Cook D. G., et al. (2005). Arterial Distensibility in Adolescents: The Influence of Adiposity, the Metabolic Syndrome, and Classic Risk Factors. *Circulation*, 112, 1789-1797.
- Wilborn, C., Beckham, J., Campbell, B., Harvey, T., Galbreath, M., La Bounty, P., et al. (2005). Obesity: Prevalence, Theories, Medical Consequences, Management, and Research Directions. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2(2), 4-31.
- Woo, K. S., Chook, P., Yu, G. W., Sung, R. Y. T., Qiao, M., Leung, S. S. F., et al. (2004). Effects of Diet and Exercise on Obesity-Related Vascular Dysfunction in Children. *Circulation*, 109, 1981-1986.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΕΝΤΥΠΟ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ ΓΟΝΕΩΝ ΚΑΙ ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΤΗΣ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΤΟΥ ΠΑΙΔΙΟΥ ΣΕ ΕΡΕΥΝΑ

Ενημέρωση γονέων και δήλωση συγκατάθεσης της συμμετοχής του παιδιού σε έρευνα.

Η μελέτη στην οποία πρόκειται να προσυπογράψετε τη συμμετοχή του παιδιού σας, διεξάγεται στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ» του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών. Υπεύθυνος Καθηγητής είναι ο Αναπληρωτής Καθηγητής Νίκος Γελαδάς.

Οι μετρήσεις που θα πραγματοποιηθούν, σκοπεύουν στην αξιολόγηση των επιδράσεων που έχουν η κατανομή του σωματικού λίπους και η καρδιαγγειακή ευρωστία (fitness), στην αρτηριακή πίεση και σε άλλες καρδιαγγειακές παραμέτρους, σε παιδιά ηλικίας 9 έως 15 ετών.

Οι μετρήσεις περιλαμβάνουν:

A) Σωματομετρήσεις

Θα μετρηθεί το βάρος, το ύψος, η περιφέρεια της μέσης, το πάχος ορισμένων δερματοπτυχών και η σωματική σύσταση του παιδιού με τη συσκευή DXA.

B) Αξιολόγηση καρδιαγγειακής ευρωστίας

Κάθε παιδί θα εκτελέσει υπομέγιστη δοκιμασία (άσκηση) σε στατικό ποδήλατο συνολικής διάρκειας 10 λεπτών, με σκοπό την εκτίμηση της καρδιαγγειακής του ευρωστίας. Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας αυτής θα καταγράφεται η καρδιακή συχνότητα του παιδιού.

Γ) Αξιολόγηση καρδιαγγειακών παραμέτρων

Η κύρια μέτρηση αφορά την καταγραφή της αρτηριακής πίεσης και άλλων καρδιαγγειακών παραμέτρων στην ηρεμία και κατά τη διάρκεια στατικής άσκησης. Η

μέτρηση αυτή θα γίνει με την εφαρμογή της συσκευής Finometer. Συγκεκριμένα, θα τοποθετηθεί μια περιδακτυλίδα στο μεσαίο δάκτυλο καθώς και μια περιχειρίδα στο βραχίονα του παιδιού. Η μέτρηση δεν προκαλεί κάποιο δυσάρεστο συναίσθημα ή πόνο και προσομοιάζει με αυτή της κλασικής μεθόδου μέτρησης της πίεσης από ένα πιεσόμετρο. Μετά από ένα σύντομο χρονικό διάστημα 5 – 10 λεπτών, απαραίτητο για να καταγραφούν οι τιμές της αρτηριακής πίεσης και των άλλων παραμέτρων στην ηρεμία, θα ζητηθεί από το παιδί σας να ασκήσει μικρή σταθερή πίεση σε ένα χειροδυναμόμετρο για τρία λεπτά.

Οφέλη της συμμετοχής στην έρευνα.

Προσφέρεται η δυνατότητα αξιολόγησης του ποσοστού σωματικού λίπους, της αρτηριακής πίεσης και της καρδιαγγειακής ευρωστίας (fitness) του παιδιού. Μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, μπορείτε να ενημερωθείτε για τα αποτελέσματα και να λάβετε οδηγίες και κατευθύνσεις σχετικά με την περαιτέρω βελτίωση της σωματικής σύστασης και της καρδιαγγειακής ευρωστίας του παιδιού. Τονίζεται ωστόσο, ότι οποιαδήποτε πληροφορία που αφορά τα αποτελέσματα των μετρήσεων του παιδιού, θα παραμείνει *απόρρητη* και δε θα ανακοινωθεί ονομαστικά σε οποιαδήποτε δημοσίευση προκύψει από τη συγκεκριμένη μελέτη.

Το παιδί δε θα πρέπει να έχει καταναλώσει κάποια τροφή για τουλάχιστον 3 ώρες πριν από τη μέτρηση. Επίσης, δε θα πρέπει να έχει λάβει μέρος σε οποιουδήποτε είδους έντονη σωματική άσκηση για τουλάχιστον 24 ώρες πριν από τη μέτρηση.

Ημερομηνία

Εγώ, ο/η

νόμιμος κηδεμόνας του/της

Διάβασα το παραπάνω κείμενο και κατανόησα τις διαδικασίες στις οποίες θα υποβληθεί το παιδί μου.

Δηλώνω υπεύθυνα, ότι το παιδί μου έχει εξετασθεί από γιατρό και είναι απόλυτα υγιές ώστε να συμμετάσχει στην άσκηση και τις υπόλοιπες μετρήσεις της παρούσας μελέτης. Επίσης, δηλώνω τη συγκατάθεσή μου για την εθελοντική συμμετοχή του παιδιού μου στην παρούσα μελέτη διατηρώντας εγώ και το ίδιο, το δικαίωμα να αποσυρθούμε οποιαδήποτε στιγμή το θελήσουμε.

Υπογραφή κηδεμόνα

Υπογραφή ερευνητή

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟΥ ΥΓΕΙΑΣ

Παρακαλώ, συμπληρώστε το παρακάτω ερωτηματολόγιο:

(Στις ερωτήσεις επιλογής ναι ή όχι, κυκλώστε τη σωστή απάντηση.)

Παρακαλώ αναφέρετε οποιοδήποτε πρόβλημα σχετικό με την παρούσα κατάσταση της υγείας του παιδιού:

.....
.....

Έχει λάβει το παιδί σας κάποια φαρμακευτική αγωγή (εκτός από παυσίπονο ή αντιβίωση) τους 2 τελευταίους μήνες πριν από τη μέτρηση;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Αν ναι, παρακαλώ αναφέρετε το είδος των φαρμάκων που έλαβε:

.....
.....

Υπάρχει ιστορικό υπέρτασης, σακχαρώδους διαβήτη ή δυσλιπιδαιμίας στην οικογένεια;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Αν ναι, παρακαλώ περιγράψτε:

.....
.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ
ΕΝΤΥΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Έντυπο καταγραφής των μετρήσεων

Ημερομηνία / Ωρα μέτρησης:		
Δοκιμαζόμενος / η :		Κωδικός αρ. δοκιμ.:
Όνομα		
Επίθετο		
Ημερομηνία γέννησης		
Ηλικία (έτη)		

Σωματομετρικά Χαρακτηριστικά:

Βάρος (Kg)	
Ύψος (m)	
Περιφέρεια μέσης (cm)	
Περιφέρεια ισχύων (cm)	
Περιφέρεια βραχίονα (cm)	

Μέγεθος περιχειρίδας	
Κωδικός μέτρησης	

Μέτρηση FINOMETER:

	Παράμετρος								
	Χρόνος	SYS	DIA	MAP	HR	CO	SV	TPR	Cw
Ηρεμία	1'								
	2'								
	3'								
	4'								
	5'								
	Χρόνος	SYS	DIA	MAP	HR	CO	SV	TPR	Cw
Άσκηση	1'								
	2'								
	3'								

Παρατηρήσεις:.....

.....

.....

.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ

ΕΝΤΥΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΤΗΣ ΙΑΕ ¹⁷⁰

ΙΑΕ₁₇₀

ΚΩΔΙΚΟΣ:.....

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

ΗΛΙΚΙΑ(έτη)

ΦΥΛΟ(Α ή Κ)

ΥΨΟΣ (cm)

ΒΑΡΟΣ(kg)

Αρχική Επιβάρυνση(w/kg)

Περιστροφές(rpm)

ΧΡΟΝΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ (min:sec)	ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟ ΦΟΡΤΙΟ (W, kg , 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**

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

ΙΑΕ₁₇₀=.....

Watt=.....kg/min

ΕΚΑΤΟΣΤΗΜΟΡΙΟ (CAHPER, 1980)=.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ε
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΙΛΟΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Εγκυρότητα συσκευής Finometer για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης των παιδιών στην ηρεμία

N	Μέθοδος Μέτρησης	Μέσες τιμές πίεσης (mmHg)		Μέση διαφορά ανάμεσα στις δύο μεθόδους (SDD) (mmHg)	
		SBP	DBP	SBP	DBP
21	Σφυγμαν/τρο	107.14 (± 8.81)	67.19 (± 8.42)	1,02 (± 5.29)	3.80 (± 4.24)
	Finometer	108.17 (± 10.57)	70.80 (± 8.48)		

Επαναληψιμότητα Finometer στην ηρεμία και στη διάρκεια ισομετρικής άσκησης

Παράμετρος Συνθήκη Μέτρηση μέση τιμή (mmHg) Τυπική απόκλιση (mmHg)	Συστολική Αρτηριακή Πίεση				Διαστολική Αρτηριακή Πίεση				Μέση Αρτηριακή Πίεση			
	ΗΡΕΜΙΑ		ΑΣΚΗΣΗ		ΗΡΕΜΙΑ		ΑΣΚΗΣΗ		ΗΡΕΜΙΑ		ΑΣΚΗΣΗ	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	111,43	110,57	126,60	125,60	70,13	67,95	82,30	81,78	86,65	84,64	99,72	99,18
Τυπική απόκλιση (mmHg)	10,40	6,75	13,81	13,56	8,26	6,88	11,13	10,67	8,70	6,46	12,49	10,67
t-test	0,719		0,508		0,323		0,809		0,368		0,768	
correl	0,713		0,943		0,637		0,819		0,648		0,897	

Παράμετρος Συνθήκη Μέτρηση μέση τιμή Τυπική απόκλιση	Καρδιακή Παροχή (l/min)				Συνολική Περιφερειακή Αντίσταση (MU)			
	ΗΡΕΜΙΑ		ΑΣΚΗΣΗ		ΗΡΕΜΙΑ		ΑΣΚΗΣΗ	
	A	B	A	B	A	B	A	B
	2,61	2,57	2,83	2,98	2757	2810	2921	2843
Τυπική απόκλιση	0,66	0,63	0,60	0,67	511	653	491	541
t-test	0,701		0,207		0,635		0,594	
correl	0,865		0,861		0,855		0,637	

n = 10

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΣΤ
ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΡΧΙΚΩΝ ΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

		ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΚΑΙ ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ																		
A. A.	δοκιμαζόμενος/η	φύλο	ηλικία	βάρος	ύψος	περ.μέσης	περ.ισχίων	BMI	ob/over - nor	W/H ratio	ΤΡΙΚΕΦ	ΥΠΟΠΛΑΤ	ΥΠΕΡΠΛΑΓ	ΓΑΣΤΡΟΚΝ	ΣΥΝΟΛΟ	%FAT SKIN	%FAT DXA	TER	LBM	
1	Β Α	1	11.7	48.5	159	70	84	19.18	2.00	0.83	28	9	17	23	77.00	38.485	32.7	0.51	29.83	
2	Σ Γ	1	12	58.5	170	67	91	20.24	2.00	0.74	13	8	9	19	49.00	24.52	15.5	0.53	44.16	
3	Ε Π	2	10.5	27.8	135	57	70	15.25	2.00	0.81	14	6	5	17	42.00	24.01	16	0.35	21.13	
4	Ε Β	1	13	39	151	68	78	17.10	2.00	0.87	15	7	8	11	41.00	20.11	16.9	0.58	31.16	
5	Α Χ	1	10.9	35.2	131	67	79	20.51	2.00	0.85	18	9	13	23	63.00	31.135	28.5	0.54	24.24	
6	Α Φ	2	9	35.3	135	68	80	19.37	1.00	0.85	25	13	10	25	73.00	35.6	28.5	0.46	22.73	
7	Μ Χ	1	11	60	159	89	95	23.73	1.00	0.94	30	17	36	34	117.00	48.04	41.1	0.83	31.18	
8	Κ Α	1	12.1	41	152	65	79	17.75	2.00	0.82	11	9	10	12	42.00	17.905	19.9	0.83	33.66	
9	Κ Κ	2	10	42	135	76	88	23.05	1.00	0.86	28	19	22	25	94.00	37.43	40	0.77	26.28	
10	Μ Σ	1	12	57	148	62	97	26.02	1.00	0.64	21	19	40	36	116.00	42.895	35.1	1.04	32.55	
11	Γ Κ	1	13.3	85	171	88	111	29.07	1.00	0.79	35	43	23	36	137.00	53.185	36.6	0.93	39.79	
12	Κ Α	1	9	41	133	76	86	23.18	1.00	0.88	20	12	20	26	78.00	34.81	36.6	0.70	26.73	
13	Α Χ	2	15.9	60	160	74	101	23.44	2.00	0.73	26	13	20	23	82.00	34.99	35.7	0.67	39.01	
14	Α Ν	1	15.2	85	185	88	110	24.84	1.00	0.80	19	12	25	21	77.00	30.4	26.3	0.93	59.16	
15	Α Μ	2	11	50	151	66	90	21.93	1.00	0.73	28	15	44	33	120.00	42.31	35.9	0.97	28.85	
16	Α Σ	2	10	43	141	72	88	21.63	1.00	0.82	25	29	15	33	102.00	40.48	41.1	0.76	25.59	
17	Μ Α	2	14.5	96	169	103	125	33.61	1.00	0.82						44.14	51.3	1.19	53.63	
18	Γ Π	2	13.1	79	165	94	104	29.02	1.00	0.90	25	34	47	29	135.00	38.04	39.4	1.50	48.95	
19	Φ Α	2	10	31	132	58	73	17.79	2.00	0.79	13	11	10	17	51.00	23.4		0.70	23.75	
20	Π Α	2	10.4	31	134	58	79	17.26	2.00	0.73	23	10	19	25	77.00	34.38		0.60	20.34	
21	Π Γ	1	11.5	67	156	86	103	27.53	1.00	0.83	34	25	20	22	101.00	42.16	36.6	0.80	38.75	
22	Ζ Π	1	14.8	105	179	109	116	32.77	1.00	0.94	34	34	49	50	167.00	62.74	47.6	0.99	39.12	
23	Ρ Π	1	11.9	41	142			20.33	2.00	0.87	25	11	24	22	82.00	35.545		0.74	26.43	
24	Ε Σ	1	11.6	58.5	153	82	96	24.99	1.00	0.85	28	32	26	40	126.00	50.98	44.8	0.85	28.68	
25	Χ Κ	1	12.9	65	162	86	96	24.77	1.00	0.90	32	19	37	32	120.00	48.04	41	0.88	33.77	
26	Α Φ	1	12.3	78	165	97	104	28.65	1.00	0.93	30	21	37	34	122.00	48.04		0.91	40.53	
27	Ν Μ	1	14.3	89	175	94	105	29.06	1.00	0.90	30	26	28	40	124.00	52.45	39.7	0.77	42.32	
28	Α Α	2	10.3	28.5	126	54	72	17.95	2.00	0.75	16	10	14	18	58.00	25.84	28.1	0.71	21.14	
29	Μ Α	1	13.7	56	170	72	87	19.38	2.00	0.83	9	7	7	9	32.00	14.23	16.3	0.78	48.03	
30	Μ Ε	2	13.7	61.2	166	71	101	22.21	2.00	0.70	18	14	14	15	61.00	25.23	31.4	0.85	45.76	
31	Δ Γ	1	13.2	60	162	72	78	22.86	1.00	0.92	21	9	14	20	64.00	31.135	36.7	0.56	41.32	
32	Ζ Φ	1	10.7	28.6	133	58	70	16.17	2.00	0.83	12	11	10	10	43.00	17.17	15.3	0.95	23.69	
33	Τ Α	2	9.5	33.6	145	58	75	15.98	2.00	0.77	8	7	10	15	40.00	19.13		0.74	27.17	
34	Κ Γ	1	10.3	32.5	137	59	67	17.32	2.00	0.88	10	7	6	11	34.00	16.435		0.62	27.16	
35	Ρ Ε	2	9.9	30.7	138	55	72	16.12	2.00	0.76	11	8	7	11	37.00	18.52		0.68	25.01	
36	Κ Γ	1	10.8	32	144			15.43	2.00											
37	Ξ Α	1	11.1	45	144	78	88	21.70	1.00	0.89	25	17	20	24	86.00	37.015		0.76	28.34	
38	Λ Μ	2	10.3	56	149	83	100	25.22	1.00	0.83	29	22	23	22	96.00	36.21	44.8	0.88	35.72	
39	Δ Κ	2	9.1	29	132	57	78	16.64	2.00	0.73	9	5	5	15	34.00	19.74	21.2	0.42	23.28	
40	Δ Χ	1	11.3	50.4	152	70	92	21.81	1.00	0.76	19	9	15	20	63.00	29.665	30.7	0.62	35.45	
41	Μ Μ	2	9.5	29.5	140	52	71	15.05	2.00	0.73	7	8	6	17	38.00	19.74	16.7	0.58	23.68	
42	Μ Α	2	9.5	31.5	144	56	74	15.19	2.00	0.76	14	6	7	14	41.00	22.18	20.4	0.46	24.51	
43	Μ Ζ	2	13.7	56.9	160	72	95	22.23	2.00	0.76	25	17	32	22	96.00	33.77	32.4	1.04	37.68	
44	Τ Γ	1	13.1	70.6	158	87	108	28.28	1.00	0.81	31	23	44	26	124.00	42.895		1.18	40.32	
45	Γ Κ	1	12.7	67	154	85	103	28.25	1.00	0.83	31	22	41	34	128.00	48.775	42.7	0.97	34.32	
46	Τ Ε	2	9.5	35	138	63	74	18.38	2.00	0.85	10	12	7	13	42.00	19.13		0.83	28.30	
47	Ε Α	1	11.5	37	147	61	71	17.12	2.00	0.86	8	8	9	11	36.00	14.965		0.89	31.46	
48	Σ Κ	1	9.5	43	140	68	82	21.94	1.00	0.83	21	25	31	22	99.00	32.605		1.30	28.98	

	ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΠΙΕΣΗ (mmHg)												ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ (b/min)				ΟΓΚΟΣ ΠΑΛΜΟΥ (ml)			
A. A.	SYS ηρεμία	SYS 1'	SYS 2'	SYS 3'	DIA ηρεμία	DIA 1'	DIA 2'	DIA 3'	MAP ηρεμία	MAP 1'	MAP 2'	MAP 3'	HR ηρεμία	HR 1'	HR 2'	HR 3'	SV ηρεμία	SV 1'	SV 2'	SV 3'
1	95	103	112	111	58	65	78	74	74	81	94	92	63	71	82	97	30	32	32	34
2	103	116	111	121	69	81	69	73	83	97	88	94	74	77	73	79	35	41	53	58
3	111	116	116	124	65	69	70	76	85	90	91	97	77	84	83	89	23	23	24	24
4	100	120	134	141	70	82	91	90	84	100	111	113	84	85	90	87	31	37	41	49
5	106	123	123	127	73	81	85	88	88	98	101	103	99	105	104	105	22	23	22	22
6	95	106	112	124	61	71	78	87	77	89	94	105	81	75	81	90	18	21	20	20
7	109	123	121	135	62	70	78	84	78	86	93	102	86	88	98	97	29	33	34	37
8	93	102	133	137	58	72	87	95	73	86	105	114	76	90	103	109	27	28	35	37
9	96	114	115	120	59	83	80	81	78	100	99	100	90	109	107	107	21	21	24	24
10	110	122	134	134	73	87	97	97	89	101	113	113	104	120	125	126	31	25	28	29
11	109	128	139	156	60	74	82	98	77	92	100	121	72	83	89	100	56	56	57	64
12	103	104	100	102	59	73	76	76	77	88	88	91	88	90	94	96	19	18	14	16
13	114	115	119	143	76	78	80	95	94	96	100	118	70	67	69	72	56	61	63	68
14	112	133	159	168	64	80	96	99	82	98	117	123	59	69	73	71	84	83	90	96
15	85	103	106	109	55	68	74	76	69	84	89	91	68	73	77	81	25	31	28	28
16	99	118	117	122	65	76	78	84	81	95	97	102	66	68	74	80	21	26	27	26
17	122	136	138	144	61	57	68	60	82	79	91	86	85	86	92	96	83	85	91	105
18	130	131	137	152	82	86	91	102	102	106	112	124	95	102	104	105	54	51	50	52
19	105	105	106	114	63	65	64	71	82	83	84	92	84	89	91	94	21	21	22	23
20	102	116	118	122	64	71	74	77	82	90	94	97	101	102	105	105	20	22	23	23
21	120	129	141	153	64	69	82	88	85	93	108	118	68	77	77	87	54	62	59	62
22	113	122	133	142	68	79	87	92	87	97	106	112	85	89	95	100	88	86	91	95
23	105	118	118	130	64	75	74	83	82	94	95	105	68	71	78	80	36	40	41	44
24	92	112	117	122	61	71	75	81	74	89	93	99	89	82	93	92	26	36	37	36
25	120	135	137	141	75	86	88	92	93	105	107	112	87	90	102	103	48	50	49	53
26	128	146	146	158	80	96	99	106	97	115	118	129	76	81	85	93	54	51	52	56
27	121	134	137	144	72	80	81	86	88	98	100	106	65	57	59	67	67	76	79	79
28	124	137	142	147	71	74	79	84	95	99	105	110	84	87	87	95	24	25	25	26
29	121	137	152	153	60	73	83	85	83	98	108	111	82	92	94	96	61	62	62	67
30	112	141	144	154	70	82	82	87	85	101	100	107	118	120	127	123	40	48	46	50
31	106	133	133	139	63	78	82	86	78	97	100	104	59	68	74	78	44	55	49	53
32	94	118	119	127	59	77	81	88	74	93	96	102	79	86	96	112	30	32	32	34
33	128	131	128	134	62	68	69	72	88	95	94	98	79	80	86	88	35	41	53	58
34	118	130	140	137	76	88	97	99	95	108	118	116	88	96	99	102	23	23	24	24
35	98	105	105	114	55	61	70	78	73	79	87	96	96	105	106	110	31	37	41	49
36	108	127	134	148	59	76	84	93	78	97	106	118	72	86	100	104	22	23	22	22
37	111	156	135	139	62	82	85	85	86	107	107	111	72	80	89	84	18	21	20	20
38	92	98	97	111	63	68	71	76	75	80	82	90	89	90	100	96	29	33	34	37
39	97	105	101	105	56	64	67	69	75	85	85	87	81	77	85	88	27	28	35	37
40	99	103	105	107	67	74	71	68	78	84	83	84	84	91	97	96	21	21	24	24
41	98	107	120	124	65	70	77	86	80	86	95	104	99	98	105	110	31	25	28	29
42	103	154	145	142	60	88	89	89	81	109	111	110	92	88	98	97	56	56	57	64
43	107	126	129	125	71	80	82	81	87	99	101	100	85	82	84	86	19	18	14	16
44	111	135	155	153	72	83	96	96	86	102	119	117	69	68	78	82	56	61	63	68
45	105	117	115	120	64	73	76	80	79	89	92	96	73	72	79	87	84	83	90	96
46	106	111	122	129	67	70	75	80	86	90	97	103	93	98	91	96	25	31	28	28
47	106	126	141	144	59	75	83	85	79	96	107	111	85	92	102	108	21	26	27	26
48	104	116	125	136	67	81	91	91	83	95	105	109	95	104	111	112	83	85	91	105

Α. Α.	ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΠΑΡΟΧΗ (l/min)				ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ (MU)				ΑΡΤΗΡΙΑΚΗ ΕΝΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ (MU)				ΧΡΟΝΟΣ ΕΞΩΘΗΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΙΣΤΕΡΗΣ ΚΟΙΛΙΑΣ (sec)				ΓΙΝΟΜΕΝΟ ΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΣΥΧΝ. ΕΠΙ ΣΥΣΤ. ΠΙΕΣΗ (beats.mHg/min)			
	Q ηρεμία	Q 1'	Q 2'	Q 3'	TPR ηρεμία	TPR 1'	TPR 2'	TPR 3'	Cw ηρεμία	Cw 1'	Cw 2'	Cw 3'	LVET ηρεμία	LVET 1'	LVET 2'	LVET 3'	RPP ηρεμία	RPP 1'	RPP 2'	RPP 3'
1	1.86	2.23	2.63	3.23	2.416	2.218	2.213	1.767	1.09	1.08	1.02	1.03	0.315	0.301	0.28	0.264	6.001	7.313	9.184	10.767
2	2.59	3.19	3.84	4.47	1.931	1.840	1.385	1.268	1.41	1.31	1.4	1.36	0.299	0.296	0.31	0.296	7.572	8.932	8.103	9.559
3	1.75	1.95	1.94	2.08	2.932	2.781	2.842	2.832	0.57	0.57	0.57	0.56	0.3	0.294	0.292	0.28	8.560	9.744	9.628	11.036
4	2.58	3.15	3.69	4.18	1.961	1.916	1.812	1.643	1.16	1.08	0.99	1	0.296	0.293	0.288	0.291	8.380	10.200	12.060	12.267
5	2.12	2.41	2.3	2.27	2.509	2.452	2.641	2.731	0.73	0.7	0.69	0.68	0.265	0.256	0.257	0.263	10.452	12.915	12.792	13.335
6	1.4	1.54	1.61	1.79	3.343	3.516	3.623	3.676	0.53	0.54	0.53	0.51	0.294	0.295	0.291	0.28	7.695	7.950	9.072	11.160
7	2.52	2.88	3.29	3.55	1.907	1.802	1.71	1.783	1.16	1.15	1.11	1.04	0.284	0.283	0.274	0.266	9.383	10.824	11.858	13.095
8	2.07	2.49	3.58	4.01	2.189	2.094	1.774	1.934	1.09	1.06	0.95	0.88	0.285	0.284	0.266	0.276	7.038	9.180	13.699	14.933
9	1.88	2.31	2.54	2.59	2.490	2.884	2.354	2.347	0.65	0.64	0.65	0.64	0.279	0.272	0.278	0.274	8.622	12.426	12.305	12.840
10	3.20	3.02	3.47	3.65	1.668	2.031	1.982	1.875	1.11	1.02	0.94	0.94	0.248	0.224	0.225	0.229	11.505	14.640	16.750	16.884
11	3.98	4.64	5.03	6.3	1.170	1.195	1.203	2.05	1.84	1.79	1.7	1.44	0.333	0.309	0.289	0.269	7.921	10.624	12.371	15.600
12	1.63	1.56	1.32	1.52	4.747	3.408	4.498	3.808	0.62	0.62	0.61	0.61	0.285	0.275	0.288	0.272	9.105	9.360	9.400	9.792
13	3.85	4.07	4.3	4.81	1.462	1.433	1.411	1.49	1.69	1.67	1.64	1.41	0.287	0.309	0.305	0.292	7.957	7.705	8.211	10.296
14	4.95	5.67	6.51	6.73	1.000	1.05	1.107	1.106	2.64	2.39	1.99	1.92	0.326	0.302	0.294	0.294	6.629	9.177	11.607	11.928
15	1.66	2.22	2.14	2.22	2.584	2.366	2.598	2.484	0.94	0.97	0.95	0.94	0.319	0.314	0.303	0.296	5.760	7.519	8.162	8.829
16	1.37	1.76	1.98	2.04	3.589	3.308	2.974	3.027	0.71	0.71	0.71	0.69	0.325	0.308	0.306	0.301	6.481	8.024	8.658	9.760
17	7.04	7.28	8.4	10.15	0.727	0.649	0.65	0.588	2.15	2.12	2.17	2.11	0.287	0.286	0.272	0.27	10.419	11.696	12.696	13.824
18	5.04	5.13	5.22	5.42	1.217	1.24	1.287	1.385	1.46	1.43	1.37	1.22	0.284	0.276	0.275	0.275	12.305	13.362	14.248	15.960
19	1.74	1.81	1.96	2.11	2.852	2.77	2.561	2.632	0.57	0.57	0.57	0.57	0.306	0.299	0.305	0.292	8.837	9.345	9.646	10.716
20	1.99	2.26	2.43	2.4	2.470	2.415	2.322	2.427	0.58	0.58	0.58	0.57	0.280	0.282	0.278	0.271	10.261	11.832	12.390	12.810
21	3.7	4.75	4.54	5.4	1.383	1.183	1.434	1.316	1.3	1.29	1.21	1.16	0.316	0.306	0.305	0.297	8.208	9.933	10.857	13.311
22	7.43	7.59	8.68	9.48	0.700	0.769	0.74	0.721	2.67	2.53	2.36	2.25	0.286	0.276	0.264	0.261	9.588	10.858	12.635	14.200
23	2.43	2.84	3.14	3.42	2.063	2.009	1.823	1.849	0.97	0.95	0.94	0.9	0.316	0.307	0.301	0.299	7.154	8.378	9.204	10.400
24	2.30	2.95	3.44	3.33	1.995	1.831	1.632	1.792	1.08	1.07	1.05	1.01	0.288	0.289	0.281	0.274	8.134	9.184	10.881	11.224
25	4.16	4.49	4.95	5.4	1.419	1.405	1.316	1.25	1.46	1.35	1.33	1.28	0.271	0.263	0.257	0.249	10.471	12.150	13.974	14.523
26	4.09	4.13	4.36	5.22	1.440	1.677	1.64	1.489	1.53	1.33	1.29	1.19	0.298	0.287	0.297	0.289	9.677	11.826	12.410	14.694
27	4.34	4.32	4.6	5.22	1.235	1.373	1.31	1.226	2.12	2.03	2.02	1.92	0.314	0.323	0.322	0.314	7.865	7.638	8.083	9.648
28	1.98	2.17	2.16	2.32	2.924	2.751	2.911	2.901	0.53	0.53	0.53	0.52	0.283	0.285	0.283	0.274	10.437	11.919	12.354	13.965
29	4.96	5.66	5.77	6.39	1.011	1.043	1.134	1.049	1.58	1.51	1.39	1.38	0.312	0.292	0.277	0.269	9.922	12.604	14.288	14.688
30	4.65	5.71	5.79	6.08	1.108	1.065	1.044	1.068	1.54	1.45	1.45	1.39	0.269	0.254	0.26	0.264	13.234	16.920	18.288	18.942
31	2.57	3.67	3.63	4.09	1.861	1.603	1.66	1.544	1.48	1.39	1.35	1.3	0.306	0.292	0.285	0.278	6.308	9.044	9.842	10.842
32	1.41	1.87	2	2.06	3.213	3.022	2.892	3.006	0.63	0.62	0.61	0.58	0.291	0.264	0.255	0.246	7.404	10.148	11.424	14.224
33	2.23	2.23	2.25	2.29	2.403	2.561	2.53	2.585	0.59	0.59	0.59	0.59	0.287	0.291	0.281	0.282	10.144	10.480	11.008	11.792
34	2.19	2.64	2.65	2.32	2.595	2.495	2.712	4.347	0.65	0.61	0.57	0.55	0.284	0.285	0.279	0.266	10.419	12.480	13.860	13.974
35	1.75	1.97	1.97	2.13	2.521	2.423	2.664	2.908	0.58	0.6	0.61	0.6	0.261	0.262	0.261	0.254	9.427	11.025	11.130	12.540
36	2.12	2.91	3.59	4.04	2.233	2.004	1.774	1.76	0.83	0.8	0.76	0.7	0.313	0.295	0.282	0.283	7.783	10.922	13.400	15.392
37	2.61	3.86	3.44	3.29	1.976	1.678	1.868	2.239	0.9	0.84	0.83	0.82	0.293	0.282	0.273	0.27	7.948	12.480	12.015	11.676
38	1.56	1.63	1.72	2.16	2.912	2.988	2.888	2.504	0.87	0.87	0.87	0.85	0.293	0.292	0.282	0.277	8.169	8.820	9.700	10.656
39	1.32	1.44	1.4	1.49	3.458	3.581	3.662	3.543	0.47	0.48	0.49	0.48	0.281	0.28	0.277	0.276	7.850	8.085	8.585	9.240
40	1.75	1.83	2.23	2.35	2.712	2.778	2.263	2.372	0.98	0.97	0.97	0.96	0.286	0.275	0.277	0.268	8.263	9.373	10.185	10.272
41	1.28	1.32	1.86	1.78	3.789	3.914	3.171	3.536	0.53	0.53	0.53	0.5	0.268	0.271	0.307	0.256	9.682	10.486	12.600	13.640
42	1.71	1.79	1.93	1.9	2.859	3.871	3.467	3.497	0.56	0.53	0.52	0.53	0.281	0.259	0.273	0.271	9.476	13.552	14.210	13.774
43	3.45	4.32	4.47	4.47	1.538	1.385	1.365	1.338	1.51	1.46	1.44	1.45	0.280	0.281	0.283	0.279	9.074	10.332	10.836	10.750
44	3.03	4.08	4.64	5.03	1.728	1.511	2.194	1.409	1.47	1.38	1.23	1.23	0.284	0.286	0.274	0.277	7.703	9.180	12.090	12.546
45	3.03	3.11	3.27	3.62	1.580	1.735	1.686	1.593	1.43	1.4	1.38	1.35	0.287	0.292	0.279	0.272	7.657	8.424	9.085	10.440
46	1.82	2.03	1.97	2.12	2.847	2.683	3.273	3.258	0.54	0.54	0.54	0.53	0.272	0.268	0.265	0.264	9.877	10.878	11.102	12.384
47	2.76	3.24	3.84	4.37	1.725	1.787	1.674	1.524	0.89	0.85	0.81	0.8	0.273	0.261	0.249	0.251	8.976	11.592	14.382	15.552
48	1.89	1.88	2.06	2.55	2.661	3.146	3.118	2.677	0.68	0.65	0.61	0.6	0.27	0.255	0.248	0.247	9.861	12.064	13.875	15.232