

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΑ ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ
ΥΠΕΡΒΑΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΧΥΣΑΡΚΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ**

του
Ορέστη Αντωνιάδη

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων για την απόκτηση του μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος « Άσκηση και Ποιότητα Ζωής » των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης και του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην κατεύθυνση «Πρόληψη – Παρέμβαση – Αποκατάσταση»

Κομοτηνή

2011

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1ος Επιβλέπων: Ελένη Δούδα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια

2ος Επιβλέπων: Σάββας Τοκμακίδης, Καθηγητής

3ος Επιβλέπων: Ασημένια Γιοφτσίδου, Λέκτορας

Αφιερωμένη

*σους γονείς μου,
που χωρίς την ηθική και οικονομική στήριξη
των οποίων δε θα είχα τη δυνατότητα
να πραγματοποιήσω τις μεταπτυχιακές μου σπουδές.*

*στην Καθηγήτρια μου,
που μου στάθηκε στις εύκολες και στις δύσκολες στιγμές.*

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με το πέρας της μεταπτυχιακής μου διατριβής θεωρώ υποχρέωσή μου να ευχαριστήσω όλους εκείνους τους ανθρώπους, που ο καθένας με το δικό του τρόπο και από τη δική του πλευρά με βοήθησαν, με στήριξαν, με πίστεψαν και συνέλαβαν στην πραγματοποίηση αυτού του εγχειρήματος.

Πρωτίστως, ευχαριστώ θερμά την Επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου κ. Ελένη Δούδα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Τ.Ε.Φ.Α.Α., η οποία έδειξε εμπιστοσύνη στο πρόσωπο μου, με εμπιστεύτηκε για το συγκεκριμένο θέμα και, σε όλη την πορεία, μου συμπαραστάθηκε ηθικά και ψυχολογικά, δίνοντάς μου με παρρησία τις γνώσεις της καθώς και τις συμβουλές της.

Θερμές επίσης ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στον αδελφό μου Χάρη Αντωνιάδη για τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε για να μου συμπαρασταθεί στις εργαστηριακές μετρήσεις των παιδιών.

Θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω και τις συναδέλφους μου κ.κ. Ροδούλα Δημοσθένους και Χριστίνα Φυσούνη που με το ήθος και το χαρακτήρα που τις διέκρινε συνέλαβαν στη δημιουργία κλίματος αλληλεγγύης και συνεργασίας με τα παιδιά.

Επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς και στα παιδιά, που με εμπιστεύτηκαν όλες αυτές τις εβδομάδες για να υλοποιηθεί η έρευνα, στο ιδιωτικό γυμναστήριο Planet Gym, που μου παραχώρησε το χώρο για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις καθώς και στο Εργαστήριο Φυσικής Αγωγής και Άθλησης της Κατεύθυνσης Εργοφυσιολογίας του ΤΕΦΑΑ του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης για την παραχώρηση μέρος του εξοπλισμού.

Τέλος θα ήμουν αγνώμων εάν δεν ευχαριστούσα τους γονείς μου Γιώργο και Χρύσω, τους ανθρώπους που μου έδωσαν τις βάσεις για να μπορώ να φέρνω πάντοτε εις πέρας ό,τι αναλαμβάνω ως υποχρέωση.

*Ορέστης Αντωνιάδης
Ιούνιος 2011*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ορέστης Αντωνιάδης: Επίδραση της αερόβιας άσκησης στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά και στη σύσταση σώματος υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών
(Με την επίβλεψη της Αναπληρώτριας Καθηγήτριας κ. Ελένης Δούδα)

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν i) η επιδημιολογική καταγραφή των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών ii) η μελέτη των συσχετίσεων με το επίπεδο παχυσαρκίας, iii) η αξιολόγηση των άμεσων προσαρμογών της αερόβιας άσκησης στην αιμοδυναμική ανταπόκριση και iv) ο προσδιορισμός της σύστασης σώματος υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών ηλικίας 10-12 ετών. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην 1^η φάση συμμετείχαν 784 μαθητές/μαθήτριες, ηλικίας 11.27 ± 0.57 ετών. Ο λόγος Odds Ratio (OR) των δύο σχετικών κινδύνων (παχυσαρκία και υπέρταση) για τα αγόρια ήταν $OR=10,875$ (95% CI 5,406 – 21,879) και για τα κορίτσια $OR=3,718$ (95% CI 2,149 – 6,433) αντίστοιχα. Επίσης, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις του δείκτη BMI με τη συστολική αρτηριακή πίεση ($r=.556$, $p<.001$), την καρδιακή συχνότητα ($r=.182$, $p<.001$), και την περιφερειακή αντίσταση ($r=.339$, $p<.001$) ενώ αρνητικές συσχετίσεις σημειώθηκαν με τον όγκο παλμού ($r=-.239$, $p<.001$), την καρδιακή παροχή ($r=-.077$, $p<.05$) και το δείκτη καρδιακής λειτουργίας ($r=-.557$, $p<.001$). Στη 2^η φάση, 54 παιδιά συμμετείχαν σε ένα πρωτόκολλο άσκησης στο δαπεδοεργόμετρο σε διαφορετικές συνθήκες (ηρεμία, 4 km, 5.6 km, 8 km, 3^ο min αποκατάστασης). Τα παιδιά φυσιολογικού βάρους παρουσίασαν καλύτερες τιμές στο σύνολο των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών, στους δείκτες παχυσαρκίας και στη σύσταση σώματος συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδηλώνουν τον αυξημένο κίνδυνο που έχουν τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά να εμφανίσουν υπέρταση συγκριτικά με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους λόγω των υψηλών τιμών των δεικτών παχυσαρκίας σε συνδυασμό με τη χαμηλή καρδιαγγειακή λειτουργία. Οι κατευθυντήριες οδηγίες της Αμερικανικής Ακαδημίας Παιδιατρικής για την πρόληψη και αντιμετώπιση της υπέρτασης στην παιδική και εφηβική ηλικία συνιστούν τροποποίηση του τρόπου ζωής, απώλεια βάρους και συστηματική άσκηση, αναδεικνύοντας την αναγκαιότητα συμμετοχής των παιδιών σε προγράμματα φυσικής δραστηριότητας με στόχο τη βελτίωση του επιπέδου της φυσικής τους κατάστασης και της προαγωγής της υγείας τους.

Λέξεις – Κλειδιά: Δείκτης BMI, αρτηριακή πίεση, σχολική ηλικία

ABSTRACT

Orestis Antoniadis: Effects of aerobic exercise on hemodynamic characteristics and body composition in overweight and obese children
(Under the supervision of Associate Professor Helen Douda)

The purpose of this study was: i) to estimate the hemodynamic characteristics of overweight/obese children with normal body mass values, ii) to correlate the hemodynamic characteristics with obesity indices iii) to evaluate the direct adaptations of aerobic exercise on hemodynamic response and iv) to determine body composition of overweight/obese children. The study was conducted in two phases. In the first phase, 784 male and female students, aged 11.27 ± 0.57 yrs were participated in the study. The Odds Ratio (OR) of two relative risks (obesity and hypertension) for boys was OR = 10,875 (95% CI 5,406 - 21,879) and for girls OR = 3,718 (95% CI 2,149 - 6,433) respectively. Also, statistically significant positive correlations of BMI with systolic blood pressure ($r=.556$, $p <.001$), heart rate ($r=.182$, $p<.001$) and regional resistance ($r=.339$, $p<.001$) and negative correlations occurred with the stroke volume ($r=-.239$, $p<.001$), cardiac output ($r=-.077$, $p<.05$) and cardiac index ($r=-.557$, $p <.001$). In the second phase, 54 children participated in an exercise protocol on a treadmill at different conditions (rest, 4 km, 5.6 km, 8 km, 3rd min recovery). The children of normal weight presented better values on overall hemodynamic characteristics, obesity indices and body composition as compared with overweight/obese children. These results revealed an increased risk of overweight/obese children to develop hypertension than children of normal weight due to the higher values of their obesity indices as combined with their low cardiovascular function. For the prevention and treatment of hypertension in childhood and adolescence, Guidelines' of the American Academy of Pediatrics, recommended lifestyle modifications, including daily physical activity and a well balanced diet, highlighting the need for participation of children in physical activity programs aimed at improving the level of their physical fitness and promoting the health.

Key words: *BMI, blood pressure, school age*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ABSTRACT.....	v
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	xi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	xv
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
Προσδιορισμός του προβλήματος.....	16
Σημασία της έρευνας.....	19
Σκοπός.....	20
Υποθέσεις της έρευνας.....	21
Οριοθετήσεις της έρευνας.....	23
Λειτουργικοί ορισμοί.....	24
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	26
Επιπτώσεις της παχυσαρκίας στην υγεία.....	27
Κατανομή του σωματικού λίπους και καρδιαγγειακός κίνδυνος	29
Ταξινόμηση επιπέδου παχυσαρκίας με βάση το Δείκτη Μάζας Σώματος.....	30
Παχυσαρκία και υπέρταση.....	32
Παθογένεια της υπέρτασης και φυσιολογική καρδιακή και αγγειακή λειτουργία..	33
Παχυσαρκία και υπέρταση στην παιδική και εφηβική ηλικία.....	37
Κριτήρια αξιολόγησης υπέρτασης στην παιδική και εφηβική ηλικία.....	38
Θεραπευτικές προσεγγίσεις στη σχετιζόμενη με την παχυσαρκία υπέρταση.....	40
Η επίδραση της άσκησης στη σύσταση σώματος.....	42
Η επίδραση της άσκησης στις καρδιαγγειακές ανταποκρίσεις.....	43
Η επίδραση της άσκησης στην αρτηριακή πίεση παιδιών και εφήβων.....	46
Συμπεράσματα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	48

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	50
Δείγμα.....	50
Πειραματικός σχεδιασμός.....	50
Διαδικασία μετρήσεων.....	53
Περιγραφή των δοκιμασιών.....	55
Περιγραφή των οργάνων.....	61
Σχεδιασμός της έρευνας.....	61
Στατιστική ανάλυση.....	62
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	63
1 ^η Φάση: Επιδημιολογική καταγραφή αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών.....	63
Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.....	65
Συστολική Αρτηριακή Πίεση.....	72
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση.....	73
Μέση Αρτηριακή Πίεση.....	74
Πίεση σφυγμού ηρεμίας.....	75
Καρδιακή συχνότητα.....	76
Διπλό γινόμενο.....	77
Όγκος παλμού.....	78
Καρδιακή παροχή.....	79
Περιφερειακή αντίσταση.....	80
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας.....	81
Συσχετίσεις του Δείκτη Μάζας Σώματος με τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά....	82
2 ^η Φάση: Μελέτη των άμεσων προσαρμογών της αερόβιας άσκησης.....	83
Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και σύσταση σώματος.....	83
Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.....	86
Συστολική Αρτηριακή Πίεση.....	92
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση.....	93
Μέση Αρτηριακή Πίεση.....	94
Πίεση σφυγμού ηρεμίας.....	95
Καρδιακή συχνότητα.....	96

Διπλό γινόμενο.....	97
Όγκος παλμού.....	98
Καρδιακή παροχή.....	99
Περιφερειακή αντίσταση.....	100
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας.....	101
Χρόνος άσκησης στο δαπεδοεργόμετρο.....	102
Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης	103
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	104
Επιδημιολογική καταγραφή αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών και η σχέση τους με την παχυσαρκία.....	104
Άμεσες προσαρμογές της αερόβιας άσκησης στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.	108
Σχεδιασμός προγραμμάτων άσκησης και φυσικής δραστηριότητας στην αντιμετώπιση της παιδικής υπέρτασης που σχετίζεται με την παχυσαρκία	111
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	114
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	117
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	135
Παράρτημα I: Δήλωση συγκατάθεσης γονέα για συμμετοχή παιδιού στην έρευνα	136
Παράρτημα II: Ατομική καρτέλα παιδιού – σχολείο.....	137
Παράρτημα III: Ατομική καρτέλα παιδιού – γυμναστήριο.....	138
Παράρτημα IV: Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης.....	140

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.	Ταξινόμηση επιπέδου παχυσαρκίας για ενήλικες με βάση το δείκτη BMI.....	30
Πίνακας 2.	Διαχωρισμός των παιδιών σε υπέρβαρα και παχύσαρκα με βάση την ηλικία και το φύλο (Cole et al., 2000).....	31
Πίνακας 3.	Ταξινόμηση κατηγορίας υπέρτασης για παιδιά (National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents, 2007).....	38
Πίνακας 4.	Κριτήρια ταξινόμησης της υπέρτασης σε παιδιά, αγόρια και κορίτσια αντίστοιχα, ανάλογα με τις τιμές της συστολικής πίεσης, την ηλικία και το ύψος (National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents, 2007)	39
Πίνακας 5.	Έλεγχος κατανομής χ^2 των παραγόντων φύλο (αγόρια, κορίτσια) και επίπεδο παχυσαρκίας (φυσιολογικά, υπέρβαρα/παχύσαρκα) του συνολικού δείγματος (n=784).....	63
Πίνακας 6.	Λόγοι σχετικών πιθανοτήτων (Odds Ratio) της επίδρασης των παραγόντων επίπεδο παχυσαρκίας (φυσιολογικά, υπέρβαρα/παχύσαρκα) και κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά, υπερτασικά) σε κάθε φύλο (αγόρια, κορίτσια) χωριστά.....	65
Πίνακας 7.	Δείκτες κεντρικής τάσης και διασποράς των μορφολογικών και αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών του συνολικού δείγματος (n=784).....	66
Πίνακας 8.	Αποτελέσματα από την ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA) (Φύλο x Επίπεδο Παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης) στο σύνολο των αιμοδυναμικών παραμέτρων.....	67
Πίνακας 9.	Αποτελέσματα t-test μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.....	70
Πίνακας 10.	Αποτελέσματα t-test μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.....	70

Πίνακας 11.	Αποτελέσματα t-test μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.....	71
Πίνακας 12.	Δείκτες κεντρικής τάσης και διασποράς των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και της σύστασης σώματος για κάθε ομάδα χωριστά.....	83
Πίνακας 13.	Αποτελέσματα t-test μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και στη σύσταση σώματος.....	85
Πίνακας 14.	Δείκτες κεντρικής τάσης και διασποράς των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών για κάθε ομάδα χωριστά.....	87
Πίνακας 15.	Αποτελέσματα από την ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures) (Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης) στο σύνολο των αιμοδυναμικών παραμέτρων.....	88
Πίνακας 16.	Αποτελέσματα t-test μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά στις διάφορες συνθήκες μέτρησης.....	90

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.	Ρυθμιστικοί μηχανισμοί της μέσης αρτηριακής πίεσης (Αντωνακούδης, 2004).....	35
Σχήμα 2.	Πειραματικός σχεδιασμός της μελέτης.....	51
Σχήμα 3.	Ποσοστά του επιπέδου παχυσαρκίας και της κατηγορίας υπέρτασης σε κάθε φύλο χωριστά.....	64
Σχήμα 4.	Αποτελέσματα συστολικής αρτηριακής πίεσης νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p < .05$ και # $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.....	72
Σχήμα 5.	Αποτελέσματα διαστολικής αρτηριακής πίεσης νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.....	73
Σχήμα 6.	Αποτελέσματα μέσης αρτηριακής πίεσης νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.....	74
Σχήμα 7.	Αποτελέσματα πίεσης σφυγμού ηρεμίας νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.....	75
Σχήμα 8.	Αποτελέσματα καρδιακής συχνότητας νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου ** $p < .01$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών.....	76
Σχήμα 9.	Αποτελέσματα διπλού γινομένου νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.....	77

- Σχήμα 10.** Αποτελέσματα όγκου παλμού νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών..... 78
- Σχήμα 11.** Αποτελέσματα καρδιακής παροχής νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών..... 79
- Σχήμα 12.** Αποτελέσματα περιφερειακής αντίστασης νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου ** $p < .05$, *** $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών..... 80
- Σχήμα 13.** Αποτελέσματα του δείκτη καρδιακής λειτουργίας νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p < .001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών..... 81
- Σχήμα 14.** Συσχετίσεις του δείκτη BMI με τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος ($n=784$)..... 82
- Σχήμα 15.** Αποτελέσματα συστολικής αρτηριακής πίεσης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p < .05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης..... 92
- Σχήμα 16.** Αποτελέσματα διαστολικής αρτηριακής πίεσης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p < .05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης..... 93

- Σχήμα 17.** Αποτελέσματα της μέσης αρτηριακής πίεσης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου $\#p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης..... 94
- Σχήμα 18.** Αποτελέσματα της πίεσης σφυγμού ηρεμίας υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου $\#p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης. 95
- Σχήμα 19.** Αποτελέσματα της πίεσης σφυγμού ηρεμίας υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου $\#p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης..... 96
- Σχήμα 20.** Αποτελέσματα του διπλού γινομένου υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου $\#p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης..... 97
- Σχήμα 21.** Αποτελέσματα του όγκου παλμού υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου $\#p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης..... 98
- Σχήμα 22.** Αποτελέσματα της καρδιακής παροχής υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου $\#p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6

	km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.....	99
Σχήμα 23.	Αποτελέσματα περιφερειακής αντίστασης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου #p<.05: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.....	100
Σχήμα 24.	Αποτελέσματα του δείκτη καρδιακής λειτουργίας υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου #p<.05: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.....	101
Σχήμα 25.	Αποτελέσματα του δείκτη καρδιακής λειτουργίας υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου #p<.05: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.....	102
Σχήμα 26.	Αποτελέσματα της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου #p<.05: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.....	103

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.	Αερόβια δοκιμασία στο δαπεδοεργόμετρο	52
Εικόνα 2.	Μέτρηση αρτηριακής πίεσης σε συνθήκη ηρεμίας.....	53
Εικόνα 3.	Μέτρηση αρτηριακής πίεσης σε συνθήκη ηρεμίας στα κάτω άκρα	54
Εικόνα 4.	Μέτρηση ύψους από όρθια θέση	55
Εικόνα 5.	Μέτρηση σωματικής μάζας	55
Εικόνα 6.	Περιφέρεια μέσης	56
Εικόνα 7.	Περιφέρεια κοιλιάς	56
Εικόνα 8.	Περιφέρεια ισχίου.....	56
Εικόνα 9.	Προσθιοπίσθια διάμετρος κοιλιάς	57
Εικόνα 10.	Δερματοπτυχή τρικέφαλου.....	58
Εικόνα 11.	Δερματοπτυχή δικέφαλου βραχιόνιου.....	58
Εικόνα 12.	Δερματοπτυχή υποπλάτιου.....	59
Εικόνα 13.	Δερματοπτυχή υποπλάτιου.....	59
Εικόνα 14.	Δερματοπτυχή κοιλιακού.....	59
Εικόνα 15.	Δερματοπτυχή μηριαίου.....	60
Εικόνα 16.	Δερματοπτυχή γαστροκνημίου.....	60

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΕΡΟΒΙΑΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΑ ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ
ΥΠΕΡΒΑΡΩΝ ΚΑΙ ΠΑΧΥΣΑΡΚΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ**

Πληθώρα μελετών αποδεικνύουν ότι η συχνότητα της παχυσαρκίας αυξάνεται σημαντικά στις ανεπτυγμένες χώρες τόσο στους ενήλικες (Flegal, Carroll, Ogden & Johnson, 2002) όσο και στα παιδιά (Chinn, Hughes & Rona, 1998; Hanley et al., 2000; Troiano & Flegal, 1998). Το πρόβλημα της παχυσαρκίας φτάνει πλέον τα επίπεδα επιδημίας και στην Κύπρο όπου, οι πρώτες έρευνες έδειξαν ότι το 20.3% των αγοριών και το 18.1% των κοριτσιών ηλικίας 10-12 ετών βρέθηκαν να είναι υπέρβαρα (Σάββας et al., 1999). Πιο πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι το ποσοστό εμφάνισης της παχυσαρκίας για τις ηλικίες 6-18 ετών φτάνει στο 6.9% με 10.3% στα αγόρια (αναλόγως της μεθόδου σύγκρισης) και στο 5.7% με 9.1% στα κορίτσια αντίστοιχα. Το ποσοστό υπέρβαρων παιδιών ήταν 18.8% με 16.9% στα αγόρια και 17% με 13.1% στα κορίτσια (Savva et al., 2002) και τα παιδιά με αυξημένη περιφέρεια μέσης παρουσίασαν 3-4 φορές πιο συχνά αυξημένη αρτηριακή πίεση σε σχέση με τα παιδιά με κανονική περιφέρεια μέσης (Σάββα, Χατζηγεωργίου, Κουρίδης, Σιαμούνη & Τορναρίτης, 2004).

Προσδιορισμός του προβλήματος

Η παχυσαρκία είναι το πιο κοινό αίτιο της αυξημένης αρτηριακής πίεσης (Ippisch & Daniels, 2008) κατά την παιδική ηλικία και σχετίζεται επίσης με δυσλιπιδαιμία, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 και μακροχρόνια με αθηροσκλήρωση και καρδιαγγειακά προβλήματα. Πλήθος επιδημιολογικών ερευνών έδειξαν ότι οι ρίζες της υπέρτασης βρίσκονται στην πρώτη ή τη δεύτερη δεκαετία της ζωής, και σχετίζεται με γενετικούς παράγοντες καθώς επίσης και με την παχυσαρκία (Falkner, Hulman, Tannerbaum & Kushner, 1990; Mahoney, Clarke, Burns & Lauer, 1991; Weidmann, DeCourten & Bohlen, 1993). Η ανάπτυξη υπέρτασης φαίνεται να σχετίζεται με τους γενετικούς παράγοντες δράσης πολλών γονιδίων τα οποία επηρεάζονται σε σχετικά μεγάλο βαθμό από το περιβάλλον (διατροφικές συνήθειες, γεωγραφική περιοχή, κοινωνικοοικονομική

κατάσταση, ηλικία) και αυξάνουν την πιθανότητα σε ένα άτομο να εμφανίσει υπερτασική νόσο (Falkner, 2008; Hamet, Pausova, Adarichev, Adaricheva & Tremblay, 1998).

Μελέτες έδειξαν ότι δεν θα πρέπει να αγνοηθεί το οικογενειακό ιστορικό και ο σημαντικός ρόλος της κληρονομικότητας, αφού η πιθανότητα εμφάνισης υπέρτασης διπλασιάζεται σε οικογένειες με ένα ή δύο υπερτασικούς γονείς (Din-Dzietham, Liu, Bielo & Shamsa, 2007). Επίσης, η εμφάνιση στο πλάσμα αυξημένων επιπέδων αγγειοτασινογόνου το οποίο παράγεται στο ήπαρ, έχει αναφερθεί τόσο σε υπερτασικούς ασθενείς, όσο και στους απογόνους υπερτασικών οικογενειών. Πρόκειται για μονογονιδιακή διαταραχή σχετίζοντας άμεσα το γονίδιο του αγγειοτασινογόνου με την υπέρταση (Garcia, Newhouse, Caulfield & Munroe, 2003). Η γενετική αιτιολογία της υπέρτασης ενισχύεται και από τη δημιουργία μεταλλάξεων σε ειδικούς γενετικούς τόπους, οι οποίες όμως συμβαίνουν σπάνια. (Lifton, 1996).

Όταν η αρτηριακή πίεση ωστόσο, παρουσιάζει διακυμάνσεις και διατείνονται τα τοιχώματα των αγγείων τότε διεγείρονται οι τασεοϋποδοχείς και οι ώσεις που αποστέλλουν, από τη μια μεριά αναστέλλουν τη δράση της υπερτασικής περιοχής του αγγειοκινητικού κέντρου και από την άλλη διεγείρουν το καρδιοανασταλτικό κέντρο προκαλώντας μείωση της αρτηριακής πίεσης στα φυσιολογικά επίπεδα (Guyton, 1990). Και η απάντηση και όλη αυτή τη δραστηριοποίηση αποτελεί η περιφερική αγγειοδιαστολή, η βραδυκαρδία και η πτώση της αρτηριακής πίεσεως στον οργανισμό των παχύσαρκων υπερτασικών παιδιών. Οι τασεοϋποδοχείς δηλαδή κύρια πληροφορούν τα καρδιαγγειακά κέντρα του εγκεφάλου σχετικά με τη μέση πίεση, το εύρος πίεσεως και τη συχνότητα της καρδιακής συστολής ώστε με τη ρυθμιστική επέμβαση των κέντρων αυτών να αποφευχθούν μεγάλες διακυμάνσεις στην αρτηριακή πίεση (Γκίμπα & Παπάς, 1984).

Στους έφηβους, η κατανομή λίπους στο σώμα φαίνεται ότι σχετίζεται με την υπέρταση περισσότερο απ' ό,τι ο αυξημένος δείκτης BMI από μόνος του. Στη σπλαγγχνικού τύπου παχυσαρκία, όπου παρατηρείται αυξημένη αντίσταση στην ινσουλίνη, παρατηρείται επίσης αύξηση της υπέρτασης που οι πιθανοί παθογενετικοί μηχανισμοί μπορεί να είναι η αυξημένη δραστηριότητα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος καθώς και η αυξημένη επαναρρόφηση νατρίου και ύδατος. Οι μηχανισμοί αυτοί μπορούν να αναστραφούν μετά από απώλεια βάρους και άσκηση.

Τα παχύσαρκα παιδιά συνήθως εμπλέκονται λιγότερο χρόνο με μέτριες και έντονες μορφές σωματικής δραστηριότητας και έχουν χαμηλότερη καρδιοαναπνευστική αντοχή

συγκριτικά με τα μη παχύσαρκα παιδιά (Trost, Kerr, Ward & Pate, 2001). Η αντιμετώπιση και θεραπεία της παχυσαρκίας συνήθως περιλαμβάνει συνδυασμούς άσκησης, διατροφής, καθώς και παρεμβάσεις συμπεριφοράς και τροποποίησης του τρόπου ζωής. Ωστόσο, λίγες μελέτες αξιολογούν μεμονωμένα την επίδραση της άσκησης (Gutin & Owens, 1999; Meyer, Kundt, Lenschow, Schuff-Werner & Kienast, 2006; Watts, Beye & Siafarikas, 2004) στους παχύσαρκους έφηβους και αναφέρουν σημαντικές αλλαγές στο σωματικό ή σπλαχνικό λίπος, στην ενδοθηλιακή λειτουργία, στη νευρική δραστηριότητα, στα λιπίδια και στην αντίσταση στην ινσουλίνη ενώ δεν υπάρχουν δεδομένα για τις επιδράσεις της άσκησης στις μεταβολές της αρτηριακής πίεσης σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας.

Οι Yun Hee Lee και συν (2010) αξιολόγησαν σε 54 παχύσαρκους έφηβους στην Κορέα την αρτηριακή πίεση αίματος, το δείκτη μάζας σώματος (BMI), τη γλυκόζη του αίματος, την ολική χοληστερόλη, τα τριγλυκερίδια και τις λιποπρωτεΐνες LDL και HDL. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε 3 ομάδες: ομάδα αεροβικής άσκησης (n=16), ομάδα συνδυαστικών ασκήσεων (n=20) και ομάδα ελέγχου (n=20). Το πρόγραμμα συνδυαστικής γυμναστικής διάρκειας 60 λεπτών περιλάμβανε τη φάση προθέρμανσης για 5 λεπτά (χαλαρό τρέξιμο και διατάσεις), την κύρια φάση με αεροβική γυμναστική και ασκήσεις αντοχής και τη φάση χαλάρωσης με διατάσεις 5 λεπτών. Το πρόγραμμα αεροβικής άσκησης διάρκειας 60 λεπτών περιλάμβανε τη φάση προθέρμανσης για 5 λεπτά, τη βασική γυμναστική και τις ασκήσεις χαλάρωσης. Οι φάσεις χαλάρωσης και προθέρμανσης είναι ίδιες με το πρόγραμμα συνδυαστικής γυμναστικής. Η συχνότητα των ασκήσεων ήταν 3 φορές την εβδομάδα. Μετά από 10 εβδομάδες ακολούθησε συγκριτική μελέτη των ανθρωπομετρικών δεδομένων και των καρδιαγγειακών παραμέτρων με τα αντίστοιχα στοιχεία πριν τα προγράμματα γυμναστικής. Παρατηρήθηκε μείωση της συστολικής πίεσης του αίματος στις ομάδες της συνδυαστικής και της αεροβικής γυμναστικής σε σχέση με την ομάδα ελέγχου καθώς και βελτίωση της φυσικής κατάστασης. Η ευεργετική επίδραση της άσκησης σε παιδιά μελετήθηκε και ως παράγοντας πρόληψης καρδιαγγειακών νοσημάτων (Saakslahiti et al., 2004), συμβάλλοντας στη μείωση της αυξημένης συστολικής πίεσης (Farpour-Lambert et al., 2009) και του αυξημένου σωματικού λίπους (Ebbeling, Pawlak, Ludwig, 2002).

Οι Balas-Nakash και συν. (2010) μελέτησαν 54 παχύσαρκα παιδιά στο Μεξικό που συμμετείχαν σε προγράμματα γυμναστικής για 12 εβδομάδες. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε 2 ομάδες: ομάδα ελέγχου (<20 λεπτά σωματικής δραστηριότητας) και ομάδα αερόβιας

άσκησης (καθημερινά 40λεπτά). Και οι δύο ομάδες είχαν μία αρχική φάση προθέρμανσης, μία ενδιάμεση και την τελική φάση αποθεραπείας με διατάσεις. Η ενδιάμεση φάση για την πρώτη ομάδα περιλάμβανε βηματισμό, βάδισμα προς τα εμπρός και προς τα πίσω χωρίς κίνηση στα χέρια, ξεχωριστή ανύψωση άνω και κάτω άκρου και αργές χορευτικές κινήσεις. Για τη δεύτερη ομάδα περιλάμβανε πιο περίπλοκες ασκήσεις συντονισμού, δύναμης και έντασης. Όλες οι ασκήσεις περιείχαν ταυτόχρονες κινήσεις άνω και κάτω άκρων και χρησιμοποιήθηκε μουσική για καλύτερο συντονισμό κινήσεων. Ο δείκτης μάζας σώματος, η περιφέρεια μέσης, το ποσοστό σωματικού λίπους, η συστολική και διαστολική πίεση αίματος, τα λιπίδια, οι λιποπρωτεΐνες, η γλυκόζη και η ινσουλίνη μετρήθηκαν πριν και μετά το πρόγραμμα παρέμβασης. Στη δεύτερη ομάδα παρατηρήθηκε μεγαλύτερη βελτίωση της διαστολικής και συστολικής πίεσης του αίματος, ενώ και στις δύο ομάδες μειώθηκαν οι δείκτες παχυσαρκίας και οι τιμές των λιπιδίων. Συμπερασματικά, η αεροβική άσκηση αποτελεί μία αποτελεσματική στρατηγική μείωσης του κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων.

Στην Κύπρο, παρ' όλη την ανησυχητική αύξηση της παχυσαρκίας, ιδιαίτερα στα παιδιά και τους εφήβους, δεν έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες που να αφορούν στην επίδραση της άσκησης στον έλεγχο της αρτηριακής πίεσης υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών. Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να καλύψει το κενό στο χώρο αυτό συμβάλλοντας στη συλλογή πληροφοριών για την επιδημιολογία και τη σχέση της υπέρτασης με την παχυσαρκία καθώς και για την επίδραση της αερόβιας άσκησης στη μεταβολή των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών υπέρβαρων και παχύσαρκων αγοριών και κοριτσιών προεφηβικής ηλικίας.

Σημασία της έρευνας

Η παρούσα έρευνα εστίασε στην παιδική παχυσαρκία σε αγόρια και κορίτσια προεφηβικής ηλικίας γιατί είναι το πιο κοινό αίτιο της αυξημένης αρτηριακής πίεσης και σχετίζεται με δυσλιπιδαιμία, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 και μακροχρόνια με αθηροσκλήρωση και καρδιαγγειακά προβλήματα. Η συμμετοχή ωστόσο σε οργανωμένα και συστηματικά προγράμματα άσκησης από τις μικρές και ευαίσθητες ηλικίες μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη της παχυσαρκίας και να ανακόψει τις παθήσεις που μπορεί να αναπτυχθούν κατά την ενηλικίωση. Συνεπώς, η έγκαιρη ανίχνευση και καταγραφή των παραγόντων που σχετίζονται με την εμφάνιση της παχυσαρκίας, καθώς και των

παραμέτρων που συντελούν στην αυξημένη αρτηριακή πίεση στην παιδική ηλικία θα πρέπει να αποτελεί βασική προτεραιότητα για τους φορείς που σχετίζονται με τη δημόσια υγεία.

Επειδή οι επιπτώσεις της αυξημένης αρτηριακής πίεσης στην υγεία είναι σοβαρές, είναι πολύ σημαντικό να συλλεχτούν δεδομένα για τις συνέπειές της σε υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά προεφηβικής ηλικίας που είναι η ομάδα πληθυσμού με το μεγαλύτερο κίνδυνο εμφάνισης υπέρτασης κατά την ενήλικη ζωή τους αλλά και τις μεγαλύτερες ελπίδες έγκαιρης αντιμετώπισης. Επίσης είναι σημαντικό να συλλεχτούν στοιχεία για την ένταση και τη διάρκεια της αερόβιας άσκησης που επιδρά ευεργετικά στην πρόληψη και τη θεραπεία της αρτηριακής πίεσης έτσι ώστε να υπάρξει επιστημονική τεκμηρίωση και σωστή χρήση της, ως εργαλείο θεραπευτικής παρέμβασης που βοηθά στη μείωση της καρδιαγγειακής επιβάρυνσης.

Η παρούσα έρευνα προσφέρει σημαντικές πληροφορίες αναφορικά με τη συχνότητα εμφάνισης της αρτηριακής πίεσης στην προεφηβική ηλικία καθώς και τη σχέση της με την παχυσαρκία και το αυξημένο σωματικό λίπος. Τα συμπεράσματα της μελέτης θα συμβάλλουν στη χάραξη στρατηγικών υγείας και στην εφαρμογή αποτελεσματικών προγραμμάτων άσκησης για την πρόληψη και πρόωμη παρέμβαση σε υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά προεφηβικής ηλικίας με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης υπέρτασης κατά την ενηλικίωση.

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν α) η επιδημιολογική καταγραφή των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας β) η μελέτη των συσχετίσεων των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών με το επίπεδο παχυσαρκίας και γ) η μελέτη των άμεσων προσαρμογών της αερόβιας άσκησης στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) και δ) ο προσδιορισμός της σύστασης σώματος υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών ηλικίας 10-12 ετών.

Υποθέσεις της έρευνας

Ερευνητικές υποθέσεις: Οι βασικές ερευνητικές υποθέσεις της παρούσας μελέτης που εξετάστηκαν είναι:

- i. το *επίπεδο παχυσαρκίας* επηρεάζει τη σύσταση σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους) και τις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.
- ii. το *φύλο* επηρεάζει τη σύσταση σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους) και τις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.
- iii. η *αερόβια άσκηση* βελτιώνει τις τιμές της σύστασης σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους) και των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.

Στατιστικές υποθέσεις: Οι μηδενικές υποθέσεις με τις αντίστοιχες εναλλακτικές τους που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη είναι:

H0: Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυσιολογικών, υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών στις παραμέτρους της σύστασης σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους).

H1: Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυσιολογικών, υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών στις παραμέτρους της σύστασης σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους).

H0: Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυσιολογικών, υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών στις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας).

H1: Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των φυσιολογικών, υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών στις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας).

H0: Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στις παραμέτρους της σύστασης σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους).

H1: Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στις παραμέτρους της σύστασης σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους).

H0: Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας).

H1: Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας).

H0: Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της αερόβιας άσκησης στις παραμέτρους της σύστασης σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους) μεταξύ των φυσιολογικών, υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.

H1: Υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της αερόβιας άσκησης στις παραμέτρους της σύστασης σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους) μεταξύ των φυσιολογικών, υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.

H0: Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της αερόβιας άσκησης στις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) μεταξύ των φυσιολογικών, υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.

H1: Υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της αερόβιας άσκησης στις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) μεταξύ των φυσιολογικών, υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.

H0: Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της αερόβιας άσκησης στις παραμέτρους της σύστασης σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους) μεταξύ αγοριών και κοριτσιών.

H1: Υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της αερόβιας άσκησης στις παραμέτρους της σύστασης σώματος (ποσοστό σωματικού λίπους, άλιπη μάζα, μάζα λίπους) μεταξύ αγοριών και κοριτσιών.

H0: Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της αερόβιας άσκησης στις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) μεταξύ αγοριών και κοριτσιών.

H1: Υπάρχει στατιστικά σημαντική επίδραση της αερόβιας άσκησης στις τιμές των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) μεταξύ αγοριών και κοριτσιών.

Οριοθετήσεις της έρευνας

Οι οριοθετήσεις της παρούσας έρευνας όσον αφορά στην επιλογή του δείγματος, καθώς επίσης και τη διαδικασία των μετρήσεων αναφέρονται παρακάτω:

- *ως προς την επιλογή του δείγματος:* Το δείγμα απετέλεσαν φυσιολογικοί/ες, υπέρβαροι/ες και παχύσαρκοι/ες μαθητές/τριες που φοιτούν σε Δημόσια σχολεία Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της επαρχίας Λεμεσού στην Κύπρο, ηλικίας 10-12 ετών.

- *ως προς τη μέτρηση δερματοπτυχών:* Για τον προσδιορισμό της σύστασης σώματος χρησιμοποιήθηκαν οι δερματοπτυχές του τρικέφαλου και του γαστροκνημίου.

- *ως προς τη διατροφή:* Ο έλεγχος της διατροφής των παιδιών και η τήρηση των διατροφικών οδηγιών επαφιόταν στην ειλικρινή δήλωση των συμμετεχόντων.

- ως προς τη φυσική δραστηριότητα: Ο έλεγχος της φυσικής δραστηριότητας των παιδιών έγινε με τη χρήση βηματόμετρων (Omron walking Style II) τα οποία καταγράφουν τον αριθμό των βημάτων, την απόσταση, το χρόνο και τις θερμίδες που καταναλώνει ο ασκούμενος καθώς περπατάει.

Λειτουργικοί ορισμοί

Αρτηριακή υπέρταση: ως αρτηριακή υπέρταση καθορίζεται η Συστολική Αρτηριακή Πίεση (ΣΑΠ) μεγαλύτερη από 140mmHg και η Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (ΔΑΠ) μεγαλύτερη από 90 mmHg (Chobanian, Bakris & Black, 2003).

Δείκτης Μάζας Σώματος: Ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) είναι ένας ανθρωπομετρικός δείκτης βάρους και ύψους και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του επιπέδου παχυσαρκίας. Υπολογίζεται από το πηλίκο του σωματικού βάρους εκφρασμένου σε κιλά δια του τετραγώνου του σωματικού ύψους εκφρασμένου σε μέτρα [$\text{Kg}/\text{ύψος}^2(\text{m})$]. Όσο αφορά τα παιδιά και τους εφήβους ο ΔΜΣ υπολογίζεται σύμφωνα με τις διεθνές καμπύλες και όρια που καθόρισαν οι Cole, Bellizzi, Flegal & Dietz, (2000) όπου τα παιδιά από 2 έως 18 ετών και για τα δυο φύλα ταξινομούνται σε φυσιολογικά, υπέρβαρα ή παχύσαρκα.

Διαστολική αρτηριακή πίεση: Η χαμηλότερη τιμή της πίεσης στα τοιχώματα των αρτηριών κατά τη διάρκεια της διαστολικής φάσης της καρδιακής λειτουργίας.

Καρδιακή παροχή (Cardiac Output): ονομάζεται ο όγκος του αίματος που εξωθεί η καρδιά κάθε λεπτό.

Καρδιακή συχνότητα: εκφράζεται με κτύπους ανά λεπτό. Η καρδιακή συχνότητα και ο όγκος παλμού αποτελούν τις συνιστώσες της καρδιακής παροχής που εκφράζει την αντλητική ικανότητα της καρδιάς.

Κνημοβραχιόνιος δείκτης: δείκτης παθολογίας ή μη των αρτηριών των κάτω άκρων. Υπολογίζεται διαιρώντας τη συστολική πίεση της κνήμης και του σύστοιχου βραχίονα.

Όγκος παλμού (Stroke Volume): είναι η ποσότητα του αίματος που εξωθεί η καρδιά σε κάθε συστολή.

Παχυσαρκία: Η αύξηση του σωματικού βάρους είναι αποτέλεσμα της αυξημένης πρόσληψης τροφής σε σχέση με τις ενεργειακές μας ανάγκες. Το ερώτημα είναι αν το ενεργειακό αυτό περίσσειμα οφείλεται σε αυξημένη ενεργειακή πρόσληψη ή/και σε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Συνολική περιφερική αντίσταση: είναι το άθροισμα των αντιστάσεων που προβάλλονται στη ροή από όλα τα αιμοφόρα αγγεία της συστηματικής κυκλοφορίας.

Πίεση σφυγμού: είναι συστολική πίεση μείον τη διαστολική πίεση. Αποτελεί δείκτη σκληρότητας των μεγάλων ελαστικών αγγείων αγωγής και έχει θεωρηθεί σημαντικός διαγνωστικός παράγοντας αυξημένης καρδιαγγειακής νοσηρότητας και θνησιμότητας.

Συστολική αρτηριακή πίεση: Η μέγιστη τιμή της πίεσης στα τοιχώματα των αρτηριών κατά τη διάρκεια της συστολικής φάσης της καρδιακής λειτουργίας.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η παιδική παχυσαρκία γενικότερα αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό πρόβλημα που απασχολεί τη διεθνή επιστημονική κοινότητα (Caterson et al., 2004; Dehghan, Akhtar-Danesh & Merchant, 2005; Fogelholm, Stallknecht. & VanBaak, 2006; Padilla-Moledo et al., 2011; WHO, 2004). Στην εμφάνιση της παχυσαρκίας εμπλέκονται πολλοί παράγοντες (γενετικοί, ορμονικοί, ψυχολογικοί, περιβαλλοντικοί, δημογραφικοί, κοινωνικό-οικονομικοί) οι οποίοι αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους επηρεάζοντας το επίπεδο της λειτουργικής ικανότητας των παιδιών και γενικότερα την ποιότητα ζωής τους (Steinberger & Daniels, 2003). Η παχυσαρκία είναι μία κοινή διαταραχή, αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης γονοτυπικών και περιβαλλοντικών παραγόντων, με ποικίλες κοινωνικές, πολιτισμικές, ψυχολογικές και γενετικές προεκτάσεις (Κώτσης, Παπακάτσικα, Τρακατέλλη & Σταμπούλη, 2009). Οι πιο σημαντικές διαταραχές οι οποίες σχετίζονται με την παχυσαρκία είναι η υπέρταση, η υπερλιπιδαιμία και η υπερινσουλιναιμία/αντίσταση στην ινσουλίνη (Freedman, Dietz, Srinivasan, & Berenson, 1999; Power, Lake & Cole, 1997).

Μελέτες υποστηρίζουν ότι η γονιδιακή έκφραση και η κληρονομικότητα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εμφάνιση της παχυσαρκίας (Yanovski & Yanovski, 1999; Barsh, Farooqi & O' Rahilly, 2000). Για παράδειγμα, το σωματικό βάρος ενός παιδιού σχετίζεται σημαντικά με το βάρος των φυσικών του γονιών από τους οποίους κληρονομεί την κατανομή και τη λειτουργία των λιποκυττάρων, που επηρεάζουν τις μεταβολές της σωματικής μάζας σε διαφορετικές συνθήκες (Stunkard, 1996). Η αύξηση, ωστόσο, της σωματικής μάζας συνδέεται άμεσα και με την ηλικία, πιθανά λόγω της μείωσης της φυσικής δραστηριότητας, του βασικού μεταβολισμού και του μεταβολικού ρυθμού ο οποίος επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο ο οργανισμός αξιοποιεί την ενέργεια και αποθηκεύει το λίπος.

Επιπτώσεις της παχυσαρκίας στην υγεία

Επιδημιολογικές μελέτες που αξιολογούν τους δείκτες παχυσαρκίας σε παιδιά δείχνουν ότι ποσοστό 25-30% των παιδιών χαρακτηρίζεται από αυξημένο σωματικό βάρος (Gortmaker, Dietz, Sobol & Wehler, 1987; Kordik & Peitz, 1999; Sallis, Prochaska & Taylor, 2000). Ιδιαίτερα ανησυχητικό θεωρείται το γεγονός, ότι με το πέρασμα των χρόνων το πρόβλημα αυτό τείνει να λάβει ανεξέλεγκτες διαστάσεις. Έτσι, τα ποσοστά της παιδικής παχυσαρκίας έχουν αυξηθεί κατά 54% στις ηλικίες 6-11 ετών και κατά 39% σε εφήβους 12-17 ετών, ενώ οι δείκτες θνησιγενούς παχυσαρκίας αυξήθηκαν κατά 98% και 64% σε παιδιά και εφήβους αντίστοιχα (Kumanyika, 1993). Η υπερβολική συγκέντρωση λιπώδους ιστού επηρεάζει την ψυχοσωματική υγεία και είναι υπεύθυνη για πρόκληση σακχαρώδους διαβήτη (Curhan et al., 1996; Lithell et al., 1996), οστεοαρθρίτιδας, ορισμένων μορφών καρκίνου, νόσων του καρδιαγγειακού συστήματος (Eriksson et al., 1999), μεταβολικού συνδρόμου (Yarbrough, Barrett-Connor, Kritiz-Silverstein & Wingard, 1998) και πλήθους άλλων ασθενειών (Freedman, Dietz, Goulding, Jones, Taylor, Williams & Manning, 2001; Sinha et al., 2002). Ιδιαίτερα ανησυχητικό είναι το γεγονός ότι η υπερβολική εναπόθεση σωματικού λίπους δημιουργεί υπολανθάνουσες δυσμενείς καταστάσεις για την υγεία, τις οποίες το άτομο συνήθως αντιλαμβάνεται όταν πλέον υπάρχουν ήδη εγκατεστημένες βλάβες σε όργανα στόχους όπως υπολειτουργία ή και καταστροφή των β-κυττάρων του παγκρέατος, ενδοθηλιακές φλεγμονές, μεταβολικές δυσλειτουργίες, αθηρωμάτωση, υπερτροφία αριστερής κοιλίας.

Το υπερβολικό σωματικό λίπος έχει συσχετιστεί με μια σειρά μεταβολικών επιπλοκών, μεταξύ των οποίων είναι και η αύξηση της αρτηριακής πίεσης. Οι ερευνητές συμφωνούν επίσης ότι η παχυσαρκία, και ιδιαίτερα η κεντρικού τύπου, είναι επιβαρυντικός παράγοντας για την ανάπτυξη μεταβολικού συνδρόμου στα παιδιά (Invitti et al., 2008; Rizo et al., 2007; Steinberger & Daniels, 2003; Weiss et al. 2004; Χριστόδουλος, Τοκμακίδης, Δούδα, Τοσούλης & Γκίκα, 2008). Σύμφωνα με τους ερευνητές, η επίδραση της παχυσαρκίας σε καθένα ξεχωριστά από τους παράγοντες που συνθέτουν το μεταβολικό σύνδρομο εστιάζει:

α) *στα επίπεδα ινσουλίνης πλάσματος*: Η αύξηση του βάρους και κυρίως η κατανομή του λίπους του σώματος συσχετίστηκε με αύξηση της συγκέντρωσης ινσουλίνης στο πλάσμα και μείωση της ευαισθησίας των ιστών στη δράση της ινσουλίνης. Η απώλεια βάρους συσχετίστηκε στατιστικά σημαντικά με τη μείωση της συγκέντρωσης της ινσουλίνης στο

πλάσμα και με αύξηση της ευαισθησίας των ιστών σ' αυτή (Caceres, Teran , Rodriguez, & Medina., 2008; Steinberger & Daniels, 2003).

β) στην αρτηριακή πίεση: Σχετικά με την επίδραση της παχυσαρκίας, ιδιαίτερα του κεντρικού τύπου, στην αρτηριακή πίεση πλήθος επιδημιολογικών ερευνών έδειξαν ότι οι ρίζες της υπέρτασης βρίσκονται στην πρώτη ή τη δεύτερη δεκαετία της ζωής και σχετίζεται κυρίως με γενετικούς παράγοντες (Rocchini, Katch & Schork, 1987; Stamler, Stamler & Riedlinger, 1978) και τα επίπεδα της ινσουλίνης πλάσματος (Bogalusa Heart Study, 1998; Caceres et al., 2008).

γ) στο λιπιδαιμικό προφίλ: Το αυξημένο σωματικό λίπος των παιδιών και των εφήβων, αλλά κυρίως η κατανομή του λίπους, συσχετίστηκε σημαντικά με διαταραχές στο λιπιδαιμικό προφίλ (Steinberger & Daniels, 2003). Οι ερευνητές διαπίστωσαν διαταραχές του λιπιδαιμικού προφίλ με μεγαλύτερη συχνότητα σε υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά και έφηβους. Οι Lambert και συν. (2008), σε μελέτη τους που περιλάμβανε 1778 αγόρια και 1835 κορίτσια διαπίστωσαν ότι σχεδόν το 1/3 των παχύσαρκων είχαν παθολογικές τιμές σε δύο έως επτά παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου, συμπεριλαμβανομένων των: απολιποπρωτεΐνη Β, HDL χοληστερόλη, τριγλυκερίδια, ινσουλίνη, γλυκόζη, C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση, σε αντιδιαστολή με τους εξεταζόμενους φυσιολογικού βάρους, από τους οποίους μόνο το 3% είχε παθολογικές τιμές στους ίδιους παράγοντες.

Οι Reinehr & Andler (2004) μελέτησαν τις αλλαγές στους αθηρογενετικούς παράγοντες σε σχέση με τις μεταβολές του σωματικού βάρους σε 130 παχύσαρκα παιδιά ηλικίας περίπου 10 ετών. Μελετήθηκαν οι αλλαγές στη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση, το λιπιδαιμικό προφίλ και την αντίσταση στην ινσουλίνη, που μετρήθηκε με τη μέθοδο HOMA. Οι εξεταζόμενοι χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες, ανάλογα με τις μεταβολές στο σκορ της τυπικής απόκλισης του δείκτη BMI (SDS-BMI). Τα παιδιά που μέσα σ' ένα έτος αύξησαν το SDS-BMI κατά 0.2 είχαν στατιστικά σημαντική αύξηση μόνο της αντίστασης στην ινσουλίνη ($p < .01$). Τα παιδιά που σε ένα έτος παρακολούθησης και παρεμβάσεων μείωσαν τον παραπάνω δείκτη κατά 0.5 είχαν μείωση των όλων των αθηρογενετικών παραγόντων σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο και ιδιαίτερα των τριγλυκεριδίων πλάσματος και της LDL χοληστερόλης.

Κατανομή του σωματικού λίπους και καρδιαγγειακός κίνδυνος

Η αυξημένη συχνότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών παραγόντων κινδύνου στα παχύσαρκα άτομα έχει βρεθεί ότι σχετίζεται κυρίως με την ενδοκοιλιακή κατανομή λίπους παρά με την περιφερική κατανομή (Pouliot et al., 1994) και η συσχέτιση αυτή έχει αποδειχθεί και στα παιδιά (Daniels, Morrison, Sprecher, Khoury & Kimball, 1999). Η Περιφέρεια Μέσης έχει βρεθεί ότι συσχετίζεται καλά με το ενδοκοιλιακό λίπος, τόσο σε ενήλικες (Conway, Chanetsa & Wang, 1997) όσο και σε παιδιά (Teixeira, Sardinha, Going & Lohman, 2001) ενώ φαίνεται να υπερτερεί στην ανίχνευση προδιαθεσικών παραγόντων κινδύνου χρόνιων νοσημάτων φθοράς σε σχέση με το Δείκτη Μάζας Σώματος (Savva et al., 2000) και το λόγο περιφέρειας μέσης προς ισχίο (Rexrode et al., 1998).

Πλήθος ερευνητικών δεδομένων υποστηρίζουν πως η κατανομή του λίπους στο σώμα διαδραματίζει καθοριστικότερο ρόλο σε σχέση με το βαθμό της παχυσαρκίας (Savgan-Gurol et al., 2010; Yamborisut, Sakamoto, Wimonpeerapattana & Tontisirin, 2010). Η περίσσεια λίπους στην κοιλιακή χώρα (κεντρική ή αντρικού τύπου παχυσαρκία) αυξάνει σε μεγαλύτερο βαθμό τον μεταβολικό κίνδυνο συγκριτικά με την περιφερειακού τύπου κατανομή του σωματικού λίπους, ανεξάρτητα από άλλους παράγοντες (Lakka, Lakka, Tuomilehto & Salonen, 2002).

Οι Daniels, Morrison, Sprecher, Khoury & Kimball (1999) σε δείγμα 127 παιδιών και εφήβων 9-17 ετών διαπίστωσαν ότι η συσσώρευση λίπους στον κορμό (ανδρικού τύπου παχυσαρκία) και το ποσοστό σωματικού λίπους σχετίστηκαν με υψηλότερες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης, μεγαλύτερη μάζα της αριστερής κοιλίας της καρδιάς, υψηλότερα επίπεδα TG και χαμηλότερα επίπεδα HDL-C. Δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της παχυσαρκίας και της LDL-C. Η κατανομή του λίπους ήταν ισχυρότερος προγνωστικός δείκτης των παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου από ό,τι ήταν το ποσοστό σωματικού λίπους. Έρευνες στις Η.Π.Α. (Freedman, Serdula, Srinivasan & Berenson, 1999; Katzmarzyk et al., 2004), τη Σουηδία (Flodmark, Sveger & Nilsson-Ehle, 1994), την Ιταλία (Maffeis, Pietrobelli, Grezzani, Provera & Tato, 2001), την Ισπανία (Moreno et al., 2002) και την Κύπρο (Savva et al., 2000) συνηγορούν στην άποψη ότι η κεντρική κατανομή λίπους παρουσιάζει υψηλή συσχέτιση τόσο με τους μεμονωμένους παράγοντες καρδιαγγειακού και μεταβολικού κινδύνου, όσο και με τη συνύπαρξή τους. Με βάση τα παραπάνω φαίνεται ότι στα παιδιά και τους εφήβους η κεντρική παχυσαρκία και ιδιαίτερα το σπλαχνικό λίπος, εκφρασμένη κυρίως με την περιφέρεια μέσης, εμφανίζει ισχυρότερες

συσχετίσεις με τους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου και του μεταβολικού συνδρόμου, σε σύγκριση με τη γενική παχυσαρκία, που εκφράζεται με το δείκτη BMI.

Ταξινόμηση επιπέδου παχυσαρκίας με βάση το Δείκτη Μάζας Σώματος

Ο καθορισμός της παχυσαρκίας πραγματοποιείται με τη χρήση του Δείκτη Μάζας Σώματος BMI (Body Mass Index, BMI) και οι φυσιολογικές τιμές για ενήλικες άνδρες και γυναίκες κυμαίνονται μεταξύ 20- 25 kg/m² (Πίνακας 1). Ο υπολογισμός του προσδιορίζεται με βάση τον μαθηματικό τύπο: BMI = Σωματικό Βάρος (σε κιλά) / Ύψος στο τετράγωνο (σε m²).

Κριτήρια Αξιολόγησης επιπέδου παχυσαρκίας για παιδιά: Το γεγονός ότι κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορα κριτήρια αξιολόγησης του βαθμού παχυσαρκίας για την παιδική ηλικία, καταδεικνύει την αδυναμία έκφρασης του ποσοστού απόκλισης του βάρους και κυρίως της λιπώδους μάζας από το φυσιολογικό, ιδιαίτερα στο διαρκώς μεταβαλλόμενο οργανισμό του παιδιού και του εφήβου (Poskitt, 1995; Wang, 2002). Ως υπέρβαρα θεωρούνται τα παιδιά που βρίσκονται πάνω από την >85^η εκατοστιαία θέση στα διαγράμματα ανάπτυξης, ενώ παχύσαρκα όσα βρίσκονται πάνω από την >95^η εκατοστιαία θέση. Ωστόσο, το Αμερικανικό Κέντρο Πρόληψης και Ελέγχου των Παθήσεων (Center Disease Control and Prevention-CDC) αποφεύγει τη χρησιμοποίηση της λέξης «παχύσαρκος» και χαρακτηρίζει κάθε παιδί που βρίσκεται πάνω από την >85 εκατοστιαία θέση ως “υπέρβαρο”. Ένας πλέον διαδεδομένος και αξιόπιστος τρόπος αξιολόγησης της παιδικής παχυσαρκίας είναι η χρήση του δείκτη BMI ανάλογα με την ηλικία και το φύλο (Πίνακας 2) σύμφωνα με την κλίμακα των Cole, Bellozzi, Flegal & Dietz (2000).

Πίνακας 1. Ταξινόμηση επιπέδου παχυσαρκίας για ενήλικες με βάση το δείκτη BMI.

Ταξινόμηση επιπέδου παχυσαρκίας για ενήλικες	
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ	Δείκτης BMI
Λιποβαρής	<18.5 kg/m ²
Φυσιολογικός	18.5-24.9 kg/m ²
Υπέρβαρος	25.0 - 29.9 kg/m ²
Παχύσαρκος (Στάδιο I)	30.0 - 34.9 kg/m ²
Παχύσαρκος (Στάδιο II)	35.0 - 39.9 kg/m ²
Παχύσαρκος (Στάδιο III)	≥ 40 kg/m ²

Πίνακας 2. Διαχωρισμός των παιδιών σε υπέρβαρα και παχύσαρκα με βάση την ηλικία και το φύλο (Cole et al., 2000).

Ηλικία (έτη)	Υπέρβαρα		Παχύσαρκα	
	Αγόρια	Κορίτσια	Αγόρια	Κορίτσια
2	18.41	18.02	20.09	19.81
2.5	18.13	17.76	19.80	19.55
3	17.89	17.56	19.57	19.36
3.5	17.69	17.40	19.39	19.23
4	17.55	17.28	19.29	19.15
4.5	17.47	17.19	19.26	19.12
5	17.42	17.15	19.30	19.17
5.5	17.45	17.20	19.47	19.34
6	17.55	17.34	19.78	19.65
6.5	17.71	17.53	20.23	20.08
7	17.92	17.75	20.63	20.51
7.5	18.16	18.03	21.09	21.01
8	18.44	18.35	21.60	21.57
8.5	18.76	18.69	22.17	22.18
9	19.10	19.07	22.77	22.81
9.5	19.46	19.45	23.39	23.46
10	19.84	19.86	24.00	24.11
10.5	20.20	20.29	24.57	24.77
11	20.55	20.74	25.10	25.42
11.5	20.89	21.20	25.58	26.05
12	21.22	21.68	26.02	26.67
12.5	21.56	22.14	26.43	27.24
13	21.91	22.58	26.84	27.76
13.5	22.27	22.98	27.25	28.20
14	22.62	23.34	27.63	28.57
14.5	22.96	23.66	27.98	28.87
15	23.29	23.94	28.30	29.11
15.5	23.60	24.17	28.60	29.29
16	23.90	24.37	28.88	29.43
16.5	24.19	24.54	29.14	29.56
17	24.46	24.70	29.41	29.69
17.5	24.73	24.85	29.70	29.84
18	25	25	30	30

Παχυσαρκία και υπέρταση

Η σύνδεση μεταξύ παχυσαρκίας και υπέρτασης έχει επιβεβαιωθεί με βάση κλινικές μελέτες τόσο στους ενήλικες (Kotsis, Siabouli, Bouldin, Low, Toumanidis & Zakopoulos, 2005; Yalcin, Sahin & Yalcin, 2005), όσο και στα παιδιά (Stabouli, Kotsis, Papamichael, Constantopoulos & Zakopoulos, 2005). Ωστόσο, η σχέση μεταξύ των δύο διαταραχών δεν είναι απλή και πιθανότατα αντιπροσωπεύει μια αλληλεπίδραση δημογραφικών, γενετικών, ορμονικών, νεφρικών και αιμοδυναμικών παραγόντων (Mikchail, Gulob & Tuck, 1999). Επιπρόσθετα, η ηλικία και η φυλή επηρεάζουν τη σχέση μεταξύ της παχυσαρκίας και της υπέρτασης. Η υπερινσουλιναμία, η οποία είναι άμεσα συνδεδεμένη με την παχυσαρκία μπορεί να συμβάλει στην πιθανότητα ανάπτυξης υπέρτασης με την ενεργοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος προκαλώντας κατακράτηση νατρίου. Οι υπερτασικές επιδράσεις της ινσουλίνης στην παχυσαρκία μπορεί να ενισχυθούν περαιτέρω λόγω της αγγειοδιασταλτική της δράσης στα παχύσαρκα άτομα.

Στα παχύσαρκα άτομα σημειώνονται υψηλότερες τιμές αρτηριακής πίεσης ιατρείου και 24ωρης καταγραφής από την παιδική έως και την ώριμη ηλικία. Σε σύγκριση με άτομα φυσιολογικού βάρους, σε καταστάσεις παχυσαρκίας ανευρίσκονται υψηλότερα επίπεδα αρτηριακής πίεσης, ακόμη και μεταξύ των νορμοτασικών. Ο συνδυασμός παχυσαρκίας, υπέρτασης και άλλων καρδιαγγειακών παραγόντων κινδύνου συνθέτει μία εικόνα που χαρακτηρίζεται από αυξημένη πιθανότητα για εμφάνιση καρδιαγγειακών συμβαμάτων και χρήζει άμεσης θεραπείας (Guidelines for the Management of Arterial Hypertension, 2007).

Ο συνδυασμός της παχυσαρκίας με την υπέρταση είναι παθολογικός παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη καρδιαγγειακών νοσημάτων τα οποία συνοδεύονται με αυξημένα επίπεδα ολικής χοληστερόλης, LDL χοληστερόλης, τριγλυκερίδια, αρτηριακής πίεσης, ινσουλίνης και μειωμένων επιπέδων HDL χοληστερόλης (Haffner, Mitchell, Hazuda & Stern, 1991). Η συσχέτιση μεταξύ του αυξημένου σωματικού βάρους και της υψηλής αρτηριακής πίεσης συνδέεται με τα υψηλότερα επίπεδα ινσουλίνης στην κυκλοφορία και κατά συνέπεια με αυξημένη νεφρική κατακράτηση νατρίου, το οποίο συμβάλει στην αύξηση της αρτηριακής πίεσης (Brenner, Garcia & Anderson, 1988).

Η συστολική αλλά και η διαστολική πίεση αυξάνουν με την παράλληλη αύξηση του δείκτη BMI και τα υπέρβαρα/παχύσαρκα άτομα διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο ανάπτυξης υπέρτασης σε σχέση με τα άτομα που έχουν φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας (Stamler et al., 1989). Σε έρευνα από την National Health and Nutrition

Examination Survery (NHANES III) φαίνεται ότι όσο αυξάνεται ο δείκτης BMI τόσο αυξάνεται και η αρτηριακή πίεση και στους άνδρες και στις γυναίκες (Brown et al., 2000). Δεδομένα μελετών αναφέρουν επίσης ότι η πιθανότητα αύξησης της αρτηριακής πίεσης σε ενήλικες με δείκτη BMI ≥ 30 είναι 38.4% περισσότερο για τους άνδρες και 32.2 % για τις γυναίκες ενώ στους άνδρες με BMI ≥ 25 η πιθανότητα αύξησης είναι 18.2% και στις γυναίκες 16.5 % αντίστοιχα (Criqui, Mebane, Wallace, Heiss & Holdbrook, 1982; Stamler, Stamler, Riedlinger, Algera & Roberts, 1978). Ωστόσο, η υπέρταση, μπορεί να αντιστραφεί με την απώλεια βάρους. Επιπλέον, η απώλεια βάρους μπορεί να αποτρέψει, ή τουλάχιστον να καθυστερήσει, την ανάπτυξη της υπέρτασης σε ασθενείς με υψηλή φυσιολογική αρτηριακή πίεση. Η μείωση του βάρους θα πρέπει να είναι πρώτης γραμμής θεραπεία σε κάθε παχύσαρκο υπέρτασικό άτομο.

Παθογένεια της υπέρτασης και φυσιολογική καρδιακή και αγγειακή λειτουργία

Η αρτηριακή υπέρταση θεωρείται διαταραχή της καρδιάς και των αγγείων. Μια συνεχής και σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ καρδιάς και αγγείων ευθύνεται για την παθοφυσιολογία, την εξέλιξη και τις επιπλοκές της υπέρτασης (Αντωνοκούδης, 2004). Η αρτηριακή πίεση χαρακτηρίζει την πίεση που ασκείται στις αρτηρίες κατά τη ροή του αίματος. Διακρίνεται σε συστολική, η οποία αναπτύσσεται στα τοιχώματα των αρτηριών κατά τη φάση της συστολής και σε διαστολική, η οποία αναπτύσσεται κατά τη φάση της διαστολής και μετριέται σε mmHg. Ισούται με το γινόμενο της καρδιακής παροχής επί των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων: [Αρτηριακή Πίεση = Καρδιακή παροχή x Περιφερικές Αγγειακές Αντιστάσεις]. Η ρύθμιση της πίεσης επιτυγχάνεται μέσω των τασεοϋποδοχέων, οι οποίοι βρίσκονται στο αορτικό τόξο, στις καρωτίδες και στους κόλπους της καρδιάς. Πρόκειται για αισθητικές απολήξεις, οι οποίες διεγείρονται από τις μεταβολές της πίεσης στέλνοντας σήματα στο κέντρο του καρδιαγγειακού ελέγχου στον εγκέφαλο, το οποίο με τη σειρά του δίνει την εντολή για τη μεταβολή της καρδιακής παροχής ή των περιφερικών αγγειακών αντιστάσεων (Washington et al., 1994).

Ως υπέρταση ορίζεται η αρτηριακή πίεση που ξεπερνά τα ανώτερα φυσιολογικά όρια (140/90mmHg) και οφείλεται σε αυξημένο τόνο των λείων μυών των περιφερικών αγγείων, που οδηγεί σε αυξημένες αντιστάσεις των αρτηριδίων και μειωμένη χωρητικότητα του φλεβικού συστήματος με αποτέλεσμα μετατόπιση αίματος από τις συστηματικές φλέβες στην καρδιά. Περίπου 95% από τα υπέρτασικά άτομα χαρακτηρίζονται ως ασθενείς με ιδιοπαθή υπέρταση (essential hypertension), με την

έννοια της υπέρτασης άγνωστης αιτιολογίας που προσβάλλει το μηχανισμό ρύθμισης της αρτηριακής πίεσης. Αντίθετα η δευτεροπαθής υπέρταση (secondary hypertension) εμφανίζεται σε ένα μικρό αριθμό ασθενών (περίπου 2%-5%), όταν υπάρχει βλάβη στη φυσιολογική λειτουργία ενός οργάνου (ενδοκρινικές διαταραχές, αγγειακά προβλήματα, καρδιακή δυσλειτουργία) και θεραπεύεται με την αποκατάσταση της λειτουργίας του οργάνου (Beever, Lip & O'Brien, 2001).

Πρακτικά δεν θα πρέπει η πρωτοπαθής ή ιδιοπαθής υπέρταση να θεωρείται πάθηση, αλλά στόχος των επαγγελματιών υγείας πρέπει να είναι τα επίπεδα αρτηριακής πίεσης πάνω από τα οποία η ενδεχόμενη θεραπεία έχει περισσότερο όφελος παρά βλάβη. Η πίεση εξαρτάται από μια σύνθετη αλληλεπίδραση μεταξύ καρδιάς και αγγείων και η κατανόηση της σχέσης αυτής είναι βασική παράμετρος στην κατανόηση της παθοφυσιολογίας και κατά συνέπεια και την αντιμετώπιση της υπέρτασης (Αντωνακούδης, 2004). Η κατανόηση της φυσιολογίας καρδιάς και αγγείων είναι σημαντική και σήμερα πιστεύεται ότι καρδιά και αγγεία πρέπει παθοφυσιολογικά να θεωρούνται ως ενιαίο όργανο (Lever & Swales, 2004; Milnor, 1989).

Η αρτηριακή υπέρταση είναι αποτέλεσμα της διαταραχής της αρμονικής σχέσης μεταξύ καρδιακής παροχής και περιφερικών αντιστάσεων αφού πάντα βρίσκονται επηρεασμένα το ένα από τα δύο ή και τα δύο μαζί. Το ενδιαφέρον των ερευνητών στρέφεται στη συστολική αρτηριακή πίεση, η οποία συνδέεται με αυξημένη σκληρία αορτής. Η αυξημένη σκληρία έχει ως αποτέλεσμα αυξημένη συστολική αρτηριακή πίεση, μειωμένη διαστολική αρτηριακή πίεση και αυξημένη πίεση ή εύρος σφυγμού. Η σκληρία της αορτής και των μεγάλων αρτηριών αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα κινδύνου και συνδέεται με τη συστολική υπέρταση. Η αύξηση της πίεσης μπορεί να προέλθει από αύξηση της παροχής ή από αύξηση των αντιστάσεων ή και τα δύο μαζί. Η καρδιακή παροχή είναι αποτέλεσμα της αντλητικής λειτουργίας η οποία εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι ο τελοδιαστολικός όγκος, η συσπαστικότητα του καρδιακού μυός και οι περιφερειακές αντιστάσεις (Αντωνακούδης, 2004). Οι περιφερικές αντιστάσεις εξαρτώνται από τις μικρές μυϊκές αρτηρίες με αγγειακή διάμετρο 30-300 μm (Mayet & Hughes, 2003). Η διάμετρος των αγγείων εξαρτάται από τη συσπαστικότητα του λείου μυϊκού τοιχώματος, η οποία καθορίζεται από διάφορους τοπικούς και συστηματικούς παράγοντες που φαίνονται στο Σχήμα 1.

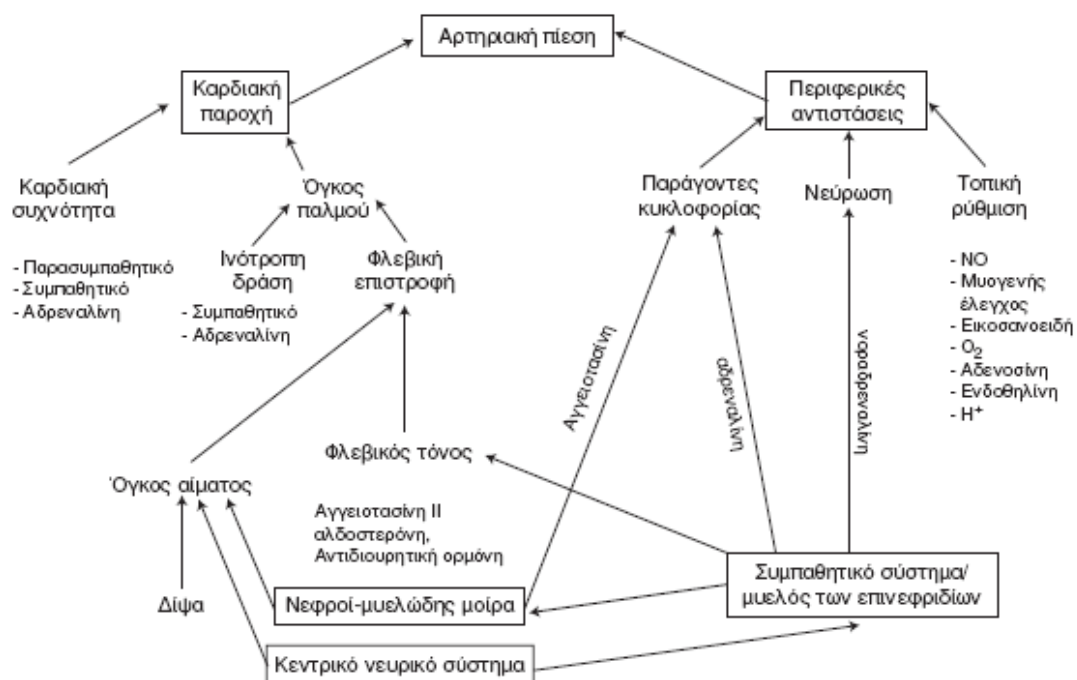
Οι μηχανισμοί ωστόσο, διαμέσου των οποίων η παχυσαρκία προκαλεί υπέρταση κατά άμεσο τρόπο παραμένουν ένα πεδίο υπό έρευνα. Η καταγραφή δεδομένων από ανθρώπους και ζώα υπογραμμίζει το ρόλο που διαδραματίζει μία ποικιλία παραγόντων

του λιπώδη ιστού (αντιποκίνες και κυτοκίνες). νευροορμονικοί μηχανισμοί, λειτουργίες του μεταβολισμού, καθώς και η ισορροπία μεταξύ παραγόντων που αυξάνουν ή ελαττώνουν την αρτηριακή πίεση (Κώτσης και συν., 2009).

Η ενεργοποίηση του συμπαθητικού νευρικού συστήματος όπως καταγράφεται με τη χρήση άμεσων ή έμμεσων μεθόδων κρίνεται καίριας σημασίας όσον αφορά την παθογένεια της υπέρτασης κατά την παχυσαρκία. Τα αποτελέσματα των μικρογραφικών τεχνικών, που αποτελούν μία άμεση μέθοδο μέτρησης της συμπαθητικής δραστηριότητας, είναι ενδεικτικά αυξημένης συμπαθητικής ενεργοποίησης στα παχύσαρκα άτομα (Grassi et al., 1995).

Η υψηλή θερμидική πρόσληψη αυξάνει την απόδοση νοραδρεναλίνης στην περιφέρεια και ενισχύει τις συγκεντρώσεις νοραδρεναλίνης πλάσματος κατά την ηρεμία, στοιχείο που αποτελεί έμμεσο δείκτη της δραστηριότητας του συμπαθητικού, ενώ ταυτόχρονα μεγιστοποιεί την αύξηση της περιφερικής απόδοσης νοραδρεναλίνης σε ερεθίσματα όπως η όρθια στάση (Landsberg & Krieger 1989).

Σε μελέτη που έγινε σε παχύσαρκα ζώα θεωρήθηκε ότι η υψηλής περιεκτικότητας σε λίπος και υδατάνθρακες δίαιτα ήταν ένας άμεσος ενεργοποιητής των περιφερικών α_1 - και β -αδρενεργικών υποδοχέων, οδηγώντας με αυτό τον τρόπο σε αυξημένη συμπαθητική δραστηριότητα και υπέρταση (Roccini, Yang, & Gokee, 2004).



Σχήμα 1. Ρυθμιστικοί μηχανισμοί της μέσης αρτηριακής πίεσης (Αντωνακούδης, 2004).

Η έντονη συμπαθητική δραστηριότητα δε φαίνεται να ευθύνεται για τον αυξημένο καρδιακό ρυθμό στην παχυσαρκία, η οποία αποδίδεται σε ελάττωση της δραστηριότητας του παρασυμπαθητικού συστήματος (Hall & Louis, 1994). Αντίστροφα, η μέτρια ελάττωση του σωματικού βάρους είναι σε θέση να καταστείλει την ενεργότητα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Οι βασικοί μηχανισμοί που ενοχοποιούνται για την αδρενεργική παρέμβαση σε παχύσαρκα άτομα είναι:

- i) *Ελαττωμένη ευαισθησία του αντανακλαστικού των τασεοϋποδοχέων:* Οι αρτηριακοί τασεοϋποδοχείς ανταποκρίνονται άμεσα στην άνοδο της αρτηριακής πίεσης με ενεργοποίηση του παρασυμπαθητικού και αναστολή του συμπαθητικού νευρικού συστήματος. Η ελαττωμένη ευαισθησία των τασεοϋποδοχέων εκδηλούμενη ως ελάττωση της διακύμανσης του καρδιακού ρυθμού με τις αλλαγές στην αρτηριακή πίεση μπορεί να παρατηρηθεί στη μακροχρόνια υπέρταση και παχυσαρκία (Grassi et al., 1995), πιθανώς εξαιτίας αθηροσκληρωτικών αλλοιώσεων στις μεγάλες αρτηρίες όπου εντοπίζονται οι υποδοχείς. Οι τασεοϋποδοχείς διεγείρονται από πιέσεις >60 mmHg και ανταποκρίνονται προοδευτικά για να φθάσουν στην ανώτατη ανταπόκριση τους στα 180-200mmHg. Κατά συνέπεια, η διέγερση των τασεοϋποδοχέων από την υψηλή πίεση στις αρτηρίες αναστέλλει το αγγειοσυσταλτικό κέντρο του προμήκη και προκαλεί αγγειοδιαστολή όλου του περιφερικού κυκλοφορικού συστήματος και ελάττωση της καρδιακής συχνότητας και έντασης της συστολής επαναφέροντας την αρτηριακή πίεση στα φυσιολογικά επίπεδα. Αντίθετα μια πτώση της πίεσης του αίματος αποτελεί ερέθισμα για τους τασεοευαίσθητους νευρώνες που προκαλεί αντανακλαστικά αυξημένες συμπαθητικές ώσεις προς την καρδιά και τα αγγεία, με αποτέλεσμα την αγγειοσύσπαση και την αύξηση της αιματικής ροής. Η σημασία του συστήματος των τασεοϋποδοχέων για την μακροπρόθεσμη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης είναι επουσιώδης, διότι σε μία έως τρεις ημέρες οι τασεοϋποδοχείς προσαρμόζονται σε οποιοδήποτε επίπεδο πίεσης έχουν εκτεθεί χάνοντας ουσιαστικά την ικανότητα τους να ανταποκρίνονται (Κώτσης και συν., 2009).
- ii) *Αυξημένα επίπεδα ελεύθερων λιπαρών οξέων (ΕΛΟ) στην κυκλοφορία:* Σε παχύσαρκα, υπέρτασικά άτομα έχει καταγραφεί αύξηση στα επίπεδα των κυκλοφορούντων ΕΛΟ. Η διαταραχή στην κατανομή των ΕΛΟ στην παχυσαρκία βρέθηκε ότι ενισχύει την ευαισθησία των α-αδρενεργικών

υποδοχέων και κατά συνέπεια οδηγεί σε αύξηση του βασικού α-αδρενεργικού τόνου (Stepniakowski, Goodfriend & Egan, 1995).

Παχυσαρκία και υπέρταση στην παιδική και εφηβική ηλικία

Ο επιπολασμός και το ποσοστό της διάγνωσης της υπέρτασης στα παιδιά και στους εφήβους φαίνεται να αυξάνεται (Sorof, Lai, Turner, Poffenbarger & Portman, 2004). Αυτό οφείλεται εν μέρει στην αυξανόμενη επικράτηση της παιδικής παχυσαρκίας καθώς και στην αυξανόμενη παρακολούθηση αυτής της κατάστασης. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η παιδική υπέρταση μπορεί να οδηγήσει μελλοντικά σε υπερτασικούς ενήλικες (Lauer & Clarke, 2004).

Η έρευνα από την National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III) αναφέρει κατά μέσο όρο αύξηση της τάξης του 1.4 mmHg στη συστολική και 3.3 mmHg της διαστολικής αρτηριακής πίεσης σε παιδιά μεταξύ των χρονικών περιόδων 1988-1994 και 1999-2000 (Cam, Pusuroglu, Aydin & Ercan, 2003; Edefonti, 2002; Luckstead, 2002; Matsuoaka & Awazu, 2004; Sorof et al., 2004). Αυτή η φαινομενικά “αθώα” αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης επηρέασε την επιδημιολογία εμφάνισης της υπέρτασης σε νεαρούς ενήλικες μέσα σε μια δεκαετία (Cam et al., 2003; Sorof et al., 2004). Ο επιπολασμός της υπέρτασης στα παιδιά στις Ηνωμένες Πολιτείες έχει υπολογιστεί μεταξύ 1 έως 5 % (Lande, Kaczorowski, Auinger, Schwartz & Weitzman, 2003; National High Blood Pressure Education Program Working Group, 2004) ωστόσο το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί λόγω της στενής σχέσης μεταξύ της υπέρτασης και της παχυσαρκίας (Lande et al., 2003; Reich, Muller, Gelbrich, Deutscher, Godicke & Kiess, 2003). Η παχυσαρκία πλέον αποτελεί μια επιδημία για την παιδική ηλικία (Lurbe & Rodicio, 2004; Padilla-Moledo et al., 2011) και η άμεση σχέση μεταξύ του σωματικού βάρους και της συστολικής πίεσης (Reich et al., 2003) προκαλεί μια ελαφρά αύξηση της πίεσης (1 έως 2 Hg mm) στην παιδική ηλικία αυξάνοντας τον κίνδυνο ανάπτυξης της υπέρτασης ως ενήλικας κατά 10% (Lurbe & Rodicio, 2004; National High Blood Pressure Education Program Working Group, 2004).

Η υπέρταση έχει αναγνωριστεί ως ένας παράγοντας κινδύνου για στεφανιαία νόσο σε ενήλικες και η παρουσία της υπέρτασης παιδική ηλικία μπορεί να συμβάλει στην πρόωμη ανάπτυξη του καρδιαγγειακών παθήσεων. Δεδομένα δείχνουν ότι η ανάπτυξη της αθηροσκλήρωσης υπάρχει σε παιδιά και νέους ενήλικες και μπορεί να σχετίζεται με την παιδική υπέρταση (Berenson, Srinivasan, Bao, Newman & Wattigney, 1998). Η

υπερτροφία της αριστερής κοιλίας είναι η πλέον χαρακτηριστική κλινική ένδειξη βλάβης του τελικού οργάνου στην υπέρταση παιδικής ηλικίας. Με βάση αυτά τις ενδείξεις αυτές, η έγκαιρη ανίχνευση και αντιμετώπιση της υπέρτασης στην παιδική ηλικία είναι δυνητικά ευεργετική στην πρόληψη από μακροπρόθεσμες επιπλοκές που προκαλεί η αυξημένη αρτηριακή πίεση.

Κριτήρια αξιολόγησης υπέρτασης στην παιδική και εφηβική ηλικία

Η κατηγοριοποίηση της υπέρτασης στα παιδιά ακολουθεί την εκατοστημόρια κλίμακα κατάταξης (Edefonti, 2002). Τιμές κάτω από το $<90^{\circ}$ εκατοστημόριο θεωρούνται φυσιολογικές, ενώ μεταξύ της 90^{ns} και της 95^{ns} εκατοστημιαίας θέσης κατατάσσονται στο στάδιο της προϋπέρτασης (Πίνακας 3). Σύμφωνα με την National High Blood Pressure Education Program Working Group, 2004) η υπέρταση στα παιδιά ορίζεται ως η συστολική ή και η διαστολική η οποία βασίζεται σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (τουλάχιστον 2 φορές) πάνω από την $>95^{ns}$ εκατοστημιαία θέση για την ηλικία, το φύλο και ύψος (Πίνακας 4).

Πίνακας 3. Ταξινόμηση κατηγορίας υπέρτασης για παιδιά (National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents, 2007).

Στάδιο	Διαβάθμιση	Συστάσεις
Κανονική	$<90^{ns}$ εκατοστημιαία θέση	- Επαναμέτρηση σε 1 χρόνο
Προϋπέρταση	$\geq 90^{ns}$ εκατοστημιαία θέση & $<95^{ns}$ εκατοστημιαία θέση ή BP $>120/80$ mmHg έως $<95^{ns}$ εκατοστημιαία θέση	- Επαναμέτρηση σε 6 μήνες - Απώλεια σωματικού βάρους (αν κρίνεται απαραίτητο)
Υπέρταση: Στάδιο I	ΣΑΠ και / ή ΔΑΠ $\geq 95^{ns}$ εκατοστημιαία θέση μέχρι $\leq 99^{ns}$ εκατοστημιαία θέση + 5 mmHg	- Επαναμέτρηση σε 1-2 εβδομάδες - Αν η τιμές παραμένουν στα ίδια επίπεδα θα πρέπει να αρχίσει συστηματική παρακολούθηση και θεραπευτική αγωγή με παράλληλη απώλεια σωματικού βάρους (αν κρίνεται απαραίτητο)
Υπέρταση: Στάδιο II	ΣΑΠ και / ή ΔΑΠ $>99^{ns}$ εκατοστημιαία θέση + 5 mmHg	- Επαναμέτρηση σε 1 εβδομάδα - Άμεση θεραπεία αν είναι συμπτωματική

Πίνακας 4. Κριτήρια ταξινόμησης της υπέρτασης σε παιδιά, αγόρια και κορίτσια αντίστοιχα, ανάλογα με τις τιμές της συστολικής πίεσης, την ηλικία και το ύψος (National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents, 2007).

Αγόρια

Age i	BP Classification	Systolic BP (mmHg)						
		92	94	96	99	102	104	106
3	Height (cm)	92	94	96	99	102	104	106
	Prehypertension	100	101	103	105	107	108	109
	Stage 1 HTN	104	105	107	109	110	112	113
	Stage 2 HTN	116	117	119	121	123	124	125
4	Height (cm)	99	100	103	106	109	112	113
	Prehypertension	102	103	105	107	109	110	111
	Stage 1 HTN	106	107	109	111	112	114	115
	Stage 2 HTN	118	119	121	123	125	126	127
5	Height (cm)	104	106	109	112	116	119	120
	Prehypertension	104	105	106	108	110	111	112
	Stage 1 HTN	108	109	110	112	114	115	116
	Stage 2 HTN	120	121	123	125	126	128	128
6	Height (cm)	110	112	115	119	122	126	127
	Prehypertension	105	106	108	110	111	113	113
	Stage 1 HTN	109	110	112	114	115	117	117
	Stage 2 HTN	121	122	124	126	128	129	130
7	Height (cm)	116	118	121	125	129	132	134
	Prehypertension	106	107	109	111	113	114	115
	Stage 1 HTN	110	111	113	115	117	118	119
	Stage 2 HTN	122	123	125	127	129	130	131
8	Height (cm)	121	123	127	131	135	139	141
	Prehypertension	107	109	110	112	114	115	116
	Stage 1 HTN	111	112	114	116	118	119	120
	Stage 2 HTN	124	125	127	128	130	132	132
9	Height (cm)	126	128	132	136	141	145	147
	Prehypertension	109	110	112	114	115	117	118
	Stage 1 HTN	113	114	116	118	119	121	121
	Stage 2 HTN	125	126	128	130	132	133	134
10	Height (cm)	130	133	137	141	146	150	153
	Prehypertension	111	112	114	115	117	119	119
	Stage 1 HTN	115	116	117	119	121	122	123
	Stage 2 HTN	127	128	130	132	133	135	135
11	Height (cm)	135	137	142	146	151	156	159
	Prehypertension	113	114	115	117	119	120	120
	Stage 1 HTN	117	118	119	121	123	124	125
	Stage 2 HTN	129	130	132	134	135	137	137
12	Height (cm)	140	143	148	153	158	163	166
	Prehypertension	115	116	118	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	119	120	122	123	125	127	127
	Stage 2 HTN	131	132	134	136	138	139	140
13	Height (cm)	147	150	155	160	166	171	173
	Prehypertension	117	118	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	121	122	124	126	128	129	130
	Stage 2 HTN	133	135	136	138	140	141	142
14	Height (cm)	154	157	162	167	173	177	180
	Prehypertension	120	120	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	124	125	127	128	130	132	132
	Stage 2 HTN	136	137	139	141	143	144	145
15	Height (cm)	159	162	167	172	177	182	184
	Prehypertension	120	120	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	126	127	129	131	133	134	135
	Stage 2 HTN	139	140	141	143	145	147	147
16	Height (cm)	162	165	170	175	180	184	186
	Prehypertension	120	120	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	129	130	132	134	135	137	137
	Stage 2 HTN	141	142	144	146	148	149	150
17	Height (cm)	164	166	171	176	181	185	187
	Prehypertension	120	120	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	131	132	134	136	138	139	140
	Stage 2 HTN	144	145	146	148	150	151	152

Κορίτσια

Age i	BP Classification	Systolic BP (mmHg)							
		91	92	95	98	100	103	105	106
3	Height (cm)	91	92	95	98	100	103	105	106
	Prehypertension	100	100	102	103	104	106	106	106
	Stage 1 HTN	104	104	105	107	108	109	110	110
	Stage 2 HTN	116	116	118	119	120	121	122	122
4	Height (cm)	97	99	101	104	108	110	112	112
	Prehypertension	101	102	103	104	106	107	108	108
	Stage 1 HTN	105	106	107	108	110	111	112	112
	Stage 2 HTN	117	118	119	120	122	123	124	124
5	Height (cm)	104	105	108	111	115	118	120	120
	Prehypertension	103	103	105	106	107	109	109	109
	Stage 1 HTN	107	107	108	110	111	112	113	113
	Stage 2 HTN	119	119	121	122	123	125	125	125
6	Height (cm)	110	112	115	118	122	126	128	128
	Prehypertension	104	105	106	108	109	110	111	111
	Stage 1 HTN	108	109	110	111	113	114	115	115
	Stage 2 HTN	120	121	122	124	125	126	127	127
7	Height (cm)	116	118	121	125	129	132	135	135
	Prehypertension	106	107	108	109	111	112	113	113
	Stage 1 HTN	110	111	112	113	115	116	116	116
	Stage 2 HTN	122	123	124	125	127	128	129	129
8	Height (cm)	121	123	127	131	135	139	141	141
	Prehypertension	108	109	110	111	113	114	114	114
	Stage 1 HTN	112	112	114	115	116	118	118	118
	Stage 2 HTN	124	125	126	127	128	130	130	130
9	Height (cm)	125	128	131	136	140	144	147	147
	Prehypertension	110	110	112	113	114	116	116	116
	Stage 1 HTN	114	114	115	117	118	119	120	120
	Stage 2 HTN	126	126	128	129	130	132	132	132
10	Height (cm)	130	132	136	141	146	150	153	153
	Prehypertension	112	112	114	115	116	118	118	118
	Stage 1 HTN	116	116	117	119	120	121	122	122
	Stage 2 HTN	128	128	130	131	132	134	134	134
11	Height (cm)	136	138	143	148	153	157	160	160
	Prehypertension	114	114	116	117	118	119	120	120
	Stage 1 HTN	118	118	119	121	122	123	124	124
	Stage 2 HTN	130	130	131	133	134	135	136	136
12	Height (cm)	143	146	150	155	160	164	166	166
	Prehypertension	116	116	117	119	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	119	120	121	123	124	125	126	126
	Stage 2 HTN	132	132	133	135	136	137	138	138
13	Height (cm)	148	151	155	159	164	168	170	170
	Prehypertension	117	118	119	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	121	122	123	124	126	127	128	128
	Stage 2 HTN	133	134	135	137	138	139	140	140
14	Height (cm)	151	153	157	161	166	170	172	172
	Prehypertension	119	120	120	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	123	123	125	126	127	129	129	129
	Stage 2 HTN	135	136	137	138	140	141	141	141
15	Height (cm)	152	154	158	162	167	171	173	173
	Prehypertension	120	120	120	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	124	125	126	127	129	130	131	131
	Stage 2 HTN	136	137	138	139	141	142	143	143
16	Height (cm)	152	154	158	163	167	171	173	173
	Prehypertension	120	120	120	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	125	126	127	128	130	131	132	132
	Stage 2 HTN	137	138	139	140	142	143	144	144
17	Height (cm)	152	155	159	163	167	171	174	174
	Prehypertension	120	120	120	120	120	120	120	120
	Stage 1 HTN	125	126	127	129	130	131	132	132
	Stage 2 HTN	138	138	139	141	142	143	144	144

Θεραπευτικές προσεγγίσεις στη σχετιζόμενη με την παχυσαρκία υπέρταση

Στη σύγχρονη εποχή η παιδική παχυσαρκία αντιμετωπίζεται ως νόσος, ωστόσο η γενική εντύπωση που επικρατεί συγκλίνει στην άποψη ότι είναι μια αναστρέψιμη κατάσταση, την οποία το άτομο μπορεί να τροποποιήσει, με τη λήψη μέτρων πρόληψης και έγκαιρης θεραπείας, τόσο εκ μέρους του ιατρικού κόσμου, των εκπαιδευτικών και των γονέων, όσο και της πολιτείας (Κρίκος και συν., 2004).

Τροποποίηση του τρόπου ζωής: Οι οδηγίες που δίνονται αξιολογούν τη μείωση του σωματικού βάρους ως την πρώτη και κύρια θεραπεία για τα παχύσαρκα- υπέρτασικά άτομα, προτείνοντας παρεμβάσεις στον τρόπο ζωής (Grassi et al., 1995). Μία δίαιτα χαμηλού θερμιδικού περιεχομένου, με αρχική μείωση της τάξης των 500 έως 1000 θερμίδων συνολικής ημερήσιας πρόσληψης πρέπει να προτείνεται σε πρώτη φάση. Στόχος αυτής της προσέγγισης είναι η μέτρια απώλεια βάρους (10% του σωματικού βάρους σε διάστημα 6 μηνών), παρά ένας ακραίος διαιτητικός στόχος που γρήγορα ακολουθείται από επαναπρόσληψη βάρους. Συνιστώνται μέτριος περιορισμός της πρόσληψης άλατος, χαμηλή πρόσληψη κορεσμένων λιπαρών και χοληστερόλης σε συνδυασμό με αυξημένη κατανάλωση φρούτων, λαχανικών, και ακατέργαστων δημητριακών (Mancia et al., 2007; National Institutes of Health, 1998). Κάθε πρόγραμμα διατροφής πρέπει να συνοδεύεται από μέτρια σωματική άσκηση, ώστε να επιτυγχάνεται μείωση του σωματικού λίπους και διατήρηση της απώλειας βάρους (Kraus et al., 2000). Επιπρόσθετα, μπορεί να αποδειχθεί βοηθητική και η συμπληρωματική συμπεριφορική θεραπεία που περιλαμβάνει αυτοέλεγχο, ψυχολογική υποστήριξη και διαχείριση του στρες.

Ο ρόλος της άσκησης στη θεραπεία της υπέρτασης: Τα παιδιά και οι έφηβοι θα πρέπει να ενθαρρύνονται να συμμετέχουν σε συστηματικές μη ανταγωνιστικού τύπου σωματικές δραστηριότητες, επειδή η άσκηση έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση σε άτομα με υπέρταση (Chobanian et al., 2003; National High Blood Pressure Education Program Working Group, 2004; Maron & Zipes, 2005). Ωστόσο, οι κατευθυντήριες οδηγίες συνιστούν περιορισμό της φυσικής δραστηριότητας για εκείνους τους αθλητές που είναι στο Στάδιο II της υπέρτασης μέχρι να επανέλθουν στις φυσιολογικές ουσ τιμές. Την επίδραση της συστηματικής σωματικής δραστηριότητας σε νορμοτασικούς και υπέρτασικούς έφηβους μελέτησαν βιβλιογραφικά οι Alpert και Wilmore (1994) οι οποίοι επισημαίνουν μικρές αλλαγές στην αρτηριακή πίεση (1-6

mmHg) με την άσκηση και μεταβλητότητα των τιμών μεταξύ αγοριών και κοριτσιών. Οι μελέτες που εξέταζαν την προπόνηση αντοχής για παρατεταμένο χρονικό διάστημα (3-8 μήνες) έδειξαν συστηματικές μειώσεις τόσο στη συστολική όσο και στη διαστολική αρτηριακή πίεση. Για την πρόληψη της αθηροσκλήρωσης στην παιδική ηλικία συστήνεται η δια βίου φυσική δραστηριότητα ενώ η προπόνηση αντοχής φαίνεται να οδηγεί σε μείωση της συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης χρησιμοποιώντας ωστόσο απλές δραστηριότητες αναψυχής χωρίς να απαιτείται ακριβός εξοπλισμός. Δεδομένα σε ενήλικες δείχνουν ότι η συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης τουλάχιστον τρεις φορές την εβδομάδα, με διάρκεια ≥ 30 λεπτά, στο $\geq 60\%$ της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου είναι απαραίτητη για να επιτευχθεί ένα επίπεδο της αλλαγής φυσικής κατάστασης η οποία θα οδηγήσει σε μείωση της αρτηριακής πίεσης σε υπερτασικούς έφηβους.

Η Αμερικανική Ακαδημία Παιδιατρικής (American Academy of Pediatrics, 2010) διατυπώνει τις ακόλουθες κατευθυντήριες οδηγίες αναφορικά με τη συμμετοχή υπερτασικών παιδιών σε αθλητικές δραστηριότητες.

- Αλλαγές στον τρόπο ζωής, με καθημερινή σωματική δραστηριότητα σε συνδυασμό με ισορροπημένη διαίτα, στο σύνολο των παιδιών ανεξάρτητα αν είναι νορμοτασικά ή υπερτασικά.
- Η παρουσία της προϋπέρτασης δεν πρέπει να περιορίζει τη συμμετοχή ενός παιδιού σε ανταγωνιστικού τύπου δραστηριότητες. Συστήνεται αλλαγή στον τρόπο ζωής, έλεγχος του σωματικού βάρους, καθημερινή σωματική δραστηριότητα και μια ισορροπημένη διαίτα με επανέλεγχο της αρτηριακής πίεσης κάθε 6 μήνες.
- Το Στάδιο I της υπέρτασης, σε ασυμπτωματικά παιδιά, δεν πρέπει να περιορίζει τη συμμετοχή του σε ανταγωνιστικού τύπου δραστηριότητες. Συστήνεται αλλαγή στον τρόπο ζωής, έλεγχος του σωματικού βάρους, καθημερινή σωματική δραστηριότητα και μια ισορροπημένη διαίτα με επανέλεγχο της αρτηριακής πίεσης σε 1-2 εβδομάδες. Αν η τιμές παραμένουν στα ίδια επίπεδα θα πρέπει να αρχίσει συστηματική παρακολούθηση και θεραπευτική αγωγή με παράλληλη απώλεια σωματικού βάρους (αν κρίνεται απαραίτητο)
- Το Στάδιο II της υπέρτασης, σε συμπτωματικά ή μη παιδιά, περιορίζει τη συμμετοχή του σε ανταγωνιστικού τύπου δραστηριότητες. Συστήνεται έλεγχος του σωματικού βάρους και μια ισορροπημένη διαίτα με επανέλεγχο της

- αρτηριακής πίεσης κάθε εβδομάδα. Παράλληλα, θα πρέπει να αρχίσει συστηματική παρακολούθηση και θεραπευτική αγωγή (αν κρίνεται απαραίτητο)
- Παράλληλα με την υπέρταση όταν συνυπάρχουν και άλλα καρδιαγγειακά νοσήματα η συμμετοχή σε ανταγωνιστικές δραστηριότητες θα πρέπει να εξετάζονται ανάλογα με τον τύπο και τη σοβαρότητα των ασθενειών.

Η επίδραση της άσκησης στη σύσταση σώματος

Μελέτες αποδεικνύουν, τόσο σε ενήλικες όσο και σε παιδιά, την ευεργετική επίδραση της άσκησης στη σύσταση σώματος και στους παράγοντες κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων (Katzmarzyk et al., 2001; Koutedakis, Bouziotas, Flouris & Nelson, 2005; Ross & Jansen, 2001). Τα παιδιά και οι έφηβοι που έχουν αυξημένη σωματική δραστηριότητα έχουν χαμηλότερα επίπεδα σωματικού λίπους όπως προέκυψε από μελέτη του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Πληροφόρησης για τα Τρόφιμα σε παιδιά ηλικίας 9-10 ετών που συμμετείχαν σε έντονες δραστηριότητες για περισσότερο από 40 λεπτά την ημέρα (EUFIC, 2008).

Ο Ross και οι συνεργάτες του (2001) διαπίστωσαν τη σπουδαιότητα της φυσικής δραστηριότητας στην απώλεια βάρους αλλά και στο υποδόριο και σπλαγχνικό λίπος, στη μυϊκή μάζα και στην ευαισθησία στην ινσουλίνη. Στην έρευνα συμμετείχαν παχύσαρκοι άντρες ($BMI=31.3\pm 2 \text{ kg/m}^2$ και περιφέρεια μέσης $110.1\pm 5 \text{ cm}$), που χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες (ομάδα απώλειας βάρους με διατροφή, ομάδα απώλειας βάρους μετά από άσκηση, ομάδα άσκησης χωρίς απώλεια βάρους και ομάδα ελέγχου). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αν και οι δύο από τις τέσσερις ομάδες έχασαν βάρος ($p<.001$), η μέση μείωση του βάρους ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα που έχασε βάρος με άσκηση συγκριτικά με εκείνους που έχασαν βάρος με δίαιτα, ενώ ήταν μεγαλύτερη και η μείωση τόσο του υποδορίου όσο και του σπλαγχνικού λίπους ($p<.001$). Η αντίσταση στην ινσουλίνη μειώθηκε κατά την απώλεια βάρους και στις δύο ομάδες, ενώ η ελάττωση ήταν μικρότερη στην ομάδα που γυμνάστηκε χωρίς όμως απώλεια βάρους. Οι Hu, Tuomilehto, Silventoinen, Barengo & Jousilahti (2004) διαπίστωσαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p<.001$) στο δείκτη BMI, το ποσοστό λίπους σώματος αλλά και στην περιμετρο μέσης, αντρών και γυναικών, που ασκούνταν σε τρία διαφορετικά επίπεδα άσκησης (χαμηλής, μέτριας και υψηλής έντασης).

Όσον αφορά στην πρόληψη και τη θεραπεία της παχυσαρκίας, φαίνεται ότι η φυσική δραστηριότητα και η άσκηση παίζει επίσης σημαντικό ρόλο. Οι Nassis, Psarra & Sidossis (2005) σε 1362 υγιή παιδιά ηλικίας 6-13 ετών, τα οποία ταξινομήθηκαν ανάλογα με το επίπεδο της φυσικής τους κατάστασης (υψηλή και χαμηλή), μελέτησαν τη σχέση του ποσοστού σωματικού λίπους με την καρδιοαναπνευστική τους ικανότητα, που αξιολογήθηκε με το παλίνδρομο τρέξιμο αντοχής 20m. Τα παιδιά με υψηλή καρδιοαναπνευστική αντοχή είχαν μικρότερο πάχος δερματοπτυχών, δείκτη BMI και ποσοστό σωματικού λίπους, ακόμα και αυτά που ήταν υπέρβαρα ή παχύσαρκα.

Η καλή καρδιοαναπνευστική λειτουργία στην εφηβική ηλικία και η σχέση της με τους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου στην ενήλικη ζωή ερευνήθηκε από τους Eisenmann και συν. (2005). Μελετήθηκαν 48 εθελοντές σε ηλικία 15 ετών, με follow up κατά την ενηλικίωση. Μετρήθηκαν και συσχετίστηκαν ο χρόνος των εξεταζόμενων στο κυκλοεργόμετρο, ο δείκτης BMI και το ποσοστό σωματικού λίπους, η περιφέρεια μέσης και οι κλασικοί παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου (αρτηριακή πίεση, ολική χοληστερόλη, LDL και HDL χοληστερόλη τριγλυκερίδια και γλυκόζη νηστείας). Βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην περιφέρεια μέσης των εφήβων και το ποσοστό σωματικού λίπους στην ενηλικίωση. Οι δοκιμαζόμενοι με καλές επιδόσεις στο κυκλοεργόμετρο κατά την εφηβεία, είχαν χαμηλότερα ποσοστά λίπους ως ενήλικες, δεν παρουσίασαν όμως στατιστικά σημαντικές διαφορές στους κλασικούς παράγοντες κινδύνου κατά την ενηλικίωση.

Η επίδραση της άσκησης στις καρδιαγγειακές ανταποκρίσεις

Το κυκλοφορικό ή καρδιαγγειακό σύστημα αποτελείται από την καρδιά και ένα σύστημα περιφερικών αγγείων μέσω των οποίων επιτυγχάνεται η αιμάτωση όλων των ιστών του ανθρώπινου σώματος. Η παχυσαρκία σχετίζεται με αλλαγές στην καρδιακή δομή και λειτουργία (Licata et al 1992; Morricone et al. 2002; Powell et al. 2006; Rowland 2007) οι οποίες μπορεί να συμβάλλουν σε αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου (Melanson et al. 2001). Στα αρχικά στάδια της παχυσαρκίας, παρατηρείται αύξηση του όγκου του αίματος η οποία συνοδεύεται από κοιλιακή αναδιαμόρφωση (Alaud-din et al., 1990; Morricone et al., 2002; Peterson et al., 2004; Powell et al., 2006) και διαστολική δυσλειτουργία (Ferraro et al., 1996; Licata et al., 1992; Powell et al., 2006; Sasso et al., 2005). Σε περιπτώσεις ωστόσο που η παχυσαρκία είναι

μια χρόνια κατάσταση παρατηρείται μια συνεχής εξασθένηση της συστολικής και διαστολικής λειτουργίας (Licata et al., 1992; Peterson et al., 2004).

Οι καρδιακές προσαρμογές που συνδέονται με το υπερβολικό βάρος και την παχυσαρκία είναι παράλληλες με τις αιμοδυναμικές (καρδιακή παροχή και όγκος παλμού) τόσο σε συνθήκη ηρεμίας όσο και κατά τη διάρκεια της άσκησης. Στην ηρεμία, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά (Rowland et al., 2003; Unnithan et al., 2007) και οι ενήλικες (Collis et al 2001; Messerli et al., 1982; Muscelli et al., 1997) έχουν υψηλότερη καρδιακή παροχή και όγκο παλμού συγκριτικά με τα άτομα κανονικού βάρους λόγω αύξησης του όγκου του αίματος (Messerli et al., 1982) και της άλιπης σωματικής μάζας (Collis et al 2001; Forbes & Welle 1983; Hunt et al., 1998). Ωστόσο, η επίδραση του υπερβολικού βάρους και της παχυσαρκίας στην αιμοδυναμική ανταπόκριση κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι λιγότερο σαφής. Η μελέτη των αιμοδυναμικών ανταποκρίσεων κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι ιδιαίτερα σημαντική για την κατανόηση της ανταπόκρισης του καρδιαγγειακού συστήματος σε κατάσταση στρες σε συνδυασμό με τις μεταβολικές αλλαγές που οφείλονται στο υπερβολικό σωματικό βάρος (Lopaschuk et al. 2007; Poirier et al. 2006).

Λίγες μελέτες έχουν ερευνήσει την παχυσαρκία και την καρδιακή παροχή κατά τη διάρκεια της άσκησης και τα αποτελέσματα είναι αντικρουόμενα (Alaud-din et al., 1990; Rowland et al., 2003; Salvadori et al., 1999). Παχύσαρκα κορίτσια εφηβικής ηλικίας εμφανίζουν μεγαλύτερη καρδιακή παροχή και όγκο παλμού κατά τη διάρκεια της άσκησης συγκριτικά με τα κορίτσια κανονικού βάρους της ομάδας ελέγχου (Rowland et al., 2003). Δεδομένα από ενήλικες δείχνουν ότι στην κατηγορία παχυσαρκίας II ($BMI=35.0-39.9 \text{ kg/m}^2$) και III ($\geq 40 \text{ kg/m}^2$) έχουν παρόμοια (Salvadori et al., 1999) ή μικρότερη (Alaud-din et al. 1990) καρδιακή παροχή κατά τη διάρκεια της άσκησης από την ομάδα ελέγχου. Οι διαφορές αυτές πιθανά να οφείλονται τόσο στο βαθμό όσο και στη χρονική διάρκεια παραμονής στα συγκεκριμένα στάδια της παχυσαρκίας.

Μελέτες της καρδιακής λειτουργίας στην ηρεμία υποστηρίζουν ότι στα πρώτα στάδια εμφάνισης του υπέρβαρου σωματικού βάρους ή και του παχύσαρκου ατόμου υπάρχει μια υπερτιμημένη αιμοδυναμική ανταπόκριση (Pascual et al., 2003) η οποία εξελίσσεται σε μια μειωμένη αντίδραση όταν παχυσαρκία γίνεται σοβαρή ή χρόνια (Licata et al., 1992). Κατά πόσο όμως αυτή η ανταπόκριση ισχύει και κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι αβέβαιη. Φαίνεται, ωστόσο, ότι οποιεσδήποτε αιμοδυναμικές μεταβολές παρατηρούνται σε υπέρβαρους ενήλικες κατά τη διάρκεια της άσκησης σχετίζονται με τις μεταβολές στη λιπώδη μάζα και στην άλιπη σωματική μάζα που συνδέεται με την περίσσεια μάζα

σώματος και αυξάνει τις μεταβολές απαιτήσεις των μυών κατά τη διάρκεια της άσκησης (Collis et al., 2001).

Η άμεση απάντηση της λειτουργίας του καρδιαγγειακού συστήματος στην άσκηση εκφράζεται με την αύξηση της καρδιακής συχνότητας. Το μέγεθος της μεταβολής της καρδιακής συχνότητας κατά την άσκηση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες με βασικότερους την ηλικία, τη σύσταση του σώματος, το επίπεδο φυσικής κατάστασης, το είδος της άσκησης, την ύπαρξη κάποιας ασθένειας, τη λήψη φαρμάκων και τις περιβαλλοντικές συνθήκες όπως είναι για παράδειγμα η θερμοκρασία και η υγρασία (Washington et al., 1994). Η καρδιακή συχνότητα αυξάνεται γραμμικά κατά τη διάρκεια άσκησης προοδευτικά αυξανόμενης έντασης. Κατά τη διάρκεια της δυναμικής άσκησης, ο ρυθμός της καρδιάς αυξάνεται γραμμικά ανάλογα με το φορτίο της επιβάρυνσης. Κατά τη διάρκεια χαμηλής έως μέτριας έντασης άσκησης με σταθερό ρυθμό εργασίας, η καρδιακή συχνότητα φτάνει σε σταθερή κατάσταση μέσα σε 1 λεπτό και αυξάνεται αναλογικά με την επιβάρυνση.

Στην παιδική ηλικία, τα παιδιά αντισταθμίζουν τη μικρότερη καρδιά και το χαμηλότερο όγκο παλμού με την αυξημένη καρδιακή συχνότητα σε ένα συγκεκριμένο φορτίο επιβάρυνσης και έτσι εμφανίζουν υψηλότερη μέγιστη καρδιακή συχνότητα από τους ενήλικες. Μετά την εφηβεία, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα μειώνεται με την ηλικία σε ένα ποσοστό της τάξεως του 0.7 ή 0.8 παλμούς ανά λεπτό ανά έτος της ηλικίας τους. Τα κορίτσια έχουν μεγαλύτερη καρδιακή συχνότητα από τα αγόρια σε κάθε δεδομένο φορτίο επιβάρυνσης μετά την εφηβεία. Σε υπομέγιστο έργο, τα παχύσαρκα παιδιά έχουν υψηλότερα ποσοστά καρδιακής συχνότητας από τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας (Washington et al., 1994). Επίσης, προπονημένα άτομα παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές καρδιακής συχνότητας για το ίδιο επίπεδο υπομέγιστης έντασης, γεγονός που υποδηλώνει οικονομικότερη λειτουργία της καρδιάς. Αντίθετα, η μέγιστη καρδιακή συχνότητα δεν επηρεάζεται σημαντικά με την προπόνηση.

Ο όγκος παλμού είναι ο όγκος αίματος που εξωθείται από την καρδιά σε κάθε κτύπο και ισούται με τη διαφορά του τελοδιαστολικού από τον τελοσυστολικό όγκο ($SV=EDV-ESV$). Το γινόμενο του επί την καρδιακή συχνότητα μας δίνει τον κατά λεπτό όγκο αίματος ή αλλιώς την καρδιακή παροχή ($KΠ=ΚΣ \times ΟΠ$). Ο όγκος παλμού στην ηρεμία και κατά την όρθια θέση κυμαίνεται μεταξύ 60-100 ml σε υγιή άτομα. Κατά την άσκηση ο όγκος παλμού αυξάνεται γραμμικά μέχρι ενός σημείου (που αντιστοιχεί στο 50% της VO_{2max}) και σταθεροποιείται στη συνέχεια λαμβάνοντας τιμές μεταξύ 120-140 ml. Πέραν του σημείου αυτού η αύξηση της καρδιακής παροχής επιτυγχάνεται μόνο μέσω της

αύξησης της καρδιακής συχνότητας. Η αυξημένη φλεβική επιστροφή που παρατηρείται κατά την άσκηση διατείνει τις καρδιακές μυϊκές ίνες αυξάνοντας τη δύναμη της συστολής (Νόμος Frank-Starling).

Η καρδιακή παροχή ισούται με το γινόμενο της καρδιακής συχνότητας επί του όγκου παλμού. Στην ηρεμία κυμαίνεται μεταξύ 4-5 l/min, ενώ κατά την άσκηση αυξάνεται γραμμικά ανάλογα με την επιβάρυνση και μπορεί να φτάσει τα 20 l/min ή και περισσότερο: [Καρδιακή παροχή = Καρδιακή συχνότητα x Όγκο παλμού]. Παράγοντες που επηρεάζουν τη μέγιστη καρδιακή παροχή κατά την άσκηση είναι η ηλικία, η θέση του σώματος, η ύπαρξη κάποιας ασθένειας και το επίπεδο της φυσικής κατάστασης. Μέχρι ένα επίπεδο έντασης (50% της VO_{2max}) αυξάνονται και η καρδιακή συχνότητα και ο όγκος παλμού πέραν του οποίου η περαιτέρω άνοδος της καρδιακής παροχής επιτυγχάνεται μόνο μέσω της αύξησης της καρδιακής συχνότητας. Τα προπονημένα άτομα όταν υπάρχει ανάγκη αυξήσεως της καρδιακής παροχής αυξάνουν περισσότερο τον όγκο παλμού χωρίς υπέρμετρη άνοδο της καρδιακής συχνότητας. Το πλατώ της καρδιακής παροχής για παιδιά φυσιολογικού βάρους εμφανίζεται στα 2 με 3 min της μέγιστης δοκιμασίας και παρατηρούνται υψηλότερες τιμές στο δαπεδοεργόμετρο συγκριτικά με το κυκλοεργόμετρο (Washington et al., 1994).

Η συστολική πίεση αυξάνεται σταδιακά κατά τη διάρκεια άσκησης, προοδευτικά αυξανόμενης έντασης, ενώ η διαστολική πίεση παραμένει σταθερή ή τείνει να μειωθεί. Υπερβολική αύξηση της συστολικής πίεσης κατά τη δοκιμασία κόπωσης (>220 mmHg) επιβάλλει την άμεση διακοπή της. Επιπρόσθετα, αδυναμία ανόδου της συστολικής πίεσης κατά την άσκηση ή πτώση της μεγαλύτερη από 20 mmHg υποδηλώνει την ύπαρξη σοβαρής καρδιακής πάθησης.

Η επίδραση της άσκησης στην αρτηριακή πίεση παιδιών και εφήβων

Η σημασία της φυσικής κατάστασης αποδεικνύεται από πολυάριθμες μελέτες που δείχνουν ότι τα υψηλότερα επίπεδα της αερόβιας ικανότητας συνδέεται με χαμηλότερη πίεση αίματος, καθώς και χαμηλότερο κίνδυνο για την ανάπτυξη υπέρτασης (Andersen, 1994; Blair, Goodyear, Gibbons, & Cooper, 1984; Kokkinos et al., 2006; Sawanda et al., 1993; Williams, 2008). Πολλές μελέτες συγκλίνουν στο γεγονός ότι τόσο η συστολική όσο και η διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας μειώνονται με την άσκηση και το πιο σημαντικό αποτέλεσμα αφορά στη συστολική αρτηριακή πίεση και η δράση αυτή είναι ίδια στους νέους, σε ενήλικες υπερτασικούς, αλλά και σε άτομα τρίτης ηλικίας (Cook et

al., 2006; Eriksson et al., 2009; Fagard et al., 2007; Manfredini et al., 2008). Παρ' όλα αυτά, η δράση της άσκησης στην αρτηριακή πίεση των παιδιών δεν είναι ξεκάθαρη. Υπάρχουν μελέτες που υποστηρίζουν τα παραπάνω, (Gutin et al., 1990; Hansen et al., 1989; Jenner, Vandongen & Beilin 1992; Shea et al., 1994; Sousa, Hussein, Trowitzsch, Andler & Reinehr, 2009), όπως και μελέτες στις οποίες δεν διαπιστώνεται επίδραση της άσκησης στην αρτηριακή πίεση των παιδιών και των εφήβων (Rodrigues, Perez, Carletti, Bissoli & Abreu, 2007). Πάντως, όλοι οι ερευνητές συμφωνούν στο ότι η μακροχρόνια άσκηση προκαλεί αιμοδυναμικές προσαρμογές, όπως η ελάττωση του καρδιακού ρυθμού ηρεμίας και η αύξηση της συσταλτικότητας του μυοκαρδίου, με μακροπρόθεσμο αποτέλεσμα την οικονομία της καρδιακής λειτουργίας.

Ο Fixier και οι συνεργάτες του (1979) μελέτησαν 109 υπερτασικούς έφηβους ηλικίας 14 μέχρι 17 ετών σε σύγκριση με 74 έφηβους της ομάδας ελέγχου σε δοκιμασία στο κυκλοεργόμετρο. Οι περισσότεροι υπερτασικοί έφηβοι είχαν γονείς με υπέρταση συγκριτικά με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου (40% έναντι 14%). Στο μέγιστο φορτίο το 30% των υπερτασικών παιδιών είχε συστολική αρτηριακή πίεση > 200 mmHg ενώ μόνο το 3% της ομάδας ελέγχου έφτασε σε συγκρίσιμα επίπεδα χωρίς καμία συμπτωματική εκδήλωση. Η αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης από την ηρεμία έως τη μέγιστη προσπάθεια ήταν 53 έως 54 mmHg αντίστοιχα.

Οι Schieken, Clarke & Schieken (1983) μελέτησαν 264 παιδιά από τα χαμηλά, μεσαία και υψηλά εκατοστημόρια της κλίμακας υπέρτασης σε δοκιμασία στο εργοκυκλόμετρο και η συστολική αρτηριακή πίεση αυξήθηκε συγκριτικά με την άσκηση και στις τρεις ομάδες. Ωστόσο, τα παιδιά που είχαν αυξημένες τιμές σωματικής μάζας και υψηλότερες τιμές στο πάχος της δερματοπτυχής του τρικέφαλου, εμφάνισαν και υψηλότερες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης χωρίς να αναφέρονται κάποιες συμπτωματικές επιπλοκές.

Αναφορικά με την επίδραση του είδους της άσκησης στην αρτηριακή πίεση μελέτες αναφέρουν ότι τόσο οι δυναμικές όσο και οι ισομετρικές ασκήσεις μπορεί να οδηγήσουν σε αυξήσεις της αρτηριακής πίεσης (Alpert, 1999). Η δυναμική άσκηση αυξάνει τη συστολική αρτηριακή πίεση αλλά σπάνια προκαλεί αύξηση της διαστολικής ενώ η ισομετρική άσκηση συνήθως αυξάνει και τις δύο. Ωστόσο, όταν η άσκηση χρησιμοποιείται ως μη φαρμακολογική παρέμβαση στα υπερτασικά παιδιά και εφήβους δεν υπάρχουν επαρκή ερευνητικά στοιχεία που να προβλέπουν ότι μπορεί να οδηγήσει σε επιπλοκές, όπως εγκεφαλικό επεισόδιο ή έμφραγμα του μυοκαρδίου, όταν η αρτηριακή πίεση φτάνει σε επικίνδυνα επίπεδα, όπως για παράδειγμα η συστολική αρτηριακή πίεση >250 mmHg ή

η διαστολική >100 mmHg, σε αντίθεση με τους ενήλικες όπου η συστολική αρτηριακή πίεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προγνωστικός δείκτης για τη μεταγενέστερη εμφάνιση υπέρτασης.

Σε δυναμικού τύπου ασκήσεις, όπως στο τρέξιμο, στο κολύμπι, στο ποδόσφαιρο και στο μπάσκετ, όπου δραστηριοποιούνται μεγάλες μυϊκές ομάδες που πραγματοποιούν επαναλαμβανόμενες συσπάσεις και τα άκρα είναι σε κίνηση, η συστολική αρτηριακή πίεση αυξάνεται γραμμικά αναλογικά με την αύξηση της έντασης της άσκησης. Η καρδιακή παροχή αυξάνει παράλληλα με τη μεταβολή της συστολικής αρτηριακής πίεσης ενώ η διαστολική πίεση συνήθως είναι παραμένει αμετάβλητη αλλά μπορεί να μειωθεί ελαφρά σε σχέση με τη μείωση της αγγειακής αντίστασης (Alpert, 1999). Από την άλλη μεριά οι ισομετρικές ασκήσεις που συνήθως εφαρμόζονται στην άρση βαρών και στην πάλη δεν οδηγούν σε αλλαγές στο μήκος των μυών με αποτέλεσμα η συστολική αρτηριακή πίεση να αυξάνει ανάλογα με την προσπάθεια που ασκείται από μία ή περισσότερες μυϊκές ομάδες και όχι από το σύνολο των μυϊκών ομάδων που εμπλέκονται. Έτσι, η αύξηση της συστολικής αρτηριακής πίεσης είναι δυσανάλογη σε σχέση με το μεταβολικό κόστος των ασκήσεων και η διαστολική αρτηριακή πίεση αυξάνει παράλληλα με τη συστολική.

Συμπεράσματα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, γίνεται φανερή η σύνδεση της παχυσαρκίας με την υπέρταση στην παιδική ηλικία. Και οι δύο καταστάσεις συνθέτουν δύο σημαντικούς παράγοντες κινδύνου που ευθύνονται για την εμφάνιση καρδιαγγειακών παθήσεων στη μετέπειτα ενήλικη ζωή. Περισσότερο από το 17% των παιδιών είναι παχύσαρκα και ακόμα περισσότερα παιδιά είναι υπέρβαρα. Η υπέρταση, αν και ορίζεται με διαφορετικό τρόπο στα παιδιά συγκριτικά με τους ενήλικες, ανέρχεται σε 3% έως 4% των παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας και περίπου το 30% των παχύσαρκων εφήβων έχουν υψηλή αρτηριακή πίεση που συσχετίζεται με την παχυσαρκία. Δεδομένα με ενδείξεις βλάβης στα όργανα-στόχους, συμπεριλαμβανομένης και της υπερτροφίας της αριστερής κοιλίας, προέρχονται από πολλά παιδιά με υπέρταση που συνδυάζουν υψηλή αρτηριακή πίεση και αυξημένη σωματική μάζα (Falkner, 2008). Αποδεδειγμένα, η παχυσαρκία είναι το πιο κοινό αίτιο της αυξημένης αρτηριακής πίεσης

(Ippisch & Daniels, 2008) κατά την παιδική ηλικία και σχετίζεται επίσης με δυσλιπιδαιμία, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 και μακροχρόνια με αθηροσκλήρωση και καρδιαγγειακά προβλήματα. Στη σπλαγγνικού τύπου παχυσαρκία, όπου παρατηρείται αυξημένη αντίσταση στην ινσουλίνη, παρατηρείται επίσης αύξηση της υπέρτασης που οι πιθανοί παθογενετικοί μηχανισμοί μπορεί να είναι η αυξημένη δραστηριότητα του συμπαθητικού νευρικού συστήματος καθώς και η αυξημένη επαναρρόφηση νατρίου και ύδατος. Ωστόσο, οι μηχανισμοί αυτοί μπορούν να αναστραφούν μετά από απώλεια βάρους και άσκηση. Η αντιμετώπιση και θεραπεία της υπέρτασης που σχετίζεται με την παχυσαρκία συνήθως περιλαμβάνει συνδυασμούς άσκησης, διατροφής, καθώς και παρεμβάσεις συμπεριφοράς και τροποποίησης του τρόπου ζωής.

Μελέτες δείχνουν ότι τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά συνήθως εμπλέκονται λιγότερο χρόνο με μέτριες και έντονες μορφές σωματικής δραστηριότητας και έχουν χαμηλότερη καρδιοαναπνευστική αντοχή συγκριτικά με τα μη παχύσαρκα παιδιά (Trost, Kerr, Ward & Pate, 2001). Ωστόσο, λίγες μελέτες αξιολογούν μεμονωμένα την επίδραση της άσκησης (Gutin & Owens, 1999; Meyer, Kundt, Lenschow, Schuff-Werner & Kienast, 2006; Watts, Beye & Siafarikas, 2004) στους παχύσαρκους έφηβους και αναφέρουν σημαντικές αλλαγές στο σωματικό ή σπλαγγνικό λίπος, στην ενδοθηλιακή λειτουργία, στη νευρική δραστηριότητα, στα λιπίδια και στην αντίσταση στην ινσουλίνη ενώ δεν υπάρχουν δεδομένα για τις επιδράσεις της άσκησης στις μεταβολές της αρτηριακής πίεσης σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας. Στην Κύπρο, παρ' όλη την ανησυχητική αύξηση της παχυσαρκίας, ιδιαίτερα στα παιδιά και τους εφήβους, δεν έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες που να αφορούν στην επίδραση της αερόβιας άσκησης στην αιμοδυναμική ανταπόκριση υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών.

Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να καλύψει το κενό στο χώρο αυτό συμβάλλοντας στη συλλογή πληροφοριών για την επιδημιολογία και τη σχέση της υπέρτασης με την παχυσαρκία καθώς και για την επίδραση της αερόβιας άσκησης στη μεταβολή των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών και της σύστασης σώματος υπέρβαρων και παχύσαρκων αγοριών και κοριτσιών προεφηβικής ηλικίας.

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν συνολικά 784 παιδιά, Δημοτικού Σχολείου ηλικίας 10-12 ετών, κλινικά υγιή, ελληνοκυπριακής και ελληνικής καταγωγής τα οποία ταξινομήθηκαν σε υποομάδες ανάλογα με το φύλο (αγόρια n=400, κορίτσια n=384), την κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά n=624 υπερτασικά n=160) και το επίπεδο παχυσαρκίας (φυσιολογικά n=399, υπέρβαρα/παχύσαρκα n=385) χρησιμοποιώντας το δείκτη μάζας σώματος για την ηλικία και το φύλο τους, σύμφωνα την κλίμακα των Cole, Bellozzi, Flegal & Dietz (2000). Κριτήρια εξαίρεσης μαθητών από την έρευνα αποτελέσαν η τυχόν λήψη φαρμάκων για τη θεραπεία αρτηριακής υπέρτασης, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 ή 2 ή δυσλιπιδαιμίας, και τα εκ γενετής προβλήματα του καρδιαγγειακού συστήματος.

Πειραματικός σχεδιασμός

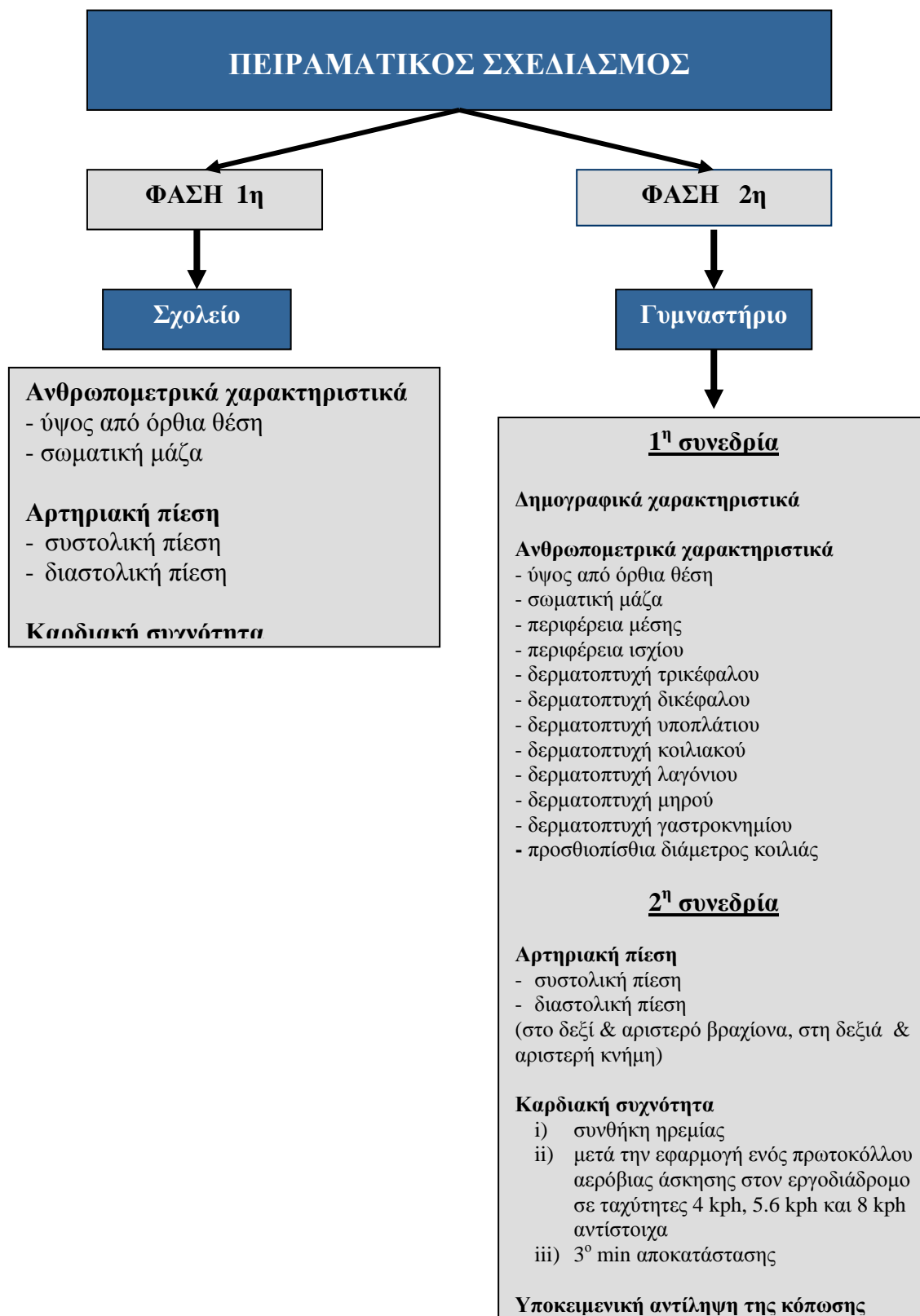
Ο πειραματικός σχεδιασμός της μελέτης απεικονίζεται στο Σχήμα 2. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις:

- *1^η Φάση:* επιδημιολογική καταγραφή των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στο σχολικό περιβάλλον και μελέτη των συσχετίσεων με το επίπεδο παχυσαρκίας.
- *2^η Φάση:* μελέτη των άμεσων προσαρμογών της αερόβιας άσκησης στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά και προσδιορισμός της σύστασης σώματος υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών συγκριτικά με παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας.

Φάση 1^η: Στο σχολείο, μετά από έγκριση από το Υπουργείο Παιδείας της Κύπρου, τη συγκατάθεση του Διευθυντή του σχολείου και τη συγκατάθεση των γονέων (Παράρτημα I) πραγματοποιήθηκαν για το κάθε παιδί μετρήσεις του ύψους από όρθια θέση, της σωματικής μάζας, της αρτηριακής πίεσης σε συνθήκη ηρεμίας από καθιστή θέση και μετά από ανάπαυση 5 λεπτών και της καρδιακής συχνότητας (Παράρτημα II).

Φάση 2^η: Στο γυμναστήριο, αρχικά καταγράφηκαν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά και στη συνέχεια οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν μετά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου άσκησης στο δαπεδοεργόμετρο σε διαφορετικές συνθήκες (ηρεμία, 4

km, 5.6 km, 8 km, 3^ο min αποκατάστασης) και σε δύο συνεδρίες για κάθε δοκιμαζόμενο/η (Παράρτημα ΙΙΙ).



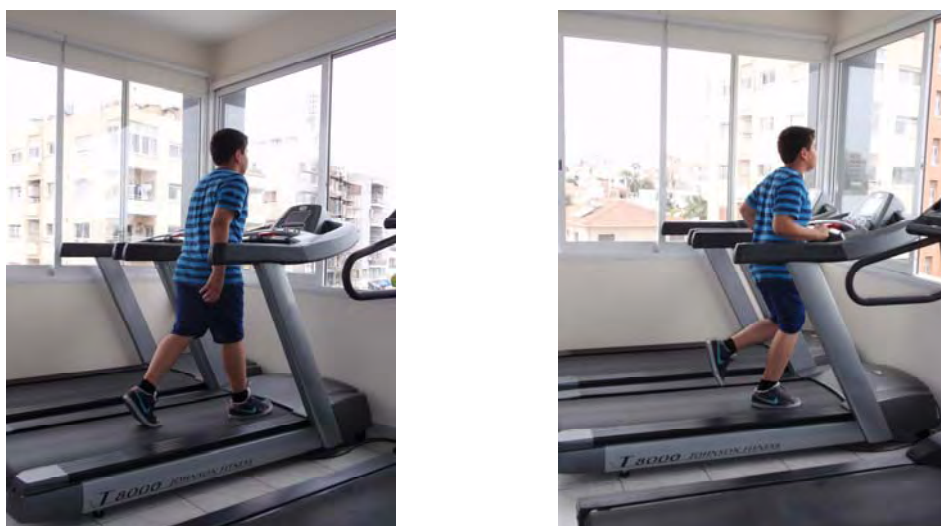
Σχήμα 2. Πειραματικός σχεδιασμός της μελέτης.

Άμεσες προσαρμογές της αερόβιας άσκησης: Στο γυμναστήριο, κατά τη διάρκεια της 1^{ης} συνεδρίας καταγράφηκαν τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος μέσω συμπλήρωσης ερωτηματολογίου και αξιολογήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (ύψος από όρθια θέση, σωματική μάζα, περιφέρεια μέσης και ισχίου και οι δερματοπτυχές του τρικέφαλου, δικέφαλου, υποπλάτιου, κοιλιακού, λαγόνιου, μηρού και γαστροκνημίου) ώστε να προσδιοριστούν οι δείκτες παχυσαρκίας (BMI, WHR, λόγος δερματοπτυχών κορμού/άκρα, άθροισμα 7 δερματικών πτυχών, εκτίμηση σπλαχνικού λίπους) και η σύσταση σώματος (%σωματικό λίπος, άλιπη μάζα, μάζα λίπους) σύμφωνα με τις εξισώσεις (Slaughter et al., 1988).

Κατά τη διάρκεια της 2^{ης} συνεδρίας μελετήθηκαν οι άμεσες προσαρμογές της αερόβιας άσκησης στην καρδιακή συχνότητα και στην αρτηριακή πίεση αίματος (διαστολική και συστολική). Η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης και της καρδιακής συχνότητας πραγματοποιήθηκε σε δύο συνθήκες:

α) σε συνθήκη ηρεμίας από καθιστή θέση και μετά από ανάπαυση 5 λεπτών τόσο στο αριστερό όσο και στο δεξί βραχίονα του δοκιμαζόμενου. Στη συνέχεια σε ύπτια θέση και σε συνθήκη ηρεμίας γινόταν μέτρηση στο δεξί και αριστερό πόδι (Guerra, Ribeiro, Duarte & Mota, 2002)

β) μετά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου αερόβιας άσκησης στον εργοδιάδρομο (Εικόνα 1) σε ταχύτητες 4 kph, 5.6 kph και 8 kph αντίστοιχα, διάρκειας 10 min σε κάθε στάδιο (McMurray & Ondrack, 2011).



Εικόνα 1. Αερόβια δοκιμασία στο δαπεδοεργόμετρο.

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε κλειστό χώρο με θερμοκρασία δωματίου 18-20 °C και υγρασία που κυμαινόταν στο 60-70%. Η παρέμβαση γινόταν κατά τις απογευματινές ώρες και τα παιδιά είχαν πραγματοποιήσει το τελευταίο τους γεύμα 2-3 ώρες νωρίτερα. Κατά τη διάρκεια της άσκησης έπαιρναν μόνο νερό.

Διαδικασία μετρήσεων

Για τη συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις που αφορούσαν στην αξιολόγηση:

- *Ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών:* Για την εκτίμηση των δεικτών παχυσαρκίας χρησιμοποιήθηκαν ο Δείκτης Μάζας Σώματος (BMI), Δείκτης Περιφέρειας Μέσης / Περιφέρεια Ισχίου (WHR), το άθροισμα των 7 δερματικών πτυχών, ο λόγος των των δερματικών πτυχών των κεντρικών σημείων προς των περιφερειακών σημείων [(υποπλάτιου+λαγόνιου+κοιλιάς)/(δικεφάλου+τρικεφάλου+μηρού+γαστροκνημίου)], η εκτίμηση του σπλανικού λίπους και το ποσοστό σωματικού λίπους όπως προσδιορίστηκε από τις δερματοπτυχές τρικεφάλου και γαστροκνημίου σύμφωνα με τις εξισώσεις (Slaughter et al., 1988).

- *Αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών:* Από τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης πραγματοποιήθηκε σε συνθήκη ηρεμίας με τον κάθε συμμετέχοντα σε



καθιστή θέση και μετά από ανάπαυση 5 λεπτών, με ηλεκτρονικό πιεσόμετρο (microlife BP 3AG1, AG-9443 Widnau, Switzerland), κατάλληλο σε μέγεθος περιχειρίδος, καλύπτοντας το βραχίονα τόσο σε αριστερό όσο και στο δεξί άνω άκρο (Εικόνα 2).

Εικόνα 2. Μέτρηση αρτηριακής πίεσης σε συνθήκη ηρεμίας.

Η αρτηριακή πίεση στο δεξί και αριστερό πόδι (Εικόνα 3) μετρήθηκε τοποθετώντας την περιχειρίδα του ηλεκτρονικού μανόμετρου έτσι ώστε το κάτω άκρο της ήταν 1-2 cm πάνω από τον αστράγαλο (Κουρεμένου & Τσακίρης, 2004).



Εικόνα 3. Μέτρηση αρτηριακής πίεσης σε συνθήκη ηρεμίας στα κάτω άκρα.

Η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση φορητού καρδιοσυχνόμετρου (Polar S610, Kempele, Finland), που είναι ένα σύστημα τηλεμετρικού ελέγχου της καρδιακής συχνότητας με μνήμη και προσαρμόζεται στο σώμα του κάθε δοκιμαζόμενου. Αποτελείται από μία ελαστική ζώνη (ηλεκτρονικός πομπός) που εφαρμόζεται γύρω από το στήθος του δοκιμαζόμενου στο επίπεδο της καρδιάς και έχει ενσωματωμένα ηλεκτρόδια και ηλεκτρονικό πομπό και από ένα δέκτη μικροϋπολογιστή που φοριέται σαν ρολόι στον καρπό του χεριού του δοκιμαζόμενου. Ο πομπός ανιχνεύει τον καρδιακό παλμό και τον μεταδίδει στο δέκτη (ρολόι του χεριού) με ασύρματη επικοινωνία. Η καρδιακή συχνότητα καταγράφεται σε διαστήματα 5, 15 και 60 sec.

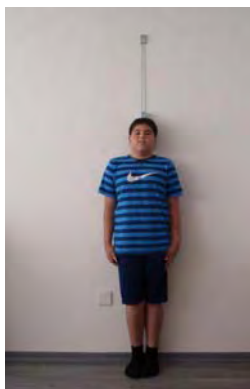
Υπολογίστηκαν επιπρόσθετα με ειδικές εξισώσεις ο κνημοβραχιόνιος δείκτης η πίεση σφυγμού, η μέση δυναμική πίεση, ο όγκος παλμού, η καρδιακή παροχή, το διπλό γινόμενο, η περιφερειακή αντίσταση και ο δείκτης καρδιακής λειτουργίας.

- *Υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης (Omni Scale):* Κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου αερόβιας άσκησης στον εργοδιάδρομο, 10 sec πριν την αλλαγή φορτίου γινόταν ο προσδιορισμός του δείκτη υποκειμενικής κόπωσης κάθε παιδιού με τη δεκαβάθμια κλίμακα του Omni (Robertson et al., 2000), υποδεικνύοντας το παιδί με το δάκτυλό του τον αντίστοιχο αριθμό που τη δεδομένη στιγμή αντιπροσώπευε την κόπωση του κατά την προσωπική του βέβαια εκτίμηση (Παράρτημα IV).

Περιγραφή των δοκιμασιών

Αναφορικά με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά αξιολογήθηκαν:

α) *Ύψος από όρθια θέση*: Κατά τη διαδικασία της μέτρησης του ύψους, οι δοκιμαζόμενοι στέκονταν σε όρθια θέση, χωρίς να φοράνε παπούτσια, με το κεφάλι να κοιτάζει ευθεία μπροστά και τις φτέρνες ενωμένες (Εικόνα 4). Η μέτρηση του ύψους πραγματοποιήθηκε



με τη χρήση ενός φορητού αναστημόμετρου (Seca 220) με διαβάθμιση 2 m. Ένας οριζόντιος χάρακας προσαρμοσμένος στον κάθετο άξονα του αναστημόμετρου, ερχόταν σε επαφή με το υψηλότερο σημείο του κεφαλιού του δοκιμαζόμενου. Πριν τη μέτρηση ο δοκιμαζόμενος έπαιρνε μία βαθιά εισπνοή, για να εκταθεί η σπονδυλική στήλη και την κρατούσε μέχρι να ολοκληρωθεί η μέτρηση. Η καταγραφή του σωματικού ύψους έγινε με ακρίβεια 0,1 cm.

Εικόνα 4. Μέτρηση ύψους από όρθια θέση.

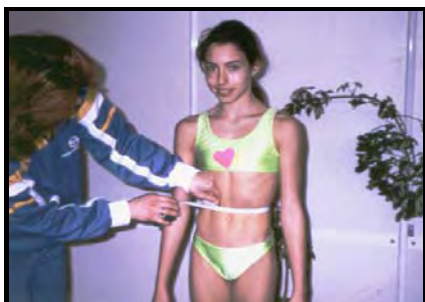
β) *Σωματική μάζα*: Η διαδικασία της ζύγισης του εξεταζόμενου, πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονική ζυγαριά (Seca alpha 770). Ο δοκιμαζόμενος στεκόταν ακίνητος στο κέντρο της πλατφόρμας του ζυγού, κοιτάζοντας μπροστά και χωρίς να στηρίζεται κάπου, αφού προηγουμένως είχε αφαιρέσει τα παπούτσια και κάθε βαρύ αντικείμενο από πάνω του (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Μέτρηση σωματικής μάζας

γ) *Περιφέρεια μέσης*: Για τη μέτρηση της περιφέρειας της μέσης, ο δοκιμαζόμενος στέκεται σε όρθια θέση με τις φτέρνες ενωμένες και τα χέρια να βρίσκονται χαλαρά στο πλάι ή λίγο ανοικτά για να μην εμποδίζουν τον εξεταστή. Η περιφέρεια της μέσης μετρείται 2 cm πάνω από το ύψος του ομφαλού, στο στενότερο σημείο του κορμού. Η μετροταινία κρατείται σταθερά σε οριζόντια θέση, σε επαφή με το δέρμα, χωρίς να το

πιέζει και τοποθετείται στο ύψος της μέσης. Η μέτρηση καταγράφεται στο τέλος μιας κανονικής εκπνοής με ακρίβεια 0.1 cm (Εικόνα 6).



Εικόνα 6. Περιφέρεια μέσης.

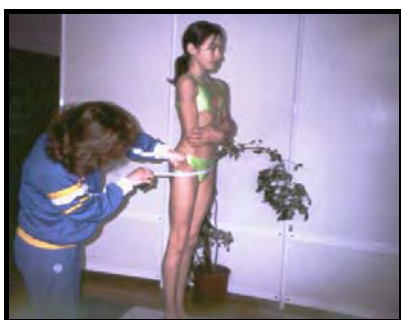
δ) *Περιφέρεια κοιλιάς:* Για τη μέτρηση αυτή, ο δοκιμαζόμενος στέκεται στην όρθια θέση με τις φτέρνες ενωμένες και τα χέρια να βρίσκονται στο πλάι ελαφρώς ανοικτά. Προτείνεται η περιοχή της κοιλιάς να μην καλύπτεται από ρούχα. Ο δοκιμαζόμενος στέκεται με μέτωπο προς τον εξεταστή προσπαθώντας να κρατά χαλαρά την κοιλιακή χώρα. Η μετροταινία κρατείται σταθερά σε οριζόντια θέση, σε επαφή με το δέρμα, χωρίς



να το πιέζει και τοποθετείται στο ευρύτερο σημείο του κορμού της δοκιμαζόμενης. Συνήθως το σημείο αυτό ορίζεται από το ύψος του ομφαλού. Η μέτρηση καταγράφεται στο τέλος μιας κανονικής εκπνοής με ακρίβεια 0.1 cm (Εικόνα 7).

Εικόνα 7. Περιφέρεια κοιλιάς.

ε) *Περιφέρεια ισχίου:* Για τη μέτρηση της περιφέρειας του ισχίου, ο δοκιμαζόμενος



στέκεται πλευρικά προς τον εξεταστή, σε όρθια θέση με τις φτέρνες ενωμένες και τα χέρια να βρίσκονται χαλαρά στο πλάι ελαφρώς ανοικτά ή να σταυρώνουν μπροστά στο στήθος για να διευκολύνουν τη μέτρηση. Η μετροταινία εφαρμόζεται ακριβώς επάνω στη μεγαλύτερη περιφέρεια του ισχίου και κρατείται σταθερά, σε

Εικόνα 8. Περιφέρεια ισχίου.

οριζόντια θέση, χωρίς να πιέζει το δέρμα. Η μέτρηση καταγράφεται με ακρίβεια 0.1 cm (Εικόνα 8).

στ) Προσθοπίσθια διάμετρος κοιλιάς: Για τη μέτρηση αυτή, ο δοκιμαζόμενος στέκεται στην όρθια θέση με τις φτέρνες ενωμένες και τα χέρια να βρίσκονται στο πλάι για να διευκολύνεται η μέτρηση. Ο εξεταστής στέκεται ακριβώς μπροστά από το δοκιμαζόμενο και τοποθετεί τις άκρες του διαβήτη (Holtain-Kahn, Seritex, Carlstadt, NJ) στα σημεία εκείνα που μία νοητή γραμμή ενώνει την προσθοπίσθια απόσταση μεταξύ ομφαλού και σπονδυλικής στήλης. Οι βραχίονες του διαβήτη κρατώνται σταθερά, σε οριζόντια θέση, ασκώντας μία μικρή πίεση και η μέτρηση καταγράφεται στο τέλος μιας κανονικής εκπνοής



με ακρίβεια 0.1 cm (Εικόνα 9). Η προσθοπίσθια απόσταση μεταξύ του ομφαλού και της σπονδυλικής στήλης χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του σπλαχνικού λίπους σύμφωνα με την εξίσωση:

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

Εικόνα 9. Προσθοπίσθια διάμετρος κοιλιάς.

ζ) *Σύσταση σώματος*: Οι μετρήσεις για τον προσδιορισμό της σύστασης σώματος πραγματοποιήθηκαν στη δεξιά πλευρά του σώματος χρησιμοποιώντας δερματοπτυχόμετρο (Harpenden Skinfold Caliper) με διαβάθμιση 0.2 mm και αξιολογήθηκαν οι δερματοπτυχές τρικεφάλου και γαστροκνημίου όπως περιγράφεται η τεχνική στο Anthropometric Standardization Reference Manual (Harrison et al., 1988). Στη συνέχεια προσδιορίστηκε το ποσοστό σωματικού λίπους (Slaughter et al., 1988), η άλιπη μάζα και η μάζα λίπους σύμφωνα με τις παρακάτω εξισώσεις (Legér, 1991):

$$\text{Αγόρια: } \% \text{ Σωματικό Λίπος} = 0.735 * \Sigma SF + 1.0$$

$$\text{Κορίτσια: } \% \text{ Σωματικό Λίπος} = 0.610 * \Sigma SF + 5.1$$

όπου, ΣSF = το άθροισμα δερματοπτυχών του τρικεφάλου και του γαστροκνημίου

$$\text{- Μάζα λίπους} = \frac{\% \text{ Σωματικό Λίπος}}{100} \times \text{Σωματικό βάρος}$$

$$\text{- Αλιπη μάζα} = \text{Σωματικό βάρος} - \text{Μάζα λίπους}$$

- *Δερματοπτυχή τρικέφαλου*: Για τη μέτρηση της δερματοπτυχής του τρικέφαλου, ο δοκιμαζόμενος στέκεται σε όρθια θέση, με τα χέρια χαλαρά στο πλάι. Για τον προσδιορισμό όμως του ακριβούς σημείου μέτρησης ο δοκιμαζόμενος λυγίζει τον αγκώνα σε γωνία 90°. Χρησιμοποιείται μια μετροταινία που τοποθετείται με την ένδειξη μηδέν στο ακρώμιο και τεντώνεται παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα του βραχίονα για να καταλήξει στο ωλέκρανο, κάτω από το λυγισμένο αγκώνα. Σημειώνεται το μέσο αυτής της απόστασης που αποτελεί και το ενδεδειγμένο σημείο μέτρησης. Το δερματοπτυχόμετρο



τοποθετείται κάθετα, σε απόσταση 1 cm από τον αντίχειρα και το δείκτη του αριστερού χεριού, στο σημείο που προσδιορίστηκε παραπάνω δηλαδή στο μέσο της απόστασης του ακρώμιου με το ωλέκρανο της ωλένης (κάθετη δερματοπτυχή). Η μέτρηση καταγράφεται με ακρίβεια 0.2 mm (Εικόνα 10).

Εικόνα 10. Δερματοπτυχή τρικέφαλου.

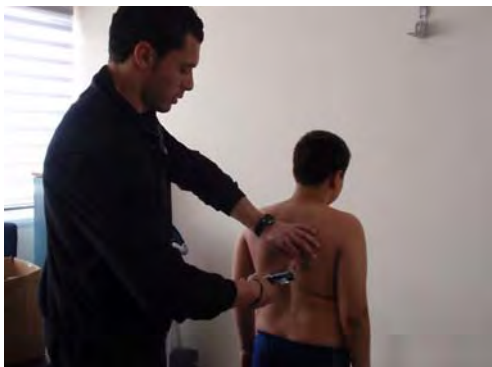
- *Δερματοπτυχή δικέφαλου*: Για τη μέτρηση της δερματοπτυχής του δικέφαλου, ο δοκιμαζόμενος στέκεται σε όρθια θέση, με τα χέρια χαλαρά στο πλάι. Το ενδεδειγμένο



σημείο μέτρησης ορίζεται 1 cm επάνω από το σημείο μέτρησης του τρικέφαλου βραχιόνιου. Το δερματοπτυχόμετρο τοποθετείται κάθετα, σε απόσταση 1 cm από τον αντίχειρα και το δείκτη του αριστερού χεριού, στο σημείο που προσδιορίστηκε παραπάνω (κάθετη δερματοπτυχή). Η μέτρηση καταγράφεται με ακρίβεια 0.2 mm (Εικόνα 11).

Εικόνα 11. Δερματοπτυχή δικέφαλου βραχιόνιου.

- *Δερματοπτυχή υποπλάτιου*: Για τη μέτρηση της δερματοπτυχής του υποπλάτιου, ο δοκιμαζόμενος στέκεται σε όρθια θέση, με τα χέρια χαλαρά στο πλάι. Το δερματοπτυχόμετρο τοποθετείται σε απόσταση 1 cm από τον αντίχειρα και το δείκτη του



αριστερού χεριού, που πιάνουν την πτυχή σταθερά, σε σημείο που βρίσκεται λοξά, χαμηλά και κάτω από το τόξο που σχηματίζει η ωμοπλάτη, με διαγώνια κατεύθυνση περίπου 45° από το οριζόντιο επίπεδο (διαγώνια δερματοπτυχή). Η μέτρηση καταγράφεται με ακρίβεια 0.2 mm (Εικόνα 12).

Εικόνα 12. Δερματοπτυχή υποπλάτιου.

- *Δερματοπτυχή λαγόνιου*: Για τη μέτρηση της δερματοπτυχής του λαγόνιου, ο δοκιμαζόμενος στέκεται σε όρθια θέση, με τα χέρια χαλαρά στο πλάι ή λίγο ανοικτά για να μην εμποδίζουν τον εξεταστή. Η πτυχή του λαγόνιου μετρείται στο σημείο εκείνο που η μεσομασχαλιαία γραμμή συναντά τη πρόσθια λαγόνια ακρολοφία. Η πτυχή πιάνεται σταθερά στο σημείο αυτό ακολουθώντας την ανατομική γραμμή του υποδόριου ιστού που



έχει μια κλίση 45° προς τα κάτω και μπροστά σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο (διαγώνια δερματοπτυχή). Το δερματοπτυχόμετρο τοποθετείται στο ενδεδειγμένο σημείο μέτρησης σε απόσταση 1 cm από τα δάκτυλα του χεριού που κρατούν τη δερματοπτυχή. Η μέτρηση καταγράφεται με ακρίβεια 0.2 mm (Εικόνα 13).

Εικόνα 13. Δερματοπτυχή υποπλάτιου.

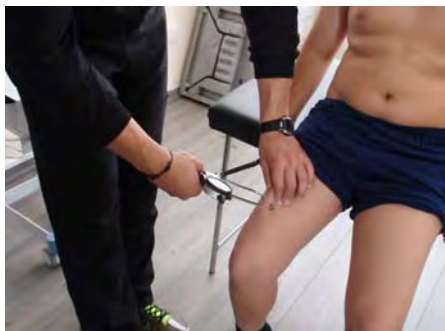


- *Δερματοπτυχή κοιλιακού*: Για τη μέτρηση της δερματοπτυχής του κοιλιακού, ο δοκιμαζόμενος στέκεται σε όρθια θέση, με τα χέρια χαλαρά στο πλάι. Το ενδεδειγμένο σημείο μέτρησης ορίζεται 2 cm δεξιά από τον ομφαλό. Το δερματοπτυχόμετρο τοποθετείται κάθετα, σε απόσταση 1 cm από τον αντίχειρα και το δείκτη του αριστερού χεριού, στο

Εικόνα 14. Δερματοπτυχή κοιλιακού.

σημείο που προσδιορίστηκε παραπάνω (κάθετη δερματοπτυχή). Η μέτρηση καταγράφεται με ακρίβεια 0.2 mm (Εικόνα 14).

- *Δερματοπτυχή μηριαίου*: Για τη μέτρηση της δερματοπτυχής του μηριαίου στο δεξί πόδι, ο δοκιμαζόμενος ακουμπά σε σταθερό έδρανο έχοντας το βάρος του σώματος στο αριστερό πόδι. Το δεξί πόδι στηρίζεται χαλαρά στο έδαφος με το γόνατο ελαφρά λυγισμένο. Η πτυχή του μηριαίου μετριέται στο σημείο εκείνο που προσδιορίζεται από το μέσο της απόστασης που ενώνει το βουβωνικό σύνδεσμο με το άνω μέρος της



επιγονατίδας και είναι παράλληλη προς τον επιμήκη άξονα του μηρού (κάθετη δερματοπτυχή). Το δερματοπτυχόμετρο τοποθετείται στο ενδεδειγμένο σημείο μέτρησης σε απόσταση 1 cm από τα δάκτυλα του χεριού που κρατούν τη δερματοπτυχή σταθερά. Η μέτρηση καταγράφεται με ακρίβεια 0.2 mm (Εικόνα 15).

Εικόνα 15. Δερματοπτυχή μηριαίου.

- *Δερματοπτυχή γαστροκνημίου*: Για τη μέτρηση της δερματοπτυχής του γαστροκνημίου στο δεξί πόδι, ο δοκιμαζόμενος στηρίζει σε σταθερό έδρανο το δεξί πόδι λυγισμένο σε



γωνία 90° έχοντας το βάρος του σώματος στο αριστερό πόδι. Η πτυχή μετριέται στο σημείο εκείνο που προσδιορίζεται από τη μέγιστη περιφέρεια του γαστροκνημίου (κάθετη δερματοπτυχή). Το δερματοπτυχόμετρο τοποθετείται κάθετα στο ενδεδειγμένο σημείο μέτρησης σε απόσταση 1 cm από τα δάκτυλα του χεριού που κρατούν τη δερματοπτυχή σταθερά. Η μέτρηση καταγράφεται με ακρίβεια 0.2 mm (Εικόνα 16).

Εικόνα 16. Δερματοπτυχή γαστροκνημίου.

Περιγραφή των οργάνων

Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα:

- Ηλεκτρονική ζυγαριά δαπέδου (Seca alpha 770) με ακρίβεια 0.1 kg για τη μέτρηση του βάρους
- Αναστημόμετρο (Seca 220) με ακρίβεια 1mm για τη μέτρηση του ύψους από όρθια θέση.
- Ειδική μετροταινία για τη μέτρηση των περιφερειών μέσης, κοιλιάς και του ισχίου, πλάτους 0.5 cm και με ακρίβεια μέτρησης 1 mm.
- Ηλεκτρονικό χρονόμετρο ακρίβειας 0.1 sec για τις μετρήσεις των παραμέτρων της φυσικής κατάστασης.
- Δερματοπτυχόμετρο τύπου Harpenden Skinfold Caliper, 10 g/mm² με διαβάθμιση 0.2 mm
- Ανθρωπομετρικός διαβήτης (Holtain-Kahn, Seritex, Carlstadt, NJ)
- Ηλεκτρονικό πιεσόμετρο (microlife BP 3AG1, AG-9443 Widnau, Switzerland), για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης.
- Φορητά καρδιοσυχνόμετρα (Polar S610, Kempele, Finland)

Σχεδιασμός της έρευνας

Οι ανεξάρτητοι παράγοντες ήταν το φύλο (αγόρια, κορίτσια), το επίπεδο παχυσαρκίας (φυσιολογικού βάρους, υπέρβαρο/παχύσαρκα), η κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά, υπερτασικά) και η συνθήκη (ηρεμία, 4km, 5.6km, 8km, 3^ο λεπτό αποκατάστασης). Οι εξαρτημένες μεταβλητές που εξετάστηκαν ήταν τα ανθρωπομετρικά (σωματική μάζα, ύψος από όρθια θέση, περιφέρειες, σύσταση σώματος) και τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά (συστολική πίεση, διαστολική πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, περιφερειακή αντίσταση, κνημοβραχιόνιος δείκτης, δείκτης καρδιακής λειτουργίας).

Στατιστική ανάλυση

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, μεγαλύτερη, μικρότερη τιμή και εύρος τιμών).

Στην 1^η φάση, για τον έλεγχο κανονικότητας κατανομών των παραγόντων φύλο και επίπεδο παχυσαρκίας αρχικά εφαρμόστηκε ο έλεγχος συχνοτήτων των κατανομών με τη χρήση του τεστ χ^2 . Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε ο έλεγχος ποιότητας προσαρμογής των παραγόντων φύλο, επίπεδο παχυσαρκίας και κατηγορία υπέρτασης και οι λόγοι σχετικών πιθανοτήτων (Odds Ratio). Για τον προσδιορισμό των σχετικών πιθανοτήτων εφαρμόστηκε λογαριθμική τριπλή ανάλυση συχνοτήτων (log-linear analysis) και δημιουργήθηκε ένα ιεραρχικό γραμμικό μοντέλο που περιείχε όλες τις δυνατές κύριες επιδράσεις των παραγόντων επίπεδο παχυσαρκίας (φυσιολογικά, υπέρβαρα/παχύσαρκα), φύλο (αγόρια, κορίτσια) και κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά, υπερτασικά). Για τον έλεγχο των υποθέσεων στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα.

Στη 2^η φάση, για τον έλεγχο των υποθέσεων στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, ύψος από όρθια θέση, περιφέρειες, σύσταση σώματος) εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας, 2x3) ενώ για τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (Επίπεδο παχυσαρκίας, x Συνθήκη μέτρησης, 2x5) με επαναλαμβανόμενο το 2^ο παράγοντα. Επίσης για τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ αγοριών-κοριτσιών και φυσιολογικών-υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών εφαρμόστηκε ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < .05$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται η παρουσίαση του ερευνητικού έργου, το οποίο υλοποιήθηκε σε δύο φάσεις:

- 1^η Φάση: επιδημιολογική καταγραφή των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας και μελέτη των συσχετίσεων με το επίπεδο παχυσαρκίας.
- 2^η Φάση: μελέτη των άμεσων προσαρμογών της αερόβιας άσκησης στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά και προσδιορισμός της σύστασης σώματος υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών συγκριτικά με παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας.

1^η Φάση: Επιδημιολογική καταγραφή αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών

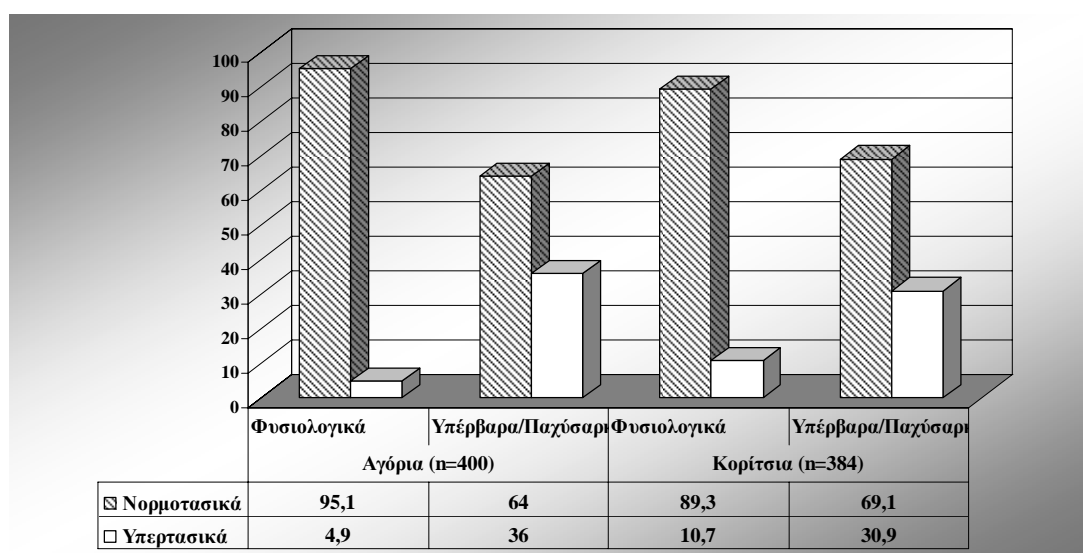
Έλεγχος κανονικότητας κατανομών των παραγόντων φύλο και επίπεδο παχυσαρκίας:
Αρχικά εφαρμόστηκε ο έλεγχος συχνοτήτων των κατανομών με τη χρήση του τεστ χ^2 . Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι η αναλογία αγοριών/κοριτσιών καθώς και μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών του δείγματος δεν διαφοροποιήθηκε σημαντικά μεταξύ της παρατηρούμενης και αναμενόμενης συχνότητας τιμών (Πίνακας 5).

Πίνακας 5. Έλεγχος κατανομής χ^2 των παραγόντων φύλο (αγόρια, κορίτσια) και επίπεδο παχυσαρκίας (φυσιολογικά, υπέρβαρα/παχύσαρκα) του συνολικού δείγματος (n=784).

	Παρατηρούμενη συχνότητα	Αναμενόμενη συχνότητα (%)
Αγόρια (n=400)	203 (50.8)	203.6 (50.9)
Κορίτσια (n=384)	196 (51.0)	195.4 (49.1)
Σύνολο	784	
$\chi^2=.007$, df=1, p=.935		
Φυσιολογικά (n=399)	203 (50.8)	203.6 (50.9)
Υπέρβαρα/παχύσαρκα (n=385)	197 (51.2)	196.4 (49.3)
Σύνολο	784	
$\chi^2=.007$, df=1, p=.935		

Έλεγχος ποιότητας προσαρμογής των παραγόντων φύλο, επίπεδο παχυσαρκίας και κατηγορία υπέρτασης και λόγοι σχετικών πιθανοτήτων (Odds Ratio): Εφαρμόστηκε λογαριθμική τριπλή ανάλυση συχνοτήτων (log-linear analysis) για να δημιουργηθεί ένα ιεραρχικό γραμμικό μοντέλο που περιέχει όλες τις δυνατές κύριες επιδράσεις των παραγόντων επίπεδο παχυσαρκίας (φυσιολογικά, υπέρβαρα/παχύσαρκα), φύλο (αγόρια, κορίτσια) και κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά, υπερτασικά). Το μοντέλο έδειξε λόγο πιθανότητας $\chi^2(3) = 5.89$, $p = 0.0152$, γεγονός που σημαίνει ότι τα παρατηρούμενα δεδομένα μπορούν να αναπαραχθούν με αυτές τις επιδράσεις των τριών παραγόντων. Ο λόγος Odds Ratio (OR) των δύο σχετικών κινδύνων (παχυσαρκία και υπέρταση) για τα αγόρια ήταν $OR = 10,875$ (95% CI 5,406 – 21,879) και για τα κορίτσια $OR = 3,718$ (95% CI 2,149 – 6,433) αντίστοιχα, υποδηλώνοντας τον αυξημένο κίνδυνο να εμφανίσουν υπέρταση τα υπέρβαρα/παχύσαρκα συγκριτικά με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους.

Από το σύνολο των αγοριών (Σχήμα 3), οι υπέρβαροι/παχύσαρκοι μαθητές σε ποσοστό 36% ($n = 71$) εμφάνισαν αυξημένες τιμές αρτηριακής πίεσης ενώ αντίστοιχα στα κορίτσια ($n = 384$) το ποσοστό κυμάνθηκε στο 30.6% ($n = 58$). Στον Πίνακα 6 παρουσιάζονται οι λόγοι των σχετικών πιθανοτήτων (Odds Ratio) των παραγόντων επίπεδο παχυσαρκίας (φυσιολογικά, υπέρβαρα/παχύσαρκα) και κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά, υπερτασικά) σε κάθε φύλο (αγόρια, κορίτσια) χωριστά καθώς και τα διαστήματα εμπιστοσύνης για τους σχετικούς κινδύνους, τα οποία δεν συμπεριλαμβάνουν τη μονάδα με αποτέλεσμα η εξάρτηση μεταξύ των παραγόντων του επιπέδου παχυσαρκίας και της κατηγορίας υπέρτασης να είναι στατιστικά σημαντική.



Σχήμα 3. Ποσοστά του επιπέδου παχυσαρκίας και της κατηγορίας υπέρτασης σε κάθε φύλο χωριστά.

Πίνακας 6. Λόγοι σχετικών πιθανοτήτων (Odds Ratio) της επίδρασης των παραγόντων επίπεδο παχυσαρκίας (φυσιολογικά, υπέρβαρα/παχύσαρκα) και κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά, υπερτασικά) σε κάθε φύλο (αγόρια, κορίτσια) χωριστά.

Αγόρια (n=400)			
	Odds Ratio	95% confidence interval	
		Lower	Upper
Επίπεδο παχυσαρκίας	10,875	5,406	21,879
Νορμοτασικά (n=319)	1,486	1,332	1,658
Υπερτασικά (n=81)	0,137	0,073	0,257
Κατηγορία Υπέρτασης	10,875	5,406	21,879
Φυσιολογικά (n=203)	4,901	2,725	8,814
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=197)	0,451	0,385	0,528
Κορίτσια (n=384)			
	Odds Ratio	95% confidence interval	
		Lower	Upper
Επίπεδο παχυσαρκίας	3.718	2.149	6.433
Νορμοτασικά (n=305)	1.291	1.160	1.437
Υπερτασικά (n=79)	0.347	0.220	0.549
Κατηγορία Υπέρτασης	3.718	2.149	6.433
Φυσιολογικά (n=196)	2.158	1.478	3.153
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=188)	0.581	0.482	0.699

Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά

Οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις και το εύρος τιμών των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών για το σύνολο του δείγματος παρουσιάζονται στον Πίνακα 7. Τα αποτελέσματα από την ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα, για το σύνολο των αιμοδυναμικών παραμέτρων καταγράφονται στον Πίνακα 4. Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλεπίδραση των τριών παραγόντων Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(1,776)}=4.64$, $p<.05$, $\eta^2=.006$], στην πίεση σφυγμού ηρεμίας [$F_{(1,776)}=8.20$, $p<.01$, $\eta^2=.006$] και στον όγκο παλμού [$F_{(1,776)}=3.87$, $p<.05$, $\eta^2=.005$].

Αναφορικά με τον παράγοντα φύλο (Πίνακας 4), στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση παρατηρήθηκε στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(1,776)}=7.87$, $p<.01$, $\eta^2=.010$], στην πίεση σφυγμού ηρεμίας [$F_{(1,776)}=7.73$, $p<.01$, $\eta^2=.010$], στο διπλό γινόμενο [$F_{(1,776)}=8.74$, $p<.01$, $\eta^2=.011$] και στην καρδιακή παροχή [$F_{(1,776)}=5.16$, $p<.05$, $\eta^2=.007$].

Ο παράγοντας επίπεδο παχυσαρκίας εμφάνισε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση στο σύνολο των αιμοδυναμικών παραμέτρων (Πίνακας 8). Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν καλύτερες τιμές από τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(1,776)}=81.28$, $p<.001$, $\eta^2=.095$], στη διαστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(1,776)}=20.85$, $p<.001$, $\eta^2=.026$], στη μέση αρτηριακή πίεση [$F_{(1,776)}=44.89$, $p<.001$, $\eta^2=.055$], στην πίεση σφυγμού ηρεμίας [$F_{(1,776)}=16.39$, $p<.001$, $\eta^2=.021$], στην καρδιακή συχνότητα [$F_{(1,776)}=16.59$, $p<.001$, $\eta^2=.021$], στο διπλό γινόμενο [$F_{(1,776)}=74.34$, $p<.01$, $\eta^2=.088$], στο δείκτη όγκου παλμού [$F_{(1,776)}=72.30$, $p<.001$, $\eta^2=.085$], στην καρδιακή παροχή [$F_{(1,776)}=5.23$, $p<.05$, $\eta^2=.022$] και στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας [$F_{(1,776)}=29.57$, $p<.001$, $\eta^2=.036$].

Πίνακας 7. Δείκτες κεντρικής τάσης και διασποράς των μορφολογικών και αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών του συνολικού δείγματος (n=784).

<i>Μεταβλητές</i>	X±SD	min	max	Range
Ηλικία (yrs)	11.27±0.57	10.00	12.39	2.39
Σωματική μάζα (kg)	47.75±11.63	25.00	97.00	72.00
Ύψος από όρθια θέση (cm)	149.65±7.44	127.00	180.00	53.00
Δείκτης BMI (kg/m ²)	21.14±4.05	13.14	35.20	22.06
Επιφάνεια σώματος (m ²)	1.39±0.18	0.95	2.04	1.09
Συστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	105.60±13.53	70.00	149.00	79.00
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	64.19±11.38	40.00	96.00	56.00
Μέση Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	77.99±11.29	50.00	111.00	61.00
Πίεση σφυγμού ηρεμίας (mmHg)	41.41±9.46	8.00	80.00	72.00
Καρδιακή συχνότητα (bpm)	89.69±9.03	57.00	122.00	65.00
Διπλό γινόμενο (x 10 ³)	9.75±1.61	5.59	16.84	11.25
Όγκος παλμού (mL/beat)	69.87±8.91	39.65	101.10	61.45
Δείκτης όγκου παλμού (mL/m ² /beat)	51.08±10.27	27.46	81.08	53.62
Καρδιακή παροχή (mL/beat)	6.25±0.96	3.33	9.36	6.03
Περιφερειακή αντίσταση (dynes·sec·cm ⁻⁵)	1033.41±282.47	517.06	2321.06	1804.00
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας (L)	4.56±0.95	1.93	7.62	5.69

όπου X±SD: μέσος όρος±τυπική απόκλιση, (min): μικρότερη τιμή, (max): μεγαλύτερη τιμή, (range): εύρος τιμών

Όσον αφορά τον παράγοντα κατηγορία υπέρτασης (Πίνακας 8) στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση παρατηρήθηκε στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(1,776)}=424.29$, $p<.001$, $\eta^2=.353$], στη διαστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(1,776)}=157.44$, $p<.001$, $\eta^2=.169$], στη μέση αρτηριακή πίεση [$F_{(1,776)}=286.54$, $p<.001$, $\eta^2=.270$], στην πίεση σφυγμού ηρεμίας [$F_{(1,776)}=48.77$, $p<.001$, $\eta^2=.059$], στο διπλό γινόμενο [$F_{(1,776)}=74.34$, $p<.01$, $\eta^2=.088$], στον όγκο παλμού [$F_{(1,776)}=15.64$, $p<.001$, $\eta^2=.020$], στο δείκτη όγκου παλμού [$F_{(1,776)}=30.93$, $p<.001$, $\eta^2=.038$], στην καρδιακή παροχή [$F_{(1,776)}=7.29$, $p<.01$, $\eta^2=.009$], στην περιφερειακή αντίσταση [$F_{(1,776)}=94.90$, $p<.001$, $\eta^2=.109$], και στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας [$F_{(1,776)}=22.30$, $p<.001$, $\eta^2=.028$].

Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά	df	F	p	η^2
Συστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
Φύλο	1	7.87	.005	.010
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	81.28	.001	.095
Κατηγορία Υπέρτασης	1	424.29	.001	.353
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	7.88	.005	.010
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	12.57	.001	.016
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	4.35	.037	.006
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	4.64	.031	.006
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
Φύλο	1	.000	NS	.000
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	20.85	.001	.026
Κατηγορία Υπέρτασης	1	157.44	.001	.169
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	.003	NS	.000
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.228	NS	.000
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	12.57	.001	.016
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.478	NS	.001
Μέση Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
Φύλο	1	.983	NS	.001
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	44.89	.001	.055
Κατηγορία Υπέρτασης	1	286.54	.001	.270
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	1.07	NS	.001
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	2.64	NS	.003
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	12.08	.001	.015
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.056	NS	.000

(συνεχίζεται)

Πίνακας 8. (συνέχεια)

Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά	df	F	p	η^2
Πίεση σφυγμού ηρεμίας (mmHg)				
Φύλο	1	7.73	.006	.010
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	16.39	.001	.021
Κατηγορία Υπέρτασης	1	48.77	.001	.059
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	7.39	.007	.009
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	8.96	.003	.011
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	3.03	NS	.004
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	8.20	.004	.010
Καρδιακή συχνότητα (bpm)				
Φύλο	1	2.67	NS	.003
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	16.59	.001	.021
Κατηγορία Υπέρτασης	1	.649	NS	.001
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	.021	NS	.000
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.103	NS	.000
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	5.19	NS	.007
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.471	NS	.001
Διπλό γινόμενο (x 10³)				
Φύλο	1	8.74	.003	.011
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	74.34	.001	.088
Κατηγορία Υπέρτασης	1	160.36	.001	.171
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	2.56	NS	.003
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	6.13	.013	.008
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.944	NS	.001
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.46	NS	.001
Όγκος παλμού (mL/beat)				
Φύλο	1	2.08	NS	.003
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	.288	NS	.000
Κατηγορία Υπέρτασης	1	15.64	.001	.020
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	1.98	NS	.003
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	1.75	NS	.002
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	10.05	.002	.013
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	3.87	.05	.005
Δείκτης όγκου παλμού (mL/m²/beat)				
Φύλο	1	0.82	NS	.001
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	72.30	.001	.085
Κατηγορία Υπέρτασης	1	30.93	.001	.038
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	.000	NS	.000
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.014	NS	.000
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	8.40	NS	.011
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.440	NS	.001

(συνεχίζεται)

Πίνακας 8. (συνέχεια)

Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά	df	F	p	η^2
Καρδιακή παροχή (mL/beat)				
Φύλο	1	5.16	.023	.007
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	5.23	.022	.007
Κατηγορία Υπέρτασης	1	7.29	.007	.009
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	1.70	NS	.002
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	1.56	NS	.002
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	16.83	.001	.021
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	1.51	NS	.002
Περιφερειακή αντίσταση (dynes·sec·cm⁻⁵)				
Φύλο	1	.458	NS	.001
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	.316	NS	.001
Κατηγορία Υπέρτασης	1	94.90	.000	.109
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	.143	NS	.000
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.000	NS	.000
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	22.03	.001	.028
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.556	NS	.001
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας (L)				
Φύλο	1	.007	NS	.000
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	29.57	.000	.036
Κατηγορία Υπέρτασης	1	22.30	.001	.028
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας	1	.033	NS	.000
Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.001	NS	.000
Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	14.57	.001	.018
Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης	1	.308	NS	.001

όπου NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test) αναφορικά με τον παράγοντα φύλο έδειξε ότι ο μέσος όρος της καρδιακής συχνότητας των αγοριών είναι σημαντικά χαμηλότερος ($t=-2.33$, $df=782$, $p=.020$) συγκριτικά με τα κορίτσια ενώ δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στις υπόλοιπες αιμοδυναμικές παραμέτρους (Πίνακας 9). Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας διέφεραν σημαντικά στο σύνολο των παραμέτρων από τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζοντας καλύτερες τιμές αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών (Πίνακας 10). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρούνται και στον παράγοντα κατηγορία υπέρτασης, με τα νορμοτασικά παιδιά να παρουσιάζουν καλύτερη αιμοδυναμική ανταπόκριση συγκριτικά με τα υπερτασικά παιδιά (Πίνακας 11).

Πίνακας 9. Αποτελέσματα t-test μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.

	Αγόρια (n=400)	Κορίτσια (n=384)	t	p
Συστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	105.44±13.15	105.76±13.94	-.33	NS
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	64.13±11.11	64.25±11.67	-.14	NS
Μέση Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	77.90±11.04	78.08±11.56	-.23	NS
Πίεση σφυγμού ηρεμίας (mmHg)	41.31±8.98	41.51±9.94	-.30	NS
Καρδιακή συχνότητα (bpm)	88.95±8.47	90.46±9.54	-2.33	.05
Διπλό γινόμενο (x 10 ³)	9.40±1.63	9.59±1.80	-1.56	NS
Όγκος παλμού (mL/beat)	69.88±8.57	69.85±9.26	.033	NS
Δείκτης όγκου παλμού (mL/m ² /beat)	51.62±10.37	50.51±10.15	1.52	NS
Καρδιακή παροχή (mL/beat)	6.20±0.89	6.31±1.03	-1.56	NS
Περιφερειακή αντίσταση (dynes·sec·cm ⁻⁵)	1036.34±266.31	1030.36±298.69	.29	NS
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας (L)	4.57±0.93	4.55±0.97	.26	NS

όπου NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Πίνακας 10. Αποτελέσματα t-test μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.

	Φυσιολογικά (n=399)	Υπέρβαρο / Παχύσαρκα (n=385)	t	p
Συστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	98.33±11.51	113.76±11.15	-18.27	.001
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	59.14±10.99	69.41±9.23	-14.17	.001
Μέση Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	72.20±10.45	83.98±8.72	-17.15	.001
Πίεση σφυγμού ηρεμίας (mmHg)	39.18±8.36	43.72±9.97	-6.90	.001
Καρδιακή συχνότητα (bpm)	88.24±8.51	91.18±9.32	-4.61	.001
Διπλό γινόμενο (x 10 ³)	8.68±1.37	10.34±1.64	-15.25	.001
Όγκος παλμού (mL/beat)	71.56±8.81	68.11±8.68	5.50	.001
Δείκτης όγκου παλμού (mL/m ² /beat)	56.56±9.52	45.40±7.61	18.09	.001
Καρδιακή παροχή (mL/beat)	6.30±0.92	6.20±1.00	1.37	NS
Περιφερειακή αντίσταση (dynes·sec·cm ⁻⁵)	950.80±275.64	1119.02±263.64	-8.72	.001
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας (L)	4.98±0.92	4.13±0.78	13.84	.001

όπου NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά

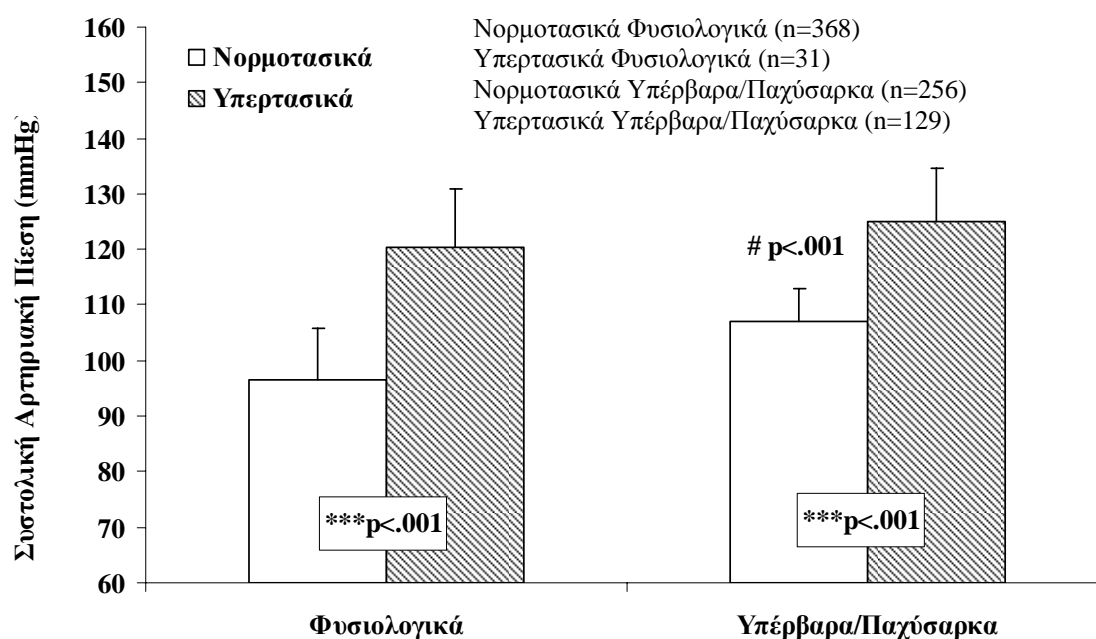
Πίνακας 11. Αποτελέσματα t-test μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά.

	Νορμοτασικά (n=624)	Υπερτασικά (n=160)	t	p
Συστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	100.87±9.71	124.06±10.09	-26.73	.001
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	61.31±9.93	75.39±9.63	-16.08	.001
Μέση Αρτηριακή Πίεση (mmHg)	74.50±9.18	91.61±7.94	-21.58	.001
Πίεση σφυγμού ηρεμίας (mmHg)	39.55±7.61	48.66±12.12	-11.79	.001
Καρδιακή συχνότητα (bpm)	89.10±8.84	91.99±9.41	-3.64	.001
Διπλό γινόμενο (x 10 ³)	9.00±1.34	11.43±1.66	-19.36	.001
Όγκος παλμού (mL/beat)	70.52±8.27	67.32±10.70	4.09	.001
Δείκτης όγκου παλμού (mL/m ² /beat)	52.70±9.98	44.77±8.92	9.15	.001
Καρδιακή παροχή (mL/beat)	6.27±0.90	6.19±1.18	.92	NS
Περιφερειακή αντίσταση (dynes·sec·cm ⁻⁵)	981.20±249.71	1237.02±310.11	-10.97	.001
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας (L)	4.68±0.93	4.10±0.87	6.98	.001

όπου NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Συστολική Αρτηριακή Πίεση

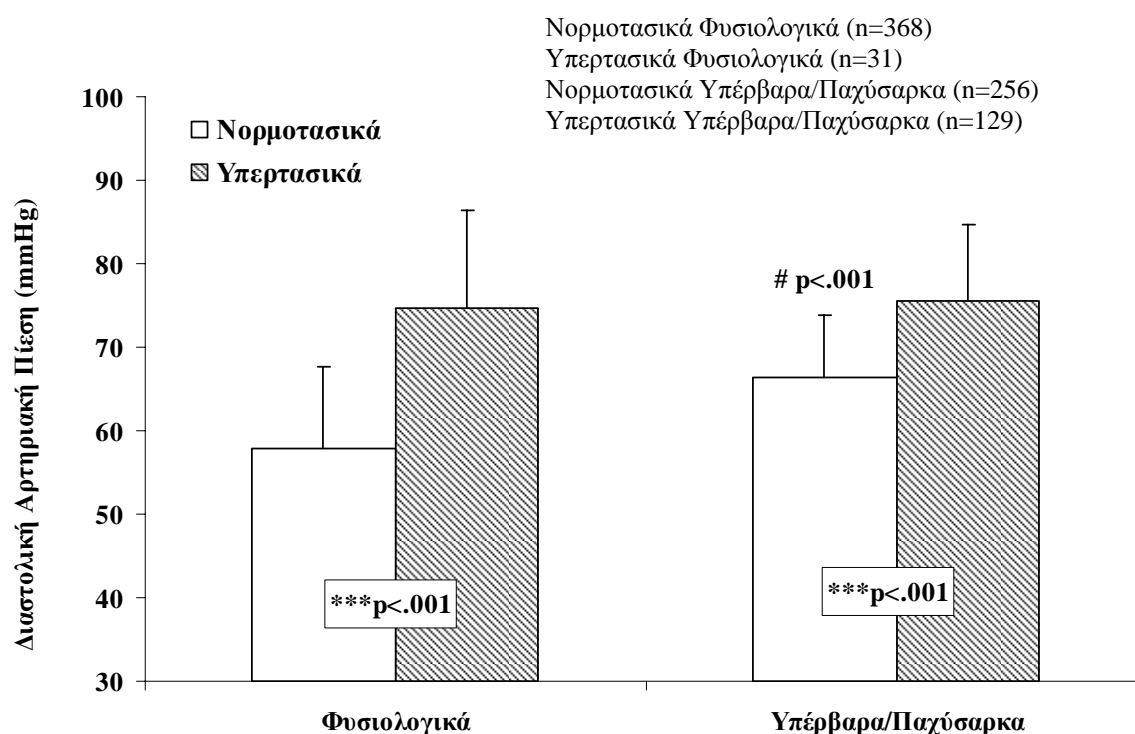
Αναφορικά με τη συστολική αρτηριακή πίεση η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα εμφάνισε στατιστικά σημαντικές κύριες αλληλοεπιδράσεις των παραγόντων Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας [$F_{(1,776)}=7.88$, $p<.01$, $\eta^2=.010$], Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=12.57$, $p<.001$, $\eta^2=.016$] και Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=4.35$, $p<.05$, $\eta^2=.006$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν καλύτερες τιμές στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(1,776)}=81.28$, $p<.001$, $\eta^2=.095$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά (Σχήμα 4), τα οποία σε ποσοστό 9.6% εμφάνισαν προϋπέρταση ενώ ένα ποσοστό 23.9% ταξινομήθηκαν στην κατηγορία των υπερτασικών παιδιών. Ωστόσο, τα νορμοβαρή παιδιά σε ποσοστό 4.4% εμφάνισαν προϋπέρταση ενώ σε ποσοστό 3.3% παρουσίασαν ενδείξεις υπέρτασης με τιμές πιο αυξημένες από τα νορμοτασικά υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά (νορμοβαρή-υπερτασικά: 120.29 ± 1.92 mmHg vs νορμοτασικά υπέρβαρα/παχύσαρκα 107.17 ± 0.35 mmHg).



Σχήμα 4. Αποτελέσματα συστολικής αρτηριακής πίεσης νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p<.05$ και # $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.

Διαστολική Αρτηριακή Πίεση

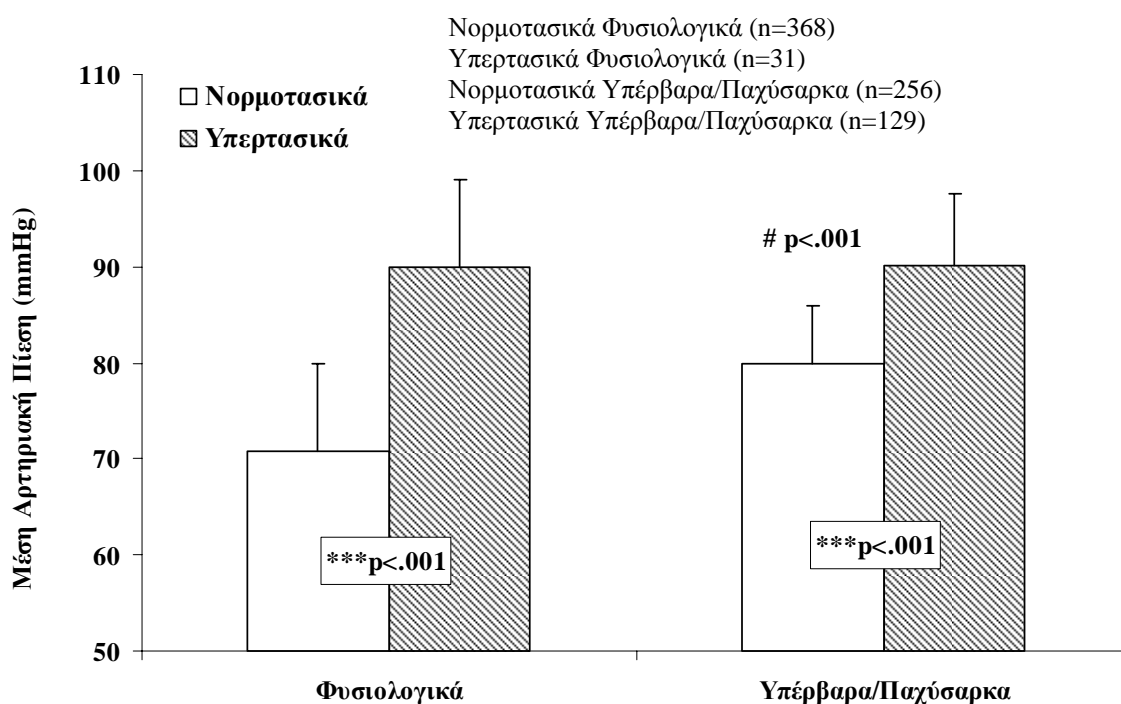
Η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα εμφάνισε για τη διαστολική αρτηριακή πίεση στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=12.57$, $p<.001$, $\eta^2=.016$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν μικρότερες τιμές στη διαστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(1,784)}=22.89$, $p<.001$, $\eta^2=.029$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, ωστόσο, στα υπερτασικά παιδιά δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών (Σχήμα 5).



Σχήμα 5. Αποτελέσματα διαστολικής αρτηριακής πίεσης νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.

Μέση Αρτηριακή Πίεση

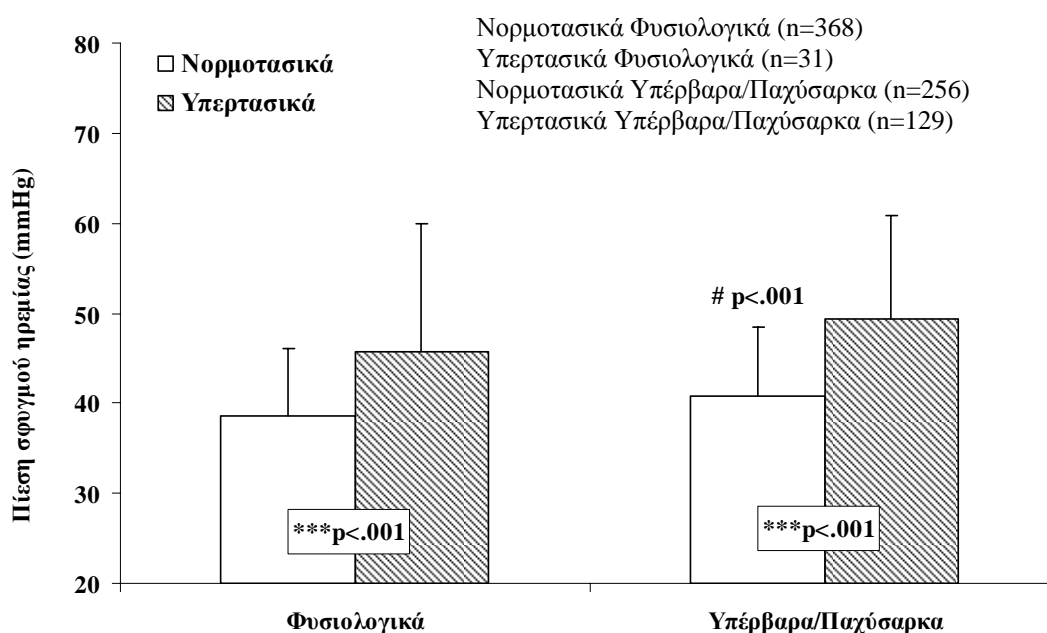
Όσον αφορά τη μέση αρτηριακή πίεση η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα εμφάνισε σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=12.08$, $p<.001$, $\eta^2=.015$]. Τα νορμοβαρή παιδιά εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές στη μέση αρτηριακή πίεση [$F_{(1,780)}=43.98$, $p<.001$, $\eta^2=.053$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, ωστόσο, στα υπερτασικά παιδιά δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών (Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Αποτελέσματα μέσης αρτηριακής πίεσης νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.

Πίεση σφυγμού ηρεμίας

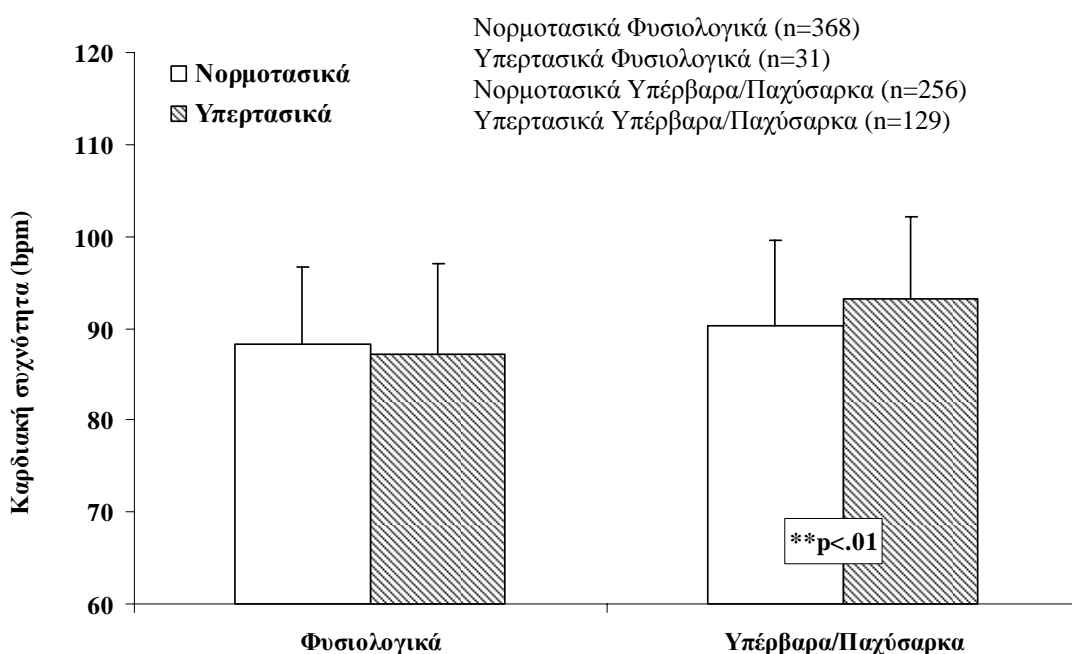
Η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα για την πίεση σφυγμού ηρεμίας εμφάνισε σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας [$F_{(1,776)}=7.39$, $p<.01$, $\eta^2=.009$] και Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=8.96$, $p<.01$, $\eta^2=.011$] με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους να παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές στην πίεση σφυγμού ηρεμίας [$F_{(1,780)}=69.52$, $p<.001$, $\eta^2=.082$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. Ωστόσο, στα υπερτασικά παιδιά δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών (Σχήμα 7).



Σχήμα 7. Αποτελέσματα πίεσης σφυγμού ηρεμίας νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.

Καρδιακή συχνότητα

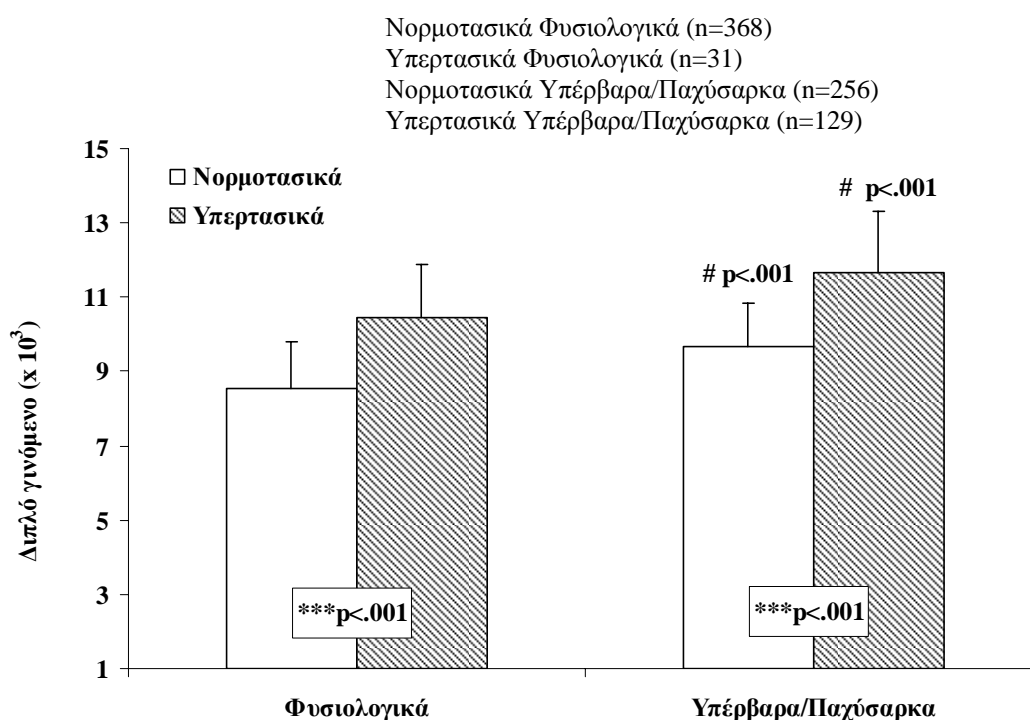
Αναφορικά με την καρδιακή συχνότητα η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα δεν εμφάνισε σημαντικές κύριες αλληλοεπίδραση των παραπάνω παραγόντων ωστόσο στα υπέρβαρα/παχύσαρκα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών (Σχήμα 8).



Σχήμα 8. Αποτελέσματα καρδιακής συχνότητας νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου $**p<.01$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών.

Διπλό γινόμενο

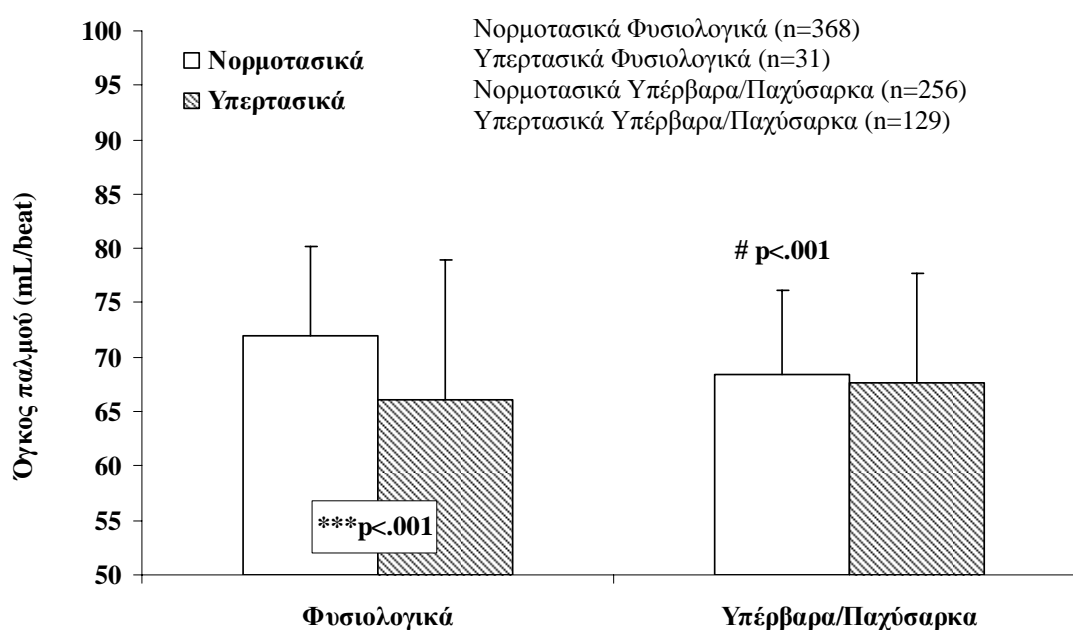
Η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα εμφάνισε για το διπλό γινόμενο στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Φύλο x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=6.13$, $p<.05$, $\eta^2=.008$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στο διπλό γινόμενο [$F_{(1,780)}=67.70$, $p<.001$, $\eta^2=.080$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. Επίσης, τα νορμοτασικά παιδιά παρουσίασαν μικρότερες τιμές τόσο στην κατηγορία των μαθητών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας όσο και των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών (Σχήμα 9).



Σχήμα 9. Αποτελέσματα διπλού γινομένου νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.

Όγκος παλμού

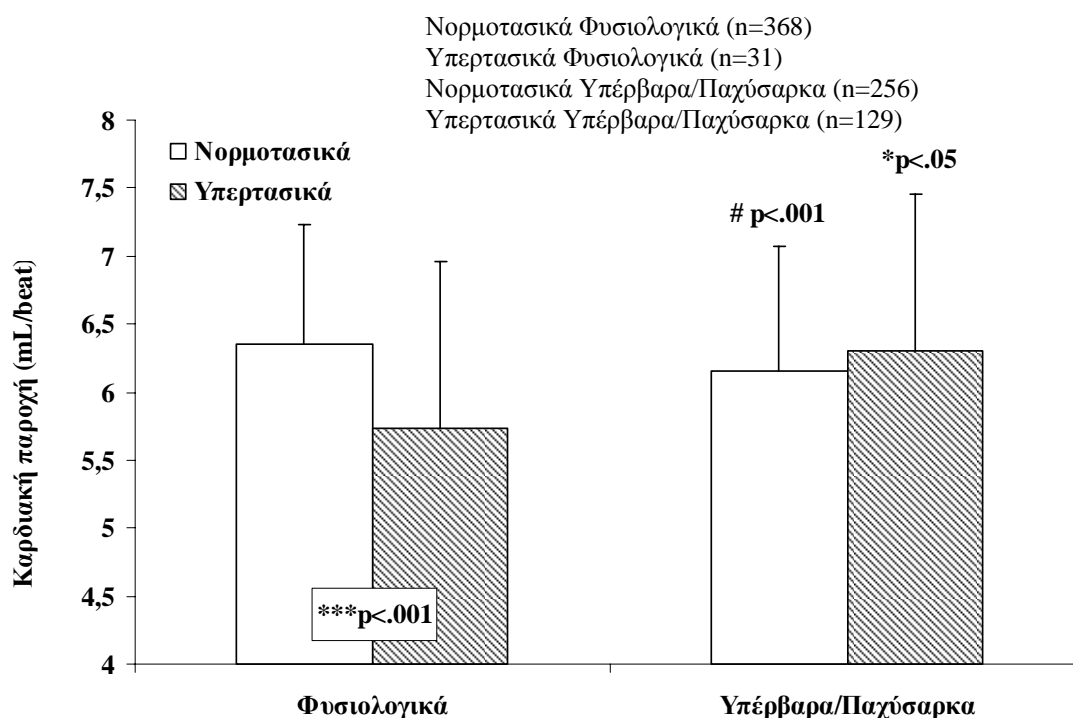
Όσον αφορά τον όγκο παλμού η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα εμφάνισε σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=10.05$, $p<.01$, $\eta^2=.013$]. Τα νορμοτασικά παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές στον όγκο παλμού [$F_{(1,780)}=7.69$, $p<.01$, $\eta^2=.010$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, ωστόσο, στα υπερτασικά παιδιά δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαραν/παχύσαρκων παιδιών (Σχήμα 10).



Σχήμα 10. Αποτελέσματα όγκου παλμού νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαραν/παχύσαρκων παιδιών.

Καρδιακή παροχή

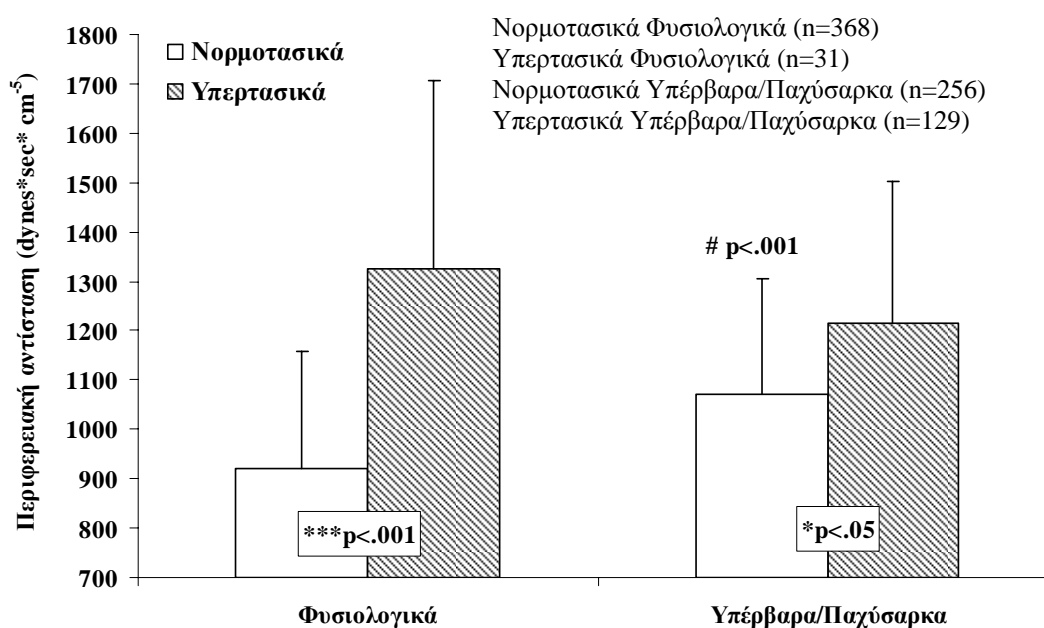
Η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα στην καρδιακή παροχή εμφάνισε σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=16.83$, $p<.01$, $\eta^2=.021$]. Τα νορμοτασικά παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες τιμές στην καρδιακή παροχή [$F_{(1,780)}=13.49$, $p<.001$, $\eta^2=.017$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. Επίσης, στα υπερτασικά παιδιά σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών (Σχήμα 11) με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους να παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές.



Σχήμα 11. Αποτελέσματα καρδιακής παροχής νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.

Περιφερειακή αντίσταση

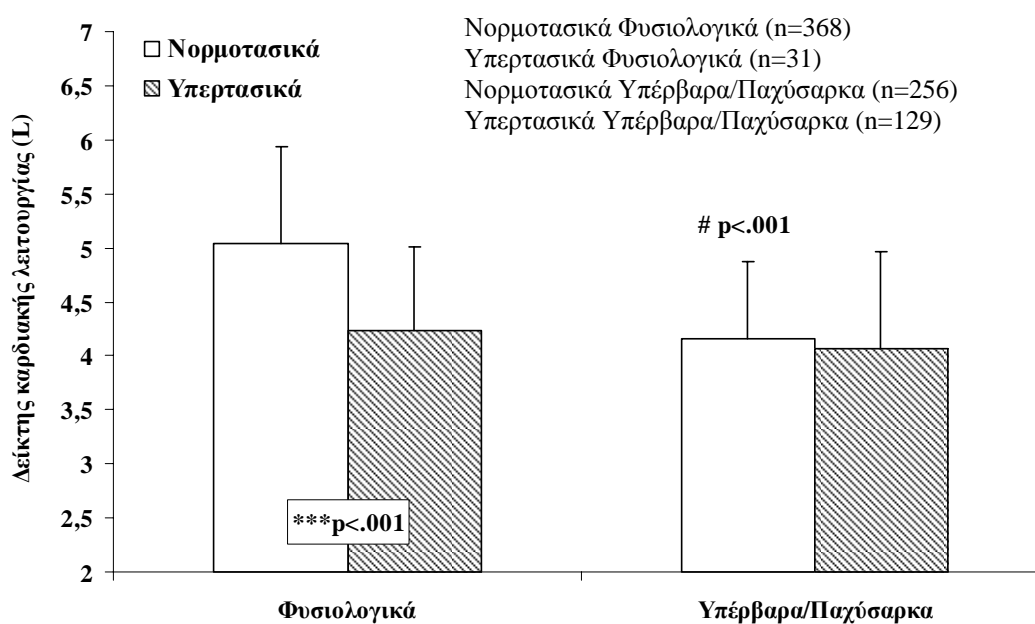
Αναφορικά με την περιφερειακή αντίσταση η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα εμφάνισε σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=22.03$, $p<.001$, $\eta^2=.028$]. Τα νορμοτασικά παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές στην περιφερειακή αντίσταση [$F_{(1,780)}=22.76$, $p<.001$, $\eta^2=.028$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. Ωστόσο, στα υπερτασικά παιδιά δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών (Σχήμα 12) με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους να παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές.



Σχήμα 12. Αποτελέσματα περιφερειακής αντίστασης νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου $**p<.05$, $***p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, $\#p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.

Δείκτης καρδιακής λειτουργίας

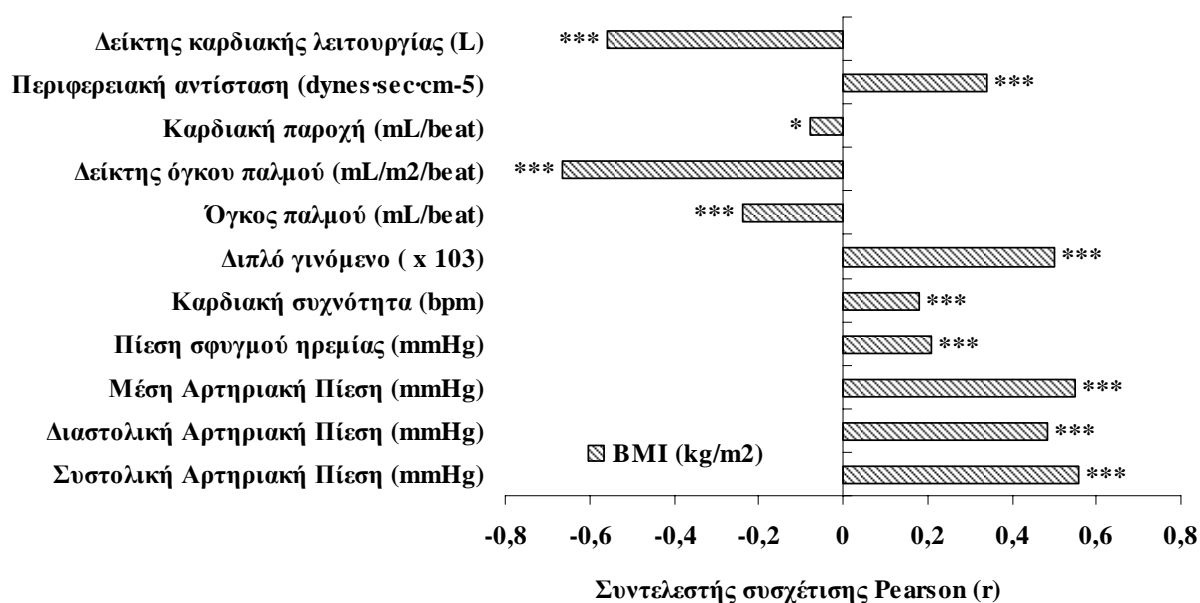
Αναφορικά με το δείκτη καρδιακής λειτουργίας η ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, Φύλο x Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης, 2x2x2) για ανεξάρτητα δείγματα εμφάνισε σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Κατηγορία Υπέρτασης [$F_{(1,776)}=14.57$, $p<.001$, $\eta^2=.018$]. Τα νορμοτασικά παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν στατιστικά σημαντικά καλύτερες τιμές στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας [$F_{(1,780)}=32.62$, $p<.01$, $\eta^2=.040$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, ωστόσο, στα υπερτασικά παιδιά δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών (Σχήμα 13).



Σχήμα 13. Αποτελέσματα του δείκτη καρδιακής λειτουργίας νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών αναφορικά με το επίπεδο παχυσαρκίας, όπου *** $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπερτασικών παιδιών, # $p<.001$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.

Συσχετίσεις του Δείκτη Μάζας Σώματος με τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά

Οι συσχετίσεις του δείκτη BMI με τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται στο Σχήμα 14. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις του δείκτη BMI με τη συστολική αρτηριακή πίεση ($r=.556$, $p<.001$), τη διαστολική αρτηριακή πίεση ($r=.486$, $p<.001$), τη μέση αρτηριακή πίεση ($r=.549$, $p<.001$), την πίεση σφυγμού ηρεμίας ($r=.211$, $p<.001$), την καρδιακή συχνότητα ($r=.182$, $p<.001$), το διπλό γινόμενο ($r=.500$, $p<.001$) και την περιφερειακή αντίσταση ($r=.339$, $p<.001$). Στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν με τον όγκο παλμού ($r=-.239$, $p<.001$), το δείκτη όγκου παλμού ($r=-.663$, $p<.001$), την καρδιακή παροχή ($r=-.077$, $p<.05$) και το δείκτη καρδιακής λειτουργίας ($r=-.557$, $p<.001$).



Σχήμα 14. Συσχετίσεις του δείκτη BMI με τα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά στο σύνολο του δείγματος ($n=784$).

2^η Φάση: Μελέτη των άμεσων προσαρμογών της αερόβιας άσκησης

Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και σύσταση σώματος

Οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις και το εύρος τιμών των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και της σύστασης σώματος για κάθε ομάδα χωριστά παρουσιάζονται στον Πίνακα 12.

Πίνακας 12. Δείκτες κεντρικής τάσης και διασποράς των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και της σύστασης σώματος για κάθε ομάδα χωριστά.

Μεταβλητές	X±SD	min	max	Range
Ηλικία (yrs)				
Φυσιολογικά (n=21)	11.06±0.42	10.37	12.08	1.71
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	11.29±0.61	10.22	12.13	1.91
Σωματική μάζα (kg)				
Φυσιολογικά (n=21)	40.61±6.78	31.5	54.3	22.8
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	55.23±7.88	39.4	69.5	30.1
Ύψος από όρθια θέση (cm)				
Φυσιολογικά (n=21)	147.80±7.20	133.0	162.0	29.00
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	150.30±6.12	138.0	164.0	26.00
Δείκτης BMI (kg/m²)				
Φυσιολογικά (n=21)	18.46±1.63	15.64	20.96	5.32
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	24.35±2.39	20.10	30.08	9.98
Επιφάνεια σώματος (m²)				
Φυσιολογικά (n=21)	1.29±0.13	1.08	1.57	0.49
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	1.49±0.12	1.23	1.73	0.50
Σωματικό λίπος (%)				
Φυσιολογικά (n=21)	27.21±8.84	13.20	40.91	27.71
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	30.97±8.54	18.64	46.31	27.67
Μάζα λίπους (kg)				
Φυσιολογικά (n=21)	11.20±4.62	4.57	21.52	16.95
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	17.16±5.33	8.21	28.03	19.82
Άλιπη σωματική μάζα (kg)				
Φυσιολογικά (n=21)	29.17±4.92	21.78	41.62	19.84
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	38.06±6.88	24.86	50.75	25.89

(συνεχίζεται)

Πίνακας 12. (συνέχεια)

Μεταβλητές	X±SD	min	max	Range
Άθροισμα 7 δερματοπτυχών (mm)*				
Φυσιολογικά (n=21)	87.19±21.34	54.0	120.8	66.80
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	125.36±18.76	91.80	173.60	81.80
Λόγος δερματοπτυχών κορμού/άκρα**				
Φυσιολογικά (n=21)	0.62±.16	.46	1.03	.57
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	0.82±.11	.61	1.04	.43
Εκτίμηση σπλαχνικού λίπους (cm2)				
Φυσιολογικά (n=21)	44.39±6.73	34.03	53.38	19.35
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	66.87±10.00	50.35	91.28	40.93
Διάμετρος κοιλιάς (cm)				
Φυσιολογικά (n=21)	15.80±0.83	13.40	17.40	4.00
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	20.82±2.27	16.40	26.60	10.20
Περιφέρεια μέσης (cm)				
Φυσιολογικά (n=21)	62.40±3.30	55.80	68.60	12.80
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	75.46±4.75	65.60	89.20	23.60
Περιφέρεια κοιλιάς (cm)				
Φυσιολογικά (n=21)	66.78±4.27	59.60	75.20	15.60
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	85.51±5.91	74.40	99.30	24.90
Περιφέρεια ισχίου (cm)				
Φυσιολογικά (n=21)	73.04±6.63	63.80	92.20	28.40
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	86.84±6.23	76.20	96.60	20.40
Λόγος μέσης/ισχίου				
Φυσιολογικά (n=21)	.85±.01	.72	.94	.22
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)	.87±.04	.77	.95	.18

όπου X±SD: μέσος όρος±τυπική απόκλιση, (min): μικρότερη τιμή, (max): μεγαλύτερη τιμή, (range): εύρος τιμών

* Άθροισμα 7 δερματοπτυχών: τρικέφαλου βραχιόνιου, δικέφαλου βραχιόνιου, υποπλάτιου, λαγόνιου, κοιλιακού, μηρού και γαστροκνημίου

**Άθροισμα των δερματικών πτυχών των κεντρικών σημείων προς των περιφερειακών σημείων=(υποπλάτιου+λαγόνιου+κοιλιάς)/(δικεφάλου+τρικεφάλου+μηρού+γαστροκνημίου)

Ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test) έδειξε ότι τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας διέφεραν σημαντικά στο σύνολο σχεδόν των μεταβλητών από τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζοντας χαμηλότερες τιμές στους δείκτες παχυσαρκίας (Πίνακας 13) εκτός από το ποσοστό σωματικού λίπους ($t=-1.53$, $df=52$, $p=.131$) και το λόγο μέσης/ισχίου ($t=-.815$, $df=52$, $p=.419$)

Πίνακας 13. Αποτελέσματα t-test μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και στη σύσταση σώματος.

Μεταβλητές	Φυσιολογικά (n=21)	Υπέρβαρα /Παχύσαρκα (n=33)	t	p
Σωματική μάζα (kg)	40.61±6.78	55.23±7.88	-7.00	.001
Ύψος από όρθια θέση (cm)	147.80±7.20	150.30±6.12	-1.36	NS
Δείκτης BMI (kg/m ²)	18.46±1.63	24.35±2.39	-9.88	.001
Επιφάνεια σώματος (m ²)	1.29±0.13	1.49±0.12	-5.45	.001
Σωματικό λίπος (%)	27.21±8.84	30.97±8.54	-1.14	NS
Μάζα λίπους (kg)	11.20±4.62	17.16±5.33	-4.14	.001
Άλιπη σωματική μάζα (kg)	29.17±1.10	38.06±6.88	-5.03	.001
Άθροισμα 7 δερματοπτυχών (mm)*	87.19±21.34	125.36±18.76	-6.81	.001
Λόγος δερματοπτυχών κορμού/άκρα**	0.62±.16	0.82±.11	-5.02	.001
Εκτίμηση σπλαχνικού λίπους (cm ²)	44.39±6.71	66.87±10.00	-8.89	.001
Διάμετρος κοιλιάς (cm)	15.80±0.83	20.82±2.27	-9.68	.001
Περιφέρεια μέσης (cm)	62.40±3.30	75.46±4.75	-10.99	.001
Περιφέρεια κοιλιάς (cm)	66.78±4.27	85.51±5.91	-11.22	.001
Περιφέρεια ισχίου (cm)	73.04±6.63	86.84±6.23	-7.73	.001
Λόγος μέσης/ισχίου	.85±.01	.87±.04	-.81	NS

όπου * Άθροισμα 7 δερματοπτυχών: τρικέφαλου βραχιόνιου, δικέφαλου βραχιόνιου, υποπλάτιου, λαγόνιου, κοιλιακού, μηρού και γαστροκνημίου

**Άθροισμα των δερματικών πτυχών των κεντρικών σημείων προς των περιφερειακών σημείων=(υποπλάτιου+λαγόνιου+κοιλιάς)/(δικεφάλου+τρικεφάλου+μηρού+γαστροκνημίου)

Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά

Οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις και το εύρος τιμών των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών για κάθε ομάδα χωριστά παρουσιάζονται στον Πίνακα 14. Τα αποτελέσματα από την ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2 x 5), για το σύνολο των αιμοδυναμικών παραμέτρων παρουσιάζονται στον Πίνακα 15. Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης μόνο στη μέση αρτηριακή πίεση [$F_{(4,208)}=2.56$, $p<.05$, $\eta^2=.04$]. Αναφορικά με τον παράγοντα επίπεδο παχυσαρκίας, στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση παρατηρήθηκε στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(1,52)}=9.24$, $p<.01$, $\eta^2=.15$], στη μέση αρτηριακή πίεση [$F_{(1,52)}=7.17$, $p<.05$, $\eta^2=.12$], στην πίεση σφυγμού ηρεμίας [$F_{(1,52)}=5.78$, $p<.01$, $\eta^2=.10$], στην καρδιακή συχνότητα [$F_{(1,52)}=6.18$, $p<.05$, $\eta^2=.10$], στο διπλό γινόμενο [$F_{(1,52)}=15.83$, $p<.001$, $\eta^2=.23$] και στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας [$F_{(1,52)}=7.03$, $p<.05$, $\eta^2=.11$].

Ο παράγοντας συνθήκη μέτρησης εμφάνισε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση στο σύνολο των αιμοδυναμικών παραμέτρων. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν καλύτερες τιμές από τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(4,208)}=211.14$, $p<.001$, $\eta^2=.80$], στη διαστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(4,208)}=22.38$, $p<.001$, $\eta^2=.30$], στη μέση αρτηριακή πίεση [$F_{(4,208)}=94.13$, $p<.001$, $\eta^2=.64$], στην πίεση σφυγμού ηρεμίας [$F_{(4,208)}=85.55$, $p<.001$, $\eta^2=.62$], στην καρδιακή συχνότητα [$F_{(4,208)}=556.17$, $p<.001$, $\eta^2=.91$], στο διπλό γινόμενο [$F_{(4,208)}=482.74$, $p<.01$, $\eta^2=.90$], στο δείκτη όγκου παλμού [$F_{(4,208)}=20.19$, $p<.001$, $\eta^2=.28$], στην καρδιακή παροχή [$F_{(4,208)}=269.56$, $p<.001$, $\eta^2=.83$], στην περιφερειακή αντίσταση [$F_{(4,208)}=74.46$, $p<.001$, $\eta^2=.58$] και στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας [$F_{(4,208)}=259.30$, $p<.001$, $\eta^2=.83$].

Πίνακας 14. Δείκτες κεντρικής τάσης και διασποράς των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών για κάθε ομάδα χωριστά.

<i>Μεταβλητές</i>	X±SD	min	max	Range
Συστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	106.95±8.87	90.00	119.00	33
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	110.21±13.00	86.00	141.00	55
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	77.42±11.09	53.00	96.00	43
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	78.93±7.10	65.00	96.00	31
Μέση Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	87.52±9.15	66.00	103.67	37.67
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	89.36±8.08	73.33	111.00	37.67
Κνημοβραχιόνιος δείκτης δεξί άκρο				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	1.08±.05	1.00	1.23	.23
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	1.11±.06	.99	1.27	.28
Πίεση σφυγμού ηρεμίας (mmHg)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	30.28±11.06	9.00	47.00	38
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	31.27±10.53	17.00	53.00	36
Καρδιακή συχνότητα (bpm)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	89.57±6.11	80.00	102.00	22
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	90.82±8.14	75.00	107.00	32
Διπλό γινόμενο (x 10³)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	9.65±1.11	7.73	11.56	3.83
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	10.02±1.62	6.88	13.91	7.03
Όγκος παλμού (mL/beat)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	56.54±11.14	39.65	75.49	35.84
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	55.97±6.90	43.90	70.18	26.28
Καρδιακή παροχή (mL/beat)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	5.04±1.02	3.33	6.77	3.44
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	5.06±.60	3.84	6.19	3.35
Περιφερειακή αντίσταση (dynes·sec·cm⁻⁵)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	1465.01±425.05	832.40	2321.06	1488.66
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	1430.36±210.10	1153.64	1917.91	764.27
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας (L)				
<i>Φυσιολογικά (n=21)</i>	3.95±.95	2.52	5.37	2.85
<i>Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=33)</i>	3.41±.55	2.33	4.42	2.09

όπου X±SD: μέσος όρος±τυπική απόκλιση, (min): μικρότερη τιμή, (max): μεγαλύτερη τιμή, (range): εύρος τιμών

Πίνακας 15. Αποτελέσματα από την ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures) (Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης) στο σύνολο των αιμοδυναμικών παραμέτρων.

Αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά	df	F	p	η^2
Συστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	9.24	.01	.15
Συνθήκη μέτρησης	4	211.14	.001	.80
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	.72	NS	.01
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	2.48	NS	.04
Συνθήκη μέτρησης	4	22.38	.001	.30
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	2.05	NS	.03
Μέση Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	7.17	.05	.12
Συνθήκη μέτρησης	4	94.13	.001	.64
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	2.56	.05	.04
Πίεση σφυγμού ηρεμίας (mmHg)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	5.78	.05	.10
Συνθήκη μέτρησης	4	85.55	.001	.62
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	1.39	NS	.02
Καρδιακή συχνότητα (bpm)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	6.18	.05	.10
Συνθήκη μέτρησης	4	556.17	.001	.91
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	.84	NS	.01
Διπλό γινόμενο (x 10³)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	15.83	.001	.23
Συνθήκη μέτρησης	4	482.74	.001	.90
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	1.56	NS	.02
Όγκος παλμού (mL/beat)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	.03	NS	.00
Συνθήκη μέτρησης	4	20.19	.001	.28
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	1.75	NS	.03
Καρδιακή παροχή (mL/beat)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	2.46	NS	.04
Συνθήκη μέτρησης	4	269.56	.001	.83
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	1.77	NS	.03
Περιφερειακή αντίσταση (dynes·sec·cm⁻⁵)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	.40	NS	.00
Συνθήκη μέτρησης	4	74.46	.001	.58
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	1.66	NS	.03
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας (L)				
Επίπεδο παχυσαρκίας	1	7.03	.05	.11
Συνθήκη μέτρησης	4	259.30	.000	.83
Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης	4	2.29	NS	.04

όπου NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test) αναφορικά με τον παράγοντα επίπεδο παχυσαρκίας έδειξε ότι τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας διέφεραν σημαντικά στη συστολική αρτηριακή πίεση στα 4 km ($t=-2.74$, $df=52$, $p<.01$), στα 5.6 km ($t=-2.31$, $df=52$, $p<.05$), στα 8 km ($t=-2.22$, $df=52$, $p<.05$) και στο 3^ο min αποκατάστασης ($t=-2.97$, $df=52$, $p<.01$) παρουσιάζοντας καλύτερες τιμές αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών από τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά (Πίνακας 16).

Παρόμοια αποτελέσματα σημειώθηκαν και στο διπλό γινόμενο και οι τιμές αντίστοιχα διαμορφώθηκαν στα 4 km ($t=-3.58$, $df=52$, $p<.001$), στα 5.6 km ($t=-2.42$, $df=52$, $p<.05$), στα 8 km ($t=-2.87$, $df=52$, $p<.01$) και στο 3^ο min αποκατάστασης ($t=2.67$, $df=52$, $p<.01$). Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζα έναντι των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών παρατηρήθηκαν στη διαστολική αρτηριακή πίεση στα 8 km ($t=-2.26$, $df=52$, $p<.05$) και στο 3^ο min αποκατάστασης ($t=-2.17$, $df=52$, $p<.01$) ενώ η μέση αρτηριακή πίεση διαφοροποιήθηκε στα 4 km ($t=-3.38$, $df=52$, $p<.01$), στα 8 km ($t=-2.67$, $df=52$, $p<.05$) και στο 3^ο min αποκατάστασης ($t=-2.68$, $df=52$, $p<.01$).

Αναφορικά με την καρδιακή συχνότητα τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας από 166.38 ± 15.18 bpm στα 8 km παρουσίασαν σημαντική μείωση σε 115.76 bpm συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά που οι τιμές τους κυμάνθηκαν 171.30 ± 9.44 bpm (8 km) και 122.87 ± 13.14 bpm αντίστοιχα. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι τιμές της περιφερειακής αντίστασης, όπου παρά το γεγονός ότι δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ομάδων στις διάφορες χρονικές στιγμές παρατηρώντας τους μέσους όρους διαφαίνεται η ευεργετική επίδραση της άσκησης στα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά ενώ στην αποκατάσταση οι τιμές αντιστρέφονται υπέρ των παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας.

Αναφορικά με το δείκτη καρδιακής λειτουργίας, οι τιμές των παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας διέφεραν σημαντικά στην ηρεμία ($t=2.31$, $df=52$, $p<.05$), στα 8 km ($t=2.97$, $df=52$, $p<.01$) και στο 3^ο min αποκατάστασης ($t=2.66$, $df=52$, $p<.01$) παρουσιάζοντας καλύτερη ανταπόκριση από τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά.

Πίνακας 16. Αποτελέσματα t-test μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά στις διάφορες συνθήκες μέτρησης.

	Φυσιολογικά (n=21)	Υπέρβαρα / Παχύσαρκα (n=33)	t	p
Συστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
<i>Ηρεμία</i>	107.71±9.33	110.21±13.00	-0.763	NS
<i>4 Km</i>	106.66±9.33	113.90±9.79	-2.74	.01
<i>5.6 Km</i>	132.23±9.90	139.09±11.05	-2.31	.05
<i>8 Km</i>	144.95±10.29	151.90±11.76	-2.22	.05
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	122.52±7.69	128.66±7.21	-2.97	.01
Διαστολική Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
<i>Ηρεμία</i>	77.42±11.09	78.93±7.10	-.611	NS
<i>4 Km</i>	76.80±10.67	80.63±6.35	-1.65	NS
<i>5.6 Km</i>	85.19±9.86	84.24±6.81	.418	NS
<i>8 Km</i>	84.80±8.60	89.15±5.52	-2.26	.05
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	78.57±7.97	83.00±6.85	-2.17	.05
Μέση Αρτηριακή Πίεση (mmHg)				
<i>Ηρεμία</i>	87.52±9.15	89.36±8.08	-.774	NS
<i>4 Km</i>	91.65±8.90	98.82±4.90	-3.38	.01
<i>5.6 Km</i>	100.87±8.37	102.52±7.56	-.751	NS
<i>8 Km</i>	104.85±8.33	110.07±6.00	-2.67	.05
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	93.22±7.26	98.22±5.63	-2.68	.05
Πίεση σφυγμού ηρεμίας (mmHg)				
<i>Ηρεμία</i>	30.28±11.06	31.27±8.10	-.329	NS
<i>4 Km</i>	37.95±12.01	43.84±8.19	-2.14	.05
<i>5.6 Km</i>	47.04±11.09	54.84±8.07	-2.98	.01
<i>8 Km</i>	60.14±8.29	62.75±11.70	-.89	NS
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	43.95±6.49	45.66±8.73	-.773	NS
Καρδιακή συχνότητα (bpm)				
<i>Ηρεμία</i>	80.57±6.11	90.82±8.14	-.601	NS
<i>4 Km</i>	89.14±5.91	91.57±7.98	-1.20	NS
<i>5.6 Km</i>	135.85±11.88	142.69±16.40	-1.65	NS
<i>8 Km</i>	166.38±15.18	171.30±9.44	-1.47	NS
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	115.76±11.37	122.87±13.14	-2.04	.05

(συνεχίζεται)

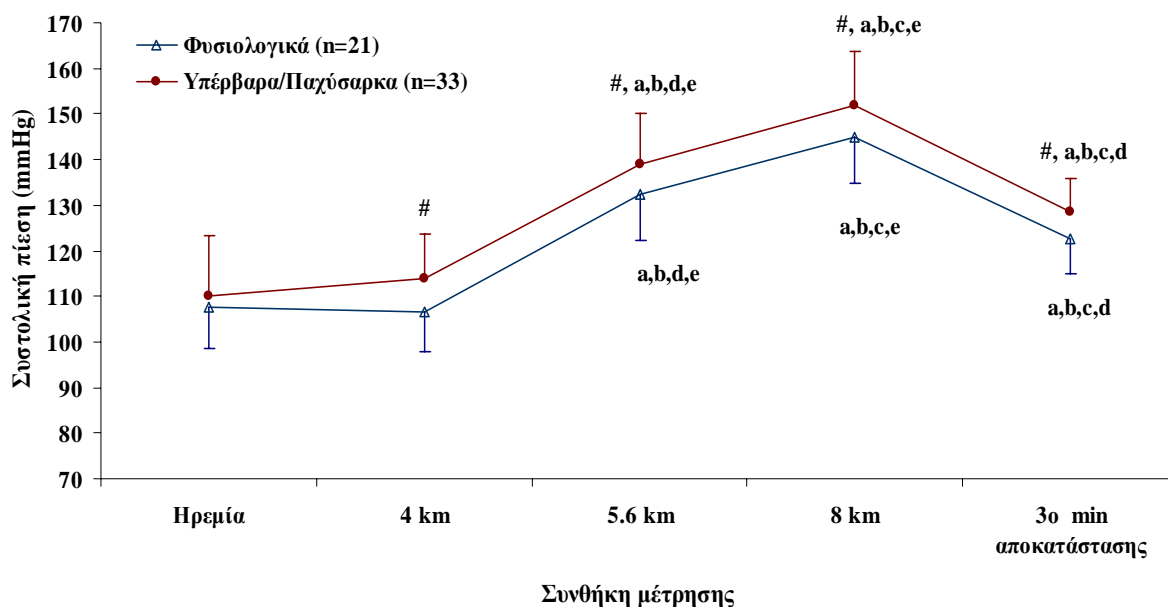
Πίνακας 16. (συνέχεια)

	Φυσιολογικά (n=21)	Υπέρβαρα / Παχύσαρκα (n=33)	t	p
Διπλό γινόμενο (x 10 ³)				
<i>Ηρεμία</i>	9.65±1.11	10.02±1.62	-.929	NS
<i>4 Km</i>	13.58±2.05	15.43±1.72	-3.58	.001
<i>5.6 Km</i>	18.01±2.47	19.86±2.88	-2.42	.05
<i>8 Km</i>	24.10±2.66	25.98±2.11	-2.87	.01
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	14.23±2.05	15.85±2.17	2.67	.01
Όγκος παλμού (mL/beat)				
<i>Ηρεμία</i>	56.43±11.14	55.97±6.90	.173	NS
<i>4 Km</i>	59.68±11.68	59.75±5.75	-.026	NS
<i>5.6 Km</i>	61.06±10.18	65.67±5.55	-2.15	.05
<i>8 Km</i>	68.35±7.45	67.15±7.73	.565	NS
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	63.16±6.90	61.42±7.77	.836	NS
Καρδιακή παροχή (mL/beat)				
<i>Ηρεμία</i>	5.04±1.02	5.06±.60	-.054	NS
<i>4 Km</i>	6.92±1.64	7.20±.94	-.783	NS
<i>5.6 Km</i>	8.35±1.76	9.34±1.16	-2.50	.05
<i>8 Km</i>	11.33±1.32	11.48±1.34	-.405	NS
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	7.28±.89	7.54±1.18	-.844	NS
Περιφερειακή αντίσταση (dynes·sec·cm ⁻⁵)				
<i>Ηρεμία</i>	1465.01±425.05	1430.36±210.10	.399	NS
<i>4 Km</i>	1128.22±332.22	1117.80±172.97	-.151	NS
<i>5.6 Km</i>	1041.46±416.44	890.88±127.90	1.94	NS
<i>8 Km</i>	751.56±116.86	777.59±109.28	-.831	NS
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	1037.89±150.47	1073.40±228.36	-.630	NS
Δείκτης καρδιακής λειτουργίας (L)				
<i>Ηρεμία</i>	3.95±.95	3.41±.55	2.31	.05
<i>4 Km</i>	5.39±1.38	4.86±.79	1.79	NS
<i>5.6 Km</i>	6.48±1.46	6.30±.98	.537	NS
<i>8 Km</i>	8.83±1.39	7.75±1.23	2.97	.01
<i>3^ο min Αποκατάστασης</i>	5.64±.63	5.07±.85	2.66	.01

όπου NS: μη στατιστικά σημαντική διαφορά

Συστολική Αρτηριακή Πίεση

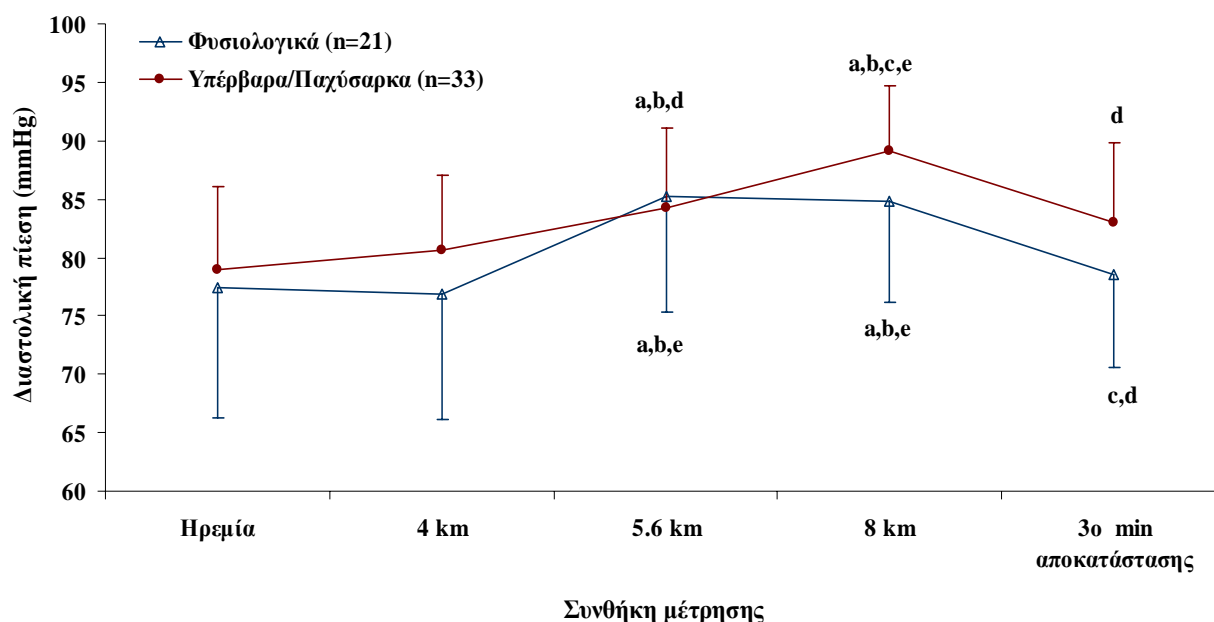
Αναφορικά με τη συστολική αρτηριακή πίεση η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2 x 5) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=.72$, $p=.579$, $\eta^2=.014$]. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα Επίπεδο παχυσαρκίας [$F_{(1,52)}=9.24$, $p<.01$, $\eta^2=.151$] και Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=211.14$, $p<.001$, $\eta^2=.802$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στη συστολική αρτηριακή πίεση σε όλες τις συνθήκες άσκησης συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, παρά το γεγονός ότι στη συνθήκη ηρεμίας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($t=-.763$, $df=52$, $p=.449$). Επίσης, οι τιμές στα 5.6 km και στα 8 km διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας, στα 4 km και από το 3^ο min αποκατάστασης και στις δύο ομάδες (Σχήμα 15).



Σχήμα 15. Αποτελέσματα συστολικής αρτηριακής πίεσης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Διαστολική Αρτηριακή Πίεση

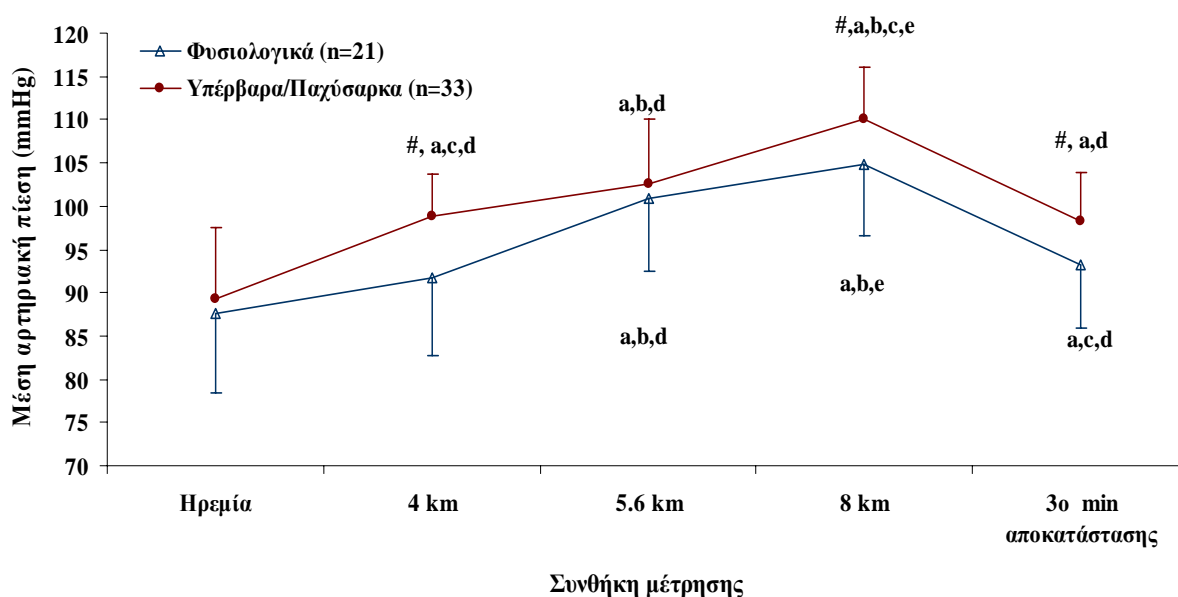
Η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2x5) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=2.05$, $p=.088$, $\eta^2=.038$]. Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των συνθηκών μέτρησης όπου οι τιμές στα 5.6 km και στα 8 km διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας, στα 4 km και στο 3^ο min αποκατάστασης και στις δύο ομάδες (Σχήμα 16).



Σχήμα 16. Αποτελέσματα διαστολικής αρτηριακής πίεσης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Μέση Αρτηριακή Πίεση

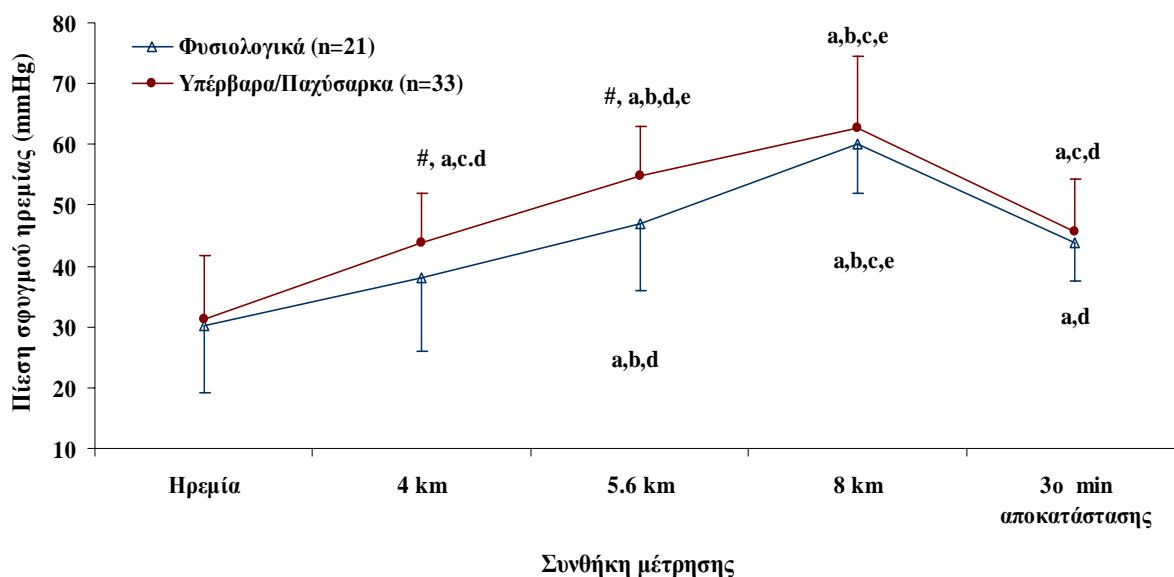
Όσον αφορά τη μέση αρτηριακή πίεση η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2x5) παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=2.56$, $p=.039$, $\eta^2=.047$]. Επίσης, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα Επίπεδο παχυσαρκίας [$F_{(1,52)}=7.17$, $p<.05$, $\eta^2=.121$] και Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=94.13$, $p<.001$, $\eta^2=.644$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στη μέση αρτηριακή πίεση σε όλες τις συνθήκες άσκησης συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, εκτός από τη συνθήκη ηρεμίας όπου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($t=-.774$, $df=52$, $p=.442$). Επίσης, οι τιμές στα 4 km, στα 5.6 km και στα 8 km διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας και από το 3^ο min αποκατάστασης και στις δύο ομάδες (Σχήμα 17).



Σχήμα 17. Αποτελέσματα της μέσης αρτηριακής πίεσης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Πίεση σφυγμού ηρεμίας

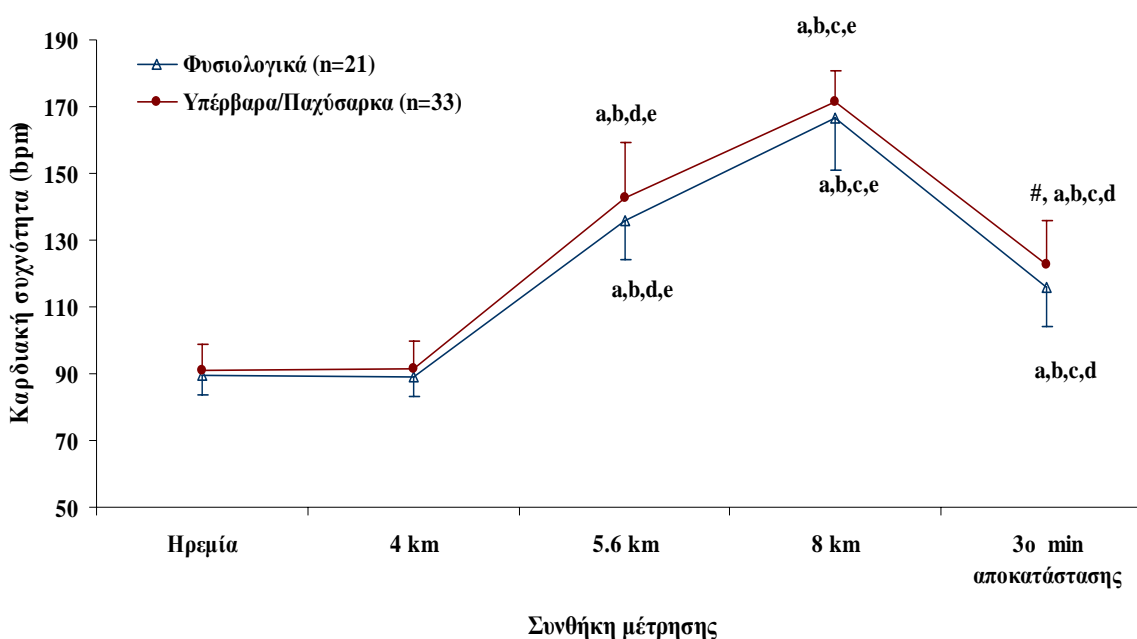
Η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2x5) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=1.39$, $p=.237$, $\eta^2=.026$]. Τα παιδιά φυσιολογικού βάρους παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές στην πίεση σφυγμού ηρεμίας [$F_{(1,52)}=5.78$, $p=.20$, $\eta^2=.100$] συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά στα 4 km και στα 5.6 km ενώ στη συνθήκη των 8 km και οι δύο ομάδες διαφοροποιήθηκαν από τις υπόλοιπες συνθήκες μέτρησης (Σχήμα 18).



Σχήμα 18. Αποτελέσματα της πίεσης σφυγμού ηρεμίας υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Καρδιακή συχνότητα

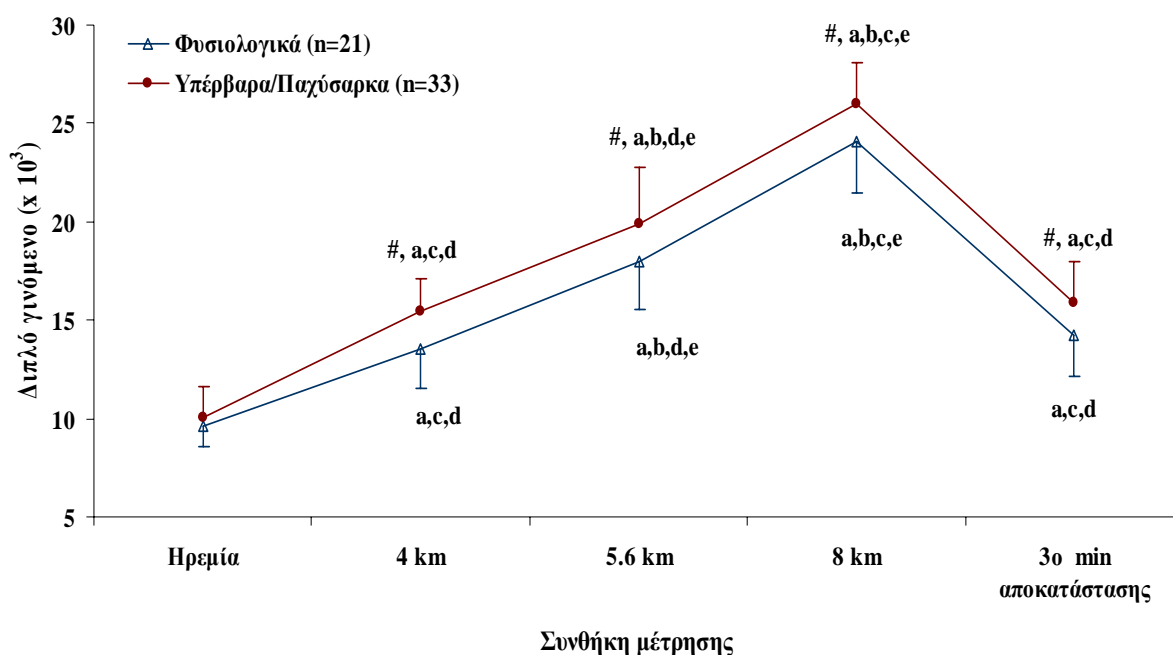
Αναφορικά με την καρδιακή συχνότητα η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2x5) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=.843$, $p=.499$, $\eta^2=.016$]. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα Επίπεδο παχυσαρκίας [$F_{(1,52)}=6.18$, $p<.05$, $\eta^2=.106$] και Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=556.17$, $p<.001$, $\eta^2=.914$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στην καρδιακή συχνότητα σε όλες τις συνθήκες άσκησης συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, παρά το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές εκτός από 3^ο min αποκατάστασης ($t=-2.041$, $df=52$, $p=.046$). Επίσης, οι τιμές στα 5.6 km και στα 8 km διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας, στα 4 km και από το 3^ο min αποκατάστασης και στις δύο ομάδες (Σχήμα 19).



Σχήμα 19. Αποτελέσματα της καρδιακής συχνότητας υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Διπλό γινόμενο

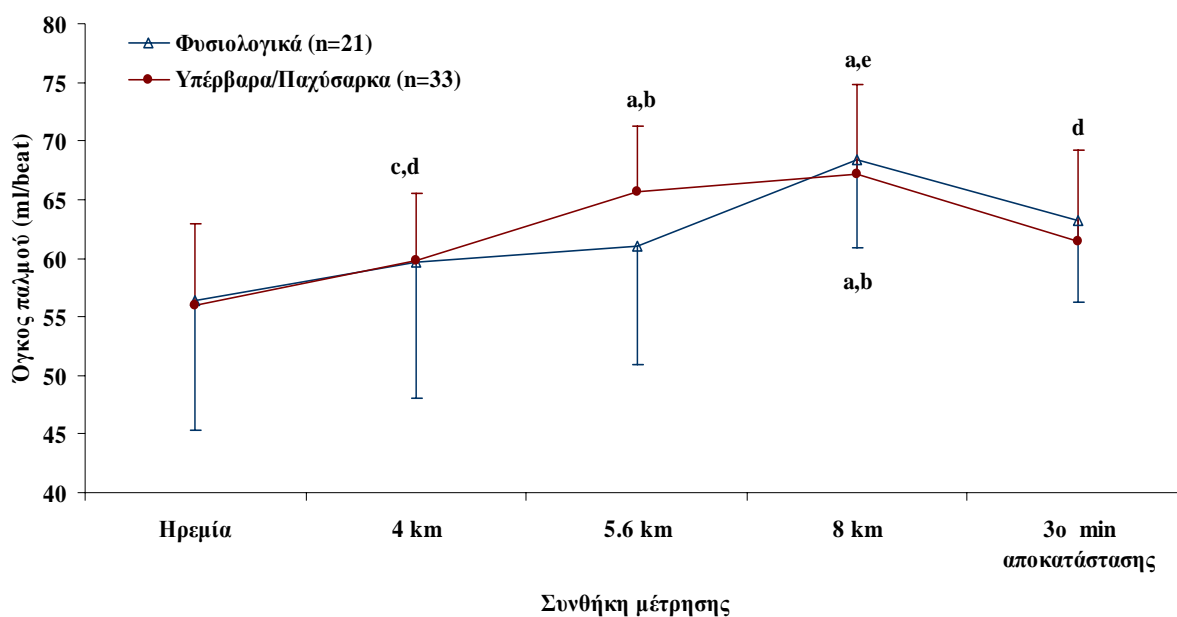
Η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2x5) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(1,52)}=2.36$, $p=.130$, $\eta^2=.043$]. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα Επίπεδο παχυσαρκίας [$F_{(1,52)}=15.83$, $p<.001$, $\eta^2=.233$] και Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=482.74$, $p<.001$, $\eta^2=.903$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν στατιστικά χαμηλότερες τιμές στο διπλό γινόμενο σε όλες τις συνθήκες άσκησης συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, εκτός από τη συνθήκη ηρεμίας ($t=-.929$, $df=52$, $p=.357$). Επίσης, οι τιμές στα 4 km, στα 5.6 km και στα 8 km διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας και από το 3^ο min αποκατάστασης και στις δύο ομάδες (Σχήμα 20).



Σχήμα 20. Αποτελέσματα του διπλού γινομένου υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Όγκος παλμού

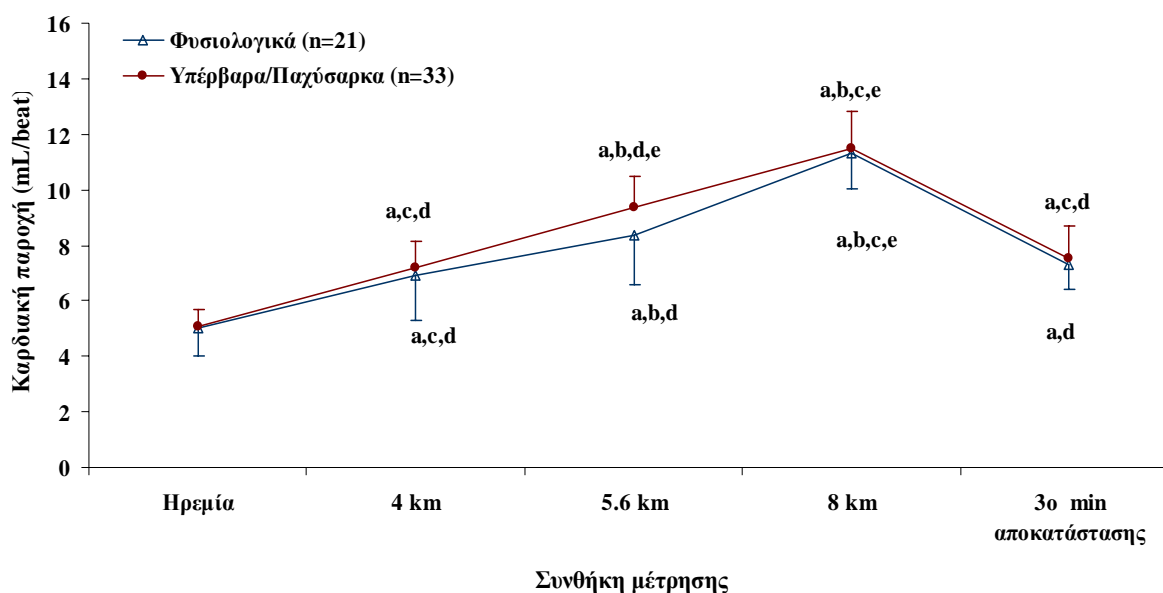
Όσον αφορά τον όγκο παλμού η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2x5) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(1,52)}=2.36$, $p=.130$, $\eta^2=.043$]. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση μόνο του παράγοντα Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=20.19$, $p<.001$, $\eta^2=.280$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν παρόμοιες τιμές στον όγκο παλμού σε όλες τις συνθήκες άσκησης συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, με τις τιμές στα 4 km, στα 5.6 km και στα 8 km να διαφοροποιούνται σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας και στις δύο ομάδες (Σχήμα 21).



Σχήμα 21. Αποτελέσματα του όγκου παλμού υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Καρδιακή παροχή

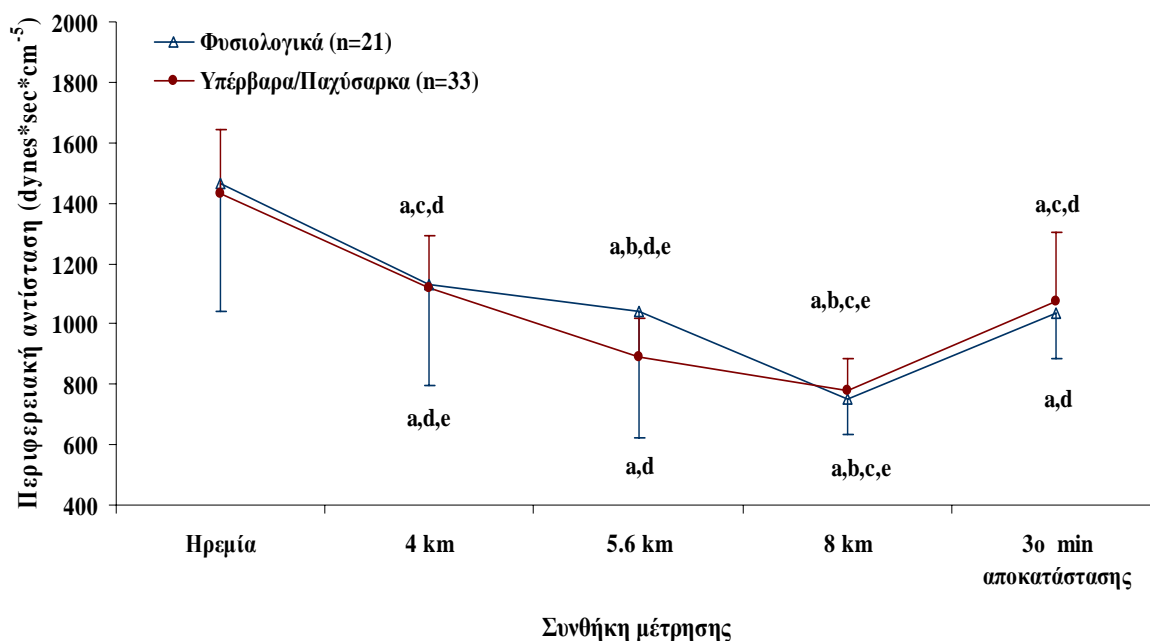
Η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2x5) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(1,52)}=2.36$, $p=.130$, $\eta^2=.043$]. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση μόνο του παράγοντα Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=269.56$, $p<.001$, $\eta^2=.838$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν παρόμοιες τιμές στην καρδιακή παροχή σε όλες τις συνθήκες άσκησης συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, με τις τιμές στα 4 km, στα 5.6 km και στα 8 km να διαφοροποιούνται σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας και από το 3^ο min αποκατάστασης και στις δύο ομάδες (Σχήμα 22).



Σχήμα 22. Αποτελέσματα της καρδιακής παροχής υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Περιφερειακή αντίσταση

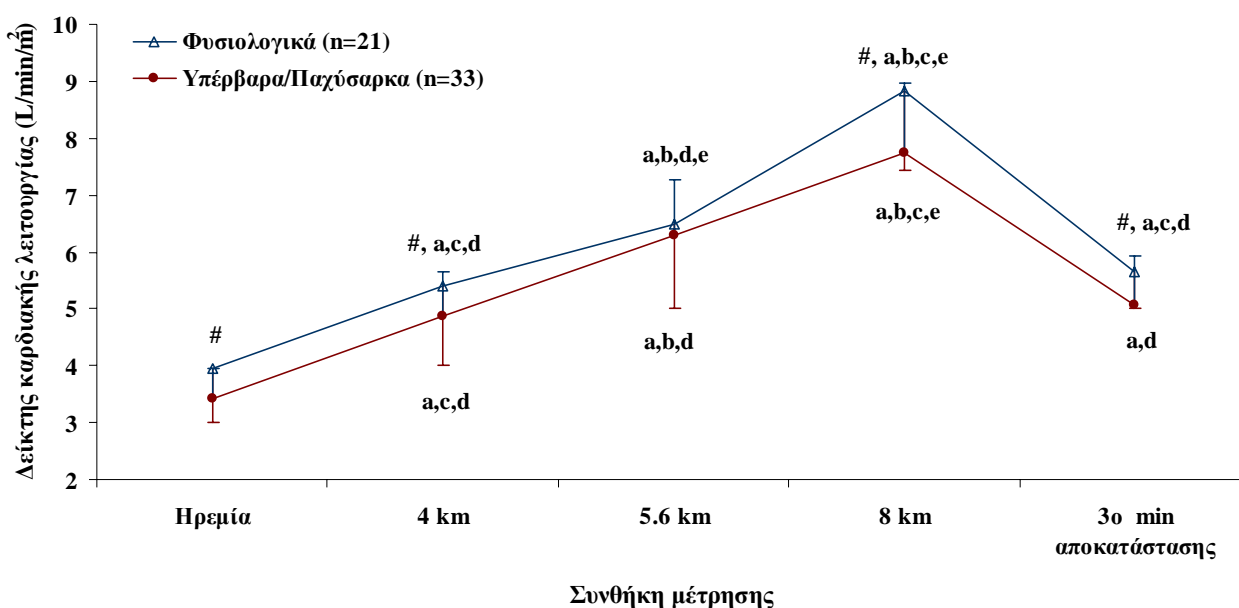
Αναφορικά με την περιφερειακή αντίσταση η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2x5) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(1,52)}=1.66$, $p=.160$, $\eta^2=.031$]. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση μόνο του παράγοντα Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=74.46$, $p<.001$, $\eta^2=.589$]. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές περιφερειακής αντίστασης σε όλες τις συνθήκες άσκησης συγκριτικά με τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας ενώ από το 3^ο min αποκατάστασης άρχισαν να διαφοροποιούνται παρουσιάζοντας μια τάση για υψηλότερες τιμές (Σχήμα 23).



Σχήμα 23. Αποτελέσματα περιφερειακής αντίστασης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Δείκτης καρδιακής λειτουργίας

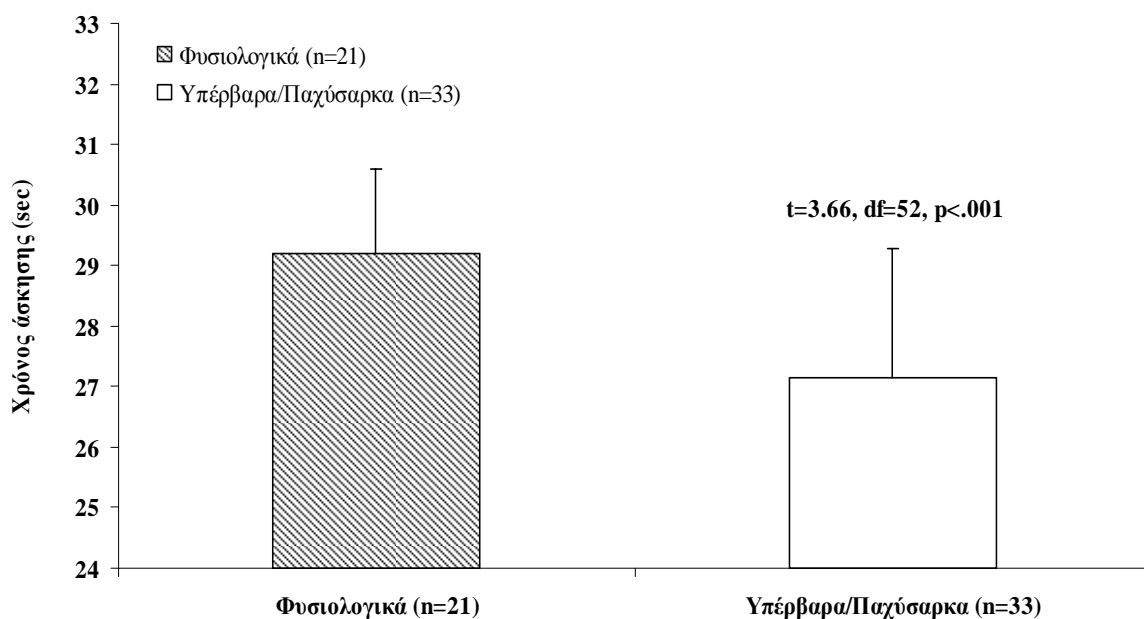
Αναφορικά με το δείκτη καρδιακής λειτουργίας η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2 x 5) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=2.29$, $p=.073$, $\eta^2=.042$]. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα Επίπεδο παχυσαρκίας [$F_{(1,52)}=7.039$, $p<.05$, $\eta^2=.119$] και Συνθήκη μέτρησης [$F_{(4,208)}=259.30$, $p<.001$, $\eta^2=.833$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές υψηλότερες τιμές στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας σε όλες τις συνθήκες άσκησης συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. Επίσης, οι τιμές στα 5.6 km και στα 8 km διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας, στα 4 km και από το 3^ο min αποκατάστασης και στις δύο ομάδες (Σχήμα 24).



Σχήμα 24. Αποτελέσματα του δείκτη καρδιακής λειτουργίας υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Χρόνος άσκησης στο δαπεδοεργόμετρο

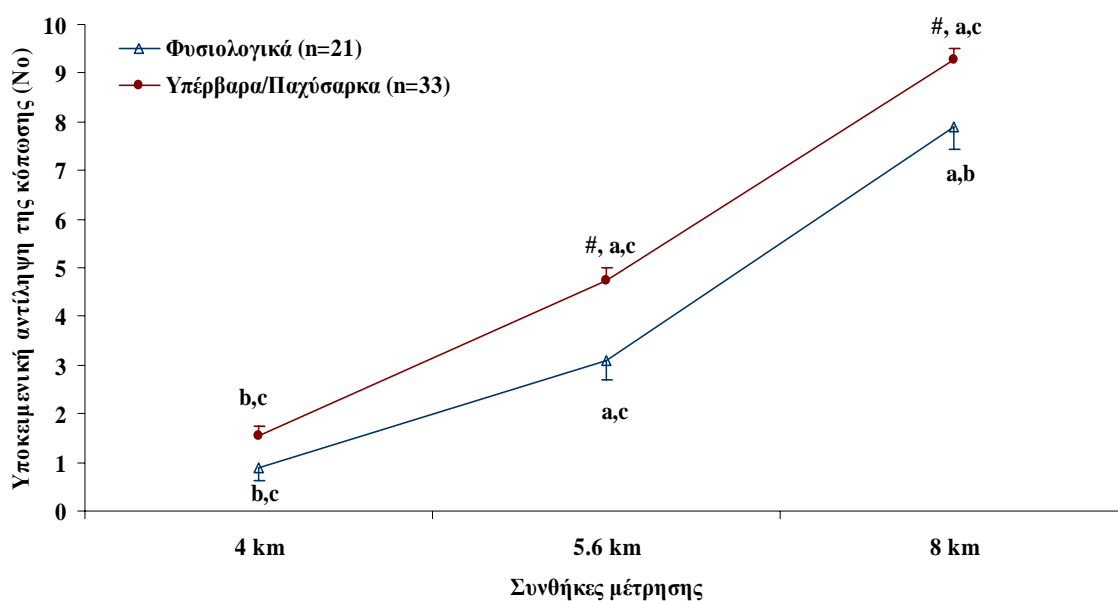
Όσον αφορά το χρόνο άσκησης στο δαπεδοεργόμετρο ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test) αναφορικά με τον παράγοντα επίπεδο παχυσαρκίας έδειξε ότι τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές καλύτερες τιμές ($t=3.66$, $df=52$, $p<.001$) συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά (Σχήμα 25).



Σχήμα 25. Αποτελέσματα του δείκτη καρδιακής λειτουργίας υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου $\#p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης

Αναφορικά με την υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης η ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στο δεύτερο παράγοντα (two-way ANOVA repeated measures, Επίπεδο Παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης, 2x3) δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική κύρια αλληλοεπίδραση των παραγόντων Επίπεδο παχυσαρκίας x Συνθήκη μέτρησης [$F_{(2,104)}=1.96$, $p=.145$, $\eta^2=.036$]. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις του παράγοντα Επίπεδο παχυσαρκίας [$F_{(1,52)}=16.56$, $p<.001$, $\eta^2=.242$] και Συνθήκη μέτρησης [$F_{(2,104)}=414.84$, $p<.001$, $\eta^2=.889$]. Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές χαμηλότερες τιμές υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης στα 5.6 km και στα 8 km συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά (Σχήμα 26), με οριακή μη στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στα 4 km ($t=-1.978$, $df=52$, $p=.053$).



Σχήμα 26. Αποτελέσματα της υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης υπέρβαρων/παχύσαρκων και παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο, όπου # $p<.05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ φυσιολογικών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km, c: από τα 5.6 km, d: από τα 8 km, e: από το 3 min αποκατάστασης.

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα έρευνα έγινε επιδημιολογική καταγραφή των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών 399 υπέρβαρων/παχύσαρκων και 385 παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας ηλικίας 10-12 ετών, διερευνήθηκαν οι συσχετίσεις των αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών με το επίπεδο παχυσαρκίας και μελετήθηκαν οι άμεσες προσαρμογές της αερόβιας άσκησης στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση δυναμική πίεση, πίεση σφυγμού, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, διπλό γινόμενο, περιφερειακή αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας).

Επιδημιολογική καταγραφή αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών και η σχέση τους με την παχυσαρκία

Η επιδημιολογική καταγραφή που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής έδειξε ότι οι υπέρβαροι/παχύσαρκοι μαθητές σε ποσοστό 12.2% εμφάνισαν προϋπέρταση και το 23.9% αυξημένες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης ενώ αντίστοιχα στα κορίτσια τα ποσοστά κυμάνθηκαν 6.9% και στο 23.9% αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν τη σύνδεση μεταξύ παχυσαρκίας και υπέρτασης που έχει επιβεβαιωθεί με βάση κλινικές μελέτες τόσο στους ενήλικες (Kotsis, Siabouli, Bouldin, Low, Tomanidis & Zakopoulos, 2005; Yalcin, Sahin & Yalcin, 2005), όσο και στα παιδιά (Stabouli, Kotsis, Papamichael, Constantopoulos & Zakopoulos, 2005) και αποδίδουν τη στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ τους στις αυξημένες τιμές σωματικής μάζας (Lande et al., 2003; Reich, Muller, Gelbrich, Deutscher, Godicke & Kiess, 2003).

Η συχνότητα της παιδικής παχυσαρκίας και στην Κύπρο καταγράφεται σε ψηλά ποσοστά (Κουρίδης, Τορναρίτης, Κουρίδης, Σάββας, Χατζηγεωργίου & Σιαμούνκη, 2000; Σάββα, Χατζηγεωργίου, Κουρίδης, Σιαμούνκη & Τορναρίτης, 2004; Savva, Kourides, Tornaritis, Eriphanliou-Savva, Chadjigeorgiou & Kafatos, 2002) και συγκρινόμενη με τα ποσοστά άλλων ευρωπαϊκών χωρών κατατάσσεται ανάμεσα στις χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά εμφάνισης του φαινομένου (Rigby & James, 2003).

Στην Ελλάδα, έρευνες δείχνουν μια ανησυχητική αύξηση στα ποσοστά υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών τις τελευταίες δεκαετίες με αποτέλεσμα τα Ελληνόπουλα να είναι

από τα πλέον υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά στην Ευρώπη (Δούδα, Αναγνωστοπούλου, Χριστόδουλος, Λαπαρίδης & Τοκμακίδης, 2009; Krassas, Tzotzas, Tsametis & Konstantinidis, 2001; Lissau et al., 2004; Magkos et al., 2005; Mamalakis, Kafatos, Manios, Anagnostopoulou & Apostolaki, 2000; Manios et al., 2004; Tambalis et al., 2009; Tokmakidis et al., 2006; Wang & Lobstein, 2006).

Η εξάπλωση της παχυσαρκίας στα Ελληνόπουλα συνιστά μια εξαιρετικά ανησυχητική κατάσταση, δεδομένου ότι φαίνεται να συμβαδίζει με μια επιδείνωση του καρδιαγγειακού και μεταβολικού τους προφίλ (Bouziotas & Koutedakis, 2003; Bouziotas, Koutedakis, Shiner, Pananakakis & Fotopoulou, 2001; Flouris, Bouziotas, Christodoulos & Koutedakis, 2008). Συγκεκριμένα, ήδη από την προηγούμενη δεκαετία μια έρευνα των Petridou και συν. (1995) σε μαθητές 12-18 ετών έδειξε ότι η παχυσαρκία είχε στατιστικά σημαντική αρνητική επίδραση στα επίπεδα της TC, της LDL-C και της HDL-C. Ερευνητικά δεδομένα από στην περιοχή του Βόλου αναφέρουν συνύπαρξη παχυσαρκίας και δυσλιπιδαιμίας σε μαθητές του Δημοτικού (Magkos et al., 2006), ενώ σε μαθητές αντίστοιχης ηλικίας από την περιοχή των Ιωαννίνων διαπιστώθηκαν υψηλά ποσοστά αρτηριακής υπέρτασης και παχυσαρκίας (Angelopoulos et al., 2006).

Στην παρούσα μελέτη, οι τιμές της αρτηριακής πίεσης ήταν φυσιολογικές σε ποσοστό 79.6% για το σύνολο των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα και το 20.4 % ήταν υπερτασικά. Οι μέσες τιμές της συστολικής αρτηριακή πίεσης για τα παιδιά φυσιολογικού βάρους ήταν 98.33 ± 11.51 mmHg και διέφεραν σημαντικά από τις τιμές των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών που κυμάνθηκαν 113.76 ± 11.15 mmHg ($p < .001$). Αντίστοιχα οι τιμές για τη διαστολική αρτηριακή πίεση ήταν 59.14 ± 10.99 mmHg και 69.41 ± 9.23 mmHg ($p < .001$). Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 25 παχύσαρκων παιδιών και 18 παιδιών ομάδας ελέγχου, στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, τα αποτελέσματα αναφέρουν αυξημένη αρτηριακή πίεση [συστολική: 120 (90–150) mmHg για τα παχύσαρκα και 98 (85–110) MmHg για την ομάδα ελέγχου και για τη διαστολική αντίστοιχα 70 (50–110) mmHg και 60 (40–80) mmHg] και τριγλυκερίδια και μειωμένη HDL χοληστερόλη, τιμές που συσχετίστηκαν θετικά με το δείκτη μάζας σώματος. Τα ευρήματα αυτά είναι σημαντικά καθώς η δυσλιπιδαιμία έχει συσχετιστεί με το μεταβολικό σύνδρομο και αποτελεί σοβαρό παράγοντα κινδύνου για την ανάπτυξη καρδιαγγειακών νοσημάτων κατά την ενήλικη ζωή (Papadopoulou-Alataki, Papadopoulou-Legbelou, Doukas, Karatzidou, Pavlitou-Tsiontsi & Pagkalos, 2004).

Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τη μελέτη των Bouziotas et al. (2001) ωστόσο δεδομένα των Angelopoulos και των συνεργατών του (2006) υποστηρίζουν πιο υψηλή

συχνότητα εμφάνισης αρτηριακής πίεσης σε μαθητές 11 ετών από την περιοχή των Ιωαννίνων που κατατάχθηκαν τα αγόρια σε ποσοστό 13.7% ως προϋπερτασικά και 28.1% ως υπερτασικά και για τα κορίτσια τα ποσοστά κυμάνθηκαν 13.8% και 26.4% αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές αποδόθηκαν ως έναν βαθμό με το χαμηλό κοινωνικοοικονομικό επίπεδο του δείγματος και με τις ανθυγιεινές συμπεριφορές που παρατηρούνται στις κατώτερες κοινωνικές τάξεις (Angelopoulos et al., 2006; Fernandes, Sesso, Martins & Sawaya, 2003).

Στην παρούσα μελέτη, ο λόγος Odds Ratio των δύο σχετικών κινδύνων (παχυσαρκία και υπέρταση) για τα αγόρια ήταν $OR=10,875$ και για τα κορίτσια $OR=3,718$ αντίστοιχα, υποδηλώνοντας ότι τα υπέρβαρα/παχύσαρκα αγόρια παρουσιάζουν δεκαπλάσιο κίνδυνο να εμφανίσουν υπέρταση συγκριτικά με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους ενώ αντίθετα τα κορίτσια περίπου τετραπλάσιο. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με μελέτες που δείχνουν ότι η άμεση σχέση μεταξύ του σωματικού βάρους και της συστολικής πίεσης (Reich et al., 2003) προκαλεί μια ελαφρά αύξηση της πίεσης (1 έως 2 Hg mm) στην παιδική ηλικία αυξάνοντας τον κίνδυνο ανάπτυξης της υπέρτασης ως ενήλικας κατά 10% (Lurbe & Rodicio, 2004; National High Blood Pressure Education Program Working Group, 2004).

Στην Παγκύπρια μελέτη των Σάββα, Χατζηγεωργίου, Κουρίδη, Σιαμούνκη και Τορναρίτη (2004) μελετήθηκε η συσχέτιση της παρουσίας προδιαθεσικών παραγόντων κινδύνου χρονίων νοσημάτων φθοράς σε 2828 παιδιά ηλικίας 10-13 ετών με αυξημένη περιφέρεια μέσης. Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο βάρος και ύψος σώματος, στην περιφέρεια μέσης και υπολογίστηκε ο δείκτης BMI, στην αρτηριακή πίεση ενώ προσδιορίστηκαν τα επίπεδα ολικής, HDL και LDL χοληστερόλης και τα τριγλυκερίδια ορού, ενώ υπολογίστηκαν τα κλάσματα ολικής/HDL και LDL/HDL χοληστερόλης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά με αυξημένη περιφέρεια μέσης παρουσίαζαν 2-4 φορές πιο συχνά παθολογικές τιμές συστολικής και διαστολικής αρτηριακής πίεσης και λιπιδίων αίματος με εξαίρεση την ολική και LDL-χοληστερόλη στα κορίτσια. Σε παιδιά με φυσιολογικό δείκτη BMI, η αυξημένη μέσης συνοδευόταν με αυξημένο λόγο ολικής/HDL και LDL/HDL χοληστερόλης και στα δύο φύλα, ενώ τα αγόρια παρουσίαζαν και μεγαλύτερα επίπεδα αρτηριακής πίεσης. Συμπερασματικά οι συγγραφείς καταλήγουν ότι τα παιδιά με αυξημένη περιφέρεια μέσης παρουσίασαν σε πολλαπλάσια συχνότητα παθολογικές τιμές αρτηριακής πίεσης και λιπιδίων αίματος κάτι που συμβαίνει ακόμα και σε παιδιά με κανονικό δείκτη μάζας σώματος.

Αναφορικά με τις αιμοδυναμικές ανταποκρίσεις και την καρδιακή λειτουργία στον Πίνακα 10 φαίνεται ότι τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας παρουσίασαν

στατιστικά σημαντικά καλύτερες τιμές στην αρτηριακή πίεση, στην καρδιακή συχνότητα, στη μέση δυναμική πίεση, στην πίεση σφυγμού, στον όγκο παλμού, στην καρδιακή παροχή, στο διπλό γινόμενο, στην περιφερειακή αντίσταση και στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρούνται και στον παράγοντα κατηγορία υπέρτασης, με τα νορμοτασικά παιδιά να παρουσιάζουν καλύτερη αιμοδυναμική ανταπόκριση συγκριτικά με τα υπερτασικά παιδιά (Πίνακας 11). Μελέτες δείχνουν ότι οι καρδιακές προσαρμογές στην ηρεμία που συνδέονται με το υπερβολικό βάρος και την παχυσαρκία είναι παράλληλες με τις αιμοδυναμικές (καρδιακή παροχή και όγκος παλμού) και τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά (Rowland et al., 2003; Unnithan et al., 2007) καθώς και οι ενήλικες (Collis et al 2001; Messerli et al., 1982; Muscelli et al., 1997) έχουν υψηλότερη καρδιακή παροχή και όγκο παλμού συγκριτικά με τα άτομα κανονικού βάρους λόγω αύξησης του όγκου του αίματος (Messerli et al., 1982) και της άλιπης σωματικής μάζας (Collis et al 2001; Forbes & Welle 1983; Hunt et al., 1998) λόγω γενικότερης αυξημένης σωματικής μάζας.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω διαπιστώθηκε ότι στην ηλικία 10-12 ετών, ο επιπολασμός και το ποσοστό της διάγνωσης της προϋπέρτασης στο σύνολο του δείγματος που συμμετείχαν στη μελέτη ήταν 7.0% ενώ ένα ποσοστό 13.4% εμφάνισαν υψηλές τιμές αρτηριακής πίεσης. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνουν τη συσχέτιση μεταξύ του αυξημένου σωματικού βάρους και της υψηλής αρτηριακής πίεσης που ο συνδυασμός τους είναι παθολογικός παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη καρδιοαγγειακών νοσημάτων τα οποία συνοδεύονται με αυξημένα επίπεδα ολικής χοληστερόλης, LDL χοληστερόλης, τριγλυκερίδια, ινσουλίνης και μειωμένων επιπέδων HDL χοληστερόλης (Haffner, Mitchell, Hazuda & Stern, 1991). Πράγματι, η υπερβολική εναπόθεση σωματικού λίπους συνδέεται με τα υψηλότερα επίπεδα ινσουλίνης στην κυκλοφορία και κατά συνέπεια με αυξημένη νεφρική κατακράτηση νατρίου, το οποίο συμβάλει στην αύξηση της αρτηριακής πίεσης (Brenner, Garcia & Anderson, 1988). Τα αποτελέσματα αυτά υπογραμμίζουν την αναγκαιότητα στοχευμένων προγραμμάτων πρόληψης της υπέρτασης που οφείλεται στην παχυσαρκία και πρώιμης παρέμβασης ελέγχου του σωματικού βάρους ήδη από την παιδική ηλικία. Η αποτελεσματική εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων, εκτός από τη μείωση της συχνότητας της παιδικής παχυσαρκίας αναμένεται να επιφέρει θετικές προσαρμογές και στις αιμοδυναμικές ανταποκρίσεις του οργανισμού, θωρακίζοντας τη μελλοντική υγεία των παιδιών.

Άμεσες προσαρμογές της αερόβιας άσκησης στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά

Η μελέτη των αιμοδυναμικών ανταποκρίσεων κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι ιδιαίτερα σημαντική για την κατανόηση της ανταπόκρισης του καρδιαγγειακού συστήματος σε κατάσταση στρες σε συνδυασμό με τις μεταβολικές αλλαγές που οφείλονται στο υπερβολικό σωματικό βάρος (Lopaschuk et al. 2007; Poirier et al. 2006). Η γνώση της λειτουργίας του καρδιαγγειακού συστήματος τόσο στην ηρεμία όσο και κατά την άσκηση στην παιδική και εφηβική ηλικία θεωρείται βασική προϋπόθεση για το σχεδιασμό ασφαλέστερων προγραμμάτων άσκησης.

Στην παρούσα μελέτη, τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν καλύτερες τιμές συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά στο σύνολο των αιμοδυναμικών παραμέτρων τόσο στην ηρεμία όσο και στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο (ηρεμία, 4 km, 5.6 km, 8 km και 3^ο min αποκατάστασης). Στον Πίνακα 16 φαίνεται ότι τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας διέφεραν σημαντικά από τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά στη συστολική αρτηριακή πίεση στα 4 km ($p<.01$), στα 5.6 km ($p<.05$), στα 8 km ($p<.05$) και στο 3^ο min αποκατάστασης ($p<.01$). Παρόμοια αποτελέσματα σημειώθηκαν και στο διπλό γινόμενο ενώ στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας έναντι των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών παρατηρήθηκαν στη διαστολική αρτηριακή πίεση μόνο στα 8 km ($p<.05$) και στο 3^ο min αποκατάστασης ($p<.01$) ενώ η μέση αρτηριακή πίεση διαφοροποιήθηκε στα 4 km ($p<.01$), στα 8 km ($p<.05$) και στο 3^ο min αποκατάστασης ($p<.01$). Παρόμοιες τιμές μεταξύ των δύο ομάδων παρατηρήθηκαν στον όγκο παλμού σε όλες τις συνθήκες άσκησης, με τις τιμές στα 4 km, στα 5.6 km και στα 8 km να διαφοροποιούνται σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας και στις δύο ομάδες.

Μελέτες έχουν δείξει ότι στην ηρεμία, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά (Rowland et al., 2003; Unnithan et al., 2007) έχουν υψηλότερη καρδιακή παροχή και όγκο παλμού συγκριτικά με τα άτομα κανονικού βάρους λόγω αύξησης του όγκου του αίματος (Messerli et al., 1982) και της άλιπης σωματικής μάζας (Collis et al 2001; Forbes & Welle 1983; Hunt et al., 1998). Ωστόσο, η επίδραση του υπερβολικού βάρους και της παχυσαρκίας στην αιμοδυναμική ανταπόκριση κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι λιγότερο σαφής. Δεδομένα μελετών υποστηρίζουν ότι στα πρώτα στάδια εμφάνισης του υπέρβαρου σωματικού βάρους ή και του παχύσαρκου ατόμου υπάρχει μια υπερτιμημένη

αιμοδυναμική ανταπόκριση (Pascual et al., 2003) η οποία εξελίσσεται σε μια μειωμένη αντίδραση όταν παχυσαρκία γίνεται σοβαρή ή χρόνια (Licata et al., 1992). Ο Collis και οι συνεργάτες του (2001) υποστηρίζουν ότι οποιεσδήποτε αιμοδυναμικές μεταβολές παρατηρούνται σε υπέρβαρους ενήλικες κατά τη διάρκεια της άσκησης σχετίζονται με τις μεταβολές στη λιπώδη μάζα και στην άλιπη σωματική μάζα η οποία συνδέεται με την περίσσεια μάζα σώματος και αυξάνει τις μεταβολές απαιτήσεις των μυών κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Αναφορικά με την καρδιακή συχνότητα τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας από 166.38 ± 15.18 bpm στα 8 km παρουσίασαν σημαντική μείωση σε 115.76 bpm συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά που οι τιμές τους κυμάνθηκαν 171.30 ± 9.44 bpm (8 km) και 122.87 ± 13.14 bpm αντίστοιχα. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι τιμές της περιφερειακής αντίστασης, όπου παρά το γεγονός ότι δεν σημειώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των δύο ομάδων στις διάφορες χρονικές στιγμές παρατηρώντας τους μέσους όρους διαφαίνεται η ευεργετική επίδραση της άσκησης στα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά ενώ στην αποκατάσταση οι τιμές αντιστρέφονται υπέρ των παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας. Δεδομένα υποστηρίζουν ότι σε υπομέγιστο έργο, τα παχύσαρκα παιδιά έχουν υψηλότερα ποσοστά καρδιακής συχνότητας από τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας τα οποία παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές καρδιακής συχνότητας για το ίδιο επίπεδο υπομέγιστης έντασης, γεγονός που υποδηλώνει οικονομικότερη λειτουργία της καρδιάς (Washington et al., 1994). Επίσης, οι τιμές του δείκτη καρδιακής λειτουργίας στα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας διέφεραν σημαντικά στην ηρεμία ($p < .05$), στα 8 km ($p < .01$) και στο 3^ο min αποκατάστασης ($p < .01$) παρουσιάζοντας καλύτερη ανταπόκριση από τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά.

Η σημασία της γνώσης των αιμοδυναμικών ανταποκρίσεων κατά τη διάρκεια της άσκησης σε παιδιά και εφήβους αποτέλεσε το επίκεντρο μελετών σε πολλές χώρες (Ahmad, Kavey, Kveselis, Gaum, Smith, 2001; Maffulli, Greco, Greco & D'Alterio, 1994; Myers, et al., 1991). Στις περισσότερες μελέτες, τα παιδιά και οι έφηβοι υποβλήθηκαν σε αξιολόγηση χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα προοδευτικά αυξανόμενης έντασης, κυρίως το πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε από τον Bruce. Στις μελέτες αυτές δεν παρατηρήθηκαν διαφορές σε κατάσταση ηρεμίας στην αρτηριακή πίεση μεταξύ των δύο φύλων στην παιδική ηλικία ωστόσο οι διαφορές αυτές έγιναν ορατές στην ηλικία των 16 ετών, με πιο αυξημένες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης στα αγόρια (Ahmad et al., 2001; Maffulli et al., 1994).

Ο Washington και οι συνεργάτες (1994) αναφορικά με τη συμπεριφορά της αρτηριακής πίεσης κατά τη διάρκεια της σωματικής άσκησης επισημαίνουν ότι η συστολική πίεση για τα παιδιά και τους εφήβους, στη μέγιστη εξάντληση αναμένεται να μην υπερβαίνει τα 200 mmHg και η διαστολική να παρουσιάζει πτώση ή να παραμένει αμετάβλητη. Μελέτες σε παιδιά και τους εφήβους που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο Bruce αναφέρουν παρόμοια συμπεριφορά της συστολικής αρτηριακής πίεσης όπως αυτή των ενηλίκων, δηλαδή αύξηση των επιπέδων ανάλογα με την ένταση της έντασης (Ahmad et al., 2001; Maffulli et al., 1994; Myers, et al., 1991).

Η σημασία της άσκησης και της καλής φυσικής κατάστασης στη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης αποδεικνύεται από πολυάριθμες μελέτες που δείχνουν ότι τα υψηλότερα επίπεδα της αερόβιας ικανότητας συνδέονται με χαμηλότερη πίεση αίματος, καθώς και χαμηλότερο κίνδυνο για την ανάπτυξη υπέρτασης (Andersen, 1994; Blair, Goodyear, Gibbons, & Cooper, 1984; Kokkinos et al., 2006; Sawanda et al., 1993; Williams, 2008). Από την άλλη μεριά, η ευνοϊκή επίδραση της άσκησης στον έλεγχο του σωματικού βάρους επιτυγχάνεται αφενός άμεσα με την αύξηση της ενεργειακής δαπάνης που προκύπτει από τη συμμετοχή στην εκάστοτε δραστηριότητα μειώνοντας την πιθανότητα θετικού ενεργειακού ισοζυγίου, όσο και μακροπρόθεσμα, χάρη στην αύξηση της άλιπης μάζας του σώματος, τη συνακόλουθη αύξηση του βασικού μεταβολισμού και την προοδευτική αύξηση της συμμετοχής των λιπαρών οξέων στην παραγωγή ενέργειας (Poehlman, 1989).

Σε αρκετές έρευνες έχει παρατηρηθεί ότι τα υπέρβαρα παιδιά συμμετέχουν λιγότερο σε δραστηριότητες που απαιτούν καλή φυσική κατάσταση (Deforsche et al., 2003; Manios et al., 2004). Επομένως, τα παιδιά που αυξάνουν τα επίπεδα σωματικής δραστηριότητας και βελτιώνουν την αντοχή τους, μπορούν να ελέγξουν καλύτερα το βάρος τους καταναλώνοντας περισσότερες θερμίδες ενώ παράλληλα είναι σε θέση να συμμετέχουν για περισσότερο χρόνο σε σωματικές δραστηριότητες χωρίς να κουράζονται.

Σχεδιασμός προγραμμάτων άσκησης και φυσικής δραστηριότητας στην αντιμετώπιση της παιδικής υπέρτασης που σχετίζεται με την παχυσαρκία

Για την καλύτερη αντιμετώπιση του ελέγχου του σωματικού βάρους που βοηθά στη μείωση της αρτηριακής υπέρτασης προτείνεται ο συνδυασμός άσκησης και δίαιτας με ταυτόχρονη αλλαγή στον τρόπο ζωής και στις διατροφικές συνήθειες (Knafl, Suhrcke & Lobstein, 2007). Οι οδηγίες που δίνονται συνιστούν ο ρυθμός απώλειας βάρους να κυμαίνεται σε 0.5-1 kg/εβδομάδα με στόχο τη μείωση κατά 10% του αρχικού σωματικού βάρους στο εξάμηνο. Ωστόσο, η μεγάλη απώλεια βάρους σε σύντομο χρονικό διάστημα οδηγεί, εκτός από τη μείωση λιπώδους ιστού, και σε απώλεια ποσότητας μυϊκού ιστού απορυθμίζοντας τους ομοιοστατικούς μηχανισμούς του οργανισμού. Κατά συνέπεια, μόλις το πρόγραμμα απώλειας βάρους σταματήσει, η ανάγκη του οργανισμού να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση γίνεται έντονη. Για το λόγο αυτό η συμμετοχή σε συστηματικά προγράμματα άσκησης και φυσικής δραστηριότητας αποκτά ιδιαίτερη αξία διότι η άσκηση επιφέρει αξιοσημείωτες μεταβολές στη σύσταση της σωματικής μάζας, βοηθά στην ταχύτερη απώλεια θερμίδων, συμβάλλει στην προστασία του μυϊκού ιστού αυξάνοντας την εναπόθεση πρωτεϊνών στους σκελετικούς μύες, διατηρεί το σωματικό βάρος σε επιθυμητά επίπεδα και γενικότερα βελτιώνει την υγεία και το μορφολογικό προφίλ των παιδιών ιδιαίτερα κατά την περίοδο της εφηβείας.

Από τους πλέον αποτελεσματικούς τρόπους για τον καλύτερο έλεγχο του σωματικού βάρους θεωρείται η αερόβια άσκηση, η άσκηση με αντιστάσεις σε κυκλική μορφή, καθώς και οι συνδυασμοί τους σε υδάτινο περιβάλλον. Η συμμετοχή ωστόσο σε τέτοιου είδους δραστηριότητες θα πρέπει να συνδέεται με την ένταση, τη διάρκεια, τη συχνότητα και το είδος της άσκησης και εξαρτάται από το φύλο, την ηλικία και αν ο στόχος είναι η πρωτογενής πρόληψη να αποφευχθεί δηλαδή οποιαδήποτε αύξηση του σωματικού βάρους σε άτομα με φυσιολογικές τιμές σωματικού βάρους ή η δευτερογενής πρόληψη, η μείωση αντίστοιχα του σωματικού βάρους στα ήδη υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά (Yetter, 2009).

Οι γενικές οδηγίες της Αθλητιατρικής Αμερικανικής Εταιρείας (ACSM, 2004) για το σχεδιασμό προγραμμάτων άσκησης σε άτομα με υπέρταση συνιστούν:

- Τύπος άσκησης: αερόβιες δραστηριότητες, οι οποίες να ενεργοποιούν μεγάλες μυϊκές ομάδες. Η προπόνηση αντιστάσεων δεν συστήνεται ως βασική μορφή άσκησης αλλά θα πρέπει να συνδυάζεται με την αερόβια προπόνηση

- Ένταση της άσκησης: να κυμαίνεται στο 40 έως 60% της $VO_{2max}R$ (Oxygen uptake reserve)
- Διάρκεια άσκησης: τουλάχιστον 30 min κάθε μέρα
- Συχνότητα αερόβιας άσκησης: 3 έως 7 φορές την εβδομάδα

Μελέτες δείχνουν ότι τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας, για τις ανάγκες της πρωτογενούς πρόληψης που αφορά στον έλεγχο του σωματικού τους βάρους, θα πρέπει να συμμετέχουν το ελάχιστο 1 ώρα σε φυσικές δραστηριότητες μέτριας έως έντονης μορφής κάθε μέρα ή τις περισσότερες ημέρες της εβδομάδας (Strong et al., 2005) ενώ για τη μείωση του σωματικού βάρους υπέρβαρων παιδιών απαιτείται τουλάχιστον 155–180 min αερόβια άσκηση κάθε εβδομάδα (Atlantis, Barnes & Singh, 2006).

Η συμμετοχή σε προγράμματα αερόβιας άσκησης αρχικά θα πρέπει να περιλαμβάνει περπάτημα για 10-15 min, 2-3 φορές/εβδομάδα, και σταδιακά πιο γρήγορο βάδισμα σε χαμηλές ταχύτητες στον εργοδιάδρομο για 30-40 min, 4-5 φορές/εβδομάδα με ένταση που κυμαίνεται από 50 έως 75% της HR_{max} . Σταδιακά δίνεται έμφαση στη αύξηση της συχνότητας (5 έως 7 φορές την εβδομάδα) και της διάρκειας της άσκησης (45 έως 60 min). Οι ασκήσεις με αντιστάσεις να γίνονται, αφού ολοκληρωθεί η ανάπτυξη των παιδιών, με αλτήρες στο 30%-40% της μέγιστης δύναμης και να περιλαμβάνουν 12-15 επαναλήψεις στα 30sec, 8-12 σταθμούς που να συγκαταλέγουν όλες τις μυϊκές ομάδες, με συνολική διάρκεια 20 περίπου λεπτά και συχνότητα 2-3 ημέρες/εβδομάδα και να συνδυάζονται με την αερόβια προπόνηση. Επίσης, η άσκηση στο νερό, που αποτελεί μια ευχάριστη δραστηριότητα για τα παιδιά, μπορεί να περιλαμβάνει ειδικά προγράμματα γυμναστικής χρησιμοποιώντας διάφορα φορητά όργανα (μπάλες, σανίδες, αλτήρες, ελαστικές ράβδους επίπλευσης) σε εντάσεις που καθορίζονται εξατομικευμένα ανάλογα με την ηλικία. Επισημαίνεται ωστόσο ότι, οποιαδήποτε μορφή άσκησης και αν επιλεγεί για τα παχύσαρκα παιδιά, θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από σταδιακή αύξηση της έντασης, της διάρκειας και της συχνότητας εφαρμογής ώστε να οδηγήσουν μακροπρόθεσμα σε θετικές προσαρμογές με στόχο τη μεγαλύτερη δυνατή θερμιδική δαπάνη (Swain & Leutholtz, 2007).

Για τον ασφαλή σχεδιασμό προγραμμάτων άσκησης για υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά συστήνεται εξατομικευμένη καθημερινή φυσική δραστηριότητα με μέτρια ένταση και διάρκεια τουλάχιστον 1 ώρα/ημέρα με ιδιαίτερη προσοχή στην άσκηση σε θερμό περιβάλλον. Προτείνεται επίσης, η διάρκεια και η ένταση να καθορίζεται από το ίδιο το παιδί ανάλογα με τη διάθεσή του και η αύξηση της ποσότητας να γίνεται προοδευτικά με στόχο την επαρκή βελτίωση όλων των παραμέτρων της φυσικής κατάστασης όσον αφορά

στην αντοχή, στη δύναμη και στην ευλυγισία (Brown, Miller & Eason, 2006). Ανάλογα ωστόσο με το βαθμό παχυσαρκίας συστήνονται και διαφορετικού τύπου δραστηριότητες (Hassink, Zapalla, Falini, Datto, 2008; Sothorn, 2001).

- Σε υπέρβαρα παιδιά με $85 < \text{BMI} < 94$ %, ανάλογα με την ηλικία και το φύλο, προτείνεται γρήγορο περπάτημα, διάδρομος, πεζοπορία, αντισφαίριση, πολεμικές τέχνες, σκι, κολύμβηση, χορός.
- Σε παχύσαρκα παιδιά με $\text{BMI} \geq 95$ % προτείνεται κολύμβηση, ποδηλασία, κυκλική προπόνηση με στόχο τη μυϊκή ενδυνάμωση και τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας, διαλειμματική προπόνηση (με περπάτημα) αρχικά με χαμηλή ένταση και σταδιακά αυξανόμενη επιβάρυνση.
- Σε παχύσαρκα παιδιά με $\text{BMI} \geq 97$ % συστήνεται κολύμβηση, περπάτημα, προπόνηση χαμηλής έντασης με αντιστάσεις πάντα με την καθοδήγηση και την επίβλεψη εξειδικευμένου αθλητικού επιστήμονα.

Για παιδιά και εφήβους που είναι παχύσαρκοι για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα συστήνεται (Hassink et al., 2008).

- τα προπονητικά περιεχόμενα που εφαρμόζονται να βασίζονται στην αρχή της προοδευτικά αυξανόμενης επιβάρυνσης.
- να ξεκινήσουν με ήπιες και στη συνέχεια με μέτριες σε ένταση δραστηριότητες.
- σε προχωρημένου βαθμού παχυσαρκία μπορεί να ξεκινήσουν ακόμα και με 5 min περπάτημα και να αυξάνουν σε κάθε προπονητική μονάδα το χρόνο άσκησης τους κατά 1 min.

Συμπερασματικά, η αύξηση της φυσικής δραστηριότητας και η συμμετοχή σε οργανωμένες μορφές άσκησης, σε συνδυασμό με την κατάλληλη διατροφική ρύθμιση αποτελούν σημαντικές παραμέτρους για την καταπολέμηση της παιδικής παχυσαρκίας με στόχο τη ρύθμιση της αρτηριακής πίεσης. Χρειάζεται ωστόσο η συνεργασία ιατρών, καθηγητών φυσικής αγωγής, διατροφολόγων, ψυχολόγων ώστε να εφαρμοστούν βελτιωτικές παρεμβάσεις τόσο στο σχολικό όσο και στο οικογενειακό περιβάλλον και να εξασφαλιστεί η δια βίου συμπεριφορά και ενασχόληση με διάφορες μορφές φυσικής δραστηριότητας και άσκησης σε καθημερινή βάση.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1^η Φάση: Επιδημιολογική καταγραφή αιμοδυναμικών χαρακτηριστικών

- Η επιδημιολογική καταγραφή που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διατριβής έδειξε ότι οι υπέρβαροι/παχύσαρκοι μαθητές σε ποσοστό 12.2% εμφάνισαν προϋπέρταση και το 23.9% αυξημένες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης ενώ αντίστοιχα στα κορίτσια τα ποσοστά κυμάνθηκαν 6.9% και στο 23.9% αντίστοιχα.
- Για το συνολικό δείγμα, οι τιμές της αρτηριακής πίεσης ήταν φυσιολογικές σε ποσοστό 79.6% και το 20.4 % των παιδιών ήταν υπερτασικά. Οι μέσες τιμές της συστολικής αρτηριακής πίεσης για τα παιδιά φυσιολογικού βάρους ήταν $98.33 \pm 11.51 \text{ mmHg}$ και διέφεραν σημαντικά από τις τιμές των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών ($113.76 \pm 11.15 \text{ mmHg}$). Αντίστοιχα οι τιμές για τη διαστολική αρτηριακή πίεση ήταν $59.14 \pm 10.99 \text{ mmHg}$ και $69.41 \pm 9.23 \text{ mmHg}$.
- Από το σύνολο των αγοριών, οι υπέρβαροι/παχύσαρκοι μαθητές σε ποσοστό 36% (n=71) εμφάνισαν αυξημένες τιμές αρτηριακής πίεσης ενώ αντίστοιχα στα κορίτσια (n=384) το ποσοστό κυμάνθηκε στο 30.6% (n=58).
- Ο λόγος Odds Ratio (OR) των δύο σχετικών κινδύνων (παχυσαρκία και υπέρταση) για τα αγόρια ήταν $OR=10,875$ (95% CI 5,406 – 21,879) και για τα κορίτσια $OR=3,718$ (95% CI 2,149 – 6,433) αντίστοιχα, υποδηλώνοντας ότι τα υπέρβαρα/παχύσαρκα αγόρια παρουσιάζουν δεκαπλάσιο κίνδυνο να εμφανίσουν υπέρταση συγκριτικά με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους ενώ αντίθετα τα κορίτσια περίπου τετραπλάσιο.
- Αναφορικά με τις αιμοδυναμικές ανταποκρίσεις και την καρδιακή λειτουργία τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά καλύτερες τιμές στην αρτηριακή πίεση, στην καρδιακή συχνότητα, στη μέση δυναμική πίεση, στην πίεση σφυγμού, στον όγκο παλμού, στην καρδιακή παροχή, στο διπλό γινόμενο, στην περιφερειακή αντίσταση και στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά.

- Τα νορμοτασικά παιδιά να παρουσιάζουν καλύτερη αιμοδυναμική ανταπόκριση συγκριτικά με τα υπέρτασικά παιδιά.
- Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις του δείκτη BMI με τη συστολική αρτηριακή πίεση, τη διαστολική αρτηριακή πίεση, τη μέση αρτηριακή πίεση, την πίεση σφυγμού ηρεμίας, την καρδιακή συχνότητα, το διπλό γινόμενο και την περιφερειακή αντίσταση. Στατιστικά σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν με τον όγκο παλμού, το δείκτη όγκου παλμού, την καρδιακή παροχή και το δείκτη καρδιακής λειτουργίας.

2^η Φάση: Μελέτη των άμεσων προσαρμογών της αερόβιας άσκησης

- Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν καλύτερες τιμές συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά στο σύνολο των αιμοδυναμικών παραμέτρων τόσο στην ηρεμία όσο και στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο (ηρεμία, 4 km, 5.6 km, 8 km και 3ο min αποκατάστασης).
- Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας διέφεραν σημαντικά από τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά στη συστολική αρτηριακή πίεση στα 4 km, στα 5.6 km, στα 8 km και στο 3ο min αποκατάστασης.
- Παρόμοια αποτελέσματα σημειώθηκαν και στο διπλό γινόμενο ενώ στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των παιδιών με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας έναντι των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών παρατηρήθηκαν στη διαστολική αρτηριακή πίεση μόνο στα 8 km και στο 3ο min αποκατάστασης
- Παρόμοιες τιμές μεταξύ των δύο ομάδων παρατηρήθηκαν στον όγκο παλμού σε όλες τις συνθήκες άσκησης, με τις τιμές στα 4 km, στα 5.6 km και στα 8 km να διαφοροποιούνται σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας και στις δύο ομάδες.
- Τα παχύσαρκα παιδιά έχουν υψηλότερα ποσοστά καρδιακής συχνότητας από τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας τα οποία παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές καρδιακής συχνότητας για το ίδιο επίπεδο υπομέγιστης έντασης, γεγονός που υποδηλώνει οικονομικότερη λειτουργία της καρδιακής τους λειτουργίας
- Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές χαμηλότερες τιμές υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης στα 5.6 km και στα 8 km συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά.

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης ενισχύουν προηγούμενα ευρήματα, σύμφωνα με τα οποία η παχυσαρκία συνδέεται με την αρτηριακή υπέρταση και

ο συνδυασμός τους είναι παθολογικός παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη καρδιαγγειακών νοσημάτων (Bouziotas & Koutedakis, 2003; Bouziotas, Koutedakis, Shiner, Pananakakis & Fotopoulou, 2001; Flouris, Bouziotas, Christodoulos & Koutedakis, 2008). Η φυσική ανάπτυξη των παιδιών δεν πρέπει να αφήνεται στην τύχη, καθώς αυτή η παιδική ηλικία είναι αποφασιστική για τη φυσιολογική τους ανάπτυξη. Είναι πλέον επιτακτική η ανάγκη να συστηματοποιηθούν οι ενημερωτικές εκστρατείες στα σχολεία διότι θέματα που αναφέρονται στην παιδική παχυσαρκία, στην αρτηριακή υπέρταση, στη συμβολή της δια βίου άσκησης στη βελτίωση της υγείας, στην ενασχόληση με κάθε είδους φυσική δραστηριότητα στον ελεύθερο χρόνο, στον έλεγχο του σωματικού βάρους με τα κατάλληλα προγράμματα άσκησης και διατροφής, καθώς και στην πρόληψη των παραγόντων κινδύνου εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων, είναι κυρίως ζητήματα γενικότερης αγωγής, παιδείας και μόρφωσης κάθε κοινωνικής ομάδας.

Το σχολικό περιβάλλον και συγκεκριμένα το μάθημα της Σχολικής Φυσικής Αγωγής, το οποίο σχετίζεται άμεσα με την κίνηση και είναι συνυφασμένο με την ευεξία και την ευρωστία, μπορεί να λειτουργήσει ως αντίδοτο για τη μείωση των προδιαθεσικών παραγόντων κινδύνου (παχυσαρκία, υπέρταση, διαταραχές λιπιδίων, υποκινητικότητα,), και να αποτελέσει για τις συνθήκες ζωής της σύγχρονης βιομηχανικής κοινωνίας ένα σημαντικό παράγοντα προαγωγής της υγείας (Sallis & McKenzie, 1991). Η σχολική Φυσική Αγωγή και τα προγράμματα Αγωγής Υγείας, τα οποία αποτελούν μια καινοτόμο δραστηριότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία, μπορούν να βοηθήσουν και να ενισχύσουν στη διαμόρφωση και τροποποίηση προτύπων συμπεριφοράς, τα οποία οδηγούν στην προάσπιση, προαγωγή και βελτίωση του επιπέδου υγείας των μαθητών.

Συμπερασματικά, το σχολείο αποτελεί ιδανικό περιβάλλον για την εφαρμογή τέτοιων παρεμβάσεων, και δεδομένα δείχνουν ότι οι μαθητές που συμμετείχαν σε ανάλογα προγράμματα αύξησαν το χρόνο συμμετοχής τους σε φυσικές δραστηριότητες εκτός σχολείου (Christodoulos, Douda, Polykratis & Tokmakidis, 2006), βελτίωσαν την αερόβια ικανότητά τους, τη σύσταση του σώματος και το λιπιδαιμικό τους προφίλ (Manios, Moschandreas, Hatzis, & Kafatos, 2002), ενώ παράλληλα εμπλούτισαν τις γνώσεις τους σε ζητήματα διατροφής και άσκησης (Manios, Kafatos & Codrington, 1999). Είναι φανερό ότι απαιτείται μια συντονισμένη προσπάθεια ανάπτυξης κατάλληλων στρατηγικών παρέμβασης στη δημόσια υγεία που στοχεύουν στον έλεγχο του σωματικού βάρους στην παιδική ηλικία, που αποδεδειγμένα ευθύνεται για την εμφάνιση καρδιαγγειακών παθήσεων στη μετέπειτα ενήλικη ζωή.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ACSM (2004). Position Stand: Exercise and hypertension, *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3): 533-553.
- Ahmad F., Kavey R.E., Kveselis D.A., Gaum W.E. & Smith F.C. (2001). Response of non-obese children to treadmill exercise. *Journal of Pediatrics*, 139(2): 284-90.
- Alaud-din A., Meterissian S., Lisbona R., MacLean L.D. & Forse RA (1990). Assessment of cardiac function in patients who were morbidly obese. *Surgery*, 108: 809–818.
- Alpert B.S. (1999). Exercise in Hypertensive Children and Adolescents: Any Harm Done? *Pediatric Cardiology*, 20: 66–69.
- Alpert B.S. & Wilmore J.H (1994). Physical activity and blood pressure in adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 6: 361–380.
- American Academy of Pediatrics (2010). Policy Statement-Athletic Participation by Children and Adolescents Who Have Systemic Hypertension, *Pediatrics*, 125(6): 1287-1294.
- Andersen L. B. (1994). Blood pressure, physical fitness and physical activity in 17-year-old Danish adolescents. *Journal of Internal Medicine*. 236: 323-330.
- Αντωνακούδης Χ. (2004). Παθοφυσιολογία καρδιάς και αγγείων στην υπέρταση. *Αρτηριακή Υπέρταση*, 13(3): 75-83.
- Atlantis E., Barnes E. H., & Singh M.A.F. (2006). Efficacy of exercise for treating overweight in children and adolescents: A systematic review. *International Journal of Obesity*, 30: 1027-1040.
- Balas-Nakash M., Benítez-Arciniega A., Perichart-Perera O., Valdés-Ramos R. & Vadillo-Ortega F. (2010). The effect of exercise on cardiovascular risk markers in Mexican school-aged children: comparison between two structured group routines. *Salud Publica Mexico*, 52: 398-405.
- Barsh G.S., Farooqi I.S., & O' Rahilly S. (2000). Genetics of body-weight regulation, *Nature*, 404: 644-651.

- Beevers G., Lip G.Y. & O'Brien E. (2001). ABC of hypertension: The pathophysiology of hypertension. *British Medical Journal*, 322(7291): 912-916.
- Berenson G.S., Srinivasan S.R., Bao W., Newman W.P., Tracy R.E. & Wattigney W.A. (1998). Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *The New England Journal of Medicine*, 338: 1650-6.
- Blair S.N., Goodyear N.N., Gibbons L.W. & Cooper K.H. (1984). Physical fitness and incidence of hypertension in healthy normotensive men and women. *The Journal of the American Medical Association*, 252: 487-490.
- Bouziotas C. & Koutedakis Y. (2003). A three year study of coronary heart disease risk factors in Greek adolescents. *Pediatric Exercise Science*, 15: 9-18.
- Bouziotas C., Koutedakis Y., Shiner R., Pananakakis Y. & Fotopoulou V. (2001). The prevalence of selected modifiable coronary heart disease risk factors in 12-year-old Greek boys and girls. *Pediatric Exercise Science*, 13(2): 173-184.
- Brenner B.M., Garcia D.L. & Anderson S. (1988). Glomeruli and blood pressure. Less of one, more the other? *American Journal of Hypertension*, 1: 335-347.
- Brown C.D., Higgins M., Donato K.A., Rohde R.C., Garrison R., Obarzanek E., Ernst N.D. & Horan M. (2000). Body mass index and prevalence of hypertension and dyslipidemia. *Obesity Research*, 8(9): 605-619.
- Caceres M., Teran C.G., Rodriguez S. & Medina M. (2008). Prevalence of insulin resistance and its association with metabolic syndrome criteria among Bolivian children and adolescents with obesity. *BioMed Central Pediatrics*, 12: 8:31.
- Cam H., Pusuroglu K., Aydin A. & Ercan M. (2003). Effects of hemorheological factors on the development of hypertension in diabetic children. *Journal of Tropical Pediatrics*, 49(3): 164-7.
- Caterson I.D., Hubbard V., Bray G.A., Grunstein R., Hansen B.C., Hong Y., Laberthe D., Seidell J.C. & Smith S.C. (2004). Obesity, a worldwide epidemic related to heart disease and stroke. *Circulation*, 110: 476-483.
- Chinn S., Hughes J.M. & Rona R.J. (1998). Trends in Growth and Obesity in Ethnic Groups in Britain. *Archives of Disease in Childhood*, 78: 513-517.

- Christodoulos A., Douda H., Polykratis M. & Tokmakidis S. (2006). Attitudes towards exercise and physical activity behaviours in Greek schoolchildren after a year-long intervention on Health Education, *British Journal of Sports Medicine*, 40, 4:367-371.
- Chobanian A.V., Bakris G.L. & Black H.R. (2003). Seventh Report on the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure: JNC7-Complete Report. *Hypertension*, 42: 1206-1252.
- Cole T., Bellizzi M., Flegal K. & Dietz W. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, 320: 1240-1243.
- Collis T., Devereux R.B., Roman M.J., de Simone G., Yeh J., Howard B.V., Fabsitz R.R. & Welty T.K. (2001). Relations of stroke volume and cardiac output to body composition: the strong heart study. *Circulation*, 103: 820–825.
- Conway J.M., Chanetsa F.F. & Wang P. (1997). Intraabdominal adipose tissue and anthropometric surrogates in African American women with upper- and lower-body obesity. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 66: 1345-1351.
- Criqui M.H., Mebane I., Wallace R.B., Heiss G. & Holdbrook M.J. (1982). Multivariate correlates of adult blood pressures in nine North American populations: The Lipid Research Clinics Prevalence Study. *Preventive Medicine*, 11: 391-402.
- Curhan G., Willett E., Rimm E., Spiegelman D., Ascherio A. & Stampfer M. (1996). Birth weight and adult hypertension, diabetes mellitus, and obesity in US men. *Circulation*, 94: 3246-3250.
- Γκίμπα - Τζιαμπίρη Ο. & Παππάς Κ. (1984). Φυσιολογία, Θεσσαλονίκη.
- 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 (4): 541-545.
- Dehghan M., Akhtar-Danesh N. & Merchant A.T. (2005). Childhood obesity, prevalence and prevention. *Heart Views*, 6(3): 74-82.
- Din-Dzietham R., Liu Y., Bielo M.V. & Shamsa F. (2007). High blood pressure trends in children and adolescents in national surveys, 1963 to 2002. *Circulation*, 25, 116(13): 1488–96.

- Δούδα Ε., Αναγνωστοπούλου Ν.Π., Χριστόδουλος Α., Λαπαρίδης Κ.Σ. & Τοκμακίδης Σ.Π. (2009). Επιδημιολογία της παχυσαρκίας, διατροφικές συνήθειες και φυσική δραστηριότητα σε εφηβικό πληθυσμό από την Ανατολική Μακεδονία και Θράκη. *Καρδιά & Αγγεία*, 14(4): 295-302.
- Ebbeling C., Pawlak D. & Ludwig D. (2002). Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet*, 360 (9331): 473-82.
- Edefonti A. (2002). Hypertension: epidemiology and clinical approach. *Pediatric Medicine Chir*, 24(2):130-131.
- Eisenmann J.C., Wickel E.E., Welk G.J. & Blair S.N. (2005). Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factor in adulthood: the Aerobic Center Longitudinal Study (ACLS), *American Heart Journal*, 149(1): 46-53.
- Eriksson J., Forsen T., Tuomilehto J., Winter P., Osmond C. & Barker D. (1999). Catch-up growth in childhood and death from coronary heart disease: longitudinal study. *British Medical Journal*, 318: 427-431
- ΕΥΦΙC - Ευρωπαϊκό Συμβούλιο Πληροφόρησης για τα Τρόφιμα (2010). Ενθαρρύνοντας τα μικρά παιδιά να καταναλώνουν διαφορετικά λαχανικά. *Food Today*, 72: 5-6.
- Falkner B. (2008). Children and adolescents with obesity-associated high blood pressure. *Journal of the American Society of Hypertension*, 2(4): 267–274.
- Falkner B., Hulman S., Tannerbaum J. & Kushner H. (1990). Insulin resistance and blood pressure in young black men. *Hypertension*, 16: 706-711.
- Farpour-Lambert N., Aggoun Y., Marchand L., Martin X., Herrmann F. & Beghetti M. (2009). Physical Activity Reduces Systemic Blood Pressure and Improves Early Markers of Atherosclerosis in Pre-Pubertal Obese Children. *Journal of the American College of Cardiology*, 54: 2396-2406.
- Ferraro S., Perrone-Filardi P., Desiderio A., Betocchi S., D'Alto M., Liguori L., Trimigliozzi P., Turco S. & Chiariello M. (1996) Left ventricular systolic and diastolic function in severe obesity: a radionuclide study. *Cardiology*, 87: 347-353.
- Fixier D.E., Laird W.P., Browne R., Fitzgerald V., Wilson S. & Vance R. (1979). Response of hypertensive adolescents to dynamic and isometric exercise stress. *Pediatrics*, 64: 579–583.

- Flegal K.M., Carroll M.D., Ogden C.L. & Johnson C.L. (2002). Prevalence and trends in obesity among US adults. *The Journal of the American Medical Association*, 288: 1723-1727.
- Flouris A., Bouziotas C., Christodoulos A.D. & Koutedakis Y. (2008). Longitudinal preventive-screening cutoffs for metabolic syndrome in adolescents. *International Journal of Obesity*, 32: 1506-1512.
- Fogelholm M., Stallknecht R. & VanBaak M. (2006). ECSS position statement: Exercise and Obesity. *European Journal of Sport Science*, 6(1): 15-24.
- Freedman D., Dietz W., Srinivasan S. & Berenson G. (1999). The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*, 103: 1175-1182.
- Freedman D.S., Serdula M.K., Srinivasan S.R. & Berenson G.S. (1999b). Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 69: 308-317.
- Flodmark C.E., Sveger T. & Nilsson-Ehle P. (1994). Waist measurement correlates to a potentially atherogenic lipoprotein profile in obese 12–14-year-old children. *Acta Paediatrica*, 83: 941-945.
- Forbes G.B., Welle S.L. (1983). Lean body mass in obesity. *International Journal of Obesity*, 7: 99–107.
- Garcia E.A., Newhouse S., Caulfield M.J. & Munroe P.B. (2003). Genes and hypertension. *Current Pharmaceutical Design*, 9: 1679 –1689.
- Gortmaker S., Dietz W., Sobol A. & Wehler C. (1987). Increasing pediatric obesity in the United States. *American Journal of Diseases of Children*, 141: 535-40.
- Goulding A., Jones I., Taylor R., Williams S. & Manning P. (2001). Bone mineral density and body composition in boys with distal forearm fractures: a dual-energy X-ray absorptiometry study. *Journal of Pediatrics*, 139: 509-515.
- Grassi G., Serravalle G., Cattaneo B.M., Bolla G.B., Lanfranchi A., Colombo M., Giannattasio C., Brunani A., Cavagnini F. & Mancia G. (1995). Sympathetic activation in obese normotensive subjects. *Hypertension*, 25: 560-563.

- Guerra S., Ribeiro J., Duarte J. & Mota J. (2002). Physical Activity and Blood Pressure Patterns: A Cross-Sectional Study on Portuguese School Children Aged 8 Through 13 Years Old. *Children's Health Care*, 31(2): 119-130.
- Guidelines for the Management of Arterial Hypertension (2007). *Journal of Hypertension*, 25: 1105-1187.
- Gutin B. & Owens S. (1999). Role of exercise intervention in improving body fat distribution and risk profile in children. *American Journal of Human Biology*, 11: 237-47.
- Guyton A.C. (1990). *Human Physiology and Mechanisms of Disease*, Philadelphia: W.B. Saunders Company.
- Hall J.E. & Louis K. (1994). Renal and cardiovascular mechanisms of hypertension in obesity. *Hypertension*, 23: 381-394.
- Haffner S.M., Mitchell B.D., Hazuda H.P., Stern M.P. (1991). Greater influence of central distribution of adipose tissue on incidence of non-insulindependent diabetes in women than men. *American Journal of Clinical Nutrition*, 53: 1312-1317.
- Hamet P., Pausova Z., Adarichev V., Adaricheva K. & Tremblay J. (1998). Hypertension: genes and environment. *Journal of Hypertension*, 16: 397-418.
- Hanley A.J.G., Harris S.B., Gittelsohn J., Wolever T.M.S., Saksvig B. & Zinman B. (2000). Overweight Among Children and Adolescents in a Native Canadian Community: Prevalence and Associated Factors. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 71, 693-700.
- Harrison G., Buskirk E., Carter L., Johnston F.E., Lohman T.G., Pollock M.L., Roche A.F. & Wilmore J. (1988). *Skinfold Thicknesses and Measurement Technique*. In: Lohman T.G., Roche F.A., Martorell R. (Eds), *Anthropometric Standardization Reference Manual*, (pp. 55-70), Champaign, IL: *Human Kinetics*.
- Hassink S.G., Zapalla F., Falini L. & Datto G. (2008). Exercise and the obese child, *Progress in Pediatric Cardiology*, 25: 153-157.
- Hu G., Tuomilehto J., Silventoinen K., Barengo N. & Jousilahti P. (2004). Joint effects of physical activity, body mass index, waist circumference and waist-to-hip ratio with the risk of cardiovascular disease among middle-aged Finnish men and women. *European Heart Journal*, 25: 2212-2219.

- Huerta S., Klunder M., Cruz L. & Santos J. (2009). Increase in Body Mass Index and Waist Circumference Is Associated with High Blood Pressure in Children and Adolescents in Mexico City. *Archives of Medical Research*, 40: 208-215.
- Hunt B.E., Davy K.P., Jones P.P., DeSouza C.A., Van Pelt R.E., Tanaka H. & Seals D.R. (1998). Role of central circulatory factors in the fat-free mass-maximal aerobic capacity relation across age. *American Journal of Physiology*, 275: 1178-1182.
- Invitti C., Maffeis C., Gilardini L., Pontiggia B., Mazzilli G., Girola A., Sartorio A., Morabito F. & Viberti G.C. (2006). Metabolic syndrome in obese Caucasian children: prevalence using WHO-derived criteria and association with nontraditional cardiovascular risk factors. *International Journal of Obesity*, 30(4): 627-33.
- Ippisch H.M. & Daniels S.R. (2008). Hypertension in overweight and obese children. *Progress in Pediatric Cardiology*, 25: 177-182.
- Katzmarzyk P.T., Srinivasan S.R., Chen W., Malina R.M., Bouchard C. & Berenson G.S. (2004). Body mass index, waist circumference, and clustering of cardiovascular disease risk factors in a biracial sample of children and adolescents. *Pediatrics*, 114: 198-205.
- Katzmarzyk P.T., Gagnon J., Leon A.S., Skinner J.S., Wilmore J.H., Rao D.C. & Bouchard C. (2001). Fitness, fatness, and estimated coronary heart disease risk: the HERITAGE Family Study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33 (4): 585-90.
- Knai C., Suhrcke M., Lobstein T. (2007). Obesity in Eastern Europe: An overview of its health and economic implications, *Economics and Human Biology*, 5: 392-408.
- Kokkinos P., Pittaras A., Manolis A., Panagiotakos D., Narayan P., Manjoros D., Amdur R.L. & Singh S. (2006). Exercise Capacity and 12-h Blood Pressure in Prehypertensive Men and Women. *American Journal of Hypertension*. 19: 251-258.
- Kordik C.P. & Reitz A.B. (1999). Pharmacological Treatment of Obesity: Therapeutic Strategies. *Journal of Medical Chemistry*, 42(2): 181-201.
- Κουρεμένου Χ. & Τσακίρης Α. (2004). Κνημοβραχιόνιος Δείκτης, ένας παραμελημένος χρήσιμος δείκτης. *Αρτηριακή Υπέρταση*, 13(3): 90-98.

- Κουρίδης Γ., Τορναρίτης Μ., Κουρίδης Χ., Σάββας Σ., Χατζηγεωργίου Χ. & Σιαμούνη Μ. (2000). Η παχυσαρκία σε παιδιά 11-12 ετών στην Κύπρο. Σημαντική αύξηση τα τελευταία 8 χρόνια. *Παιδιατρική*, 63: 137-144.
- Koutedakis Y., Bouziotas C., Flouris A.D. & Nelson P.N. (2005). Longitudinal modeling of adiposity in periadolescent Greek schoolchildren. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37:2070-2074.
- Krassas G.E., Tzotzas T., Tsametis C. & Konstantinidis T. (2001b). Prevalence and trends in overweight and obesity among children and adolescents in Thessaloniki, Greece. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism*, 14 (5): 1319-1326.
- Krauss R.M., Eckel R.H., Howard B., Appel L.J., Daniels S.R., Deckelbaum R.J., Erdman J.W., Kris-Etherton P., Goldberg I.J., Kotchen T.A., Lichtenstein A.H., Mitch W.E., Mullis R., Robinson K., Wylie-Rosett J., Jeor S., Suttie J., Tribble D.L. & Bazzarre T.L. (2000). AHA Dietary Guidelines: revision 2000: A statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation*, 102: 2284-2299.
- Κρίκος Ξ., Τσίφτης Γ., Χατζησυμεών Μ., Μανιάτη-Χρηστίδη Μ. & Δάκου-Βουτετάκη Α. (2004). Δείκτης μάζας σώματος (BMI) και ποσοστό παχυσαρκίας σε άτομα της ευρύτερης περιοχής Αθηνών, ηλικίας 0 - 18 ετών. *Δελτίο Α' Παιδιατρικής Κλινικής Πανεπιστημίου Αθηνών*, Αθήνα: Νοσοκομείο Παίδων "Αγία Σοφία".
- Kumanyika S. (1993). Ethnicity and obesity development in children. *Annals of New York Academy of Sciences*, 699: 81-92.
- Κώτσης Β., Παπακάτσικα Σ., Τρακατέλλη Χ. & Σταμπούλη Σ. (2009). Μηχανισμοί πρόκλησης υπέρτασης στην παχυσαρκία. *Αρτηριακή Υπέρταση*, 18(1): 11-23.
- Kotsis V., Siabouli S., Bouldin M., Low A., Toiimanidis S. & Zakopoulos N. (2005). Impact of obesity on 24-hour ambulatory blood pressure and hypertension. *Hypertension*, 45: 602-7.
- Lakka H.M., Lakka T.A., Tuomilehto J. & Salonen J.T. (2002). Abdominal obesity is associated with increased risk of acute coronary events in men. *European Heart Journal*, 23 (9): 687-689.
- Lambert N., Aggoun Y., Marchand L., Martin X.E., Herrmann F.R. & Beghetti M. (2009). Physical Activity Reduces Systemic Blood Pressure and Improves Early Markers of

- Atherosclerosis in Pre-Pubertal Obese Children. *Journal of the American College of Cardiology*, 54(25): 2396-406.
- Lande M.B., Kaczorowski J.M., Auinger P., Schwartz G.J. & Weitzman M. (2003). Elevated blood pressure and decreased cognitive function among school-age children and adolescents in the United States. *Journal of Pediatrics*, 143(6): 720-4.
- Landsberg L., Krieger D.R. (1989). Obesity, metabolism, and the sympathetic nervous system. *The American Journal of Hypertension*, 2: 1255-1325.
- Lauer R.M. & Clarke W.R. (1989). Childhood risk factors for high adult blood pressure: the Muscatine Study. *Pediatrics*, 84: 633-41.
- Lee Y.H., Song Y.W., Kim H.S., Lee S.Y., Jeong H.S., Suh H.S., Park J.K., Jung J.W., Kim N.S., Noh C.I. & Hong Y.M. (2010). The Effects of an Exercise Program on Anthropometric, Metabolic, and Cardiovascular Parameters in Obese Children. *Korean Circulation Journal*, 40: 179-184.
- Leger L. (1991). Measure et estimation de la composition corporelle: masse grasse, masse maigre. *Association des Cardes Techniques du Sport de Haut Niveau Guadeloupeen*, 47-68.
- Lever A.F. & Swales J.D. (1994). *Investigating the hypertensive patient: an overview*. In: Swales J.D. (Eds). *Textbook of hypertension (pp. 1026-30)*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Licata G., Scaglione R., Paterna S., Parrinello G., Indovina A., Dichiaro M.A., Alaimo G. & Merlino G. (1992) Left ventricular function response to exercise in normotensive obese subjects: influence of degree and duration of obesity. *The International Journal of Cardiology*, 37:223-230.
- Lissau I., Overpeck M.D., Ruan W.J., Due P., Holstein B.E. Hediger M.L. & The Health Behaviour in School-aged Children Obesity Working Group. (2004). Body mass index and overweight in adolescents in 13 European countries, Israel, and the United States. *Archives of Pediatric & Adolescent Medicine*, 158 (1): 27-33.
- Lifton R.P. (1996). Molecular genetics of human blood pressure variation. *Science*, 272: 676-680.

- Lithell H., McKeigue M., Berglund L., Mohsen R., Lithell U. & Leon D. (1996). Relation of size at birth to non-insulin dependent diabetes and insulin concentrations in men 50-60 years. *British Medical Journal*, 312: 406-410.
- Luckstead E.F. (2002). Cardiac risk factors and participation guidelines for youth sports. *Pediatric Clinics of North America*, 49(4): 681-707.
- Lurbe E. & Rodicio J.L. (2004). Hypertension in children and adolescents. *Journal of Hypertension*, 22(7): 1423-5.
- Maffeis C., Pietrobelli A., Grezzani A., Provera S. & Tato L. (2001). Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obesity Research*, 9: 179-187.
- Magkos F., Manios Y., Christakis G. & Kafatos A.G. (2005). Secular trends in cardiovascular risk factors among school-aged boys from Crete, Greece, 1982-2002. *European Journal of Clinical Nutrition*, 59(1): 1-7.
- Mahoney L.T., Clarke W.R., Burns T.L. & Lauer R.M. (1991). Childhood predictors of high blood pressure. *American Journal of Hypertension*, 4: 608S-610S.
- Mamalakis G., Kafatos A., Manios Y., Anagnostopoulou T. & Apostolaki I. (2000). Obesity indices in a cohort of primary school children in Crete: a six year prospective study. *International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders*, 24(6): 765-771.
- Mancia G., Bousquet P., Elghozi J.L., Esler M., Grassi G., Julius S., Reid J. & Van Zwieten P.A. (2007). The sympathetic nervous system and the metabolic syndrome. *Journal of Hypertension*, 25(5): 909-20.
- Manios Y., Yiannakouris N., Papoutsakis C., Moschonis G., Magkos F., Skenderi K. & Zampelas A. (2004). Behavioral and physiological indices related to BMI in a cohort of primary schoolchildren in Greece. *American Journal of Human Biology*, 16(6): 639-647.
- Manios Y., Moschandreas J., Hatzis C. & Kafatos A. (2002). Health and nutrition education in primary schools of Crete: changes in chronic disease risk factors following a 6-year intervention program. *British Journal of Nutrition*, 88: 315-324.

- Manios Y., Kafatos A. & Codrington C. (1999). Gender differences in physical activity and physical fitness in young children in Crete. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 39: 24-30.
- Morricone L., Malavazos A.E., Coman C., Donati C., Hassan T. & Caviezel F. (2002) Echocardiographic abnormalities in normotensive obese patients: relationship with visceral fat. *Obesity Research*, 10: 489-498.
- Maron B.J. & Zipes D.P. (2005). Eligibility recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities. *Journal of American College of Cardiology*, 45(8): 1318-1321.
- Messerli F.H., Ventura H.O., Reisin E., Dreslinski G.R., Dunn F.G., Mac-Phee A.A. & Frohlich E.D. (1982) Borderline hypertension and obesity: two prehypertensive states with elevated cardiac output. *Circulation*, 66: 55-60.
- Matsuoka S. & Awazu M. (2004). Masked hypertension in children and young adults. *Pediatric Nephrology*, 19(6): 651-4.
- Mayet J. & Hughes A. (2003). Cardiac and vascular patho-physiology in hypertension. *Heart*, 89: 1104-1109.
- Maffulli N., Greco R., Greco L. & D'Alterio D. (1994). Treadmill exercise test in Neopolitan children and adolescents. *Acta Paediatrica*. 83: 106-12.
- Melanson K.J., McInnis K.J., Rippe J.M., Blackburn G. & Wilson P.F. (2001). Obesity and cardiovascular disease risk: research update. *Journal of Cardiology Reviews*, 9: 202–207.
- Myers J., Buchanan B.S.N., Walsh D., Kraemer M., McAuley P., Hamilton-Wessler M. & Froelicher V.F. (1991). Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *Journal of American College of Cardiology*, 17: 1334-42.
- Meyer A.A., Kundt G., Lenschow U., Schuff-Werner P. & Kienast W. (2006). Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. *Journal of the American College of Cardiology*, 48: 1865-70.
- McMurray R.G. & Ondrak K.S. (2011). Effects of being overweight on ventilatory dynamics of youth at rest and during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 111: 285-292.

- Mikchail N., Gulob M.S. & Tuck M. (1999). Obesity and Hypertension. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 42(1): 39-58.
- Milnor W.R. (1989). *Hemodynamics*, 2nd ed. Baltimore: Williams & Williams.
- Moreno L.A., Pineda I., Rodriguez G., Fleta J., Sarria A. & Bueno M. (2002). Waist circumference for the screening of the metabolic syndrome in children. *Acta Paediatrica*, 91: 1307-1312.
- Muscelli E., Camastra S., Catalano C., Galvan A.Q., Ciociaro D., Baldi S. & Ferrannini E. (1997). Metabolic and cardiovascular assessment in moderate obesity: effect of weight loss. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 82: 2937-2943.
- Nassis G., Psarra G. & Sidossis L.S. (2005). Central and Total adiposity are lower in overweight and obese children with high cardio respiratory fitness: *European Journal of Clinical Nutrition*, 59: 137-141.
- National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents (2004). The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*, 2(114): S555-76.
- National Institutes of Health (1998). Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity and adults: the evidence report. *Obesity Research*, 2 (suppl 6): 51S-209S.
- Padilla-Moledo C., Castro-Pinero J., Ortega F.B., Mora J., Marquez S., Sjostrom M. & Ruiz J.R. (2011). Positive health, cardiorespiratory fitness and fatness in children and adolescents. *European Journal of Public Health*, 1-5.
- Papadopoulou-Alataki E., Papadopoulou-Legbelou K., Doukas L., Karatzidou K., Pavlitou-Tsiontsi A. & Pagkalos E. (2004). Clinical and biochemical manifestations of syndrome X in obese children. *European Journal of Pediatrics*, 163: 573-579.
- Peterson L.R., Waggoner A.D., Schechtman K.B., Meyer T., Gropler R.J., Barzilai B. & Davila-Roman V.G. (2004). Alterations in left ventricular structure and function in young healthy obese women: assessment by echocardiography and tissue Doppler imaging. *Journal of American College of Cardiology*, 43:1399-1404.
- Poehlman E.T. (1989). A review: exercise and its influence on resting energy metabolism in man. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 21(4): 515-525.

- Poskitt W. (1995). Defining childhood obesity: the relative body mass index (BMI). *Acta Pediatrics*, 84: 961-963.
- Powell B.D., RedWeld M.M., Bybee K.A., Freeman W.K. & Rihal C.S. (2006). Association of obesity with left ventricular remodeling and diastolic dysfunction in patients without coronary artery disease. *The American Journal of Cardiology*, 98:116-120.
- Power C., Lake J.K. & Cole T.J. (1997). Measurement and long-term health risks of children and adolescent fatness. *International Journal of Obesity*, 12: 445-453.
- Pouliot M.C., Despres J.P., Lemieux S., Moorjani S., Bouchard C., Tremblay A., Nadeau A. & Lupien P.J. (1994). Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *The American Journal of Cardiology*, 73: 460-468.
- Reinehr T. & Andler W. (2004). Changes in the atherogenic risk factor profile according to degree of weight loss. *Archives of Disease in Childhood*, 89: 419-422.
- Reich A., Muller G., Gelbrich G., Deutscher K., Godicke R. & Kiess W. (2003). Obesity and blood pressure: results from the examination of 2365 schoolchildren in Germany. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 27(12): 1459-64.
- Rexrode K.M., Carey V.J., Hennekens C.H., Walters E.E., Colditz G.A., Stampfer M.J., Willet W.C. & Manson J.E. (1998). Abdominal adiposity and coronary heart disease in women. *The Journal of the American Medical Association*, 280: 1843-1848.
- Rigby N. & James P. (2003). Obesity in Europe-2. International Obesity TaskForce position paper. <http://www.ietf.org/media/euobesity.pdf>
- Riopel D.A., Taylor A.B., Hohn A.R. (1979). Blood pressure, heart rate, pressure-rate product and electrocardiographic changes in health children during treadmill exercise. *American Journal of Cardiology*, 44: 697-704.
- Rizzo N.S., Ruiz J.R., Hurtig-Wennlöf A., Ortega F.B. & Sjöström M. (2007). Relationship of physical activity, fitness, and fatness with clustered metabolic risk

in children and adolescents: the European youth heart study. *J Pediatr*, 150(4): 388-94.

Robertson, R.J., F.L., Goss, N.F., Boer, J.A., Peoples, A.J., Foreman, I.M., Dabayeb, N.B., Millich, G., Balasekaran, S.E., Riechman, J.D., Gallagher, & T. Thompkins. (2000). Children's OMNI Scale of Perceived Exertion: mixed gender and race validation. *Medicine and Science Sports and Exercise*, 32(3): 452-458.

Rocchini A.P., Yang J.Q., Gokee A. (2004). Hypertension and insulin resistance are not directly related in obese dogs. *Hypertension*, 43: 1011-1016.

Ross R. & Janssen I. (2001). Physical activity, total and regional obesity: dose-response considerations. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6): S521-S527.

Rowland T.W. (2007) Effect of obesity on cardiac function in children and adolescents: a review. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6: 319-326.

Rowland T., Bhargava R., Parslow D. & Heptulla R.A. (2003). Cardiac response to progressive cycle exercise in moderately obese adolescent females. *Journal of Adolescent Health*, 32: 422-427.

Sääkslahti A., Numminen P., Varstala V., Helenius H., Tammi A., Viikari J. & Välimäki I. (2004). Physical activity as a preventive measure for coronary heart disease risk factors in early childhood. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 14(3): 143-149.

Σάββας Σ.Χ., Τορναρίτης Μ., Χατζηγεωργίου Χ., Κουρίδης Γ., Σιαμούνη Μ. & Επιφανίου Σ. (1999). Αυξημένη συχνότητα πολλαπλών προδιαθεσικών παραγόντων καρδιαγγειακών νοσημάτων σε παιδιά ηλικίας 11-12 ετών στην Κύπρο. *Παιδιατρική*, 62: 468-473.

Σάββα Σ.Χ., Χατζηγεωργίου Χ., Κουρίδης Γ., Σιαμούνη Μ. & Τορναρίτης Μ. (2004). Αυξημένη περίμετρος μέσης και ανίχνευση παιδιών με παθολογικές τιμές λιπιδίων αίματος και αρτηριακής πίεσης. *Παιδιατρική Ενημέρωση*, 8: 34-40.

Sallis F.J., Prochaska J.J., & Taylor C.W. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(5): 963-975.

- Sallis J.F., McKenzie T.L., Kolody B., Lewis M., Marshall S. & Rosengard P. (1999). Effects of health-related physical education on academic achievement: project SPARK. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70 (2): 127-34.
- Salvadori A., Fanari P., Fontana M., Buontempi L., Saezza A., Baudo S., Miserochi G. & Longhini E. (1999). Oxygen uptake and cardiac performance in obese and normal subjects during exercise. *Respiration*, 66: 25-33.
- Sasso F.C., Carbonara O., Nasti R., Marfella R., Esposito K., Rambaldi P., Mansi L., Salvatore T., Torella R. & Cozzolino D. (2005). Effects of insulin on left ventricular function during dynamic exercise in overweight and obese subjects. *Eur Heart J*, 26: 1205-1212.
- Savva S.C., Kourides Y., Tornaritis M., Epiphaniou-Savva M., Chsdjigeorgiou C. & Kafatos A. (2002). Obesity in Children and Adolescents in Cyprus. Prevalence and Predisposing Factors. *International Journal of Obesity*, 26: 1036-1045.
- Savva S.C., Tornaritis M., Epiphaniou-Savva M., Kourides Y., Panagi A., Silikiotou N., Georgiou C. & Kafatos A. (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: 1453-1458.
- Savgan-Gurol E., Bredella M., Russell M., Mendes N., Klibanski A., Misra M. (2010). Waist to hip ratio and trunk to extremity fat (DXA) are better surrogates for IMCL and for visceral fat respectively than for subcutaneous fat in adolescent girls. *Nutrition & Metabolism*, 7:86.
- Sawada S., Tanaka H., Funakoshi M., Shindo M., Kono S. & Ishiko T. (1993). Five year prospective study on blood pressure and maximal oxygen uptake. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 20: 483-487.
- Schieken R.M., Clarke W.R. & Lauer R.M. (1983). The cardiovascular responses to exercise in children across the blood pressure distribution. *Hypertension*, 5:71-78.
- Sinha R., Fisch G., Teague B., Tamborlane W., Banyas B., Allen K., Saroye M., Rieger V., Taksali S., Barbetta G., Ssherwin R. & Caprio S. (2002). Prevalence of Impaired Glucose Tolerance among Children and Adolescents with Marked Obesity. *The New England Journal of Medicine*, 346: 802-810.

- Slaughter M., Lohman T., Boileau R., Horswill C., Stillman R., Van Loan M. & Bembien D. (1988). Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biology*, 60: 709-723.
- Sorof J.M., Lai D., Turner J., Poffenbarger T. & Portman R.J. (2004). Overweight, ethnicity, and the prevalence of hypertension in school-aged children. *Pediatrics*, 113(3): 475-82.
- Sothorn M.S. (2001). Childhood and adolescent obesity: exercise as a modality in the treatment of childhood obesity. *Pediatric Clinics of North America*, 48(4):995-1015.
- Stabouli S., Kotsis V., Papamichael C., Constantopoulos A. & Zakopoulos N. (2005). Adolescent obesity is associated with high ambulatory blood pressure and increased carotid intimal media thickness. *The Journal of Pediatrics*, 147: 651-656.
- Stamler R., Stamler J., Riedlinger W.F., Algera G. & Roberts R.H. (1978). Weight and blood pressure. Findings in hypertension screening of 1 million Americans. *The Journal of the American Medical Association*, 240: 1607-1610.
- Steinberger J. & Daniels S.R. (2003). Obesity, Insulin Resistance, Diabetes, and Cardiovascular Risk in Children. *Circulation*, 107: 1448-1453.
- Stepniakowski K.T., Goodfriend T.L. & Egan B.M. (1995). Fatty acids enhance vascular adrenergic sensitivity. *Hypertension*, 25: 774-778.
- Strong W.B., Malina R.M., Blimke C.J., Daniels S.R., Dishman R.K., Gutin B., Hergenroeder A.C., Must A., Nixon P.A., Pivarnik J.M., Rowland T., Trost S., Trudeau F. (2005). Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of Pediatrics*, 146, 732 – 737.
- Stunkard A.J. (1996). Current views on obesity. *American Journal of Medicine*, 100: 230-236.
- Swain D.B. & Leutholtz B.C. (2007). *Exercise Prescription: A case study approach to the ACSM Guidelines*, 2nd Edition, Human Kinetics, Inc.
- Tambalis K.D., Panagiotakos D.B., Kavouras S.A., Kallistratos A.A., Moraiti I.P., Douvis S.J., Toutouzas P.K. & Sidossis L.S. (2009). Eleven-year Prevalence Trends of Obesity in Greek Children: First Evidence that Prevalence of Obesity Is Leveling Off. *Obesity*, 18, 161-166.

- Task Force on Blood Pressure Control in Children (1987). Report of the Second Task Force on Blood Pressure Control in Children. *Pediatrics*, 79: 1-25.
- Teixera P.J., Sardinha L.B., Going S.B. & Lohman T.G. (2001). Total and regional fat and serum cardiovascular disease risk factors in lean and obese children and adolescents. *Obesity Research*, 9: 432-442.
- Tokmakidis S.P., Kasambalis A., & Christodoulos A.D. (2006). Fitness levels of Greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *European Journal of Pediatrics*, 165 (12): 867-874.
- Troiano R.P. & Flegal K.M. (1998). Overweight Children and Adolescents: Description, Epidemiology and Demographics. *Pediatrics*, 101: 497-504.
- Trost S.G., Kerr L.M., Ward D.S. & Pate R.R. (2001). Physical activity and determinants of physical activity in obese and non-obese children. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, 25: 822-829.
- Yalcin B.M., Sahin E.M. & Yalcin E. (2005). Which anthropometric measurements is most closely related to elevated blood pressure? *Family Practice*, 22(5): 541-547.
- Wang C., Su Y, & Hsieh K. (2008). Reference Values of Brachial-Ankle Pulse Wave Velocity in Children. *Pediatric Cardiology*, 24: 35-38.
- Wang Y. & Lobstein T. (2006). Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *International Journal of Pediatric Obesity*, 1: 11-25.
- Wang Y. & Wang J.Q. (2002). A comparison of international references for the assessment of child and adolescent overweight and obesity in different populations. *European Journal of Clinical Nutrition*, 56: 973-982.
- Washington R.L., Bricker J.T., Alpert B.S., Daniels S.R., Deckelbaum R.J., Fisher E.A., Gidding S.S., Isabel-Jones J., Kavey R.E. & Marx GR (1994). Guidelines for exercise testing in the pediatric age group. From the Committee on Atherosclerosis and Hypertension in Children, Council on Cardiovascular Disease in the Young, the American Heart Association, *Circulation*, 90: 2166-2179.
- Watts K., Beye P. & Siafarikas A. (2004). Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. *Journal of the American College of Cardiology*, 43: 1823-7.

- Weidmann P., DeCourten M. & Bohlen L. (1993). Insulin resistance, hyperinsulinaemia and hypertension. *Journal of Hypertension*, 11(5): S27-S38.
- Weiss R., Dziura J., Burgert T.S., Tamborlane W.V., Taksali S.E, Yeckel C.W., Allen K., Lope M., Savoye M., Morrison, J., Sherwin R. S. & Capri S. (2004). Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *The New England Journal of Medicine*, 350; 2362-74.
- World Health Organization (2004). *Young People Health in Context - Health Behavior in School-Age Children Study*, Denmark.
- Williams P.T. (2008). Vigorous exercise, fitness and incident hypertension, high cholesterol, and diabetes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 40:998-1006.
- Yanovski J. & Yanovski S. (1999). Recent advances in basic obesity research, *The Journal of the American Medical Association*, 282: 1504-1506.
- Yarbrough D., Barrett-Connor E., Kritiz-Silverstein D. & Wingard D. (1998). Birth weight, adult weight, and girth as predictors of the metabolic syndrome in postmenopausal women. *Diabetes Care*, 21:1652-1658.
- Yamborisut U., Sakamoto N., Wimonpeerapattana W. & Tontisirin K. (2010). Waist circumference and body fat distribution. indexes as screening tools for the overweight and obesity in Thai preschool children. *Obesity Research & Clinical Practice*, 4: 307-314.
- Yun H.L., Young W.S., Hae S.K., Sun Y.L., Hee S.J., Sang-Hoon S., Jin Kyoung P., Jo Won J., Nam S.K., Chung N. & Young M.H. (2010). The Effects of an Exercise Program on Anthropometric, Metabolic, and Cardiovascular Parameters in Obese Children. *Pediatrics, School of Medicine. Korean Society of Cardiology*, 179-184.
- Unnithan V.B., Baynard T., Potter C.R., Barker P., HeVernan K.S., Kelly E., Yates G. & Fernhall B. (2007) An exploratory study of cardiac function and oxygen uptake during cycle ergometry in overweight children. *Obesity*, 15: 2673-2682.
- Χριστόδουλος Α., Τοκμακίδης Σ., Δούδα Ε., Τοσούλης Δ. & Γκίκα Ε. (2008). Τεκμηριωμένοι και νεότεροι παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου στην παιδική ηλικία. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 25: 1-9.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ



Παράρτημα Ι

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Εργαστήριο Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Φυσιολογίας της Άσκησης
Διευθυντής Εργαστηρίου: Σάββας Τοκμακίδης, Καθηγητής
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ελένη Δούδα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Υπεύθυνος Μετρήσεων: Ορέστης Αντωνιάδης, Μεταπτυχιακός Φοιτητής

ΚΩΔΙΚΟΣ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΓΟΝΕΑ ΓΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΑΙΔΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ

Αγαπητοί γονείς /κηδεμόνες,

Πληθώρα μελετών αποδεικνύουν ότι η συχνότητα της παχυσαρκίας αυξάνεται σημαντικά στις ανεπτυγμένες χώρες τόσο στους ενήλικες (Flegal et al., 2002) όσο και στα παιδιά (Troiano et al, 1998, Chinn et al., 1998, Hanley et al., 2000). Το πρόβλημα της παχυσαρκίας φτάνει πλέον τα επίπεδα επιδημίας και στην Κύπρο όπου πρόσφατες έρευνες έδειξαν ότι το ποσοστό υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών ήταν 24.9% στα αγόρια και 21.1% στα κορίτσια (Lazarou et al., 2010) και τα παιδιά με αυξημένη περιφέρεια μέσης παρουσίασαν 3-4 φορές πιο συχνά αυξημένη αρτηριακή πίεση σε σχέση με τα παιδιά με κανονική περιφέρεια μέσης (Savva et al., 2004). Η παχυσαρκία είναι το πιο κοινό αίτιο της αυξημένης αρτηριακής πίεσης (Ippisch & Daniels, 2008) κατά την παιδική ηλικία και σχετίζεται επίσης με δυσλιπιδαιμία, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 2 και μακροχρόνια με αθηροσκλήρωση και καρδιαγγειακά προβλήματα.. Για την καλύτερη αντιμετώπιση της παχυσαρκίας προτείνεται ο συνδυασμός άσκησης και δίαιτας με ταυτόχρονη αλλαγή στον τρόπο ζωής και στις διατροφικές συνήθειες.

Το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, με την έγκριση του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου Κύπρου πραγματοποιεί έρευνα με θέμα «Επίδραση ενός πρωτοκόλλου αερόβιας άσκησης στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά και στη σύσταση σώματος υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών» που σκοπό έχει:

α) την αξιολόγηση των δεικτών παχυσαρκίας (δείκτης BMI, δείκτης WHR, περιφέρεια μέσης, κοιλιάς, ισχίου) και της σύστασης σώματος (% σωματικό λίπος, άλιπη μάζα, μάζα λίπους)

β) τη μελέτη της επίδρασης ενός πρωτοκόλλου αερόβιας άσκησης στην αρτηριακή πίεση και στην καρδιακή συχνότητα παιδιών ηλικίας 11-12 ετών.

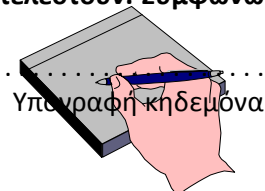
Το παιδί σας θα εκτελέσει ένα πρωτόκολλο με περπάτημα και τρέξιμο στο δαπεδοεργόμετρο. Η ένταση της άσκησης θα είναι στην αρχή πολύ ήπια (περπάτημα στα 4 km) και στη συνέχεια θα αυξάνει προοδευτικά (5.6 km και 8 km), ανάλογα με τη φυσική του κατάσταση. Σε κάθε στάδιο θα γίνεται μέτρηση της αρτηριακής του πίεσης και της καρδιακής συχνότητας. Μπορεί να σταματήσουμε την άσκηση αν έχουμε ενδείξεις κόπωσης ή μπορεί το ίδιο το παιδί να σταματήσει μόνο του οποιαδήποτε στιγμή αισθανθεί κόπωση ή ενόχληση. Σας ενημερώνουμε ότι μια τέτοια μέτρηση προσδιορίζει τη φυσική του κατάσταση, η οποία είναι πολύτιμη για την υγεία του. Το ιστορικό του παιδιού σας καθώς και όλες οι προσωπικές του πληροφορίες που θα προκύψουν, δε θα γνωστοποιηθούν και θα παραμείνουν απόρρητες, όπως προνοείται από τις διατάξεις της Εθνικής Επιτροπής Βιοηθικής Κύπρου. Το κάθε παιδί θα αναγνωρίζεται μόνον από έναν κωδικό αριθμό και δεν θα δηλωθεί η προσωπική του ταυτότητα σε καμία δημοσίευση σχετική με τη μελέτη.

Έχοντας διαβάσει τα παραπάνω, αν ακόμη έχετε κάποιες αμφιβολίες ή ερωτήσεις, μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από την ερευνητική διαδικασία. Θα μας βρείτε πάντα πρόθυμους να σας δώσουμε πρόσθετες εξηγήσεις (Υπεύθυνος επικοινωνίας: Ορέστης Αντωνιάδης, τηλ. 99 - 588081).

Γνωρίζοντας ότι το παιδί σας δεν έχει κάποιο πρόβλημα υγείας το οποίο δεν του επιτρέπει να γυμνάζεται, ζητούμε την άδειά σας για την εθελοντική συμμετοχή του στην έρευνα.

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα εκτελεστούν. Συμφωνώ να συμμετέχει το παιδί μου στην παραπάνω έρευνα.

.....
Ονοματεπώνυμο παιδιού



.....
Υπογραφή κηδεμόνα

Ημερομηνία:

Παράρτημα II



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Εργαστήριο Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Φυσιολογίας της Άσκησης
Διευθυντής Εργαστηρίου: Σάββας Τοκμακίδης, Καθηγητής
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ελένη Δούδα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Υπεύθυνος Μετρήσεων: Ορέστης Αντωνιάδης, Μεταπτυχιακός Φοιτητής

ΚΩΔΙΚΟΣ

ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΡΤΕΛΑ ΠΑΙΔΙΟΥ - ΣΧΟΛΕΙΟ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ: / /

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: / /

ΣΧΟΛΕΙΟ:

ΤΑΞΗ :

ΑΘΛΗΜΑ:

ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ :

Τηλέφωνο Οικίας:

Κινητό τηλέφωνο:

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	
Σωματικό Βάρος (kg)	
Ύψος από όρθια θέση (cm)	
Συστολική πίεση (mmHg) ηρεμίας	
Διαστολική πίεση (mmHg) ηρεμίας	
HR ηρεμίας (b/min)	

Δείκτης BMI (kg/m²) =

Παράρτημα III



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Εργαστήριο Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Φυσιολογίας της Άσκησης
Διευθυντής Εργαστηρίου: Σάββας Τοκμακίδης, Καθηγητής
Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Ελένη Δούδα, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια
Υπεύθυνος Μετρήσεων: Ορέστης Αντωνιάδης, Μεταπτυχιακός Φοιτητής

ΚΩΔΙΚΟΣ

ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΡΤΕΛΑ ΠΑΙΔΙΟΥ - ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΓΕΝΝΗΣΗΣ: / /

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 1^{ης} ΜΕΤΡΗΣΗΣ: / / ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 2^{ης} ΜΕΤΡΗΣΗΣ: / /

ΑΘΛΗΜΑ:

ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ :

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ
ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
Σωματικό Βάρος (kg)		
Ύψος από όρθια θέση (cm)		
Δερματοπτυχή Τρικέφαλου (mm)		
Δερματοπτυχή Γαστροκνημίου (mm)		
Περιφέρεια μέσης (cm)		
Περιφέρεια κοιλιάς (cm)		
Περιφέρεια ισχίου (cm)		
Προσθιοπίσθια διάμετρος κοιλιάς (cm)		
Φυσική Δραστηριότητα		
Βήματα / km / Kcal	/ /	/ /

ΑΙΜΟΔΥΝΑΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ		
ΗΡΕΜΙΑ 5 min σε καθιστή θέση	1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ

	Δεξί χέρι	Αριστερό χέρι	Δεξί χέρι	Αριστερό χέρι
Συστολική πίεση (mmHg) ηρεμίας				
Διαστολική πίεση (mmHg) ηρεμίας				
HR ηρεμίας (b/min)				
	Δεξί πόδι	Αριστερό πόδι	Δεξί πόδι	Αριστερό πόδι
Συστολική πίεση (mmHg) ηρεμίας				
Διαστολική πίεση (mmHg) ηρεμίας				
HR ηρεμίας (b/min)				

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΣΤΟΝ ΕΡΓΟΔΙΑΔΡΟΜΟ

4 km (10 min)	1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ
Συστολική πίεση (mmHg)		
Διαστολική πίεση (mmHg)		
HR (b/min)		
OMNI Scale (No)		
5.6 km (10 min)	1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ
Συστολική πίεση (mmHg)		
Διαστολική πίεση (mmHg)		
HR ηρεμίας (b/min)		
OMNI Scale (No)		
8 km (10 min)	1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ
Συστολική πίεση (mmHg)		
Διαστολική πίεση (mmHg)		
HR (b/min)		
ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ (min)		
OMNI Scale (No)		
Αποκατάσταση στο 3 ^ο λεπτό	1 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ	2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ
Συστολική πίεση (mmHg)		
Διαστολική πίεση (mmHg)		
HR (b/min)		
ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΑΣΚΗΣΗΣ (min):		

Παράρτημα IV

ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ ΑΝΤΙΛΗΨΗ ΤΗΣ ΚΟΠΩΣΗΣ

(Children's OMNI Scale of Perceived Exertion: walking/running)

