

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ORIGINAL PAPER

**Παράγοντες που επηρεάζουν
την καρδιαγγειακή λειτουργία υπέρβαρων/
παχύσαρκων παιδιών ηλικίας 9–14 ετών**

ΣΚΟΠΟΣ Εξέταση των παραγόντων που επηρεάζουν την καρδιαγγειακή λειτουργία υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών προεφηβικής και εφηβικής ηλικίας. ΥΛΙΚΟ-ΜΕΘΟΔΟΣ Στη μελέτη συμμετείχαν 1.397 παιδιά, ηλικίας 9–14 ετών, κλινικά υγιή, που ταξινομήθηκαν σε υποομάδες ανάλογα με το φύλο (αγόρια: n=728, κορίτσια: n=669), την ηλικία (9–10 ετών: n=499, 11–12 ετών: n=408, 13–14 ετών: n=490), την κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά: n=1.169, προϋπέρταση: n=101, στάδιο I: n=96, στάδιο II: n=31) και το βαθμό παχυσαρκίας (νορμοβαρή: n=984, υπέρβαρα: n=280, παχύσαρκα: n=133). Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, ύψος από όρθια θέση), στην αρτηριακή πίεση (συστολική, διαστολική) και στην καρδιακή συχνότητα σε συνθήκες ηρεμίας και μέσω ειδικών εξισώσεων προσδιορίστηκαν η πίεση σφυγμού, η μέση αρτηριακή πίεση, το διπλό γινόμενο, ο όγκος παλμού, η καρδιακή παροχή, η περιφερική αντίσταση και ο δείκτης καρδιακής λειτουργίας. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ Ποσοστό 70,4% των παιδιών του συνολικού δείγματος ήταν νορμοβαρή, το 20,1% υπέρβαρα και το 9,5% παχύσαρκα. Τα υπέρβαρα/παχύσαρκα αγόρια (11,5%) και κορίτσια (9,1%) εμφάνισαν αυξημένες τιμές αρτηριακής πίεσης. Ο λόγος πιθανοτήτων (ORs) και ο σχετικός κίνδυνος (RR) των δύο παραγόντων (παχυσαρκία-υπέρταση) για τα αγόρια ήταν ORs=7,36 (95% CI: 4,82–11,24) και RR=4,91 (95% CI: 3,49–6,91), ενώ για τα κορίτσια ORs=4,29 (95% CI: 2,79–6,61) και RR=3,27 (95% CI: 2,31–4,63), αντίστοιχα. Τα νορμοτασικά νορμοβαρή παιδιά, ανεξάρτητα από το φύλο, εμφάνισαν καλύτερες τιμές συγκριτικά με τα υπερτασικά υπέρβαρα και παχύσαρκα στην καρδιακή συχνότητα, στο διπλό γινόμενο και στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας ($p<0,001$). Αναφορικά με το δείκτη καρδιακής λειτουργίας, η σωματική μάζα (W: 53%), η καρδιακή συχνότητα (Hr: 14,3%), η διαστολική (DP: 14,1%) και η συστολική (SP: 8,5%) αρτηριακή πίεση, καθώς και η ηλικία (age: 2,6%) ερμήνευσαν το 92,5% της συνολικής διακύμανσης για το σύνολο του δείγματος ($y=5,312-0,049*W+0,053*Hr-0,076*DP+0,036*SP-0,175*age$). Επί πλέον, παρουσιάστηκε αρνητική συσχέτιση του δείκτη μάζας σώματος (BMI) με το δείκτη καρδιακής λειτουργίας ($r=-0,646$, $p<0,001$) ενώ παρατηρήθηκαν θετικές συσχετίσεις με τις υπόλοιπες αιμοδυναμικές παραμέτρους ($r=0,211-0,517$, $p<0,01$). ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι, ανεξάρτητα από τον παράγοντα φύλο, η αυξημένη σωματική μάζα και η ηλικία επηρεάζουν την καρδιακή λειτουργία και σχετίζονται με την εμφάνιση υψηλής αρτηριακής πίεσης σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά προεφηβικής και εφηβικής ηλικίας. Στην κλινική πράξη κρίνεται αναγκαία η εύρεση εύχρηστων δεικτών αξιολόγησης στην παιδική και στην εφηβική ηλικία με στόχο την άμεση διάγνωση προδιαθεσικών παραγόντων εμφάνισης καρδιαγγειακών παθήσεων στην ενήλικη ζωή.

Οι καρδιαγγειακές παθήσεις είναι η κύρια αιτία θνησιμότητας σε όλο τον κόσμο.^{1,2} Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ),³ 17,3 εκατομμύρια θάνατοι που καταγράφηκαν το

2008 οφείλονταν σε καρδιαγγειακά συμβάματα και με εκτιμήσεις του Ευρωπαϊκού Δικτύου Καρδιολογίας και της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Καρδιολογίας τα καρδιαγγειακά νοσήματα

ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ 2014, 31(3):316–326
ARCHIVES OF HELLENIC MEDICINE 2014, 31(3):316–326

Ο.Γ. Αντωνιάδης,¹
Ε.Θ. Δούδα,¹
Δ.Α. Παπάζογλου,²
Σ.Π. Τοκμακίδης¹

¹Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Κομοτηνή
²Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, Ιατρική Σχολή, Δραγάνα, Αλεξανδρούπολη

Factors affecting the cardiovascular function of overweight/obese children at the age of 9–14 years

Abstract at the end of the article

Λέξεις ευρετηρίου

Αρτηριακή πίεση
BMI
Παχυσαρκία
Σχολική ηλικία

Υποβλήθηκε 20.8.2013
Εγκρίθηκε 9.9.2013

ευθύνονται ετησίως για περισσότερους από 4 εκατομμύρια θανάτους στην Ευρώπη και πάνω από 1,9 εκατομμύρια θανάτους στην Ευρωπαϊκή Ένωση.⁴

Αν και τα καρδιαγγειακά νοσήματα παρατηρούνται συνήθως κατά την ενήλικη ζωή, είναι πλέον αποδεκτό ότι οι παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου έχουν τις ρίζες τους στην παιδική ηλικία και τείνουν να εκδηλώνονται κατά την ενηλικίωση.⁵ Πολλοί είναι οι παράγοντες που συνδέονται με την ανάπτυξη της καρδιαγγειακής νόσου, όπως η παχυσαρκία και το υπερβολικό βάρος, οι ανθυγιεινές διατροφικές συνήθειες, η έλλειψη σωματικής άσκησης, τα χαμηλά επίπεδα φυσικής κατάστασης, το κάπνισμα, οι δυσλιπιδαιμίες και η υπέρταση.⁶ Παρά τον εξαιρετικά χαμηλό κίνδυνο πρόωρης θνησιμότητας στην παιδική ηλικία, η έγκαιρη και συνεχής έκθεση σε ένα νοσηρό περιβάλλον που ευνοεί την εκδήλωση καρδιαγγειακής νόσου μπορεί να επιτείνει τον κίνδυνο πρόωρης θνησιμότητας.⁷

Η σύνδεση μεταξύ παχυσαρκίας και υπέρτασης έχει επιβεβαιωθεί με κλινικές μελέτες τόσο στους ενήλικες⁸ όσο και στα παιδιά.^{9,10} Ωστόσο, η σχέση μεταξύ των δύο διαταραχών δεν είναι απλή και πιθανότατα αντιπροσωπεύει μια αλληλεπίδραση δημογραφικών, γενετικών, ορμονικών, νεφρικών και αιμοδυναμικών παραγόντων.¹¹ Ο συνδυασμός της παχυσαρκίας με την υπέρταση είναι παθολογικός παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη καρδιαγγειακών νοσημάτων, τα οποία συνοδεύονται από αυξημένα επίπεδα ολικής χοληστερόλης, LDL-χοληστερόλης, τριγλυκεριδίων, αρτηριακής πίεσης, ινσουλίνης και μειωμένων επιπέδων HDL-χοληστερόλης.^{12,13} Η συσχέτιση μεταξύ του αυξημένου σωματικού βάρους και της υπέρτασης συνδέεται επίσης με τα υψηλότερα επίπεδα ινσουλίνης στην κυκλοφορία και κατά συνέπεια με αυξημένη νεφρική κατακράτηση νατρίου, το οποίο συμβάλλει στην αύξηση της αρτηριακής πίεσης.^{10,14}

Η συστολική αλλά και η διαστολική πίεση αυξάνουν με την παράλληλη αύξηση του δείκτη μάζας σώματος (BMI) και τα υπέρβαρα/παχύσαρκα άτομα διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο ανάπτυξης υπέρτασης σε σχέση με τα άτομα που έχουν φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας.¹⁵ Μελέτες υποστηρίζουν ότι ο επιπολασμός και το ποσοστό της διάγνωσης της υπέρτασης στα παιδιά και στους εφήβους αυξάνεται.^{9,10,16} Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο επιπολασμός της υπέρτασης στα παιδιά έχει υπολογιστεί σε 1–5%.¹⁷ Ωστόσο, το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί λόγω της στενής σχέσης μεταξύ της υπέρτασης και της παχυσαρκίας,¹⁸ ενώ υπάρχουν ενδείξεις ότι η παιδική υπέρταση μπορεί να οδηγήσει μελλοντικά σε υπερτασικούς ενήλικες.¹⁹ Δεδομένα δείχνουν κατά μέσον όρο αύξηση 1,4 mmHg στη συστολική και 3,3 mmHg στη διαστολική αρτηριακή πίεση σε παιδιά μεταξύ των χρονικών περιόδων 1988–1994 και 1999–2000.^{16,20,21} Αυτή η φαινομενικά «αθώα» αύξηση της συστολικής αρτηριακής

πίεσης επηρέασε την επιδημιολογία εμφάνισης της υπέρτασης σε νεαρούς ενήλικες μέσα σε μία δεκαετία.¹⁶

Στην Ελλάδα και στην Κύπρο, πλήθος μελετών αναφέρονται στον επιπολασμό της παιδικής παχυσαρκίας σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές,^{22–25} είτε τη μελετούν ως παράγοντα κινδύνου για την εμφάνιση μεταβολικού συνδρόμου.^{26–29} Ωστόσο, λίγες είναι οι μελέτες που εξετάζουν τη σύνδεση της παχυσαρκίας με την υπέρταση σε παιδιά και εφήβους,^{30–32} ενώ με την αύξηση της παιδικής παχυσαρκίας αποκτά ιδιαίτερη σημασία η έγκαιρη διάγνωση και ο εντοπισμός των ατόμων που παρουσιάζουν δυσμενές καρδιαγγειακό προφίλ από την παιδική ακόμη ηλικία, με στόχο την ανάπτυξη και την εφαρμογή κατάλληλων στρατηγικών πρόληψης από τους φορείς υγείας. Επίσης, δεν υπάρχουν αναφορές σε παραμέτρους που σχετίζονται με την καρδιαγγειακή λειτουργία παιδιών και εφήβων σε συνθήκες ηρεμίας και οι οποίες πιθανόν θα μπορούσαν να ληφθούν υπ' όψη στην κλινική πράξη καθώς αποτελούν εύχρηστους δείκτες πρόγνωσης και δίνουν μια πρώτη εκτίμηση ύπαρξης προδιαθεσικών παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου. Στην παρούσα εργασία επιχειρείται μια τέτοιου είδους προσέγγιση με αξιολογήσεις πεδίου και γίνεται μια προσπάθεια να προσδιοριστεί ο σχετικός κίνδυνος που διατρέχουν παιδιά προεφηβικής και εφηβικής ηλικίας να εμφανίσουν υπέρταση στο μέλλον.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η εξέταση των παραγόντων που επηρεάζουν την καρδιαγγειακή λειτουργία υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών ανάλογα με το φύλο, την ηλικία, τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και την αιμοδυναμική τους ανταπόκριση σε συνθήκες ηρεμίας, καθώς και η μελέτη της σύνδεσης μεταξύ παχυσαρκίας και υπέρτασης αναφορικά με το σχετικό κίνδυνο που διατρέχουν παιδιά προεφηβικής και εφηβικής ηλικίας να εμφανίσουν υπέρταση.

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν συνολικά 1.397 παιδιά ελληνικής και ελληνοκυπριακής καταγωγής, ηλικίας 9–14 ετών, κλινικά υγιή, τα οποία ταξινομήθηκαν σε υποομάδες ανάλογα με (α) το φύλο (αγόρια: n=728, κορίτσια: n=669), (β) την ηλικία (9–10 ετών: n=499, 11–12 ετών: n=408, 13–14 ετών: n=490), (γ) την κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά: n=1.169, προϋπέρταση: n=101, στάδιο I: n=96, στάδιο II: n=31) λαμβάνοντας υπ' όψη το φύλο, την ηλικία και το ύψος σύμφωνα με κριτήρια ταξινόμησης της Διεθνούς Ομάδας Εργασίας Υπέρτασης για παιδιά και εφήβους¹⁷ και (δ) το βαθμό παχυσαρκίας (νορμοβαρή: n=984, υπέρβαρα: n=280, παχύσαρκα: n=133) χρησιμοποιώντας το δείκτη μάζας σώματος (BMI) για ηλικία και φύλο, σύμφωνα με τα κριτήρια της IOTF.³³

Στη μελέτη έλαβαν μέρος εθελοντικά, με έγγραφη συγκα-

τάθεση των γονέων τους, μαθητές και μαθήτριες, οι οποίοι με ιατρική γνωμάτευση παρακολουθούσαν το μάθημα της φυσικής αγωγής στο σχολείο σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα, και δεν συμμετείχαν σε κάποια οργανωμένη μορφή άσκησης ή φυσικής δραστηριότητας. Κριτήρια αποκλεισμού μαθητών(τριών) από την έρευνα αποτέλεσαν η πιθανή λήψη φαρμάκων για τη θεραπεία αρτηριακής υπέρτασης, σακχαρώδους διαβήτη τύπου 1 ή 2 ή δυσλιπιδαιμίας και η τυχόν ύπαρξη συγγενούς καρδιοπάθειας.

Μέσα συλλογής των δεδομένων

Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά: Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στη σωματική μάζα (W) και στο ύψος από όρθια θέση (H), ενώ υπολογίστηκε ο BMI και η επιφάνεια σώματος.³⁴

Η διαδικασία ζύγισης του κάθε εξεταζόμενου πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονική ζυγαριά (Seca alpha 770) φορώντας ελαφρά ρούχα, αφού προηγουμένως είχε αφαιρέσει τα παπούτσια και κάθε βαρύ αντικείμενο από πάνω του. Ο δοκιμαζόμενος στεκόταν ακίνητος στο κέντρο της πλατφόρμας του ζυγού με τα πόδια παράλληλα και το βάρος του σώματος μοιρασμένο και στα δύο πόδια χωρίς να στηρίζεται. Η καταγραφή της σωματικής μάζας επιτεύχθηκε με ακρίβεια μέτρησης 100 g.

Για τη μέτρηση του σωματικού ύψους, ο δοκιμαζόμενος στεκόταν σε όρθια θέση, χωρίς παπούτσια, με το κεφάλι ευθεία μπροστά και τις πτέρνες ενωμένες. Η μέτρηση του ύψους πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός φορητού αναστημόμετρου (Seca 220, Ontario CA) με διαβάθμιση 2 m. Ένας οριζόντιος χάρακας προσαρμοσμένος στον κάθετο άξονα του αναστημόμετρου ερχόταν σε επαφή με το υψηλότερο σημείο της κεφαλής του δοκιμαζόμενου. Πριν από τη μέτρηση ο δοκιμαζόμενος έπαιρνε μια βαθιά εισπνοή, για να εκταθεί η σπονδυλική στήλη, και την κρατούσε μέχρι να ολοκληρωθεί η μέτρηση. Η καταγραφή του σωματικού ύψους επιτεύχθηκε με ακρίβεια μέτρησης 0,1 cm.

Αιμοδυναμική ανταπόκριση: Καταγράφηκαν η αρτηριακή πίεση (SP: συστολική, DP: διαστολική) και η καρδιακή συχνότητα (Hr) σε συνθήκες ηρεμίας, ενώ μέσω ειδικών εξισώσεων προσδιορίστηκαν η πίεση σφυγμού, η μέση αρτηριακή πίεση, το διπλό γινόμενο, ο όγκος παλμού, η καρδιακή παροχή, η περιφερική αντίσταση και ο δείκτης καρδιακής λειτουργίας.^{35,36} Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν πρωινές ώρες (8:30–11:00 πμ) σε κλειστή αίθουσα με σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας (περίπου 20–22 °C) και υγρασίας (περίπου 55–65%).

Η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικανικής Καρδιολογικής Εταιρείας³⁷ σε συνθήκες ηρεμίας, με τον κάθε συμμετέχοντα σε καθιστή θέση και μετά από ανάπαυση 5 min. Χρησιμοποιήθηκε πιστοποιημένο για παιδιά και εφήβους ηλεκτρονικό πιεσόμετρο (Omron MX3 Plus, Japan)³⁸ κατάλληλο σε μέγεθος περιχειρίδας ανάλογα με την περιφέρεια του βραχίονα κάθε παιδιού, καλύπτοντας το βραχίονα του αριστερού χεριού, ο οποίος βρισκόταν στο επίπεδο της καρδιάς. Πραγματοποιούνταν τρεις μετρήσεις με ενδιάμεσο διάλειμμα 2 min και καταγραφόταν η μέση τιμή των τριών μετρήσεων για τη συστολική και τη διαστολική αρτηριακή πίεση και για την καρ-

διακή συχνότητα. Η υπέρταση προσδιορίστηκε όταν η αρτηριακή πίεση εμφάνιζε τιμές ≥ 95 η εκατοστιαία θέση για την ηλικία, το φύλο και το ύψος.¹⁷

Στατιστική ανάλυση

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή (mean), η τυπική απόκλιση (standard deviation) και το τυπικό σφάλμα (SE mean). Για τον έλεγχο κανονικότητας κατανομών των παραγόντων φύλο (αγόρια, κορίτσια), ηλικία (9–10 ετών, 11–12 ετών, 13–14 ετών), βαθμός παχυσαρκίας (νορμοβαρή, υπέρβαρα, παχύσαρκα) και κατηγορία υπέρτασης (νορμοτασικά, προύπερτασικά, στάδιο I, στάδιο II) αρχικά εφαρμόστηκε ο έλεγχος συχνότητων των κατανομών με τη χρήση του στατιστικού χ^2 . Στη συνέχεια, εφαρμόστηκε ο έλεγχος ποιότητας προσαρμογής των παραγόντων «βαθμός παχυσαρκίας» και «κατηγορία υπέρτασης» και προσδιορίστηκαν οι λόγοι σχετικού κινδύνου (relative risk) και σχετικών πιθανοτήτων (odds ratio) για κάθε φύλο χωριστά. Για τον προσδιορισμό των σχετικών πιθανοτήτων εφαρμόστηκε λογαριθμική ανάλυση συχνότητων (log-linear analysis) και δημιουργήθηκε ένα ιεραρχικό γραμμικό μοντέλο (2x2) που περιείχε όλες τις δυνατές κύριες επιδράσεις των παραγόντων «βαθμός παχυσαρκίας» (1: υπέρβαρα/παχύσαρκα, 2: νορμοβαρή) και «κατηγορία υπέρτασης» (1: υπερτασικά, 2: νορμοτασικά) σε κάθε ηλικιακή κατηγορία και φύλο χωριστά. Για τον έλεγχο των υποθέσεων στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα, μέση αρτηριακή πίεση, πίεση σφυγμού ηρεμίας, όγκος παλμού, καρδιακή παροχή, περιφερική αντίσταση, δείκτης καρδιακής λειτουργίας) εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (three-way ANOVA, φύλο x βαθμό παχυσαρκίας x κατηγορία υπέρτασης, 2x3x3) για ανεξάρτητα δείγματα σε κάθε ηλικιακή κατηγορία χωριστά και πολλαπλές συγκρίσεις κατά Bonferroni για τον έλεγχο διαφορών στα επί μέρους επίπεδα των παραγόντων «βαθμός παχυσαρκίας» και «κατηγορία υπέρτασης». Για τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ αγοριών-κοριτσιών, νορμοτασικών-υπερτασικών και φυσιολογικών-υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών εφαρμόστηκε ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test). Για την πρόβλεψη του δείκτη καρδιακής λειτουργίας χρησιμοποιήθηκε βηματική πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης (stepwise multiple regression analysis) εξετάζοντας δύο μοντέλα με συνδυασμούς μεταβλητών. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson για την εύρεση συσχετίσεων του δείκτη BMI με τις διάφορες αιμοδυναμικές παραμέτρους. Ως επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0,05$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι, στο σύνολο του δείγματος, το 70,4% των παιδιών ήταν νορμοβαρή, το 20,1% υπέρβαρα και το 9,5% παχύσαρκα. Οι υπέρβαροι/παχύσαρκοι μαθητές σε ποσοστό 11,5% εμφάνισαν αυξημένες τιμές αρτηριακής πίεσης, ενώ στα κορίτσια το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 9,1%. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι παρατηρούμενες συχνότητες εμφάνισης υπέρτασης σε

Πίνακας 1. Έλεγχος χ^2 και παρατηρούμενες συχνότητες εμφάνισης υπέρτασης σε νορμοβαρή, υπέρβαρα και παχύσαρκα αγόρια (σ : n=728) και κορίτσια (ρ : n=669) για κάθε ηλικιακή κατηγορία (9–10 ετών, 11–12 ετών, 13–14 ετών).

Ηλικιακή κατηγορία	Σύνολο (n=1.397)	Αγόρια (n=728)			Κορίτσια (n=669)		
		Νορμοτασικά	Υπερτασικά	Σύνολο	Νορμοτασικά	Υπερτασικά	Σύνολο
9–10 ετών	499	231 (88,2%)	31 (11,8%)	262 (100%)	217 (91,5%)	20 (8,5%)	237 (100%)
Νορμοβαρή	394	192 (73,3%)	12 (4,6%)	204 (77,9%)	180 (75,9%)	10 (4,3%)	190 (80,2%)
Υπέρβαρα/παχύσαρκα	105	39 (14,9%)	19 (7,2%)	58 (22,1%)	37 (15,6%)	10 (4,2%)	47 (19,8%)
		$\chi^2=31,27$, df=1, p=0,000			$\chi^2=12,50$, df=1, p=0,000		
11–12 ετών	408	189 (89,2%)	23 (10,8%)	212 (100%)	152 (77,6%)	44 (22,4%)	196 (100%)
Νορμοβαρή	255	128 (60,4%)	5 (2,4%)	133 (62,8%)	104 (53,1%)	18 (9,1%)	122 (62,2%)
Υπέρβαρα/παχύσαρκα	153	61 (28,8%)	18 (8,4%)	79 (37,2%)	48 (24,5%)	26 (13,3%)	74 (37,8%)
		$\chi^2=18,54$, df=1, p=0,000			$\chi^2=10,99$, df=1, p=0,001		
13–14 ετών	490	184 (72,4%)	70 (27,6%)	254 (100%)	194 (82,2%)	42 (17,8%)	236 (100%)
Νορμοβαρή	335	150 (59,0%)	23 (9,1%)	173 (68,1%)	144 (61,0%)	17 (7,2%)	161 (68,2%)
Υπέρβαρα/παχύσαρκα	155	34 (13,4%)	47 (18,5%)	81 (31,9%)	50 (21,2%)	25 (10,6%)	75 (31,8%)
		$\chi^2=55,29$, df=1, p=0,000			$\chi^2=18,14$, df=1, p=0,000		

νορμοβαρή, υπέρβαρα και παχύσαρκα αγόρια (n=728) και κορίτσια (n=669) για κάθε ηλικιακή κατηγορία (9–10 ετών, 11–12 ετών, 13–14 ετών).

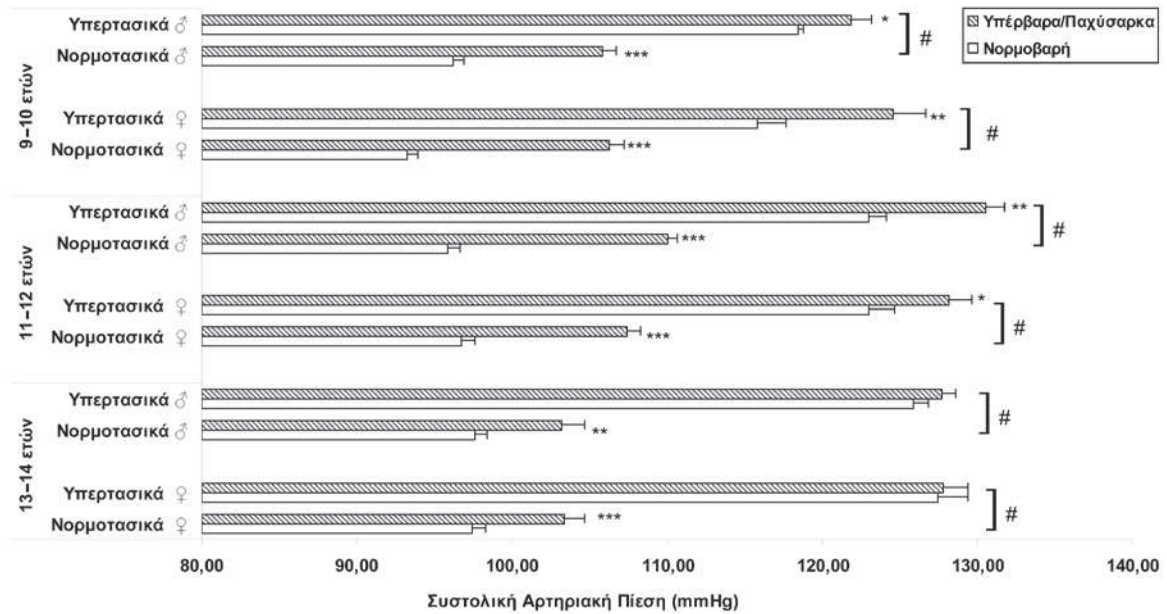
Ο σχετικός κίνδυνος (relative risk, RR) και ο λόγος πιθανοτήτων (odds ratio, ORs) των δύο παραγόντων (παχυσαρκία-υπέρταση) για τα αγόρια ήταν RR=4,91 (95% CI: 3,49–6,91) και ORs=7,36 (95% CI: 4,82–11,24), ενώ για τα κορίτσια ήταν RR=3,27 (95% CI: 2,31–4,63) και ORs=4,29 (95% CI: 2,79–6,61), αντίστοιχα. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για κάθε ηλικιακή κατηγορία (9–10 ετών, 11–12 ετών, 13–14 ετών) αναφορικά με τον RR και το λόγο πιθανοτήτων εμφάνισης υπέρτασης σε νορμοβαρή και υπέρβαρα/παχύσαρκα αγόρια και κορίτσια.

Ο μέσος όρος της καρδιακής συχνότητας των αγοριών εμφανίστηκε σημαντικά χαμηλότερος ($t=-3,072$, $df=1395$, $p=0,002$) συγκριτικά με τα κορίτσια, ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις υπόλοιπες αιμοδυναμικές παραμέτρους μεταξύ των δύο φύλων ($p>0,05$). Τα νορμοτασικά νορμοβαρή παιδιά, ανεξάρτητα από το φύλο, εμφάνισαν καλύτερες τιμές συγκριτικά με τα υπερτασικά υπέρβαρα και παχύσαρκα στη συστολική (εικ. 1) και στη διαστολική αρτηριακή πίεση (εικ. 2).

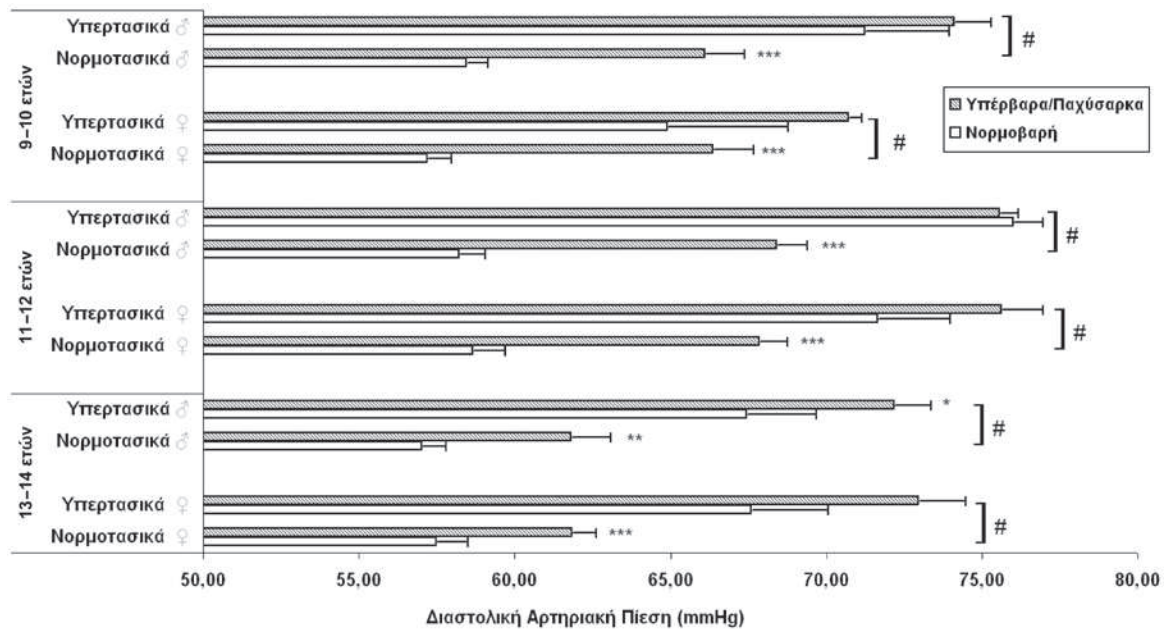
Τα νορμοβαρή παιδιά εμφάνισαν καλύτερες τιμές συγκριτικά με τα υπέρβαρα και τα παχύσαρκα παιδιά στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=21,0$, $p<0,001$, $\eta^2=0,029$], στη διαστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=18,11$, $p<0,001$,

Πίνακας 2. Σχετικός κίνδυνος (relative risk, RR) και λόγος πιθανοτήτων (odds ratio, OR) εμφάνισης υπέρτασης σε νορμοβαρή και υπέρβαρα/παχύσαρκα αγόρια και κορίτσια σε κάθε ηλικιακή κατηγορία (9–10 ετών, 11–12 ετών, 13–14 ετών).

Ηλικιακή κατηγορία	Υπερτασικά (n=230)		RR (95% CI)	OR (95% CI)
	Νορμοβαρή (n=85)	Υπέρβαρα/παχύσαρκα (n=145)		
9–10 ετών				
Αγόρια	12 (4,6%)	19 (7,3%)	5,56 (2,87–10,78)	7,79 (3,50–17,35)
Κορίτσια	10 (4,2%)	10 (4,2%)	4,04 (1,78–9,14)	4,86 (1,89–12,51)
11–12 ετών				
Αγόρια	5 (2,4%)	18 (8,5%)	6,06 (2,34–15,68)	7,55 (2,67–21,30)
Κορίτσια	18 (9,2%)	26 (13,3%)	2,38 (1,40–4,03)	3,13 (1,56–6,24)
13–14 ετών				
Αγόρια	23 (9,1%)	47 (18,5%)	4,36 (2,85–6,65)	9,01 (4,83–16,79)
Κορίτσια	17 (7,2%)	25 (10,6%)	3,15 (1,81–5,48)	4,23 (2,11–8,48)



Εικόνα 1. Συστολική αρτηριακή πίεση νορμοτασικών και υπέρτασικών αγοριών (♂: n=728) και κοριτσιών (♀: n=669) σε κάθε ηλικιακή κατηγορία χωριστά (9–10 ετών, 11–12 ετών, 13–14 ετών) σε νορμοβαρή και υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. #p<0,001: Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπέρτασικών παιδιών, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001: Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοβαρών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.



Εικόνα 2. Διαστολική αρτηριακή πίεση νορμοτασικών και υπέρτασικών αγοριών (♂: n=728) και κοριτσιών (♀: n=669) σε κάθε ηλικιακή κατηγορία χωριστά (9–10 ετών, 11–12 ετών, 13–14 ετών) σε νορμοβαρή και υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. #p<0,001: Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοτασικών και υπέρτασικών παιδιών, *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001: Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοβαρών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών.

$\eta^2=0,025$], στη μέση αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=23,77$, $p<0,001$, $\eta^2=0,033$], στην καρδιακή συχνότητα [$F_{(2,1388)}=8,36$, $p<0,001$, $\eta^2=0,012$], στον όγκο παλμού [$F_{(2,1388)}=8,25$, $p<0,001$, $\eta^2=0,012$], στο διπλό γινόμενο [$F_{(2,1388)}=28,46$, $p<0,01$, $\eta^2=0,039$], στην

περιφερική αντίσταση [$F_{(2,1388)}=3,04$, $p<0,05$, $\eta^2=0,004$] και στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας [$F_{(2,1388)}=39,88$, $p<0,001$, $\eta^2=0,054$].

Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στον

παράγοντα «κατηγορία υπέρτασης», με τα νορμοτασικά παιδιά να παρουσιάζουν καλύτερη αιμοδυναμική ανταπόκριση συγκριτικά με τα υπερτασικά παιδιά στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=540,73$, $p<0,001$, $\eta^2=0,438$], στη διαστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=68,87$, $p<0,001$, $\eta^2=0,090$], στη μέση αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=213,77$, $p<0,001$, $\eta^2=0,235$], στην πίεση σφυγμού ηρεμίας [$F_{(2,1388)}=192,80$, $p<0,001$, $\eta^2=0,217$], στην καρδιακή συχνότητα [$F_{(2,1388)}=4,01$, $p<0,05$, $\eta^2=0,006$], στον όγκο παλμού [$F_{(2,1388)}=4,89$, $p<0,01$, $\eta^2=0,007$], στην καρδιακή παροχή [$F_{(2,1388)}=8,48$, $p<0,001$, $\eta^2=0,012$], στο διπλό γινόμενο [$F_{(2,1388)}=263,42$, $p<0,001$, $\eta^2=0,275$] και στην περιφερική αντίσταση [$F_{(2,1388)}=16,60$, $p<0,001$, $\eta^2=0,023$].

Η βηματική πολλαπλή ανάλυση παλινδρόμησης (stepwise multiple regression analysis), για το σύνολο του δείγματος, έδειξε ότι η σωματική μάζα (W : 53%), η καρδιακή συχνότητα (Hr : 14,3%), η διαστολική (DP : 14,1%) και η συστολική αρτηριακή πίεση (SP : 8,5%), καθώς και η ηλικία (age : 2,6%) ερμήνευσαν το 92,5% της συνολικής διακύμανσης του δείκτη καρδιακής λειτουργίας (model 1: $y=5,312-0,049*W+0,053*Hr-0,076*DP+0,036*SP-0,175*age$) χωρίς να παρατηρηθούν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις των προβλεπομένων τιμών από τις παρατηρούμενες αρχικές τιμές ($t=1,57$, $df=1396$, $p=0,117$). Αντικαθιστώντας, ωστόσο, στο μοντέλο τη σωματική μάζα με το δείκτη BMI (model 2: $y=7,420-0,111*BMI+0,052*Hr-0,076*DP-0,324*age+0,032*SP$) η συνολική διακύμανση μειώθηκε στο 88% (πίν. 3), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις των προβλεπομένων τιμών από τις παρατηρούμενες αρχικές τιμές ($t=6,048$, $df=1396$, $p=0,000$).

Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση του δείκτη BMI (εικ. 3) με το δείκτη καρδιακής λειτουργίας ($r=-0,646$, $p<0,001$), ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές θετικές συσχετίσεις με τις υπόλοιπες αιμοδυναμικές παραμέτρους ($r=0,211-0,517$, $p<0,01$).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

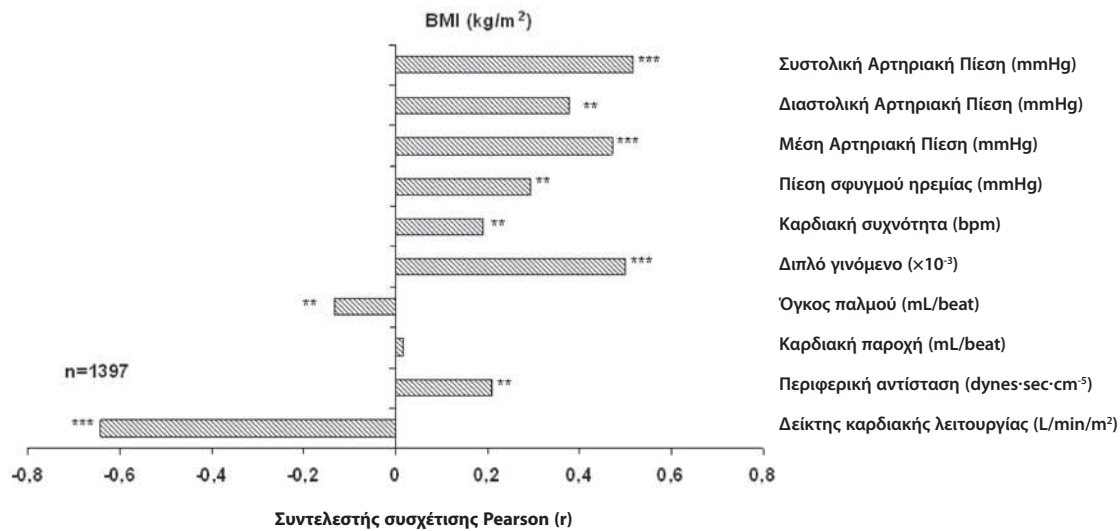
Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν ότι στο σύνολο του δείγματος ο επιπολασμός της παχυσαρκίας κυμάνθηκε στο 20,1% για τα υπέρβαρα και στο 9,5% για τα παχύσαρκα παιδιά. Τα αγόρια σε ποσοστό 22,1% ήταν υπέρβαρα και 7,8% παχύσαρκα, ενώ στα κορίτσια τα ποσοστά αυτά κυμάνθηκαν, αντίστοιχα, στο 17,8% και 11,4%. Τα ποσοστά μεταξύ αγοριών και κοριτσιών που παρατηρήθηκαν στην παρούσα μελέτη έδειξαν ότι το φύλο δεν επηρεάζει τη συχνότητα εμφάνισης της αυξημένης σωματικής μάζας και συμφώνησαν με προηγούμενες μελέτες σε ελληνικό πληθυσμό που υποστηρίζουν ότι το πρόβλημα της παιδικής παχυσαρκίας χαρακτηρίζει και τα δύο φύλα.³⁹⁻⁴¹

Οι διακυμάνσεις των ποσοστών της παρούσας μελέτης συμφωνούν με αναφορές σε παιδιά ηλικίας μέχρι 11 ετών.^{31,32} Ωστόσο, είναι χαμηλότερες συγκριτικά με προηγούμενες μελέτες στον ελλαδικό χώρο στις οποίες ο επιπολασμός της

Πίνακας 3. Αποτελέσματα βηματικής πολλαπλής ανάλυσης παλινδρόμησης (stepwise multiple regression analysis) για το δείκτη καρδιακής λειτουργίας στο σύνολο του δείγματος ($n=1.397$).

Models	Multiple R	R square	B	β	t	p
<i>Model 1</i>						
Weight (kg)	0,728	0,530	-0,049	-0,625	-52,875	0,000
Hr (bpm)	0,820	0,673	0,053	0,394	52,696	0,000
DP (mmHg)	0,902	0,814	-0,076	-0,679	-67,659	0,000
SP (mmHg)	0,948	0,899	0,036	0,414	38,379	0,000
Ηλικία (έτη)	0,962	0,925	-0,175	-0,231	-22,077	0,000
$y=5,312-0,049*W+0,053*Hr-0,076*DP+0,036*SP-0,175*age$						
<i>Model 2</i>						
BMI (kg/m ²)	0,646	0,418	-0,111	-0,438	-34,929	0,000
Hr (bpm)	0,746	0,557	0,052	0,390	41,120	0,000
DP (mmHg)	0,833	0,694	-0,076	-0,681	-53,467	0,000
Ηλικία (έτη)	0,903	0,815	-0,324	-0,428	-38,983	0,000
SP (mmHg)	0,938	0,880	0,032	0,370	27,304	0,000
$y=7,420-0,111*BMI+0,052*Hr-0,076*DP-0,324*Age+0,032*SP$						

Weight: Σωματική μάζα, BMI: Δείκτης σωματικής μάζας, DP: Διαστολική αρτηριακή πίεση, SP: Συστολική αρτηριακή πίεση, Hr: Καρδιακή συχνότητα, Age: Ηλικία



Εικόνα 3. Συσχετίσεις του δείκτη σωματικής μάζας (BMI) με παραμέτρους της καρδιαγγειακής λειτουργίας στο σύνολο του δείγματος (n=1.397).

παχυσαρκίας συνολικά για τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά υπερβαίνει το 30%, τόσο στην ηλικία των 6–12 ετών^{24,27,30,40} όσο και στην εφηβική ηλικία.^{22,27} Η συχνότητα της παιδικής παχυσαρκίας και στην Κύπρο καταγράφεται σε υψηλά ποσοστά^{42,43} και συγκρινόμενη με τις τιμές άλλων ευρωπαϊκών χωρών η Κύπρος κατατάσσεται ανάμεσα στις χώρες με τα υψηλότερα ποσοστά εμφάνισης του φαινομένου.⁴⁴ Γενικότερα, η εξάπλωση της παχυσαρκίας στα Ελληνόπουλα συνιστά μια εξαιρετικά ανησυχητική κατάσταση, δεδομένου ότι φαίνεται να συμβαδίζει με μια επιδείνωση του καρδιαγγειακού και μεταβολικού προφίλ.^{28,29,41} Ερευνητικά δεδομένα αναφέρουν συνύπαρξη παχυσαρκίας και δυσλιπιδαιμίας σε μαθητές του Δημοτικού,²⁶ ενώ σε μαθητές αντίστοιχης ηλικίας από την περιοχή των Ιωαννίνων διαπιστώθηκαν υψηλά ποσοστά αρτηριακής υπέρτασης και παχυσαρκίας.³⁰

Η επιδημιολογική καταγραφή που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης έδειξε ότι στο σύνολο του δείγματος το 7,4% των παιδιών εμφάνισαν προϋπέρταση και το 9,1% αυξημένες τιμές συστολικής αρτηριακής πίεσης (στάδιο I και II). Στα αγόρια, ο καταμερισμός συχνοτήτων ανερχόταν στο 4,2% και 4,7% ενώ στα κορίτσια τα ποσοστά κυμάνθηκαν στο 3,2% και 4,4%, αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές, ωστόσο, παρουσιάστηκαν πιο αυξημένες όταν το δείγμα ταξινομήθηκε ως προς το βαθμό παχυσαρκίας για κάθε ηλικιακή κατηγορία (πίν. 1). Αξίζει να σημειωθεί ότι και τα νορμοβαρή αγόρια και κορίτσια εμφάνισαν ιδιαίτερα ανησυχητικές αυξημένες τιμές αρτηριακής πίεσης σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 2,4–13,3%.

Στην παρούσα μελέτη, οι τιμές της αρτηριακής πίεσης ήταν φυσιολογικές σε ποσοστό 83,5% για το σύνολο των παιδιών που συμμετείχαν στην έρευνα ενώ το 16,5%

εμφάνισε προϋπέρταση και υπέρταση (στάδιο I και II). Οι μέσες τιμές της συστολικής αρτηριακής πίεσης για τα νορμοβαρή παιδιά ήταν $96,05 \pm 9,61$ mmHg και διέφεραν σημαντικά από τις τιμές των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών που κυμάνθηκαν σε $127,20 \pm 6,94$ mmHg. Αντίστοιχα, οι τιμές για τη διαστολική αρτηριακή πίεση ήταν $57,79 \pm 9,98$ mmHg και $73,49 \pm 7,83$ mmHg. Τα ευρήματα αυτά είναι σημαντικά αφού συσχετίστηκαν θετικά με το BMI (εικ. 3), καθώς η αυξημένη αρτηριακή πίεση αποτελεί πλέον ένα σοβαρό παράγοντα κινδύνου για την ανάπτυξη καρδιαγγειακών νοσημάτων κατά την ενήλικη ζωή. Η Αμερικανική Καρδιολογική Εταιρεία⁴⁵ αναφέρει ότι για την εμφάνιση των καρδιαγγειακών παθήσεων το 40,6% οφείλεται στην υψηλή αρτηριακή πίεση (95% CI: 24,5–54,6), το 13,7% στο κάπνισμα (95% CI: 4,8–22,3), το 13,2% στην ανθυγιεινή διατροφή (95% CI: 3,5–29,2), το 11,9% στην ανεπαρκή σωματική δραστηριότητα (95% CI: 1,3–22,3) και το 8,8% στη διαταραχή των επιπέδων της γλυκόζης (95% CI: 2,1–15,4).

Στην παρούσα μελέτη, ο λόγος odds ratio των δύο σχετικών κινδύνων (παχυσαρκία και υπέρταση) για τα αγόρια ήταν $OR=7,36$ (95% CI: 4,82–11,24) και για τα κορίτσια $OR=4,29$ (95% CI: 2,79–6,61), αντίστοιχα, υποδηλώνοντας ότι τα υπέρβαρα/παχύσαρκα αγόρια παρουσιάζουν επταπλάσιο κίνδυνο να εμφανίσουν υπέρταση συγκριτικά με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους, ενώ τα κορίτσια περίπου τετραπλάσιο. Δεδομένα δείχνουν ότι η άμεση σχέση μεταξύ του αυξημένου σωματικού βάρους και της συστολικής πίεσης προκαλεί μια ελαφρά αύξηση της πίεσης (1–2 mmHg) στην παιδική ηλικία, αυξάνοντας τον κίνδυνο ανάπτυξης της υπέρτασης ως ενήλικας κατά 10%.¹⁷

Αναφορικά με τις παραμέτρους της καρδιαγγειακής λει-

τουργίας, τα νορμοτασικά νορμοβαρή παιδιά της παρούσας μελέτης, ανεξάρτητα από το φύλο, εμφάνισαν καλύτερες τιμές στη συστολική και στη διαστολική αρτηριακή πίεση, στην πίεση σφυγμού ηρεμίας, στη μέση αρτηριακή πίεση, στην καρδιακή συχνότητα, στον όγκο παλμού, στο διπλό γινόμενο και στο δείκτη καρδιακής λειτουργίας συγκριτικά με τα υπέρτασικά υπέρβαρα και τα παχύσαρκα παιδιά. Μελέτες της καρδιακής λειτουργίας στην ηρεμία υποστηρίζουν ότι στα πρώτα στάδια εμφάνισης του υπερβολικού σωματικού βάρους ή και της παχυσαρκίας υπάρχει μια υπερτιμημένη αιμοδυναμική ανταπόκριση,⁴⁶ η οποία εξελίσσεται σε μια μειωμένη αντίδραση όταν η παχυσαρκία καθίσταται σοβαρή ή χρόνια.⁴⁷ Ωστόσο, οι καρδιακές προσαρμογές στην ηρεμία που συνδέονται με το υπερβολικό βάρος και την παχυσαρκία είναι παράλληλες με τις αιμοδυναμικές (καρδιακή παροχή και όγκος παλμού). Τα υπέρβαρα και τα παχύσαρκα παιδιά,⁴⁸ καθώς και οι ενήλικες,⁴⁹ έχουν υψηλότερη καρδιακή παροχή και όγκο παλμού συγκριτικά με τα άτομα κανονικού βάρους λόγω αύξησης του όγκου του αίματος και της άλιπης σωματικής μάζας,^{49,50} εξ αιτίας της αυξημένης σωματικής τους μάζας. Είναι γνωστό ότι η παχυσαρκία σχετίζεται με αλλαγές στην καρδιακή δομή και τη λειτουργία,^{47,51} οι οποίες μπορεί να συμβάλλουν σε αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου. Στα αρχικά στάδια της παχυσαρκίας παρατηρείται αύξηση του όγκου του αίματος, η οποία συνοδεύεται από κοιλιακή αναδιαμόρφωση⁵² και διαστολική δυσλειτουργία.^{47,52} Σε περιπτώσεις, ωστόσο, όπου η παχυσαρκία αποτελεί χρόνια κατάσταση παρατηρείται συνεχής εξασθένιση της συστολικής και της διαστολικής λειτουργίας.^{47,52}

Στην προσπάθεια εξέτασης των παραμέτρων οι οποίες επηρεάζουν την καρδιαγγειακή λειτουργία των υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη εφαρμόστηκε βηματική πολλαπλή παλινδρόμηση με συνδυασμούς μεταβλητών, ώστε να επιλεγεί το κατάλληλο μοντέλο με την καλύτερη πρόβλεψη. Για το σύνολο

του δείγματος, ο δείκτης BMI, η καρδιακή συχνότητα, η διαστολική και η συστολική αρτηριακή πίεση, καθώς και η ηλικία ερμήνευσαν το 88% της συνολικής διακύμανσης (πίν. 3). Όταν όμως στο μοντέλο εισήχθη η σωματική μάζα, η πρόβλεψη βελτιώθηκε στο 92,5% καθώς η σωματική μάζα εξήγησε από μόνη της το 53%, η καρδιακή συχνότητα το 14,3%, η διαστολική αρτηριακή πίεση το 14,1%, η συστολική αρτηριακή πίεση το 8,5% και η ηλικία το 2,6%, χωρίς να παρατηρηθούν σημαντικές διαφοροποιήσεις από τις παρατηρούμενες αρχικές τιμές μέτρησης. Στην κλινική πράξη είναι ιδιαίτερα σημαντική η ανίχνευση εύχρηστων δεικτών αξιολόγησης της καρδιαγγειακής λειτουργίας στην παιδική και στην εφηβική ηλικία με στόχο την άμεση πρόγνωση εμφάνισης καρδιαγγειακών δυσλειτουργιών. Οι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη αποτελούν πιθανόν μια πρώτη εκτίμηση της καρδιαγγειακής λειτουργίας υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών ηλικίας 9–14 ετών. Απαιτούνται ωστόσο περαιτέρω κλινικές έρευνες σε μεγαλύτερο δείγμα πληθυσμού, με αντίστοιχες εργαστηριακές αξιολογήσεις των παραμέτρων που μελετήθηκαν, καταγράφοντας παράλληλα τη διατροφή και τη φυσική δραστηριότητα των συμμετεχόντων ώστε να μελετηθούν επιπρόσθετα και άλλοι προδιαθεσικοί παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδηλώνουν ότι, ανεξάρτητα από τον παράγοντα φύλο, η αυξημένη σωματική μάζα και η ηλικία επηρεάζουν την καρδιακή λειτουργία και σχετίζονται με την εμφάνιση υψηλής αρτηριακής πίεσης σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά προεφηβικής και εφηβικής ηλικίας. Υπογραμμίζεται, λοιπόν, η αναγκαιότητα στοχευμένων προγραμμάτων πρόληψης της υπέρτασης μέσω πρώιμου ελέγχου του σωματικού βάρους ήδη από την παιδική ηλικία. Η αποτελεσματική εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων, εκτός από τη μείωση της εμφάνισης της παιδικής παχυσαρκίας αναμένεται να επιφέρει θετικές προσαρμογές και στις αιμοδυναμικές ανταποκρίσεις του οργανισμού, θωρακίζοντας τη μελλοντική υγεία των παιδιών.

ABSTRACT

Factors affecting the cardiovascular function of overweight/obese children at the age of 9–14 years

O.G. ANTONIADES,¹ H.T. DOUDA,¹ D.A. PAPAZOGLU,² S.P. TOKMAKIDIS¹

¹Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, Komotini,

²Democritus University of Thrace, Medical School, Dragana, Alexandroupoli, Greece

Archives of Hellenic Medicine 2014, 31(3):316–326

OBJECTIVE To examine the factors which affect the cardiovascular function of overweight/obese pre-pubertal children and adolescents. **METHOD** A total of 1,397 healthy children aged 9–14 years participated in the study. The subjects were divided according to their gender (boys: n=728, girls: n=699), age (9–10 years: n=499, 11–12 years: n=408, 13–14 years: n=490), arterial blood pressure (BP) (normotensive: n=1,169, pre-hypertensive: n=101, level I hyperten-

sion: n=96, level II hypertension: n=31) and weight (normal-weight: n=984, overweight: n=280, obese: n=133). Measurements were made of the anthropometric characteristics (height, body mass), arterial BP (systolic, diastolic) and resting heart rate (Hr) in order to determine the pulse pressure, mean arterial BP, double product, stroke volume, cardiac output, peripheral resistance and cardiac index. **RESULTS** In this sample, 70.4% were of normal weight and the prevalence of overweight and obesity was 20.1% and 9.5%, respectively. The prevalence of elevated BP was 11.5% in the overweight/obese boys and 9.1% in the overweight/obese girls. The odds ratio (OR) and the relative risk (RR) of both obesity and hypertension were OR=7.36 (95% CI: 4.82–11.24) and RR=4.91 (95% CI: 3.49–6.91) for boys and OR=4.29 (95% CI: 2.79–6.61) and RR=3.27 (95% CI: 2.31–4.63) for girls. The normotensive normal-weight children, irrespective of gender, presented more favourable values of heart rate, double product and cardiac index than the hypertensive overweight/obese children ($p < 0.001$). Stepwise multiple regression using the cardiac index as the dependent variable ($y = 5.312 - 0.049 * W + 0.053 * Hr - 0.076 * DP + 0.036 * SP - 0.175 * age$), showed that 92.5% of the total variance was explained by body mass (W: 53%), Hr (Hr: 14.3%), diastolic BP (DP: 14.1%), systolic BP (SP: 8.5%) and age (age: 2.6%). In addition, negative correlation was demonstrated between the body mass index (BMI) and the cardiac index ($r = -0.646$, $p < 0.001$) and positive correlation between BMI and the other hemodynamic parameters ($r = 0.211$ to 0.517 , $p < 0.01$). **CONCLUSIONS** Increased body mass and age affect the cardiac function of overweight/obese pre-pubertal children and adolescents, irrespective of gender, and are associated with an increased risk of development of hypertension, in comparison with normal weight peers. In clinical practice, it is necessary to implement prognostic indicators in childhood and adolescence aimed at the early detection of risk factors for cardiovascular disease in adulthood.

Key words: Blood pressure, BMI, Obesity, Risk factors, Schoolchildren

Βιβλιογραφία

1. BUCHAN DS, OLLIS S, YOUNG JD, THOMAS NE, COOPER SM, TONG TK ET AL. The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *Am J Hum Biol* 2011, 23:517–526
2. WILLIAMS CL, HAYMAN LL, DANIELS SR, ROBINSON TN, STEINBERGER J, PARIDON S ET AL. Cardiovascular health in childhood: A statement for health professionals from the Committee on Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young (AHOY) of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Circulation* 2002, 106:143–160
3. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Preventing chronic diseases: A vital investment. WHO, Geneva, 2013
4. NICHOLS M, TOWNSEND N, LUENGO-FERNANDEZ R, LEAL J, GRAY A, SCARBOROUGH P ET AL. *European cardiovascular disease statistics 2012*. European Heart Network, Brussels, European Society of Cardiology, Sophia Antipolis, 2012:10–12
5. ANDERSEN LB, HASSELSTRØM H, GRØNFELDTV, HANSEN SE, KARSTEN F. The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from adolescence to young adulthood: Eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2004, 1:6
6. VELASQUEZ-MIEYER P, NEIRA CP, NIETO R, COWAN PA. Obesity and cardiometabolic syndrome in children. *Ther Adv Cardiovasc Dis* 2007, 1:61–81
7. CHEN J, GU D, HUANG J, RAO DC, JAQUISH CE, HIXSON JE ET AL. Metabolic syndrome and salt sensitivity of blood pressure in non-diabetic people in China: A dietary intervention study. *Lancet* 2009, 373:829–835
8. NGUYEN NT, MAGNO CP, LANE KT, HINOJOSA MW, LANE JS. Association of hypertension, diabetes, dyslipidemia, and metabolic syndrome with obesity: Findings from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2004. *J Am Coll Surg* 2008, 207:928–934
9. LU X, SHI P, LUO CY, ZHOU YF, YU HT, GUO CY ET AL. Prevalence of hypertension in overweight and obese children from a large school-based population in Shanghai, China. *BMC Public Health* 2013, 13:24
10. ROSNER B, COOK NR, DANIELS S, FALKNER B. Childhood blood pressure trends and risk factors for high blood pressure: The NHANES experience 1988–2008. *Hypertension* 2013, 62:247–254
11. DORRESTEIJN JA, VISSEREN FL, SPIERING W. Mechanisms linking obesity to hypertension. *Obes Rev* 2012, 13:17–26
12. FALASCHETTI E, HINGORANI AD, JONES A, CHARAKIDA M, FINER N, WHINCUP P ET AL. Adiposity and cardiovascular risk factors in a large contemporary population of pre-pubertal children. *Eur Heart J* 2010, 31:3063–3072
13. VAN VLIET M, HEYMANS MW, VON ROSENSTIEL IA, BRANDJES DP, BEIJNEN JH, DIAMANT M. Cardiometabolic risk variables in overweight and obese children: A worldwide comparison. *Cardiovasc Diabetol* 2011, 10:106
14. YANG Q, ZHANG Z, KUKLINA EV, FANG J, AYALA C, HONG Y ET AL. Sodium intake and blood pressure among US children and adolescents. *Pediatrics* 2012, 130:611–619
15. STAMLER R, STAMLER J, RIEDLINGER WF, ALGERA G, ROBERTS RH. Weight and blood pressure. Findings in hypertension screening of 1 million Americans. *JAMA* 1978, 240:1607–1610
16. SOROF JM, LAI D, TURNER J, POFFENBARGER T, PORTMAN RJ. Overweight, ethnicity, and the prevalence of hypertension in school-aged children. *Pediatrics* 2004, 113:475–482

17. NATIONAL HIGH BLOOD PRESSURE EDUCATION PROGRAM WORKING GROUP ON HIGH BLOOD PRESSURE IN CHILDREN AND ADOLESCENTS. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004, 114(Suppl 2):555–576
18. PADILLA-MOLEDO C, CASTRO-PINERO J, ORTEGA FB, MORA J, MÁRQUEZ S, SJÖSTRÖM M ET AL. Positive health, cardiorespiratory fitness and fatness in children and adolescents. *Eur J Public Health* 2012, 22:52–56
19. LAUER RM, CLARKE WR. Childhood risk factors for high adult blood pressure: The Muscatine study. *Pediatrics* 1989, 84:633–641
20. EDEFONTI A. Hypertension: Epidemiology and clinical approach. *Pediatr Med Chir* 2002, 24:130–131
21. PINTO A, ROLDAN R, SOLLECITO TP. Hypertension in children: An overview. *J Dent Educ* 2006, 70:434–440
22. KRASSAS GE, TZOTZAS T, TSAMETIS C, KONSTANTINIDIS T. Prevalence and trends in overweight and obesity among children and adolescents in Thessaloniki, Greece. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2001, 14(Suppl 5):1319–1326
23. ΔΟΥΔΑ Ε, ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΥ ΝΠ, ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ ΑΔ, ΛΑΠΑΡΙΔΗΣ ΚΣ, ΤΟΚΜΑΚΙΔΗΣ ΣΠ. Επιδημιολογία της παχυσαρκίας, διατροφικές συνήθειες και φυσική δραστηριότητα σε εφηβικό πληθυσμό από την Ανατολική Μακεδονία και Θράκη. *Καρδιά & Αγγεία* 2009, 14:295–302
24. ΤΖΟΤΖΑΣ Τ, ΚΑΡΑΝΤΑΙΣ Ε, ΤΖΙΟΜΑΛΟΣ Κ, ΙΟΑΝΝΙΔΗΣ Ι, ΜΟΡΤΟΓΛΟΥ Α, ΒΑΚΑΤΣΕΛΟΣ Σ ΕΤ ΑΛ. Prevalence of overweight and abdominal obesity in Greek children 6–12 years old: Results from the National Epidemiological Survey. *Hippokratia* 2011, 15:48–53
25. SAVVA SC, KOURIDES Y, TORNARITIS M, EPIPHANIOU-SAVVA M, CHADJIGEORGIOU C, KAFATOS A. Obesity in children and adolescents in Cyprus. Prevalence and predisposing factors. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002, 26:1036–1045
26. MAGKOS F, MANIOS Y, CHRISTAKIS G, KAFATOS AG. Secular trends in cardiovascular risk factors among school-aged boys from Crete, Greece, 1982–2002. *Eur J Clin Nutr* 2005, 59:1–7
27. LINARDAKIS M, BERTSIAS G, SARRI K, PAPADAKI A, KAFATOS A. Metabolic syndrome in children and adolescents in Crete, Greece, and association with diet quality and physical fitness. *J Public Health* 2008, 16:421–428
28. CHRISTODOULOS AD, DOUDA HT, ΤΟΚΜΑΚΙΔΗΣ ΣΠ. Cardiorespiratory fitness, metabolic risk, and inflammation in children. *Int J Pediatr* 2012, 2012:270515
29. ΚΑΦΑΝΤΑΡΗ Β, ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ Α, ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ Ε, ΔΟΥΔΑ Ε, ΛΑΠΑΡΙΔΗΣ Κ, ΤΟΚΜΑΚΙΔΗΣ Σ. Συχνότητα του μεταβολικού συνδρόμου σε εφήβους αστικής και ημιαστικής περιοχής στη Στερεά Ελλάδα. *Ιατρικά Χρονικά* 2009, 22:217–224
30. ANGELOPOULOS PD, MILIONIS HJ, MOSCHONIS G, MANIOS Y. Relations between obesity and hypertension: Preliminary data from a cross-sectional study in primary schoolchildren: The children study. *Eur J Clin Nutr* 2006, 60:1226–1234
31. MAVRAKANAS TA, KONSOUOLA G, PATSONIS I, MERKOURIS BP. Childhood obesity and elevated blood pressure in a rural population of northern Greece. *Rural Remote Health* 2009, 9:1150
32. PAPANDREOU D, ROUSSO I, MAKEDOU A, ARVANITIDOU M, MAVROMICHALIS I. Association of blood pressure, obesity and serum homocysteine levels in healthy children. *Acta Paediatr* 2007, 96:1819–1823
33. COLE TJ, BELLIZZI MC, FLEGAL KM, DIETZ WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *Br Med J* 2000, 320:1240–1243
34. WANG Y, MOSS J, THISTED R. Predictors of body surface area. *J Clin Anesth* 1992, 4:4–10
35. HENDRICKS CH, QUILLIGAN EJ. Cardiac output in pregnancy; correlation between Evans blue dye and blood pressure methods. *Circ Res* 1955, 3:506–509
36. KLABUNDE RE. *Cardiovascular physiology concepts*. 2nd ed. Lippincott Williams & Wilkins, Indianapolis, 2011:93–123
37. PICKERING TG, HALL JE, APPEL LJ, FALKNER BE, GRAVES J, HILL MN ET AL. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: Part 1: Blood pressure measurement in humans: A statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation* 2005, 111:697–716
38. CHRISTOFARO DG, CASONATTO J, POLITO MD, CARDOSO JR, FERNANDES R, GUARIGLIA DA ET AL. Evaluation of the Omron MX3 Plus monitor for blood pressure measurement in adolescents. *Eur J Pediatr* 2009, 168:1349–1354
39. ΤΟΚΜΑΚΙΔΗΣ ΣΠ, ΚΑΣΑΜΒΑΛΗΣ Α, ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ ΑΔ. Fitness levels of Greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *Eur J Pediatr* 2006, 165:867–874
40. ΠΑΠΑΔΙΜΗΤΡΙΟΥ Α, ΚΟΥΝΑΔΙ Δ, ΚΟΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΟΥ Μ, ΧΕΡΑΠΑΔΑΚΗ Ρ, ΝΙΚΟΛΑΪΔΟΥ Ρ. Prevalence of obesity in elementary schoolchildren living in Northeast Attica, Greece. *Obesity (Silver Spring)* 2006, 14:1113–1117
41. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ Α, ΤΟΚΜΑΚΙΔΗΣ Σ, ΔΟΥΔΑ Ε, ΤΟΥΣΟΥΛΗΣ Δ, ΓΚΙΚΑ Ε. Τεκμηριωμένοι και νεότεροι παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου στην παιδική ηλικία. *Αρχ Ελλ Ιατρ* 2009, 26:70–78
42. ΣΑΒΒΑ ΣΧ, ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ Χ, ΚΟΥΡΙΔΗΣ Γ, ΣΙΑΜΟΥΝΚΗ Μ, ΤΟΡΝΑΡΙΤΗΣ Μ. Αυξημένη περιμετρος μέσης και ανίχνευση παιδιών με παθολογικές τιμές λιπιδίων αίματος και αρτηριακής πίεσης. *Παιδιατρική Ενημέρωση* 2004, 8:34–40
43. SAVVA SC, TORNARITIS MJ, CHADJIGEORGIOU C, KOURIDES YA, SIAMOUNKI M, KAFATOS A. Prevalence of overweight and obesity among 11-year-old children in Cyprus, 1997–2003. *Int J Pediatr Obes* 2008, 3:186–192
44. SAVVA SC, TORNARITIS M, SAVVA ME, KOURIDES Y, PANAGI A, SILIKIOTOU N ET AL. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000, 24:1453–1458
45. GO AS, MOZAFFARIAN D, ROGER VL, BENJAMIN EJ, BERRY JD, BORDEN WB ET AL. Heart disease and stroke statistics – 2013 update: A report from the American Heart Association. *Circulation* 2013, 127:e6–e245
46. PASCUAL M, PASCUAL DA, SORIA F, VICENTE T, HERNÁNDEZ AM, TÉBAR FJ ET AL. Effects of isolated obesity on systolic and diastolic left ventricular function. *Heart* 2003, 89:1152–1156
47. LICATA G, SCAGLIONE R, PATERNA S, PARRINELLO G, INDOVINA A, DICHIARA MA ET AL. Left ventricular function response to exercise in normotensive obese subjects: Influence of degree and duration of obesity. *Int J Cardiol* 1992, 37:223–230

48. ROWLAND T, BHARGAVA R, PARLOW D, HEPTULLA RA. Cardiac response to progressive cycle exercise in moderately obese adolescent females. *J Adolesc Health* 2003, 32:422–427
49. COLLIS T, DEVEREUX RB, ROMAN MJ, DE SIMONE G, YEH J, HOWARD BV ET AL. Relations of stroke volume and cardiac output to body composition: The strong heart study. *Circulation* 2001, 103:820–825
50. HUNT BE, DAVY KP, JONES PP, DeSOUZA CA, VAN PELT RE, TANAKA H ET AL. Role of central circulatory factors in the fat-free mass-maximal aerobic capacity relation across age. *Am J Physiol* 1998, 275:H1178–H1182
51. ROWLAND TW. Effect of obesity on cardiac function in children and adolescents: A review. *J Sports Sci Med* 2007, 6:319–326
52. POWELL BD, REDFIELD MM, BYBEE KA, FREEMAN WK, RIHAL CS. Association of obesity with left ventricular remodelling and diastolic dysfunction in patients without coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2006, 98:116–120

Corresponding author:

S.P. Tokmakidis, Democritus University of Thrace, Department of Physical Education and Sports Science, University Campus (TEFAA), GR-691 00 Komotini, Greece
e-mail: stokmaki@phyed.duth.gr

.....