



Παχυσαρκία και καρδιομεταβολική υγεία στην παιδική ηλικία: Ο ρόλος της άσκησης

Δούδα Ελένη, Χριστόδουλος Αντώνης, Αντωνιάδης Ορέστης, Τοκμακίδης Σάββας

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Εργαστηριακός Τομέας Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Φυσιολογίας της Άσκησης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα σύνοψη παρουσιάζεται μέρος της ερευνητικής δραστηριότητας που έχει υλοποιηθεί διαχρονικά στον Εργαστηριακό Τομέα της “Κλινικής Εργοφυσιολογίας και Φυσιολογίας της Άσκησης” και επικεντρώνεται στη μελέτη: α) των παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου στην παιδική ηλικία, β) στις επιπτώσεις της παχυσαρκίας στην καρδιομεταβολική υγεία παιδιών και εφήβων, και γ) στον ευεργετικό ρόλο της άσκησης στην καρδιαγγειακή λειτουργία και τη μεταβολική υγεία παιδιών προεφηβικής ηλικίας. Στις μελέτες του Εργαστηρίου, σε παιδιά από 9 έως 14 ετών, διαπιστώθηκε σημαντική παρουσία παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου, μεταξύ των οποίων η παχυσαρκία, η υπέρταση, οι διαταραχές στο λιπιδαιμικό προφίλ, το Μεταβολικό Σύνδρομο, οι αυξημένες τιμές C-αντιδρώσας πρωτεΐνης (CRP) και τα χαμηλά επίπεδα καρδιοαναπνευστικής αντοχής. Η καρδιοαναπνευστική αντοχή παρουσίασε σημαντική αρνητική συσχέτιση με το σκορ μεταβολικού κινδύνου και τη CRP, ωστόσο, η συσχέτιση αυτή σε μεγάλο βαθμό ερμηνεύτηκε από την επίδραση της κοιλιακής παχυσαρκίας. Τα υπέρβαρα/παχύσαρκα αγόρια εμφάνισαν επταπλάσιο κίνδυνο εκδήλωσης υπέρτασης, συγκριτικά με τα νορμοβαρή παιδιά, ενώ τα κορίτσια περίπου τετραπλάσιο. Επίσης, μελετώντας τις οξείες επιδράσεις της αερόβιας άσκησης στην καρδιαγγειακή λειτουργία υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, τα νορμοβαρή εμφάνισαν καλύτερη αιμοδυναμική ανταπόκριση συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, τόσο στην ηρεμία όσο και στα διάφορα στάδια άσκησης στον εργοδιάδρομο, μεγαλύτερο χρόνο άσκησης και χαμηλότερες τιμές υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης. Τα ευρήματα συνολικά επισημαίνουν την ανάγκη για έγκαιρο εντοπισμό παιδιών με δυσμενές καρδιαγγειακό προφίλ και εφαρμογή προγραμμάτων άσκησης για βελτίωση της φυσικής κατάστασης και της διατροφικής συμπεριφοράς από την παιδική ηλικία.

Λέξεις κλειδιά: δείκτες υγείας, παράγοντες κινδύνου, αιμοδυναμική λειτουργία, καρδιοαναπνευστική αντοχή, άσκηση, μεταβολικό σύνδρομο, παιδιά

Εισαγωγή

Οι καρδιαγγειακές παθήσεις είναι η κύρια αιτία της θνησιμότητας σε όλο τον κόσμο (Di Cesare et al., 2024; Buchan et al., 2012). Αν και τα καρδιαγγειακά προβλήματα εμφανίζονται συνήθως κατά

Διεύθυνση αλληλογραφίας:

Δούδα Ελένη
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Πανεπιστημιούπολη, 69100 Κομοτηνή
edouda@phyed.duth.gr

E-mail:

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 (Andersen et al., 2004; Kavey, 2015; Reinehr, 2016; Ridha et al., 2015). Παρά το 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. Κατά συνέπεια, η έγκαιρη διάγνωση και ο εντοπισμός των ατόμων που παρουσιάζουν δυσμενές μεταβολικό προφίλ αποκτά ιδιαίτερη σημασία για την ανάπτυξη και την εφαρμογή κατάλληλων στρατηγικών πρόληψης της υγείας από την παιδική ηλικία.

Πολλοί είναι οι παράγοντες κινδύνου που συνδέονται με την ανάπτυξη της καρδιαγγειακής νόσου όπως οι ανθυγιεινές διατροφικές συνήθειες, η έλλειψη σωματικής άσκησης, η χαμηλή φυσική κατάσταση, η παχυσαρκία και το υπερβολικό βάρος, η υπέρταση, το κάπνισμα και οι δυσλιπιδαιμίες (Ruiz et al., 2009). Όλοι αυτοί οι παράγοντες ωστόσο μπορούν να ελεγχθούν από την παιδική ακόμη ηλικία εάν δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην αυξημένη φυσική δραστηριότητα και την άσκηση καθώς επίσης και στην υιοθέτηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής με τις κατάλληλες διατροφικές επιλογές.

Η παρούσα σύνθεση μελετών παρουσιάζει: α) τους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου στην παιδική, β) τις επιπτώσεις της παχυσαρκίας στην καρδιομεταβολική υγεία παιδιών και εφήβων και γ) τον ευεργετικό ρόλο της άσκησης στην καρδιαγγειακή λειτουργία παιδιών προεφηβικής ηλικίας.

1^η μελέτη

Χριστόδουλος Α., Τοκμακίδης Σ.Π., Δούδα Ε., Τούσουλης Δ., Γκίκα Ε. (2009). Τεκμηριωμένοι και νεότεροι παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου στην παιδική ηλικία. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 26 (1): 70-78.

Εισαγωγή

Η στεφανιαία νόσος αποτελεί μια από τις συχνότερες αιτίες θανάτου σε παγκόσμια κλίμακα (AHA, 2004). Αν και η κλινική εκδήλωση της νόσου λαμβάνει χώρα στην ενήλικη ζωή, η δημιουργία αθηρωματικών πλακών είναι μια μακροχρόνια διαδικασία που αρχίζει από την παιδική ηλικία (McGill et al., 2000). Επιπλέον, είναι γεγονός ότι τεκμηριωμένοι παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου, που παλαιότερα απουσίαζαν από τις μικρές ηλικίες (παχυσαρκία, αρτηριακή υπέρταση, δυσλιπιδαιμίες), αναφέρονται όλο και συχνότερα σε παιδικούς πληθυσμούς (Freedman et al., 1999; Boreham et al., 2001). Εκτός από τους τεκμηριωμένους παράγοντες κινδύνου, μια σειρά από νεότερους παράγοντες κινδύνου, όπως το Μεταβολικό Σύνδρομο (ΜετΣ) και οι φλεγμονώδεις δείκτες, δρουν συνεργικά και εμπλέκονται σε προαθηρογόνες διαδικασίες ήδη από την παιδική ηλικία (Hiura et al., 2003; Lambert et al., 2004). Δεδομένου ότι οι παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου τείνουν να μεταφέρονται από την παιδική ηλικία στην ενήλικη ζωή (Katzmarzyk et al., 2001), η έγκαιρη ανίχνευσή τους θα πρέπει να αποτελεί σημαντική προτεραιότητα για τους φορείς υγείας, καθώς μπορεί να συμβάλει καθοριστικά στην ανάπτυξη στοχευμένων προγραμμάτων πρόωξης παρέμβασης σε παιδιά με αυξημένο καρδιαγγειακό κίνδυνο.

Στη χώρα μας, η αυξημένη καρδιαγγειακή νοσηρότητα των ενηλίκων τα τελευταία χρόνια συνοδεύεται από μια παράλληλη αύξηση στη συχνότητα των τεκμηριωμένων παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου στα παιδιά. Πράγματι, τα Ελληνόπουλα, μεταξύ άλλων, εμφανίζουν υψηλά ποσοστά παχυσαρκίας (Tokmakidis et al., 2006), δυσμενές προφίλ λιπιδίων, μειωμένη φυσική δραστηριότητα και αερόβια ικανότητα, καθώς και ανθυγιεινές διατροφικές συνήθειες (Magkos et al.,

2006; Bouziotas et al., 2001). Ωστόσο, δεν υπάρχουν επαρκή ερευνητικά δεδομένα αναφορικά με τους νεότερους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου. Η παρούσα εργασία επιχειρεί να καλύψει το κενό στο χώρο αυτόν, εξετάζοντας τη συχνότητα εμφάνισης τεκμηριωμένων και νεότερων παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου σε παιδιά δημοτικού.

Μέθοδος

Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 58 αγόρια και 54 κορίτσια, ηλικίας $11,4 \pm 0,4$ ετών, από τη βορειοανατολική Αττική.

Συλλογή δεδομένων

Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, ύψος από όρθια θέση, περιφέρεια μέσης), στην αρτηριακή πίεση (συστολική, διαστολική) καθώς και σε βιοχημικές παραμέτρους. Η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης και οι αιμοληψίες πραγματοποιήθηκαν εκτός ωρολογίου προγράμματος, σε πιστοποιημένο εργαστήριο από ειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό και μετά από 12ωρη νηστεία. Ο προσδιορισμός της γλυκόζης, της ολικής χοληστερόλης (TC) και των τριγλυκεριδίων (TG) έγινε με ενζυμικές μεθόδους σε φασματοφωτόμετρο Dimension RXL Dupont, ενώ η HDL-χοληστερόλη (HDL-C) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο καθίζησης. Η LDL-χοληστερόλη (LDL-C) υπολογίστηκε με βάση τον τύπο του Friedewald $[(LDL-C) = TC - (HDL-C) - TG/5]$. Οι απολιποπρωτεΐνες, η λιποπρωτεΐνη (a) και η C-αντιδρώσα πρωτεΐνη (CRP) προσδιορίστηκαν σε νεφελόμετρο BN II.

Στατιστική ανάλυση

Οι συνεχείς μεταβλητές παρουσιάζονται ως μέσες τιμές $\pm$ τυπική απόκλιση ή ως διάμεσες τιμές και ενδοτεταρτημοριακό εύρος, για τις μεταβλητές που δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή. Οι κατηγορικές μεταβλητές περιγράφονται ως σχετικές συχνότητες. Οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στις εξεταζόμενες παραμέτρους διερευνήθηκαν με τη χρήση του t-test για ανεξάρτητα δείγματα (Mann Whitney στις μεταβλητές με μη κανονική κατανομή) και του κριτηρίου χ^2 (έλεγχος ομοιογένειας και ανεξαρτησίας). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε σε $p < 0,05$.

Αποτελέσματα

Σύμφωνα με τα κριτήρια της Διεθνούς Ομάδας Μελέτης της Παχυσαρκίας (Cole et al., 2000), το 11,1% των κοριτσιών και το 10,3% των αγοριών ήταν παχύσαρκα, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων ($\chi^2(2) = 0,63$, $P = 0,730$). Επιπλέον, το 12,5% του δείγματος εμφάνιζε κεντρική παχυσαρκία, με ελαφρώς υψηλότερη συχνότητα στα αγόρια (13,8% έναντι 11,1% των κοριτσιών), χωρίς ωστόσο η διαφορά αυτή να παρουσιάσει στατιστική σημαντικότητα ($\chi^2(1) = 0,18$, $p = 0,668$).

Τα αποτελέσματα των βιοχημικών και κλινικών εξετάσεων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Με εξαίρεση τα αυξημένα επίπεδα της ολικής χοληστερόλης, οι μέσες τιμές των υπόλοιπων παραμέτρων ήταν εντός των φυσιολογικών για την ηλικία ορίων. Δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική επίδραση του φύλου στις παραμέτρους που εξετάστηκαν. Η συχνότητα εμφάνισης διαταραχών στο λιπιδαιμικό προφίλ του αίματος κυμάνθηκε από 6,9–25,9% στα αγόρια και από 7,4–18,5% στα κορίτσια (Σχήμα

1). Ακόμη, διαπιστώθηκε ότι το 12,1% των αγοριών είχε μη φυσιολογικές τιμές λιποπρωτεΐνης (a) (≥ 30 mg/dL) και το 10,3% παρουσίαζε αυξημένα επίπεδα γλυκόζης (≥ 110 mg/dL) ή CRP (≥ 3 mg/L). Τα αντίστοιχα ποσοστά για τα κορίτσια ήταν 13%, 5,6% και 11,1%. Οι τιμές της απολιποπρωτεΐνης A-1 (apo A-1) βρέθηκαν χαμηλές στο 6,3% του δείγματος. Οι τιμές της HDL-C και της συστολικής πίεσης ήταν εντός των προτεινόμενων για την ηλικία ορίων (HDL-C ≥ 40 mg/dL, συστολική πίεση: αγόρια < 127 mm Hg, κορίτσια < 126 mm Hg) για το σύνολο του δείγματος, ενώ σε φυσιολογικά επίπεδα κυμάνθηκαν οι αθηρωματικοί δείκτες, η απολιποπρωτεΐνη B (apo B) και ο λόγος apo A-1/apo B. Η συχνότητα εμφάνισης του ΜετΣ ήταν 3,6%, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων (κορίτσια: 5,6%, αγόρια 1,7%, $\chi^2=1.19$, $p=0,28$).

Πίνακας 1. Βιοχημικά και κλινικά χαρακτηριστικά του δείγματος (MT $\pm$ TA) σε σχέση με το φύλο.

Μεταβλητές	Κορίτσια (n=54)	Αγόρια (n=58)
Τριγλυκερίδια (mg/dL) ^a	60,00 (43,50-91,75)	56,00 (48,25-84,50)
TC (mg/dL)	174,84 $\pm$ 32,31	177,19 $\pm$ 31,99
LDL-C (mg/dL)	95,75 $\pm$ 26,79	98,79 $\pm$ 26,87
HDL-C (mg/dL)	63,54 $\pm$ 11,99	63,68 $\pm$ 11,96
TC/ HDL-C	2,82 $\pm$ 0,58	2,82 $\pm$ 0,52
LDL-C/ HDL-C ^a	1,45 (1,30-1,81)	1,42 (1,32-1,75)
Γλυκόζη (mg/dL)	93,58 $\pm$ 9,71	95,48 $\pm$ 9,67
Apo A-1 (mg/dL)	156,72 $\pm$ 21,52	162,26 $\pm$ 26,12
Apo B (mg/dL)	77,79 $\pm$ 15,75	78,45 $\pm$ 16,92
Apo B/Apo A-1	0,51 $\pm$ 0,13	0,49 $\pm$ 0,14
Lp(a) (mg/dL) ^a	6,75 (3,00-22,90)	9,40 (4,80-20,80)
hs-CRP (mg/L) ^a	0,42 (0,14-0,91)	0,66 (0,24-1,36)
Συστολική πίεση (mm Hg) ^a	100 (95-100)	100 (100-110)
Διαστολική πίεση (mm Hg) ^a	80 (70-80)	80 (70-80)

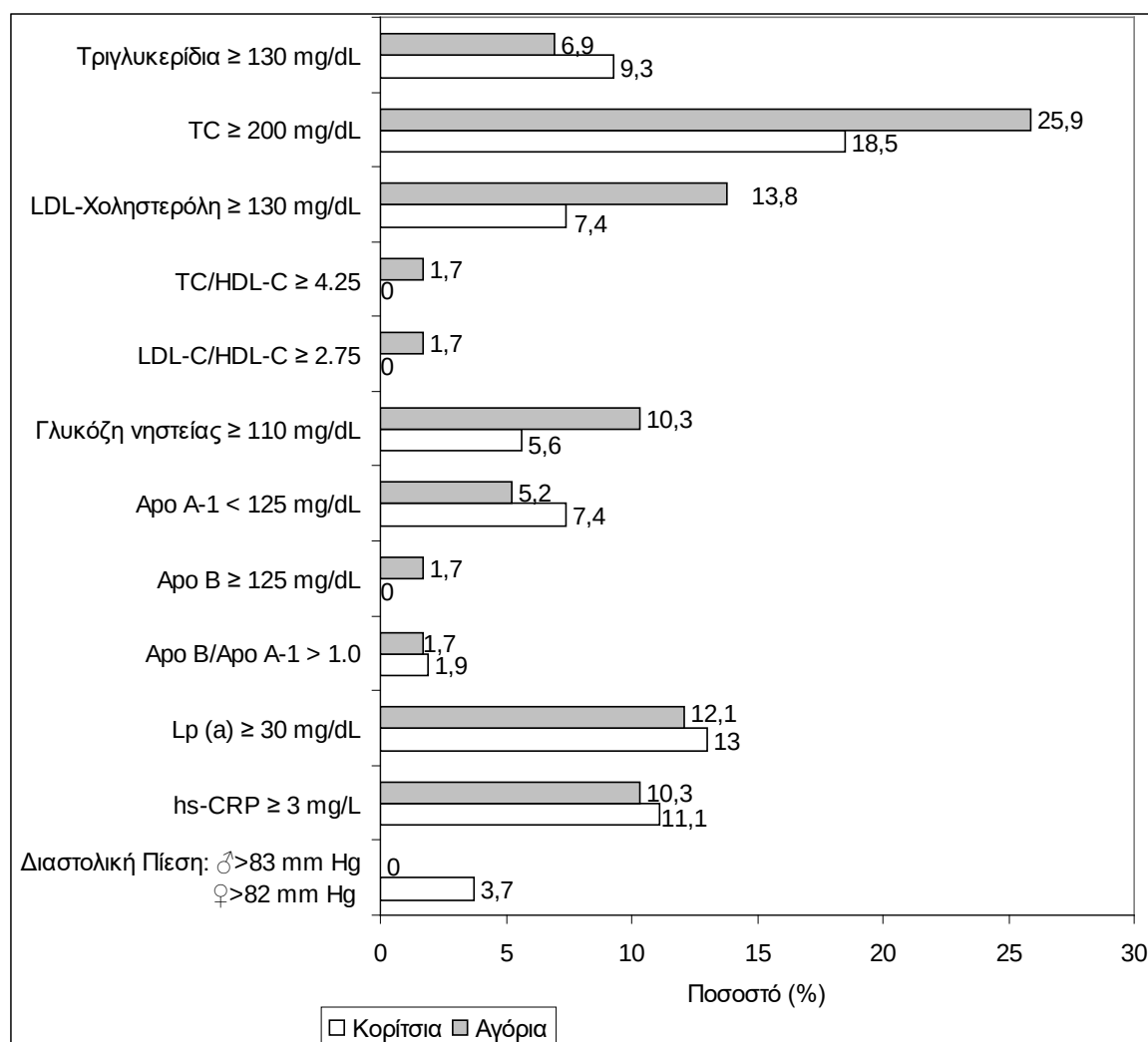
a = διάμεσες τιμές (ενδοτεταρτημοριακό εύρος), TC = ολική χοληστερόλη, LDL-C = λιποπρωτεΐνη χαμηλής πυκνότητας, HDL-C = λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας, Apo = απολιποπρωτεΐνη, Lp(a) = λιποπρωτεΐνη (a), hs-CRP = C-αντιδρώσα πρωτεΐνη υψηλής ευαισθησίας.

Συζήτηση

Η μελέτη ενισχύει τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, σύμφωνα με τις οποίες οι ίδιοι τεκμηριωμένοι παράγοντες κινδύνου συναντώνται και στα Ελληνόπουλα (Tokmakidis et al., 2006; Magkos et al., 2006; Bouziotas et al. 2001). Τα ποσοστά παχυσαρκίας (10,5%) και κεντρικής παχυσαρκίας (12%) στο παρόν δείγμα συμφωνούν με πρόσφατες έρευνες από άλλες περιοχές της Ελλάδας, επιβεβαιώνοντας την ανησυχητική έξαρση της παιδικής παχυσαρκίας στη χώρα μας (Krassas et al., 2001, Manios et al., 2004), η οποία είναι παρόμοια με εκείνη των μεσογειακών χωρών (8-11%) και υψηλότερη σε σχέση με τις χώρες της Βόρειας Ευρώπης (1,5-9,9%) (Wang & Lobstein, 2006).

Σημαντικές διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν στις συμπεριφορές διατροφής και φυσικής δραστηριότητας μεταξύ των δύο φύλων. Το ποσοστό των αγοριών με αυξημένη πρόσληψη χοληστερόλης ήταν διπλάσιο σε σχέση με εκείνο των κοριτσιών (32,8% έναντι 16,7%). Από την άλλη μεριά, η πλειοψηφία των κοριτσιών (96,3%) δεν εκπλήρωνε τις οδηγίες για συμμετοχή σε φυσικές δραστηριότητες υψηλής έντασης > 30 min/ημέρα, ενώ στα αγόρια το αντίστοιχο ποσοστό ήταν 58,6%. Οι διαφορές αυτές φαίνεται να διαμορφώνονται από κοινωνικοοικονομικούς, πολιτισμικούς

και περιβαλλοντολογικούς παράγοντες και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στον σχεδιασμό προγραμμάτων προαγωγής της υγείας (Krassas et al., 2001; Manios et al., 2004).



Σχήμα 1. Ποσοστό μαθητών με μη φυσιολογικές τιμές στους βιολογικούς παράγοντες κινδύνου. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων.

Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στη $\dot{V}O_2 \max$, ενδεχομένως επειδή η συνολική φυσική δραστηριότητα δε διέφερε στα δύο φύλα. Ωστόσο, το ποσοστό των παιδιών με χαμηλή $\dot{V}O_2 \max$ στο σύνολο του δείγματος εμφανίζεται ανησυχητικά υψηλό. Δεδομένου ότι η μειωμένη καρδιοαναπνευστική αντοχή αποτελεί ανεξάρτητο προδιαθεσικό παράγοντα για την ανάπτυξη παχυσαρκίας στην παιδική ηλικία (Koutedakis et al., 2005) και ισχυρό προγνωστικό δείκτη για μελλοντική ανάπτυξη καρδιοπαθειών (Katzmarzyk et al., 2001), η προαγωγή της φυσικής δραστηριότητας και η βελτίωση της $\dot{V}O_2 \max$ θα πρέπει να αποτελούν σημαντικές προτεραιότητες στα προγράμματα παρέμβασης.

Τα παιδιά του παρόντος δείγματος είχαν ευνοϊκότερο προφίλ λιπιδίων, σε σύγκριση με συνομηλίκους τους από τη Μαγνησία (Magkos et al., 2006), με υψηλότερες τιμές HDL-C και

χαμηλότερες τιμές TC, LDL-C, TG και TC/HDL-C, αλλά υψηλότερες τιμές TC και TG σε σχέση με παιδιά από την Πιερία (Bouziotas et al. 2001) και την Κρήτη (Magkos et al., 2005). Στις προαναφερθείσες έρευνες, όπως και στην παρούσα μελέτη, κοινή είναι η διαπίστωση ότι το προφίλ καρδιαγγειακού κινδύνου στα Ελληνόπουλα έχει επιδεινωθεί σε σχέση με προηγούμενες δεκαετίες. Αναφορικά με τους νεότερους παράγοντες κινδύνου, ένα μικρό ποσοστό του δείγματος παρουσίασε διαταραχές των απολιποπρωτεϊνών, ενώ η Lp(a) και η CRP εμφάνισαν υψηλές τιμές σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 10,3-13%.

Η συχνότητα εμφάνισης του ΜετΣ ήταν παρόμοια μ' εκείνη που βρέθηκε σε παιδιά αντίστοιχης ηλικίας στη χώρα μας (Λιναρδάκης και συν., 2007), στη Γαλλία (5,8%) και στις ΗΠΑ (4-5,2%) (Platat et al., 2006; Cook et al., 2003; Ford et al., 2005). Σε δεδομένα από την μελέτη NHANES οι de Ferranti et al. (2004) βρήκαν ότι η συχνότητα του ΜετΣ στις ηλικίες 12-19 ετών ήταν ~9,2%, ενώ σε παιδιά από το Ιράν το ποσοστό ήταν σημαντικά υψηλότερο (14,1%) (Kelishadi et al., 2007). Ωστόσο, οι δύο τελευταίες έρευνες στον ορισμό του ΜετΣ χρησιμοποίησαν χαμηλότερα όρια για την υπερτριγλυκεριδαιμία (>100 mg/dL) και την κεντρική παχυσαρκία (>75^η εκατοστιαία θέση). Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν ότι το ΜετΣ αποτελεί κοινό παιδιατρικό πρόβλημα τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Ανεξάρτητα από τις διαφοροποιήσεις που μπορεί να παρατηρούνται από περιοχή σε περιοχή ή από χώρα σε χώρα, διαπιστώνεται ότι η συχνότητα εμφάνισης τόσο των τεκμηριωμένων όσο και των νεότερων παραγόντων καρδιαγγειακού κινδύνου σε παιδικούς πληθυσμούς παρουσιάζει μια αυξητική τάση παγκοσμίως. Επιπλέον, στα Ελληνόπουλα οι ανθυγιεινές διατροφικές συνήθειες, η υποκινητικότητα και η χαμηλή $\dot{V}O_2$ max συνυπάρχουν και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ευνοώντας την εμφάνιση σοβαρών μεταβολικών διαταραχών. Οι παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου μεταφέρονται από την παιδική ηλικία στην ενηλικίωση και ορισμένοι από αυτούς διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στα πρώιμα στάδια του αθηρωματικού καταρράκτη. Επομένως, καθίσταται αναγκαία η χάραξη τεκμηριωμένων πολιτικών υγείας και η εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών πρόληψης και πρώιμης παρέμβασης, με έμφαση στην αύξηση της φυσικής δραστηριότητας και την ισορροπημένη διατροφή.

2^η μελέτη

Christodoulos A.D., Douda H.T. & Tokmakidis S.P. (2012). Cardiorespiratory Fitness, Metabolic Risk, and Inflammation in Children. *International Journal of Pediatrics*, Article ID 270515, 6 pages, doi:10.1155/2012/270515.

Εισαγωγή

Η παχυσαρκία και ο κίνδυνος Μεταβολικού Συνδρόμου (ΜετΣ) στα παιδιά έχουν συσχετιστεί με φλεγμονώδεις δείκτες, ιδιαίτερα τη C-αντιδρώσα πρωτεΐνη (CRP) (Hiura et al., 2003; Lambert et al., 2004). Από την άλλη μεριά, η καρδιοαναπνευστική αντοχή ενέχει προστατευτικό ρόλο στο ΜετΣ και στους φλεγμονώδεις δείκτες, ωστόσο, δεν είναι απολύτως σαφές εάν οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους είναι ανεξάρτητες ή εν μέρει οφείλονται στη μεσολαβητική επίδραση της παχυσαρκίας (Isasi et al., 2003; Ball et al., 2004).

Στα Ελληνόπουλα, η παχυσαρκία συχνά συνυπάρχει με παράγοντες όπως η χαμηλή καρδιοαναπνευστική ικανότητα (Tokmakidis et al., 2006) και το δυσμενές προφίλ καρδιομεταβολικού κινδύνου (Magkos et al., 2005), γεγονός που υποδηλώνει αυξημένο κίνδυνο

καρδιαγγειακής νοσηρότητας στην ενήλικη ζωή (Chu et al., 1998). Αν και η σχέση μεταξύ παχυσαρκίας και δυσλιπιδαιμίας στα Ελληνόπουλα έχει διερευνηθεί διεξοδικά (Magkos et al., 2005; Manios et al., 2005) υπάρχει έλλειψη δεδομένων σχετικά με τη συνύπαρξη των μεταβολικών παραγόντων κινδύνου, τη φλεγμονή και τη σχέση τους με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα. Η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε σε μια προσπάθεια να διερευνηθεί τις συσχετίσεις μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, του κινδύνου ΜετΣ και της CRP σε παιδιά 11 ετών.

Μέθοδος

Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 112 υγιείς μαθητές/ήτριες (58 αγόρια, 54 κορίτσια), ηλικίας $11,4 \pm 0,4$ ετών, από τη βορειοανατολική Αττική.

Συλλογή δεδομένων

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, ύψος από όρθια θέση, περιφέρεια μέσης) και υπολογίστηκε ο Δείκτης Μάζας Σώματος (ΔΜΣ) ως το βάρος διαιρεμένο με το τετράγωνο του ύψους (kg/m^2). Η καρδιοαναπνευστική ικανότητα εκτιμήθηκε με τη δοκιμασία του παλίνδρομου τρεξίματος 20μ. Η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης και οι αιμοληψίες πραγματοποιήθηκαν εκτός ωρολογίου προγράμματος, σε πιστοποιημένο εργαστήριο από ειδικευμένο επιστημονικό προσωπικό και μετά από 12ωρη νηστεία.

Η γλυκόζη πλάσματος και τα τριγλυκερίδια προσδιορίστηκαν με ενζυμικές φωτομετρικές μεθόδους σε φασματοφωτόμετρο Dimension RXL Dupont, ενώ η HDL-χοληστερόλη (HDL-C) προσδιορίστηκε με τη μέθοδο καθίζησης. Η CRP μετρήθηκε με ανοσοδοκιμασία ενισχυμένη με λατέξ υψηλής ευαισθησίας σε νεφελόμετρο BN II. Το ΜετΣ ορίστηκε ως η συνύπαρξη ≥ 3 από τα ακόλουθα κριτήρια με βάση την ηλικία και το φύλο: περίμετρος μέσης ≥ 90 ο εκατοστημόριο, γλυκόζη $\geq 100 \text{ mg/dl}$, τριγλυκερίδια $\geq 100 \text{ mg/dl}$, HDL-C $< 50 \text{ mg/dl}$ και συστολική ή διαστολική πίεση ≥ 90 ο εκατοστημόριο. Δημιουργήθηκε επίσης ένα ποσοτικό σκορ μεταβολικού κινδύνου ως εξής: για κάθε έναν από τους παράγοντες ΜετΣ οι τιμές κάθε παιδιού μετατράπηκαν σε μονάδες τυπικής απόκλισης (τιμές z). Για την HDL-C οι z-τιμές της πολλαπλασιάστηκαν με (-1), ώστε υψηλότερες τιμές να δηλώνουν υψηλότερο μεταβολικό κίνδυνο. Για τη συστολική και διαστολική πίεση υπολογίστηκε ο μέσος όρος των z τιμών τους. Το άθροισμα όλων των z-τιμών δια του αριθμού των παραγόντων αποτέλεσε το σκορ μεταβολικού κινδύνου κάθε μαθητή/ήτριας σε μονάδες τυπικής απόκλισης. Υπολογίστηκε επίσης ένα z-σκορ μεταβολικού κινδύνου χωρίς το κριτήριο της κεντρικής παχυσαρκίας (Brage et al., 2004).

Στατιστική ανάλυση

Λόγω μιας μη κανονικής κατανομής, οι τιμές CRP μετασχηματίστηκαν λογαριθμικά πριν από τις αναλύσεις. Οι συνεχείς μεταβλητές παρουσιάζονται ως μέσες τιμές $\pm$ τυπική απόκλιση, ενώ οι ποιοτικές μεταβλητές παρουσιάζονται ως απόλυτες και σχετικές συχνότητες. Οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στις εξεταζόμενες παραμέτρους διερευνήθηκαν με τη χρήση του t-test για ανεξάρτητα δείγματα. Οι σχέσεις μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, του σκορ ΜετΣ και των επιπέδων της CRP υπολογίστηκαν με τον συντελεστή συσχέτισης του Pearson. Η ανεξάρτητη επίδραση της χαμηλής καρδιοαναπνευστικής ικανότητας στους ανθρωπομετρικούς δείκτες, στο σκορ ΜετΣ και στη

CRP αξιολογήθηκαν με one-way ANCOVA. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

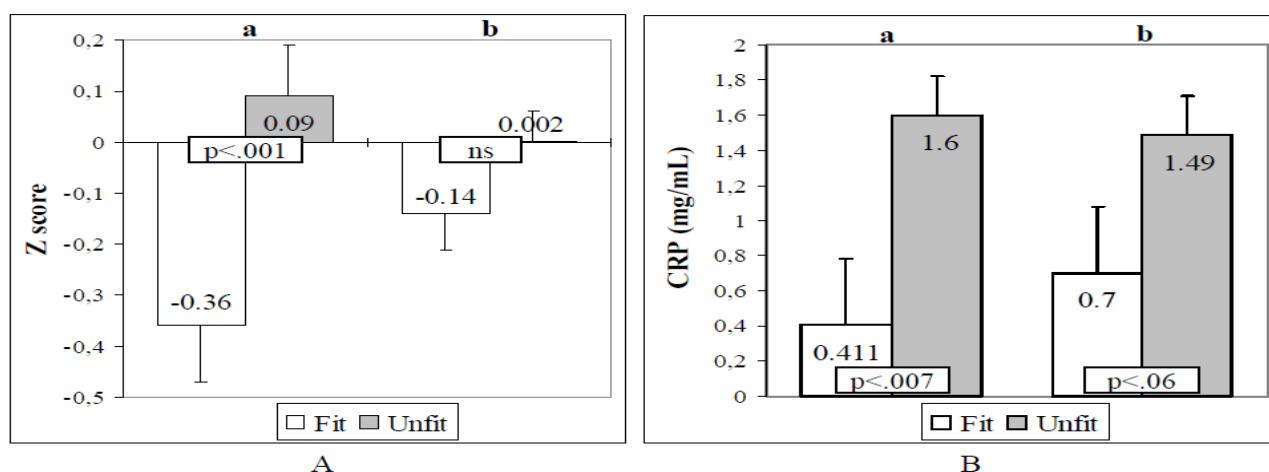
Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά χαρακτηριστικά ανά φύλο και για το σύνολο του δείγματος. Οι μέσες τιμές ΔΜΣ, οι μέσες συγκεντρώσεις των συστατικών του ΜετΣ στο πλάσμα, καθώς και οι μέσες καταγραφές της αρτηριακής πίεσης ήταν εντός αποδεκτών ορίων και δεν διέφεραν μεταξύ των δύο φύλων. Η υπεργλυκαιμία ήταν η πιο συχνή μεταβολική διαταραχή και στα δύο φύλα (27,7%), ακολουθούμενη από τις υψηλές τιμές τριγλυκεριδίων (17,9%). Η αυξημένη αρτηριακή πίεση ήταν συχνότερη στα κορίτσια, χωρίς ωστόσο στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τα αγόρια ($\chi^2=3,43$, $p=0,064$). Η συχνότητα του ΜετΣ ήταν 5,4%, χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο φύλων ($\chi^2=0,008$, $p=0,928$).

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά του δείγματος και συχνότητα ΜετΣ.

	Κορίτσια (n=54)	Αγόρια (n=58)	p-value	Σύνολο (n=112)
Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και $\dot{V}O_2 \max$				
Ηλικία (έτη)	11.28±0.04	11.41±0.05	0.06	11.35±0.04
Ύψος (m)	150.86±0.85	150.78±0.87	0.94	150.82±0.61
Βάρος (kg)	44.98±1.43	47.05±1.45	0.31	46.05±1.02
ΔΜΣ (kg/m ²)	19.65±0.53	20.54±0.51	0.23	20.11±0.37
Φυσιολογικά, n (%)	34 (63)	33 (56.9)		67 (59.8)
Υπέρβαρα/Παχύσαρκα, n (%)	20 (37)	25 (43.1)	0.513	45 (40.2)
$\dot{V}O_2 \max$ (ml/kg/min)	29.86±0.72	31.26±0.79	0.15	30.58±0.54
Παράγοντες ΜετΣ και CRP				
Περίμετρος μέσης (cm)	68.83±1.29	71.97±1.47	0.12	70.47±0.99
≥ 90ό εκατοστημόριο, n (%)	6 (11.1)	8 (13.8)	0.67	14 (12.5)
Γλυκόζη νηστείας (mg/dL)	93.58±1.33	95.36±1.26	0.30	94.51±0.92
≥ 100 mg/dL, n (%)	13 (24.1)	18 (31.0)	0.41	31 (27.7)
HDL-C (mg/dL)	63.54±1.73	63.68±1.66	0.97	63.62±1.19
< 50 mg/dL, n (%)	9 (16.7)	6 (10.3)	0.33	15 (13.4)
Τριγλυκερίδια (mg/dL)	73.74±6.16	70.15±5.05	0.60	71.88±3.93
≥ 110 mg/dL, n (%)	10 (18.5)	10 (17.2)	0.86	20 (17.9)
Συστολική πίεση (mmHg)	100.67±1.08	102.68±1.04	0.19	101.71±0.75
Διαστολική πίεση (mmHg)	75.96±0.78	76.16±0.70	0.85	76.06±0.52
≥ 90ό εκατοστημόριο, n (%)	7 (13)	2 (3.5)	0.06	9 (8)
Συχνότητα ΜετΣ (≥ 3 παράγοντες), n (%)	3 (5.6)	3 (5.2)	0.93	6 (5.4)
Z-σκορ μεταβολικού κινδύνου	-0.09±0.09	0.04±0.07	0.45	-0.02±0.06
Z-σκορ μεταβολικού κινδύνου χωρίς το κριτήριο της κεντρικής παχυσαρκίας	-0.08±0.09	0.00±0.06	0.78	-0.04±0.05
CRP (mg/dL)	1.07±0.22	1.47±0.32	0.28	1.27±0.19
Σημείωση: Οι τιμές αφορούν Μέση Τιμή±Τυπική Απόκλιση ή n (%). ΔΜΣ=Δείκτης Μάζας Σώματος, CRP=C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, HDL-C=λιποπρωτεΐνη υψηλής πυκνότητας, ΜετΣ = Μεταβολικό Σύνδρομο $\dot{V}O_2 \max$ =προβλεπόμενη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου,				

Η $\dot{V}O_2 \max$ παρουσίασε στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με το σκορ μεταβολικού κινδύνου ($r=-0,386$, $p<0,001$) και τη CRP ($r=-0,394$, $p<0,001$). Στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση βρέθηκε ανάμεσα στο σκορ μεταβολικού κινδύνου και τη CRP ($r=0,544$, $p<0,0005$). Με βάση τις τιμές αναφοράς της $\dot{V}O_2 \max$ για το φύλο και την ηλικία (Bell et al., 1986) οι συμμετέχοντες ταξινομήθηκαν σε δύο ομάδες, χαμηλής και υψηλής φυσικής κατάστασης. Ένα υψηλό ποσοστό των συμμετεχόντων (~72%) εμφάνισε τιμές $\dot{V}O_2 \max$ σημαντικά χαμηλότερες από τα συνιστώμενα επίπεδα φυσικής κατάστασης για μεταβολική υγεία. Τα παιδιά με χαμηλό επίπεδο $\dot{V}O_2 \max$, σε σύγκριση με τους συνομηλίκους τους με υψηλή $\dot{V}O_2 \max$, εμφάνισαν σημαντικά αυξημένο ΔΜΣ ($21,01$ έναντι $17,91$ kg/m², $F_{(1,111)}=17,55$, $p<0,001$), υψηλότερο σκορ μεταβολικού κινδύνου ($F_{(1,93)}=13,03$, $p<0,001$) και υψηλότερες τιμές CRP ($F_{(1,93)}=7,67$, $p<0,007$) (Σχήμα 1). Η διόρθωση ως προς την κεντρική παχυσαρκία μείωσε τις παρατηρούμενες διαφορές, τόσο στο σκορ μεταβολικού (Σχήμα 1Α), όσο και στις τιμές της CRP (Σχήμα 1Β).



Σχήμα 1. Διαφορές σκορ μεταβολικού κινδύνου (Α) και στις τιμές CRP (Β) μεταξύ παιδιών με υψηλή (Fit) και χαμηλή (Unfit) $\dot{V}O_2 \max$. α: Αποτελέσματα ANCOVA μετά από ρύθμιση για την ηλικία και το φύλο. β: Αποτελέσματα ANCOVA μετά από διόρθωση ως προς την περίμετρο της μέσης.

Συζήτηση

Το ΜετΣ έχει μια πολυπαραγοντική αιτιολογία και οι μηχανισμοί που συντελούν στην εμφάνισή του δεν είναι πλήρως κατανοητοί. Στην παρούσα μελέτη διερευνήσαμε τη συχνότητα του ΜετΣ και εξετάσαμε τις ανεξάρτητες συσχετίσεις μεταξύ της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, του κινδύνου ΜετΣ και της CRP σε Ελληνόπουλα. Η συχνότητα του ΜετΣ στο δείγμα μας ήταν 5,4%, παρόμοια με εκείνη που έχει αναφερθεί σε εφήβους στις ΗΠΑ και στη Γαλλία (4-5,8%) (Cook et al., 2003; Ford et al., 2005; Platat et al., 2006), αλλά χαμηλότερη από τη συχνότητα που εμφάνισαν παιδιά από το Ιράν (14,1%) (Kelishadi et al., 2007). Αυτά τα δεδομένα δείχνουν ότι το ΜετΣ αποτελεί κοινό παιδιατρικό πρόβλημα τόσο στις ανεπτυγμένες όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για αποτελεσματικές στρατηγικές παρέμβασης σε διεθνές επίπεδο.

Σε σύγκριση με συνομηλίκους τους από τη Βόρεια Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική, το δείγμα μας παρουσίασε υψηλότερα ποσοστά υπέρβαρου/παχυσαρκίας και χαμηλότερες επιδόσεις στο τεστ καρδιοαναπνευστικής αντοχής (Brage et al., 2004; Cummings et al., 2010). Διαπιστώθηκε περαιτέρω

ότι η αντίστροφη συσχέτιση της $\dot{V}O_2 \max$ με το σκορ μεταβολικού κινδύνου και τη CRP στα παιδιά σε μεγάλο βαθμό ερμηνεύεται από την αλληλεπίδρασή τους με την κοιλιακή παχυσαρκία, που αποτελεί ένα από τα γενεσιουργά αίτια του ΜετΣ. Ωστόσο, δεν συμφωνούν όλες οι έρευνες με αυτά τα ευρήματα (Brage et al., 2004; Cummings et al., 2010; Ekelund et al., 2009; Ruiz et al., 2007).

Συμπερασματικά, οι μεταβολικές συνέπειες του υπερβολικού σωματικού βάρους και της χαμηλής $\dot{V}O_2 \max$ είναι ανιχνεύσιμες νωρίς στη ζωή. Φαίνεται ότι απαιτούνται περισσότερες μελέτες για να βελτιώσουμε την κατανόησή μας για τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ της $\dot{V}O_2 \max$, του σκορ μεταβολικού κινδύνου, της CRP και της παχυσαρκίας στα παιδιά. Είναι ωστόσο γνωστό ότι τα υψηλά επίπεδα $\dot{V}O_2 \max$ βελτιώνουν τη μεταβολική υγεία των παχύσαρκων παιδιών (Nassis et al., 2005), μετριαζουν το προφλεγμονώδες περιβάλλον που σχετίζεται με την παχυσαρκία [Meyer et al., 2006] και προσφέρουν προστασία ενάντια στην ανάπτυξη του συνδρόμου αντίστασης στην ινσουλίνη από την παιδική ηλικία έως την εφηβεία και τη νεαρή ενήλικη ζωή (Dwyer et al., 2009; Ferreira et al., 2009; Flouris et al., 2008). Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή προγραμμάτων αγωγής υγείας στα παιδιά, με στόχο την αύξηση της συμμετοχής τους σε φυσικές δραστηριότητες και προγράμματα συστηματικής άσκησης, ώστε παράλληλα με τη βελτίωση της σύστασης του σώματος και της $\dot{V}O_2 \max$ να επιτυγχάνονται και οι εξίσου σημαντικές μεταβολικές προσαρμογές των οργανικών συστημάτων. Με τις κατάλληλες παρεμβάσεις μέσα από το σχολείο και την εμπλοκή της οικογένειας, της τοπικής κοινωνίας και των φορέων υγείας, είναι δυνατόν να προληφθεί η εμφάνιση του ΜετΣ και των επιπλοκών του μετέπειτα στη ζωή.

3^η μελέτη

Αντωνιάδης Ορ., Δούδα Ε., Παπάζογλου Α. & Τοκμακίδης Σ. (2014). Παράγοντες που επηρεάζουν την καρδιαγγειακή λειτουργία υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών ηλικίας 9-14 ετών. *Αρχαία Ελληνικής Ιατρικής*, 31(3): 316-326.

Εισαγωγή

Η υπέρταση έχει αναγνωριστεί ως ένας παράγοντας κινδύνου για στεφανιαία νόσο σε ενήλικες και η παρουσία της υπέρτασης στην παιδική ηλικία μπορεί να συμβάλει στην πρόωμη ανάπτυξη του καρδιαγγειακών παθήσεων. Ο επιπολασμός και το ποσοστό της διάγνωσης της υπέρτασης στα παιδιά και στους εφήβους φαίνεται να αυξάνεται (Kelly et al., 2015). Αυτό οφείλεται εν μέρει στην αυξανόμενη επικράτηση της παιδικής παχυσαρκίας καθώς υπάρχουν ενδείξεις ότι η παιδική υπέρταση μπορεί να οδηγήσει μελλοντικά σε υπερτασικούς ενήλικες (Sorof et al., 2004). 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% (Aglony et al., 2009; Lurbe & Rodicio, 2004; NHBPEP, 2004).

Τα διαγνωστικά κριτήρια για υπέρταση στα παιδιά και στους ενήλικες βασίζονται στην αντίληψη ότι η αρτηριακή πίεση αυξάνεται με την ηλικία και το μέγεθος του σώματος (Aglony et al., 2009). Σύμφωνα με το NHBPEP (2004), η διάγνωση της υπέρτασης στα παιδιά λαμβάνει υπόψη της τη συστολική και τη διαστολική αρτηριακή πίεση, πάνω από την 95^η εκατοστιαία θέση σε σχέση με το φύλο, την ηλικία και το ύψος των παιδιών. Η προϋπέρταση ορίζεται ως ο μέσος όρος της συστολικής και της διαστολικής αρτηριακής πίεσης σε άτομα με δείκτη BMI ανάμεσα στην 90^η και 95^η εκατοστιαία θέση, ενώ και οι έφηβοι με μέσο όρο 120/80 mmHg αρτηριακής πίεσης και δείκτη BMI κάτω από την 95^η εκατοστιαία θέση κινδυνεύουν επίσης να εμφανίσουν προϋπέρταση (Aglony et al.,

2009). Επίσης, τα υπέρβαρα και παχύσαρκα παιδιά σε σχέση με το φύλο και με οικογενειακό ιστορικό υπέρτασης ή καρδιαγγειακών νόσων έχουν περισσότερες πιθανότητες για εμφάνιση υπέρτασης (Riley & Bluhm, 2012). Με δεδομένο 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.

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να εξετάσει τους παράγοντες που επηρεάζουν την καρδιαγγειακή λειτουργία υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών και να μελετήσει τη σύνδεση μεταξύ παχυσαρκίας και υπέρτασης αναφορικά με το σχετικό κίνδυνο που διατρέχουν παιδιά προεφηβικής και εφηβικής ηλικίας να εμφανίσουν υπέρταση.

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά συνολικά 1.397 παιδιά ($n=1.397$) ελληνικής και ελληνοκυπριακής καταγωγής, ηλικίας 9 έως 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 υπόψη το φύλο, την ηλικία και το ύψος σύμφωνα με κριτήρια ταξινόμησης της Διεθνούς Ομάδας Εργασίας Υπέρτασης για παιδιά και εφήβους (NHBPEP, 2004) και δ) τον βαθμό παχυσαρκίας (Νορμοβαρή $n=984$, Υπέρβαρα $n=280$, Παχύσαρκα $n=133$) χρησιμοποιώντας το δείκτη BMI για ηλικία και φύλο, σύμφωνα με τα κριτήρια της IOTF. (Cole et al., 2000). Οι μαθητές και μαθήτριες 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 αποτελέσαν η τυχόν λήψη φαρμάκων για τη θεραπεία αρτηριακής υπέρτασης, σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 ή 2 ή δυσλιπιδαιμίας και τυχόν ύπαρξη συγγενούς καρδιοπάθειας.

Συλλογή δεδομένων

Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, ύψος από όρθια θέση), στην αρτηριακή πίεση (συστολική, διαστολική) και στην καρδιακή συχνότητα σε συνθήκες ηρεμίας. Η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικανικής Καρδιολογικής Εταιρίας (Pickering et al., 2005) σε συνθήκες ηρεμίας με τον κάθε συμμετέχοντα σε καθιστή θέση και μετά από ανάπαυση 5 λεπτών. Χρησιμοποιήθηκε, πιστοποιημένο για παιδιά και εφήβους, ηλεκτρονικό πιεσόμετρο (Omron MX3 Plus, Japan) κατάλληλο σε μέγεθος περιχειρίδος ανάλογα με την περιφέρεια του βραχίονα κάθε παιδιού (Christofaro et al., 2009), καλύπτοντας τον βραχίονα του αριστερού χεριού, που βρισκόταν στο επίπεδο της καρδιάς. Πραγματοποιούνταν 3 μετρήσεις, με ενδιάμεσο διάλειμμα 2 min, και καταγραφόταν η μέση τιμή των τριών μετρήσεων για τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση και για την καρδιακή συχνότητα. Η υπέρταση προσδιορίστηκε όταν η αρτηριακή πίεση εμφάνιζε τιμές ≥ 95 η εκατοστιαία θέση για την ηλικία, το φύλο και το ύψος (NHBPEP, 2004).

Στατιστική ανάλυση

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική (μέση τιμή, τυπική απόκλιση, τυπικό σφάλμα) και ο έλεγχος συχνοτήτων των κατανομών με τη χρήση του στατιστικού χ^2 . Για τον προσδιορισμό του λόγου σχετικού κινδύνου (Relative Risk) και σχετικών πιθανοτήτων (Odds Ratio), για κάθε φύλο χωριστά, εφαρμόστηκε ο έλεγχος ποιότητας προσαρμογής των παραγόντων βαθμός παχυσαρκίας και κατηγορία υπέρτασης. Για τον προσδιορισμό των σχετικών πιθανοτήτων εφαρμόστηκε λογαριθμική ανάλυση συχνοτήτων (log-linear analysis) και δημιουργήθηκε ένα ιεραρχικό γραμμικό μοντέλο (2x2) που περιείχε όλες τις δυνατές κύριες επιδράσεις των παραγόντων βαθμός παχυσαρκίας (1: υπέρβαρο/παχύσαρκα, 2: νορμοβαρή) και κατηγορία υπέρτασης (1: υπέρτασικά, 2: νορμοτασικά) σε κάθε ηλικιακή κατηγορία και φύλο χωριστά. Για τον έλεγχο των υποθέσεων στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα) χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων για ανεξάρτητα δείγματα σε κάθε ηλικιακή κατηγορία χωριστά και πολλαπλές συγκρίσεις Bonferroni για τον έλεγχο διαφορών στα επιμέρους επίπεδα των παραγόντων. Για τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ αγοριών-κοριτσιών και νορμοτασικών-υπέρτασικών παιδιών εφαρμόστηκε ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p<0,05$.

Αποτελέσματα

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι στο σύνολο του δείγματος, το 70,4% των παιδιών ήταν νορμοβαρή, το 20,1% υπέρβαρο και το 9,5% παχύσαρκα. Οι υπέρβαροι/παχύσαρκοι μαθητές σε ποσοστό 11,5% εμφάνισαν αυξημένες τιμές αρτηριακής πίεσης ενώ αντίστοιχα στα κορίτσια το ποσοστό ήταν 9,1%. Ο σχετικός κίνδυνος (RR) και ο λόγος πιθανοτήτων (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 $RR=3,27$ (95% CI:2,31–4,63) και $ORs=4,29$ (95% CI:2,79–6,61) αντίστοιχα. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για κάθε ηλικιακή κατηγορία (9-10 ετών, 11-12 ετών, 13-14 ετών) αναφορικά με το σχετικό κίνδυνο (Relative Risk, RR) και τον λόγο πιθανοτήτων (Odds Ratio, OR) εμφάνισης υπέρτασης σε νορμοβαρή και υπέρβαρο/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 νορμοβαρή παιδιά εμφάνισαν καλύτερες τιμές συγκριτικά με τα υπέρβαρο και παχύσαρκα παιδιά στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=21,0$, $p<0,001$, $\eta^2=0,029$], στη διαστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=18,11$, $p<0,001$, $\eta^2=0,025$], και στην καρδιακή συχνότητα [$F_{(2,1388)}=8,36$, $p<0,001$, $\eta^2=0,012$]. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στον παράγοντα κατηγορία υπέρτασης, με τα νορμοτασικά παιδιά να παρουσιάζουν καλύτερη αιμοδυναμική ανταπόκριση συγκριτικά με τα υπέρτασικά παιδιά στη συστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=540,73$, $p<0,001$, $\eta^2=0,438$], στη διαστολική αρτηριακή πίεση [$F_{(2,1388)}=68,87$, $p<0,001$, $\eta^2=0,090$] και στην καρδιακή συχνότητα [$F_{(2,1388)}=4,01$, $p<0,05$, $\eta^2=0,006$].

Πίνακας 1. 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 (85)	Υπέρβαρα/Παχύσαρκα (n=145)		
9-10 ετών				
Αγόρια (n=262)	12 (4,6%)	19 (7,3%)	5,56 (2,87-10,78)	7,79 (3,50-17,35)
Κορίτσια (n=237)	10 (4,2%)	10 (4,2%)	4,04 (1,78-9,14)	4,86 (1,89-12,51)
11-12 ετών				
Αγόρια(n=212)	5 (2,4%)	18 (8,5%)	6,06 (2,34-15,68)	7,55 (2,67-21,30)
Κορίτσια (n=196)	18 (9,2%)	26 (13,3%)	2,38 (1,40-4,03)	3,13 (1,56-6,24)
13-14 ετών				
Αγόρια (n=254)	23 (9,1%)	47 (18,5%)	4,36 (2,85-6,65)	9,01 (4,83-16,79)
Κορίτσια (n=236)	17 (7,2%)	25 (10,6%)	3,15 (1,81-5,48)	4,23 (2,11-8,48)

Συζήτηση

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 παρατηρούνται στην παρούσα μελέτη δείχνουν ότι το φύλο δεν επηρεάζει τη συχνότητα εμφάνισης της αυξημένης σωματικής μάζας και συμφωνούν με προηγούμενες μελέτες σε ελληνικό πληθυσμό που υποστηρίζουν ότι το πρόβλημα της παιδικής παχυσαρκίας χαρακτηρίζει και τα δύο φύλα (Tokmakidis et al., 2006; Papadimitriou et al., 2006).

Η επιδημιολογική καταγραφή 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 συχνότητων ήταν στο 4,2% και 4,7% ενώ αντίστοιχα στα κορίτσια τα ποσοστά κυμάνθηκαν στο 3,2% και 4,4% αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές, ωστόσο, παρουσιάζονται πιο αυξημένες όταν το δείγμα ταξινομείται ως προς το βαθμό παχυσαρκίας για κάθε ηλικιακή κατηγορία. Αξίζει να σημειωθεί ότι και τα νορμοβαρή αγόρια και κορίτσια εμφάνισαν ιδιαίτερα ανησυχητικές αυξημένες τιμές αρτηριακής πίεσης σε ποσοστά που κυμάνθηκαν από 2,4% έως 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 στο $127,20 \pm 6,94$ mmHg. Αντίστοιχα οι τιμές για τη διαστολική αρτηριακή πίεση ήταν $57,79 \pm 9,98$ mmHg και $73,49 \pm 7,83$ mmHg. Η Αμερικανική

Καρδιολογική Εταιρεία (Go et al., 2013) 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 και άσκηση (95% CI, 1,3–22,3) και 8,8% στη διαταραχή των επιπέδων της γλυκόζης (95% CI, 2,1–15,4).

Στην παρούσα μελέτη επίσης, 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, υποδηλώνει 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 έως 2 Hg mm) στην παιδική ηλικία αυξάνοντας τον κίνδυνο ανάπτυξης της υπέρτασης ως ενήλικας κατά 10% (NHBPEP, 2004).

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης υποδηλώνουν ότι, ανεξάρτητα από τον παράγοντα φύλο, η αυξημένη σωματική μάζα και η ηλικία σχετίζονται με την εμφάνιση υψηλής αρτηριακής πίεσης σε υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά προεφηβικής και εφηβικής ηλικίας υπογραμμίζοντας 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 υγιεινής διατροφής, συστηματικής άσκησης και φυσικών δραστηριοτήτων, 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.

4^η Μελέτη

Αντωνιάδης Ορ., Δούδα Ε., Παπάζογλου Α. & Τοκμακίδης Σ. (2014). Οξείες προσαρμογές της αερόβιας άσκησης στην καρδιαγγειακή λειτουργία υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών προεφηβικής ηλικίας. *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 31(4): 477-486.

Εισαγωγή

Η ευεργετική επίδραση της άσκησης και η σημασία 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 αρτηριακή πίεση, καθώς και χαμηλότερο κίνδυνο για την ανάπτυξη υπέρτασης (Andersen et al., 2004). Πολλές μελέτες συγκλίνουν στο γεγονός ότι τόσο η συστολική όσο και η διαστολική αρτηριακή πίεση ηρεμίας ρυθμίζονται με την άσκηση, με τη πιο σημαντική μεταβολή να αφορά στη συστολική αρτηριακή πίεση, και αναφέρεται ότι η δράση αυτή είναι ίδια σε νέους, σε ενήλικες υπερτασικούς αλλά και σε άτομα τρίτης ηλικίας (Manfredini et al., 2009).

Παρόλα αυτά, η δράση της άσκησης στην αρτηριακή πίεση των παιδιών δεν έχει αποσαφηνιστεί πλήρως και υπάρχουν αντικρουόμενα αποτελέσματα. Υπάρχουν ευνοϊκά δεδομένα που υποστηρίζουν ότι ρυθμίζεται με την άσκηση (Sousa et al., 2009), όπως και η άποψη και μελέτες στις οποίες δεν διαπιστώνεται η επίδραση της άσκησης στην αρτηριακή πίεση των παιδιών και των εφήβων (Rodrigues et al., 2007). Πολλοί ερευνητές πάντως συμφωνούν ότι η συστηματική άσκηση

προκαλεί αιμοδυναμικές προσαρμογές, όπως είναι η ελάττωση του καρδιακού ρυθμού ηρεμίας και η αύξηση της συσταλτικότητας του μυοκαρδίου, με μακροπρόθεσμο αποτέλεσμα την οικονομία της καρδιακής λειτουργίας. Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να μελετήσει τις οξείες επιδράσεις της αερόβιας άσκησης στη μεταβολή αιμοδυναμικών παραμέτρων υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών προεφηβικής ηλικίας.

Μέθοδος

Δείγμα

Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 54 παιδιά ελληνοκυπριακής καταγωγής, ηλικίας $11,2 \pm 0,5$ ετών, κλινικά υγιή, που ταξινομήθηκαν σε δύο ομάδες ανάλογα με το βαθμό παχυσαρκίας (Ομάδα Α: νορμοβαρή $n=21$, Ομάδα Β: υπέρβαρα/παχύσαρκα $n=33$) χρησιμοποιώντας το δείκτη BMI για ηλικία και φύλο, σύμφωνα με τα κριτήρια της IOTF (Cole et al., 2000). Η συμμετοχή των παιδιών στη μελέτη έγινε με έγγραφη συγκατάθεση των γονέων τους και έλαβαν μέρος μαθητές και μαθήτριες Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης που με ιατρική γνώμάτευση παρακολουθούσαν το μάθημα της Φυσικής Αγωγής στο σχολείο σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα, και δεν συμμετείχαν σε κάποια οργανωμένη μορφή άσκησης ή φυσικής δραστηριότητας εξωσχολικά. Κριτήρια αποκλεισμού μαθητών/τριών από την έρευνα αποτέλεσαν η λήψη φαρμάκων για τη θεραπεία αρτηριακής υπέρτασης, σακχαρώδη διαβήτη ή δυσλιπιδαιμίας και ύπαρξη συγγενούς καρδιοπάθειας.

Συλλογή δεδομένων

Μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στα *ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά* (σωματική μάζα, ύψος από όρθια θέση) και υπολογίστηκε ο Δείκτης Μάζας Σώματος (BMI). Για την αιμοδυναμική λειτουργία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στην αρτηριακή πίεση (συστολική, διαστολική) και στην καρδιακή συχνότητα: i) σε συνθήκες ηρεμίας, από καθιστή θέση και μετά από ανάπαυση 5 λεπτών, ii) κατά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου αερόβιας άσκησης σε εργοδιάδρομο (Johnson, Jet 8000) και iii) στο 3^ο min αποκατάστασης. Η μέτρηση της αρτηριακής πίεσης σε συνθήκες ηρεμίας πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες της Αμερικανικής Καρδιολογικής Εταιρίας (Pickering et al., 2005) με τον κάθε συμμετέχοντα σε καθιστή θέση και μετά από ανάπαυση 5 λεπτών. Η υπέρταση προσδιορίστηκε όταν η αρτηριακή πίεση εμφάνιζε τιμές ≥ 95 η εκατοστιαία θέση για την ηλικία, το φύλο και το ύψος (NHBPEP, 2004).

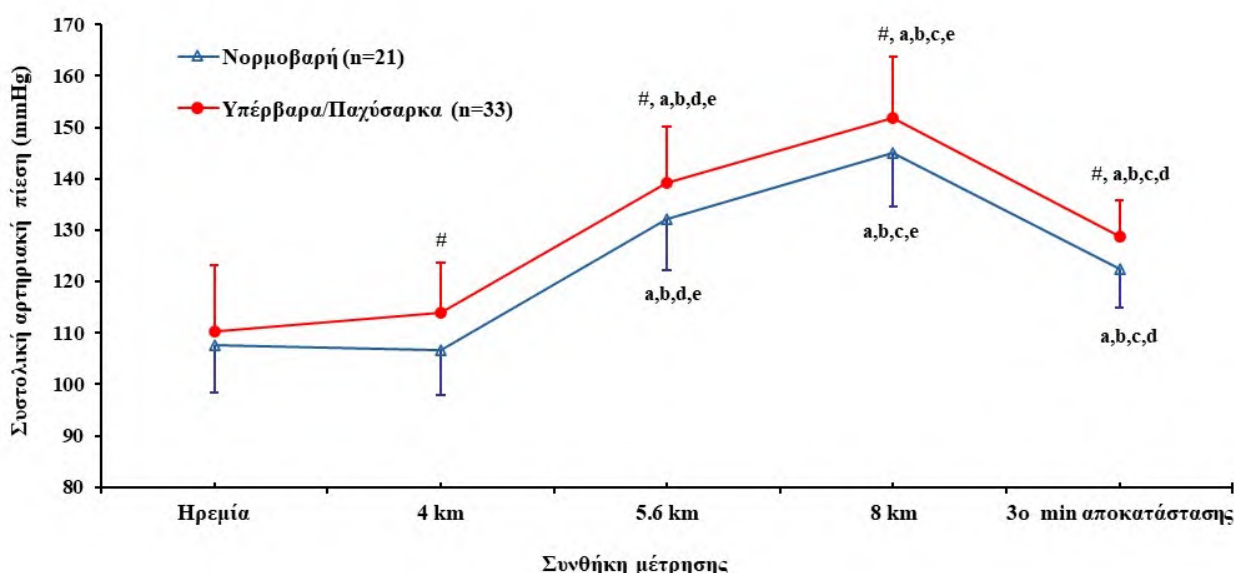
Η καταγραφή της αιμοδυναμικής λειτουργίας (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα) πραγματοποιήθηκε επίσης κατά την εφαρμογή ενός πρωτοκόλλου αερόβιας άσκησης στον εργοδιάδρομο σε ταχύτητες 4 km/h, 5,6 km/h και 8 km/h αντίστοιχα, διάρκειας 10 min σε κάθε στάδιο (McMurray et al., 2002), καθώς και στο 3^ο min αποκατάστασης. Κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου αερόβιας άσκησης στον εργοδιάδρομο, 30 sec πριν την αλλαγή της ταχύτητας, γινόταν μέτρηση της αρτηριακής πίεσης στον αριστερό βραχίονα του δοκιμαζόμενου, ο οποίος σταματούσε την άσκηση και καθόταν σε μία καρέκλα πάνω στον εργοδιάδρομο. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν απογευματινές ώρες (17:00 έως 19:00) σε κλειστή αίθουσα με σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας ($\sim 20^\circ\text{C}$ έως $\sim 22^\circ\text{C}$) και υγρασίας ($\sim 55\%$ έως $\sim 65\%$). Κατά τη διάρκεια του πρωτοκόλλου αερόβιας άσκησης στον εργοδιάδρομο, 10 sec πριν την αλλαγή της ταχύτητας γινόταν ο προσδιορισμός του δείκτη υποκειμενικής κόπωσης με τη 10βάθμια κλίμακα του Omni (Robertson et al., 2000), υποδεικνύοντας κάθε παιδί με το δάκτυλό του τον αντίστοιχο αριθμό που τη δεδομένη στιγμή αντιπροσώπευε την κόπωσή του κατά την προσωπική του εκτίμηση.

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 των υποθέσεων στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά (αρτηριακή πίεση, καρδιακή συχνότητα) χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (two-way ANOVA, Βαθμός Παχυσαρκίας x Συνθήκη Μέτρησης, 2x5) με επαναλαμβανόμενο το 2ο παράγοντα και πολλαπλές συγκρίσεις κατά Bonferroni για τον έλεγχο διαφορών στα επιμέρους επίπεδα του παράγοντα "Συνθήκη Μέτρησης". Επίσης για τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ νορμοβαρών-υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών εφαρμόστηκε ο έλεγχος t για ανεξάρτητα δείγματα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης Pearson για την εύρεση συσχετίσεων μεταξύ των παραμέτρων. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0,05$.

Αποτελέσματα

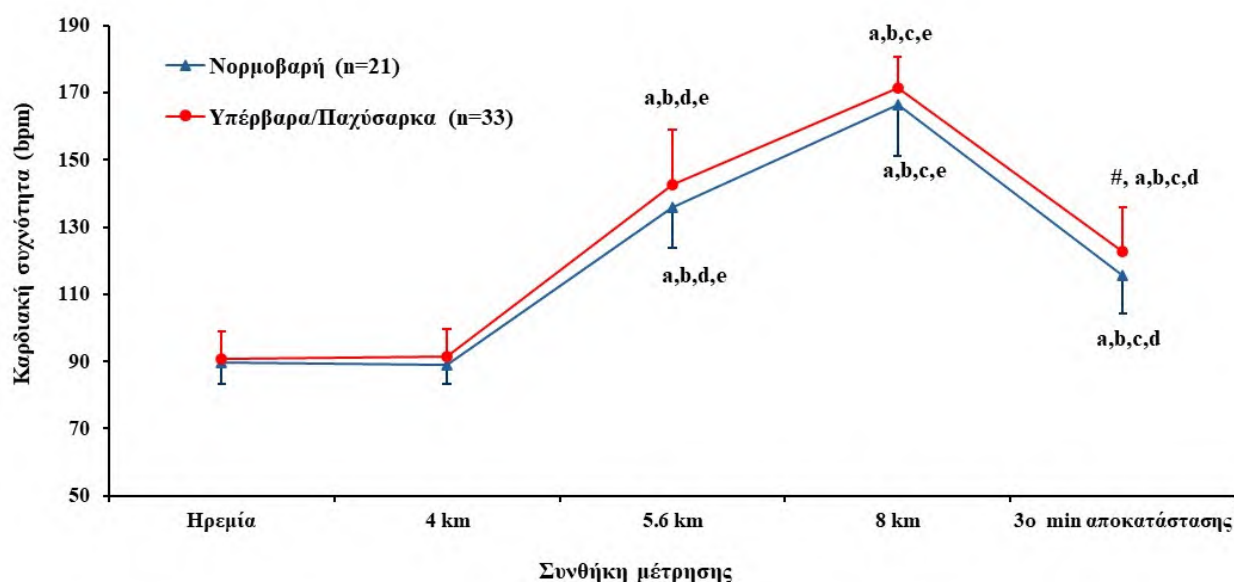
Τα νορμοβαρή παιδιά εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στη συστολική αρτηριακή πίεση σε όλες τις συνθήκες άσκησης συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, εκτός από τη συνθήκη ηρεμίας όπου δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($t = -0,763$, $df = 52$, $p = 0,449$). Επίσης, οι τιμές στα 5,6 km/h και στα 8 km/h διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τη συνθήκη ηρεμίας, στα 4 km/h και από το 3ο min αποκατάστασης και στις δύο ομάδες τόσο στη συστολική (Σχήμα 1) όσο και στη διαστολική αρτηριακή πίεση. Στην καρδιακή συχνότητα τα νορμοβαρή παιδιά, στα 8 km/h, από $166,38 \pm 15,18$ bpm παρουσίασαν σημαντική μείωση σε $115,76$ bpm συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά που οι τιμές τους κυμάνθηκαν $171,30 \pm 9,44$ bpm (8 km/h) και $122,87 \pm 13,14$ bpm αντίστοιχα (Σχήμα 2).



Σχήμα 1. Συστολική αρτηριακή πίεση νορμοβαρών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο.

$p < 0,05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοβαρών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km/h, c: από τα 5,6 km/h, d: από τα 8 km/h, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές καλύτερες τιμές ($t=3,66$, $df=52$, $p<0,001$) στον χρόνο άσκησης στο δαπεδοεργόμετρο, συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά. Επίσης, τα νορμοβαρή παιδιά εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές χαμηλότερες τιμές υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης στα 5,6 km/h και στα 8 km/h συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά (Σχήμα 3), με οριακή μη στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στα 4 km/h ($t=-1,978$, $df=52$, $p=0,053$).



Σχήμα 2. Καρδιακή συχνότητα νορμοβαρών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών στις διάφορες συνθήκες μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο.

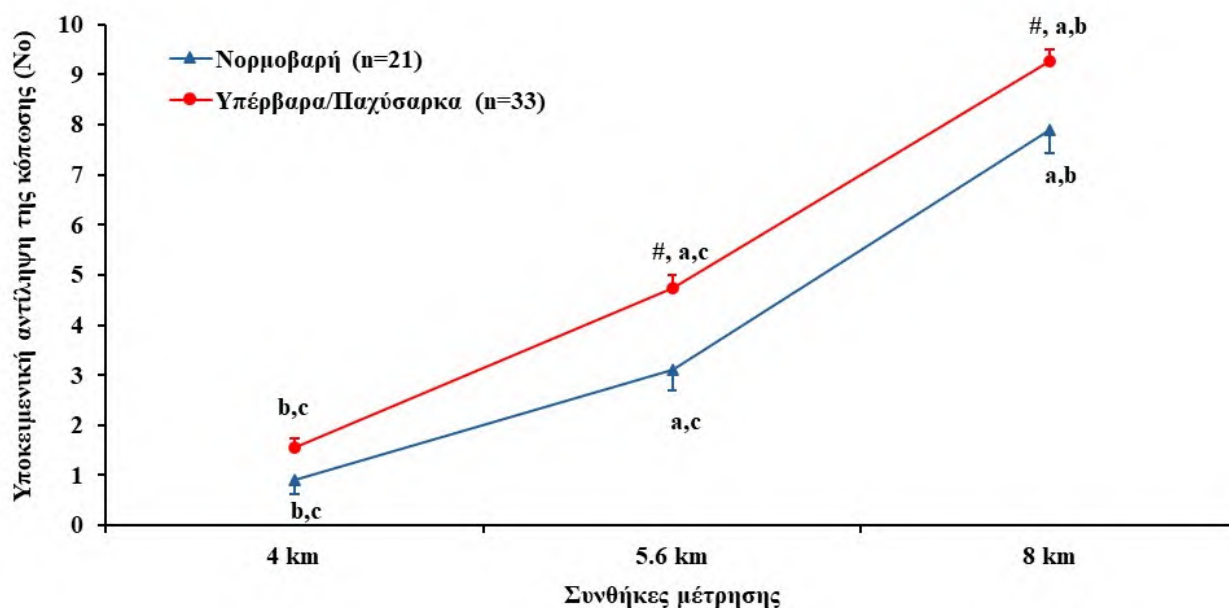
$p<0,05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοβαρών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τη συνθήκη ηρεμίας, b: από τα 4 km/h, c: από τα 5,6 km/h, d: από τα 8 km/h, e: από το 3 min αποκατάστασης.

Συζήτηση

Στην παρούσα μελέτη τα νορμοβαρή παιδιά εμφάνισαν καλύτερη αιμοδυναμική ανταπόκριση συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά τόσο στην ηρεμία όσο και στις διάφορες συνθήκες ταχύτητας στον εργοδιάδρομο παρουσιάζοντας μεγαλύτερο χρόνο άσκησης και χαμηλότερες τιμές υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης στα 5,6 km/h και 8 km/h. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει την καλύτερη φυσική κατάσταση των παιδιών που δεν είναι παχύσαρκα.

Η επίδραση, ωστόσο, του υπερβολικού βάρους και της παχυσαρκίας στην αιμοδυναμική ανταπόκριση κατά τη διάρκεια της άσκησης είναι λιγότερο σαφής. Οι Collis και συν. (2001) υποστηρίζουν ότι οποιοσδήποτε αιμοδυναμικές μεταβολές παρατηρούνται σε υπέρβαρα άτομα 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 μεταβολικές απαιτήσεις των μυών κατά τη διάρκεια της άσκησης.



Σχήμα 3. Υποκειμενική αντίληψη της κόπωσης στις διάφορες συνθήκες μέτρησης νορμοβαρών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών

$p < 0,05$: στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ νορμοβαρών και υπέρβαρων/παχύσαρκων παιδιών, a: στατιστικά σημαντικές διαφορές από τα 4 km/h, b: από τα 5,6 km/h, c: από τα 8 km/h.

Αναφορικά με την καρδιακή συχνότητα, στην παρούσα μελέτη τα νορμοβαρή παιδιά παρουσίασαν στα 8 km/h σημαντική μείωση από $166,38 \pm 15,18$ bpm σε $115,76$ bpm συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά των οποίων οι τιμές τους κυμάνθηκαν σε $171,30 \pm 9,44$ bpm (8 km/h) και $122,87 \pm 13,14$ bpm αντίστοιχα. Δεδομένα υποστηρίζουν ότι σε υπομέγιστο έργο, τα παχύσαρκα παιδιά έχουν υψηλότερη καρδιακή συχνότητα από τα παιδιά με φυσιολογικές τιμές σωματικής μάζας τα οποία παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές καρδιακής συχνότητας για το ίδιο επίπεδο υπομέγιστης έντασης (Washington et al., 1994).

Η σημασία της γνώσης των αιμοδυναμικών ανταποκρίσεων κατά τη διάρκεια της άσκησης σε παιδιά και εφήβους αποτέλεσε το επίκεντρο μελετών (Ahmad et al., 2001; Maffulli et al., 1994), τα οποία υποβλήθηκαν σε αξιολόγηση χρησιμοποιώντας πρωτόκολλα προοδευτικά αυξανόμενης έντασης (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. Οι Washington και συν. (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 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). Στην

παρούσα μελέτη, τα νορμοβαρή παιδιά εμφάνισαν χαμηλότερες τιμές στη συστολική αρτηριακή πίεση σε όλες τις συνθήκες αύξησης της έντασης της άσκησης συγκριτικά με τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά, παρά το γεγονός ότι στη συνθήκη ηρεμίας δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φανερώνουν ότι τα υπέρβαρα/παχύσαρκα παιδιά παρουσιάζουν χαμηλότερη καρδιαγγειακή λειτουργία συγκριτικά με τα νορμοβαρή παιδιά πιθανόν λόγω της μειωμένης φυσικής τους δραστηριότητας διότι συνήθως εμπλέκονται λιγότερο χρόνο σε μέτριες και έντονες μορφές σωματικής άσκησης. Κρίνεται αναγκαίο να εφαρμοστούν βελτιωτικές παρεμβάσεις τόσο στο σχολικό όσο και στο οικογενειακό περιβάλλον ώστε να εξασφαλιστεί η δια βίου συμπεριφορά και ενασχόληση των παιδιών με διάφορες μορφές φυσικής δραστηριότητας και άσκησης σε καθημερινή βάση.

Βιβλιογραφία

- Aglony, M., Acevedo, M. & Ambrosio, G. (2009). Hypertension in adolescents. *Expert Review of Cardiovascular Therapy*, 7, 1595-603.
- 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.
- Allender, S., Scarborough, P., Peto, V., Rayner, M., Leal, J., Luengo-Fernandez, R. & Gray, A. (2008). *European Heart Network, European Cardiovascular Disease Statistics Edition 2008*, British Heart Foundation Health Promotion Research Group & Health Economics Research Centre, Department of Public Health, University of Oxford.
- American Heart Association: Heart Disease and Stroke Statistics - 2004 Update. American Heart Association, Dallas (Texas), 2004.
- Andersen, L.B., Hasselstrom, H., Gronfeldt, V., Hansen, S.E. & Karsten, F. (2004). 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. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 1(1), 6.
- 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.
- Ball, G.D.C., Shaibi, G.Q., Cruz, M.L., Watkins M.P., Weigensberg M.J., & Goran M. I. (2004). Insulin sensitivity, cardiorespiratory fitness and physical activity in overweight Hispanic youth. *Obes Res*, 12: 77-85.
- Bell, R.D., Máček, M., Rutenfranz, J. & Saris, W.H.M.. (1986). Health indicators and risk factors of cardiovascular diseases during childhood and adolescence. In J. Rutenfranz, R. Mocellin & F. Klimt (Eds.), *Children and exercise XII* (pp. 19-27). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Boreham, C.A., Twisk, J., Murray, L., Savage, M., Strain, J.J., & Cran, G. (2001). Fitness, fatness, and coronary heart disease risk in adolescents: the Northern Ireland Young Hearts Project. *Med Sci Sports Exerc*, 33: 270-274.
- Bouziotas, C., Koutedakis, Y., Shiner, R., Pananakakis, Y., Fotopoulou, V., & Gara, S. (2001). The prevalence of selected modifiable coronary heart disease risk factors in 12-year-old Greek boys and girls. *Ped Exerc Sci*, 13:173-184.
- Brage, S., Wedderkopp, N., Ekelund, U., Franks, P.W., Wareham, N.J., Andersen, L.B., Froberg, K.; European Youth Heart Study (EYHS). (2004). Features of the metabolic syndrome are associated with objectively

- measured physical activity and fitness in Danish children: the European Youth Heart Study (EYHS). *Diabetes Care*, 27(9):2141-8.
- Buchan, D.S, Ollis, S., Young, J.D, Thomas, N.E., Cooper, S.M., Tong, T.K., Nie, J., Malina, R.M. & Baker, J.S. (2012). The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *American Journal of Human Biology*, 23, 517-526.
- Christofaro, D.G., Casonatto, J., Polito, M.D., Cardoso, J.R., Fernandes, R., Guariglia, D.A., Gerage, A.M. & de Oliveira, A.R. (2009). Evaluation of the Omron MX3 Plus monitor for blood pressure measurement in adolescents. *European Journal of Pediatrics*, 168, 1349-1354.
- Chu, N.F., Rimm, E.B., Wang, D.J., Liou, H.S., Shieh, S.M. (1998). Clustering of cardiovascular disease risk factors among obese schoolchildren: the Taipei Children Heart Study. *Am J Clin Nutr*, 67(6):1141-6.
- Cole, T., Bellizzi, M., Flegal, K. & Dietz, W. (2000). Establishing a standard definition for children overweight and obesity worldwide, international survey. *British Medical Journal*, 320, 1240-1243.
- Cook, S., Weitzman, M., Auinger, P. Nguyen, M., & Dietz, W.H. (2003). Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 157: 821-827.
- 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.
- Cummings, D.M., Dubose, K.D., Imai, S., & Collier, D.N. (2010). Fitness versus fatness and insulin resistance in U.S. adolescents. *J Obes*, Article ID 195729: 7 pages.
- de Ferranti, S.D., Gauvreau, K., Ludwig, D.S., Neufeld, E.J., Newburger, J.W., & Rifai, N. (2004). Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: Findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation*, 110: 2494-2497.
- Di Cesare, M., Perel, P., Taylor, S., Kabudula, C., Bixby, H., Gaziano, T.A., McGhie, D.V., Mwangi, J., Pervan, B., Narula, J., Pineiro, D., & Pinto, F.J. (2024). The Heart of the World. *Global Heart*, 19(1): 11. DOI: <https://doi.org/10.5334/gh.1288>
- Dwyer, T., Magnussen, C.G., Schmidt, M.D., Ukoumunne, O.C., Ponsonby, A.L., Raitakari, O.T., Zimmet, P.Z., Blair, S.N., Thomson, R., Cleland, V.J., & Venn, A. (2009). Decline in physical fitness from childhood to adulthood associated with increased obesity and insulin resistance in adults. *Diabetes Care*, 32(4):683-7.
- Ekelund, U., Anderssen, L.B., Andersen, C.J., Riddoch, C.J., Sardinha, L.B., Luan, J., Froberg, K., & Brage, S. (2009). Prevalence and correlates of the metabolic syndrome in a population-based sample of European youth. *Am J Clin Nutr*, 89(1):90-6.
- Ferreira, I., Twisk, J.W., van Mechelen, W., Kemper, H.C., & Stehouwer, C.D. (2005). Development of fatness, fitness, and lifestyle from adolescence to the age of 36 years: determinants of the metabolic syndrome in young adults: the Amsterdam growth and health longitudinal study. *Arch Intern Med*, 165: 42-8.
- Flouris, A.D., Bouziotas, C., Christodoulos, A.C., Koutedakis, Y. (2008). Longitudinal preventive-screening cutoffs for metabolic syndrome in adolescents. *Int J Obes*, 32:1506-12.
- Ford, E.S., Ajani, U.A., & Mokdad, A.H. (2005). The metabolic syndrome and concentrations of C-reactive protein among U.S. youth. *Diabetes Care*, 28: 878-881.
- Freedman, D.S., Dietz, W.H., Srinivasan, S.R., & Berenson, G.S. (1999). The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Paediatrics*, 103: 1175-1182.
- Go, A.S., Mozaffarian, D., Roger, V.L., Benjamin, E.J., Berry, J.D., Borden, W.B. et al. (2013). Heart disease and stroke statistics-2013 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, 127, 6-245.

- Hiura, M., Kikuchi, T., Nagasaki, K., & Uchiyama, M. (2003). Elevation of serum C-reactive protein levels is associated with obesity in boys. *Hypertens Res*, 26: 541-6.
- Isasi, C.R., Deckelbaum, R.J., Tracy, R.P., Starc, T.J., Berglund, L., & Shea, S. (2003). Physical fitness and C-reactive protein level in children and young adults: The Columbia University BioMarkers Study. *Pediatrics*, 111: 332-8.
- Katzmarzyk, P.T., Gagnon, J., Leon, Skinner A.S., J.S., Wilmore, J.H., Rao, D.C., & Bouchard, C. (2001). Fitness, fatness, and estimated coronary heart disease risk: the HERITAGE Family Study. *Med Sci Sports Exerc*, 33: 585-590.
- Katzmarzyk, P.T., Perusse, L., Malina, R.M., Bergeron, J., Despres, J.P., & Bouchard, C. (2001). Stability of indicators of the metabolic syndrome from childhood and adolescence to young adulthood: the Quebec Family Study. *J Clin Epidemiol*, 54:190-195.
- Kelishadi, R., Razaghi, E.M., Gouya, M.M., Ardalan, G., Gheiratmand, R., Delavari, A., et al. (2007). Association of physical activity and the metabolic syndrome in children and adolescents: CASPIAN Study. *Horm Res*, 67: 46-52.
- Kelly, R.K., Magnussen, C.G., Sabin, M.A., Cheung, M. & Juonala, M. (2015). Development of hypertension in overweight adolescents: a review. *Adolescent Health, Medicine and Therapeutics*, 6, 171-187.
- Koutedakis, Y., Bouziotas, C., Flouris, A.D., & Nelson, P.N. Longitudinal modeling of adiposity in periadolescent Greek schoolchildren. *Med Sci Sports Exerc*, 37:2070-2074.
- Krassas, G.E., Tzotzas, T., Tsamatis, C., & Konstantinidis, T. (2001). Prevalence and trends in overweight and obesity among children and adolescents in Thessaloniki, Greece. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 14 (Suppl. 5): 1319-1326.
- Lambert, M., Delvin, E.E., Paradis, G., O'Loughlin, J., Hanley, J.A., & Levy, E. (2004). C-reactive protein and features of the metabolic syndrome in a population-based sample of children and adolescents. *Clin Chem*, 50: 1762-1768.
- Λιναρδάκης, Ε., Βαρδαβάς, Κ., & Καφάτος, Α. (2007). Εκατοστιαίες θέσεις περιμέτρου μέσης παιδιών της Κρήτης ηλικίας 3 έως 6 ετών. *Παιδιατρική*, 70: 300-307.
- Lurbe, E. & Rodicio, J.L. (2004). Hypertension in children and adolescents. *Journal of Hypertension*, 22(7), Maffulli, N., Greco, R., Greco, L. & D'Alterio, D. (1994). Treadmill exercise test in Neopolitan children and adolescents. *Acta Paediatrica*. 83, 106-12.
- 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. *Eur J Clin Nutr*, 59: 1-7.
- Magkos, F., Piperkou, I., Manios, Y., Papoutsakis, C., Yiannakouris, N., Cimponerio, A., Aloumanis, K., Skenderi, K., Papathoma, A., Arvaniti, F., Sialvera, T.E., Christou, D. & Zampelas A. (2006). Diet, blood lipid profile and physical activity patterns in primary school children from a semi-rural area of Greece. *J Hum Nutr Dietet*, 19: 101-112.
- Manfredini, F., Malagoni, A.M., Mandini, S., Boari, B., Felisatti, M., Zamboni, P. & Manfredini R. (2009). Sport therapy for hypertension: why, how, and how much? *Angiology*, 60(2), 207-16.
- Manios, Y., Magkos, F., Christakis, G., & Kafatos, A.G. (2005). Changing relationships of obesity and dyslipidemia in Greek children: 1982-2002. *Prev Med* 2005; 41:846-51.
- 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.
- McGill, H.C. Jr., McMahan, C.A., Herderick, E.E., Malcom, G.T., Tracy, R.E., & Strong, J.P. (2000). Origin of atherosclerosis in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr*, 72: 1307S-1315S.
- McMurray, R.G., Harrell, J.S., Bangdiwala, S.I., Bradley, C.B., Deng, S. & Levine, A. (2002). A school-based intervention can reduce body fat and blood pressure in young. *Journal of Adolescent Health*, 31, 125-32.

- Nassis, G.P., Papantakou K.M., Skenderi, K., Triandafilopoulou, M., Kavouras, S.A., Yannakoulia, M., Chrousos, G.P., & Sidossis, L.S. (2005). Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism* 2005; 54:1472-9.
- 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), 555-576.
- Papadimitriou, A., Kounadi, D., Konstantinidou, M., Xepapadaki, P. & Nicolaidou, P. (2006). Prevalence of obesity in elementary schoolchildren living in Northeast Attica, Greece. *Obesity*, 14, 1113-1117.
- Pickering, T.G., Hall, J.E., Appel, L.J., Falkner, B.E., Graves, J., Hill M.N., Jones D.W., Kurtz, T., Sheps, S.G. & Roccella, E.J. (2005). 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*, 111, 697-716.
- Platat, C., Wagner, A., Klumpp, T., Schweitzer, B., & Simon, C. (2006). Relationships of physical activity with metabolic syndrome features and low-grade inflammation in adolescents. *Diabetologia*, 49: 2078-2085.
- 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.
- Reinehr, T. (2016). Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: a Critical Approach Considering the Interaction between Pubertal Stage and Insulin Resistance. *Current Diabetes Reports*, 16: 8 DOI 10.1007/s11892-015-0695-1.
- Ridha, M., Nourse, S.E. & Tierney, E.S.S. (2015). Pediatric Interventions Using Non invasive Vascular Health Indices. *Hypertension*, 65, 949-955.
- Riley, M. & Bluhm, B. (2012). High blood pressure in children and adolescents. *American Family Physician*, 85(7), 693-700.
- Robertson, R.J., F.L., Goss, N.F., Boer, J.A., Peoples, A.J., Foreman, I.M., Dabayebeh, N.B., Millich, G., Balasekaran, S.E., Riechman, J.D., Gallagher, & Thompkins T. (2000). Children's OMNI Scale of Perceived Exertion: mixed gender and race validation. *Medicine and Science Sports and Exercise*, 32(3), 452-458.
- Rodrigues, A.N., Perez, A.J., Carletti, L., Bissoli, N.S. & Abreu, G.R. (2007). The association between cardiorespiratory fitness and cardiovascular risk in adolescents. *Journal of Pediatrics (Rio Janeiro)*, 83(5), 429-435.
- Ruiz, J.R., Castro-Pinero, J., Artero, E.G., Ortega, F.B., Sjostrom, M., Suni, J. & Castillo, M.J.. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth, a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 909-923.
- Ruiz, J.R., Rizzo, N.S., Ortega, F.B., Loit, H.M., Veidebaum, T., & Sjöström, M. (2007). Markers of insulin resistance are associated with fatness and fitness in school-aged children: the European Youth Heart Study. *Diabetologia* 2007; 50:1401-8.
- 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), 475-482.
- 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.
- Sousa, G.D., Hussein, A., Trowitzsch, E., Andler, W. & Reinehr, T. (2009). Hemodynamic Responses to Exercise in Obese Children and Adolescents before and after Overweight Reduction. *Clinical Paediatrics*, 221(4), 237-240.

- 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.
- Tokmakidis, S.P., Christodoulos, A.D., & Mantzouranis, N.I. (2006). Validity of self-reported anthropometric values used to assess body mass index and estimate obesity in Greek school children. *J Adolesc Health*, 40: 305-310.
- 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.
- Wang, Y., & Lobstein, T. (2006). Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *Int J Pediatr Obes*, 1: 11-25.



Childhood obesity and cardiometabolic health: The impact of exercise

Douda Helen, Christodoulos Antonis, Antoniadis Orestis, Tokmakidis P. Savvas

Department of Physical Education & Sport Science, Democritus University of Thrace

Laboratory Section of Clinical Exercise Physiology and Physiology of Exercise

ABSTRACT

This summary presents part of the research activity carried out over time in the Laboratory Section of Clinical Exercise Physiology and Physiology of Exercise and focuses on the study of: (a) the cardiovascular risk factors in childhood, (b) the effects of obesity on cardiometabolic health of children and adolescents, and (c) the beneficial role of exercise on cardiovascular function and metabolic health in preadolescent children. In our Lab's studies on children aged 9-14 years old, a significant presence of cardiovascular risk factors was found, including obesity, hypertension, lipid profile disorders, Metabolic Syndrome, elevated C-reactive protein (CRP) values, and low levels of cardiorespiratory fitness. Cardiorespiratory fitness demonstrated a statistically significant negative correlation with metabolic risk score and CRP, however, this correlation was largely explained by the effect of abdominal obesity. Overweight/obese boys had a sevenfold increased risk of developing hypertension compared to normal-weight children, while girls had approximately fourfold increased risk. Also, studying the acute effects of aerobic exercise on the cardiovascular function of overweight/obese preadolescent children, normal-weight children showed a better hemodynamic response compared to overweight/obese children, both at rest and during various stages of treadmill exercise, longer exercise time, and lower subjective fatigue scores. Overall, these findings highlight the need for early identification of children with an unfavorable cardiovascular profile and implementation of programs to improve physical fitness and nutritional behavior from preadolescence.

Key words: health indicators, risk factors, hemodynamic function, cardiorespiratory fitness, exercise, metabolic syndrome, children

Corresponding address:

Douda Helen
Democritus University of Thrace
Department of Physical Education and Sport Sciences
University Campus, 69100 Komotini
E-mail: edouda@phyed.duth.gr