

Αρτηριακή σκληρία και παχυσαρκία σε παιδιά*

Χ. Λυδάκης¹
Ε. Στεφανάκη²
Ειρ. Κούμπα¹
Σ. Στεφανάκη²
Ε. Θαλασσινός¹
Α. Τσιλιμιγκάκη²

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της υπόθεσης ότι η παχυσαρκία και η αρτηριακή πίεση συσχετίζονται με δείκτες της αρτηριακής σκληρίας (ΑΣ) ήδη από την παιδική ηλικία. Η ΑΣ εκτιμήθηκε με έμμεσους δείκτες όπως ο αυξητικός δείκτης στη βραχιόνιο (AI), ο λόγος περιφερικής /κεντρικής πίεσης σφυγμού (ΠΠΣ/ΚΠΣ) και ο λόγος: χρόνος ανακλώμενου κύματος/ύψος (ΧΑΚ/ύψος) σε 277 υγιή παιδιά ηλικίας 12,8 ετών. Χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα R6.5 Pulsecore®, το οποίο καταγράφει τα σφυγμικά κύματα κατά τη διάρκεια «υπερσυστολικής» μέτρησης. Τα ποσοστά των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών αθροιστικά ήταν 43,3%. Τα κορίτσια είχαν μεγαλύτερη τιμή AI ($27,8\% \pm 11,0$ έναντι $25,1\% \pm 11,9$ – οριακά μη στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0,052$)), και μεγαλύτερο ΧΑΚ/ ύψος από τα αγόρια ($1,122 \pm 0,071$ έναντι $1,098 \pm 0,076$, $p<0,001$). Τα παιδιά που ήταν υπέρβαρα/παχύσαρκα και με αυξημένη περιμέτρο μέσης (>90 εκατοστά θέση), είχαν στατιστικά μικρότερη μέση τιμή ΠΠΣ/ΚΠΣ και μικρότερη τιμή ΧΑΚ/ύψος από παιδιά με φυσιολογικές τιμές BMI και περιμέτρου μέσης. Σε πολυπαραγοντικά μοντέλα διαπιστώθηκε συσχέτιση του BMI μόνο με το ΠΠΣ/ΚΠΣ ενώ δεν διαπιστώθηκε συσχέτιση με της περιμέτρου μέσης με τους δείκτες της ΑΣ. Άλλοι παράμετροι που συσχετιζόνταν με τους δείκτες της ΑΣ ήταν η μέση περιφερική αρτηριακή πίεση, η καρδιακή συχνότητα και το ύψος. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι στα υγιή παιδιά της μελέτης μας η παχυσαρκία φαίνεται να επηρεάζει την αγγειακή λειτουργικότητα σε μικρό αλλά μετρήσιμο βαθμό ήδη από την ηλικία των 12 ετών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες βρίσκεται σε εξέλιξη μία παγκόσμια επιδημία παχυσαρκίας τόσο στους ενήλικες όσο και στα παιδιά. Στις Ηνωμένες Πολιτείες η National Health and Nutritional Examination Survey (NHANES) από το 1992 έως το 2002 κατέγραψε το ποσοστό των παχύσαρκων / υπέρβαρων παιδιών ηλικίας 6-19 ετών στο 31%¹. Στην Ελλάδα, στην καταγραφή της International Obesity Task Force (IOTF) το ποσοστό υπέρβαρων παιδιών στην ηλικία 7-11 ετών βρέθηκε 31-33%². Διάφορες μελέτες σε ενήλικους έχουν δείξει ότι η παχυσαρκία μαζί με άλλους παράγοντες κινδύνου όπως η υπέρταση, αυξημένη LDL, χαμηλή HDL αποτελούν προδιαθεσικούς παράγοντες για αυξημένη αρτηριακή σκληρία (ΑΣ) («arterial stiffness»)³. Σε πολλές έρευνες σε ενήλικες έχει φα-

¹ Β' Παθολογική Κλινική, Αντιυπερτασικό Ιατρείο Βενιζελείου Νοσοκομείου Ηρακλείου

² Παιδιατρική Κλινική Βενιζελείου Νοσοκομείου Ηρακλείου

* Η παρούσα μελέτη χρηματοδοτήθηκε από υποτροφία της Ελληνικής Αντιυπερτασικής Εταιρείας το έτος 2009-2010.

νεί ότι παράμετροι της ΑΣ, όπως η ταχύτητα σφυγμικού κύματος (pulse wave velocity - PWV) αποτελεί ανεξάρτητο προγνωστικό δείκτη καρδιαγγειακών επεισοδίων⁴.

Μελέτες σε παιδιά δείχνουν ότι η διαδικασία της αθηροσκλήρωσης με τη μορφή λιποειδών γραμμώσεων στον έσω/μέσο χιτώνα των αγγείων αρχίζει από την παιδική ηλικία και συνδυάζεται με παχυσαρκία² και με άλλα στοιχεία του μεταβολικού συνδρόμου που επιμένουν και στην ενήλικη ζωή. Τα στοιχεία αυτά δείχνουν ότι παραδοσιακοί καρδιαγγειακοί παράγοντες ασκούν τη δράση τους επί πολλές δεκαετίες πριν τις επίσημες εκδηλώσεις καρδιαγγειακής νόσου. Μελέτες σε παιδιατρικό πληθυσμό έχουν δείξει ότι η ΑΣ είναι υψηλότερη σε παχύσαρκα από ότι σε φυσιολογικού βάρους παιδιά^{5,6}. Επίσης, η συχνά ανευρισκόμενη αυξημένη αρτηριακή πίεση σε παχύσαρκα παιδιά αποτελεί ανεξάρτητο παράγοντα μειωμένης αγγειακής ελαστικότητας σε νεαρούς ενήλικες και συμμετέχει αιτιοπαθογενετικά στην αυξημένη σύνθεση κολλαγόνου, υπερπλασία και υπερτροφία λείων μυϊκών ινών, που καταλήγει σε αυξημένη ΑΣ⁷. Στη βιβλιογραφία υπάρχουν αντίθετα και μελέτες που δεν διαπιστώνουν συσχέτιση του BMI με δείκτες της ΑΣ όπως η ταχύτητα του σφυγμικού κύματος^{8,9}.

Στη χώρα μας δεν έχει μελετηθεί σε παιδιά η συσχέτιση ΑΣ και σωματομετρικών δεικτών (παχυσαρκίας). Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της υπόθεσης ότι σωματομετρικά στοιχεία (ύψος, BMI, περίμετρος μέσης) και η αρτηριακή πίεση συσχετίζονται με δείκτες της ΑΣ, ήδη από την παιδική ηλικία. Τα αποτελέσματα της μελέτης μας θα μπορούσαν να συνεισφέρουν ουσιαστικά στην ανάγκη καθορισμού προγραμμαμάτων παρέμβασης από τους επαγγελματίες υγείας για την έγκαιρη πρόληψη του καρδιαγγειακού κινδύνου.

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Περιοχή και πληθυσμός της μελέτης

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε παιδιά της πρώτης τάξης σε 3 γυμνάσια στο Ηράκλειο Κρήτης (Τρίτο, Έκτο και Πειραματικό). Ο τόπος διαμονής των μαθητών ήταν η αστική πόλη του Ηρακλείου. Η ερευνητική ομάδα προσέγγισε τους μαθητές 16 τμημάτων (συνολικά 385 παιδιά). Σε όλους τους γονείς ή κηδεμόνες των μαθητών δόθηκε έγγραφο συγκατάθεσης, όπου εξηγήθηκαν λεπτομερειακά οι σκοποί και οι μέθοδοι της μελέτης και το οποίο υπέ-

γραψαν προ της διεξαγωγής της μελέτης. Αποκλείστηκαν οι μαθητές που δεν προσκόμισαν συγκατάθεση ή έπασχαν από φαρμακευτικά θεραπευόμενο καρδιακό ή νεφρικό πρόβλημα ή σακχαρώδη διαβήτη ή ελάμβαναν χημειοθεραπευτικά ή ανοσοκατασταλτικά. Τελικά συμμετείχαν οικειοθελώς 287 υγιή παιδιά (ποσοστό συμμετοχής 74,5%) ηλικίας $12,8 \pm 4$ ετών. Το πρωτόκολλο της μελέτης εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Βενιζελείου Νοσοκομείου, τον Ιατρικό Σύλλογο Ηρακλείου καθώς και από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο και τη Διεύθυνση Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης του Υπουργείου Παιδείας.

Συλλογή δεδομένων και ανθρωπομετρικές μετρήσεις

Οι μετρήσεις έλαβαν χώρα τον Μάιο του 2011. Οι μαθητές ήταν ντυμένοι ελαφρά και χωρίς παπούτσια. Το βάρος μετρήθηκε με ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας (προσέγγιση ± 100 g). Το ύψος μετρήθηκε ενώ οι μαθητές είχαν την πλάτη ίσια και ακουμπισμένη σε αναστημόμετρο τοίχου, με τους ώμους σε χαλαρή θέση με προσέγγιση $\pm 0,5$ cm. Έγινε μέτρηση της περιμέτρου μέσης με πλαστική μετρική ταινία κάτω από το πλευρικό τόξο, στο ήμισυ της απόστασης λαγονίου ακρολοφίας και πλευρικού τόξου. Ως πίνακας αναφοράς τιμών περιμέτρου μέσης χρησιμοποιήθηκαν οι εκατοστιαίες θέσεις από προηγούμενη μελέτη (2007) σε 5321 παιδιά στο νησί της Κρήτης¹⁰. Ο δείκτης μάζας σώματος (BMI) υπολογίστηκε διαιρώντας το βάρος (Kg) διά του τετραγώνου του ύψους (m^2). Οι συμμετέχοντες χαρακτηρίστηκαν σαν «φυσιολογικού βάρους», «υπερβαροι» ή «παχύσαρκοι» σύμφωνα με τις καμπύλες BMI κατά ηλικία και φύλο των οδηγίων της IOTF¹¹. Οι καμπύλες αυτές, που καθορίζουν την παραπάνω κατηγοριοποίηση, προεκτείνόμενες στην ηλικία των 18 ετών περνούν από τις τιμές 25 και 30 kg/m^2 .

Μέτρηση αρτηριακής πίεσης και ΑΣ

Οι διαδικασίες μέτρησης της ΑΠ ήταν σύμφωνες με τις οδηγίες της European Society of Hypertension για τη διαχείριση της υπέρτασης στα παιδιά και τους εφήβους¹² και της ΑΣ ήταν σύμφωνες με τις οδηγίες της American Heart Association για την εκτίμηση της υποκλινικής αθηροσκλήρωσης σε παιδιά και εφήβους / κεφάλαιο: «Αρτηριακή Σκληρότητα (Arterial Stiffness)»¹³. Η ταξινόμηση της υπέρτασης στα παιδιά έγινε χρησιμοποιώντας τις εκατοστιαίες θέσεις της NHBLI κατά ηλικία, φύλο και

ύψος¹⁴. Τα άτομα που συμμετείχαν αναπαύονταν για 10 λεπτά και απείχαν από κάπνισμα ή καφέ τουλάχιστον επί 4ωρο προ της μέτρησης. Η μέτρηση γινόταν πρωινές ώρες (10.00-13.00), σε καθιστή θέση, στον αριστερό βραχίονα με το παιδί σε ηρεμία, χωρίς να μιλάει, έχοντας τα δύο πόδια παράλληλα και με τα πόδια να ακουμπούν στο έδαφος. Οι χρησιμοποιηθείσες περιχειρίδες ήταν οι κατάλληλες για την εκάστοτε περίμετρο του βραχίονα.

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα R6.5 Cardiovascular Monitor (PulseCor®, Auckland, New Zealand). Το μηχάνημα καταγράφει με ταλαντωσιμετρική μέθοδο την αρτηριακή πίεση στο ύψος του βραχίονα. Διαθέτει ένα ενσωματωμένο αλγόριθμο POEM2 (Welch Allyn, Skaneateles Falls, NY, USA), που πληρεί τις προδιαγραφές της Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) (SP10) για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης, και επίσης επιτυγχάνει A/A στο πρωτόκολλο αξιολόγησης της British Hypertension Society¹⁵.

Σύμφωνα με τη θεωρία των ανακλωμένων κυμάτων η πίεση σε κάθε σημείο στο αρτηριακό δένδρο αποτελεί το άθροισμα του εξερχόμενου και του ανακλώμενου κύματος πίεσης. Η συστολική λειτουργία της καρδιάς δημιουργεί το εξερχόμενο (incident) κύμα, το οποίο όταν συναντήσει αρτηριακές περιοχές με διαφορετικές δομικές και γεωμετρικές ιδιότητες (κυρίως στο διχασμό της αορτής) αντανακλάται μερικώς και επιστρέφει δημιουργώντας το ανακλώμενο (reflected) κύμα.

Το R6.5 monitor καταγράφει τα σφυγμικά κύματα (εξερχόμενο και αντανακλώμενο) χρησιμοποιώντας την μέθοδο της «υπερσυστολικής» μέτρησης. Σύμφωνα με την τεχνική αυτή καταγράφονται σήματα πίεσης με την περιχειρίδα φουσκωμένη σε επίπεδο πίεσης 30 mm Hg πάνω από τη συστολική πίεση. Σε αυτό το επίπεδο πίεσης η βραχιόνιος αρτηρία αποφράσσεται πλήρως και το R6.5 καταγράφει «υπερσυστολικές» κυματομορφές πίεσης για 10 sec (10 σφυγμικά κύματα), χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί περίπου σε ένα αναπνευστικό κύκλο. Τα σήματα αυτά μετά από επεξεργασία δημιουργούν μία «εξομαλυσμένη» σφυγμική κυματομορφή (Σχ. 1), πάνω στην οποία καθορίζονται 5 χρονικά σημεία με τις αντίστοιχες πιέσεις. Από τις πιέσεις p_0 , p_1 και p_3 στα χρονικά σημεία t_0 , t_1 και t_3 υπολογίζεται ο αυξητικός δείκτης (Augmentation index - AI) με τον τύπο $AI = (p_3 - p_0) / (p_1 - p_0)$ στο επίπεδο της βραχιόνιου αρτηρίας. Ο AI εκφράζει το βαθμό συμμετοχής του αντανακλώμενου κύματος στη διαμόρ-

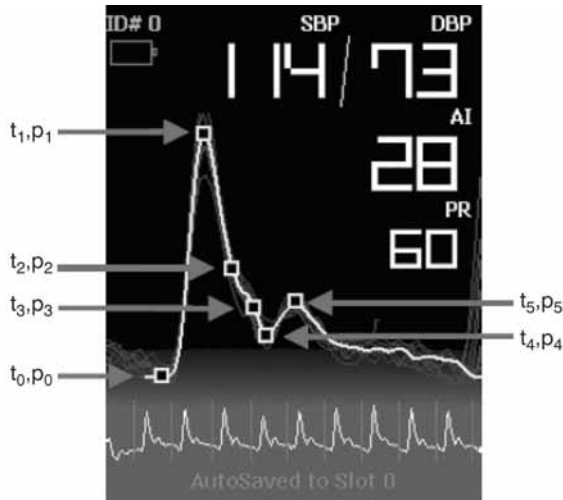
φωση της κυματομορφής πίεσης. Ο μετρούμενος AI της βραχιόνιου εξαρτάται από την ΑΣ της βραχιόνιου, η οποία συσχετίζεται με την ΑΣ της αορτής - μεγάλων αρτηριών¹⁶.

Από τις καταγραφόμενες πιέσεις κατά την περίοδο της «υπερσυστολικής μέτρησης» μπορεί να υπολογισθεί σε κάθε στιγμή η κεντρική πίεση στην αορτή (p_{10}) βάσει του τύπου:

$$p_{10}(t) = \frac{b}{b+1} p_{t3}(t - dt) + \frac{1}{b+1} p_{t3}(t + dt)$$

(t =χρόνος, b =συντελεστής αντανακλαστικότητας, p_{t3} =η καταγραφόμενη πίεση στην περιχειρίδα και dt =χρόνος του κύματος από την αορτή μέχρι την περιχειρίδα)¹⁵. Η αξιολόγηση αυτού του αλγορίθμου έγινε σε μελέτη 16 ενηλίκων, όπου πάρθηκαν μετρήσεις με το R6.5 monitor ενώ ταυτόχρονα λαμβάνονταν απευθείας μετρήσεις της πίεσης στην αορτή με καθετηριασμό (gold standard μέθοδος)¹⁶. Υπήρχε πολύ καλή συμφωνία των δύο μεθόδων με διαφορά 1 mmHg στη συστολική και 4 mmHg στη διαστολική. Η συσχέτιση μεταξύ των εκτιμώμενων και αμέσων μετρήσεων ήταν μεγαλύτερη από 90%. Επίσης, σε μία άλλη μελέτη σύγκρισης επί ενηλίκων της παρούσας μεθόδου με τη μέθοδο εκτίμησης του σφυγμικού κύματος με το SphygmoCor (Atcor Medical, Sydney, Australia) η ανάλυση Bland Altman δεν έδειξε συστηματική διαφορά μεταξύ των δύο μεθόδων. Οι παρατηρηθείσες διαφορές ήταν εντός των αποδεκτών ορίων από την AAMI¹⁷. Καμία από τις δύο μεθόδους δεν έχουν αξιολογηθεί εκτεταμένα στα παιδιά.

Από τις μετρούμενες τιμές ΑΠ στο βραχίονα και τις υπολογιζόμενες τιμές ΑΠ στην αορτή υπολογίζεται το κλάσμα: περιφερική πίεση σφυγμού/κεντρική πίεση σφυγμού (ΠΠΣ/ΚΠΣ), το οποίο ισούται με: [Περιφερική συστολική - Περιφερική διαστολική] / [Κεντρική συστολική - Περιφερική διαστολική]. Φυσιολογικά υπάρχει αύξηση της πίεσης σφυγμού όσο απομακρύνεται το σημείο μέτρησης από την κεντρική αορτή προς την περιφέρεια¹⁸. Το κλάσμα αυτό εξαρτάται τόσο από παραμέτρους της συστολικής εξώθησης, όσο και από το βαθμό της αύξησης της κεντρικής ΑΠ λόγω του αντανακλώμενου κύματος (που εξαρτάται και από την ΑΣ)¹⁸. Όσο μειώνεται το κλάσμα ΠΠΣ/ΚΠΣ, τόσο μεγαλώνει αναλογικά το μεταφορτίο της αριστεράς κοιλίας (για το ίδιο επίπεδο περιφερικής συστολικής πίεσης). Σε μία μελέτη εκτίμησης της μεταβολής της ΑΣ κατά τη διάρκεια ισοτονικής άσκησης (σπίσιμο γροθιάς) ο λόγος ΠΠΣ/ΚΠΣ μειώθηκε σημα-



Σχ. 1. Οθόνη από το R6.5 monitor με σφυγμική κυματομορφή (μέσος όρος 10 καταγραφών) κατά την «υπερσυστολική» καταγραφή.
(t_{0,P_0} : έναρξη σφυγμού, t_{1,P_1} : κορυφή εξερχόμενου κύματος, t_{2,P_2} : ελάχιστη τιμή μεταξύ εξερχόμενου / ανακλώμενου κύματος t_{3,P_3} : κορυφή ανακλώμενου κύματος)

ντικά, δείχνοντας ότι η πίεση σφυγμού (pulse pressure) αυξήθηκε περισσότερο κεντρικά από ότι στην περιφέρεια με επακόλουθη καρδιακή επιβάρυνση κατά τη συστολή¹⁹.

Επιπρόσθετα, για την εκτίμηση της ΑΣ αξιολογήθηκε ο χρόνος του ανακλώμενου κύματος (ΧΑΚ) (reflected wave transit time) διορθωμένο για το ύψος (ΧΑΚ/ύψος), όπου ΧΑΚ είναι ο χρόνος T_2-T_0 (Σχ. 1), δηλαδή ο χρόνος έως την αιχμή P_2 (που αντιστοιχεί στο σημείο που το ανακλώμενο κύμα συμβάλλει με το εξερχόμενο- inflection point). Σύμφωνα με την κλασική θεωρία το σημείο ανάκλασης του σφυγμικού κύματος βρίσκεται στο διχασμό της αορτής. Σε αντίθεση με αυτή τη θεώρηση, μία πρόσφατη έρευνα προσομοίωσης σε υπολογιστή της αγωγής κύματος σε αρτηριακό μοντέλο των μηχανισμάτων που χρησιμοποιούν τη μέθοδο της «υπερσυστολικής μέτρησης» (Pulsecor, Arteriograph) έδειξε ότι το σημείο ανάκλασης βρίσκεται στην υποκλείδια / αρχή βραχιονίου αρτηρίας²⁰. Ο ΧΑΚ είναι αντιστρόφως ανάλογος με την ταχύτητα του σφυγμικού κύματος και κατά συνέπεια με την ΑΣ της βραχιονίου αρτηρίας, η οποία έχει δειχθεί ότι συσχετίζεται με την ΑΣ της αορτής¹⁶.

Οι καταγραφές σε κάθε μέτρηση με το R6.5 θεωρούνταν αποδεκτές εφόσον τα καταγραφόμενα σήματα ήσαν σχετικά καθαρά από παράσιτα, όπως αξιολογούνταν από το λόγο σήμα προς θόρυβο (SNR - signal to noise ratio). Τιμές SNR >3 θεωρούνταν αποδεκτές.

Στατιστική επεξεργασία

Τα στοιχεία σε κάθε παράμετρο ελέγχθηκαν για αποκλίσεις από την κανονική κατανομή (γράφημα boxplot, skewness και curtosis, γράφημα Q-Q). Παραμετρικές δοκιμασίες εφαρμόστηκαν για τις παραμέτρους με κανονική κατανομή. Οι επιδημιολογικές και λοιπές εκτιμώμενες παράμετροι παρουσιάζονται σαν μέσες τιμές \pm σταθερά απόκλισης. Διαφορές μεταξύ δύο ή περισσότερων ομάδων ελέγχθηκαν με τις μεθόδους t-test ή one way αντίστοιχα. Πολυπαραγοντικές συσχετίσεις έγιναν μεταξύ παραμέτρων με τη μέθοδο της multiple linear regression. Το στατιστικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το SPSS Vesion 17 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Στατιστική σημαντικότητα επιβεβαιωνόταν εφόσον $p < 0.05$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση αποκλείστηκαν οι μετρήσεις 10 παιδιών (σε 5 παιδιά η καταγραφή του σφυγμικού κύματος δεν ήταν ποιοτικά αποδεκτή, και σε άλλα 5 παιδιά οι καταγραφείσες τιμές θεωρήθηκαν υπερβολικά μεγάλες ή μικρές (outliers)). Τελικά αναλύθηκαν τα στοιχεία από 277 παιδιά (132 αγόρια και 145 κορίτσια). Στον πίνακα 1 φαίνονται οι σωματομετρικές μετρήσεις και οι περιφερικές και κεντρικές αιμοδυναμικές παράμετροι στα δύο φύλα. Τα αγόρια είχαν μεγαλύτερο ύψος από τα κορίτσια ($162,4 \pm 8,5$ έναντι $159,7 \pm 6$ cm, $p < 0,000$) καθώς και περίμετρο μέσης ($79,3 \pm 10,8$ έναντι $73,9 \pm 8,2$ cm, $p < 0,000$), ενώ δεν υπήρχε διαφορά στο BMI. Τα αγόρια επίσης είχαν σε σχέση με τα κορίτσια μεγαλύτερη περιφερική συστολική ΑΠ ($108,0 \pm 10,2$ έναντι $104,4 \pm 9,5$ mmHg, $p = 0,003$), κεντρική συστολική ΑΠ ($103,9 \pm 11,8$ έναντι $98,9 \pm 10,5$ mmHg, $p < 0,001$), κεντρική μέση ΑΠ ($81,1 \pm 6,8$ έναντι $79,3 \pm 6,4$ mmHg, $p = 0,020$), περιφερική πίεση σφυγμού ($49,0 \pm 8,3$ έναντι $44,3 \pm 6,6$ mmHg, $p < 0,001$) και κεντρική πίεση σφυγμού ($39,8 \pm 10,5$ έναντι $35,3 \pm 8,8$ mmHg $p < 0,001$). Δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ των δύο φύλων όσον αφορά το ΠΠΣ/ ΚΠΣ, ενώ τα κορίτσια είχαν μεγαλύτερη τιμή ΑΙ ($27,8\% \pm 11,0$ έναντι $25,1\% \pm 11,9$ - οριακά μη στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,052$)), και στατιστικά μεγαλύτερο ΧΑΚ/ ύψος ($1,122 \pm 0,071$ έναντι $1,098 \pm 0,076$, $p < 0,001$) από τα αγόρια.

Στον πίνακα 2 φαίνεται η κατάταξη των παιδιών της μελέτης ανάλογα με το βαθμό παχυσαρκίας, περιμέτρου μέσης και αρτηριακής πίεσης. Το ποσοστό των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών α-

Πίνακας 1. Μετρήσεις σε αγόρια και κορίτσια

Παράμετρος	Σύνολο (n=277) Μέση τιμή ± SD	Αγόρια (n=132) Μέση τιμή ± SD	Κορίτσια (n=145) Μέση τιμή ± SD	p
Βάρος (Kg)	57,6±12,1	58,6±13,5	56,6±10,5	,159
Ύψος (cm)	161±7,4	162,4±8,5	159,7±6	,003
Περίμετρος μέσης (cm)	76,5±9,9	79,3±10,8	73,9±8,2	,000
BMI (Kg/m ²)	22,1±3,9	22,0±4,0	22,1±3,7	,978
Περιφερική συστολική πίεση (mmHg)	106,1±10	108,0±10,2	104,4±9,5	,003
Περιφερική διαστολική πίεση (mmHg)	59,5±7,7	58,9±7,9	60,1±7,4	,215
Περιφερική μέση πίεση (mmHg)	75,1±7,4	75,2±7,5	74,9±7,4	,740
Καρδιακή συχνότητα (σφ/min)	85,03±12,9	83,3±12,5	86,6±13,2	,033
Κεντρική συστολική πίεση (mmHg)	101,3±11,4	103,9±11,8	98,9±10,5	,000
Κεντρική διαστολική πίεση (mmHg)	63,8±5	64,0±5,1	63,6±4,8	,495
Κεντρική μέση πίεση (mmHg)	80,1±6,6	81,1±6,8	79,3±6,4	,020
AI (%)	26,5%±11,5	25,1%±11,9	27,8%±11,0	,052
Περιφερική πίεση σφυγμού (mmHg)	46,6±7,8	49,0±8,3	44,3±6,6	,000
Κεντρική πίεση σφυγμού (mmHg)	37,5±9,9	39,8±10,5	35,3±8,8	,000
ΠΠΣ/ΚΠΣ	1,28±0,18	1,26±0,19	1,29±0,17	,268
ΧΑΚ/ύψος	1,11±0,074	1,098±0,076	1,122±0,071	,007

AI: augmentation index, ΠΠΠ/ΚΠΣ: περιφερική πίεση σφυγμού/κεντρική πίεση σφυγμού, ΧΑΚ: χρόνος ανακλώμενου κύματος

Πίνακας 2. BMI, Περίμετρος μέσης και αρτηριακή πίεση στα αγόρια και κορίτσια

	BMI			Σύνολο
	Φυσιολογικό (<25 Kg/m ²)	Υπέρβαρο (≥25 - ≤30 Kg/m ²)	Παχύσαρκα (>30 Kg/m ²)	
Αγόρια	76 (57,6%)	34 (25,7%)	22 (16,6%)	132
Κορίτσια	81 (55,9%)	50 (34,5%)	14 (9,7%)	145
Σύνολο	157 (56,7%)	84 (30,3%)	36 (13,0%)	277
	Περίμετρος μέσης			Σύνολο
	<90 ^η εκατοστιαία θέση	90 ^η έως 95 ^η εκατοστιαία θέση	>95 ^η εκατοστιαία θέση	
Αγόρια	109 (82,6%)	9 (6,8%)	14 (10,6%)	132
Κορίτσια	126 (86,9%)	10 (6,9%)	9 (6,2%)	145
Σύνολο	235 (84,8%)	19 (6,8%)	23 (8,3%)	277
	Αρτηριακή πίεση			Σύνολο
	<90 ^η εκατοστιαία θέση	90 ^η έως 95 ^η εκατοστιαία θέση	>95 ^η εκατοστιαία θέση	
Αγόρια	121 (91,7%)	8 (6,6%)	3 (2,3%)	132
Κορίτσια	138 (95,2%)	2 (1,4%)	5 (3,4%)	145
Σύνολο	259 (93,5%)	10 (3,6%)	8 (2,9%)	277

θροιστικά ήταν 43,3%. Τα ποσοστά περιμέτρου μέσης και υπέρτασης ήταν κοντά στα αναμενόμενα για τις αντίστοιχες εκατοστιαίες θέσεις.

Σε μονοπαράγοντική συσχέτιση το BMI δεν φάνηκε να συσχετίζεται με τον AI (r=-0.095, p=0.115) και με το ΧΑΚ/ύψος (r=0.020, p=0.743), ε-

νώ αντίθετα, συσχετιζόταν αρνητικά με το ΠΠΣ/ΚΠΣ (r=-0.233, p<0.001). Στον πίνακα 3 έγινε ταξινόμηση ανάλογα με το συνδυασμό BMI και περιμέτρου μέσης. Στην ομάδα Α (n=153) συμπεριλήφθηκαν παιδιά που είχαν φυσιολογικό BMI (<25) και φυσιολογική περίμετρο μέσης (<90^η θέση).

Πίνακας 3. Μετρήσεις ΑΠ και δεικτών ΑΣ σε τρεις ομάδες ανάλογα με το βαθμό παχυσαρκίας και περιμέτρου μέσης

	Ομάδα Α (n=153)	Ομάδα Β (n=69)	Ομάδα Γ (n=55)	ANOVA	
	μέση τιμή ± SD	μέση τιμή ± SD	μέση τιμή ± SD	F	p
Συστολική πίεση	103,3±9,86	107,1±8,8	112,8±8,1	21,9	,000
Διαστολική πίεση	58,3±7,64	59,2±6,8	63,5±7,6	9,9	,000
Μέση περιφερική πίεση	73,3±7,5	75,3±6,1	79,7±6,6	16,6	,000
ΑΙ (%)	27,4%±11,4%	26,6%±12,2 %	23,9%±10,5%	1,9	,151
ΠΠΣ/ΚΠΣ	1,31±0,21	1,26±0,15	1,22±0,13	5,6	,004
ΧΑΚ/ύψος	1,115±0,078	1,120 ±0,076	1,087±0,007	3,6	,028

Ομάδα Α: BMI<25 Kg/m² και περίμετρος μέσης <90^η εκατοστιαία θέση

Ομάδα Β: BMI>25 Kg/m² και περίμετρος μέσης<90^η εκατοστιαία θέση

Ομάδα Γ: BMI>25 Kg/m² και περίμετρος μέσης >90^η εκατοστιαία θέση

ΑΙ: augmentation index, ΠΠΣ/ΚΠΣ: περιφερική πίεση σφυγμού/κεντρική πίεση σφυγμού,

ΧΑΚ: χρόνος ανακλώμενου κύματος

Στην ομάδα Β (n=69) συμπεριλήφθηκαν παιδιά που ήταν υπέρβαρα (BMI μεταξύ 25 και 30) και είχαν φυσιολογική περίμετρο μέσης (<90^η θέση). Στην ομάδα Γ (n=55) συμπεριλήφθηκαν παιδιά που ήταν παχύσαρκα (BMI >30) και είχαν περίμετρο μέσης πάνω από την 90^η θέση. Όσον αφορά τον ΑΙ, δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ των ομάδων. Αντίθετα, τα παιδιά που είχαν πλέον επιβαρυνμένες τις σωματομετρικές παραμέτρους (ομάδα Γ) είχαν στατιστικά μικρότερη μέση τιμή ΠΠΣ/ΚΠΣ και μικρότερη τιμή ΧΑΚ/ύψος από παιδιά με φυσιολογικές τιμές BMI και περιμέτρου μέσης (ομάδα Α).

Για την περαιτέρω διερεύνηση πολλαπλών συσχετίσεων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της multiple linear regression (Πίν. 4) με εξαρτημένες μεταβλητές το ΑΙ, το ΠΠΣ/ΚΠΣ και το ΧΑΚ/ύψος. Ανεξάρτητες μεταβλητές ήταν η καρδιακή συχνότητα, το φύλο και η περιφερική μέση πίεση (μοντέλο 1). Στη συνέχεια προστέθηκε στις παραμέτρους αυτές κλιμακωτά το ύψος (μοντέλο 2), το BMI (μοντέλο 3) και η περίμετρος μέσης (μοντέλο 4). Τα μοντέλα 5 και 6, που εφαρμόστηκαν στις συσχετίσεις του ΧΑΚ/ύψος αντιστοιχούν στα μοντέλα 3 και 4 χωρίς την παρουσία του ύψους. Όπως φαίνεται από τους συντελεστές beta και το βαθμό σημαντικότητας p, τη μεγαλύτερη βαρύτητα στις συσχετίσεις με τις παραμέτρους της ΑΣ είχε η καρδιακή συχνότητα (αρνητική με το ΑΙ και το ΧΑΚ/ύψος, και θετική με το ΠΠΣ/ΚΠΣ) ακολουθούμενη από την περιφερική μέση πίεση (αρνητική με το ΠΠΣ/ΚΠΣ και με το ΧΑΚ/ύψος), και το ύψος (αρνητική με το ΑΙ και θετική με το ΠΠΣ/ΚΠΣ). Το θήλυ φύλο φάνηκε να συσχετίζεται θετικά με το ΑΙ και το ΧΑΚ/ύψος. Το BMI είχε επίσης μία μικρή συσχέτιση μόνο με το λόγο ΠΠΣ/ΚΠΣ. Η περίμετρος μέσης δεν φάνηκε να έχει ανεξάρτητες συσχετίσεις στα πολυπαραγοντικά μοντέλα.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Το βασικό εύρημα ήταν ότι σε κλινικά υγιή παιδιά το BMI φάνηκε να συσχετίζεται μόνο με το ΠΠΣ/ΚΠΣ, ενώ δεν υπήρχε συσχέτιση με τον ΑΙ και το ΧΑΚ/ύψος σε μονο- και πολυ-παραγοντικά μοντέλα. Επίσης η σχετική βαρύτητα του BMI ως προγνωστικού παράγοντα της μεταβλητότητας του ΠΠΣ/ΚΠΣ ήταν μικρή, όπως φαίνεται από τη χαμηλή τιμή του beta (Πίν. 4). Αντίθετα, ως πλέον ισχυροί προγνωστικοί παράγοντες των δεικτών εκτίμησης της ΑΣ αναδείχθηκαν η καρδιακή συχνότητα και το ύψος, ενώ και το φύλο φάνηκε επίσης να παίζει ρόλο. Τέλος η περίμετρος μέσης δεν έδειξε να έχει ανεξάρτητη προγνωστική αξία στην παρούσα μελέτη.

Η διερεύνηση της παιδικής – εφηβικής παχυσαρκίας με την ΑΣ έχει γίνει σε μερικές μελέτες με ποικίλες μεθοδολογίες και ομάδες πληθυσμών. Σε μία μελέτη 1306 ατόμων ηλικίας 10 έως 86 ετών φάνηκε σταθερή συσχέτιση της υπερηχογραμικά εκτιμώμενης ΑΣ και του BMI σε όλο το φάσμα των ηλικιών, αν και δεν αναφέρεται πόσα άτομα συμπεριλήφθηκαν στις νεαρότερες ηλικίες²¹. Επίσης σε δύο μελέτες σε 262 εφήβους ηλικίας 12-18 ετών από την Κορέα⁵ και 754 εφήβους ηλικίας 15-17 ετών από την Ιαπωνία²² διαπιστώθηκε συσχέτιση του ΡWV και του BMI. Αντίθετα, σε δύο άλλες μελέτες σε 970 εφήβους ηλικίας 9-17 ετών από την Ιαπωνία⁸ και 205 νορμοτασικούς εφήβους – νέους από την Φιλαδέλφεια (ΗΠΑ) ηλικίας 12-21 ετών δεν διαπιστώθηκε τέτοια συσχέτιση²³. Οι παραπάνω μελέτες περιέλαβαν υγιή άτομα από το γενικό πληθυσμό. Σε σύγκριση 48 σοβαρά παχύσαρκων παιδιών με 28 υγιείς μάρτυρες βρέθηκε σημαντικά μειωμένη ενδοτικότητα και αυξημένο incremental elastic modulus στην κοινή καρωτίδα²⁴. Παρόμοια ήταν τα ευρήμα-

Πίνακας 4. Πολυπαραγοντικές συσχετίσεις δεικτών της ΑΣ

		Προσαρμοσμένο		Φύλο		Καρδιακή συχνότητα		Περιφερική μέση πίεση		Υψος		BMI		Περίμετρος μέσης	
		R ²	Beta	p	Beta	p	Beta	p	Beta	p	Beta	p	Beta	p	
AI (%)	Μοντέλο 1	,201	,172	,002	-,433	,000	-,040	,473							
	Μοντέλο 2	,312	,116	,024	-,502	,000	,094	,093	-,367	,000					
	Μοντέλο 3	,312	,118	,022	-,502	,000	,106	,070	-,363	,000	-,046	,391			
	Μοντέλο 4	,316	,118	,027	-,509	,000	,100	,087	-,366	,000				-,003	,954
ΠΠΣ/ ΚΠΣ	Μοντέλο 1	,303	,007	,884	,387	,000	-,520	,000							
	Μοντέλο 2	,341	,041	,416	,428	,000	-,601	,000	,220	,000					
	Μοντέλο 3	,345	,042	,396	,424	,000	-,563	,000	,229	,000	-,105	,045			
	Μοντέλο 4	,348	,025	,626	,435	,000	-,583	,000	,240	,000				-,075	,197
ΧΑΚ/ Ύψος	Μοντέλο 1	,153	,171	,002	-,126	,031	-,314	,000							
	Μοντέλο 5	,151	,167	,003	-,129	,028	-,337	,000			,098	,098			
	Μοντέλο 6	,153	,147	,013	-,125	,035	-,291	,000						-,065	,302

Εξαρτημένες μεταβλητές: AI, ΠΠΣ/ΚΠΣ, ΧΑΚ/Ύψος

Μοντέλο 1: ανεξάρτητες μεταβλητές: Φύλο, Καρδιακή συχνότητα, Περιφερική μέση πίεση

Μοντέλο 2: ανεξάρτητες μεταβλητές: Φύλο, Καρδιακή συχνότητα, Περιφερική μέση πίεση, Ύψος

Μοντέλο 3: ανεξάρτητες μεταβλητές: Φύλο, Καρδιακή συχνότητα, Περιφερική μέση πίεση, Ύψος, BMI

Μοντέλο 4: ανεξάρτητες μεταβλητές: Φύλο, Καρδιακή συχνότητα, Περιφερική μέση πίεση, Ύψος, Περίμετρος μέσης

Μοντέλο 5: ανεξάρτητες μεταβλητές: Φύλο, Καρδιακή συχνότητα, Περιφερική μέση πίεση, Ύψος, BMI

Μοντέλο 6: ανεξάρτητες μεταβλητές: Φύλο, Καρδιακή συχνότητα, Περιφερική μέση πίεση, Ύψος, Περίμετρος μέσης

AI: augmentation index, ΠΠΣ/ΚΠΣ: περιφερική πίεση σφυγμού/ξεντρική πίεση σφυγμού, ΧΑΚ: χρόνος ανακλώμενου κύματος

τα και σε πλέον πρόσφατη μελέτη σε 48 παχύσαρκα παιδιά έναντι 23 φυσιολογικών μικρών παιδιών (ηλικίας 8 ετών) με παρόμοια μεθοδολογία (υπερηχογραφική μέθοδος)⁶. Σε άλλη μελέτη σε 93 μη παχύσαρκα παιδιά 10 ετών το PWV μετρούμενο με οπτική μέθοδο δεν συσχετιζόταν με το BMI ή την ποσοστιαία περιεκτικότητα λίπους του σώματος⁹. Τέλος, σε μία άλλη πληθυσμιακή μελέτη σε 573 παιδιά 10 ετών διαπιστώθηκε συσχέτιση σε πολυπαραγοντικές συσχετίσεις του PWV (μετρούμενο με το Sphygmocor - ανάλυση σφυγμικού κύματος) με το BMI, την περίμετρο μέσης και την περιεκτικότητα λίπους του σώματος²⁵. Σε αυτή τη μελέτη η επίδραση της παχυσαρκίας και των άλλων μεταβολικών / κλινικών παραμέτρων ήταν μικρή πάνω στη μεταβλητότητα του PWV, γεγονός που υποστηρίζει την υπόθεση ότι σε ένα τέτοιο πρώιμο ηλικιακό στάδιο οι γενετικοί παράγοντες παίζουν ακόμα σημαντικότερη σημασία από τις εξωγενείς επιδράσεις²⁵.

Συμπερασματικά, από όλες τις προηγούμενες μελέτες διαπιστώνεται μία ποικιλία αποτελεσμάτων όσον αφορά την απάντηση εάν υπάρχει ή όχι συσχέτιση της παχυσαρκίας και της ΑΣ σε νεαρές ηλικίες. Αυτό αποδίδεται σε διαφορές των ερευνώμενων πληθυσμών (πληθυσμιακές έναντι συγκρίσεων υγιών - παθολογικών ομάδων), διαφορές ηλικίας (μικρότερα έναντι μεγαλύτερων παιδιών ή εφήβων) και σε διαφορές μεθοδολογίας. Για παράδειγμα οι

μελέτες σε υγιείς πληθυσμούς δεν δείχνουν σημαντικές συσχετίσεις γιατί περιλαμβάνουν λίγα άτομα με τον παθολογικό παράγοντα⁵. Στη μελέτη μας, όπου υπήρχε σημαντικό ποσοστό με υπέρβαρα - παχύσαρκα παιδιά, διαπιστώθηκε συσχέτιση του BMI μόνο με το ΠΠΣ/ΚΠΣ σε πολυπαραγοντικό μοντέλο (από τους τρεις έμμεσους δείκτες ΑΣ που χρησιμοποιήθηκαν), και μάλιστα με χαμηλό beta (που δείχνει μικρή επίδραση στη μεταβλητότητα του ΠΠΣ/ΚΠΣ), ενώ δεν διαπιστώθηκε συσχέτιση με την περίμετρο μέσης. Επίσης τα αποτελέσματα του πίνακα 3 δείχνουν ότι τα παιδιά με συνδυασμό υπερβολικού βάρους και αυξημένης περιμέτρου μέσης είχαν αυξημένη αγγειακή επιβάρυνση σε σχέση με παιδιά φυσιολογικού βάρους και περιμέτρου μέσης. Τα ευρήματα αυτά δείχνουν ότι στα υγιή παιδιά της μελέτης μας η παχυσαρκία φαίνεται να επηρεάζει την αγγειακή λειτουργικότητα σε μικρό αλλά μετρήσιμο βαθμό ήδη από την ηλικία των 12 ετών.

Οι άλλες παράμετροι που συσχετίστηκαν στη μελέτη μας με τους δείκτες της ΑΣ ήταν η μέση περιφερική πίεση, η καρδιακή συχνότητα, το ύψος και το φύλο. Η αρτηριακή πίεση έχει συσχετισθεί θετικά με το PWV σε παιδιά και σε προηγούμενες μελέτες^{9,25}. Στη μελέτη μας ο λόγος ΠΠΣ/ΚΠΣ είχε αρνητική συσχέτιση με την περιφερική μέση πίεση, που σημαίνει ότι όσο αυξανόταν η περιφερική πίεση τόσο μειωνόταν ο λόγος περιφερικής προς κεν-

ντρική πίεση σφυγμού και κατά συνέπεια αυξανόταν το μεταφορτίο της αριστερής κοιλίας. Επίσης η αρτηριακή συσχέτιση του ΑΙ με την καρδιακή συχνότητα, που παρατηρήθηκε στη μελέτη μας, και το ύψος έχει τεκμηριωθεί και σε προηγούμενες μελέτες τόσο σε ενήλικες¹⁸ όσο και σε παιδιά²² και ερμηνεύεται από φαινόμενα ανεξάρτητα της ΑΣ και συγκεκριμένα από την αλλαγή στη μορφή (εύρος) της κυματομορφής (άρα και της επίδρασης του ανακλώμενου κύματος) στην περίπτωση ταχυκαρδίας, ή από τη μεγαλύτερη απόσταση που έχει να διανύσει το κύμα σε περίπτωση υψηλού αναστήματος.

Στη μελέτη μας επίσης διαπιστώθηκε ότι τα κορίτσια είχαν μεγαλύτερη τιμή ΑΙ από ότι τα αγόρια (στο όριο της στατιστικής σημαντικότητας), που επιβεβαιώθηκε και στα μοντέλα της πολλαπλής συσχέτισης. Το εύρημα αυτό συνάδει με τα αποτελέσματα πρόσφατης μελέτης σε 8 χρόνια παιδιά, όπου βρέθηκε μεγαλύτερη τιμή ΑΙ σε κορίτσια έναντι των αγοριών ανεξάρτητα από το ύψος, ενώ αντίθετα η ΑΣ στα κορίτσια ήταν παρόμοια – εάν όχι μικρότερη από αυτήν των αγοριών²⁶. Αντίστοιχα και στη μελέτη μας τα κορίτσια είχαν μεγαλύτερο ΧΑΚ/ύψος και παρόμοιο ΠΠΣ/ΚΠΣ με τα αγόρια, που καταδεικνύουν ότι δεν υπήρχε μεγαλύτερη ΑΣ στο αγγειακό τμήμα αορτής – υποκλειδίου-βραχιονίου αρτηρίας μεταξύ των δύο φύλων.

Ένα σημαντικό εύρημα της καταγραφής των σωματομετρικών παραμέτρων ήταν ο αυξημένος επιπολασμός υπέρβαρων (30,3%) και παχυσάρκων (13,0%) παιδιών. Από προηγούμενη μελέτη σε 987 παιδιά στην Κρήτη την περίοδο 1989-1993 ο αντίστοιχος επιπολασμός ήταν 21% και 6%, ενώ την περίοδο 1999-2003 σε 891 παιδιά ο επιπολασμός ήταν 24% και 10%²⁷. Σε πρόσφατες μελέτες έχουν αναφερθεί παρόμοια υψηλά ποσοστά και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας (π.χ. Ιωάννινα²⁸ και Θεσσαλονίκη²⁹). Προτεινόμενες ερμηνείες για αυτή τη διαχρονική αλλαγή στην Ελλάδα θεωρείται η εγκατάλειψη του προτύπου της Μεσογειακής διατροφής και η υιοθέτηση καθιστικού τρόπου ζωής (τηλεόραση, υπολογιστής κλπ)²⁸.

Στη μελέτη μας δεν καθορίστηκε ο βαθμός ωρίμανσης κατά Tunner των εξετασθέντων παιδιών, γεγονός που μπορεί να θεωρηθεί μεθοδολογική αδυναμία. Δεδομένων των δυνατοτήτων και συνθηκών εξέτασης (σε αίθουσα εντός του σχολείου) θεωρήθηκε ότι η προσθήκη αυτής της διαδικασίας θα αύξανε το ποσοστό μη συμμετοχής των παιδιών. Το ποσοστό συμμετοχής (74,5%) κρίνεται ικανοποιητικό, αν και η συμμετοχή περισσότερων παιδιών θα

αύξανε την ισχύ των συσχετίσεων. Όσον αφορά την επίδραση της φυλετικής ωρίμανσης στην αγγειακή λειτουργία, σε μία μελέτη σε παιδιά προ και μετά την εφηβεία φάνηκε ότι η ΑΣ μειώνεται στα κορίτσια με την έλευση της εφηβείας, ενώ το αντίθετο συμβαίνει στα αγόρια³⁰. Η διαφοροποίηση αυτή αποδίδεται στη δράση των φυλετικών ορμονών. Τα παιδιά στη μελέτη μας βρίσκονται εντός του ηλικιακού εύρους της μετάπτωσης στην εφηβική ηλικία (12,8 έτη), έτσι ώστε μπορεί να γίνει η υπόθεση ότι σε διαφορετικές ηλικίες (μεγαλύτερα ή μικρότερα παιδιά) τα αποτελέσματα μπορεί να διαφέρουν από τα παρόντα.

Ένα άλλο σημείο κριτικής της μελέτης είναι η χρησιμοποίηση ενός καινούργιου μηχανήματος (R6.5 Cardiovascular Monitor, PulseCor), το οποίο, αν και έχει πιστοποίηση για μέτρηση της αρτηριακής πίεσης (AAMI (SP10) και πρωτόκολλο αξιολόγησης της British Hypertension Society), δεν έχει αξιολογηθεί στην εκτίμηση της αγγειακής ΑΣ στα παιδιά. Πρέπει όμως να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο μηχάνημα διαθέτει μελέτες αξιολόγησης σε ενήλικες (όπως αναφέρεται παραπάνω στο κεφάλαιο «ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ – Μέτρηση αρτηριακής πίεσης και ΑΣ»). Επίσης και οι άλλες μέθοδοι εκτίμησης με καταγραφή του σφυγμού (Sphygmocor), που έχουν χρησιμοποιηθεί σε μελέτες στην παιδική ηλικία, δεν διαθέτουν αξιολόγηση της εφαρμογής του transfer factor (αλγόριθμος υπολογισμού κεντρικών παραμέτρων) στα παιδιά. Τέλος, το R6.5 φαίνεται να προσφέρει μια εύκολη και γρήγορη εκτίμηση του σφυγμικού κύματος και υπολογισμό των κεντρικών πιέσεων με μία μέτρηση (μέθοδος «υπερσυστολικής μέτρησης») αποφεύγοντας τις τεχνικές δυσκολίες άλλων μεθόδων, γεγονός ιδιαίτερα χρήσιμο στα παιδιά.

Συμπερασματικά, στη μελέτη μας έγινε μέτρηση σε 12χρονα παιδιά των σωματομετρικών στοιχείων και της αρτηριακής πίεσης και επίσης εκτίμηση της ΑΣ με έμμεσους δείκτες με την τεχνική της ανάλυσης του σφυγμικού κύματος. Παράγοντες οι οποίοι συσχετίστηκαν με τους δείκτες της ΑΣ είναι η αρτηριακή πίεση, η καρδιακή συχνότητα το φύλο και το ύψος. Ο βαθμός της παχυσαρκίας φαίνεται επίσης να παίζει στατιστικά σημαντικό ρόλο, αν και μικρό, καθότι στην ηλικία αυτή φαίνεται ότι είναι ακόμα καθοριστική η επίδραση γενετικών παραγόντων. Τα πολύ υψηλά ποσοστά παχυσαρκίας, που παρατηρήθηκαν στη μελέτη μας κρούουν τον κώδωνα του κινδύνου για επερχόμενο κύμα καρδιαγγειακών επιπλοκών κατά την ενήλικη ζωή, εάν δεν εφαρμοσθεί

ένα αποτελεσματικό πρόγραμμα ενημέρωσης και αποτροπής του φαινομένου σε εθνικό επίπεδο.

SUMMARY

Lydakis Ch, Stefanaki E, Koumpa I, Stefanaki S, Thalassinos E, Tsilimigaki A. Arterial stiffness and obesity in childhood. *Arterial Hypertension* 2011; 20: 44-53.

The aim of this study was to assess the hypothesis that obesity and blood pressure are related to indices of arterial stiffness (AS) in childhood. Two hundred and seventy seven children aged 12.8 years were measured with the R6.5 Pulsecore@ which performs suprasystolic measurements. The augmentation index (AI) in the brachial artery, the peripheral to central pulse pressure (PPP/CPP) ratio and the reflected wave transit time to height ratio (RWTT/Height) were analysed. Forty three percent of the children in our cohort were overweight and obese. Girls had higher AI values than boys ($27.8\% \pm 11.0$ vs. $25.1\% \pm 11.9$, $p=0.052$). Overweight and obese children with waist circumference >the 90th percentile had significantly lower PPP/CPP and RWTT/Height in comparison to children with normal BMI and waist circumference values. In multivariate regression models, indices of AS were related to mean peripheral blood pressure, heart rate and height, while BMI had an independent relation to PPP/CPP. In conclusion, obesity and blood pressure are related to indices of AS even from the early age of childhood.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς εκφράζουν τις ευχαριστίες στα παιδιά και γονείς τους των γυμνασίων Πειραματικό, Τρίτο και Έκτο Ηρακλείου. Επίσης εκφράζουν τις ιδιαίτερες ευχαριστίες στον Μιχάλη Βαροδαβά, Γραμματέα του Περιφερειακού Επιμορφωτικού Κέντρου Κρήτης για την καθοριστική συμβολή του στην οργάνωση της μελέτης, και τους διευθυντές των Γυμνασίων κο Σπηλιωτάκη (Πειραματικό), κο Καλουδάκη (Τρίτο) και κο Πεθβολαράκη (Έκτο) για τη φιλοξενία και τη συνεργασία τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Kant AK, Graubard BI. Secular trends in patterns of self-reported food consumption of adult Americans: NHANES 1971-1975 to NHANES 1999-2002. *Am J Clin Nutr* 2006; 84: 1215-23.
2. Lobstein T, Frelut ML. Prevalence of overweight in Europe. *Obes Rev* 2003; 4: 195-200.
3. Juonala M, Jarvisalo MJ, Maki-Torkko N, Kahonen M, Viikari JS, Raitakari OT. Risk factors identified in childhood and decreased carotid artery elasticity in adulthood: the Cardiovascular Risk in Youth Finns Study. *Circulation* 2005; 112: 1486-93.
4. Willum-Hansen T, Staessen JA, Torp-Pedersen C, et al. Prognostic value of aortic pulse wave velocity as index of arterial stiffness in the general population. *Circulation* 2006; 113: 664-70.
5. Im JA, Lee JW, Shim Y, Lee HR, Lee DC. Association between brachial-ankle pulse wave velocity and cardiovascular risk factors in healthy adolescents. *J Pediatr* 2007; 150: 247-51.
6. Aggoun Y, Farpour-Lambert NJ, Marchand LM, Golay E, Maggio AB, Beghetti M. Impaired endothelial and smooth muscle functions and arterial stiffness appear before puberty in obese children and are associated with elevated ambulatory blood pressure. *Eur Heart J* 2008; 29: 792-9.
7. Vanhala M, Vanhala P, Kumpusalo E, Halonen P, Takala J. Relation between obesity from childhood to adulthood and the metabolic syndrome: population based study. *BMJ* 1998; 317: 317-9.
8. Niboshi A, Hamaoka K, Sakata K, Inoue F. Characteristics of brachial-ankle pulse wave velocity in Japanese children. *Eur J Pediatr* 2006; 65: 625-9.
9. Schack-Nielsen L, Molgaard C, Larsen D, Martyn C, Michaelsen KF. Arterial stiffness in 10-year-old children: current and early determinants. *Br J Nutr* 2005; 94: 1004-11.
10. Linardakis E, Vardavas K, Kafatos A. Waist circumference percentiles of children in Crete aged 3 to 16 years. *Παιδιατρική* 2007; 70: 300-7.
11. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320: 1240-3.
12. Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK, et al. Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension. *J Hypertens* 2009; 27: 1719-42.
13. Urbina EM, Williams RV, Alpert BS, et al. Noninvasive assessment of subclinical atherosclerosis in children and adolescents: recommendations for standard assessment for clinical research: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension* 2009; 54: 919-50.
14. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004; 114: 555-76.
15. Lowe A, W.Harrison E, El-Aklouk E, Ruygrok P, Al-Jumaily AM. Non-invasive model-based estimation of aortic pulse pressure using suprasystolic brachial pressure waveforms. *J Biomech* 2009; 42: 2111-5.
16. Bjarnegard N, Lanne T. Arterial properties along the upper arm in humans: age-related effects and the consequence of anatomical location. *J Appl Physiol* 2010; 108: 34-8.
17. Park CM, March K, Ghosh AK, et al. A Method Comparison of Central Blood Pressure Measurements by PU-

- LSECOR and Sphygmocor Devices. *Artery Research* 2010; 4: 171.
18. *Wilkinson IB, MacCallum H, Hupperetz PC, van Thoor CJ, Cockcroft JR, Webb DJ.* Changes in the derived central pressure waveform and pulse pressure in response to angiotensin II and noradrenaline in man. *J Physiol* 2001; 530: 541-50.
 19. *Lydakis C, Momen A, Blaha C, et al.* Changes of central haemodynamic parameters during mental stress and acute bouts of static and dynamic exercise. *J Hum Hypertens* 2008; 22: 320-8.
 20. *Trachet B, Reymond P, Kips J, et al.* Numerical validation of a new method to assess aortic pulse wave velocity from a single recording of a brachial artery waveform with an occluding cuff. *Ann Biomed Eng* 2010; 38: 876-88.
 21. *Zebekakis PE, Nawrot T, Thijs L, et al.* Obesity is associated with increased arterial stiffness from adolescence until old age. *J Hypertens* 2005; 23: 1839-46.
 22. *Miyai N, Arita M, Miyashita K, Morioka I, Takeda S.* The influence of obesity and metabolic risk variables on brachial-ankle pulse wave velocity in healthy adolescents. *J Hum Hypertens* 2009; 23: 444-50.
 23. *Collins RT, GW Somes, Alpert BS.* Differences in arterial compliance among normotensive adolescent groups: Collins arterial compliance in adolescents. *Pediatr Cardiol* 2008; 29: 929-34.
 24. *Tounian P, Aggoun Y, Dubern B, et al.* Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. *Lancet* 2001; 358: 1400-4.
 25. *Sakuragi S, Abhayaratna K, Gravenmaker KJ, et al.* Influence of adiposity and physical activity on arterial stiffness in healthy children: the lifestyle of our kids study. *Hypertension* 2009; 53: 611-6.
 26. *Ayer JG, Harner JA, Marks GB, Avolio A, Celermajer DS.* Central arterial pulse wave augmentation is greater in girls than boys, independent of height. *J Hypertens* 2010; 28: 306-13.
 27. *Λιναρδάκης Μ, Μπερτσιάς Γ, Σαρρή Κ, Καφάτος Α.* Μεταβολή σωματομετρικών μεγεθών, αρτηριακής πίεσης, σακχάρου και λιπιδίων ορού αίματος παιδιών της Κρήτης μεταξύ των χρονικών περιόδων 1989-1993 και 1999-2003. *Παιδιατρική* 2007; 70: 205-16.
 28. *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: 1226-34.
 29. *Χρυσόχοου Ε, Λιναρδάκης Μ, Χατζηαγόρου Ε, Παπαδοπούλου Μ, Τσανάκας Ι, Καφάτος Α.* Σχέση ημερήσιας διατροφικής πρόσληψης και φυσικής δραστηριότητας με την παιδική παχυσαρκία. *Παιδιατρική Βορείου Ελλάδος* 2008; 20: 261-8.
 30. *Ahimastos AA, Formosa M, Dart AM, Kingwell BA, et al.* Gender differences in large artery stiffness pre- and post puberty. *J Clin Endocrinol Metab* 2003; 88: 5375-80.