

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΑΙΔΙΚΗΣ ΠΑΧΥΣΑΡΚΙΑΣ ΣΤΗ ΒΑΔΙΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑ  
ΒΑΡΟΥΣ

Της  
Καλαϊτζή Αικατερίνης

Επιβλέπων Καθηγητής  
Γιάκας Γιάννης

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών <<Άσκηση και Υγεία>> του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Έτος ολοκλήρωσης της διατριβής: 2008



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παιδική παχυσαρκία και η μεταφορά βάρους φαίνεται ότι προκαλούν παρόμοιες αλλαγές στη βάδιση, αλλά δε βρέθηκαν βιβλιογραφικά δεδομένα που να διερευνούν την επίδραση της εξωτερικής επιβάρυνσης στη βάδιση παχύσαρκων παιδιών. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να συγκρίνει τις εμβιομηχανικές παραμέτρους μεταξύ παχύσαρκων και φυσιολογικού βάρους παιδιών στη βάδιση κατά τη μεταφορά βάρους.

Ο τρόπος βάδισης σε διάδρομο, εννέα φυσιολογικού βάρους και δέκα παχύσαρκων κοριτσιών ηλικίας 8-10 ετών, μελετήθηκε με σύστημα ανάλυσης βάδισης με 10 κάμερες σε δύο καταστάσεις: χωρίς βάρος και κατά τη μεταφορά βάρους που αναλογούσε σε 15% του βάρους σώματος τους. Διερευνήθηκαν χωροχρονικοί και τρισδιάστατοι κινηματικοί παράμετροι βάδισης στο προσθοπίσθιο επίπεδο με ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (2 ομάδες x 2 εξωτερικές επιβαρύνσεις x 3 χρονικές στιγμές), κατά την οποία ο δεύτερος και ο τρίτος παράγοντας ήταν επαναλαμβανόμενοι.

Ο παράγοντας της εξωτερικής επιβάρυνσης προκάλεσε στατιστικά σημαντική αύξηση της φάσης διπλής στήριξης και μείωση της φάσης μονής στήριξης και στις δύο ομάδες.

Τα παχύσαρκα παιδιά εμφάνισαν μεγαλύτερη γωνία κάμψης του γόνατος στην έναρξη της φάσης αιώρησης, ενώ ο χρόνος της μέγιστης γωνίας κάμψης του γόνατος στην ίδια φάση μειώθηκε σημαντικά κατά τη μεταφορά βάρους, σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος. Επιπρόσθετα, τα παχύσαρκα παιδιά παρουσίασαν μικρότερη πελματιαία κάμψη στη φάση αιώρησης κατά τη μεταφορά φορτίου σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος.

Με την παρούσα έρευνα έγινε φανερό ότι τόσο οι παράμετροι χώρου και χρόνου, όσο και οι κινηματικοί παράμετροι παρουσίαζαν αύξηση ή μείωση κατά τη μεταφορά φορτίου και στις δύο ομάδες, ενώ τα παχύσαρκα παιδιά είχαν την τάση να εμφανίζουν υψηλότερες και χαμηλότερες τιμές σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος.

Δεδομένων των περιορισμών στη διεξαγωγή της συγκεκριμένης έρευνας, απαιτούνται περισσότερες έρευνες για την εκτίμηση αλλαγών τόσο των παραμέτρων χώρου και χρόνου, όσο και των κινητικών και κινηματικών παραμέτρων στη βάδιση παχύσαρκων ατόμων σε καθημερινές δραστηριότητες, προκειμένου ν' ανιχνευθούν κίνδυνοι που ελλοχεύουν αυτές οι αλλαγές.

**Λέξεις κλειδιά:** βάδιση σε διάδρομο, ανάλυση βάδισης, τρισδιάστατη ανάλυση κίνησης, βιομηχανική των αρθρώσεων, μυοσκελετικές διαταραχές

## **Abstract**

Childhood obesity and load-bearing both appear to place similar demands on gait, but no data regarding the combined effects of load-bearing gait in subjects with obesity could be found.

The purpose of this study was to compare biomechanical parameters between obese and non-obese children during walking on a treadmill in a backload condition.

The gait patterns of 9 normal weight girls and 10 obese girls between 8 and 10 years of age, were captured with ten VICON optoelectronic cameras at backpack loads of 0% and 15% body weight. Three-dimensional kinematics and temporal-distance parameters were analyzed by repeated measures ANOVA.

The 15% load condition induced a significant increase of double support duration and decrease of single support in both groups.

The obese group developed in sagittal level, greater knee flexion angle in foot off and lower time in max knee flexion angle at swing phase on backpack load condition than normal weight group. In addition, the obese group developed lower plantarflexion in swing phase on backload condition than normal weight group.

Finding showed that temporal and kinematics parameters appear to increase or decrease on 15% load condition in both groups. Moreover, the obese group have the tendency to give higher or lower values on 15% load condition when compare with non-obese group.

There is a need for more studies to investigate changes that induce obesity in temporal and kinematics parameters on gait pattern in daily routine activities, in case of tracking obesity risk factors.

**Key words:** walking on a treadmill, gait analysis, three-dimensional analyses, joint biomechanics, musculoskeletal disorders

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής βοήθησαν πολλοί άνθρωποι, η συνεισφορά των οποίων ήταν ιδιαίτερα σημαντική.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γιάκα Γιάννη, επιβλέποντα αυτής της διατριβής, η στήριξη του οποίου ήταν μεγάλη. Παρέχοντας τις κατάλληλες κατευθυντήριες γραμμές, αλλά και βοήθεια σε επιστημονικό-γνωστικό επίπεδο επήλθε με επιτυχία η ολοκλήρωση της διατριβής. Θα ήθελα επίσης, να ευχαριστήσω τον κ. Τσαταλά Θεμιστοκλή για την πολύτιμη βοήθεια που προσέφερε σε όλες τις φάσεις διεξαγωγής της έρευνας και τη φίλη μου κα. Μακέδου Χριστίνα για τη συμβολή της στη γλωσσική επιμέλεια της έρευνας.

Δε θα μπορούσα να παραλείψω να αναφέρω τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος, οι οποίοι με τις γνώσεις τους εμπλούτισαν με τη σειρά τους, περαιτέρω τις δικές μας γνώσεις.

Για το τέλος, άφησα δύο ξεχωριστούς ανθρώπους στη ζωή μου, οι οποίοι απετέλεσαν κίνητρο για την έναρξη του μεταπτυχιακού προγράμματος. Ευχαριστώ τις δύο μου κόρες, Ευδοξία και Αθηνά.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

	Σελίδα
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	3
ABSTRACT .....	5
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	6
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ .....	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ .....	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ .....	12
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	15
II. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ .....	18
Παχυσαρκία: Σύγχρονη νόσος .....	18
Παιδική παχυσαρκία και μυοσκελετικές διαταραχές.....	19
Παιδική παχυσαρκία και κινητική απόδοση .....	20
Επίδραση της μεταφοράς βάρους στο μυοσκελετικό σύστημα των παιδιών.....	22
II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	26
Δείγμα.....	26
Πειραματικός σχεδιασμός .....	27
Πειραματική διαδικασία.....	28
Όργανα μετρήσεων .....	31
Στατιστική ανάλυση .....	32

III. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	33
Χωροχρονικοί παράμετροι.....	33
Άρθρωση ισχίου .....	33
Άρθρωση γόνατος .....	33
Ποδοκνημική άρθρωση.....	35
IV. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	38
Χωροχρονικοί παράμετροι.....	38
Κινηματική ανάλυση της άρθρωσης του ισχίου .....	39
Κινηματική ανάλυση της άρθρωσης του γόνατος.....	41
Κινηματική ανάλυση της ποδοκνημικής άρθρωσης .....	43
V. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	45
VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	46
VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....	55



**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ**

Σελίδα

<b>Πίνακας 1.</b> Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών.....	25
<b>Πίνακας 2.</b> Κινηματικοί παράμετροι που εξετάστηκαν.....	27
<b>Πίνακας 3.</b> Επίδραση του παράγοντα εξωτερικής επιβάρυνσης στη I.....	37
<b>Πίνακας 4.</b> Επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στη I <sub>3</sub> .....	37
<b>Πίνακας 5.</b> Επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στη I <sub>2</sub> .....	38

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ**

Σελίδα

Γράφημα 1: Συμβολισμοί γωνιών αρθρώσεων ισχίου που μελετήθηκαν.....	12
Γράφημα 2: Συμβολισμοί γωνιών αρθρώσεων γόνατος που μελετήθηκαν.....	13
Γράφημα 3: Συμβολισμοί γωνιών ποδοκνημικής άρθρωσης που μελετήθηκαν.....	14
Γράφημα 4: Κύκλος βάδισης .....	29
Γράφημα 5: Μοντέλο plug-in-gait .....	30
Γράφημα 6: Γ <sub>4</sub> χωρίς εξωτερική επιβάρυνση.....	33
Γράφημα7: Γ <sub>4</sub> με εξωτερική επιβάρυνση .....	33
Γράφημα 8: Π <sub>5</sub> χωρίς εξωτερική επιβάρυνση .....	35
Γράφημα 9: Π <sub>5</sub> με εξωτερική επιβάρυνση .....	36

**ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ**

ΗΠΑ : Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

ΔΜΣ : Δείκτης Μάζας Σώματος

Μ.Ο. : Μέσοι όροι

Τ.Α. : Τυπικές Αποκλίσεις

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

I1: Κάμψη του ισχίου κατά την έναρξη της βάρδισης (Γράφημα 1)

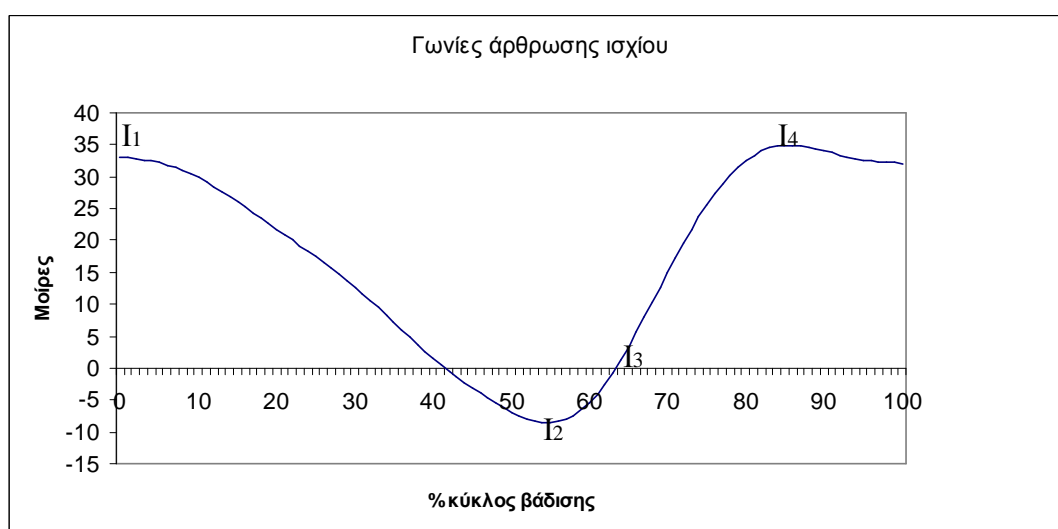
I2: Μικρότερη γωνία έκτασης του ισχίου κατά τη φάση στήριξης (Γράφημα1)

I3: Κάμψη του ισχίου κατά την έναρξη φάσης αιώρησης (Γράφημα1)

I4: Μέγιστη γωνία κάμψης του ισχίου κατά τη φάση αιώρησης (Γράφημα1)

I5: Χρόνος μικρότερης γωνίας κάμψης του ισχίου κατά τη φάση στήριξης

I6: Χρόνος μέγιστης γωνίας κάμψης του ισχίου κατά τη φάση αιώρησης



**Γράφημα1:** Συμβολισμοί γωνιών αρθρώσεων ισχίου που μελετήθηκαν

Γ1: Κάμψη του γόνατος κατά την έναρξη της βάρδισης (Γράφημα 2)

Γ2: Μέγιστη γωνία κάμψης του γόνατος κατά τη φάση στήριξης (Γράφημα 2)

Γ3: Ελάχιστη γωνία κάμψης του γόνατος κατά τη φάση στήριξης(Γράφημα 2)

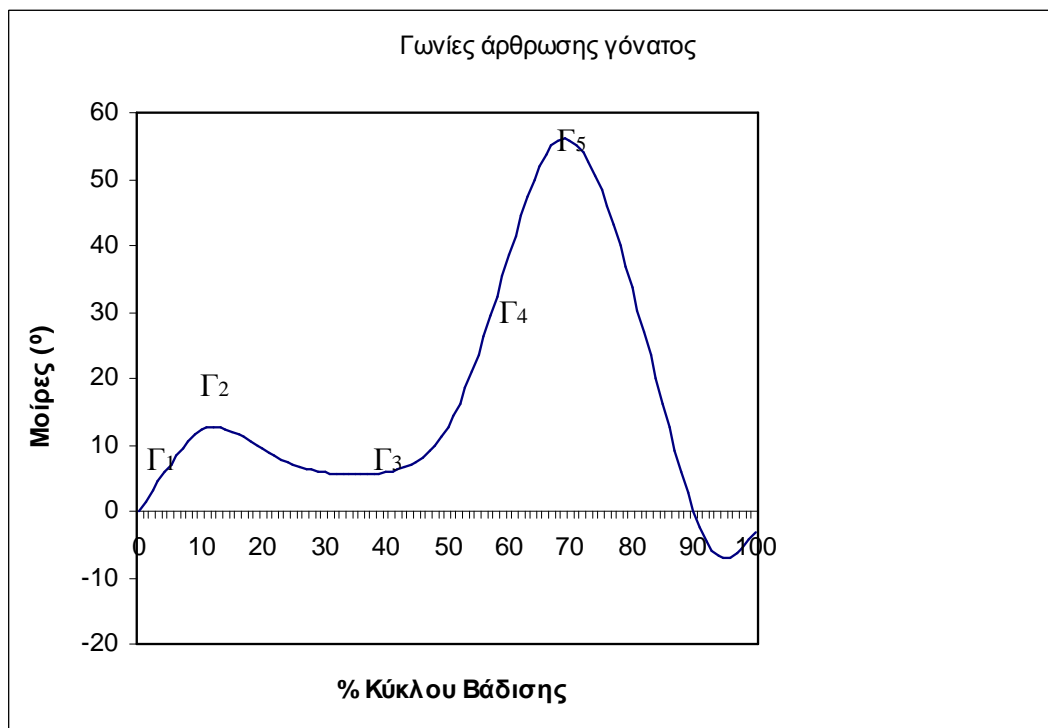
Γ4: Κάμψη του γόνατος κατά την έναρξη φάσης αιώρησης(Γράφημα 2)

Γ5: Μέγιστη γωνία κάμψης του γόνατος κατά τη φάση αιώρησης (Γράφημα 2)

Γ6: Χρόνος μέγιστης γωνίας κάμψης του γόνατος κατά τη φάση στήριξης

Γ7: Χρόνος ελάχιστης γωνία κάμψης του γόνατος κατά τη φάση στήριξης

Γ8: Χρόνος μέγιστης γωνίας κάμψης του γόνατος κατά τη φάση αιώρησης



**Γράφημα 2:** Συμβολισμοί γωνιών αρθρώσεων γόνατος που μελετήθηκαν

Π1: Κάμψη ποδοκνημικής άρθρωσης κατά την έναρξη της βάρδισης (Γράφημα 3)

Π2: Ελάχιστη γωνία κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης κατά τη φάση στήριξης (Γράφημα3)

Π3: Μέγιστη γωνία κάμψης της ποδοκνημικής άρθρωσης κατά τη φάση στήριξης (Γράφημα 3)

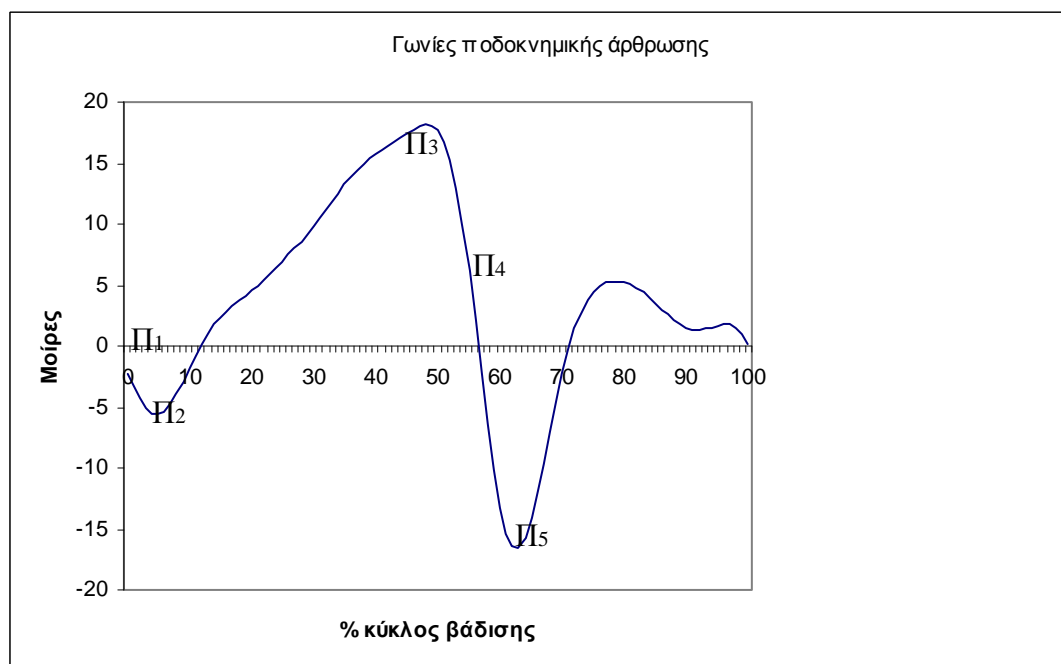
Π4: Κάμψη ποδοκνημικής άρθρωσης κατά την έναρξη φάσης αιώρησης (Γράφημα 3)

Π5: Ελάχιστη γωνία κάμψης ποδοκνημικής άρθρωσης κατά τη φάση αιώρησης (Γράφημα 3)

Π6: Χρόνος ελάχιστης γωνίας κάμψης ποδοκνημικής άρθρωσης κατά τη φάση στήριξης

Π7: Χρόνος μέγιστης γωνίας κάμψης ποδοκνημικής άρθρωσης κατά τη φάση στήριξης

Π8: Χρόνος ελάχιστης γωνίας κάμψης ποδοκνημικής άρθρωσης κατά τη φάση αιώρησης



**Γράφημα 3:** Συμβολισμοί γωνιών ποδοκνημικής άρθρωσης που μελετήθηκαν

## **Η επίδραση της παιδικής παχυσαρκίας στη βάδιση κατά τη μεταφορά βάρους, μέσω της σχολικής σάκας**

Η παχυσαρκία αναγνωρίζεται σαν ένα από τα μεγαλύτερα παγκόσμια προβλήματα υγείας, που απασχολούν το σύγχρονο κόσμο (World Health Organization, 2000). Το υπερβάλλον βάρος και η παχυσαρκία στα παιδιά αυξάνεται σταθερά και αφορά πλέον ένα στα τέσσερα παιδιά στην Αυστραλία (Booth και οι συνεργάτες του, 2001; Magarey και οι συνεργάτες του, 2003), ενώ υπολογίζεται ότι ποσοστό πάνω από 30% των παιδιών στις ΗΠΑ είναι υπέρβαρα ή έχουν αυξημένο κίνδυνο να γίνουν υπέρβαρα (Ogden και οι συνεργάτες του, 2002).

Παρά την εκτεταμένη βιβλιογραφική έρευνα για τις συνέπειες της παιδικής παχυσαρκίας στα διάφορα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού, λίγες έρευνες έχουν εστιαστεί στην επίδρασή της στο μυοσκελετικό σύστημα. Από τον περιορισμένο αριθμό άρθρων για την επίδραση της παιδικής παχυσαρκίας στο μυοσκελετικό σύστημα, τα περισσότερα επικεντρώνονται στις αλλαγές που επιφέρει στη μυοσκελετική δομή και λιγότερο στην κινητική και κινηματική απόδοση. Οι συνηθέστερες αλλαγές στη μυοσκελετική δομή, που οφείλονται στην παιδική παχυσαρκία, είναι η εξωτερική στροφή των κάτω άκρων (Galbraith και οι συνεργάτες του, 1988; Gelberman και οι συνεργάτες του, 1986; Choung & Yang, 2003) και η μείωση του μέσου ύψους της καμάρας του άκρου ποδιού (Dowling και οι συνεργάτες του, 2004; Dowling και οι συνεργάτες του, 2001; Dowling και οι συνεργάτες του, 2001; Riddiford-Harland και οι συνεργάτες του, 2000).

Όσον αφορά την επίδραση της παιδικής παχυσαρκίας στην στατική ισορροπία, φαίνεται ότι είναι ασήμαντη σε φυσιολογικές συνθήκες, ενώ όταν αυτές είναι δύσκολες ή καινοτόμοι παρουσιάζεται δυσχέρεια στη διατήρησή της (Geuze, 2003). Επιπρόσθετα, ενώ τα παχύσαρκα παιδιά εμφανίζουν μεγάλη δύναμη σύλληψης στο χέρι, υστερούν στις δοκιμασίες δύναμης στο έδαφος, όταν συγκρίνονται με παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος (Blimkie

και οι συνεργάτες του, 1989; Duche και οι συνεργάτες του, 2002; Lafortuna και οι συνεργάτες του, 2002).

Αλλαγές παρουσιάζονται και στον τρόπο βάδισης των παχύσαρκων παιδιών, με την παιδική παχυσαρκία να συνοδεύεται από μείωση του διασκελισμού, της συχνότητας και της ταχύτητας βαδίσματος, με μεγαλύτερη τη φάση μονής και διπλής στήριξης και μείωση της φάσης αιώρησης (MacCraw και οι συνεργάτες του, 2000; Hills & Parker, 1991), ενώ, όταν τα παχύσαρκα παιδιά καλούνται να τρέξουν, εμφανίζουν μικρότερη ταχύτητα, συχνότητα και διασκελισμό και μεγαλύτερη επαφή με το έδαφος (Lafortuna και οι συνεργάτες του, 2002).

Μια άλλη κατάσταση που φαίνεται ότι επιβαρύνει το μυοσκελετικό σύστημα, εκτός από την παχυσαρκία, είναι και η μεταφορά φορτίου. Η μεταφορά φορτίου μέσω της σχολικής σάκας, αποτελεί καθημερινή δραστηριότητα για τα παιδιά και φαίνεται ότι επιδρά αρνητικά στο μυοσκελετικό τους σύστημα, προκαλώντας διάφορα συμπτώματα, όπως πόνους στους ώμους και στη σπονδυλική στήλη (Balague και οι συνεργάτες του, 1988; Ebrall, 1994; Nissinen και οι συνεργάτες του, 1994; Olsen και οι συνεργάτες του, 1992; Salminen και οι συνεργάτες του, 1995; Troussier και οι συνεργάτες του, 1994; Adams και οι συνεργάτες του, 1999; Salminen και οι συνεργάτες του, 1999), καθώς επίσης και αλλαγές στη στάση του σώματος με κλίση του κορμού προς τα εμπρός, μείωση της φάσης αιώρησης και διπλασιασμό των φάσεων στήριξης (Hong & Brueggeman, 2000; Hong & Cheung, 2003; Li, Hong, Robinson, 2003), δημιουργώντας την ανάγκη καθορισμού ασφαλών ορίων για τη μεταφορά φορτίων. Θεωρείται ότι η μεταφορά φορτίων, που αναλογούν στο 10% έως 15% του βάρους σώματος των παιδιών, είναι ασφαλής και συστήνεται η μη υπέρβαση αυτών των ορίων από πολλούς οργανισμούς υγείας (Ontario Chiropractic Association, 2002; Awareness American Occupational Therapy Association, 2002; American Academy of Pediatrics, 2002), αν και, εκτός από το βάρος του φορτίου, σημασία έχει και ο τρόπος μεταφοράς του, η απόσταση που διανύει το άτομο μεταφέροντας το, καθώς επίσης, και ο τύπος της σχολικής σάκας που



χρησιμοποιείται για τη μεταφορά του (Mackie και οι συνεργάτες του, 2005; Chansirinucor και οι συνεργάτες του, 2001).

Λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις αλλαγές που προκαλούνται στο μυοσκελετικό σύστημα των παιδιών τόσο από την παχυσαρκία, όσο και από τη μεταφορά φορτίων, τέθηκε η υπόθεση ότι η μεταφορά φορτίων θα είχε σοβαρότερες συνέπειες στην εμβιομηχανική της κίνησης των παχύσαρκων παιδιών, σε σχέση με τις αντίστοιχες επιδράσεις της στα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος. Αυτή είναι η πρώτη έρευνα που έγινε, προκειμένου να καλυφθεί το βιβλιογραφικό κενό, που παρατηρήθηκε, για τη μελέτη των επιπτώσεων της μεταφοράς φορτίων μέσω της σχολικής σάκας στη βάδιση των παχύσαρκων παιδιών.

## **Βιβλιογραφική ανασκόπηση**

### *Παχυσαρκία: Σύγχρονη νόσος*

Το υπερβάλλον βάρος και η παχυσαρκία έχουν πάρει διαστάσεις επιδημίας που αφορά περίπου ένα δισεκατομμύριο ανθρώπους σε όλο τον κόσμο (W.H.O.,2002).Ανησυχητικός είναι ο ρυθμός αύξησης της παχυσαρκίας που έχει παρατηρηθεί σε παιδιά και εφήβους τα τελευταία χρόνια. Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα, τα τελευταία 25 έτη έχει τετραπλασιαστεί ο αριθμός των υπέρβαρων παιδιών στις ΗΠΑ, ενώ υπολογίζεται ότι ποσοστό πάνω από 30% των παιδιών και εφήβων είναι υπέρβαροι ή έχουν αυξημένο κίνδυνο να γίνουν υπέρβαροι (Ogden και οι συνεργάτες του, 2002). Τα υψηλότερα ποσοστά παιδικής παχυσαρκίας έχουν παρατηρηθεί στις αναπτυγμένες χώρες, αν και αύξησή της παρουσιάζεται και στις αναπτυσσόμενες με τη Μέση Ανατολή, την Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη να υπερέχουν. Στην Ελλάδα τα τελευταία 20 έτη έχει παρουσιασθεί αύξηση 7% των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών ηλικίας 6-12 ετών (Dehghan, Akhtar-Denesh & Merchant, 2005), ενώ σε επιδημιολογική μελέτη που έγινε στη Βορριοανατολική Αττική και στην οποία συμμετείχαν 4131 παιδιά, ηλικίας 6-11 ετών φάνηκε ότι ποσοστό 27.8% των αγοριών ήταν υπέρβαρα και 12.3% παχύσαρκα, ενώ τα αντίστοιχα ποσοστά στα κορίτσια ήταν 26.5% και 9.9% (Papadimitriou και οι συνεργάτες του, 2006).

Αν και η παχυσαρκία σχετίζεται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης σημαντικών προβλημάτων υγείας στους ενήλικες, όπως διαβήτη τύπου 2, υπέρταση, καρδιαγγειακά και αναπνευστικά νοσήματα, ουρική αρθρίτιδα και μυοσκελετικές διαταραχές (Lowrence & Korelman, 2004), πολλές από τις καρδιαγγειακές της συνέπειες έχουν έναρξη στην παιδική ηλικία (Dietz, 1998). Νοσήματα όπως, η υπέρταση, η αντίσταση στην ινσουλίνη, η ενδοθηλιακή δυσλειτουργία και η δυσλιπιδαιμία, που αποτελούν παράγοντες κινδύνου ανάπτυξης καρδιαγγειακών νοσημάτων, εμφανίζονται πλέον συχνά και στα παχύσαρκα παιδιά και εφήβους (Reilly και οι συνεργάτες του, 2003).

### *Παιδική Παχυσαρκία και μυοσκελετικές διαταραχές*

Από τον περιορισμένο αριθμό άρθρων για την επίδραση της παιδικής παχυσαρκίας στο μυοσκελετικό σύστημα, πλειοψηφικά παρατηρήθηκε εστίαση των μελετών στην μυοσκελετική δομή και ευθυγράμμιση των αρθρώσεων κυρίως των κάτω άκρων.

Σε διερεύνηση της σχέσης μεταξύ βάρους σώματος και μηριαίας γωνίας σε 12 παχύσαρκα και 13 φυσιολογικού βάρους παιδιά με χρήση αξονικής τομογραφίας, φάνηκε ότι η μέση μηριαία γωνία στα παχύσαρκα παιδιά ήταν σημαντικά μικρότερη από τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος, με αποτέλεσμα την εξωτερική στροφή των κάτω άκρων, πιθανόν λόγω των τοπικών μηχανικών φορτίων που προκάλεσαν αλλοίωση του μηριαίου αυχένα (Galbraith και οι συνεργάτες του, 1987). Κλινικές έρευνες επιβεβαίωσαν τη σχέση μεταξύ παχυσαρκίας, μηριαίας έσω στροφής και ολισθηρότητας της μηριαίας επίφυσης (Choung & Yang, 2003; Gelberman και οι συνεργάτες του, 1986).

Επιπρόσθετα, έχει αναγνωρισθεί η σημασία του ύψους του μέσου μήκους της καμάρας του άκρου ποδιού για την αποτελεσματική λειτουργία των κάτω άκρων (Saltzman, Nawaczanski, Talbat, 1995). Έρευνες για την επίδραση της παχυσαρκίας στο ύψος του μέσου μήκους της καμάρας του άκρου ποδιού έδειξαν αλλαγές στο αποτύπωμα του άκρου ποδιού, που αφορούσαν τη μείωση του ύψους του μέσου μήκους της καμάρας ή εμφάνιση πλατυποδίας (Dowling, Steele & Baur, 2001; 2004; Dowling & Steele, 2001; Riddiford-Harland, Steele & Storlien, 2000). Η αυξημένη άσκηση πίεσης στο μέσο και εμπρός τμήμα του άκρου ποδιού και η μεγαλύτερη επαφή του άκρου ποδιού με το έδαφος στα παχύσαρκα παιδιά σχετίστηκε με αυξημένο κίνδυνο μυοσκελετικών τραυματισμών (Dowling και οι συνεργάτες του, 2001; Messier και οι συνεργάτες του, 1994; Williams, MacClay & Hamill, 2001).

### *Παιδική παχυσαρκία και κινητική απόδοση*

Οι μελέτες που έγιναν για την επίδραση της παιδικής παχυσαρκίας στη μυοσκελετική λειτουργία εστιάστηκαν κυρίως στη μυοσκελετική δύναμη και ισορροπία και λιγότερο στα κινηματικά χαρακτηριστικά της βάρδισης.

Σε έρευνα για τη μελέτη της στατικής ισορροπίας με μέτρηση της σταθερότητας κατά τη διάρκεια των φάσεων μονής ή διπλής στήριξης φάνηκε ότι η επίδραση της παχυσαρκίας στον έλεγχο της στατικής ισορροπίας σε φυσιολογικές συνθήκες ήταν ασήμαντη, ενώ σε δύσκολες καταστάσεις υπήρξε δυσχέρεια σταθεροποίησης του σώματος (Geuze, 2003). Επίσης κλινικές μετρήσεις ισορροπίας σε δοκό έδειξαν σημαντική επίδραση της παχυσαρκίας στη διατήρηση της ισορροπίας, πιθανόν λόγω ανεπαρκούς μυικής λειτουργίας (Goulding και οι συνεργάτες του, 2003; Habib & Westcott, 1998; Roncevalles, 1997). Άλλη έρευνα σε παχύσαρκα αγόρια έδειξε διαφορές στις μετρήσεις του κέντρου πίεσης της μεσοπλάγιας σταθερότητας, πιθανόν λόγω μεγαλύτερης αδράνειας του λιπώδους ιστού παρά λόγω βλάβης του συστήματος ελέγχου ισορροπίας (McGraw και οι συνεργάτες του, 2000).

Σε έρευνα που έγινε για μελέτη της επίδρασης της παχυσαρκίας στη δύναμη και ισχύ σε 43 παχύσαρκα και 43 φυσιολογικού βάρους σώματος αγόρια, με χρήση κατάλληλων για την ηλικία τους δοκιμασιών καλαθοσφαίρισης, όπως ρίψεις μπάλας από απόσταση, ικανότητα ώθησης-σπρωξίματος χεριού, απόδοση καρφώματος και ύψους άλματος, βρέθηκε ότι τα παχύσαρκα παιδιά είχαν χειρότερη απόδοση στις δοκιμασίες καρφώματος και ύψους άλματος (Riddiford και οι συνεργάτες του, 2000). Παρόμοιες έρευνες επιβεβαίωσαν ότι τα παχύσαρκα παιδιά, αν και είχαν μεγαλύτερη δύναμη σύλληψης στο χέρι, υστερούσαν στις δοκιμασίες δύναμης στο έδαφος, αφού είχαν να μετακινήσουν μεγαλύτερη μάζα σε σχέση με τη βαρύτητα. Επίσης τα παχύσαρκα παιδιά εμφάνιζαν μειωμένη έκταση του γόνατος, ευλυγισίας του αγκώνα, απόδοσης στα άλματα και ανόδου και καθόδου σε σκάλα, πιθανόν

λόγω και των χαμηλών επιπέδων φυσικής δραστηριότητας (Blimkie και οι συνεργάτες του, 1989; Duche και οι συνεργάτες του, 2002; Lafortuna, και οι συνεργάτες του, 2002).

Από τον περιορισμένο αριθμό άρθρων για την επίδραση της παιδικής παχυσαρκίας στη βάδιση φάνηκε ότι τα παχύσαρκα παιδιά επέλεξαν ταχύτητες πιο αργές σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος (Hills & Parker, 1991; McGraw και οι συνεργάτες του, 2000). Οι ελαττωμένες ταχύτητες που παρατηρήθηκαν στα παχύσαρκα παιδιά συνοδεύονταν από μεγαλύτερη φάση μονής στήριξης, διπλάσια σε διάρκεια φάση διπλής στήριξης και πολύ μικρότερη φάση αιώρησης, πιθανόν λόγω προσπάθειας διατήρησης της ισορροπίας (Hills & Parker, 1991; McGraw και οι συνεργάτες του, 2000). Οι παρατηρούμενες αλλαγές στη βάδιση των παχύσαρκων παιδιών, σε περίπτωση που χρειαζόταν να βαδίσουν γρηγορότερα ή πιο αργά από τις ταχύτητες που προτιμούσαν, πιθανόν να σχετίζονταν και με τη δράση του λιπώδους ιστού σαν ρυθμιστικός παράγοντας προσαρμογής στις αλλαγές της ταχύτητας.

Οι μεγαλύτερες ταχύτητες βαδίσματος στα παχύσαρκα παιδιά απαιτούσαν και μεγαλύτερο ενεργειακό κόστος σε σχέση με παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος (Ayub & Bar-Or, 2003). Ενώ η μάζα σώματος σχετίστηκε με το ενεργειακό κόστος βάδισης στις επιλεγόμενες ταχύτητες από τα παιδιά, παρατηρήθηκε υψηλότερο μεταβολικό κόστος σε γρηγορότερες ταχύτητες βάδισης (Maffeis και οι συνεργάτες του, 1993; Ayub & Bar-Or, 1999). Το υψηλότερο μεταβολικό κόστος, που απαιτήθηκε κατά τη βάδιση των παχύσαρκων παιδιών, πιθανόν να αντιπροσώπευε τις μηχανικές αλλαγές στον τρόπο βάδισης αυτών των παιδιών, όπως η κλίση του κορμού προς τα εμπρός, η εναλλαγή στη συχνότητα βάδισης, μεγαλύτερη μετατόπιση του κέντρου μάζας του σώματος ή παράξενες κινήσεις των άκρων (Katch και οι συνεργάτες του, 1988; Ayub & Bar-Or, 2003;). Παρόμοιες αλλαγές στις παραμέτρους βάδισης έχουν παρατηρηθεί και κατά το τρέξιμο σε παχύσαρκα παιδιά, όπου βρέθηκε μικρότερος διασκελισμός, μικρότερη συχνότητα και μεγαλύτερος χρόνος επαφής με το έδαφος (Lafortuna και οι συνεργάτες του, 2002).

Σε έρευνα που έγινε για κινηματική και κινητική μελέτη της άρθρωσης του γόνατος κατά τη διάρκεια βαδίσματος σε 10 παχύσαρκα και 13 φυσιολογικού βάρους σώματος παιδιά, φάνηκε ότι η ομάδα των παχύσαρκων παιδιών στα αρχικά στάδια της βάδισης παρουσίαζε μικρότερο εύρος κίνησης του γόνατος και υψηλότερη εσωτερική γωνία κατά τη φάση της απαγωγής του. Τα δεδομένα αυτά έδειξαν ότι τα παχύσαρκα παιδιά μπορούσαν να προσαρμόσουν το βάδισμά τους, προκειμένου να διατηρήσουν φυσιολογική γωνία γόνατος, αλλά δεν μπορούσαν να αντισταθμίσουν τις αλλαγές στο προσθοπίσθιο επίπεδο, με αποτέλεσμα την άσκηση αυξημένων φορτίων στο μέσο διαμέρισμα της άρθρωσης του γόνατος και αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης οστεοαρθρίτιδας στην περιοχή αυτή (Gushue, Houck, Lerner, 2005).

#### *Επίδραση της μεταφοράς βάρους στο μυοσκελετικό σύστημα των παιδιών*

Η μεταφορά βάρους από τα παιδιά, κυρίως με τη σχολική σάκα, και οι επιπτώσεις στο μυοσκελετικό σύστημα έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές. Προβλήματα, όπως οι μυϊκοί πόνοι στη σπονδυλική στήλη ή στους ώμους, σχετίστηκαν με τη μεταφορά βάρους κατά την παιδική ηλικία και φάνηκε ότι απετέλεσαν σημαντικό πρόβλημα υγείας, το οποίο αντιμετώπιζαν και στην ενήλικη ζωή τους. Έρευνες έδειξαν ότι ποσοστό 15-44% των ατόμων ηλικίας 12-18 ετών αντιμετώπιζαν προβλήματα με το μυοσκελετικό σύστημα, κυρίως πόνοι στην αυχενική, θωρακική και οσφυϊκή μοίρα της σπονδυλικής στήλης, τα οποία είχαν ως πιθανότερο αίτιο τη μεταφορά βάρους (Adams, Mannion, Dolan, 1999; Balagué, Dutoit, Waldburger, 1988; Ebrall, 1994; Nissinen, και οι συνεργάτες του, 1994; Olsen και οι συνεργάτες του, 1992; Salminen και οι συνεργάτες του, 1995; 1999; Troussier και οι συνεργάτες του, 1994). Επίσης οι αλλαγές στη στάση της σπονδυλικής στήλης έχουν γίνει αποδεκτές από ειδικούς επιστήμονες σαν μία αληθοφανή άμεση μέτρηση του μυοσκελετικού

πόνου που προκλήθηκε από τη μεταφορά φορτίων (Hong & Cheung, 2003; Pascoe και οι συνεργάτες του, 1997).

Η ανάγκη καθορισμού ασφαλών ορίων μεταφοράς βάρους κέντρισε το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών. Σε έρευνες που έγιναν σε αγόρια ηλικίας 10 ετών, που μετέφεραν σχολική σάκα με βάρη σε διάδρομο για 20' χωρίς βάρος και με βάρη που αντιστοιχούσαν στο 10, 15 και 20% του βάρους σώματός τους, φάνηκε ότι η μεταφορά φορτίων πάνω από 10% του βάρους σώματός τους προκαλούσε αλλαγές στην κίνηση, όπως αύξηση της κλίσης του κορμού προς τα εμπρός, διπλάσια φάση στήριξης και μείωση της φάσης αιώρησης, καθώς επίσης και αλλαγές στις αναπνευστικές παραμέτρους, στην αρτηριακή πίεση και στην καρδιακή συχνότητα ( Hong & Brueggemann, 2000; Hong & Cheung, 2003; Li, Hong, Robinson, 2003). Επίσης έρευνες σε παιδιά ηλικίας  $12.1 \pm 0.98$  κατά την άνοδο και κάθοδο σκάλας με φορτία που αντιστοιχούσαν σε 0, 10, 15 και 20% του βάρους σώματός τους και τα οποία μεταφέρονταν με σάκα πίσω στη ράχη με δύο ιμάντες και με αθλητική σάκα έδειξαν ότι η μεταφορά φορτίου 15% του βάρους σώματος με τη σάκα πίσω στη ράχη και 10% με την αθλητική σάκα, προκαλούσε σημαντική αύξηση της στάσης και της φάσης διπλής στήριξης, καθώς επίσης και μεγαλύτερη κλίση του κορμού προς τα εμπρός κατά την άνοδο της σκάλας σε μεταφορά φορτίου πάνω από 10% του βάρους σώματος πίσω στη ράχη, ενώ με την αθλητική σάκα μεγαλύτερη έκταση του κορμού κατά την κάθοδο της σκάλας με το αντίστοιχο βάρος. (Hong, Lau, Li, 2003; Hong & Li, 2005)

Τα προβλήματα αυτά οδήγησαν στη σύσταση ορίων για τη μεταφορά βάρους, που θα έπρεπε να αναλογεί στο 10-15% του βάρους σώματος των παιδιών, από πολλές επιστημονικές οργανώσεις υγείας (American Academy of Pediatrics, 2002; Awareness American Occupational Therapy Association, 2002; Ontario Chiropractic Association, 2002). Παρά τις συστάσεις των επιστημονικών οργανώσεων φαίνεται υπέρβαση αυτών των ορίων. Έρευνα έδειξε ότι οι Ιταλοί μαθητές μετέφεραν καθημερινά βάρος με τις σχολικές σάκες, που

αναλογούσε στο 22-27.5% του βάρους σώματος τους (Negrini & Carabalona, 2002), ενώ η πλειονότητα των δημοσιευμένων άρθρων έδειξε ότι τα παιδιά μετέφεραν πολύ περισσότερο βάρος από τα όρια που τέθηκαν (Goodgold, Corcoran, Gamache, 2002; Pascoe DD και οι συνεργάτες του, 1997; Sheir-Neiss, Kruse, Rahman, 2003; Whittfield, Legg, Hedderley, 2001).

Εκτός από το βάρος του φορτίου που μεταφέρεται, φάνηκε ότι και τρόπος μεταφοράς του επέφερε σημαντικές αλλαγές στο μυοσκελετικό σύστημα, διαφορετικές και ανάλογες με τη μέθοδο μεταφοράς του βάρους, προκαλώντας το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών. Έρευνα που έγινε για μελέτη της επίδρασης διαφορετικών μεθόδων μεταφοράς φορτίου, που αναλογούσε στο 17% του βάρους σώματος παιδιών ηλικίας 11-13 ετών: χωρίς σάκα, με ένα ιμάντα πίσω στη ράχη, με δύο ιμάντες πίσω στη ράχη και με αθλητική σάκα, σε στατική και κινηματική κατάσταση, έδειξε ότι η μεταφορά φορτίων ελάττωνε το μήκος και αύξανε τη συχνότητα διασκελισμού, δεν παρατηρήθηκε ανύψωση των ώμων από την οριζόντια θέση σε μη μεταφορά φορτίων και σε μεταφορά φορτίων με δύο ιμάντες πίσω στη ράχη, ενώ διαπιστώθηκε πλάγια ταλάντωση της σπονδυλικής στήλης και ανύψωση του ώμου κατά τη μεταφορά φορτίων με ένα ιμάντα πίσω στη ράχη και με αθλητική σάκα (Pascoe DD και οι συνεργάτες του, 1997). Σε πρόσφατη έρευνα, που έγινε με χρήση ηλεκτρομυογραφίας σε 19 μαθητές που μετέφεραν φορτίο το οποίο αναλογούσε στο 15% του βάρους σώματος τους, φάνηκε ότι η μεταφορά βάρους με σάκα που είχε δύο θήκες και φορτίο ισομερώς κατανομημένο επέφερε ελάττωση των επιπέδων δραστηριότητας των ορθών μυών της σπονδυλικής στήλης, όταν το βάρος μεταφέρονταν πίσω στη ράχη, ενώ εμφανίζονταν αύξηση της δραστηριότητας των ίδιων μυών σε μεταφορά του βάρους μπροστά ή στον ένα ώμο. Επίσης παρατηρήθηκε ασύμμετρη δραστηριότητα των οπισθίων μυών σε μεταφορά του βάρους στον ένα ώμο, που μπορεί να οδηγήσει σε αποτυχία σταθεροποίησης του κορμού και πρόκληση πόνου στη σπονδυλική στήλη (Motmans, Tomlow, Vissers, 2006).



Έρευνες ασχολήθηκαν και με τον κατάλληλο σχεδιασμό της σχολικής σάκας και τον τρόπο τοποθέτησής της στο σώμα, προκειμένου να έχει λιγότερες επιδράσεις στο μυοσκελετικό σύστημα. Βρέθηκε ότι σφιχτά δεμένες στο σώμα σάκες είχαν επίδραση στη λειτουργία των πνευμόνων σε 12 υγιείς γυναίκες που μετέφεραν φορτίο 15 kg πίσω στη ράχη (Bygrave, Legg, Myers, Llewellyn, 2004), ενώ φορτία που μεταφέρονταν πίσω στη ράχη με χαλαρούς ιμάντες στους ώμους επέτρεπαν πιο σωστή στάση του σώματος, σε σχέση με αντίστοιχα φορτία που μεταφέρονταν με σφιχτούς ιμάντες ψηλά στη ράχη (Crimmer και οι συνεργάτες του, 2002). Σε παρόμοια συμπεράσματα για τη σωστή χρήση της σχολικής σάκας με τις λιγότερες επιπτώσεις στο μυοσκελετικό σύστημα κατέληξε και πρόσφατη έρευνα, η οποία έδειξε ότι η χρήση σάκων με χαλαρούς ιμάντες καλά εφαρμοσμένους στους ώμους και με ιμάντες που έδεναν στα ισχία, προκαλούσαν μικρότερη τάση και πίεση στους ώμους. (Mackie, Stevenson, Reid, Legg, 2005)

Με την παρούσα έρευνα έγινε προσπάθεια για διερεύνηση της επίδρασης της παιδικής παχυσαρκίας στη βάδιση κατά τη μεταφορά φορτίων με σάκα, προκειμένου να αναγνωρισθεί η σημασία της σαν επιπρόσθετος επιβαρυντικός παράγοντας για το μυοσκελετικό σύστημα σε μια καθημερινή δραστηριότητα των παιδιών, που αποτελεί η μεταφορά φορτίων μέσω της σχολικής σάκας.

## Μεθοδολογία

### *Δείγμα*

Είκοσι έξι κορίτσια, ηλικίας 8-10 ετών, αποτέλεσαν το δείγμα της μελέτης. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την ομάδα των παχύσαρκων και την ομάδα με φυσιολογικό βάρος σώματος, με βάση τους χάρτες ανάπτυξης του Κέντρου Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων των ΗΠΑ (National Center for Health Statistics, 2000). Σύμφωνα με τους χάρτες ανάπτυξης, παχύσαρκα θεωρήθηκαν τα παιδιά με ΔΜΣ πάνω από την 95<sup>η</sup> εκατοστιαία θέση σε σχέση με την ηλικία τους, ενώ φυσιολογικού βάρους ήταν τα παιδιά με ΔΜΣ πάνω από την 14<sup>η</sup> και κάτω από την 85<sup>η</sup> εκατοστιαία θέση (Centers for Disease Control & Prevention, 2000). Οι τιμές του ΔΜΣ για την ομάδα των παιδιών φυσιολογικού βάρους σώματος και των παχύσαρκων κυμάνθηκαν μεταξύ 14.2 έως 20.1 kg/m<sup>2</sup> και 21.3 έως 38 kg/m<sup>2</sup> αντίστοιχα. Δέκα κορίτσια κατετάγησαν στην ομάδα των παχύσαρκων παιδιών, ενώ τα υπόλοιπα προσχώρησαν στην ομάδα των παιδιών με φυσιολογικό βάρος σώματος.

Τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα δεν είχαν μυοσκελετικά και καρδιαγγειακά προβλήματα, σύμφωνα με ιατρική γνωμάτευση του παιδίατρου που τα παρακολουθούσε και την οποία προσκόμισαν στον ερευνητή. Οι γονείς των παιδιών υπέγραψαν έντυπο συναίνεσης για τη συμμετοχή των παιδιών τους στην έρευνα, αφού πρώτα ενημερώθηκαν λεπτομερώς για τον τρόπο διεξαγωγής της έρευνας και το σκοπό που καλείται να εκπληρώσει.

Η πειραματική διαδικασία έλαβε χώρα στο εργαστήριο της Εμβιομηχανικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στα Τρίκαλα. Μόνο 10 παχύσαρκα και 9 φυσιολογικού βάρους παιδιά κατάφεραν να ολοκληρώσουν το πρόγραμμα και τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν από αυτά. Τα υπόλοιπα 7 κορίτσια εγκατέλειψαν την προσπάθεια ή παρουσίασαν διαταραχές στη βάδιση. Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών: βάρους σώματος, σωματικού αναστήματος, ΔΜΣ και ηλικίας των συμμετεχόντων στην έρευνα φαίνεται στον πίνακα 1

**Πίνακας 1.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών

	Ομάδα	N	M.O.	T. A.
Βάρος σώματος	1	9	28,81	4,12
	2	10	36,95	2,58
Ύψος	1	9	1,33	,05
	2	10	1,31	,04
Δ.Μ.Σ	1	9	16,11	1,63
	2	10	21,28	1,22
Ηλικία	1	9	8,85	,36
	2	10	8,82	,96

Ομάδα 1: φυσιολογικού βάρους παιδιά

Ομάδα 2: παχύσαρκα παιδιά

### *Πειραματικός σχεδιασμός*

Η έρευνα ασχολήθηκε με την επίδραση της παχυσαρκίας στη βάρδιση κατά τη μεταφορά φορτίου, μέσω της σχολικής σάκας, σε δύο διαφορετικές καταστάσεις (0% με άδεια σάκα και 15% του βάρους σώματος). Έρευνες έδειξαν αλλαγές στον τρόπο βάρδισης κατά τη μεταφορά φορτίου πάνω από 20% του βάρους σώματος (Kinoshita, 1985; Hong, 2000, 2003, 2005), ενώ έγινε σύσταση για μεταφορά φορτίων  $\leq 10\%$  του βάρους σώματος (Voll, Klimt, 1977; American Academy of Pediatrics, 2002; Awareness American Occupational Therapy Association, 2002; Ontario Chiropractic Association, 2002). Σ' αυτή τη μελέτη προτιμήθηκε η μεταφορά φορτίου ανάλογου με 15% του βάρους σώματος, σαν πιο κατάλληλη και αντιπροσωπευτική για τα παιδιά, καθώς έρευνες έδειξαν ότι τα παιδιά, συνήθως, μετέφεραν φορτία μεταξύ 10% και 20% του βάρους σώματος τους (Pascoe και οι συνεργάτες του, 1977; Grimmer & Williams, 2000; Whittfield και οι συνεργάτες του, 2001;

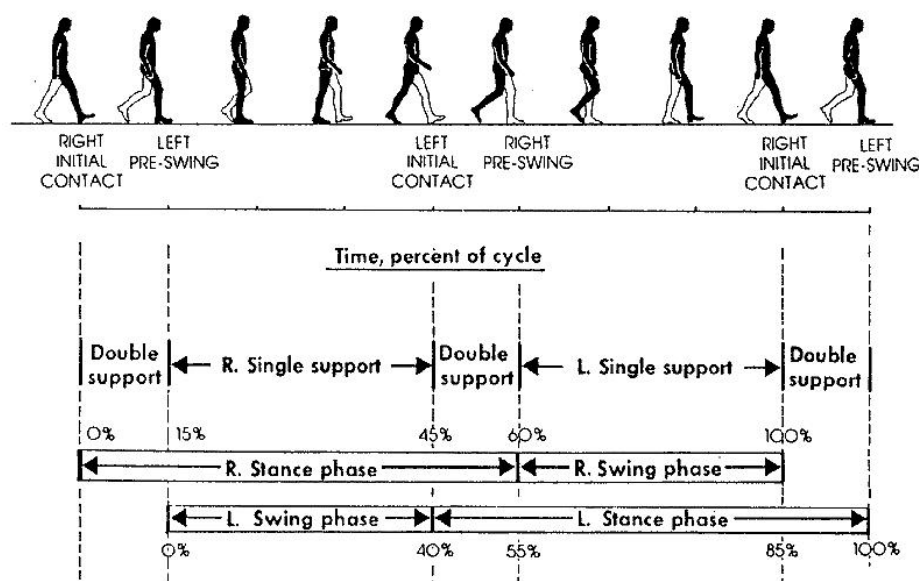
Forjuoh και οι συνεργάτες του, 2003; Limon και οι συνεργάτες του, 2004; Negrini και οι συνεργάτες του, 1999). Η σάκα έφερε δύο ιμάντες και τοποθετήθηκε στη ράχη των παιδιών, καθώς αυτός είναι ο πλέον συνηθέστερος τρόπος μεταφοράς των σχολικών βιβλίων ( Hong Kong Society for Child Health and Development, 1988; Pascoe DD και οι συνεργάτες του, 1997; Pascoe DD & Pascoe DE, 1999 ), που απαιτεί λιγότερο ενεργειακό κόστος, σε σχέση με τους άλλους τρόπους μεταφοράς φορτίων (Malhora, Sen Gupta, 1965).

### *Πειραματική διαδικασία*

Τα παιδιά μαζί με τους γονείς τους προσήλθαν στο Εργαστήριο της Εμβιομηχανικής σε δύο διαφορετικές ημέρες, για να αποφευχθούν λανθασμένα συμπεράσματα λόγω κόπωσης, φορώντας ένα κοντό αθλητικό παντελόνι, καλοκαιρινό μπλουζάκι και κάλτσες. Μετρήθηκε το βάρος σώματος, το σωματικό ανάστημα, το μήκος του δεξιού και αριστερού μηρού, το πάχος του αριστερού και δεξιού γόνατος και το πάχος της αριστερής και δεξιάς ποδοκνημικής άρθρωσης. Τοποθετήθηκαν ανακλαστήρες στην επιφάνεια του δέρματος, σε 16 σημεία του σώματος, σύμφωνα με το μοντέλο plug-in-gait (γράφημα 5), προκειμένου να δημιουργηθεί το πρότυπο για την ανάλυση της κίνησης και έγινε σήμανση των περιοχών που τοποθετήθηκαν οι ανακλαστήρες την πρώτη ημέρα βάρδισης χωρίς βάρος, για να τοποθετηθούν στα ίδια σημεία και τη δεύτερη μέρα ανάλυσης της βάρδισης με φορτίο ανάλογο με 15% του βάρους σώματός τους. Έγινε λήψη της αρτηριακής πίεσης και των σφίξεων 5' πριν την έναρξη της βάρδισης, αμέσως μόλις τελείωνε η βάρδιση και 5' μετά το τέλος. Τα παιδιά βάδιζαν σε διάδρομο 2', πριν ξεκινήσει η διαδικασία καταγραφής, προκειμένου να συνηθίσουν στις απαιτήσεις της μέτρησης. Η βάρδιση στον διάδρομο διήρκεσε 10' προκειμένου να μελετηθεί και η κόπωση, ενώ η ταχύτητα βάρδισης ήταν  $1.1\text{ms}^{-1}$ , θεωρούμενη σαν η πιο κατάλληλη για παιδιά (Malhotra, Sen Gupta, 1965).

Ο κύκλος βάδισης καταγράφηκε σε τρεις χρονικές στιγμές: στα πρώτα 30 δευτερόλεπτα, στα 4,5 λεπτά και στα 9,5 λεπτά, με έναρξη την αρχική επαφή στο έδαφος του δεξιού κάτω άκρου και τέλος την επόμενη επαφή στο έδαφος του ίδιου κάτω άκρου.

Ο κύκλος βάδισης διαιρέθηκε σε δύο φάσεις: στη φάση στήριξης και στη φάση αιώρησης, σύμφωνα με προηγούμενες έρευνες ( Hong & Li, 2005; McFadyen & Winter, 1988; Loy & Voloshin, 1991) (γράφημα 4).



**Γράφημα 4:** κύκλος βάδισης

Οι παράμετροι χώρου και χρόνου που εξετάστηκαν ήταν: συχνότητα διασκελισμού, φάση μονής στήριξης, φάση διπλής στήριξης, χρόνος βήματος.

Οι κινηματικοί παράμετροι, που μελετήθηκαν φαίνονται στον πίνακα 2.

**Πίνακας 2.** Κινηματικοί παράμετροι που εξετάστηκαν

Άρθρωση ισχίου	Άρθρωση γόνατος	Ποδοκνημική άρθρωση
Αρχική επαφή στο	Αρχική επαφή στο	Αρχική επαφή στο

έδαφος (I <sub>1</sub> )	έδαφος (Γ <sub>1</sub> )	έδαφος (Π <sub>1</sub> )
Μικρότερη γωνία στήριξης (I <sub>2</sub> )	Μέγιστη γωνία κάμψης στήριξης (Γ <sub>2</sub> )	Ελάχιστη γωνία στήριξης (Π <sub>2</sub> )
Έναρξη φάσης αιώρησης (I <sub>3</sub> )	Ελάχιστη γωνία κάμψης στήριξης (Γ <sub>3</sub> )	Μέγιστη γωνία στήριξης (Π <sub>3</sub> )
Μέγιστη γωνία αιώρησης (I <sub>4</sub> )	Έναρξη φάσης αιώρησης (Γ <sub>4</sub> )	Έναρξη φάσης αιώρησης (Π <sub>4</sub> )
Ελάχιστος χρόνος στήριξης (I <sub>5</sub> )	Μέγιστη γωνία κάμψης αιώρησης (Γ <sub>5</sub> )	Ελάχιστη γωνία αιώρησης (Π <sub>5</sub> )
Μέγιστος χρόνος αιώρησης (I <sub>6</sub> )	Μέγιστος χρόνος κάμψης στάσης (Γ <sub>6</sub> )	Ελάχιστος χρόνος στήριξης (Π <sub>6</sub> )
	Μέγιστος χρόνος κάμψης αιώρησης (Γ <sub>7</sub> )	Μέγιστος χρόνος στήριξης (Π <sub>7</sub> )
		Ελάχιστος χρόνος αιώρησης (Π <sub>8</sub> )



δαπεδοεργόμετρο (Technogym, GXC200, UK). Για τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρικό μανόμετρο, ενώ οι μετρήσεις της καρδιακής συχνότητας έγιναν με παλμογράφο Polar®, ΟΥ, Finland (MacArdle, Katch KI, Katch VL, 1991).

#### *Στατιστική ανάλυση*

Αρχικά, έγινε έλεγχος κανονικότητας των κατανομών με χρήση της δοκιμασίας Kolmogorov-Smirnov. Για διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των δύο κάτω άκρων χρησιμοποιήθηκε ζευγαρωτό t-test.

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (2 ομάδες x 2 εξωτερικές επιβαρύνσεις x 3 χρονικές στιγμές), κατά την οποία ο δεύτερος και ο τρίτος παράγοντας ήταν επαναλαμβανόμενοι. Στις περιπτώσεις που η ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων έδειξε σημαντική διαφορά στην κύρια επίδραση μιας μεταβλητής, χρησιμοποιήθηκε test πολλαπλών συγκρίσεων LSD, προκειμένου να καθοριστούν οι σημαντικές διαφορές σε κάθε μία από τις ανεξάρτητες μεταβλητές.

Για τη σύγκριση των ανθρωπομετρικών μετρήσεων έγινε χρήση της δοκιμασίας t-test για ανεξάρτητα δείγματα.

Το επίπεδο σημαντικότητας σε όλες τις στατιστικές δοκιμασίες ορίστηκε σε  $p < 0,05$ .

Για την ανάλυση των δεδομένων έγινε χρήση του στατιστικού πακέτου SPSS15.



## Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των δύο κάτω άκρων σε καμία μεταβλητή, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα χρήσης των τιμών των κάτω άκρων συγκεντρωτικά.

### *Χωροχρονικοί παράμετροι*

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης και στις δύο εξεταζόμενες ομάδες, κατά τη φάση της μονής  $F_{(1,17)}=6.24$ ,  $p<0.05$  και διπλής στήριξης  $F_{(1,17)}=5.12$ ,  $p<0.05$ . Συγκεκριμένα, όταν τα παιδιά μετέφεραν βάρος που αναλογούσε στο 15% του βάρους σώματος παρουσίασαν μικρότερες τιμές στη φάση μονής στήριξης (MO:29.43, TA:0.6) σε σχέση με τις τιμές, που εμφάνισαν, όταν δε μετέφεραν βάρος (MO:31.2, TA:0.73). Παρατηρήθηκαν μεγαλύτερες τιμές στη φάση διπλής στήριξης κατά τη μεταφορά φορτίου (MO:19.3, TA:0.6) σε σχέση με τις τιμές, που εμφάνισαν, όταν δε μετέφεραν βάρος (MO:17.59, TA:0.79).

### *Άρθρωση του ισχίου*

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στη I1:  $F_{(1,17)}=54.93$ ,  $p<0.05$ , στη I3:  $F_{(1,17)}=31.79$ ,  $p<0.05$ , στη I2:  $F_{(1,17)}=43.64$ ,  $p<0.05$  και στη I4:  $F_{(1,17)}=97.68$ ,  $p<0.05$  και στις δύο εξεταζόμενες ομάδες κατά τη μεταφορά βάρους που αναλογούσε στο 15% του βάρους σώματος.

### *Άρθρωση του γόνατος*

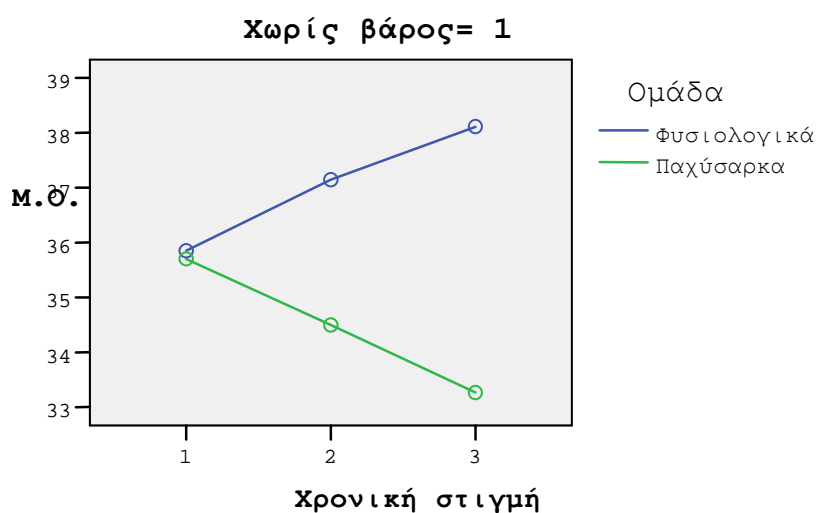
Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στη Γ2:  $F_{(1,17)}=5.53$ ,  $p<0.05$  και στη Γ3:  $F_{(1,17)}=12.33$ ,  $p<0.05$  και στις δύο εξεταζόμενες ομάδες κατά τη μεταφορά βάρους.

Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση των παραγόντων εξωτερικής επιβάρυνσης και ομάδας στη Γ4  $F_{(1,17)}=8.59$ ,  $p<0.05$ . Περαιτέρω στατιστική διερεύνηση

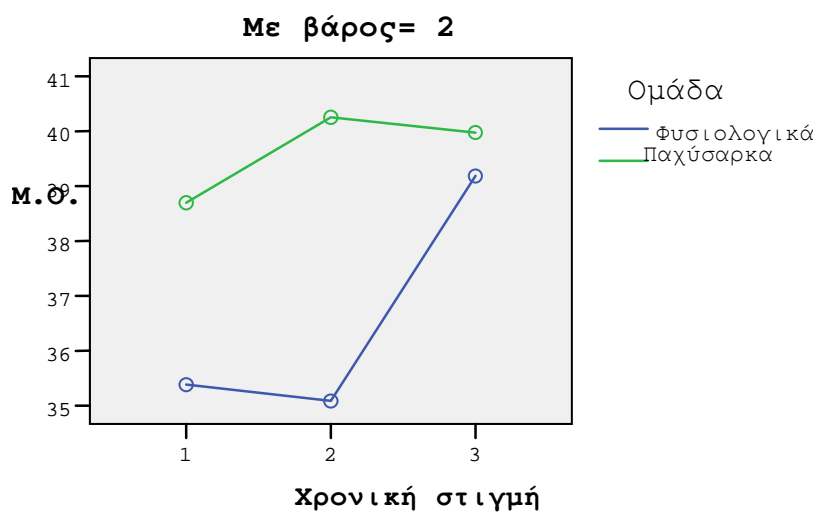
έδειξε ότι τα παχύσαρκα παιδιά παρουσίασαν μεγαλύτερη  $\Gamma_4$  (ΜΟ:39.64, ΤΑ:1.9) κατά τη μεταφορά βάρους σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος (ΜΟ:36.55, ΤΑ:2). (Γραφήματα 6 και 7)

Αλληλεπίδραση των παραγόντων εξωτερικής επιβάρυνσης και ομάδας παρατηρήθηκε και στη  $\Gamma_8$ :  $F_{(1,17)}=4.58$ ,  $p<0.05$ . Ο παράγοντας της εξωτερικής επιβάρυνσης προκάλεσε σημαντική μείωση της  $\Gamma_8$  στην ομάδα των παχύσαρκων παιδιών (ΜΟ:70.7, ΤΑ:0.21) σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (ΜΟ:73.84, ΤΑ:0.98). Στην ίδια παράμετρο βάδισης βρέθηκε κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνου  $F_{(2,34)}=3.45$ ,  $p<0.05$  και στις δύο εξεταζόμενες ομάδες, οι οποίες παρουσίαζαν προοδευτικά μείωση της  $\Gamma_8$ . Επίσης ο παράγοντας της εξωτερικής επιβάρυνσης παρουσίασε στατιστικά κύρια επίδραση και στις δύο εξεταζόμενες ομάδες στη  $\Gamma_8$ :  $F_{(1,17)}= 12.46$ ,  $p<0.05$ ).

Τέλος, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα της ομάδας στη  $\Gamma_7$ :  $F_{(1,17)}=4.53$ ,  $p<0.05$ . Ο χρόνος της μικρότερης γωνίας κάμψης κατά τη φάση στήριξης στα παχύσαρκα παιδιά ήταν μικρότερος (39% του κύκλου βάδισης) σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος (43% του κύκλου βάδισης).



**Γράφημα 6:** Γ4 χωρίς εξωτερική επιβάρυνση



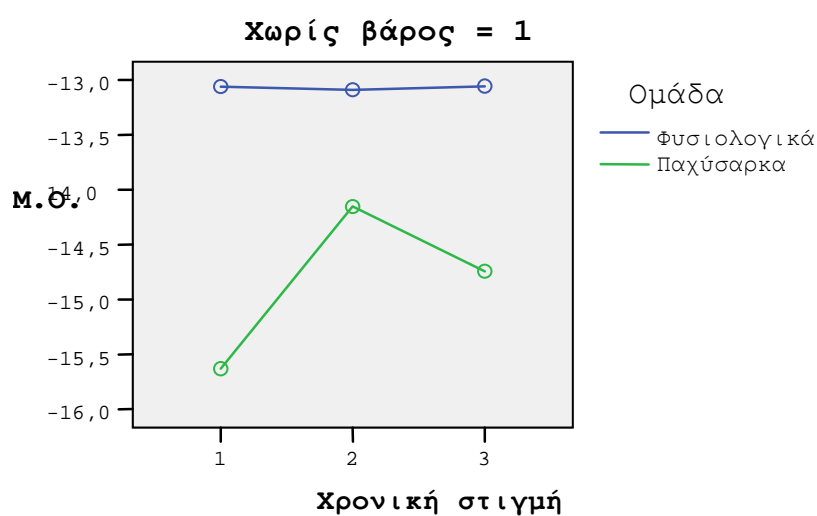
**Γράφημα 7:** Γ4 με εξωτερική επιβάρυνση

### *Ποδοκνημική άρθρωση*

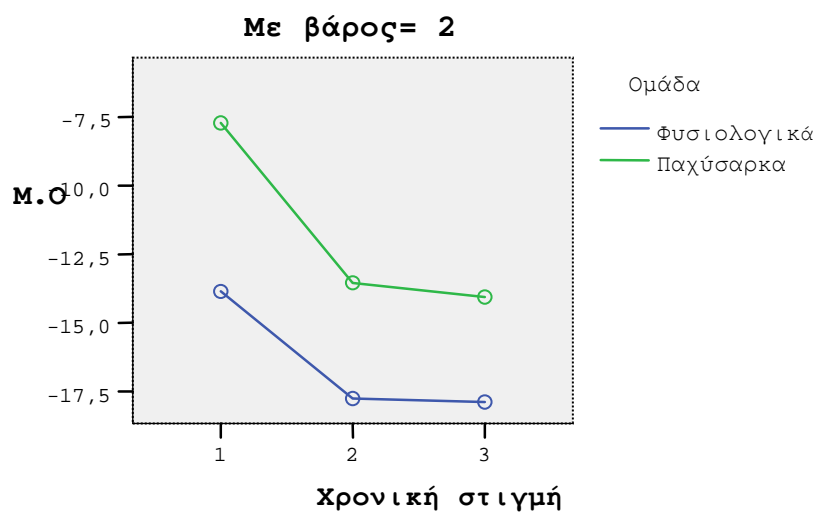
Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των παραγόντων εξωτερικής επιβάρυνσης και ομάδας στη Π5  $F_{(1,17)}=6.05$ ,  $p<0.05$ . Επιπρόσθετος στατιστικός έλεγχος

έδειξε ότι τα παχύσαρκα παιδιά εμφάνιζαν μικρότερη πελματιαία κάμψη στη φάση αιώρησης (ΜΟ: -11.8, ΤΑ:1.49) σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος (ΜΟ: -16.5, ΤΑ:1.57) κατά τη μεταφορά βάρους (Γραφήματα 8 και 9).

Ο παράγοντας της εξωτερικής επιβάρυνσης επηρέασε στατιστικά και τις δύο ομάδες στην Π1  $F(1,17)=6.29, p<0.05$ .



**Γράφημα 8:** Π1 χωρίς εξωτερική επιβάρυνση



**Γράφημα 9:** Π5 με εξωτερική επιβάρυνση

## Συζήτηση αποτελεσμάτων

Αυτή είναι η πρώτη έρευνα τρισδιάστατης ανάλυσης κίνησης, προκειμένου να διερευνηθεί η επίδραση της παιδικής παχυσαρκίας στη βάδιση κατά τη μεταφορά φορτίου που αναλογούσε στο 15% του βάρους σώματος των παιδιών, μέσω της σχολικής σάκας, και γι' αυτό προάγει δεδομένα που μπορεί να αποβούν κρίσιμα για την εκτίμηση παραγόντων κινδύνου στην ανάπτυξη μυοσκελετικών διαταραχών στις αρθρώσεις των κάτω άκρων. Καθώς και στις δύο εξεταζόμενες ομάδες, παχύσαρκα κι φυσιολογικού βάρους παιδιά, η προσπάθεια βάδισης έγινε στην ίδια ταχύτητα και με τις ίδιες συνθήκες, οι διαφορές στις παραμέτρους βάδισης σχετίζονται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε ομάδας.

### *Χωροχρονικοί παράμετροι*

Η ανάλυση των παραμέτρων χώρου και χρόνου έδειξε μείωση της φάσης μονής στήριξης και αύξηση της φάσης διπλής στήριξης κατά τη μεταφορά φορτίου, που αναλογούσε σε 15% του βάρους σώματος, και στις δύο εξεταζόμενες ομάδες. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα άλλων ερευνών για την επίδραση της εξωτερικής επιβάρυνσης σε ομάδα ατόμων φυσιολογικού βάρους σώματος, ενήλικες και παιδιά (Martin & Nelson, 1986; Kinoshita, 1985; Wang, Pascoe, Weimar, 2001; Hong & Brueggemann, 2000). Η μείωση της φάσης μονής στήριξης και η αύξηση της φάσης διπλής στήριξης κατά τη μεταφορά φορτίων φαίνεται ότι γίνεται για να μοιρασθεί το επιπρόσθετο βάρος και στα δύο κάτω άκρα, προκειμένου να διατηρηθεί ισορροπία και να επιτευχθεί σταθερότητα κατά τη βάδιση. Αφού κατά τη φάση της διπλής στήριξης το κέντρο βάρους του σώματος βρίσκεται στο μέσο των κάτω άκρων, η επιμήκυνση αυτής της φάσης επιτρέπει μεγαλύτερη σταθερότητα σε σχέση με τη φάση μονής στήριξης.

Παρατηρήθηκε τάση, αν και δεν ήταν στατιστικά σημαντική, η ομάδα των παχύσαρκων παιδιών να αυξάνει τη φάση διπλής στήριξης και να μειώνει περισσότερο τη φάση μονής στήριξης, σε σχέση με τα παιδιά με φυσιολογικό βάρος σώματος, κατά τη μεταφορά φορτίου. Τα ευρήματα αυτά συγκλίνουν με έρευνες που έδειξαν ότι τα παχύσαρκα άτομα επιμήκυναν τη φάση διπλής στήριξης και μειώναν τη φάση μονής στήριξης σε φυσιολογικές συνθήκες βάδισης, δηλαδή χωρίς την επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης (Natel, Brochu, Prince, 2006; DeVita & Hortobagyi, 2004).

Έρευνα για την επίδραση της μεταφοράς φορτίων στην πρόκληση πτώσεων έδειξε μείωση του μήκους και της συχνότητας διασκελισμού στη βάδιση κατά τη μεταφορά φορτίου (Myung, Smith, 1997). Στην παρούσα έρευνα δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στη συχνότητα διασκελισμού και στις δύο εξεταζόμενες ομάδες, ευρήματα που συγκλίνουν με αποτελέσματα άλλων ερευνητών (Wang και οι συνεργάτες του, 2001; Natel και οι συνεργάτες της, 2006).

#### *Κινηματική ανάλυση της άρθρωσης του ισχίου*

Η κινηματική ανάλυση έδειξε ότι ο παράγοντας της εξωτερικής επιβάρυνσης επέφερε σημαντική αύξηση κάμψης του ισχίου κατά την έναρξη της βάδισης (πίνακας 3) και μείωση της έκτασης του κατά τη έναρξη της φάσης αιώρησης (πίνακας 4). Έρευνα για την επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης σε έφηβες με ιδιοπαθή σκολίωση και σε κορίτσια χωρίς μυοσκελετικά προβλήματα έδειξε, ότι η μεταφορά βάρους προκάλεσε σημαντικές επιδράσεις στην άρθρωση του ισχίου με αύξηση της κάμψης του κατά την πρώτη επαφή του κάτω άκρου στο έδαφος, ενώ δε βρέθηκαν σημαντικές διαφορές σ' άλλες κινηματικές παραμέτρους, της συγκεκριμένης άρθρωσης, στη φάση αιώρησης. Οι αλλαγές αυτές μπορεί να ήταν αποτέλεσμα των απαιτήσεων της σπονδυλικής στήλης για οριζόντια ισορροπία και στάση (Chow και οι συνεργάτες του, 2006). Άλλες έρευνες έδειξαν ότι άτομα φυσιολογικού βάρους σώματος που μετέφεραν φορτία  $\geq 15\%$  του βάρους σώματος τους,

παρήγαγαν μεγαλύτερη δύναμη στις αρθρώσεις του ισχίου και του γόνατος κατά την έναρξη της βάρδισης στη φάση στήριξης, ενώ αντίστοιχη παραγωγή δύναμης στην ποδοκνημική άρθρωση εμφανιζόταν στη φάση αιώρησης. Τονίστηκε, επίσης, ότι η πρόκληση μέγιστης δύναμης λάμβανε χώρα, όταν το αντίθετο άκρο άρχιζε τη φάση αιώρησης και το συνολικό βάρος μεταφέρονταν στο πόδι που βρίσκονταν στο έδαφος, ενώ και οι τρεις αρθρώσεις βρίσκονταν σε κάμψη, γεγονός που προκαλούσε μεγαλύτερη αστάθεια (Zachazewski, Riley, 1993; McFadyen, Winter, 1988; Hong, Li, 2004).

**Πίνακας 3:** Επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στην I1

Βάρος	M.O.	T.A.
1	29,854	1,351
2	34,176	1,508

**Πίνακας 4:** Επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στην I3

Βάρος	M.O.	T.A.
1	-5,916	1,735
2	-1,859	1,696

Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε τάση, αν και δεν ήταν στατιστικά σημαντική πιθανόν λόγω μικρού μεγέθους του δείγματος, μεγαλύτερης μείωσης της γωνίας κάμψης του ισχίου κατά την έναρξη της βάρδισης στη φάση στήριξης και μεγαλύτερης αύξησης της μικρότερης γωνίας κάμψης του ισχίου στην ίδια φάση, καθώς και της γωνίας κάμψης του ισχίου κατά τη φάση αιώρησης στα παχύσαρκα παιδιά κατά τη μεταφορά φορτίου, σε σχέση με τα παιδιά



φυσιολογικού βάρους σώματος. Πρόσφατη έρευνα για την κινηματική απόδοση των παχύσαρκων παιδιών με χρήση τρισδιάστατης ανάλυσης κίνησης έδειξε ότι η άρθρωση του ισχίου ήταν η κύρια άρθρωση στην οποία επιδρούσε η παχυσαρκία προκαλώντας πρόωμη μετάβαση από την παραγωγή ενέργειας λόγω έκτασης του ισχίου σε απορρόφηση της ενέργειας με κάμψη του ισχίου, με αποτέλεσμα η μηχανική ενέργεια λόγω έκτασης του ισχίου να ελαττώνεται κατά την έναρξη της βάρδισης, ενώ ακολουθούσε απορρόφηση της μηχανικής ενέργειας με μείωση της μικρότερης γωνίας κάμψης του ισχίου κατά τη φάση στήριξης (Natel και οι συνεργάτες της, 2006), ευρήματα που συγκλίνουν με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας και αφορούν τη μείωση της μικρότερης γωνίας κάμψης του ισχίου κατά τη φάση στήριξης (πίνακας 5). Μηχανικά, όταν οι μύες απορροφούν ενέργεια με επιμήκυνση των μυϊκών ινών τους κατά την πλειομετρική φάση, η ενέργεια μπορεί να μεταφερθεί στην επόμενη μειομετρική φάση (Hof και οι συνεργάτες του, 1990; Alexander, 1988) και έτσι πιθανόν αιτιολογείται η μείωση της κάμψης του ισχίου κατά την έναρξη της φάσης αιώρησης, που παρατηρήθηκε. Η βιβλιογραφική έλλειψη κινηματικών δεδομένων για τις επιπτώσεις στη βάρδιση, τόσο της παχυσαρκίας, όσο και της μεταφοράς βάρους, προκάλεσε δυσκολία στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας. Απαιτείται περισσότερη διερεύνηση για επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων με νέες έρευνες, που θα κινηθούν σ' αυτό το επίπεδο.

**Πίνακας 5:** Επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στη I2

Βάρος	M.O.	T.A
1	-12,973	1,405
2	-10,094	1,496

*Κινηματική ανάλυση της άρθρωσης του γόνατος*

Η μεγαλύτερη και η μικρότερη γωνία κάμψης του γόνατος κατά τη φάση στήριξης αυξήθηκαν σημαντικά και στις δύο ομάδες κατά τη μεταφορά βάρους. Κινηματική ανάλυση κατά την αρχική φάση βάδισης έδειξε ότι η μεταφορά βάρους προκαλούσε αύξηση της μέγιστης γωνίας κάμψης του γόνατος. Μια πιθανή εξήγηση αυτού του φαινομένου είναι ότι η άρθρωση του γόνατος μαζί με τους μύες του μηρού λειτουργούν σαν απορροφητές ενέργειας, προκειμένου να ελαττώσουν την επίδραση των δυνάμεων και να εξομαλύνουν τις επιπτώσεις που προκαλεί η μεταφορά βάρους στο μυοσκελετικό σύστημα (Kinoshita, 1985). Έρευνα για την επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στη βάδιση παιδιών με ιδιοπαθή σκολίωση σε σύγκριση με παιδιά που δεν είχαν μυοσκελετικά προβλήματα, έδειξε αυξημένη κάμψη του γόνατος κατά τη μεταφορά του βάρους στην αρχή της βάδισης και στις δύο ομάδες, στηρίζοντας τα ευρήματα της παρούσας έρευνας. Αυτές οι αλλαγές μπορεί να οφείλονται και στις απαιτήσεις υποστήριξης της σπονδυλικής στήλης για οριζόντια ισορροπία και στάση (Chow και οι συνεργάτες του, 2006).

Αν και έρευνες έδειξαν ότι δεν υπήρξαν σημαντικές αλλαγές στο προσθοπίσθιο επίπεδο της άρθρωσης του γόνατος στα παχύσαρκα παιδιά κατά τη βάδιση (Gushue και οι συνεργάτες του, 2005; DeVita & Hortobagyi, 2004), στην παρούσα έρευνα βρέθηκε στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης στην ομάδα των παχύσαρκων παιδιών, στην γωνία κάμψης του γόνατος κατά την έναρξη της φάσης αιώρησης, καθώς επίσης και στο χρόνο της μέγιστης γωνίας κάμψης του γόνατος στην ίδια φάση.

Συγκεκριμένα, τα παχύσαρκα παιδιά εμφάνισαν στο προσθοπίσθιο επίπεδο, μεγαλύτερη γωνία κάμψης του γόνατος στην έναρξη της φάσης αιώρησης, ενώ ο χρόνος της μέγιστης γωνίας κάμψης του γόνατος στην ίδια φάση μειώθηκε σημαντικά κατά τη μεταφορά βάρους, σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος. Έρευνα για την επίδραση της παχυσαρκίας στη βάδιση των ενηλίκων έδειξε παρόμοια ευρήματα: όσο υψηλότερες ήταν οι τιμές του ΔΜΣ, τόσο μεγαλύτερη ήταν η κάμψη του γόνατος κατά τη φάση αιώρησης και

θεωρήθηκε ότι αυτό προκαλούσε επιπρόσθετη επιβάρυνση στη δομή των τενόντων των κάτω άκρων με αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού τους (Messier και οι συνεργάτες του, 1994). Τα αυξημένα ποσοστά λιπώδους ιστού ανάμεσα στους μηρούς μπορεί να αποτελούν ένα παράγοντα μεγαλύτερης παραγωγής του γόνατος προκειμένου να επιτύχουν μεγαλύτερη στήριξη και ισορροπία κατά τη βάδιση (Spyropoulos και οι συνεργάτες του, 1991).

#### *Κινηματική ανάλυση της ποδοκνημικής άρθρωσης*

Τέλος, όσον αφορά την ποδοκνημική άρθρωση, και οι δύο ομάδες παρουσίασαν αύξηση της ραχιαίας κάμψης κατά την έναρξη της βάδισης στη φάση στήριξης όταν μετέφεραν φορτίο, ενώ τα παχύσαρκα παιδιά παρουσίασαν μικρότερη πελματιαία κάμψη στη φάση αιώρησης κατά τη μεταφορά φορτίου σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος. Τα ευρήματα αυτά συγκλίνουν με τα αποτελέσματα έρευνας βιομηχανικής ανάλυσης κίνησης ενηλίκων παχύσαρκων ανδρών που έδειξε μεγαλύτερη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης στη φάση στήριξης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, που μπορεί να αποτέλεσε αίτιο για μείωση της κάμψης του ισχίου, ενώ στη φάση αιώρησης παρατηρήθηκε μικρότερη πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης (Spyropoulos και οι συνεργάτες του, 1991). Παρόμοιες αλλαγές στην ποδοκνημική άρθρωση έχουν καταγραφεί και σε παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος κατά τη μεταφορά φορτίου (Chow και οι συνεργάτες του, 2006).

Με την παρούσα έρευνα έγινε φανερό ότι τόσο οι παράμετροι χώρου και χρόνου, όσο και οι κινηματικοί παράμετροι επηρεάζονταν σημαντικά από τον παράγοντα της εξωτερικής επιβάρυνσης και στις δύο εξεταζόμενες ομάδες. Επιπλέον, η ομάδα των παχύσαρκων παιδιών παρουσίαζε τάση εμφάνισης υψηλότερων ή χαμηλότερων τιμών στις χωροχρονικές και κινηματικές παραμέτρους σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος.

Σύμφωνα με τους νόμους του Νεύτωνα για την κίνηση, θα ήταν λογικό να τεθεί η υπόθεση ότι τα παχύσαρκα άτομα αποδίδουν μεγαλύτερο φορτίο στις αρθρώσεις τους σε

σχέση με τα άτομα φυσιολογικού βάρους σώματος. Το φορτίο του υπερβάλλοντος βάρους σώματος μαζί με το φορτίο που μεταφέρουν εξωτερικά θα μπορούσε να προκαλέσει σημαντικά ορθοπεδικά προβλήματα στα παχύσαρκα άτομα. Έρευνες για μελέτη της διαφοροποίησης των χωροχρονικών και κινηματικών παραμέτρων που αφορούν τη βάδιση των παχύσαρκων ατόμων και κυρίως των παχύσαρκων παιδιών, είναι βιβλιογραφικά πολύ λίγες. Απαιτούνται περισσότερες έρευνες για την εκτίμηση των αλλαγών τόσο των παραμέτρων χώρου και χρόνου, όσο και των κινητικών και κινηματικών παραμέτρων στη βάδιση παχύσαρκων ατόμων με διαφορετικά επίπεδα λιπώδους μάζας και διαφορετικές ταχύτητες βάδισης.

Λαμβάνοντας υπόψη την υπερβάλλουσα ποσότητα λιπώδους μάζας στα παχύσαρκα άτομα, η χρήση δερματικών ανακλαστήρων για τρισδιάστατη ανάλυση της κίνησης είναι πιθανόν να παρουσιάζει σφάλμα, τόσο λόγω λανθασμένου προσδιορισμού των κέντρων των αρθρώσεων, όσο και λόγω μετακίνησης των δερματικών ανακλαστήρων κατά την κίνηση των ατόμων. Καταβλήθηκε κάθε δυνατή προσπάθεια για μείωση αυτών των αρνητικών σημείων της συγκεκριμένης μέτρησης με την επιλογή οριακά παχύσαρκων παιδιών και στήριξη του δέρματος στην περιοχή της κοιλιάς με ειδικές αυτοκόλλητες ταινίες, προκειμένου να ελαττωθεί η μετακίνησή των δερματικών ανακλαστήρων.

Υπάρχει ανάγκη καθορισμού του μέγεθος σφάλματος σε τρισδιάστατη ανάλυση κίνησης των παχύσαρκων ατόμων, προκειμένου να διευκολυνθούν έρευνες κατανόησης της βιομηχανικής των αρθρώσεων τους.

## Συμπεράσματα και Προτάσεις

Η μεταφορά βάρους  $\geq 15\%$  του βάρους σώματος από παιδιά προκαλεί αυξημένες απαιτήσεις στο μυοσκελετικό σύστημα και σε όλες τις αρθρώσεις των κάτω άκρων τους και έχει σαν αποτέλεσμα την πρόκληση αλλαγών στον τρόπο βάδισης τους.

Οι διαφοροποιήσεις που παρατηρήθηκαν με την παρούσα έρευνα, αφορούσαν τόσο τις παραμέτρους χώρου και χρόνου, όσο και τις κινηματικές παραμέτρους και των δύο εξεταζόμενων ομάδων κατά τη μεταφορά βάρους που αναλογούσε στο 15% του βάρους σώματος τους. Τα παχύσαρκα παιδιά εμφάνισαν σημαντικότερες αλλαγές στον τρόπο βάδισης σε σχέση με τα παιδιά φυσιολογικού βάρους σώματος και επιβεβαίωσαν την αρχική υπόθεση ότι το επιπλέον βάρος σώματος, λόγω της αυξημένης λιπώδους μάζας, μαζί με την εξωτερική επιβάρυνση θα προκαλούσαν μεγαλύτερες αλλαγές στην κινηματική απόδοση στην ομάδα των παχύσαρκων παιδιών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

Η κατανόηση των κινητικών και κινηματικών χαρακτηριστικών των παχύσαρκων παιδιών, κατά την απόδοσή τους σε καθημερινές δραστηριότητες με μελλοντικές έρευνες, θα μπορούσε αναμφίβολα να συμβάλλει στη βελτίωση γνώσεων κατανόησης των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν τα παχύσαρκα παιδιά και την πιθανή επίδραση της παιδικής παχυσαρκίας στην ανάπτυξη μυοσκελετικών διαταραχών.

Επιπρόσθετα, λόγω της έλλειψης ερευνών τρισδιάστατης ανάλυσης κίνησης σε παχύσαρκα άτομα, ο προσδιορισμός του μεγέθους σφάλματος θα αποτελούσε κίνητρο για περισσότερες έρευνες ανάλυσης της κίνησης παχύσαρκων ατόμων.

## Βιβλιογραφία

1. World Health Organization. The World Health Report (2002): Reducing risks, promoting healthy life. *Cevena*: WHO, 2002.
2. Ogden CL, Flegal KM, Carroll MD. (2002). Prevalence and trends in overweight among USA children and adolescents. *JAMA*, 288, 1728-1732.
3. Dehghan M, Akhtar- Denesh N, Merchant AT (2005). Childhood obesity, prevalence and prevention. *Heart Views*, 6, 74-82.
4. Papadimitriou A, Kounadi D, Konstantinidou M, Xepapadaki P, Nikolaidou P. (2006). Prevalence of obesity in Elementary schoolchildren living in Northeast Attica, Greece. *Obesity*, 14, 1113-1117.
5. Reilly JJ, Methven E, McDowel ZC, Hacking B, Alexander D, Stewart L, Kelnar CJ. (2003). Health consequences of obesity. *Arch. Dis. Child*, 88, 748-752.
6. Calbraith RT, Gelberman RH, Hajek PC, Baker LA, Sartoris DJ, Rab GT, Cohen MS, Griffin PP. (1987). Obesity and decreased femoral anteversion in adolescence. *J. Orthop. Res*, 5, 523-528.
7. Gelberman RH, Cohen MS, Shaw BA, Kasser JR, Griffin PP, Wilkinson RH. (1986). The association of femoral retroversion with slipped capital femoral epiphysis. *J. Bone joint Surg*, 68A, 1000-1007.
8. Choung EW, Yang F. (2003). Slipped capital femoral epiphysis in an obese teenager. *Phys. Sport*, 31, 39-42.

9. Saltzman CL, Nawaczenski DA, and Talbat KD. (1995). Measurement of the medial longitudinal arch. *Arch Phys. Med. Rehabil*, 76, 45-49.
10. Dowrling AM, Steele JR, Baur LA. (2004). What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? *Int. J Obes Relat Metab Disord*, 28, 1514-1519.
11. Dowrling AM, Steele JR. (2001). What are the effects of gender and obesity on foot structure in children? In: Hennig EM, Stacoff A (Eds). *Proceeding of 5<sup>th</sup> Symposium on footwear Biomechanics*. (pp. 30-31). Zurich, Switzerland.
12. Dowrling AM, Steele JR, Baur LA. (2001). Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25, 845-852.
13. Riddiford-Harland DL, Steele JR, Storlien LH. (2000). Does obesity influence foot structure in prepubescent children? *Int J Obes Relat Metab Disord*, 24, 541-544.
14. Messier SR, Davies AB, Moore DT, Davis SE, Pack RJ, Kazmar SC. (1994). Severe obesity: effects on foot mechanics during walking. *Foot Ankle Int*, 15, 29-34.
15. Williams DS, McClay IS, Hamill J. (2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech*, 16, 341-347.
16. Geuze RH. (2003). Static balance and developmental coordination disorder. *Hum Mov Sci*, 22,527-548.
17. Habib Z, Westcott S. (1998). Assessment of anthropometric factors on balance tests in children. *Pediatr Phys Ther*, 10, 101-109.
18. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Piggot JM, Taylor D. (2003). Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait Posture*, 17, 136-141.
19. Roncesvalles MNC. (1997). The development of balance control mechanisms in infants and young children. Doctoral Dissertation, University of Oregon.

20. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. (2000). Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Arch Phys Med Rehabil*, 81, 484-489.
21. Riddiford DL, Steele JR, Storlien LH. (;) . Does obesity affect explosive strength of prepubescent children? Paper presented at: *seventh scientific meeting of the Australasian society for the study of obesity*. Gold Coast, Queensland.
22. Blimkie CJ, Ebbesen B, MacDougall, Bar-Or O, Sale D. (1989). Voluntary and electrically evoked strength characteristics of obese and nonobese preadolescent boys. *Hum Biol*, 61, 515-532.
23. Duche P, Ducher G, Lazzer S, Dore E, Tailhardat M, Bedu M. (2002). Peak power in obese and nonobese adolescents: effects on gender and breaking force. *Med Sci Sports Exerc*, 34, 2072-2078.
24. Lafortuna CL, Fumagalli E, Vangeli V, Sartorio A. (2002). Lower limb elastic anaerobic power output assessed with different techniques in morbid obesity. *J Endocrinol Invest*, 25, 134-141.
25. Hills AP, Parker AW. (1991). Gait asymmetry in obese children. *Neuro-Orthopedics*, 12, 29-33.
26. Hills AP, Parker AW. (1991). Gait characteristics of obese children. *Arch Phys Med Rehabil*, 72, 403-407.
27. Volpe Ayub B, Bar-Or O. (2003). Energy cost of walking in boys who differ in adiposity but are matched for boys mass. *Med Sci Sports Exerc*, 35, 669-674.
28. Katch V, Becque MD, Marks C, Moorehead C, Rocchini A. (1988). Oxygen uptake and energy output during walking of obese male and female adolescents. *Am J Clin Nutr*, 47, 26-32.



29. Gushue DL, Houck J, Lerner AL. (2005). Effects of childhood obesity on three-dimensional knee joint biomechanics during walking. *J Pediatr Orthop*, 25, 763-768.
30. Balague F, Dutoit G, Waldburger M. (1988). Low back pain in schoolchildren: an epidemiological study. *Scand J Rehabil Med*, 20, 175-179.
31. Ebrall P. (1994). Some anthropometric dimensions of male adolescents with idiopathic low back pain. *J of Manip and Physiol Terap*, 17, 296-301.
32. Nissinen M, Heliovaara M, Seitsamo MS, Alaranta H, Roussa M. (1994). Anthropometric measurement and the incidence of low back pain in a cohort of pubertal children. *Spine*, 19, 1367-1370.
33. Olsen TL, Anderson RL, Dearwater SR, Krista AM, Cauley JA, Aaron DJ, LaPorte RE. (1992). The epidemiology of low back pain in an adolescent population. *Am J of Pub Health*, 82, 606-608.
34. Salminen JJ, Erkintalo M, Laine M, Pentti J. (1995). A prospective three-year follow up study of subjects with and without low back pain. *Spine*, 20, 2101-2108.
35. Troussier B, Davoine P, de Gaudemaris R, Fauconnier J, Phelip X. (1994). Back pain in schoolchildren: a study among 1178 pupils. *Scan J Of Rehab Med*, 26, 143-146.
36. Adams MA, Mannion AF, Dolan P. (1999). Personal risk factors for first time low back pain. *Spine*, 24, 2497-2505.
37. Salminen JJ, Erkintalo MO, Pentti J, Oksanen A, Kormanen MJ. (1999). Recurrent low back pain and early disc degeneration in the young. *Spine*, 24, 1316-1321.
38. Hong Y, Cheung CK. (2003). Gait and posture responses to back-pack load during level walking in children. *Gait and Posture*, 17, 28-33.
39. Pascoe DD, Pascoe DE, Wang YT, Shim DM, Kim CK. (1997). Influence of carrying book bags on gait cycle and posture of youths. *Ergonomics*, 40, 631-641.

40. Hong Y, Brueggemann GP. (2000). Changes in gait patterns in 10-year-old boys with increasing loads when walking on a treadmill. *Gait Posture*, 11, 254-259.
41. Li JX, Hong Y, Robinson PD. (2003). The effect of load carriage on movement kinematics and respiratory parameters in children during walking. *Eur Appl Physiol*, 90, 35-43.
42. Hong Y, Lau TC, Li JX. (2003). Effects of loads and carrying methods of school bags on movement kinematics of children during stair walking. *Res in Sprts Med*, 11, 33-49.
43. Hong Y, Li JX. (2005). Influence of load and carrying methods on gait phase and ground reactions in children's stair walking. *Gait and Posture*, 22, 63-68.
44. Ontario Chiropractic Association. (2002). *Backpack Safety, July 2002 (9)*.
45. American Occupational Therapy Association. (2002). *Backpack Awareness, July 2002 (9)*.
46. American Academy of Pediatrics. (2002). *Backpack Safety, July 2002 (9)*.
47. Negrini S, Carabalona R. (2002). Backpacks on schoolchildren's perceptions of load, associations with back pain and factors determining the load. *Spine*, 27, 187-195.
48. Whittfield JK, Legg SJ, Hedderley DT. (2001). The weight and use of schoolbags in New Zealand secondary schools. *Ergonomics*, 44, 819-824.
49. Sheir-Neiss GJ, Kruse RW, Rahman T. (2003). The association of backpack and back pain in adolescents. *Spine*, 28, 922-930.
50. Goodgold S, Corcoran M, Gamache D. (2002). Backpack use in children. *Pediatr Phys Ther*, 14, 122-131.
51. Motmans RREE, Tomlow S, Vissers D. (2006). Trunk muscle activity in different modes of carrying schoolbags. *Ergonomics*, 49, 127-138.

52. Bygrave S, Legg SJ, Myers S, Llewellyn M. (2004). Effect of backpack fit on lung function. *Ergonomics*, 47, 324-329.
53. Grimmer KA, Dansie B, Milanese S, Pirunsan U, Trott P. (2002). Adolescent standing postural response to backpack loads: a randomized controlled experimental study. Retrieved June 2207 from: [http:// www.biomedcentral.com](http://www.biomedcentral.com).
54. Mackie HW, Stevenson JM, Reid SA, Legg SJ. (2005). The effect of simulated school load carriage configurations on shoulder strap tension forces and shoulder interface pressure. *Ergonomics*, 36, 199-206.
55. World Health Organization. The World Health Report. (2000). Obesity: Preventing and managing the Global Epidemic. *Geneva: WHO*, 2000.
56. Lawrence VJ, Kopelman PG. (2004). Medical consequences of obesity. *Clin Dermatol*, 22, 296-302.
57. Dietz WH. (1998). Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease. *Pediatrics*, 101, 518-525.
58. Booth ML, Wake M, Armstrong T, Chey T, Hesketh K, Marthur S. (2001). The epidemiology of overweight and obesity among Australian children and adolescents, 1995-97. *Aust N Z J Public Health*, 25, 162-169.
59. Magarey AM, Daniels LA, Boulton TJ, Cockington RA. (2003). Predicting obesity in early adulthood from childhood and parental obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 27, 505-513.
60. Kinoshita H. (1985). Effects of different loads and carrying systems on selected biomechanical parameters describing walking gait. *Ergonomics*, 28, 1347-1362.
61. Voll HJ, Klimt F. (1977). Strain in children caused by schoolbags. *Ottffentliche Gesundheitswesen*, 39, 369-378.

62. Grimmer K, Williams M. (2000). Gender-age environmental associates of adolescent low back pain. *Applied Ergonomics*, 31, 343-360.
63. Forjuoh SN, Little D, Schuchmann JA, Lane BL. (2003) Parental knowledge of school backpack weight and contents. *Archives of disease in childhood*, 88, 18-19.
64. Limon S, Valinsky LJ, Ben-Shalom Y. (2004). Children at risk: risk factors for low back pain in elementary school environment. *Spine*, 29, 697-702.
65. Negrini S, Carabalona R, Sibilla P. (1999). Backpack as a daily load for schoolchildren. *Lancet*, 354, 1974.
66. Marhotra MS, Sen Gupta J. (1965). Carrying of school bags by children. *Ergonomics*, 8, 55-60.
67. MacArdle W, Katch KI, Katch VL. (1991). Exercise physiology energy. *Nutrition and human performance*.-----
68. Hong Kong Society for Child Health and Development, Department of Orthopedic Surgery, University of Hong Kong, Duchess of Kent Children's Hospital. (1988). *The weight of school bags and its relation to spinal deformity*.
69. Pascoe DD, Pascoe DE. (1999). Bookbags help to shoulder the burden of school work. *Teaching Elementary Physical Education*, 10, 18-20.
70. Chansirinukor W, Wilson D, Grimmer K, Dansie B. (2001). Effects of backpacks on students: measurement of cervical and shoulder posture. *Aust J Physiother*, 47, 110-116.
71. McFadyen BJ, Winter DA. (1988). An integrated biomechanical analysis of normal stair ascent and descent. *J Biomech*, 21, 733-744.
72. Loy DJ, Voloshin AS. (1991). Biomechanics of stair walking and jumping. *J Sports Sci*, 9, 137-149.

73. Martin PE, Nelson R. (1986). The effect of carried loads on the walking patterns of men and women. *Ergonomics*, 29, 1191-1202.
74. Wang YT, Pascoe DD, Weimar W. (2001). Evaluation of backpack load during walking. *Ergonomics*, 44, 858-869.
75. Myung R, Smith JL. (1997). Walking patterns of normal women. *Arch of Phys Med and Rehab*, 51, 637-650.
76. Natel J, Brochu M, Prince F. (2006). Locomotor strategies in obese and non-obese children. *Obesity*, 14, 1789-1794.
77. Zachazewski JE, Riley PO. (1993). Biomechanical analysis of body mass transfer during ascent and descent of healthy subjects. *J Rehabil. Res Dev*, 30, 411-412.
78. Hof AL, Winter JM, Woo SL. (1990). Multiple muscle systems: Biomechanics and Movement Organization. *New York: Springer Verlag*, 591-607.
79. Alexander RM. (1988). Mechanisms in Animal Movement. *Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press*, 30-50.
80. Chow D.H.K. και οι συνεργάτες του (2006). The effect of load carriage on gait of girls with adolescent idiopathic scoliosis and normal controls. *Med. Engin & Phys*, 28, 430-437.
81. DeVita P, Hortobagyi T. (2004). Obesity is not associated with increased knee joint torque and power during level walking: author's response. *J Biomech*, 37, 1633-1634.
82. Spyropoulos P. και οι συνεργάτες του (1991). Biomechanical gait analysis in obese men. *Arch Phys Med Rehab*, 72, 1065-1070.
83. Gushue DL, Houck J, Lerner AL. (2005). Effect of childhood obesity on three-dimensional knee joint biomechanics during walking. *J Pediatr Orthop*, 25, 763-768.

84. National Center for Health Statistics. (2000). National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. Retrieved March 2007 from:<http://www.cdc.gov/growthcharts>.

## Παραρτήματα

### 1. Πρωτόκολλο καταγραφής μετρήσεων

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

Τηλέφωνο:

Ημερομηνία γέννησης:

Βάρος σώματος:

Ύψος:

BMI:

Βάρος σάκας:

Χρόνος απόστασης σπιτιού-σχολείου:

Ποσοστό λίπους:

Μήκος δεξιού μηρού:

Μήκος αριστερού μηρού:

Πάχος δεξιού γόνατος:

Πάχος αριστερού γόνατος:

Πάχος δεξιάς ποδοκνημικής:

Πάχος αριστεράς ποδοκνημικής:

Ημερομηνία μέτρησης:

Μεταφορά βάρους 15%:

### Καταγραφή καρδιακής συχνότητας

	Με βάρος	Χωρίς βάρος
5' πριν την έναρξη		
Τέλος άσκησης		

**Καταγραφή αρτηριακής πίεσης**

	Με βάρος	Χωρίς βάρος
5' πριν την έναρξη		
Τέλος άσκησης		
5' μετά την άσκηση		

**Παρατηρήσεις**



## **2. Πρωτόκολλο συναίνεσης γονέα ή κηδεμόνα**

### **Υπόδειγμα συναίνεσης γονέα για συμμετοχή του παιδιού του σε ερευνητική εργασία**

#### **1.Σκοπός της ερευνητικής εργασίας**

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να διαπιστώσει αν η μεταφορά βάρους από παιδιά παχύσαρκα και με φυσιολογικό βάρος σώματος μπορεί να επηρεάσει την κινητικότητα και την καρδιακή λειτουργία τους. Τα παιδιά καθημερινά σηκώνουν και μεταφέρουν το βάρος της σχολικής σάκας, το οποίο είναι πολύ μεγαλύτερο από το επιτρεπόμενο όριο του 10% του βάρους σώματος τους. Στην παρούσα μελέτη θα εξετασθεί πόσο η μεταφορά βάρους επιδρά στη βάδιση των παιδιών που βρίσκονται σε ανάπτυξη τόσο του μυοσκελετικού συστήματος, όσο και όλου του οργανισμού τους.

#### **2.Διαδικασία μετρήσεων**

Θα χρειασθεί να φέρετε το παιδί στο εργαστήριο δύο φορές. Το παιδί θα περπατήσει πάνω σε διάδρομο για 10 λεπτά με ταχύτητα 1.1ms<sup>-1</sup> που είναι κατάλληλη για παιδιά και θα παρακολουθείται από video ανάλυσης η βάδιση, ενώ θα μετρηθεί η αρτηριακή πίεση και οι σφίξεις πριν – κατά και μετά τη διαδικασία. Το παιδί, την πρώτη μέρα δε θα μεταφέρει βάρος, ενώ την επόμενη θα μεταφέρει βάρος που θα αντιστοιχεί στο 15% του βάρους σώματος του. Τα βάρη θα μεταφέρονται μέσα σε σχολική σάκα.

#### **3.Κίνδυνοι και ενοχλήσεις**

Δεν υπάρχει κανένας κίνδυνος από τη διαδικασία των μετρήσεων. Υπάρχει πιθανότητα να εμφανισθούν οστικοί πόνοι στη ράχη λόγω της μεταφοράς βάρους.

#### **4.Προσδοκούμενες ωφέλειες**

Τα ευρήματα από την εργασία θα βοηθήσουν στην κατανόηση των επιβαρύνσεων που μπορεί να προκαλεί η μεταφορά βάρους από παιδιά που βρίσκονται σε διαδικασία ανάπτυξης και ωρίμανσης τόσο του σκελετού τους, όσο και όλου του οργανισμού.

### **5. Δημοσίευση δεδομένων**

Η συμμετοχή του παιδιού σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με τη δημοσίευση των δεδομένων και των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομα του παιδιού να μη φαίνεται πουθενά.

### **6. Πληροφορίες**

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό και τον τρόπο πραγματοποίησης της εργασίας. Αν έχετε κάποιες αμφιβολίες ή ερωτήσεις, ζητήστε μας να σας δώσουμε επιπρόσθετες εξηγήσεις.

### **7. Ελευθερία συναίνεσης**

Η άδεια σου να συμμετέχει το παιδί σου στην έρευνα είναι εθελοντική. Είσαι ελεύθερος να μη συναινέσεις ή να διακόψεις τη συμμετοχή του παιδιού σου όποτε το επιθυμείς.

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα εκτελέσει το παιδί μου.

Συναινώ να συμμετάσχει στην έρευνα.

Ημερομηνία:-----

Όνοματεπώνυμο και υπογραφή συμμετέχοντος

Υπογραφή ερευνητή

Όνοματεπώνυμο και υπογραφή παρατηρητή





