ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΛΜΑΤΙΑΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΝΗΛΙΚΕΣ ΑΘΛΗΤΕΣ ΠΟΔΗΛΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ

της Σοφίας Μανωλάκου

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία που υποβάλλεται
στο καθηγητικό σώμα για τη μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων
απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του Μεταπτυχιακού
Προγράμματος «Οργάνωση και Διοίκηση Αθλητικών Οργανισμών και
Επιχειρήσεων» του Τμήματος Οργάνωσης και Διαχείρισης του
Πανεπιστημίου Πελοποννήσου στην κατεύθυνση «Οργάνωση και
Διαχείριση Προγραμμάτων Βελτίωσης Υγείας»

Σπάρτη

2010

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1ος Επιβλέπων: Απόστολος Στεργιούλας, Αναπλ. Καθηγητής

2ος Επιβλέπων: Παναγιώτης Μπαλτόπουλος, Αναπλ. Καθηγητής

3η Επιβλέπουσα: Μαρία Τσιρώνη, Επίκουρος Καθηγήτρια

Copyright © Μανωλάκου Σοφία
(2010) ALL RIGHTS RESERVED

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σοφία Μανωλάκου: Ανάλυση πελματιαίων πιέσεων σε παιδιά και ενήλικες αθλητές ποδηλασίας και καλαθοσφαίρισης

(Με την επίβλεψη του κ. Απόστολου Στεργιούλα, Αναπλ. Καθηγητή)

Η κατανομή και το μέγεθος των πελματιαίων πιέσεων παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για τη διάγνωση παθολογίας στα πόδια. Η συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες ενέχει τον κίνδυνο οξέων τραυματισμών και τραυματισμών υπέρχρησης, που συνδέονται με την ανατομία, τον τύπο, την ένταση και τη συχνότητα της φυσικής άσκησης. Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να αξιολογήσει, αν η εντατική άσκηση μπορεί να προκαλέσει συγκεκριμένες παραλλαγές στις φορτίσεις της πελματιαίας επιφάνειας. Η έρευνα συμπεριέλαβε 120 υγιή άτομα ηλικίας 7 – 47 ετών, που χωρίστηκαν σε δύο ομάδες ανάλογα με την ηλικία (παιδιά και ενήλικες). Κάθε ομάδα υποδιαιρέθηκε σε ποδηλάτες, καλαθοσφαιριστές και μη αθλητές, ως ομάδα ελέγχου. Για τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν ANOVA, MANOVA και Bonferroni corrections, ενώ το επίπεδο σημαντικότητας τέθηκε στο $p<.05$. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με SPSS 17.0. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αθλητές εμφάνισαν υψηλότερες τιμές από την ομάδα ελέγχου σε κάθε παράμετρο. Αναφορικά με τα παιδιά, υψηλότερη μέγιστη πίεση παρατηρήθηκε στους αθλητές με στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι υψηλές πιέσεις στο 1^{ο} μετατάρσιο και στο μεγάλο δάκτυλο, που καταγράφηκαν στα παιδιά της ποδηλασίας φαίνεται να συμφωνούν με τη βιβλιογραφία. Μεταξύ των ενηλίκων οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές σε όλες σχεδόν τις παραμέτρους, αποκαλύπτοντας κοινά χαρακτηριστικά στις φορτίσεις των ανατομικών περιοχών του ποδιού. Οι παραλλαγές ενδεχομένως σχετίζονται με τις προσαρμογές που απαιτεί το άθλημα.

Λέξεις κλειδιά: *Εμβιομηχανική, πελματογράφος, στάση σώματος, κάτω άκρα, αθλητικοί τραυματισμοί.*

ABSTRACT

Sofia Manolakou: Plantar pressure distribution analysis in children and adults cyclists and basketball players.

(With the supervision of Dr. Apostolos Stergioulas, Associate Professor)

The distribution and magnitude of plantar pressure can provide useful information in order to diagnose the various foot disorders. Participation in sports may result in acute and overuse injuries, which are related to foot anatomy, type, intensity and amount of physical activity. The purpose of this study was to evaluate whether intense cycling and basketball training can cause specific alterations in loading of the plantar surface. The research involved 120 healthy subjects aged 7 – 47 who were classified into two groups by age (children and adults). Each group was subdivided into cyclists, basketball players and non – athletes, serving as control group. The measurements obtained during barefoot walking on a capacitive platform. Parameters of maximum pressure, load rate, contact area and impulse were studied in dynamic condition. One – way ANOVA, MANOVA and post hoc Bonferroni correction were used and the significance level was set at p □ .05. Data was entered in the statistical software package SPSS (version 17.0). The results demonstrated that the athletes had higher values for each measurement than the control subjects. When it comes to the children, higher values concerning maximum pressure were detected in athletes, revealing statistically significant differences. High maximum pressure was observed under the first metatarsal and big toe in young cyclists, which seems to be consistent with previous literature. Among adults, almost all parameters measured, were statistically significant, with each athletic group showing common characteristics in loading of specific anatomical areas of the foot. The alterations observed between sports, are likely to be associated with postural adaptations induced by each sport discipline.

Key words: *foot biomechanics, pedography, posture, lower extremity, athletic injuries.*

ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία ξεκίνησε το Μάρτιο του 2009 και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2010, με τη βοήθεια των προέδρων και προπονητών των αθλητικών συλλόγων και σωματείων της πόλης της Σπάρτης και τη συνεργασία γονέων και εξεταζομένων, τους οποίους πρωτίστως οφείλω να ευχαριστήσω.

Θα ήθελα στη συνέχεια να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες καθηγητές κ.κ. Στεργιούλα, για τις χρήσιμες παρατηρήσεις και διορθώσεις του, τον κ. Μπαλτόπουλο για την πολύτιμη βοήθειά του στο στάδιο των μετρήσεων και της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων και ιδιαιτέρως την κ. Τσιρώνη, η οποία στάθηκε ακούραστη επιστημονική σύμβουλος και συμπαραστάτις, αλλά και ανεκτίμητη φίλη, σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Ευχαριστίες επίσης για τη βοήθειά τους, θα ήθελα να απευθύνω στους κ. Φίλιππα Π. και Γκούμα Α., που διέθεσαν τον εξοπλισμό και διεξήγαγαν τις μετρήσεις και στον ορθοπεδικό ιατρό κ. Θεοδωρακόπουλο.

Ο κ. Μιλτιάδης Κυπριανού συνέβαλε με την υψηλή του κατάρτιση στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων και τον ευχαριστώ θερμά.

Τέλος ευχαριστώ τους γονείς και την αδελφή μου για την ηθική συμπαράσταση, όλως ιδιαιτέρως όμως το σύζυγο και τις κόρες μου, που σε δύσκολες στιγμές με την υπομονή και τη στήριξή τους με ενθάρρυναν να συνεχίσω.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....i
ABSTRACT.....ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ…….....iii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....iv
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....vi

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....11
1.1. Προσδιορισμός του προβλήματος.....15
1.2. Σκοπός της μελέτης….....16
1.3. Ανάγκη διεξαγωγής της έρευνας.....17
1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί ….....17
1.5. Ερευνητικές υποθέσεις ….....18
1.6. Καθορισμός των όρων.....18

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ…….....20
2.1. Οστική μορφολογία άκρου ποδός 20
2.2. Αρθρώσεις άκρου ποδός …….....22
2.2.1. Η ποδοκνημική άρθρωση 22
2.2.2. Η υπαστραγαλική άρθρωση 24
2.2.3. Η Χοπάρτειος άρθρωση (Chopart).....25
2.2.4. Ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις 26
2.2.5.Μεσομετατάρσιες αρθρώσεις..... 27
2.2.6.Μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις.....27
2.2.7. Μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις..... 27
2.3. Ποδική καμάρα – Πλατυποδία – Κοιλοποδία.....27
2.4. Εμβιομηχανική – Κύκλος βάδισης ….....30
2.5. Παθολογική εμβιομηχανική.....31
2.6. Παθολογική μορφολογία….....32
2.7. Ανάλυση πελματιαίων πιέσεων..... 33

2.8. Μελέτες πελματιαίων πιέσεων – παράγοντες διαφοροποίησης ……. 35
2.8.1. Έρευνες στην Ελλάδα..... 43
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....45
3.1. Το δείγμα 45
3.2. Σχεδιασμός.....46
3.3. Διαδικασία….....46
3.4. Όργανα μέτρησης.....47
3.5. Στατιστική ανάλυση..... 49
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....51
4.1. Βασικά χαρακτηριστικά του δείγματος…..... 51
4.2. Μέγιστη πίεση…….....52
4.2.1. Παιδιά…….....52
4.2.2. Ενήλικες.....54
4.2.3. Συγκρίσεις μέγιστης πίεσης σε παιδιά και ενήλικες…….... 56
4.3. Φόρτιση.....57
4.3.1. Παιδιά.....57
4.3.2. Ενήλικες 59
4.3.3. Συγκρίσεις φόρτισης σε παιδιά και ενήλικες.....60
4.4. Επιφάνεια επαφής.....62
4.4.1. Παιδιά.....62
4.4.2. Ενήλικες..... 63
4.4.3 Συγκρίσεις επιφάνειας επαφής σε παιδιά και ενήλικες.....64
4.5. Ώθηση.....64
4.5.1. Παιδιά.....64
4.5.2. Ενήλικες..... 65
4.5.3. Συγκρίσεις ώθησης σε παιδιά και ενήλικες 67
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....68
5.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος.....68
5.2. Μέγιστη πίεση 69
5.3. Φόρτιση.....71
5.4. Επιφάνεια επαφής.....71
5.5. Ώθηση.....72

5.6 Συμπεράσματα.....73
5.6.1. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....74
VI. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....75

VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ..... 89
7.1 Ατομικό δελτίο εξεταζόμενου αθλητή 90
7.2 Ενημέρωση και συγκατάθεση γονέων .. ..…… 92
7.3 Αποτελέσματα εξέτασης με πελματογράφο 93
7.4 Φυσιολογικό πόδι – Πλατυποδία - Κοιλοποδία.....95
7.5 Βλαισογονία – Ραιβογονία ……..... 96
7.6 Φλεγμονή πελματιαίας απονεύρωσης 97
7.7 Πελματογράφημα σε δεξί και αριστερό πόδι 98
7.8 Πελματογράφημα σε πόδι με βαριά κοιλοποδία..... 99
7.9 Φόρτιση 100
7.10 Μέγιστη πίεση ……..101
7.11 Μετρήσεις παιδιών……102

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις για τα βασικά χαρακτηριστικά των ομάδων.....52

Πίνακας 4.2. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών……...53

Πίνακας 4.3. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων……55

Πίνακας 4.4. Αποτελέσματα συγκρίσεων της μέγιστης πίεσης στις 10 ανατομικές περιοχές του πέλματος ποδιού μεταξύ των παιδιών και ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα……...57

Πίνακας 4.5. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών…… 58

Πίνακας 4.6. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων…….....59

Πίνακας 4.7. Αποτελέσματα των συγκρίσεων της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα.....61

Πίνακας 4.8 Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις περιοχές του πέλματος για τις τρεις ομάδες των παιδιών…….....62

Πίνακας 4.9. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις 3 περιοχές του πέλματος για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων ……63

Πίνακας 4.10 Αποτελέσματα των συγκρίσεων του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις ανατομικές περιοχές του πέλματος μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα.....64

Πίνακας 4.11. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος για τις τρεις ομάδες των παιδιών…….....……..65

Πίνακας 4.12. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων…….....…….....66

Πίνακας 4.13. Αποτελέσματα των συγκρίσεων του ποσοστού της ώθησης στις τρεις ανατομικές περιοχές του πέλματος μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα…….....……....67

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1 Οστά και αρθρώσεις δεξιού άκρου ποδιού (Gore & Spencer,2004)…...20

Σχήμα 2.2 Ποδοκνημική άρθρωση (http://www1.cleveland.edu/uploads/SmithE/web%20of%20ankle.ppt#).....….21

Σχήμα 2.3 Υπαστραγαλική άρθρωση (www.RsScan.com).....25

Σχήμα 2.4 Υπολογισμός τύπου ποδικής καμάρας (Cavanagh & Rodgers, 1987)…..29

Σχήμα 2.5 Ο κύκλος της βάδισης (Gray & Basmajian, 1968) .....……... 30

Σχήμα 2.6 Ψηφιακός πελματογράφος RsScan (www.footscan.gr).....…….. 34

Σχήμα 3.1. Χωρισμός πέλματος.....……..48

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 4.1. Μέσες τιμές της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών…….....54

Γράφημα 4.2. Μέσες τιμές της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων…….....…….56

Γράφημα 4. 3. Μέσες τιμές της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών……...58

Γράφημα 4.4. Μέσες τιμές της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων…..……..60

Γράφημα 4.5. Μέσες τιμές του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών…….....…...62

Γράφημα 4.6. Μέσες τιμές του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων….....……63

Γράφημα 4.7. Μέσες τιμές του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών……65

Γράφημα 4.8. Μέσες τιμές του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων….....……..66

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΕΛΜΑΤΙΑΙΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΝΗΛΙΚΕΣ ΑΘΛΗΤΕΣ ΠΟΔΗΛΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗΣ

Το σημαντικότερο «κεφάλαιο» στη διαχείριση των αθλητικών οργανισμών αποτελούν οι ανθρώπινοι πόροι, με επίκεντρο όλων τους αθλητές. Η προστασία, η ασφάλεια και η διατήρηση της υγείας των αθλητών αποτελεί κύριο μέλημα και προϋπόθεση για την επίτευξη των σκοπών και στόχων του αθλητικού οργανισμού.

Ο Αθλητισμός, ως κοινωνικό φαινόμενο και λειτουργία συμβάλλει σημαντικά στην πολιτιστική και τη γενικότερη ανάπτυξη ενός λαού και συνδέεται ευρύτερα με την υγεία, τη φυσική κατάσταση και την ψυχική ισορροπία. Ιδιαίτερα για τα παιδιά, αποτελεί ουσιαστικό παράγοντα διαμόρφωσης ολοκληρωμένης κοινωνικής προσωπικότητας και ανάπτυξης της συλλογικότητας, της άμιλλας, της αγωνιστικότητας και της πειθαρχίας σε κανόνες και κοινωνικές αξίες. Η ένταξη όμως της φυσικής άσκησης στη ζωή του σύγχρονου ανθρώπου δεν αποκλείει την πιθανότητα τραυματισμών, που μακροπρόθεσμα ενδεχομένως να συντελέσουν στην εκδήλωση μυοσκελετικών ή άλλων προβλημάτων ποικίλης έντασης (Στεργιούλας, 1992).

Τα περισσότερα απ' αυτά τα προβλήματα εντοπίζονται στην περιοχή του ποδιού, το οποίο, κατά το Leonardo da Vinci είναι έργο τέχνης και μηχανικό αριστούργημα, που παίζει βασικό ρόλο στην κίνηση. Λόγω της όρθιας στάσης του ανθρώπινου σώματος, το πόδι συμπεριφέρεται ως μοχλός, που προωθεί αποτελεσματικά το σώμα κατά τη βάδιση και στηρίζει σταθερά ολόκληρο τον κορμό. Μαζί με την ποδοκνημική άρθρωση λειτουργεί ως μία δυναμική και εύκαμπτη δομή, που έχει το πλεονέκτημα να διανέμει και να απορροφά τις δυνάμεις και τους κραδασμούς που ασκούνται σ' αυτό, με αξιοθαύμαστη προσαρμογή στη μορφολογία του εδάφους. Η πελματιαία επιφάνεια ειδικότερα, διαδραματίζει ένα διακριτό ρόλο στην ισορροπία και τη στήριξη του σώματος και καταπονείται περισσότερο κατά τη διάρκεια μιας αθλητικής δραστηριότητας, (Govsa, Bilge & Ozer, 2005).

Ανάμεσα στις πλέον δημοφιλείς μορφές αερόβιας άσκησης συγκαταλέγονται η καλαθοσφαίριση και η ποδηλασία. Σύμφωνα με στοιχεία της Διεθνούς Ομοσπονδίας Καλαθοσφαίρισης (FIBA), εκπροσωπούνται σ' αυτήν 212 κράτη – μέλη και είναι καταγεγραμμένοι 450 εκατομμύρια αθλητές (Harmer, 2005).

Η προτίμηση παιδιών και ενηλίκων σε δυναμικά αθλήματα, όπως η καλαθοσφαίριση καλύπτει την ανάγκη τους για την κίνηση, τη δράση και τη συγκίνηση, που προσφέρει ο αγώνας. Η φύση του αθλήματος, το οποίο απαιτεί μεγάλες ταχύτητες, άλματα και απότομες αλλαγές κατεύθυνσης συνεπάγεται για τους αθλητές υψηλό ποσοστό τραυματισμών, ιδιαίτερα στα πόδια (Bahr & Holme, 2003; Harmer, 2005).

Σε μεγάλη επιδημιολογική έρευνα, που πραγματοποιήθηκε κατά το διάστημα 2005 – 2007 σε 100 σχολεία μέσης εκπαίδευσης στις ΗΠΑ, διαπιστώθηκε ότι το 43,2% των τραυματισμών στην καλαθοσφαίριση εντοπίζονται στην περιοχή του ποδιού και του αστραγάλου, ενώ το 50% οφείλεται σε σύνδρομο υπέρχρησης, δηλαδή επαναλαμβανόμενους μικροτραυματισμούς, οι οποίοι προκαλούν τοπικές βλάβες στους ιστούς με μακροπρόθεσμες συνέπειες (Borowski, Yard, Fields & Comstock, 2008). Ανάλογα ποσοστά παρουσιάζονται σε ελληνική αναδρομική μελέτη των κακώσεων, κατά τη διάρκεια καλαθοσφαίρισης σε παιδιά. Τα στοιχεία αντλήθηκαν από τη βάση δεδομένων του Κέντρου Έρευνας και Πρόληψης Παιδικών Ατυχημάτων (ΚΕΠΠΑ), για το χρονικό διάστημα 1996 – 2002 και ανέδειξαν τα εξής: Ένα στα τέσσερα παιδιά ηλικίας 5 – 14 ετών επισκέπτονται κάθε χρόνο τα εξωτερικά ιατρεία κάποιου νοσοκομείου, έπειτα από τραυματισμό σε καλαθοσφαίριση με θλάσεις σε ποσοστό 46% και κακώσεις του αστραγάλου σε ποσοστό 21% (Σπαγάκος και Κοντοπούλου, 2008).

Από την άλλη πλευρά, η ποδηλασία ανήκει στην κατηγορία των αθλημάτων, που είναι προσιτό σε όλους και δεν προαπαιτεί συγκεκριμένο σωματότυπο, όπως το ύψος, το οποίο διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην καλαθοσφαίριση. Το άθλημα διεξάγεται με μηχανική υποστήριξη, με την έννοια ότι ο αθλητής κινεί το ποδήλατο με τη μυϊκή δύναμη των ποδιών του, η δε κίνηση μεταβιβάζεται μέσω των πελμάτων και συγκεκριμένα μέσω του μεταταρσίου. Έτσι δεν καταπονούνται άμεσα οι αρθρώσεις και η σπονδυλική στήλη, γιατί δε φέρουν το βάρος του σώματος.

Εντούτοις, σύμφωνα με την Αμερικανική Ακαδημία Ποδιατρικής Αθλητιατρικής (www.aapsm.org), αλλά και πολλούς ερευνητές τα συνηθέστερα

προβλήματα στα κάτω άκρα των αθλητών ποδηλασίας είναι το άλγος στην ποδική καμάρα, προβλήματα στους τένοντες, μεταταρσαλγία, φλεγμονή της πελματιαίας περιτονίας και άλλα (Mellion, 1991; Wanich, Hodgkins, Columbier, Muraski, & Kennedy, 2007).

Ως αθλητικός τραυματισμός ορίζεται κάθε τραυματισμός, που προέρχεται από συμμετοχή σε άθλημα με συνέπεια: α) τη μείωση της συχνότητας και του επιπέδου άθλησης β) την ανάγκη ιατρικής συμβουλής ή φροντίδας και γ) δυσμενείς ατομικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις. Οι τραυματισμοί διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τους οξείς τραυματισμούς και τους χρόνιους ή τραυματισμούς υπέρχρησης, που συνδέονται με δομικά χαρακτηριστικά, συχνά δεν είναι εμφανείς και εκδηλώνονται σε μεταγενέστερο χρόνο (Willems, 2004).

Μετά από κάθε τραυματισμό απαιτείται ιατρική αξιολόγηση, φροντίδα και αποκατάσταση με στόχο να επιστρέψει ο αθλητής στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα και με υψηλό βαθμό λειτουργικότητας. Η σπουδαιότητα όμως της αποκατάστασης συχνά υποτιμάται, εξαιτίας του γεγονότος ότι είναι ακριβή και χρονοβόρα ή υπάρχει άγνοια για τους μηχανισμούς ενός τραύματος, με αποτέλεσμα να επανέρχεται ο αθλητής σε αγωνιστική δραστηριότητα χωρίς πλήρη επούλωση (Γαλανόπουλος και Βερέττας, 2001 ; Στεργιούλας, 1992).

Στην περίπτωση των παιδιών, που λαμβάνουν μέρος σε αγώνες, η πρόωρη επάνοδος μετά από τραυματισμό, πιθανότατα οφείλεται στις υπερβολικές προσδοκίες γονέων και προπονητών για την εξέλιξη του παιδιού, με άμεση συνέπεια τη σωματική και ψυχική εξουθένωση, αφού το άθλημα χάνει τον ψυχαγωγικό του χαρακτήρα (Metzl, 2002).

Η αιτιολογία του τραυματισμού δεν είναι εύκολη, καθώς φαίνεται πολυπαραγοντική. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, μυοσκελετικά σύνδρομα σε παιδιά και εφήβους, όταν δεν υπάρχουν δομικές ανωμαλίες ή τραυματισμοί, είναι σπάνια (Malleson & Clinch, 2003). Εντούτοις, σύμφωνα με έρευνες, σ' ένα ποσοστό 15 – 20 % κάθε χρόνο, εμφανίζεται χαμηλός οσφυικός πόνος (Balague, Troussier, & Salminen, 1999 ; Gunzburg, et al., 1999 ; Harreby, et al., 1999 ; Sjolie, 2009), ως αποτέλεσμα συστηματικής ενασχόλησης με αθλητικές δραστηριότητες, που εκτός από τραυματισμούς, ενδέχεται να προκαλέσουν χρόνιες βλάβες στο μυοσκελετικό σύστημα. Η λανθασμένη βάδιση, καθώς και η προβληματική απορρόφηση των μηχανικών καταπονήσεων έχει ως αποτέλεσμα διαστρέμματα ή κατάγματα

οφειλόμενα σε κόπωση, και σύνδρομο υπέρχρησης, καθώς και προβλήματα, που εκδηλώνονται στα γόνατα, στα ισχία και στην οσφυϊκή μοίρα (Hutton & Stokes, 1991).

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας πρόκλησης τραυματισμών στα κάτω άκρα θεωρείται η ανώμαλη εμβιομηχανική, δηλαδή οι δομικές ατέλειες, όπως υπερβολικός πρηνισμός ή υπτιασμός, υψηλότερη ή χαμηλότερη από το φυσιολογικό ποδική καμάρα και η άνιση κατανομή των πελματιαίων πιέσεων (Neely, 1998 ; Shambaugh, Klein & Herbert, 1991).

Με την ανάλυση της βάδισης μπορούν να προσδιοριστούν, σύμφωνα με τους Roy, Bhaumik και Chakraborty (2004), τα χαρακτηριστικά της ομαλής και της ανώμαλης βάδισης, ανάλογα με την αποτύπωση των πιέσεων στην πελματιαία επιφάνεια. Αρχικός επομένως στόχος του ερευνητή, όταν εξετάζει τις φορτίσεις του πέλματος υγιών υποκειμένων, είναι ο προσδιορισμός των φυσιολογικών τιμών (gold standard), ώστε να δημιουργηθεί μια βάση για συγκρίσεις. Λόγω όμως της πολύπλοκης δομής του ποδιού, αλλά και εξωγενών παραγόντων, ο προσδιορισμός της διαχωριστικής γραμμής μεταξύ των τιμών του φυσιολογικού – ασυμπτωματικού ποδιού και του παθολογικού είναι εξαιρετικά δύσκολος.

Μια σειρά από παράγοντες επηρεάζουν και ως ένα βαθμό διαμορφώνουν την κατανομή των πιέσεων, ενισχύοντας την άποψη περί μοναδικότητας του σχήματος κίνησης για κάθε άνθρωπο, που τον διαφοροποιεί και τον καθιστά αναγνωρίσιμο, ακόμη κι όταν τα χαρακτηριστικά του προσώπου δεν είναι ευκρινή. Συνοπτικά οι παράγοντες αυτοί είναι η ηλικία, το βάρος, το φύλο, το είδος του ποδιού, η ταχύτητα βάδισης, το είδος του υποδήματος, η επίδραση της κόπωσης και το είδος και η ένταση της αθλητικής δραστηριότητας (Miller, 2005).

Η ενασχόληση με αθλητικές δραστηριότητες γενικά θεωρείται ότι προάγει την υγεία και την καλή φυσική κατάσταση. Προκειμένου να ανταποκριθεί ένας αθλητής στις απαιτήσεις του αθλήματος, καλλιεργεί δεξιότητες, αναπτύσσει συγκεκριμένες μυϊκές ομάδες και διαμορφώνει κατάλληλα τη στάση του σώματος. Η θέση κάθε τμήματος του σώματος σε σχέση με τα υπόλοιπα μέλη, καθορίζει τη στάση, η οποία διαφοροποιείται συνεχώς ανάλογα με το είδος των δραστηριοτήτων. Μέσω πολύπλοκων μηχανισμών του νευρικού συστήματος, τα οστά ακολουθούν τους μύες αναπτύσσοντας τις κατάλληλες προσαρμογές. Συνήθως, οι προσαρμογές αυτές είναι προσωρινές και μετά την εγκατάλειψη της άσκησης, το σώμα

επανέρχεται στην πρότερη στάση. Στην περίπτωση όμως, που δημιουργηθεί μια παθολογική κατάσταση, όπως οστεοαρθρίτιδα, οι προσαρμογές αυτές γίνονται μόνιμες (Horisberger, Hintermann, Valderrabano, 2009).

Γεννάται λοιπόν, το ερώτημα αν η εντατική ενασχόληση με μία αθλητική δραστηριότητα μπορεί, μέσω της κατηγοριοποίησης των κοινών χαρακτηριστικών στις πελματιαίες πιέσεις, να βοηθήσει τους ειδικούς στην πρώιμη διάγνωση ενδεχόμενης εμφάνισης παθολογίας.

Η συμβολή των πελματογράφων στον τομέα αυτό, καθώς και στη διάγνωση των εμβιομηχανικών ατελειών, μέσω της χαρτογράφησης των πελματιαίων πιέσεων, είναι σημαντική, αφού παρέχεται η δυνατότητα πρόληψης ή αποκατάστασης τραυματισμών και καταπονήσεων των κάτω άκρων. Εξίσου σημαντικά προβλήματα οφειλόμενα σε δομική παθολογία, όπως πλατυποδία, κοιλοποδία, πτώση μεταταρσίων, βλαισσός μέγας δάκτυλος και παθολογία δακτύλων, μπορούν να διαγνωστούν έγκαιρα με την ψηφιακή απεικόνιση της ανατομικής μορφολογίας του πέλματος (Cavanagh & Rodgers, 1987).

1.1 *Προσδιορισμός του προβλήματος*

Από τη βιβλιογραφία διαπιστώνεται, ότι η ανάπτυξη μεθόδων μέτρησης των πελματιαίων πιέσεων έχει στόχο τη διάγνωση προβλημάτων του άκρου ποδός και αν γίνει μέχρι την προεφηβική ηλικία, μπορεί σε πολύ μεγάλο βαθμό να βοηθήσει στην αποκατάσταση των ανατομικών δυσλειτουργιών, με τη χρήση κατάλληλης θεραπευτικής μεθόδου. Επιπλέον, η μονομερής ενασχόληση με ένα άθλημα, πριν ολοκληρωθεί η ανάπτυξη ενέχει τον κίνδυνο ανάπτυξης ανώμαλης μορφολογίας του άκρου πόδα, τόσο στα οστά, όσο και στην κατανομή των πιέσεων στην πελματιαία επιφάνεια (Κουτσονικόλας, Μποτζώρης, Παπασωτηρίου, Λιαγκούρης και Ανωγειανάκις , (1999).

Σε μελέτη των Sutherland, Olsen & Cooper, (1980), υποστηρίζεται ότι το σχήμα κίνησης, που είναι χαρακτηριστικό και μοναδικό για κάθε άνθρωπο, αποκτάται σε παιδική ηλικία και συγκεκριμένα από 7 – 9 ετών, παρά το γεγονός ότι η οστική ανάπτυξη ολοκληρώνεται με τη συμπλήρωση του 12^{ου} έτους, ενώ η συνολική ανάπτυξη συνεχίζεται μέχρι το 18^{ο} έτος. Η καταγραφή των χαρακτηριστικών της ώριμης βάδισης σε υγιή παιδιά, επιτρέπει ως ένα βαθμό, τη δημιουργία μια βάσης για συγκρίσεις με παθολογικές μορφές βάδισης, για

επαρκέστερη αξιολόγηση των ευρημάτων μιας έρευνας. Επιπλέον, αποδεικνύεται ότι οι απαιτήσεις κάθε αθλήματος επηρεάζουν τη στάση και την ισορροπία του σώματος και την ανάπτυξη συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων, με αποτέλεσμα να διαμορφώνεται ανάλογα η κατανομή των πιέσεων στα πέλματα (Ripani M., et al, 2005).

Καθώς οι μέχρι τώρα υφιστάμενες έρευνες είναι ελάχιστες στον τομέα αυτό, γεννάται το ερώτημα, αν η εξειδίκευση των παιδιών σε ένα είδος αθλήματος, ως ένα βαθμό διαμορφώνει το σχήμα κίνησης και αν υπάρχουν κοινά χαρακτηριστικά στην αποτύπωση των πελματιαίων πιέσεων για κάθε άθλημα. Ενδεχόμενη ανισομερής κατανομή των πιέσεων, πολλαπλασιάζει τον κίνδυνο εμφάνισης μόνιμης παραμόρφωσης με μακροπρόθεσμες συνέπειες. Υποστηρίζεται ότι μέχρι την ολοκλήρωση της ανάπτυξης, η προπόνηση πρέπει να αποβλέπει στη βελτίωση των φυσικών ικανοτήτων και στην εκμάθηση και ανάπτυξη της τεχνικής του αθλήματος (Κόσσυβα και Χατζηχαριστός, 2007).

1.2. *Σκοπός της μελέτης*

Η σύγκριση μεταξύ αθλημάτων είναι δύσκολη λόγω των πολλών και διαφορετικών παραμέτρων που πρέπει να εξεταστούν, γι' αυτό στη μέχρι τώρα βιβλιογραφία το ερευνητικό πεδίο στον τομέα αυτό είναι εξαιρετικά περιορισμένο. Καθώς δεν υπάρχει σχετική μελέτη, που να συγκρίνει τις πελματιαίες πιέσεις παιδιών και ενηλίκων αθλητών ποδηλασίας και καλαθοσφαίρισης, επιχειρείται μια προσέγγιση, δεδομένου του εντελώς διαφορετικού ρόλου, που επιτελεί το πόδι στα ανωτέρω αθλήματα.

Ο βασικός λοιπόν σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μετρήσει και να αναλύσει τις πιέσεις στα πέλματα των αθλητών, για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν συγκεκριμένες φορτίσεις, που χαρακτηρίζουν κάθε ομάδα.

Οι επιμέρους σκοποί ήταν:

α) Να παρατηρηθούν τα πέλματα των παιδιών, που ασχολούνται τουλάχιστον για μία διετία με το κάθε άθλημα, να προσδιοριστούν οι ομοιότητες στις φορτίσεις των πελμάτων και να συγκριθούν με ενήλικες αθλητές, των οποίων η ανάπτυξη έχει ολοκληρωθεί και η χρόνια ενασχόληση με το άθλημα ενδεχομένως έχει μεγιστοποιήσει τα προβλήματα στα κάτω άκρα.

β) Να αποτυπωθούν οι διαφορές ανάμεσα στα παιδιά, που ασχολούνται συστηματικά με την καλαθοσφαίριση και σε εκείνα, που ασχολούνται με την ποδηλασία και κατ' αντιστοιχία να εκτιμηθούν, αν υπάρχουν, διαφορές και ανάμεσα στις δύο ομάδες ενηλίκων αθλητών.

γ) Να συγκριθούν τα ευρήματα με εκείνα των αντιστοίχων ηλικιακών ομάδων, που δεν ασχολούνται συστηματικά με κάποια αθλητική δραστηριότητα και οι οποίοι θα αποτελέσουν την ομάδα ελέγχου.

1.3. *Ανάγκη διεξαγωγής της έρευνας*

Η αύξηση του αριθμού των αθλητών, που αγωνίζονται σε επίπεδο συλλόγων και σωματείων σε διάφορα αθλήματα ή των ερασιτεχνών, που δραστηριοποιούνται σε κάποια αθλητική δραστηριότητα, συνεπάγεται συνακόλουθη αύξηση των περιστατικών αθλητικών κακώσεων, κυρίως λόγω τραυματισμών ή συνδρόμου υπέρχρησης.

Οι ενήλικες αθλητές αλλά και τα παιδιά, επειδή βιάζονται να επανέλθουν στην αγωνιστική δράση, συχνά υποτιμούν τη σημασία της κάκωσης, με συνέπεια να αγωνίζονται και πάλι, ενώ το πρόβλημα ακόμα υφίσταται. Εφόσον οι δομικές ανωμαλίες των κάτω άκρων σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, ευθύνονται σε μεγάλο βαθμό για τις αθλητικές κακώσεις, οι οποίες δημιουργούν μακροπρόθεσμα σοβαρές μυοσκελετικές παθήσεις, είναι χρήσιμη η προσέγγιση του προβλήματος διαγνωστικά.

Η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας έχει συμβάλλει σημαντικά στην ανάπτυξη μεθόδων έγκαιρης διάγνωσης αυτών των δομικών ανωμαλιών, επομένως η παρούσα έρευνα μπορεί να αποδειχθεί χρήσιμη για την εξαγωγή συμπερασμάτων, που θα βοηθήσουν τους ειδικούς να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά αυτά τα προβλήματα, τα οποία εξελίσσονται σε χρόνιες παθήσεις με μεγάλο κοινωνικό, οικονομικό και ψυχολογικό κόστος για τον πάσχοντα.

1.4. *Οριοθετήσεις και περιορισμοί*

Οι περιορισμοί της παρούσας έρευνας συνοψίζονται στα εξής:

α) Το δείγμα που εξετάστηκε περιορίστηκε στα παιδιά και τους ενήλικες αθλητές, που ανήκουν στους αθλητικούς συλλόγους και σωματεία της πόλης της Σπάρτης.

β) Στην ομάδα ελέγχου τα παιδιά προήλθαν από σχολικές μονάδες Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, ενώ οι ενήλικες επίσης ήταν κάτοικοι Σπάρτης.

γ) Ο αριθμός των συμμετεχόντων (συνολικά 120 άτομα) περιορίζει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

δ) Το όργανο μέτρησης ήταν πελματογράφος της εταιρίας RsScan Βελγίου με το προτεινόμενο λογισμικό Footscan 7.0 της ίδιας εταιρίας.

ε) Τα στοιχεία που αφορούσαν το ιατρικό ιστορικό, το χρόνο ενασχόλησης με το κάθε άθλημα και τις ώρες προπόνησης σε εβδομαδιαία βάση δεν πιστοποιήθηκαν και περιορίστηκαν στη δήλωση του εξεταζομένου στο ατομικό δελτίο, που συμπληρώθηκε πριν από τις μετρήσεις.

1.5. *Ερευνητικές υποθέσεις*

Υ1. Θα παρατηρηθούν διαφορές στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά ανάμεσα στις δύο ηλικιακές ομάδες και ανάμεσα στους αθλητές καλαθοσφαίρισης και ποδηλασίας.

Υ2. Θα υπάρξουν διαφορές στις απόλυτες τιμές των πιέσεων μεταξύ παιδιών και ενηλίκων.

Υ3. Θα παρατηρηθούν διαφορές στην κατανομή της μέγιστης πίεσης, στις ανατομικές ζώνες του πέλματος, ανάμεσα στους αθλητές των δύο αθλημάτων.

Υ4. Θα εντοπιστούν διαφορές στις τιμές της μέγιστης πίεσης και της φόρτισης ανάμεσα στους αθλητές και στην ομάδα ελέγχου.

1.6 *Καθορισμός των όρων*

Η βασική ορολογία, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα περιέλαβε τους όρους:

Εμβιομηχανική: είναι η επιστήμη που μελετά την εφαρμογή των νόμων της μηχανικής στα βιολογικά συστήματα και ειδικότερα στο κινητικό σύστημα του ανθρώπινου σώματος, με τη βοήθεια της ανατομίας και της κινησιολογίας (Dorland's Illustated Medical Dictionary 28th Edition).

Σύνδρομο υπέρχρησης: Είναι η συνηθέστερη αιτία τραυματισμών στον αθλητισμό και προκαλείται από την έκθεση ενός συγκεκριμένου ιστού σε έντονες επαναλαμβανόμενες καταπονήσεις, που μπορεί βραχυπρόθεσμα να προκαλέσουν

φλεγμονή ή πόνο, όμως μακροπρόθεσμα, δρώντας σωρευτικά ενδέχεται να προκαλέσουν σοβαρές χρόνιες κακώσεις (Dirckx,2001).

Μυοσκελετικές παθήσεις: είναι οι αλλοιώσεις και δυσλειτουργίες του σκελετού και των μυών, που δημιουργούνται από τραυματισμούς ή παρατεταμένες λανθασμένες στάσεις ή κινήσεις ή από υπερβολικά φορτία, τα οποία ο ανθρώπινος οργανισμός δεν είναι σε θέση να απορροφήσει (Solomon, L., Warwick, D., Nayagam S., 2007).

Πελματιαία πίεση: είναι το ποσό της δύναμης, που εφαρμόζεται στην επιφάνεια του πέλματος.

Φόρτιση: είναι η ταχύτητα με την οποία αυξάνουν οι πιέσεις, που δέχεται ένα σημείο του πέλματος.

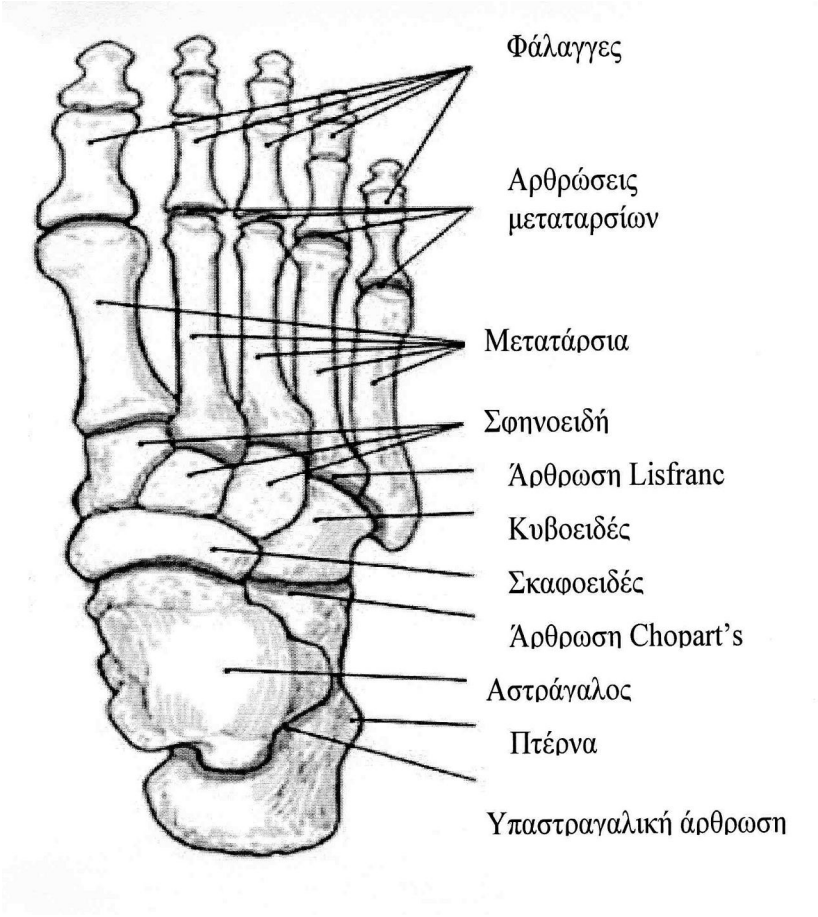
Πελματογράφος: είναι μια συσκευή διαγνωστικού ελέγχου των κάτω άκρων, που λειτουργεί χωρίς ακτινοβολία ή ραδιενέργεια. Αποτελείται από ικανό αριθμό αισθητήρων, οι οποίοι καταγράφουν και αναλύουν τη βάδιση, δίνοντας τη δυνατότητα στους ειδικούς να αναγνωρίσουν τις παθήσεις των κάτω άκρων.

ΙΙ. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. *Οστική μορφολογία άκρου ποδός*

Το άκρο πόδι σχηματίζει μια θολωτή κατασκευή, απαρτιζόμενη από 28 οστά, που συνδέονται με 57 αρθρώσεις. Αποτελείται από τον ταρσό, τα μετατάρσια και τις φάλαγγες, που σχηματίζουν την οπίσθια και την πρόσθια μοίρα (Dufour, 2006).

Ο ταρσός είναι ένα σύνολο 7 οστών, που διαμορφώνουν το οπίσθιο πόδι, τα οποία είναι διατεταγμένα σε τρεις σειρές:



Σχήμα 2.1 Οστά και αρθρώσεις δεξιού άκρου ποδιού
(Τροποποιημένο από Gore & Spencer,2004)

α) Στην πρώτη σειρά πίσω, βρίσκεται ο αστράγαλος και η πτέρνα. Όλα τα οστά είναι βραχέα, διφυή και μη συμμετρικά, αρθρώνονται με τα γειτονικά και συμβάλλουν στη διαμόρφωση του σκελετού του ποδιού. Ο ταρσός αντιπροσωπεύει

τη συνένωση μεταξύ ενός κατακόρυφου τμήματος, της κνήμης και ενός οριζόντιου, του ποδιού.

Ο αστράγαλος είναι το οστό, που βρίσκεται στο οπίσθιο άνω μέρος του ποδιού. Αρθρώνεται με δύο οστά της κνήμης και δύο οστά του ταρσού: την πτέρνα και το σκαφοειδές. Από οστεολογική άποψη περιγράφεται ως κύβος με 6 επιφάνειες, στις οποίες αναγνωρίζεται σώμα, αυχένας και κεφαλή. Ο λειτουργικός του ρόλος είναι να μεταδίδει τις κνημιαίες πιέσεις στο πόδι και κατά τον τρόπο αυτό, είναι ένα οστό πολύ συμπαγές, με περιορισμένη αιμάτωση. Το γεγονός αυτό αποτελεί δυσμενή παράγοντα για τη σταθεροποίηση των καταγμάτων αυτού του οστού.

Η πτέρνα είναι το ογκωδέστερο οστό του ποδιού και βρίσκεται στο οπίσθιο κάτω μέρος. Αποτελεί ένα από τα σημαντικά σημεία στήριξης του ποδιού στο έδαφος και διαμορφώνει την ποδική καμάρα προς τα εμπρός. Ως προς το σχήμα είναι περίπου παραλληλεπίπεδο και στην έσω επιφάνεια παρουσιάζει μια οστέινη προεξοχή, το υπέρεισμα του αστραγάλου, που χρησιμεύει στη στήριξη του αστραγάλου (Hamilton & Luttgens, 2003).

β) Στη δεύτερη σειρά, στο μέσον βρίσκεται το σκαφοειδές, που αρθρώνεται στο οπίσθιο τμήμα μόνο με τον αστράγαλο και στο πρόσθιο τμήμα με τα σφηνοειδή. Είναι αποπλατυσμένο ως προς τη μορφή με το κοίλο τμήμα προς τα κάτω και φέρει στην έσω επιφάνεια μια ψηλαφητή προεξοχή, που ονομάζεται κύρτωμα του σκαφοειδούς, στην οποία προσφύεται ο οπίσθιος κνημιαίος μυς, που παρέχει επεκτάσεις: 1) προς όλα τα οστά του ταρσού, εκτός από τον αστράγαλο και 2) προς όλα τα μετατάρσια, εκτός από τα δύο ακραία.

γ) Στην τρίτη σειρά εμπρός και από μέσα προς τα έξω βρίσκονται τα τρία σφηνοειδή οστά και το κυβοειδές.

Τα τρία σφηνοειδή οστά μοιάζουν μεταξύ τους, έχουν σχήμα πρισματικό τριγωνικό και αρθρώνονται πίσω με το σκαφοειδές και μπροστά με τα τρία πρώτα μετατάρσια.

Το κυβοειδές έλαβε το όνομά του από το σχήμα του και αρθρώνεται με την πτέρνα, καθώς επίσης με τα σφηνοειδή και τα μετατάρσια, σχηματίζοντας τη διάρθρωση του Lisfranc.

Συμπερασματικά, το οπίσθιο πόδι κυριαρχείται από την οστέινη οπίσθια προβολή της πτέρνας. Επιπλέον, είναι το αρθρικό σύμπλεγμα, που προσφέρει ευστάθεια και αντιρροπεί την ποδική καμάρα. Κατ' αυτή την έννοια αρχίζει τη

συνθετική δοκό του ποδιού, που κατανέμει στη ραχιαία επιφάνεια τα οστά και στην πελματιαία τους μύες.

Όμως η συνολική του όψη μπορεί να αλλάξει ή να παραμορφωθεί από παθολογικές καταστάσεις, που οδηγούν σε απλές δυσμορφίες ή διαμόρφωση ραιβότητας.

Η συχνότητα των ορθοπεδικών προβλημάτων στην περιοχή αυτή οφείλεται:

α) στην πολυπλοκότητα των οστικών τοποθετήσεων

β) στην επισφαλή εξισορρόπηση μεταξύ αυτοχθόνων και ετεροχθόνων μυών

γ) στην υπερκόπωση και γήρανση των δομών, που έχουν ως αποτέλεσμα άλγη, τα οποία στη συνέχεια επεκτείνονται στο σύνολο των οστών του άκρου ποδός.

Το πρόσθιο πόδι αποτελείται από τη σχάρα των 5 μεταταρσίων και από τις φάλαγγες των δακτύλων.

Τα μετατάρσια είναι οστά μακρά, μη συμμετρικά, διφυή και συμβάλλουν στο σχηματισμό της ποδικής καμάρας. Αυτή η καμάρα στη ραχιαία επιφάνεια έχει τα οστά και στην πελματιαία επιφάνεια τα μαλακά μόρια (συνδέσμους και αυτόχθονες μύες), δημιουργώντας έτσι μία σύνθετη στέγη. Στην κορυφή της ποδικής καμάρας βρίσκεται το 2^{ο} μετατάρσιο, που έχει το μεγαλύτερο μήκος από όλα τα μετατάρσια και αποτελεί τον ανατομικό άξονα του ποδιού.

Οι φάλαγγες είναι οστά μακρά, διφυή και μη συμμετρικά και σχηματίζουν τον αρθρωτό σκελετό των δακτύλων, που αποτελείται από τρεις φάλαγγες: την εγγύς, τη διάμεση και την άπω. Ο μέγας δάκτυλος, έχει μόνο δύο φάλαγγες: την εγγύς, που είναι ογκωδέστερη της αντίστοιχης των άλλων και την άπω. Το 1^{ο} μετατάρσιο και τα σησαμοειδή οστά στηρίζουν το πόδι κατά τη βάδιση στη φάση της αιώρησης και κατά τη στροφή επί του εδάφους. Ο ορθοπεδικές παραμορφώσεις του πρόσθιου πόδα οφείλονται στην πολυπλοκότητα της οργάνωσης των μαλακών μορίων και στο μικρό μέγεθος των οστών (Dufour, 2006).

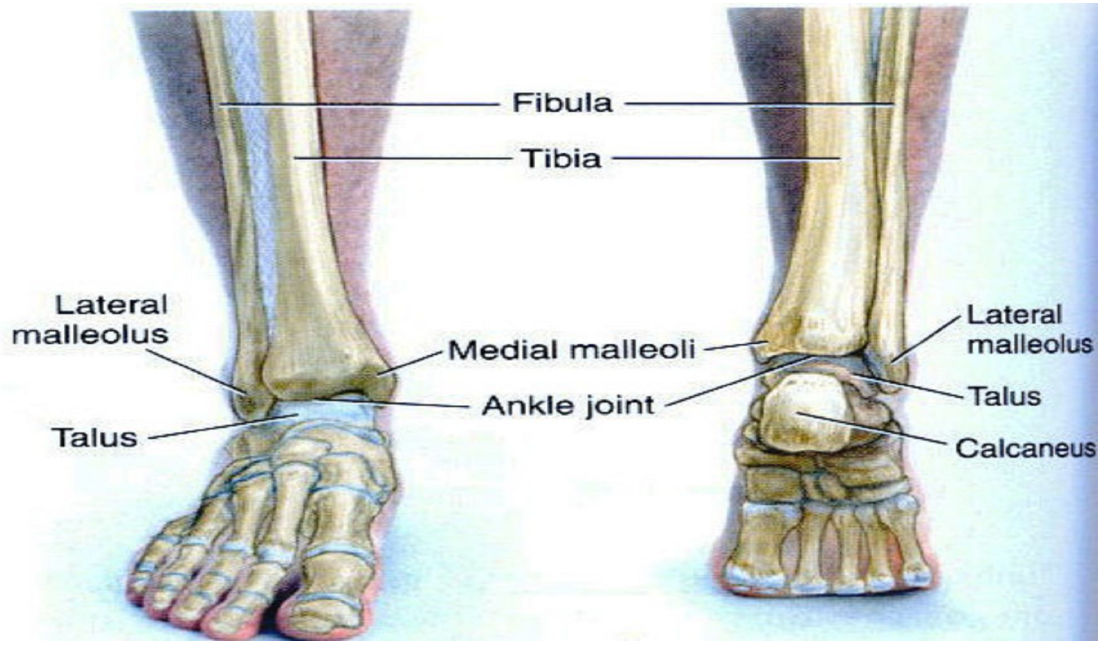
2.2 *Αρθρώσεις άκρου ποδός*

2.2.1 Η ποδοκνημική άρθρωση

Η ποδοκνημική άρθρωση είναι μια σταθερή άρθρωση, που προσδίδει υποστήριξη, ισορροπία και κίνηση και σχηματίζεται από τα οστά της κνήμης και της περόνης και από την τροχιλία του αστραγάλου. Τα περιφερικά άκρα της κνήμης και της περόνης περικλείουν την τροχιλία του αστραγάλου, σχηματίζοντας την περοκνημική γλήνη.

Τα οστά της άρθρωσης συγκρατούνται στη θέση τους από τους περιφερικούς κνημοπερονιαίους συνδέσμους και τη μεσόστεο μεμβράνη.

Η ποδοκνημική μπορεί να εκτελέσει μόνο δύο κινήσεις: τη ραχιαία και την πελματιαία κάμψη, αφού οι πλάγιοι σύνδεσμοι και τα σφυρά αποτρέπουν τις πλάγιες κινήσεις. Η ραχιαία κάμψη φθάνει τις 20 μοίρες περίπου και εξασφαλίζει σταθερότητα στην άρθρωση κατά τη βάδιση. Η πελματιαία κάμψη φθάνει τις 30° και επιτρέπει στην άρθρωση να έχει ένα ευρύτερο κινητικό πεδίο. Συμπεριλαμβάνει υπτιασμό, προσαγωγή και έσω στροφή.



Σχήμα 2.2 Ποδοκνημική άρθρωση
(http://www1.cleveland.edu/uploads/SmithE/web%20of%20ankle.ppt#)

Η λειτουργική ικανότητα των πελματιαίων καμπτήρων είναι 4 φορές μεγαλύτερη των ραχιαίων, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης ανάπτυξής τους, αφού φέρουν το βάρος του σώματος και συμβάλλουν στην όρθια στάση (Solomon, Warwick & Nayagam, 2007).

Οι συνηθέστερες κακώσεις της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι οι συνδεσμικές και θεωρούνται αποτέλεσμα αθλητικών δραστηριοτήτων. Συχνά κατά

τη διάρκεια της άθλησης, σε μια λανθασμένη κινητική εκτέλεση, η ποδοκνημική άρθρωση περιστρέφεται, προκαλώντας μία στιγμιαία επώδυνη διάταση στους γύρω ιστούς και που αναφέρεται ως διάστρεμμα της ποδοκνημικής. Στην περίπτωση άσκησης μεγαλύτερης δύναμης, οι σύνδεσμοι ενδέχεται να υποστούν ρήξη ή πλήρη ρήξη, οπότε ακόμη και μετά την επούλωση, η άρθρωση θα χαρακτηρίζεται από ένα βαθμό αστάθειας, λόγω της αυξημένης επιβάρυνσης του αρθρικού χόνδρου (Στεργιούλας, 2005).

Οι αθλητικές κακώσεις στην ποδοκνημική άρθρωση αφορούν σε διαστρέμματα και ρήξεις των συνδέσμων. Τα διαστρέμματα αποτελούν το 75% των κακώσεων αυτών και οφείλονται σε παράγοντες, όπως: η ηλικία, η μυϊκή δύναμη, η μυϊκή ένταση, η αστάθεια της άρθρωσης, ιστορικό τραυματισμού, πλημμελής αποκατάσταση και τέλος εμβιομηχανικές ατέλειες. Σε αθλήματα, που απαιτούν ταχύτητες, άλματα, προσγειώσεις και αλλαγές κατεύθυνσης, όπως στην καλαθοσφαίριση, η εκρηκτική ώθηση του ποδιού επιφέρει αστάθεια στην ποδοκνημική, είτε λόγω της μέγιστης πελματιαίας κάμψης, είτε λόγω υπερβολικού υπτιασμού. Η απότομη κάμψη της άρθρωσης που ακολουθεί έχει σαν αποτέλεσμα τον τραυματισμό του έξω πλάγιου συνδέσμου. Η συντριπτική πλειονότητα των συνδέσμων αφορά τον έξω πλάγιο σε ποσοστό 97%, σε αντίθεση με τον έσω πλάγιο, ο οποίος τραυματίζεται σπάνια, επειδή καταπονείται κατά τη ραχιαία κάμψη, όταν το πόδι πρηνίζει, οπότε η πτέρνα αναστρέφεται μηχανικά, προφυλάσσοντας το σύνδεσμο (Willems, 2004).

2.2.2 Η υπαστραγαλική άρθρωση

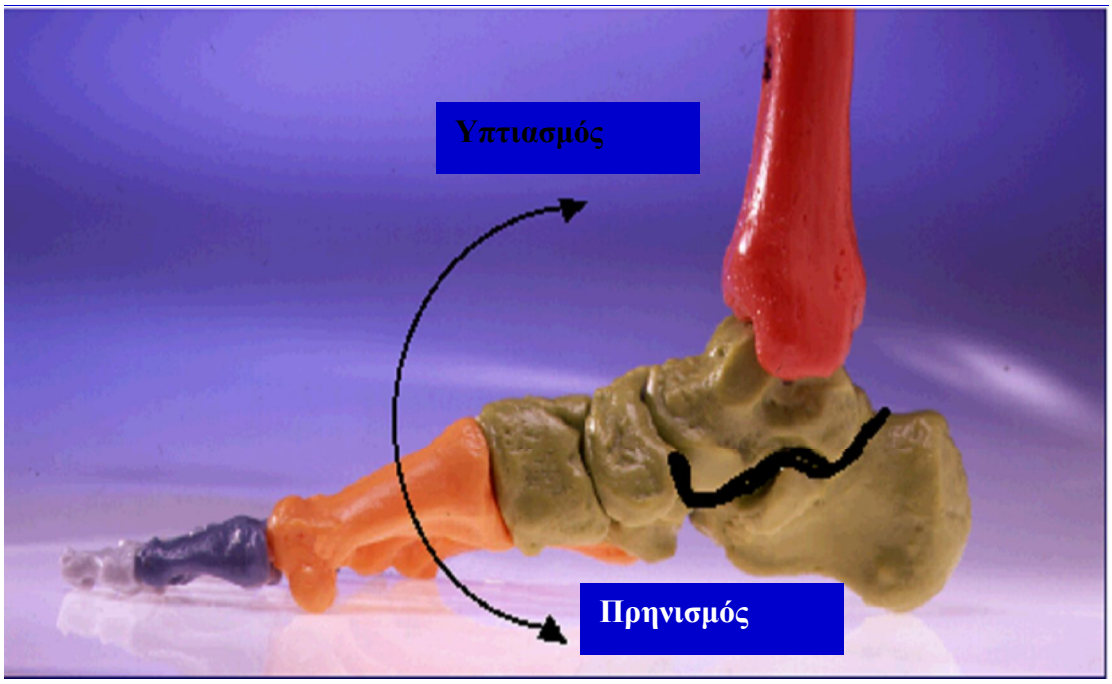
Η υπαστραγαλική άρθρωση αποτελεί μια λειτουργική ενότητα, που απαρτίζεται από τον αστράγαλο και την πτέρνα και επιτρέπει κινήσεις γύρω από τον άξονα του Henke, που διέρχεται λοξά μέσα από τον ταρσό. Ο άξονας αυτός βοηθά στην εκτέλεση δύο κινήσεων:

α) ανάσπαση του έξω χείλους του ποδιού, ταυτόχρονη απαγωγή και πρηνισμό, που φθάνει μέχρι 30° και

β) ανάσπαση του έσω χείλους του ποδιού, προσαγωγή και υπτιασμό, με μέγιστη τιμή τις 60°. Οι κινήσεις πρηνισμού και υπτιασμού συντελούνται με σκοπό τη στήριξη του σώματος, τη σταθερότητα της βάδισης και την προσαρμογή του πέλματος σε διαφορετικά επίπεδα του εδάφους, επιμερίζοντας ταυτόχρονα το βάρος και κατανέμοντάς το ισόρροπα (Εικόνα 2.3). Με τον τρόπο αυτό και χάρη στην ποικιλία

των μηχανισμών που εκτελεί, η υπαστραγαλική άρθρωση διευρύνει το κινητικό πεδίο της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Το σημαντικό σημείο της υπαστραγαλικής άρθρωσης εντοπίζεται στο κενό, που αναπτύσσεται ανάμεσα στο σκαφοειδές οστό και στην πτέρνα, το οποίο καλύπτει ο πελματιαίος πτερνοσκαφοειδής σύνδεσμος. Πιθανή καταπόνηση και απότομη διάταση του συνδέσμου αυτού, αναγκάζει τον αστράγαλο να στραφεί προς τα μέσα, με αποτέλεσμα την καθίζηση της επιμήκους καμάρας και την εμφάνιση πλατυποδίας.



Σχήμα 2.3 Υπαστραγαλική άρθρωση (www.RsScan.com)

2.2.3 Η Χοπάρτειος άρθρωση (Chopart)

Η χοπάρτειος άρθρωση βρίσκεται εγκάρσια στον ταρσό του ποδιού και αποτελείται από 2 αρθρώσεις, την αστραγαλοσκαφοειδή και την πτερνοκυβοειδή.

Η αστραγαλοσκαφοειδής είναι σύνθετη άρθρωση με σχήμα σφαιρικό, που επιτρέπει να γίνουν περιορισμένες κινήσεις :

- ραχιαία κάμψη – πελματιαία κάμψη 7° .
- υπτιασμός 13° – πρηνισμός 8° .

Η πτερνοκυβοειδής είναι μη αξονική άρθρωση, που έχει μικρότερη κινητικότητα σε σχέση με την αστραγαλοσκαφειδή και λειτουργεί με τρόπο που συμπληρώνει τις κινήσεις της αστραγαλοσκαφοειδούς, ώστε να αποκτούν μεγαλύτερο εύρος:

- 2° ραχιαίας & πελματιαίας κάμψης.
- 7° πρηνισμού – υπτιασμού.

Η χοπάρτειος άρθρωση δεν εκτελεί κινήσεις μεμονωμένες κινήσεις, αλλά συνεργάζεται και συμμετέχει στην κίνηση του πρόσθιου πόδα, όταν το ύψος της ποδικής καμάρας μειώνεται κατά τη φάση του πρηνισμού και όταν αυξάνεται το ύψος κατά τη φάση του υπτιασμού.

Η δομή των οστών και οι προσφύσεις των συνδέσμων, μηχανικά συνδέουν την άρθρωση αυτή με την υπαστραγαλική άρθρωση, σχηματίζοντας με τον τρόπο αυτό έναν άξονα κίνησης 3 επιπέδων. Κατά την ανάσπαση του έσω χείλους, το σκαφοειδές και το κυβοειδές κινούνται προς τα μέσα και στρίβουν κάτω από τον σταθεροποιημένο αστράγαλο. Η πτέρνα ακολουθεί το κυβοειδές, κινούμενη προσθίως και στρίβοντας κάτω από τον αστράγαλο.

Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να παρουσιαστεί μη φυσιολογική σύνδεση των οστών του ταρσού, που οδηγεί σε περιορισμό της κίνησης των οστών του. Η μη φυσιολογική αυτή σύνδεση χαρακτηρίζεται ως «συνασπισμός του ταρσού», και μπορεί να είναι είτε οστική, είτε ινοχόνδρινη, ολική ή μερική. Επειδή οι αρθρώσεις μεταξύ των οστών του ταρσού προσδίδουν σημαντική βοήθεια – ενίσχυση στις κινήσεις της ποδοκνημικής και υπαστραγαλικής άρθρωσης, κάθε απώλεια κίνησης των οστών του ταρσού μπορεί να οδηγήσει αντισταθμιστικά σε υπερβολικό εύρος κίνησης στην ποδοκνημική και στον οπίσθιο πόδα. Κατά συνέπεια ο «συνασπισμός του ταρσού» μπορεί να αποτελέσει προδιαθεσικό παράγοντα διαστρεμμάτων του αστραγάλου.

2.2.4 Ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις

Είναι μη αξονικές αρθρώσεις και παρουσιάζουν μικρές κινήσεις ολίσθησης, που παρομοιάζονται με περιορισμένου εύρους κινήσεις κάμψης – έκτασης, απαγωγής – προσαγωγής. Η μικρή αυτή κινητικότητα ποικίλει ανάμεσα στις 5 ταρσομετάρσιες και η ακριβής μέτρηση είναι εξαιρετικά δύσκολη.

Η πρώτη ταρσομετατάρσια άρθρωση μπορεί να παρουσιάσει μικρή συνδυασμένη κίνηση με το μεγάλο δάκτυλο. Η κινητικότητα της αυξάνει προς

ραχιαία κατεύθυνση όταν υπάρχει παραμόρφωση βλαισού μεγάλου δακτύλου. Η μικρότερη από όλες είναι η δεύτερη και, εξαιτίας του σχήματος των οστών που την απαρτίζουν και της συνδεσμικής υποστήριξης, εκτελεί και την πιο περιορισμένη κίνηση. Η κινητικότητα σταδιακά αυξάνει από την τρίτη ταρσομετατάρσια άρθρωση, ενώ οι πλέον ευκίνητες είναι η τέταρτη και η πέμπτη.

Κατά τη διάρκεια της προώθησης, που απαιτείται κατά τη βάδιση, και το τρέξιμο, η περιορισμένη κίνηση της πρώτης και της δεύτερης ταρσιομετατάρσιας προσφέρει σε λειτουργικότητα, διευκολύνοντας τη σταθερή στήριξη του ποδιού στο έδαφος.

2.2.5 Μεσομετατάρσιες αρθρώσεις

Είναι μη αξονικές αρθρώσεις, που βρίσκονται στις κεφαλές και στις βάσεις των μεταταρσίων. Ο ρόλος τους είναι να προσδίδουν ελαστικότητα και κινητικότητα, επιτρέποντας περιορισμένου εύρους κινήσεις ολίσθησης. Κάτω από την επίδραση του βάρους οι μεσομετατάρσιες αρθρώσεις των κεφαλών των μεταταρσίων διαπλατύνονται για να υποβοηθήσουν το πρόσθιο τμήμα του εγκάρσιου τόξου να έρθει σε επαφή με το έδαφος. Το πρόσθιο τμήμα της εγκάρσιας ποδικής καμάρας αποκτά εκ νέου τη φυσική του κυρτότητα όταν δε φορτίζεται από το βάρος του σώματος.

2.2.6 Μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις

Είναι κονδυλοειδείς αρθρώσεις, που εκτελούν κινήσεις κάμψης – έκτασης και απαγωγής – προσαγωγής. Στην πελματιαία επιφάνεια της πρώτης μεταταρσιοφαλαγγικής, που είναι η μεγαλύτερη από όλες τις υπόλοιπες, υπάρχουν τα δύο σησαμοειδή οστά, τα οποία προστατεύουν την κεφαλή του πρώτου μεταταρσίου και προσδίδουν δύναμη στους μύες του μεγάλου δακτύλου.

2.2.7 Μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις

Είναι αρθρώσεις γωνιώδεις, που εκτελούν περιορισμένου εύρους κινήσεις κάμψης και έκτασης. (Hamilton & Luttgens, 2003).

2. 3. *Ποδική καμάρα – Πλατυποδία – Κοιλοποδία*

Το σχήμα και η διάταξη των οστών του άκρου ποδός, τα οποία συγκρατούνται με τη σύμπραξη μυών, τενόντων και συνδέσμων σχηματίζουν τρία τόξα: α) το έσω επίμηκες τόξο, που αρχίζει από την πτέρνα, διατρέχει τον αστράγαλο, το σκαφοειδές,

τα τρία σφηνοειδή και καταλήγει στα τρία πρώτα μετατάρσια. Το τόξο αυτό είναι το μεγαλύτερο σε μήκος.

β) το έξω επίμηκες τόξο αρχίζει από την πτέρνα και καταλήγει στα δύο έξω μετατάρσια, αφού διατρέξει το έξω χείλος του ποδιού.

γ) το εγκάρσιο τόξο, το οποίο επιτυγχάνεται μέσω της ειδικής διάταξης των σφηνοειδών οστών και του κυβοειδούς και διατρέχει εγκάρσια τις μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις (Dufour, 2006).

Οι σύνδεσμοι που συνδέουν τα τόξα είναι: ο πελματιαίος πτερνο-σκαφοειδής, ο οποίος είναι ελαστικός στη συμπίεση του έσω επιμήκους τόξου και εμποδίζει την ολίσθηση του αστραγάλου προς τα μέσα, ο μακρός πελματιαίος και η πελματιαία απονεύρωση. Οι ανωτέρω σύνδεσμοι με την ελαστικότητα, που διαθέτουν, συμβάλλουν στην απόσβεση των κραδασμών και χρησιμεύουν στη μηχανική της κίνησης.

Οι διαταραχές των τόξων συνεπάγονται τα εξής προβλήματα:

Πλατυποδία: είναι η πτώση του έσω επιμήκους τόξου, που προκαλείται από τη χαλαρότητα των συνδέσμων, που απαρτίζουν το δελτοειδή σύνδεσμο, με συνέπεια την ανάσπαση του έξω χείλους του πέλματος, απαγωγή και στη συνέχεια ραχιαία κάμψη γωνίας μεγαλύτερης των 15° ως προς τον άξονα του Henke. Η χαλαρότητα των συνδέσμων μπορεί να είναι κληρονομική (μεγαλύτερο μήκος από το φυσιολογικό), ή μπορεί να έχει προκληθεί από διάταση λόγω τραυματισμού, ή ακόμη και από κακή στήριξη και λανθασμένη στάση για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το γεγονός αυτό, έχει ως άμεση συνέπεια την υψηλή φόρτιση και μεταφορά του βάρους του σώματος στο έσω χείλος της πέλματος καθώς και την επιβάρυνση της άρθρωσης του γόνατος. Η διαταραχή αυτή προκαλεί απώλεια σταθερότητας κατά τη βάδιση, λόγω του υπερπρηνισμού και τάση προς τραυματισμούς (Παράρτημα 7.4).

Επιπλέον αποτελεί μία από τις συχνότερες παραμορφώσεις του άκρου ποδός, ιδιαίτερα κατά την παιδική ηλικία. Φυσιολογικά, η ποδική καμάρα αρχίζει να αναπτύσσεται μετά την ηλικία των 12 – 18 μηνών και ολοκληρώνεται γύρω στα 5 – 6 χρόνια. Επομένως, είναι φυσικό μέχρι αυτή την ηλικία, τα παιδιά να εμφανίζουν ένα βαθμό εύκαμπτης πλατυποδίας, που οφείλεται στην ελαστικότητα των συνδέσμων και στην αδυναμία ελέγχου της μυϊκής λειτουργίας των ποδιών (Ατσάλη και Ψύχου, 2007).

<u>Κοιλοποδία</u>: είναι η μεγάλη ανύψωση του έσω επιμήκους τόξου, με αποτέλεσμα η στήριξη του σώματος να μετατοπίζεται στις βάσεις των μεταταρσίων και στην οπίσθια μοίρα του ποδιού. Η πάθηση αυτή έχει κυρίως κληρονομικά αίτια Η υπερβολική κοιλοποδία μπορεί επίσης να οδηγήσει σε πόνο στα γόνατα, στα ισχία και σε οσφυϊκό πόνο (Παράρτημα 7.4).

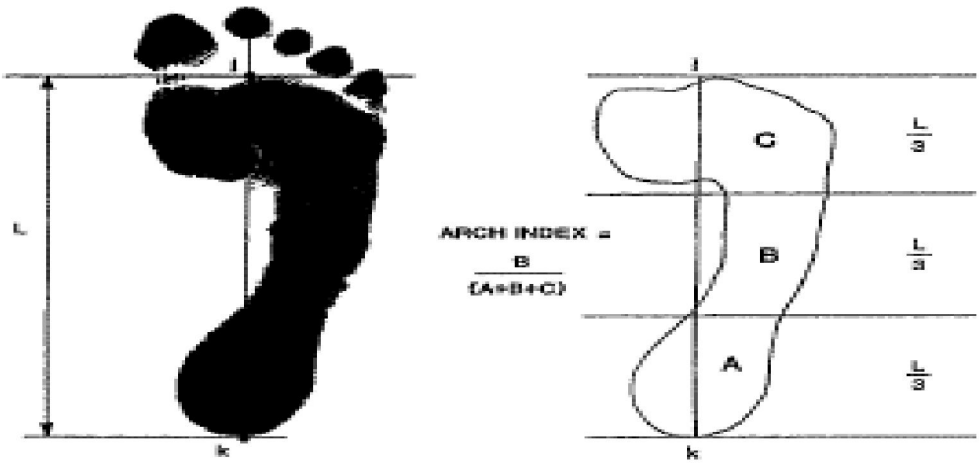
Οι ανωτέρω διαταραχές χαρακτηρίζουν το τύπο του άκρου ποδός και αξιολογούνται είτε με κλινική ιατρική εξέταση στην όρθια στάση, είτε με ακτινολογική εξέταση. Οι ερευνητές εξάλλου, έχουν αναπτύξει διάφορους έμμεσους τρόπους αξιολόγησης του ύψους της ποδικής καμάρας, χρησιμοποιώντας το πελματικό αποτύπωμα.

Ο επικρατέστερος δείκτης (Arch Index) σε μελέτες με πελματογράφο είναι των Cavanagh και Rodgers (1987), κατά τον οποίο το πέλμα διαιρείται στα δύο με έναν άξονα, που διατρέχει την πτέρνα και καταλήγει στο 2° μετατάρσιο (jk). Στη συνέχεια χωρίζεται η επιφάνεια του πέλματος σε τρία τμήματα (εξαιρουμένων των δακτύλων) σε: πρόσθιο πόδι, μέσο πόδι και οπίσθιο πόδι και υπολογίζεται το πηλίκο του μεσαίου τρίτου, σε σχέση με την συνολική επιφάνεια του πελματιαίου αποτυπώματος. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η τιμή τόσο μεγαλύτερη είναι η ένδειξη για πλατυποδία (Εικόνα 2.4). Συγκεκριμένα, οι τιμές που πρότειναν για τον καθορισμό του τύπου της ποδικής καμάρας είναι:

Υψηλή ποδική καμάρα (Κοιλοποδία) AI $\leq$ 21%

Φυσιολογικό πόδι AI 21% – 26%

Χαμηλή ποδική καμάρα (Πλατυποδία) AI $\geq$ 26



Σχήμα 2.4 Υπολογισμός τύπου ποδικής καμάρας (Cavanagh & Rodgers, 1987)

Η αξιοπιστία του ανωτέρω δείκτη για τον υπολογισμό του τύπου του ποδιού εξετάστηκε και υπερίσχυσε άλλων μεθόδων από πλήθος ερευνητών (Chu et al., 1995; Shiang, Lee, H., Lee, S.J. & Chu,1998; Nikolaidou & Boudolos, 2006).

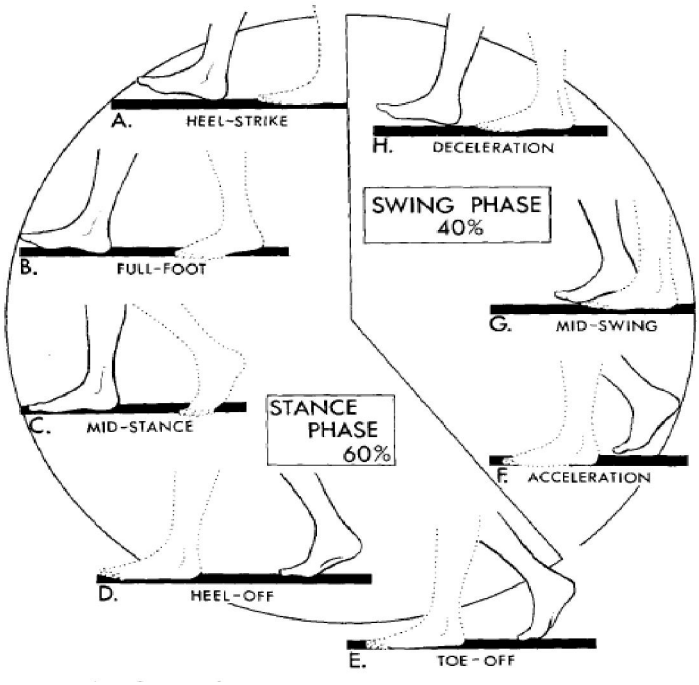
2.4. *Εμβιομηχανική – Κύκλος βάδισης*

Η βάδιση είναι η διαδικασία, κατά την οποία το ανθρώπινο σώμα σε όρθια θέση, μετακινείται προς τα εμπρός, μέσα από μια συνεχή κίνηση των δύο ποδιών εναλλάξ, ώστε να επιτυγχάνεται στήριξη και προώθηση (Whittle, 1991). Το χαρακτηριστικό στοιχείο της βάδισης, όπως λεπτομερώς αναλύθηκε από τους Vaughn, Davis & O' Connor (1992), είναι:

α) η περιοδική κίνηση κάθε ποδιού από τη θέση στήριξης στην επόμενη, η οποία σχηματίζει ένα νοητό κύκλο και

β) οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους, οι οποίες εφαρμόζονται στα πόδια για να στηρίξουν το σώμα.

Δύο κύριες φάσεις παρατηρούνται στον κύκλο της βάδισης: Η φάση στήριξης, που υποδιαιρείται σε πέντε περιόδους και η φάση προώθησης, που υποδιαιρείται σε τρεις περιόδους (Εικόνα 2.5).



Σχήμα 2.5 Ο κύκλος της βάδισης (Gray & Basmajian, 1968)

Αναλυτικότερα η φάση στήριξης περιγράφεται ως εξής:

- Αρχική κρούση της πτέρνας στο έδαφος (heel strike), όπου το κέντρο βάρους του σώματος βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο
- Πάτημα με ολόκληρο το πέλμα (full -foot)
- Μέση στήριξη (midstance), όπου το κέντρο βάρους βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο
- Άρση πτέρνας (heel-off), όταν η πτέρνα ανασηκώνεται από το έδαφος, προκαλώντας κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης
- Άρση δακτύλων (Toe-off), όπου το πόδι εγκαταλείπει το έδαφος και ολοκληρώνει τη φάση στήριξης

Η φάση αιώρησης υποδιαιρείται σε τρεις περιόδους:

- Αρχική αιώρηση ή προαιώρηση (acceleration)
- Μέση αιώρηση (mid-swing)
- Τελική αιώρηση (deceleration)

Η φάση στήριξης καταλαμβάνει το 60% του κύκλου βάδισης και η φάση αιώρησης το 40%.

2.5. *Παθολογική εμβιομηχανική*

Ως παθολογική εμβιομηχανική ορίζεται ο μηχανισμός κατά την κίνηση, που οδηγεί σε δυσλειτουργία ή τραυματισμό. Για να γίνει αντιληπτή η παθολογική εμβιομηχανική του ποδιού, πρέπει πρώτα να εξηγηθεί ο όρος «προσαρμογή».

Η προσαρμογή, όπως περιγράφεται από τους Root et al., (1971), είναι η αλλαγή της δομής, της θέσης ή της λειτουργίας ενός τμήματος του σώματος, προκειμένου να προσαρμοστεί στην απόκλιση της δομής, της θέσης ή της λειτουργίας ενός άλλου τμήματος. Υπάρχουν δύο είδη προσαρμογής: η ομαλή και η ανώμαλη.

- Η ομαλή προσαρμογή εξασφαλίζει ισορροπία και δε συνεπάγεται παθολογία. Παράδειγμα ομαλής προσαρμογής είναι εκείνη που επιτρέπει στο πόδι να ανταπεξέρχεται στις απαιτήσεις της διαφορετικής μορφολογία του εδάφους.
- Η ανώμαλη προσαρμογή είναι μια σύνδεση με ανώμαλη δομή ή λειτουργία του σώματος, που επαναλαμβάνεται διαρκώς. Στο πόδι παρατηρούνται και οι δύο τύποι προσαρμογής. Ο πρηνισμός και υπτιασμός της υπαστραγαλικής

άρθρωσης θεωρείται φυσιολογική προσαρμογή, γιατί εξυπηρετεί τους σκοπούς της βάδισης. Όταν όμως υπάρχουν οστικές παραμορφώσεις ή παραμορφώσεις μαλακών μορίων, τότε παρατηρείται ανώμαλη προσαρμογή, η οποία θεωρείται μόνιμου χαρακτήρα.

Η κίνηση επηρεάζεται και εν πολλοίς καθορίζεται από τη στάση του σώματος, η οποία διαμορφώνεται ανάλογα με τις δραστηριότητες του ατόμου. Λανθασμένη στάση σημαίνει, ότι οι αρθρώσεις του σώματος επιβαρύνονται από διάφορους παράγοντες, με αποτέλεσμα να αναγκάζονται να αποκλίνουν από την αρχική τους θέση, αναπτύσσοντας δυσλειτουργίες, που οδηγούν σε πόνο. Ο αμυντικός μηχανισμός που αναπτύσσεται για να αντιμετωπίσει τον πόνο, αναγκάζει το σώμα να υιοθετήσει μια αναλγητική στάση, η οποία συνίσταται στον περιορισμό της εναλλαγής της κίνησης, στην αλλαγή της διάταξης της σπονδυλικής στήλης, των οστών της λεκάνης και της λειτουργίας των κάτω άκρων. Ταυτόχρονα, λόγω της μετατόπισης του βάρους του σώματος, οδηγεί σε καταπόνηση μυών και συνδέσμων και παθολογική εμβιομηχανική (Schamberger, 2002).

2.6. *Παθολογική μορφολογία*

- **Βλαισογονία**

Η βλαισογονία χαρακτηρίζεται από τη σύγκλιση των γονάτων προς τα μέσα, ενώ οι κνήμες αποκλίνουν προς τα έξω. Προκαλείται από τη μεγάλη κάμψη του κάθετου επιμήκους άξονα, που διέρχεται από τον αστράγαλο και την πτέρνα, σχηματίζοντας μια γωνία προς την έξω πλευρά. Οφείλεται σε εξασθένηση των υπτιαστών μυών, οι οποίοι δεν κατορθώνουν να συγκρατήσουν το πόδι, ούτε να το επαναφέρουν από τη στάση πρηνισμού στη φυσιολογική θέση (Παράρτημα 7.5).

- **Ραιβογονία**

Είναι αντίθετη από τη βλαισογονία και χαρακτηρίζεται από την απόκλιση των γονάτων προς τα έξω και την ύπαρξη κενού μεταξύ των γονάτων (Παράρτημα 7.5).

- **Μεταταρσαλγία – Νεύρωμα Morton**

Ο όρος αναφέρεται σε άλγος στην περιοχή των μεταταρσίων, στην πελματιαία περιτονία, εστιάζεται κυρίως στην περιοχή του δεύτερου μεταταρσίου και συχνά επεκτείνεται και στα υπόλοιπα μετατάρσια και κάτω από τα δάκτυλα των ποδιών. Ο πόνος μπορεί να έχει τη μορφή πίεσης, καψίματος, μωλωπισμού ή μουδιάσματος.

Κατά την ολοκλήρωση της φάσης στήριξης, όταν τα δάκτυλα εγκαταλείπουν από το έδαφος, όλο το βάρος του σώματος μεταφέρεται στα μετατάρσια, με αποτέλεσμα τη δραματική αύξηση των πελματιαίων πιέσεων. Η μεταρσαλγία αποδίδεται σε υπερκόπωση, παχυσαρκία, λανθασμένη επιλογή υποδήματος και υπερβολικές φορτίσεις του πέλματος, εξαιτίας εντατικής αθλητικής δραστηριότητας.

- **Βλαισός μέγας δάκτυλος**

Είναι η αποπλάτυνση με ραιβότητα του πρώτου μεταταρσίου, που οδηγεί σε γωνίωση, απόκλιση και στροφή του μεγάλου δακτύλου. Η παραμόρφωση αυτή οδηγεί σε συνωστισμό των μικρών δακτύλων και σε προχωρημένη κατάσταση, η μεταταρσοφαλαγγική άρθρωση γίνεται οστεοαρθριτική. Θεωρείται η πιο συχνή μυοσκελετική παραμόρφωση του ποδιού και επηρεάζεται πολύ από τα υποδήματα. (Solomon, Warwick & Nayagan, 2007).

- **Πελματιαία απονευρωσίτιδα**

Είναι η φλεγμονή του ινώδους συνδετικού ιστού, που διατρέχει την πελματιαία επιφάνεια του ποδιού από την πτέρνα μέχρι τα μετατάρσια. Η φλεγμονή αυτή παρατηρείται όταν η πελματιαία περιτονία λεπταίνει και επιμηκύνεται περισσότερο από το φυσιολογικό της εύρος, προκαλώντας διάταση και συχνά θραύση των ινών σε διάφορα σημεία. Στο κενό που δημιουργείται μεταξύ της περιτονίας και της πτέρνας μπορεί να αναπτυχθεί ένα νέο οστέινο εξόγκωμα, ο άκανθας πτέρνας, που δημιουργεί άλγος κατά τη βάδιση και συχνά οφείλεται στη χρόνια καταπόνηση, που συνοδεύει τις αθλητικές δραστηριότητες (Παράρτημα 7.6).

- **Αχίλλειος τενοντίτις**

Ο Αχίλλειος τένοντας είναι ο ισχυρότερος του σώματος, ο οποίος μαζί με τους μύες της γαστροκνημίας και την πτέρνα συμβάλλουν, μέσω της πελματιαίας κάμψης στη βάδιση, στο τρέξιμο και στα άλματα. Με τα χρόνια η αιμάτωση της περιοχής μειώνεται, με αποτέλεσμα την ευαισθησία σε τραυματισμούς. Τότε προκαλείται ρήξη ή οξύς πόνος, συνοδευόμενος από φλεγμονή του ινώδους ιστού.

2.7 *Ανάλυση πελματιαίων πιέσεων*

Ο πελματογράφος είναι ένα σύστημα ψηφιακής απεικόνισης της ανατομικής μορφολογίας του πέλματος και της κατανομής των πιέσεων κατά τη στάση και τη βάδιση. Αποτελείται από:

α) μία πλατφόρμα, η οποία διαθέτει αισθητήρες, που έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν το μηχανικό σήμα σε ψηφιακό και που καταγράφουν τις πιέσεις του πέλματος. Όσο περισσότεροι και μικρότεροι αισθητήρες υπάρχουν, τόσο υψηλότερη ανάλυση επιτυγχάνεται, αφού οι πιέσεις σε μικρές ανατομικές περιοχές, όπως οι κεφαλές των μεταταρσίων, δε θα μπορούσαν να μετρηθούν με ακρίβεια.

β) ένα λογισμικό, το οποίο επεξεργάζεται και αναλύει τα δεδομένα και

γ) έναν υπολογιστή, που αποθηκεύει και εμφανίζει τα δεδομένα της ανάλυσης (Εικόνα 2.6)

Εικόνα 2.6 Ψηφιακός πελματογράφος RsScan (www.footscan.gr)

Το πελματογράφημα διακρίνεται σε:

- Στατικό, όπου ο εξεταζόμενος στέκεται με τα δύο πόδια πάνω στην πλατφόρμα και
- δυναμικό, στο οποίο ο εξεταζόμενος βαδίζει με φυσική ταχύτητα, πατώντας στο κέντρο της πλατφόρμας ένα πόδι κάθε φορά.

Οι πρώτες αναφορές του Αριστοτέλη σχετικά με την κίνηση του ανθρώπινου σώματος αποτέλεσαν πηγή έμπνευσης για τους ερευνητές που ακολούθησαν,

αρκετούς αιώνες αργότερα. Στην εποχή της αναγέννησης ο Borelli και αργότερα ο Marey (1830 – 1904), έκαναν τις πρώτες απόπειρες μέτρησης της κατανομής της πίεσης στα πέλματα, ενώ στις αρχές του 20^{ου} αιώνα οι Elftman και Morton ανέπτυξαν μια πρώιμη μορφή του πελματογράφου, εξέλιξη του οποίου αποτελούν οι σημερινοί ψηφιακοί. Οι βελτιώσεις στην πορεία των χρόνων απέβλεπαν στο να εμφανίζουν οι μετρήσεις ακρίβεια και επαναληπτικότητα.

Οι ερευνητές έχοντας υπόψη τον τρίτο νόμο του Newton, σύμφωνα με τον οποίο κάθε δύναμη αντιτάσσεται σε μία ίδια δύναμη αντίθετης κατεύθυνσης, γνώριζαν ότι κατά τη βάδιση ασκούνται διαδραστικές δυνάμεις μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του εδάφους. Οι μετρήσεις αυτών των δυνάμεων επαφής μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσδιορίσουν τις φορτίσεις, στις οποίες υπόκειται το σώμα.

Η βάση των μετρήσεων είναι τα μεγέθη «δύναμη» και «πίεση». Και ενώ η δύναμη περιγράφει τη δράση και αντίδραση μεταξύ δύο σωμάτων ή ενός σώματος και του περιβάλλοντός του, η πίεση είναι το μέγεθος, που μετρά την εφαρμογή της δύναμης πάνω σε μια επιφάνεια. Η πίεση μετριέται σε N/cm2 και είναι αποφασιστικής σημασίας, διότι απεικονίζει την πίεση, που ασκείται κατά τη βάδιση σε κάθε τετραγωνικό εκατοστό του πέλματος, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα για δυνητική βλάβη στους ιστούς κάθε περιοχής του ποδιού (Rosenbaum & Becker, 1997).

Οι πληροφορίες, που λαμβάνει ο ειδικός από τα αποτελέσματα των μετρήσεων, βοηθούν στην έγκαιρη διάγνωση διαταραχών, στην επιλογή θεραπευτικών μεθόδων, και στην πρόγνωση εμφάνισης μελλοντικών προβλημάτων. Η αξιοπιστία των μετρήσεων κατά τη διάρκεια της βάδισης με πελματογράφους διαφορετικής συχνότητας και ανάλυσης, έχει εξεταστεί διεξοδικά και αποδειχθεί με πλήθος ερευνών (Hughes, et al., 1991; Atkinson & Nevill, 1998; Murphy, Beynnon, Michelson & Vacek, 2005; Gurney, Kersting & Rosenbaum, 2008).

2.8 *Μελέτες πελματιαίων πιέσεων – παράγοντες διαφοροποίησης*

Οι παραλλαγές που παρατηρούνται στις τιμές των πελματιαίων πιέσεων σε υγιή άτομα, οφείλονται σε μια σειρά από παράγοντες, οι οποίοι δρουν είτε μεμονωμένα, είτε σε συνδυασμό και αλληλεπίδραση. Οι παράγοντες αυτοί είναι:

- **Η χρήση συσκευών μέτρησης διαφορετικής τεχνολογίας και διαφορετικών μετρικών συστημάτων**.

Εκτός από τους ψηφιακούς πελματογράφους, οι οποίοι διαφέρουν ως προς τον αριθμό και το μέγεθος των αισθητήρων, που επηρεάζουν την ανάλυση, την ευαισθησία και την ακρίβεια των μετρήσεων, οι ερευνητές χρησιμοποιούν μια ποικιλία συσκευών, ανάλογα με τους κλινικούς σκοπούς της μελέτης. Οι συχνότερα απαντώμενες συσκευές είναι η χρήση ηλεκτρονικών ποδόμετρων για τη μέτρηση της κατακόρυφης πελματιαίας πίεσης, οι πιεζοσόλες για την καταγραφή μέσα στα υποδήματα και οι οπτικοί ποδοβαρογράφοι (Χριστοφορίδης, Αγγελούσης και Καμπάς, 2007)

Οι περισσότερες έρευνες στον τομέα της ανίχνευσης παθολογικής εμβιομηχανικής του ποδιού έχουν επικεντρωθεί στον προσδιορισμό των φυσιολογικών τιμών, σε μια βασική παράμετρο, όπως η μέγιστη πίεση. Εντούτοις, ευρύτερη συμφωνία στον τομέα αυτό, δεν έχει έως τώρα επιτευχθεί. Σε μια προσπάθεια να παρακάμψουν το εμπόδιο, που προκύπτει με τις απόλυτες τιμές μέτρησης, οι Rai & Aggarwal (2006), χρησιμοποίησαν την ποσοστιαία κατανομή της μέγιστης πίεσης, διαιρώντας το πέλμα σε οπίσθιο, πρόσθιο και δάκτυλα. Το δείγμα αποτέλεσαν 58 άτομα, χωρίς εμφανή παθολογία στη βάδιση και 8 άτομα με νευρομυϊκά και μυοσκελετικά προβλήματα. Υπάρχει ευρύτερη συμφωνία των ερευνητών ότι η αιτιολογία της παθολογικής βάδισης είναι είτε νευρομυϊκής, είτε μυοσκελετικής φύσης (Lehmann, Lateur & Price, 1992).

- **Υψηλή ή χαμηλή ποδική καμάρα: τύπος του ποδιού**

Οι Murphy, Connolly και Beynnon, (2003) αναφέρουν ότι πολλοί τραυματισμοί των κάτω άκρων οφείλονται εκτός των άλλων, στη μορφολογία του πέλματος. Αυτή η μορφολογία, σύμφωνα με έρευνα των Kaufman, Brodine, Shaffer, Johnson και Cullison, (1999), ευθύνεται για κακώσεις, λόγω συνδρόμου υπέρχρησης.

Σε μελέτη Queen, Mall, Nunley & Chuckpaiwong, (2009), εξετάστηκαν 12 αθλητές χωρίς εμφανή παθολογία κάτω άκρων και συγκρίθηκαν με 10 αθλητές, που διαγνώστηκαν με πλατυποδία αμφοτερόπλευρα, κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ελιγμών. Οι έχοντες πλατυποδία παρουσίασαν μια αύξηση στατιστικά σημαντική στις φορτίσεις του οπισθίου πόδα και ως αναμενόταν και του έσω και έξω χείλους

του μέσου πόδα. Η μελέτη επιβεβαίωσε προηγούμενες έρευνες (Levy et al., 2006 ; Wong, Chamari, Mao, & Wisloff, 2007).

Οι Nakhaee et al., (2008), διεξήγαγαν έρευνα με επαγγελματίες δρομείς, με σκοπό να διαπιστώσουν, αν υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα σε ανώμαλη μορφολογία της ποδικής καμάρας και στους τραυματισμούς του γόνατος και της ποδοκνημικής άρθρωσης. Η έρευνα δεν απέδειξε την αρχική υπόθεση, γεγονός που σύμφωνα με τους ερευνητές, πιθανόν να οφείλεται στη σύνθετη δομή του ποδιού και στην ικανότητά του να προσαρμόζεται στις απαιτήσεις και τις συνθήκες ρουτίνας των αθλητικών δραστηριοτήτων.

Την ανωτέρω έρευνα ενισχύουν οι Tudor et al., (2009), οι οποίοι μελέτησαν τις αθλητικές επιδόσεις (ταχύτητα, ισορροπία, ανακλαστικά) παιδιών με πλατυποδία, ηλικίας 11 – 15 ετών και διαπίστωσαν ότι οι επιδόσεις τους δεν είχαν διαφορές με τα υπόλοιπα παιδιά. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι εφόσον η πλατυποδία δεν επηρεάζει τις αθλητικές επιδόσεις, πιθανόν να μη δημιουργεί προδιάθεση για κακώσεις.

Οι Burns, Crosbie, Hunt και Ouvrier, (2005), σε έρευνα στην οποία εξετάστηκαν 70 άτομα, εκ των οποίων τα 40 είχαν κοιλοποδία και υπέφεραν από πόνο στα πέλματα, συγκρίθηκαν με τα υπόλοιπα 30, που είχαν φυσιολογική ανατομία ποδιού και από τη μέτρηση των πελματιαίων πιέσεων, διαπιστώθηκε ότι οι έχοντες κοιλοποδία παρουσίασαν σημαντικά υψηλότερες τιμές από το φυσιολογικό, γεγονός που σημαίνει ότι το βάρος του σώματος πέφτει στις βάσεις του μεταταρσίου και στην πτέρνα κατά τη βάδιση και έτσι εξηγείται ο πόνος.

Όμως, η μορφολογία του πέλματος έχει συνδεθεί και με την εκδήλωση πόνου στο γόνατο, (Willems, De Cock, Hagman, Witvrouw και De Clercq, 2005).

Συμπερασματικά, λόγω του πλήθους των ερευνών, αντικρουόμενων συχνά μεταξύ τους, δεν είναι εύκολο να αποφανθεί κάποιος αν η πλατυποδία ή η κοιλοποδία όντως αποτελούν παθολογικές καταστάσεις ή αποτελούν απλά φυσιολογικές προσαρμογές.

- **Η ηλικία των εξεταζομένων**

Οι Hennig & Rosenbaum (1991), έχουν συγκρίνει τις πελματιαίες πιέσεις μεταξύ παιδιών ηλικίας 6 – 10 ετών με ενήλικες και βρήκαν ότι οι τιμές της ομάδας των παιδιών ανήλθαν σχεδόν στο 1/3 των τιμών των ενηλίκων. Ανάλογη έρευνα των Bosch, Gerss, & Rosenbaum (2007), σε παιδιά διαφόρων ηλικιών, σκοπό είχε να

παρουσιάσει τα χαρακτηριστικά των φορτίσεων κατά τα στάδια ολοκλήρωσης της ανάπτυξης. Τα ευρήματα έδειξαν ότι στα παιδιά η παράμετρος «επιφάνεια επαφής» στο μέσο πόδα εμφάνιζε 9% μείωση κάθε χρόνο, γεγονός που οφείλεται στη σταδιακή εξάλειψη της εύκαμπτης πλατυποδίας, που είναι φυσιολογική στις μικρές ηλικίες. Επιπρόσθετα, καθώς αυξάνεται η ηλικία, η μέγιστη πίεση και η ώθηση μέσου ποδός μειώνονται, πιθανότατα επειδή αναπτύσσεται το επίμηκες τόξο της ποδικής καμάρας.

Οι Tuna, Yildiz, Celtic & Kokino (2004), επιχείρησαν να οριοθετήσουν τις φυσιολογικές τιμές σε 62 εφήβους ηλικίας 13 – 15 ετών, σε μια προσπάθεια να καταδείξουν ταυτόχρονα τις αλλαγές, που επέρχονται στα στάδια της ανάπτυξης και να τις συγκρίνουν με άλλες μελέτες σε ενήλικες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο δεξί και αριστερό πόδι, ούτε διαφορές ανάμεσα στα αγόρια και τα κορίτσια ως προς το ύψος, το βάρος και το ΔΜΣ. Το ενδιαφέρον σ' αυτή την έρευνα είναι η παραδοχή, ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στο βάρος και το ΔΜΣ και τις τιμές της μέγιστης πίεσης και της επιφάνειας επαφής.

- **Το φύλο**

Οι διαφορές στη βάδιση ανάμεσα σε άνδρες και γυναίκες εντοπίζονται στον ταχύτερο ρυθμό βάδισης των γυναικών, αλλά και στο μικρότερο διασκελισμό σε σχέση με τους άνδρες (Gabriel et al., 2008; Kerrigan, Todd & Croce, 1998; Putti, Arnold, & Abboud, 2010).

- **Το σωματικό βάρος**

Οι Hills, Hennig, Mc Donald & Bar – Or (2001), ερεύνησαν την επίδραση της παχυσαρκίας στην κατανομή των πιέσεων στο πέλμα. Το δείγμα αποτέλεσαν 70 ενήλικες και των δύο φύλων, χωρισμένοι σε παχύσαρκους με ΔΜΣ 38,75± 5,97 και φυσιολογικούς με ΔΜΣ 24,28 ± 3,00 που μετρήθηκαν με ψηφιακό πελματογράφο κατά τη στάση και τη βάδιση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στις τιμές της μέγιστης πίεσης σε όλες τις περιοχές του ποδιού, ιδιαίτερα στο μέσο πόδα οι τιμές στους παχύσαρκους ήταν μέχρι και 7,7 φορές μεγαλύτερες από την ομάδα ελέγχου. Ανάλογες έρευνες έχουν επικεντρωθεί σε ομάδες παιδιών με παχυσαρκία (Hills & Parker, 1991; Riddiford – Harland, Steele & Storlien, 2000). Η διαρκής επιβάρυνση των κάτω άκρων, λόγω του βάρους έχει

ενοχοποιηθεί εκτός των άλλων, για την ανάπτυξη οστεοαρθρίτιδας (Hartz, Fischer & Bril, 1986).

- **Η φυλετική καταγωγή**

Η έρευνα των Gurney, Kersting & Rosenbaum (2008), σε αθλητές rugby τριών ομάδων με διαφορετική φυλετική καταγωγή, εξέτασε τη μορφολογία του ποδιού, καθώς και τις πελματιαίες φορτίσεις και ανέδειξε ότι: Οι αθλητές, που κατάγονται από τα νησιά του Ειρηνικού είχαν μεγαλύτερο μήκος πέλματος, μεγαλύτερο πλάτος στο πρόσθιο και οπίσθιο τμήμα του ποδιού, υψηλότερη ποδική καμάρα και σχημάτιζαν μεγαλύτερη γωνία του μεγάλου δακτύλου, σε σύγκριση με τους αθλητές της Καυκάσιας φυλής και του Μαορί. Οι διαφορές στις πελματιαίες φορτίσεις ήταν επίσης στατιστικά σημαντικές. Οι Καυκάσια φυλή παρουσίασε μεγαλύτερες φορτίσεις στα δάκτυλα, ενώ οι υπόλοιποι στις περιοχές των μεταταρσίων και του μέσου πόδα. Εντούτοις, τα ευρήματα δεν μπορούν να γενικευθούν, λόγω του μικρού αριθμού συμμετεχόντων και λόγω διαφορετικών σωματομετρικών χαρακτηριστικών, κυρίως στο Δείκτη Μάζας Σώματος.

- **Το είδος του υποδήματος**

Η πλειονότητα των μελετών για τη μέτρηση των πιέσεων, επικεντρώνεται σε γυμνό πόδι. Υπάρχει γενικότερη παραδοχή ότι σε φυσιολογικό πόδι, η μέγιστες πιέσεις εντοπίζονται στο $2^{ο}$ μετατάρσιο και στην περιοχή της πτέρνας. Όταν ο εξεταζόμενος φορά αθλητικό υπόδημα, η κατανομή των πιέσεων μετατοπίζεται στη μέση μοίρα, ενδεχομένως λόγω της κατασκευής του υποδήματος με τη χρήση κάποιου είδους ορθοτικών βοηθημάτων (Song, Qian & Yue, 2008). Όμως, το είδος του υποδήματος φαίνεται ότι επίσης προκαλεί ανακατανομή των πιέσεων στα πέλματα.

Η επίδραση των γυναικείων υποδημάτων με υψηλά τακούνια, ερευνήθηκε από τους Snow, Williams, και Holmes, (1992). Το δείγμα εμφάνισε υψηλές πιέσεις στις κεφαλές των μεταταρσίων και μένει να αποδειχθεί αν η παρατεταμένη πολύχρονη χρήση αυτών των υποδημάτων προκαλεί μόνιμες παραμορφώσεις στα οστά και στους ιστούς της περιοχής που επιβαρύνεται.

- **Η ταχύτητα**

Η ταχύτητα της βάδισης είναι ακόμη ένας παράγοντας που επηρεάζει τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Για μεγαλύτερη κατανόηση των μηχανισμών της ανθρώπινης κίνησης, διάφορες έρευνες έχουν συγκρίνει την επίδραση της ταχύτητας

σε σύγκριση με τη φυσιολογική βάδιση και έχουν αποδείξει, ότι οι φορτίσεις είναι μεγαλύτερες κατά το τρέξιμο, σε όλες σχεδόν τις ανατομικές περιοχές του ποδιού (Chuckpaiwong, Nunley, Mall & Queen, 2008; Song, 2009).

- **Η επίδραση της κόπωσης**

Η επίδραση της κόπωσης επιφέρει εκτός από αλλαγές στη μυϊκή λειτουργία, και διαφοροποιήσεις στην κατανομή των πελματιαίων πιέσεων. Τα ευρήματα πολλών ερευνών καταδεικνύουν ότι η επίδραση της κόπωσης αποτυπώνεται στις φορτίσεις του ποδιού. Σε έρευνα των Bisiaux & Moretto, (2008), εξετάστηκε η μέγιστη πελματιαία πίεση σε 11 υγιείς άνδρες πριν και μετά από αγώνα ταχύτητας και βρέθηκε ότι κάτω από την επίδραση της κόπωσης οι πιέσεις στο μέσο πόδα μειώθηκαν σημαντικά. Αντίθετα αυξήθηκαν στο $2^{ο}$ και $3^{ο}$ μετατάρσιο με ταυτόχρονη μείωση στο $1^{ο}$ μετατάρσιο και στο μεγάλο δάκτυλο.

Σε άλλη μελέτη των Nagel, Fernholz, Kibele & Rosenbaum, (2008) μετρήθηκαν οι φορτίσεις σε 200 μαραθωνοδρόμους, πριν και μετά τον αγώνα και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπό την επίδραση της κόπωσης, μετά τον αγώνα αυξήθηκαν δραματικά οι πιέσεις στα μετατάρσια, ενώ μειώθηκαν στα δάκτυλα 2 – 5, πιθανόν λόγω της μυϊκής εξάντλησης στη συγκεκριμένη περιοχή.

Τα ανωτέρω αποτελέσματα έρχονται σε συμφωνία με ελληνική έρευνα των Καραγκούνη, Πριόνα, Αρμένη, Τσιγκάνου και Μπαλτόπουλου (2009), που μελέτησαν την επίδραση του υπερμαραθώνιου δρόμου «Σπάρταθλον» σε 46 αθλητές πριν από τον αγώνα, αμέσως μετά και 24 ώρες μετά τον αγώνα και διαπίστωσαν ότι ενώ οι τιμές της μέγιστης πίεσης και της ώθησης στο πρόσθιο πόδι και στα δάκτυλα παρουσίασαν διαφοροποιήσεις αμέσως μετά τον αγώνα, εντούτοις, 24 ώρες μετά τον αγώνα επανήλθαν στα προ του αγώνα επίπεδα. Αυτό αποκαλύπτει ότι μετά την επίδραση της κόπωσης, η μυϊκή λειτουργία αποκαθίσταται.

- **Το είδος της αθλητικής δραστηριότητας**

Οι αθλητικές δραστηριότητες φαίνεται πως διαφοροποιούν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, ιδιαίτερα τον αξονικό σκελετό, το μυϊκό σύστημα και επομένως τη στάση του σώματος, γεγονός που αποτυπώνεται στη σύγκριση των πελματιαίων φορτίσεων μεταξύ αθλητών και πληθυσμού, που δεν ασκείται συστηματικά.

Η έρευνα των Kulthanan, Techkampuch & Donphongam (2004), σε ένα μεγάλο δείγμα 923 ατόμων, εκ των οποίων 492 ήταν αθλητές 431 μη αθλητές, αποκάλυψε ότι οι αθλητές είχαν:

α) μεγαλύτερο ύψος

β) διέθεταν μεγαλύτερο μήκος πέλματος και

γ) μεγαλύτερο πλάτος στην περιοχή των μεταταρσίων, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται σε κληρονομικούς παράγοντες ή στον τύπο του υποδήματος, τα οποία μπορούν να προκαλέσουν παραμορφώσεις. Ως προς τον τύπο της ποδικής καμάρας δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Η εντατική προπόνηση για την ανάπτυξη δεξιοτήτων αποσκοπεί κυρίως στην αυτοματοποίηση των κινήσεων, οι οποίες σταδιακά γίνονται στερεοτυπικές. Το ζητούμενο σε δυναμικά αθλήματα, που απαιτούν απότομες αλλαγές κατεύθυνσης και ταχύτητα, όπως ράγκμπυ ή καλαθοσφαίριση, είναι η απόκτηση υψηλού βαθμού ισορροπίας για την αποφυγή πτώσεων.

Η έρευνα των Ripani, Ciccarelli, Morini, Ricciardi και Michielon, (2006), επικεντρώθηκε στην καταγραφή των δυνάμεων, που ασκούνται στα πέλματα 23 επαγγελματιών rugby κατά τη στατική και τη δυναμική μέτρηση. Οι αθλητές παρουσίασαν υψηλότερες πιέσεις από την ομάδα ελέγχου, στην περιοχή του οπίσθιου τμήματος του ποδιού και συγκεκριμένα στο έξω χείλος του πέλματος, στο δεξί πόδι. Οι ερευνητές αποδίδουν τα ευρήματα στο γεγονός ότι λόγω των απαιτήσεων του αθλήματος, έχει αυξηθεί ο μυϊκός τόνος στη συγκεκριμένη περιοχή. Στο πρόσθιο πόδι η συμμετοχή των δακτύλων ήταν σχεδόν ανύπαρκτη. Ο σωματότυπος των αθλητών αυτών, δηλαδή το μεγαλύτερο βάρος και η μεγαλύτερη μυϊκή μάζα, διευκολύνει τη στήριξη των ποδιών στο έδαφος με σταθερότητα, αλλά παράλληλα επηρεάζει την κατανομή των φορτίσεων. Επιπλέον, αυτό φαίνεται πως δημιουργεί προσαρμογές και στην κίνηση των αθλητών και στη φυσική βάδιση.

Υπό την επίδραση δηλαδή, της αθλητικής δραστηριότητας αναπτύσσονται προσαρμογές, οι οποίες διαμορφώνουν συνολικά τη στάση του σώματος, οι οποίες είτε παύουν να υφίστανται μετά τη διακοπή της συγκεκριμένης αθλητικής δραστηριότητας, είτε αποκτούν μονιμότερο χαρακτήρα, μέχρι και μόνιμες παραμορφώσεις, όπως οστεοαρθρίτιδες.

Στη βιβλιογραφία οι έρευνες σχετικά με το άθλημα της καλαθοσφαίρισης είναι εξαιρετικά περιορισμένες και αφορούν κυρίως επιδημιολογικά δεδομένα. Οι

περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται στους τραυματισμούς, που συμβαίνουν κατά την προπόνηση και την αγωνιστική δραστηριότητα και αποδίδονται στην υψηλή ταχύτητα, στα άλματα, στις προσγειώσεις και στις απότομες αλλαγές κατεύθυνσης, που οδηγούν σε οξείς τραυματισμούς ή σύνδρομα υπέρχρησης. Μία από αυτές είναι ελληνική και παρατίθεται εν συντομία, καθώς αποτυπώνει το είδος και τη συχνότητα των τραυματισμών. Η έρευνα διεξήχθη με ερωτηματολόγια από τους Κοφοτόλη και Κέλη, (2007), και συμμετείχαν 204 αθλήτριες καλαθοσφαίρισης, προερχόμενες από 18 διαφορετικές ομάδες. Οι 50 από αυτές είχαν υποστεί διαστρέμματα του αστραγάλου και έχασαν κατά μέσο όρο 7.01 αγωνιστικές συναντήσεις ανά τραυματισμό.

Η μοναδική έρευνα που βρέθηκε και είναι σχετική, είναι των R. Vasiliev, I. A., Vasilijev, & Ilic, (2003), οι οποίοι μέτρησαν με πελματογράφο 55 εφήβους αθλητές καλαθοσφαίρισης κατά την εκτέλεση ενός τυπικού άλματος. Οι αθλητές χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, ανάλογα με τη μορφολογία του ποδιού (με ραιβοποδία, βλαισοποδία και φυσιολογικοί) και από τις μετρήσεις διαπιστώθηκε ανώμαλη κατανομή των πιέσεων σε όσους παρουσίαζαν προβληματική μορφολογία, ενώ στους έχοντες φυσιολογική ανατομία παρατηρήθηκαν αυξημένες πιέσεις στην πτέρνα του δεξιού ποδιού (κυρίαρχο πόδι).

Στην ποδηλασία, όπως αναφέρθηκε, το πόδι λειτουργεί ως μοχλός για μεταβίβαση κίνησης και δε μεταφέρει το βάρος. Όμως, οι επαναληπτικές, κυκλικές κινήσεις επιφέρουν καταπόνηση του γόνατος και του ποδιού, καθώς και μεγάλη ραχιαία και πελματιαία κάμψη.

Οι αναφορές στη βιβλιογραφία σχετικά με το άθλημα της ποδηλασίας περιλαμβάνουν έρευνες με τα συνηθέστερα προβλήματα, που οφείλονται στο άθλημα, όπως μεταταρσαλγία, φλεγμονή πελματικής λωρίδας, τραυματισμοί στο γόνατο, φλεγμονή του αχίλλειου τένοντα και άλλα (Mellion, 1991; Sanner, O' Halloran, 2000; Wanich et al., 2007). Οι λόγοι εμφάνισης των ανωτέρω προβλημάτων συνοψίζονται σε συνδυασμό ανεπαρκούς προετοιμασίας, ακατάλληλου εξοπλισμού, φτωχής τεχνικής και κυρίως συνδρόμου υπέρχρησης, αφού η ομοιομορφία και διαρκής επανάληψη της κίνησης αποτελεί έναν επιπλέον παράγοντα καταπόνησης.

Μία από τις πρώτες μελέτες στον τομέα της ποδηλασίας, που αργότερα επιβεβαιώθηκε από πλήθος άλλων ερευνών, παρατήρησε ότι οι πιέσεις στα πέλματα

των ποδηλατών περιορίζονται στο πρόσθιο πόδι, καθώς είναι το μόνο τμήμα του ποδιού, που έρχεται σε επαφή με το πεντάλ. Οι υψηλότερες φορτίσεις με στατιστικά σημαντική διαφορά, βρίσκονταν στο πρώτο μετατάρσιο και στο μεγάλο δάκτυλο (Sanderson & Cavanagh, 1987).

Οι Hennig και Sanderson (1995) εξέτασαν τις πελματιαίες πιέσεις αθλητών ποδηλασίας και παρατήρησαν ότι οι πιέσεις στο πρώτο και πέμπτο μετατάρσιο ήταν περισσότερο αυξημένες, σε σχέση με το δεύτερο, τρίτο και τέταρτο μετατάρσιο, γεγονός που σημαίνει ότι πιθανόν να υπάρχει καταπόνηση του εγκάρσιου τόξου του πέλματος.

Οι Sanderson, Hennig και Black (2000), προχώρησαν την ανωτέρω μελέτη, εισάγοντας στην πειραματική διαδικασία το στοιχείο της αυξανόμενης ταχύτητας. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια γενικευμένη αύξηση των πιέσεων, με επίκεντρο το πρώτο μετατάρσιο και το μεγάλο δάκτυλο.

Συγκριτικές μελέτες μεταξύ αθλημάτων, προκειμένου να ανιχνευθούν και να ομαδοποιηθούν κοινά χαρακτηριστικά κάθε αθλήματος, ως προς τις παραμέτρους βάδισης είναι σπάνιες. Μια τέτοια έρευνα συνέκρινε τα κινηματικά χαρακτηριστικά αθλητών κολύμβησης, καλαθοσφαίρισης και ποδοσφαίρου και ανέδειξε ότι οι κολυμβητές εμφάνισαν συμμετρική κατανομή της κίνησης δεξιά και αριστερά, ενώ οι άλλες δύο ομάδες αθλητών παρουσίασαν ασύμμετρη κατανομή, συγκρινόμενοι με τους κολυμβητές, αλλά και με ομάδα ελέγχου. Η έρευνα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι προσαρμογές της στάσης του σώματος, που υιοθετούνται για την εκτέλεση ενός άλματος ή το λάκτισμα της μπάλας, δημιουργούν παραλλαγές και στη φυσική βάδιση. Οι παραλλαγές αυτές θα μπορούσαν επίσης να οφείλονται σε ασύμμετρη ανάπτυξη των μυών. (Leroy, Polin & Tourny – Chollet, 2000).

2.8.1.Έρευνες στην Ελλάδα

Γενικότερου ενδιαφέροντος, αλλά σχετικές με την χρήση του πελματογράφου, ως σημαντικού εργαλείου αξιολόγησης των κατανομών των πιέσεων αποτελούν οι εργασίες, που παρατίθενται παρακάτω:

Οι Κουτσονικόλας και Συν. (1999), ερεύνησαν τη χρησιμότητα του ηλεκτρονικού πελματογράφου στην πρόγνωση των αθλητικών κακώσεων.

Σε εργασία των Χριστοφορίδη, Αγγελούση και Καμπά (2007), καταγράφονται οι τεχνικές μέτρησης της κατανομής της πελματιαίας πίεσης κατά τη

διάρκεια της βάδισης, ενώ οι Κουτσονικόλας και Συν. (2003), μέτρησαν παιδιά με ηλεκτρονικό πελματογράφο κατά τη διάρκεια της βάδισης, προτείνοντας τις κατάλληλες θεραπευτικές παρεμβάσεις.

Από την ανωτέρω βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτει ότι οι έρευνες προς την κατεύθυνση της σύγκρισης πελματιαίων πιέσεων ανάμεσα σε αθλητές διαφορετικών ηλικιών είναι σπάνιες. Η καταγραφή των πιέσεων θα μπορούσε να βοηθήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων για τα κοινά χαρακτηριστικά στις φορτίσεις και τις εμβιομηχανικές αλλαγές και επιβαρύνσεις, που ενδεχομένως επιφέρει το είδος της αθλητικής δραστηριότητας με την πάροδο του χρόνου. Ακόμη πιο σπάνιες είναι οι έρευνες, που συγκρίνουν διαφορετικά αθλήματα. Μια τέτοια προσπάθεια καταβάλλει η παρούσα έρευνα, προκειμένου να καταγράψει το προφίλ δύο εξαιρετικά δημοφιλών αθλημάτων, όπως η ποδηλασία και η καλαθοσφαίριση, συμβάλλοντας στη γνώση των μηχανισμών, που προκαλούν καταπονήσεις και ανακατανομή των πιέσεων στα πέλματα υγιών υποκειμένων, δεδομένου ότι η παθολογική στάση και βάδιση μπορεί να επιφέρει αλλαγές στη διάταξη του αξονικού σκελετού, όπου η θεραπευτική παρέμβαση συχνά είναι ανεπαρκής, οδηγώντας σε μη αναστρέψιμες βλάβες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. *Το δείγμα*

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η πελματιαία επιφάνεια 120 συνολικά ατόμων. Συγκεκριμένα εξετάστηκαν 80 παιδιά και ενήλικες αθλητές ποδηλασίας και καλαθοσφαίρισης, προκειμένου να προσδιοριστεί το εμβιομηχανικό τους προφίλ και οι τιμές που λήφθηκαν συγκρίθηκαν με εκείνες μιας ομάδας ελέγχου, αποτελούμενης από 40 άτομα.

Η επιλογή του δείγματος έγινε από τους καταλόγους των αθλητών των υπαρχόντων στη Σπάρτη αθλητικών σωματείων και συλλόγων των παραπάνω αθλημάτων. Οι Διοικήσεις των σωματείων και συλλόγων ενημερώθηκαν με επιστολή για το σκοπό της έρευνας, ενώ παράλληλα παραχωρήθηκε από το Δήμο ο χώρος του Κλειστού Γυμναστηρίου Σπάρτης, για τη διευκόλυνση των μετρήσεων. Στη συνέχεια ενημερώθηκαν οι συμμετέχοντες, από τους οποίους ζητήθηκε να λάβουν μέρος εθελοντικά. Δόθηκαν ταυτόχρονα διαβεβαιώσεις για την εμπιστευτικότητα των στοιχείων και το μηδενικό γι' αυτούς κόστος. Επιπλέον, για τους ανήλικους ελήφθη η συναίνεση των γονέων.

Τα αποτελέσματα γνωστοποιήθηκαν στους συμμετέχοντες και στους γονείς των παιδιών με ατομική επιστολή, στην οποία επεξηγήθηκαν βασικοί όροι παθολογικής μορφολογίας άκρου ποδός.

Πριν από τη μέτρηση, συμπληρώθηκε ατομικό ιατρικό δελτίο, στο οποίο καταγράφηκαν σωματομετρικά χαρακτηριστικά, η ηλικία, το χρονικό διάστημα και οι ώρες ενασχόλησης με το άθλημα σε εβδομαδιαία βάση και τέλος ιστορικό ατυχημάτων και ιατρικών επεμβάσεων στα κάτω άκρα.

Η κλινική εξέταση πραγματοποιήθηκε από ορθοπεδικό ιατρό για τη διάγνωση παθολογικών καταστάσεων και δόθηκαν οδηγίες εξατομικευμένα, όπου παρέστη ανάγκη για περαιτέρω εξετάσεις.

Αποκλείστηκαν από την έρευνα οι αθλητές, που είχαν προπονηθεί την ημέρα της μέτρησης και εκείνοι, των οποίων η ενασχόληση με το κάθε άθλημα, ήταν μικρότερη από μία διετία. Από τους υπόλοιπους, επιλέχθηκαν τυχαία μόνο άρρενες

για μεγαλύτερη ομοιογένεια. Προγενέστερες έρευνες έχουν δείξει ότι οι άνδρες παρουσιάζουν μεγαλύτερο διασκελισμό από τις γυναίκες, καθώς και ταχύτερο ρυθμό κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής βάδισης (Kerrigan, Todd & Della Croce, 1998). Επιπλέον, παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές στην παράμετρο επιφάνεια επαφής. (Putti, Arnold & Abboud, 2010).

3.2. Σχεδιασμός

Το δείγμα χωρίστηκε σε δύο μεγάλες ομάδες: μια ομάδα παιδιών ηλικίας 7 – 14 ετών και μια ομάδα ενηλίκων ηλικίας 19 – 47 ετών. Στη συνέχεια, η ομάδα των παιδιών χωρίστηκε σε τρεις υποομάδες: μία για κάθε άθλημα (καλαθοσφαίριση N=20, ποδηλασία N=20) και μία ομάδα ελέγχου (N=20). Η μέση ηλικία του συνόλου των παιδιών ήταν 11,0 ±1,8, το μέσο ανάστημα 1,54±0,12 το μέσο σωματικό βάρος 48,1±11,0 και ο μέσος Δείκτης Μάζας Σώματος 19,9±2,6.

Κατ' αντιστοιχία η ομάδα των ενηλίκων χωρίστηκε σε τρεις υποομάδες: καλαθοσφαιριστές N=20, ποδηλάτες N=20 και ομάδα ελέγχου N=20. Η μέση ηλικία των ενηλίκων ήταν 33,2±8,5 το μέσο ανάστρημα 1,82±0,08 το μέσο σωματικό βάρος 85,7±14,5 και ο μέσος Δείκτης Μάζας Σώματος 25,8±3,5.

3. 3. Διαδικασία

Οι εξεταζόμενοι έλαβαν οδηγίες να βαδίσουν με γυμνά πόδια, χωρίς να κοιτάζουν κάτω, σε φυσιολογικό ρυθμό και φυσικό μήκος και συχνότητα διασκελισμού, κατά μήκος ενός διαδρόμου από μοκέτα, μήκους 10 μέτρων. Σε απόσταση 8 μέτρων από την εκκίνηση του εξεταζόμενου, παρεμβαλλόταν στο διάδρομο μια επίπεδη, ίδιου ύψους με το δάπεδο, ορθογώνια πλατφόρμα (midgait technique). Μελέτες έχουν δείξει ότι με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται φυσική ταχύτητα βαδίσματος και οι πελματιαίες πιέσεις αποτυπώνονται με μεγαλύτερη αξιοπιστία (Meyers – Rice, Sugars, McPoil & Cornwall, 1994; Burnfield et al, 2004). Μια μεγαλύτερη από το φυσιολογικό ταχύτητα βάδισης, αυξάνει σημαντικά τις τιμές της μέγιστης πίεσης (Zhu, Wertsch, Harris & Alba, 1995).

Πριν από την έναρξη των μετρήσεων ελήφθησαν μέτρα για τον περιορισμό των ανθρωπομετρικών και κινητικών παραγόντων. Δόθηκε η δυνατότητα στους εξεταζόμενους να δοκιμάσουν τη διαδικασία, για να εξοικειωθούν, ενώ εξηγήθηκε ότι ο στόχος ήταν να πατήσει μόνο το ένα πόδι στο κέντρο της πλατφόρμας, ώστε οι

αισθητήρες να καταγράψουν τις πιέσεις, που ασκεί το πέλμα στο έδαφος και στην επόμενη μέτρηση το άλλο πόδι. Όταν η προσπάθεια ήταν ανεπιτυχής, η διαδικασία επαναλαμβανόταν.

Συνολικά καταγράφηκαν 4 έγκυρες μετρήσεις για κάθε άτομο, δύο για κάθε πόδι, ώστε με τον υπολογισμό του μέσου όρου να υπάρχει μεγαλύτερη αξιοπιστία. Προτιμήθηκε η δυναμική μέτρηση, επειδή η μέτρηση κατά τη διάρκεια της κίνησης, παρέχει περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις πελματιαίες πιέσεις, την επιφάνεια στήριξης, τη φόρτιση της ποδικής καμάρας και τις αποκλίσεις των γωνιών ή αποστάσεων από τους άξονες. Τα δεδομένα αυτά είναι χρήσιμα, τόσο για τη διάγνωση παθολογικών καταστάσεων, όσο και για την επιλογή της θεραπευτικής μεθόδου από τους ειδικούς.

Για τη στατιστική επεξεργασία επιλέχθηκαν οι τιμές του κυρίαρχου κάτω άκρου και από τις δύο καταγεγραμμένες μετρήσεις, υπολογίστηκε ο μέσος όρος και χρησιμοποιήθηκε ως αντιπροσωπευτική τιμή.

3. 4. Όργανα μέτρησης

Η δυναμική μέτρηση των πελματιαίων πιέσεων πραγματοποιήθηκε με φορητό πελματογράφο της εταιρίας RSscan International, αποτελούμενο από μία πλατφόρμα διαστάσεων 50cmX40cmX0,8cm, βάρους 3,2 Kg, με τέσσερις αισθητήρες ανάλυσης ανά cm^2, οργανωμένους σε 64 σειρές και 64 στήλες. Οι διαστάσεις των αισθητήρων είναι 0,75cmX0,5cm και επιτρέπουν την ακριβή ανάλυση των μεταβολών των πιέσεων κάτω από τις υπό μελέτη περιοχές του πέλματος, ιδιαίτερα όταν μελετώνται παθολογικές καταστάσεις ή παρεμβατικά προγράμματα.

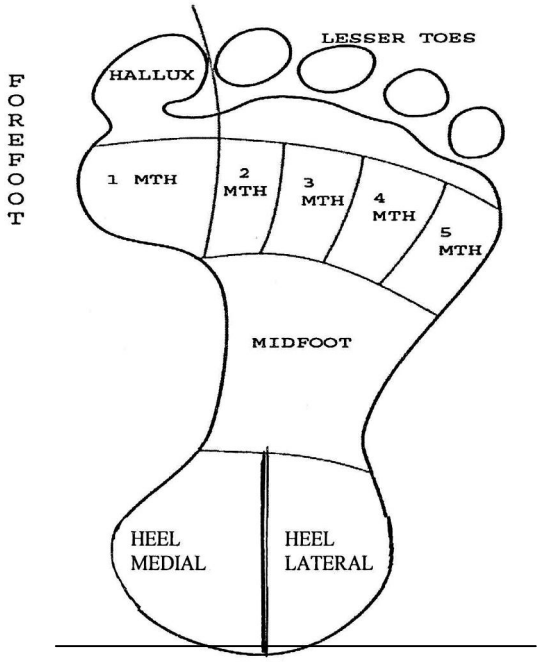
Η συχνότητα ήταν 350HZ και ο δείκτης ευαισθησίας 0,7 – 155 N/cm^2. Η συχνότητα λειτουργίας των 350HZ σημαίνει ότι η ταχύτητα καταγραφής των δεδομένων είναι 350 στιγμιότυπα ανά δευτερόλεπτο, γεγονός που θεωρείται επαρκές για τη λεπτομερή καταγραφή των μεταβολών της μηχανικής του ποδιού και την ακριβέστερη ανάλυση της κατανομής των πιέσεων.

Η συλλογή των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια ενός 2D Interface Box της ίδιας εταιρίας, ενώ το λογισμικό πακέτο που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων ήταν το Footscan, έκδοση 7.0 (clinical version).

Πριν από τη μέτρηση κάθε εξεταζόμενου γινόταν εισαγωγή των ατομικών του στοιχείων, δηλαδή όνομα, ηλικία, βάρος και μέγεθος υποδήματος. Οι τέσσερις έγκυρες μετρήσεις αποθηκεύονταν στον υπολογιστή για περαιτέρω επεξεργασία.

Για τους κλινικούς σκοπούς της έρευνας, στη δυναμική μέτρηση κατά τη φάση στήριξης, καταγράφηκαν οι απόλυτες τιμές της πελματιαίας επιφάνειας σε δέκα ανατομικές ζώνες (RsScan; Song, 2009), στις εξής παραμέτρους:

- Μέγιστη πίεση σε N/cm^2 για κάθε ανατομική περιοχή, για να μετρηθεί η δύναμη που ασκείται σε κάθε ανατομική ζώνη του πέλματος ανά τετραγωνικό εκατοστό. Οι μικρού μεγέθους αισθητήρες της πλατφόρμας επιτρέπουν ακριβείς μετρήσεις
- Φόρτιση σε N/cm^2s, για να μετρηθεί η ταχύτητα με την οποία αυξάνει το φορτίο, που δέχεται ένα σημείο του πέλματος. Ο ρυθμός αύξησης του φορτίου είναι συνήθως υψηλότερος κάτω από την πτέρνα σε σύγκριση με τις κεφαλές των μεταταρσίων. Αυτό οφείλεται στην απότομη κορύφωση, λόγω της αρχικής πρόσκρουσης του πέλματος κατά τη φάση στήριξης.



Σχήμα 3.1. Χωρισμός πέλματος
(Τροποποιημένο από Martinez-Nova et al., 2007)

Heel Medial	Εσωτερική πλευρά της κάτω επιφάνειας της πτέρνας
Heel Lateral	Εξωτερική πλευρά της κάτω επιφάνειας της πτέρνας
Midfoot	Μέση μοίρα ποδιού
Meta – 1	Κεφαλή του πρώτου μεταταρσίου
Meta- 2, Meta -3, Meta- 4, Meta-5	Κεφαλές μεταταρσίων
Toe – 1	Μεγάλο δάχτυλο του ποδιού
Toe 2 – 5	Δάκτυλα ποδιού 2 – 5

Σε ποσοστό επί τοις εκατό εκφράστηκαν οι επόμενες δύο παράμετροι, όπου το πέλμα χωρίζεται σε τρεις ανατομικές περιοχές: πρόσθια μοίρα, μέση μοίρα και οπίσθια μοίρα του ποδιού, σύμφωνα με AI του Cavanagh, και για να συγκριθεί η φόρτιση κάθε τμήματος με τη συνολική φόρτιση του πέλματος.

- Επιφάνεια επαφής σε %, για να προσδιοριστεί ο τύπος του ποδιού, από τη συμμετοχή κάθε τριτημορίου του πέλματος στη συνολική επιφάνεια επαφής με το έδαφος.
- Ώθηση σε %, για να διαπιστωθεί ο ρυθμός αύξησης του φορτίου που δέχεται κάθε μοίρα του ποδιού.

3. 5. Στατιστική ανάλυση

Για την περιγραφή των παραμέτρων χρησιμοποιήθηκαν η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση. Οι συγκρίσεις μεταξύ των βασικών χαρακτηριστικών των ομάδων (ηλικία, ανάστημα, σωματικό βάρος και ΔΜΣ) έγιναν ξεχωριστά για τις ομάδες παιδιών και ενηλίκων με τη διαδικασία ανάλυσης διασποράς (one-way ANOVA) με ένα παράγοντα, την ομάδα. Όπου η διαδικασία αναδείκνυε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις μέσες τιμές των τριών ομάδων, ακολουθούσαν post-hoc τεστ με Bonferroni correction, για την ανάδειξη των ομάδων που διέφεραν μεταξύ τους.

Η κατανομή του κυρίαρχου ποδιού ανάμεσα στις ομάδες καταγράφηκε σε απόλυτους και ποσοστιαίους αριθμούς και η ομοιογένεια των ομάδων ελέγχθηκε με το τεστ χ^2. Όσον αφορά στις παραμέτρους του εμβιομηχανικού προφίλ άκρου ποδός,

αυτές χωρίστηκαν σε τέσσερις μεγάλες ομάδες, ανάλογα με το χαρακτηριστικό που μετρήθηκε.

Για τα επόμενα δύο χαρακτηριστικά (επιφάνεια επαφής και ώθηση), χρησιμοποιήθηκε η ποσοστιαία κατανομή για τις τρεις περιοχές του πέλματος. Για το κάθε ένα χαρακτηριστικό πραγματοποιήθηκε η διαδικασία πολυμεταβλητής ανάλυσης διασποράς (MANOVA), με εξαρτημένες μεταβλητές τις μετρήσεις από όλες τις περιοχές του πέλματος και ανεξάρτητους παράγοντες την ηλικιακή ομάδα (παιδιά-ενήλικες) και το άθλημα (ελέγχου-ποδηλασίας-καλαθοσφαίρισης).

Με σκοπό τη μεγαλύτερη σαφήνεια, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται πρώτα ξεχωριστά για την κάθε ηλικιακή ομάδα, όπου γίνονται συγκρίσεις ανάμεσα στις διαφορετικές ομάδες αθλήματος και ακολούθως πραγματοποιείται η σύγκριση ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες, τόσο για την κάθε ομάδα αθλήματος ξεχωριστά, όσο και για το σύνολο του δείγματος. Όπου υπήρχαν πολλαπλές μετρήσεις και πάλι χρησιμοποιήθηκαν Bonferroni corrections.

Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα των Κοινωνικών επιστημών SPSS 17.0 και επιλέχθηκε το επίπεδο 0.05 για την εξέταση της στατιστικής σημαντικότητας (Kabitsis, 2004; Βαγενάς, 1997).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4. 1. Βασικά χαρακτηριστικά του δείγματος

Ο πίνακας 1 παρουσιάζει τις μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις των ομάδων για την ηλικία, ύψος, βάρος και ΔΜΣ. Όπως έδειξε η διαδικασία ANOVA, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στις μέσες τιμές σε καμία από τις βασικές παραμέτρους μεταξύ των ομάδων των παιδιών. Αντίθετα, όπως άλλωστε αναμενόταν, οι ενήλικες αθλητές της ομάδας καλαθοσφαίρισης ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότεροι, τόσο από την ομάδα ελέγχου, όσο και από τη ομάδα ποδηλασίας. Αντίστοιχα είχαν και μεγαλύτερο σωματικό βάρος, αλλά η διαφορά ήταν στατιστικά σημαντική μόνο σε σχέση με την ομάδα ποδηλασίας. Όσον αφορά στο ΔΜΣ και στην ηλικία δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων.

Είναι αυτονόητο ότι οι ενήλικες είχαν σημαντικά υψηλότερο ανάστημα και σωματικό βάρος. Επίσης στατιστικά σημαντική ήταν η διαφορά και στο ΔΜΣ. Από το συνολικό δείγμα των 120 ατόμων στα 94 (78.3%) το κυρίαρχο πόδι ήταν το δεξί και στα υπόλοιπα 26 (21.7%) το κυρίαρχο πόδι ήταν το αριστερό. Η κατανομή αυτή δεν ήταν ισομερής ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες (χ^2=7.1, df=1, $p<0.01$). Μόνο 7/60 (11.7%) παιδιά είχαν κυρίαρχο πόδι το αριστερό, ενώ στους ενήλικες οι 19/60 (31.7%) είχαν κυρίαρχο πόδι το αριστερό και τα ποσοστά αυτά ήταν υψηλότερα ανάμεσα στους ποδηλάτες (40.0%) και τους καλαθοσφαιριστές (35.0%), παρά στην ομάδα ελέγχου (20.0%).

Πίνακας 4. 1. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις για τα βασικά χαρακτηριστικά των ομάδων.

	Ηλικία	**Ανάστημα**	**Σ. βάρος**	**Δ.Μ.Σ.**
Παιδιά ομάδας ελέγχου	10.7±1.8	1.55±0.11	50.2±9.8	20.7±2.3
Παιδιά ομάδας ποδηλάτου	10.8±1.9	1.52±0.12	45.6±11.2	19.3±2.7
Παιδιά ομάδας καλαθοσφαίρισης	11.5±1.6	1.56±0.13	48.6±12.1	19.6±2.7
Σύνολο παιδιών	11.0±1.8	1.54±0.12	48.1±11.0	19.9±2.6
Ενήλικες ομάδας ελέγχου	33.2±10.2	1.81±0.05	86.2±14.8	26.3±4.0
Ενήλικες ομάδας ποδηλάτου	34.0±8.6	1.78±0.07	78.1±10.8	24.7±2.4
Ενήλικες ομάδας καλαθοσφαίρισης	32.4±6.9	1.88±0.07	92.6±14.2	26.4±3.8
Σύνολο ενηλίκων	33.2±8.5	1.82±0.08	85.7±14.5	25.8±3.5

4. 2. Μέγιστη πίεση

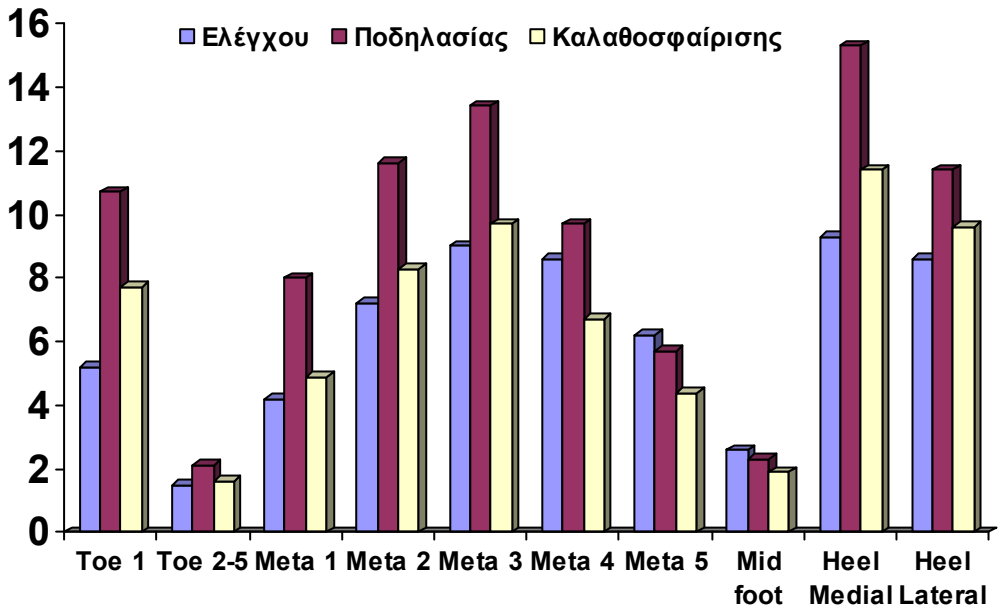
4. 2. 1. Παιδιά

Στον πίνακα 4.2 (και στο γράφημα 4.1) παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης πίεσης σε N/cm^2 στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών. Η διαδικασία MANOVA ανέδειξε τη σημαντική επίδραση της ομάδας στο σύνολο των μεταβλητών (Hotelling's trace=0.766, $F_{20,94}$=1.80, p=0.032). Τα επιμέρους F-test με βαθμούς ελευθερίας 2 και 57 ανέδειξαν ότι οι τρεις ομάδες διέφεραν με στατιστική σημαντικότητα στις πέντε από τις δέκα παραμέτρους και συγκεκριμένα κατά φθίνουσα σειρά σημαντικότητας αυτές ήταν οι Meta 1, Toe 1, Meta 2, Heel Medial και Meta 3. Όπως έδειξαν τα post-hoc tests με Bonferroni corrections και όπως φαίνεται και από το διάγραμμα, σε όλες αυτές τις περιπτώσεις οι σημαντικές διαφορές αφορούσαν στο γεγονός ότι η ομάδα ποδηλασίας είχε σημαντικά υψηλότερες μέσες τιμές από την ομάδα ελέγχου. Η ομάδα καλαθοσφαίρισης είχε ενδιάμεσες μέσες τιμές, που δεν διέφεραν σημαντικά από τις άλλες δύο ομάδες,

εκτός από την περίπτωση της μεταβλητής Meta 1, όπου διέφερε και αυτή σημαντικά από τη μέση τιμή της ομάδας ποδηλασίας.

Πίνακας 4. 2. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**p (F-test)**
Toe 1	$5.2\pm3.5^{\alpha}$	$10.7\pm6.6^{\beta}$	$7.7\pm5.6^{\alpha\beta}$	0.01
Toe 2-5	$1.5\pm1.7^{\alpha}$	$2.1\pm1.7^{\alpha}$	$1.6\pm1.5^{\alpha}$	NS
Meta 1	$4.2\pm2.7^{\alpha}$	$8\pm4.4^{\beta}$	$4.9\pm3.3^{\alpha}$	0.003
Meta 2	$7.2\pm3.1^{\alpha}$	$11.6\pm5.6^{\beta}$	$8.3\pm4.2^{\alpha\beta}$	0.01
Meta 3	$9.0\pm4.4^{\alpha}$	$13.4\pm6.6^{\beta}$	$9.7\pm5.8^{\alpha\beta}$	0.04
Meta 4	$8.6\pm6.5^{\alpha}$	$9.7\pm5.3^{\alpha}$	$6.7\pm4.6^{\alpha}$	NS
Meta 5	$6.2\pm5.5^{\alpha}$	$5.7\pm4.3^{\alpha}$	$4.4\pm3.8^{\alpha}$	NS
Mid foot	$2.6\pm2.0^{\alpha}$	$2.3\pm1.6^{\alpha}$	$1.9\pm1.5^{\alpha}$	NS
Heel Medial	$9.3\pm4.9^{\alpha}$	$15.3\pm8^{\beta}$	$12.3\pm6.2^{\alpha\beta}$	0.02
Heel Lateral	$8.6\pm5.8^{\alpha}$	$11.4\pm6.5^{\alpha}$	$9.6\pm6.2^{\alpha}$	NS



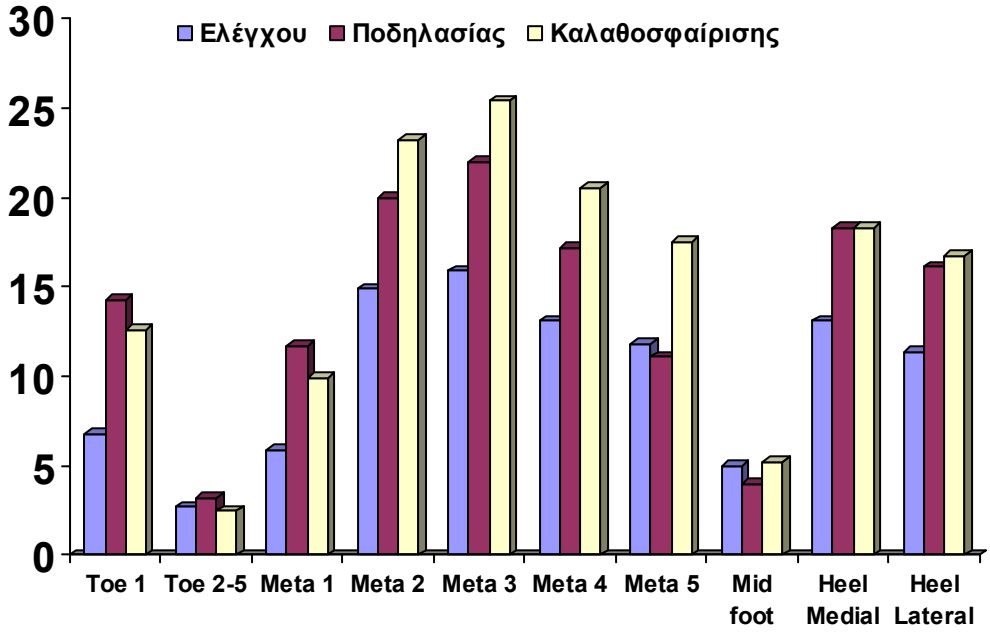
Γράφημα 4. 1. Μέσες τιμές της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών.

4. 2. 2. Ενήλικες

Στον πίνακα 4.3 (και στο γράφημα 4.2) παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης πίεσης σε N/cm^2 στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων. Η διαδικασία MANOVA ανέδειξε τη σημαντική επίδραση της ομάδας στο σύνολο των μεταβλητών (Hotelling's trace=0.733, $F_{20,94}$=1.72, p=0.043). Τα επιμέρους F-test με βαθμούς ελευθερίας 2 και 57 ανέδειξαν ότι οι τρεις ομάδες διέφεραν στατιστικά σημαντικά στις τρεις από τις δέκα παραμέτρους και συγκεκριμένα κατά φθίνουσα σειρά σημαντικότητας, αυτές ήταν οι Meta 1, Toe 1 και Meta 3. Όπως έδειξαν τα post-hoc tests με Bonferroni corrections στις περιπτώσεις των Meta 1 και Toe 1 στατιστικά σημαντική διαφορά είχε η ομάδα ελέγχου από την ομάδα ποδηλασίας, ενώ στην περίπτωση της Meta 3 στατιστικά σημαντική διαφορά είχε η ομάδα ελέγχου από την ομάδα καλαθοσφαίρισης. Και στις τρεις περιπτώσεις η ομάδα ελέγχου είχε στατιστικά σημαντικά μικρότερη τιμή.

Πίνακας 4. 3. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**p (F-test)**
Toe 1	$6.8\pm7.0^{\alpha}$	$14.3\pm8.9^{\beta}$	$12.6\pm9.4^{\alpha\beta}$	0.02
Toe 2-5	$2.7\pm2.5^{\alpha}$	$3.2\pm2.6^{\alpha}$	$2.5\pm1.9^{\alpha}$	NS
Meta 1	$5.9\pm4.2^{\alpha}$	$11.7\pm6.9^{\beta}$	$9.9\pm6.7^{\alpha\beta}$	0.01
Meta 2	$14.9\pm8^{\alpha}$	$20\pm13.1^{\alpha}$	$23.2\pm10.9^{\alpha}$	NS
Meta 3	$15.9\pm9.5^{\alpha}$	$22.0\pm12.0^{\alpha\beta}$	$25.4\pm11.7^{\beta}$	0.03
Meta 4	$13.1\pm10.5^{\alpha}$	$17.2\pm11.9^{\alpha}$	$20.5\pm11.4^{\alpha}$	NS
Meta 5	$11.8\pm9.0^{\alpha}$	$11.1\pm12.8^{\alpha}$	$17.5\pm11.1^{\alpha}$	NS
Mid foot	$5.0\pm4.4^{\alpha}$	$4.0\pm3.6^{\alpha}$	$5.2\pm3.6^{\alpha}$	NS
Heel Medial	$13.1\pm8.5^{\alpha}$	$18.3\pm9.1^{\alpha}$	$18.3\pm8.9^{\alpha}$	NS
Heel Lateral	$11.4\pm7.3^{\alpha}$	$16.1\pm6.3^{\alpha}$	$16.7\pm8.5^{\alpha}$	NS



Γράφημα 4. 2. Μέσες τιμές της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων.

4. 2. 3. Συγκρίσεις της μέγιστης πίεσης ανάμεσα στα παιδιά και τους ενήλικες.

Ο πίνακας 4.4 παρουσιάζει τις τελικές p-τιμές, που προέκυψαν από τις πολλαπλές συγκρίσεις της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα. Όπως δείχνει ο πίνακας, στο σύνολο του δείγματος οι ενήλικες είχαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες μέσες τιμές της μέγιστης πίεσης από τα παιδιά και στις δέκα ανατομικές περιοχές. Όπως όμως δείχνουν οι συγκρίσεις των επιμέρους ομάδων, αυτό είναι πρωτίστως το αποτέλεσμα της μεγάλης διαφοροποίησης ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες στις ομάδες καλαθοσφαίρισης, όπου στατιστικά σημαντικές διαφορές υπήρξαν στις 9/10 μεταβλητές, με εξαίρεση την Toe 2-5. Δεύτερη σε αριθμό στατιστικά σημαντικών διαφορών έρχεται η ομάδα ποδηλασίας, όπου παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 7/10 παραμέτρους. Τέλος στην ομάδα ελέγχου στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα παιδιά και τους ενήλικες υπήρξαν μόνο σε 4/10 παραμέτρους.

Πίνακας 4. 4. Αποτελέσματα των συγκρίσεων της μέγιστης πίεσης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**Σύνολο δείγματος**
Toe 1	NS	NS	0.03	0.01
Toe 2-5	NS	NS	NS	0.004
Meta 1	NS	0.02	0.002	0.000
Meta 2	0.004	0.002	0.000	0.000
Meta 3	0.01	0.003	0.000	0.000
Meta 4	NS	0.008	0.000	0.000
Meta 5	0.04	0.04	0.000	0.000
Mid foot	0.01	0.080	0.001	0.000
Heel Medial	NS	NS	0.01	0.003
Heel Lateral	NS	0.03	0.001	0.000

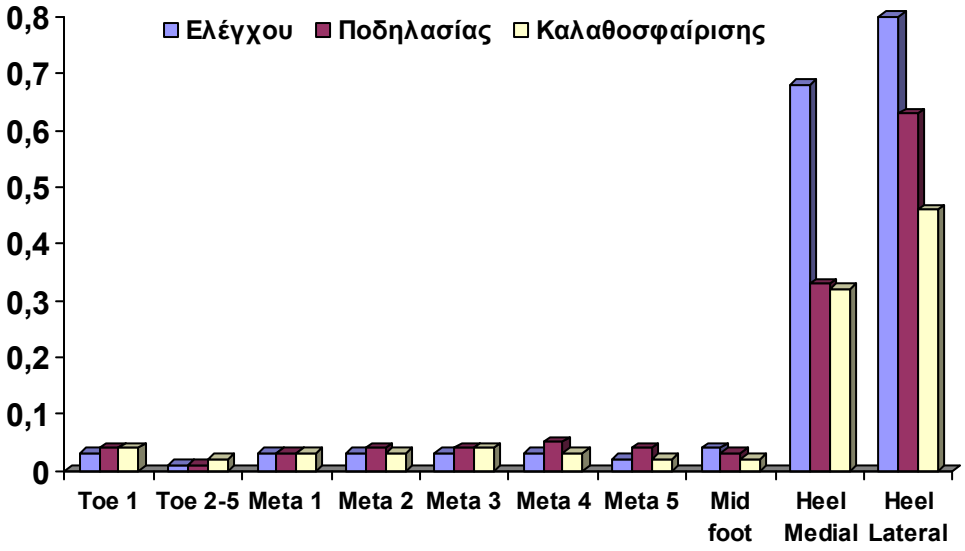
4. 3. Φόρτιση

4. 3. 1. Παιδιά

Στον πίνακα 4.5 (και στο γράφημα 4.3) παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της φόρτισης σε N/cm^2s στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών. Η διαδικασία MANOVA δεν ανέδειξε κάποια σημαντική επίδραση της ομάδας στο σύνολο των μεταβλητών (Hotelling's trace=0.404, $F_{20,94}$=0.949, $p>0.05$).

Πίνακας 4. 5. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**p (F-test)**
Toe 1	0.03±0.02	0.04±0.03	0.04±0.03	NS
Toe 2-5	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.03	NS
Meta 1	0.03±0.03	0.03±0.02	0.03±0.03	NS
Meta 2	0.03±0.01	0.04±0.03	0.03±0.02	NS
Meta 3	0.03±0.02	0.04±0.02	0.04±0.03	NS
Meta 4	0.03±0.02	0.05±0.04	0.03±0.04	NS
Meta 5	0.02±0.02	0.04±0.06	0.02±0.03	NS
Midfoot	0.04±0.06	0.03±0.03	0.02±0.03	NS
Heel Medial	0.68±1.39	0.33±0.4	0.32±0.33	NS
Heel Lateral	0.80±1.15	0.63±1.07	0.46±0.63	NS



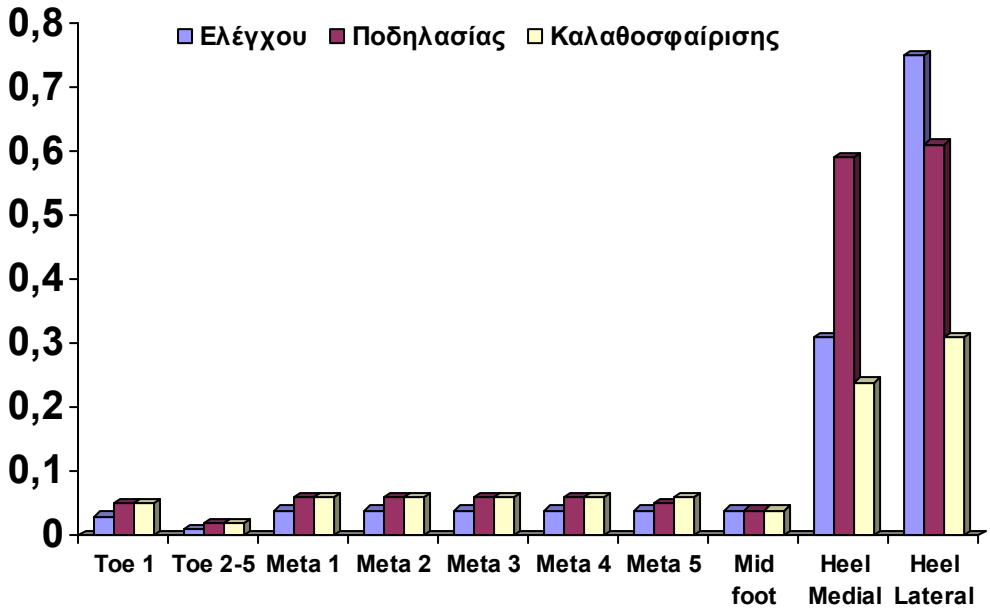
Γράφημα 4. 3. Μέσες τιμές της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών.

4. 3. 2. Ενήλικες

Στον πίνακα 4.6 (και στο γράφημα 4.4) παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της φόρτισης σε N/cm^2s στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων. Η διαδικασία MANOVA δεν ανέδειξε καμία σημαντική επίδραση της ομάδας στο σύνολο των μεταβλητών (Hotelling's trace=0.570, $F_{20,94}$=1.34, $p>0.05$).

Πίνακας 4. 6. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**p (F-test)**
Toe 1	0.03±0.03	0.05±0.03	0.05±0.03	NS
Toe 2-5	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	NS
Meta 1	0.03±0.02	0.04±0.02	0.04±0.02	NS
Meta 2	0.04±0.02	0.06±0.03	0.06±0.02	NS
Meta 3	0.04±0.03	0.06±0.03	0.06±0.03	NS
Meta 4	0.04±0.03	0.06±0.04	0.06±0.03	NS
Meta 5	0.04±0.03	0.05±0.04	0.06±0.04	NS
Midfoot	0.04±0.05	0.04±0.03	0.04±0.02	NS
Heel Medial	0.31±0.34	0.59±1.29	0.24±0.22	NS
Heel Lateral	0.75±1.49	0.61±1.27	0.31±0.36	NS



Γράφημα 4. 4. Μέσες τιμές της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων.

4. 3. 3. Συγκρίσεις της φόρτισης ανάμεσα στα παιδιά και τους ενήλικες

Ο πίνακας 4.7 παρουσιάζει τις τελικές p-τιμές που προέκυψαν από τις πολλαπλές συγκρίσεις της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων, για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα. Όπως δείχνει ο πίνακας, στο σύνολο του δείγματος οι ενήλικες είχαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες μέσες τιμές της φόρτισης από τα παιδιά στις τέσσερις από τις δέκα ανατομικές περιοχές. Όπως όμως δείχνουν οι συγκρίσεις των επιμέρους ομάδων, αυτό είναι πρωτίστως το αποτέλεσμα της μεγάλης διαφοροποίησης ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες στις ομάδες καλαθοσφαίρισης, όπου στατιστικά σημαντικές διαφορές υπήρξαν στις ίδιες τέσσερις ανατομικές περιοχές. Δεύτερη σε αριθμό στατιστικά σημαντικών διαφορών έρχεται η ομάδα ελέγχου, όπου παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη 2/10 παραμέτρους. Τέλος στην ομάδα ποδηλασίας δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα παιδιά και τους ενήλικες, σε καμία από τις δέκα υπό εξέταση ανατομικές περιοχές.

Πίνακας 4. 7. Αποτελέσματα των συγκρίσεων της φόρτισης στις δέκα ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**Σύνολο δείγματος**
Toe 1	NS	NS	NS	NS
Toe 2-5	NS	NS	NS	NS
Meta 1	NS	NS	NS	NS
Meta 2	0.04	NS	0.002	0.000
Meta 3	NS	NS	0.004	0.000
Meta 4	NS	NS	0.01	0.02
Meta 5	0.04	NS	0.001	0.004
Mid foot	NS	NS	NS	NS
Heel Medial	NS	NS	NS	NS
Heel Lateral	NS	NS	NS	NS

Όπως γίνεται κατανοητό από τους πίνακες και κυρίως από τα γραφήματα, η μέγιστη φόρτιση παρατηρείται στο πίσω μέρος του πέλματος στις περιοχές Heel Medial και Heel Lateral.

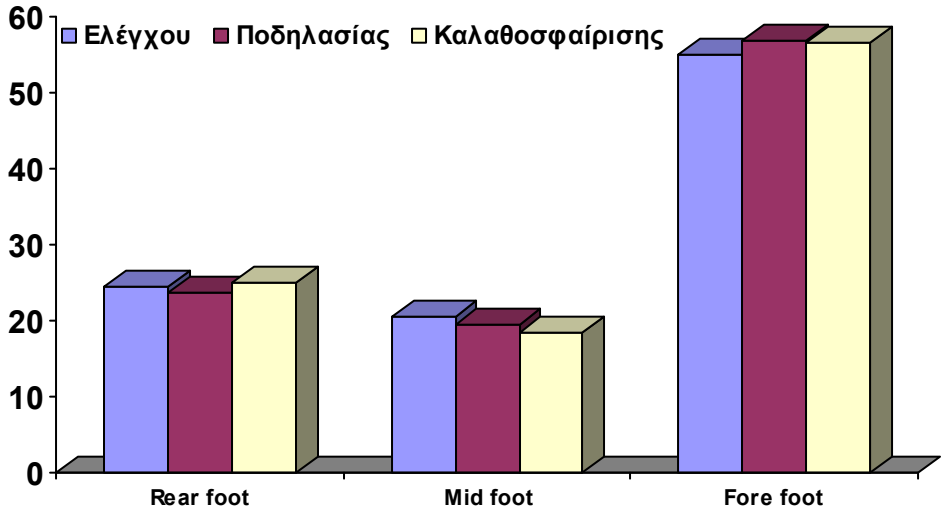
4. 4. Επιφάνεια επαφής

4. 4. 1. Παιδιά

Στον πίνακα 4.8 (και στο γράφημα 4.5) παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών. Η διαδικασία MANOVA δεν ανέδειξε καμία σημαντική επίδραση της ομάδας στο σύνολο των μεταβλητών (Hotelling's trace=0.103, $F_{6,108}$=0.928, p>0.05.

Πίνακας 4.8 Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**p (F-test)**
Rear foot	24.5±2.9	23.8±2.8	25.1±2.0	NS
Mid foot	20.5±4.7	19.5±5.5	18.4±5.3	NS
Fore foot	55.0±3.9	56.7±4.6	56.5±4.7	NS



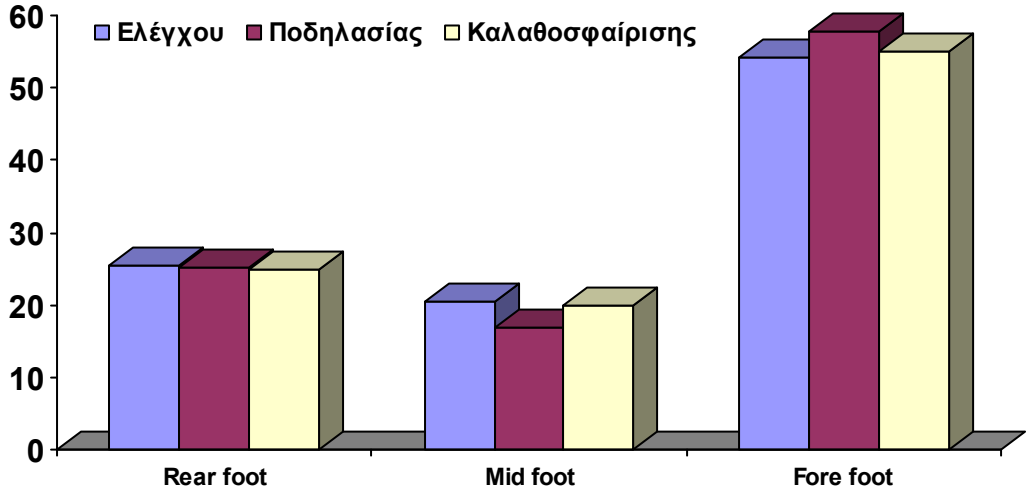
Γράφημα 4. 5. Μέσες τιμές του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών.

4. 4. 2. Ενήλικες

Στον πίνακα 4.9 (και στο γράφημα 4.6) παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων. Η διαδικασία MANOVA ανέδειξε σημαντική επίδραση της ομάδας στο σύνολο των μεταβλητών (Hotelling's trace=0.323, $F_{6,108}$=2.91, p=0.011). Αυτό οφείλεται στις διαφορές των μέσων τιμών του ποσοστού της επιφάνειας επαφής για το fore foot, όπου η ομάδα ποδηλασίας είχε αρκετά υψηλότερο ποσοστό από τις άλλες δύο ομάδες. Η διαφορά με την ομάδα ελέγχου είναι στατιστικά σημαντική (p=0.008).

Πίνακας 4.9. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**p (F-test)**
Rear foot	25.4±2.8	25.2±2.9	24.9±2.9	NS
Mid foot	20.3±4.2	16.9±6.6	20.0±4.9	NS
Fore foot	54.3±2.4	57.9±4.6	55.1±3.4	0.008



Γράφημα 4. 6. Μέσες τιμές του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων.

4. 4. 3. Συγκρίσεις της επιφάνειας επαφής ανάμεσα στα παιδιά και τους ενήλικες.

Ο πίνακας 4.10 παρουσιάζει τις τελικές p-τιμές που προέκυψαν από τις πολλαπλές συγκρίσεις του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού, μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων, για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα.

Πίνακας 4.10 Αποτελέσματα των συγκρίσεων του ποσοστού της επιφάνειας επαφής στις τρεις ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**Σύνολο δείγματος**
Rear foot	NS	NS	NS	NS
Mid foot	NS	NS	NS	NS
Fore foot	NS	NS	NS	NS

Όπως δείχνει ο πίνακας, ούτε στο σύνολο του δείγματος, ούτε στις επιμέρους ομάδες υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση στην κατανομή του ποσοστού της επιφάνειας επαφής ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες.

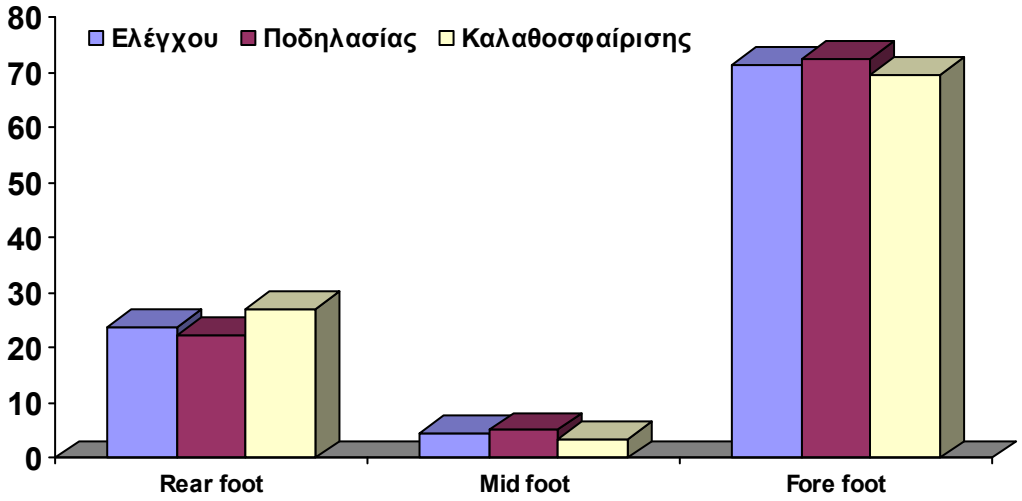
4. 5. Ώθηση

4. 5. 1. Παιδιά

Στον πίνακα 4.11 (και στο γράφημα 4.7) παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών. Η διαδικασία MANOVA δεν ανέδειξε καμία σημαντική επίδραση της ομάδας στο σύνολο των μεταβλητών (Hotelling's trace=0.064, $F_{6,108}$=0.577, p>0.05.

Πίνακας 4.11. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**p (F-test)**
Rear foot	23.9±9.0	22.3±9.4	27.0±9.9	NS
Mid foot	4.7±2.5	5.1±8.4	3.4±2.0	NS
Fore foot	71.4±10.0	72.6±9.3	69.6±11.0	NS



Γράφημα 4. 7. Μέσες τιμές του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των παιδιών.

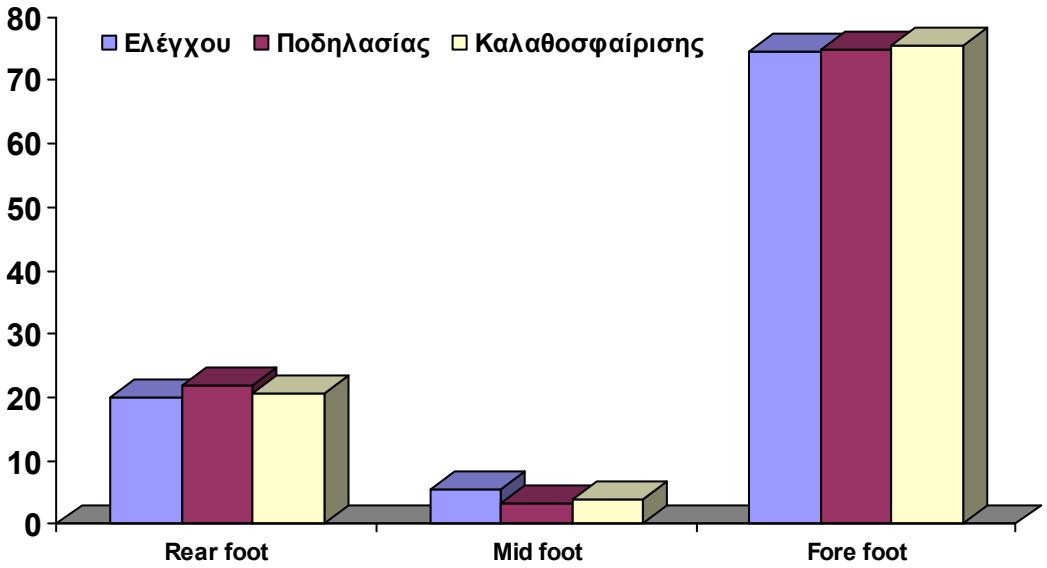
4. 5. 2. Ενήλικες

Στον πίνακα 4.12 και στο γράφημα 4.8 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων. Η διαδικασία MANOVA δεν ανέδειξε καμία σημαντική επίδραση της ομάδας στο σύνολο των μεταβλητών (Hotelling's trace=0.200, $F_{6,108}$=1.80, p>0.05). Παρά ταύτα, τα επιμέρους F-test

ανέδειξαν σημαντική ανομοιογένεια στις μέσες τιμές ποσοστού της ώθησης στο Mid foot. Όπως έδειξαν τα post-hoc tests αυτό οφείλεται στη στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ομάδες ελέγχου και ποδηλασίας.

Πίνακας 4.12. Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**p (F-test)**
Rear foot	20.0±5.6	21.9±5.3	20.7±7.3	NS
Mid foot	5.5±2.5	3.3±2.4	3.9±2.0	0.01
Fore foot	74.5±6.3	74.8±5.9	75.4±6.9	NS



Γράφημα 4. 8. Μέσες τιμές του ποσοστού της ώθησης στις τρεις περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού για τις τρεις ομάδες των ενηλίκων.

4. 5. 3. Συγκρίσεις της ώθησης ανάμεσα στα παιδιά και τους ενήλικες.

Ο πίνακας 4.13 παρουσιάζει τις τελικές p-τιμές που προέκυψαν από τις πολλαπλές συγκρίσεις του ποσοστού της ώθησης στις τρεις ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα. Όπως δείχνει ο πίνακας, στο σύνολο του δείγματος, υπήρξε σημαντική διαφοροποίηση στην κατανομή του ποσοστού της ώθησης ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες. Αυτό οφείλεται αποκλειστικά στη διαφοροποίηση της κατανομής μεταξύ του rear και του fore foot, που παρατηρήθηκε ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες στην ομάδα της καλαθοσφαίρισης. Συγκεκριμένα, όπως δείχνουν και οι πίνακες 4.11 και 4.12, ενώ στα παιδιά η σχετική ποσοστιαία κατανομή της ώθησης στο rear foot και fore foot ήταν αντίστοιχα 27.0% και 69.6%, στους ενήλικες η σχετική ποσοστιαία κατανομή της ώθησης στο rear foot και fore foot ήταν αντίστοιχα 20.7% και 75.4%. Αυτό σημαίνει ότι στους καλαθοσφαιριστές μεγαλώνοντας, αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής στην ώθηση του fore foot και ανάλογα μειώνεται η συμμετοχή του rear foot.

Πίνακας 4. 13. Αποτελέσματα των συγκρίσεων του ποσοστού της ώθησης στις τρεις ανατομικές περιοχές του πέλματος του κυρίαρχου ποδιού μεταξύ των παιδιών και των ενηλίκων για το σύνολο του δείγματος και ξεχωριστά για κάθε ομάδα.

Περιοχή	**Ομάδα ελέγχου**	**Ομάδα ποδηλασίας**	**Ομάδα καλαθοσφαίρισης**	**Σύνολο δείγματος**
Rear foot	NS	NS	0.02	0.02
Mid foot	NS	NS	NS	NS
Fore foot	NS	NS	0.03	0.02

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στη σύγκριση του εμβιομηχανικού προφίλ του άκρου ποδός (πέλματος) μεταξύ τριών ομάδων παιδιών ηλικίας 11.0±1.8 ετών και αντίστοιχα τριών ομάδων ενηλίκων ηλικίας 33.2±8.5 ετών. Και στις δύο ηλικιακές ομάδες η μια ομάδα ήταν η ομάδα ελέγχου, η δεύτερη ομάδα προερχόταν από αθλητές, που προπονούνται και αγωνίζονται συστηματικά στο άθλημα της ποδηλασίας και η τρίτη ομάδα αποτελείτο από αθλητές καλαθοσφαίρισης. Προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι διαφορές μεταξύ των ατόμων του δείγματος, η έρευνα συμπεριέλαβε μόνο άρρενες, χωρίς ιστορικό σοβαρών τραυματισμών και χωρίς συμπτώματα δομικής παθολογίας.

Μετρήθηκαν με πελματογράφο, κατά τη διάρκεια κανονικού βαδίσματος οι παράμετροι της μέγιστης πίεσης σε N/cm^2 και της φόρτισης σε N/cm^2s σε απόλυτες τιμές, για κάθε μία από τις δέκα ανατομικές περιοχές στις οποίες χωρίζεται το πέλμα, σύμφωνα με το λογισμικό πακέτο RsScan. Η διαίρεση του πέλματος σε ανατομικές περιοχές παρέχει τη δυνατότητα λεπτομερούς ανάλυσης και συνήθως στηρίζεται στην απόφαση του ερευνητή και τους κλινικούς σκοπούς της έρευνας, επομένως εμπεριέχει το στοιχείο της υποκειμενικότητας. Υπάρχουν όμως μέθοδοι, που χρησιμοποιούν αλγορίθμους για τη διαίρεση του πέλματος σε προκαθορισμένο αριθμό περιοχών, για τη διασφάλιση μιας αντικειμενικής προσέγγισης. Αυτή η μέθοδος ακολουθήθηκε και στην παρούσα έρευνα για να αποφευχθούν λάθη και μεροληψίες.

5. 1. *Σωματομετρικά χαρακτηριστικά του δείγματος*

Οι μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις απέδειξαν την αρχική υπόθεση και ανέδειξαν όπως ήταν φυσικό, διαφορές ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες ως προς το σωματικό βάρος, το ανάστημα και το Δείκτη Μάζας Σώματος. Επίσης, οι καλαθοσφαιριστές διέφεραν σημαντικά, ως προς ύψος και το βάρος, κυρίως σε σχέση με τους ποδηλάτες και τούτο οφείλεται στις ειδικές απαιτήσεις του αθλήματος (μεγάλο ύψος), καθώς και στην αντίστοιχη ανάπτυξη του μυϊκού ιστού, λόγω του είδους της προπόνησης. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι

καλαθοσφαιριστές σε σύγκριση με αθλητές άλλων ομαδικών αθλημάτων, διαθέτουν υψηλότερο ποσοστό υποδόριου λίπους (Musaiger, Ragheb & Marzooq, 1994).

5. 2. *Μέγιστη πίεση*

Η ανάλυση της μέγιστης πίεσης ανέδειξε ότι οι τρεις ομάδες διέφεραν στατιστικά σημαντικά στις τρεις από τις δέκα παραμέτρους και συγκεκριμένα κατά φθίνουσα σειρά σημαντικότητας αυτές ήταν οι Meta 1, Toe 1 και Meta 3. Αυξημένες τιμές επίσης παρατηρήθηκαν και στο Meta 2, αποτέλεσμα που συμφωνεί με προγενέστερες έρευνες, όπου σε ποσοστό 88% αναφέρεται ότι ο φυσιολογικός, ελεύθερος παθολογίας πληθυσμός, εμφανίζει μέγιστη πίεση στο 2° και 3° μετατάρσιο (Duckworth, Betts, Franks & Burke, 1982; Plank & Potter, 1995; Rai & Aggarwal, 2006).

Αυτή η πίεση στο 2° και 3° μετατάρσιο, αν συνδυαστεί με αυξημένες τιμές στο έσω χείλος της πτέρνας (heel medial), έχει αποδειχθεί ότι το άτομο παραπονείται για πόνο, που εντοπίζεται στα συγκεκριμένα μετατάρσια και κινδυνεύει από πτώση της εγκάρσιας καμάρας ή κάταγμα κόπωσης. (Weist, Eils & Rosenbaum, 2004). Τα κατάγματα κόπωσης είναι πολύ συχνά σε δρομείς, ποδοσφαιριστές και καλαθοσφαιριστές, που συνδυάζουν επαναλαμβανόμενες κινήσεις, που προκαλούν κραδασμούς.

Η μέγιστη πίεση στα δάκτυλα 2 – 5 σε όλες τις ομάδες, σημείωσε τις χαμηλότερες τιμές, γεγονός που σημαίνει ότι η κατανομή στα δάκτυλα είναι σχετικά ασύμμετρη. Ο συνδυασμός των αυξημένων πιέσεων στο 2° και 3° μετατάρσιο με συνοδή μείωση στα δάκτυλα 2 – 5 ταυτίζεται απόλυτα με τα ευρήματα των Nagel, et al., (2008), καθώς και των Καραγκούνη και συν., (2009), που μελέτησαν την επίδραση της κόπωσης στα πέλματα αθλητών αμέσως μετά από αγώνες μεγάλων αποστάσεων. Τα αποτελέσματα των ανωτέρω ερευνών αποδόθηκαν στη μυϊκή εξάντληση, που επέφερε η κόπωση. Όμως, στην παρούσα έρευνα ο παράγοντας «κόπωση» απουσίαζε και ως εκ τούτου, μια αξιόπιστη εξήγηση είναι δύσκολο να εκφραστεί.

Σε ό,τι αφορά στη σύγκριση με τις άλλες δύο ομάδες, η μέγιστη αύξηση της πίεσης παρατηρείται στην ομάδα της καλαθοσφαίρισης.

Στις ανατομικές ζώνες Meta 1 και Toe 1 στατιστικά σημαντική διαφορά είχε η ομάδα ελέγχου από την ομάδα ποδηλασίας. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα

κατέληξαν οι Sanderson και Cavanagh (1987), οι οποίοι παρατήρησαν ότι, κατά την ποδηλασία η μέγιστη πίεση επικεντρώνεται στο πρόσθιο μέρος του ποδιού. Το γεγονός αυτό δεν πρέπει να προκαλεί έκπληξη, καθώς είναι το μόνο μέρος του ποδιού, που βρίσκεται σε επαφή με το πεντάλ του ποδηλάτου. Συγκεκριμένα οι ερευνητές βρήκαν ότι οι μέγιστες πιέσεις κατά τη διάρκεια της ποδηλασίας είναι στις περιοχές Meta 1 και Toe 1. Ανάλογα ευρήματα αποκάλυψε και η έρευνα των Sanderson, Hennig & Black (2000), όπου οι μέγιστες διαφορές πίεσης ανάμεσα σε επαγγελματίες και ερασιτέχνες ποδηλάτες κατά τη διάρκεια της ποδηλασίας παρατηρούνται στον πρώτο μετατάρσιο.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας προχωρούν ένα βήμα παραπέρα, καθώς αναδεικνύουν ότι οι διαφοροποιήσεις αυτές, φαίνεται πως αποκτούν ένα σχετικά μόνιμο χαρακτήρα και είναι μετρήσιμες με πελματογράφο, κατά τη διάρκεια της βάδισης. Να σημειωθεί ότι όλοι οι αθλητές δεν είχαν προπονηθεί την ημέρα της μέτρησης.

Παρά το γεγονός ότι τα παιδιά που μετρήθηκαν ήταν σχετικά μικρής ηλικίας, εντούτοις οι παρατηρούμενες διαφορές είναι ήδη στατιστικά σημαντικές. Οι διαφορές αυτές είναι πολύ συγκεκριμένες, τόσον όσον αφορά στις ομάδες μεταξύ των οποίων παρατηρούνται, όσον και στις περιοχές όπου παρατηρούνται. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ακόμα και σε παιδιά ηλικίας μόλις 11 ετών, το είδος της συστηματικής προπόνησης μπορεί να διαφοροποιήσει σημαντικά το εμβιομηχανικό προφίλ του άκρου ποδός.

Το ίδιο ισχύει και στις συγκρίσεις ανάμεσα στις ηλικιακές ομάδες. Όσον αφορά στις ομάδες, τα ευρήματα αναδεικνύουν την ομάδα των παιδιών που ασχολούνται με την ποδηλασία να έχουν αναπτύξει ήδη αυξημένες πιέσεις σε πέντε περιοχές (Meta 1, Toe 1, Meta 2, Heel Medial και Meta 3), που εντοπίζονται στο εσωτερικό μέρος του άκρου ποδός και κυρίως στο πρόσθιο τμήμα.

Προφανώς οι παρατηρούμενες διαφοροποιήσεις πηγάζουν από τις εξειδικευμένες πιέσεις, που ασκούνται κατά τη διάρκεια της ποδηλασίας, όπως επίσης είναι προφανές ότι οι διαφοροποιήσεις αυτές οδηγούν σε μια πολύ διαφορετική από την κανονική κατανομή πιέσεων στο πέλμα, που παρατηρείται στην ομάδα ελέγχου. Επομένως, αυξημένη είναι και η πιθανότητα οι έντονες αυτές πιέσεις να οδηγήσουν σε πολύ συγκεκριμένη παθολογία, όπως για παράδειγμα η

μεταταρσαλγία, το άλγος στην ποδική καμάρα, προβλήματα στους τένοντες και φλεγμονή της πελματιαίας περιτονίας (Mellion, 1991).

5. 3. *Φόρτιση*

Οι συγκρίσεις ανάμεσα στις τιμές της φόρτισης ανάμεσα στις ομάδες των παιδιών δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά σε καμία ανατομική ζώνη. Η μέγιστη αύξηση παρατηρείται και πάλι στους αθλητές της καλαθοσφαίρισης. Εδώ ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στις εξωτερικές περιοχές του πέλματος Heel Lateral και Meta 5, αλλά στατιστικά σημαντική παραμένει και για τις περιοχές Meta 2, Meta 3, Meta 4 και Heel Medial. Η πιο ικανοποιητική εξήγηση, που μπορεί να δοθεί για τη βασική αυτή διαφοροποίηση που συμβαίνει με την ομάδα των καλαθοσφαιριστών, είναι ότι η καλαθοσφαίριση είναι ένα άθλημα, στο οποίο απαιτείται ταυτόχρονα ταχύτητα και εκρηκτικότητα και η βασική προπόνηση των καλαθοσφαιριστών συνίσταται στη βελτίωση αυτών των παραμέτρων. Προφανώς αυτό μπορεί να επιτευχθεί, μόνο με την αύξηση της φόρτισης. Ταυτόχρονα, ο παράγοντας αυτός δεν μπορεί να φανεί χρήσιμος στους ποδηλάτες, καθώς κατά την ποδηλασία η επαφή του ποδός με το πεντάλ παραμένει περίπου σταθερή. Στις συγκρίσεις της φόρτισης ανάμεσα σε παιδιά και ενήλικες δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε καμία από τις δέκα υπό εξέταση ανατομικές περιοχές.

Οι επόμενες παράμετροι, που μετρήθηκαν ήταν η επιφάνεια επαφής και η ώθηση σε ποσοστό επί τοις εκατό, χωρίζοντας το πέλμα σε τρεις ανατομικές περιοχές: πρόσθια μοίρα, μέση μοίρα και οπίσθια μοίρα του ποδιού, σύμφωνα με το δείκτη ποδικής καμάρας (AI) των Cavanagh & Rodgers, που επίσης υιοθετείται από το λογισμικό πακέτο, που χρησιμοποιήθηκε.

5. 4. Επιφάνεια επαφής

Η παράμετρος αυτή συνδέεται άμεσα με τη διάγνωση του ύψους της ποδικής καμάρας με την έννοια ότι καταδεικνύει το ποσοστό συμμετοχής κάθε τριτημορίου του πέλματος στη συνολική επιφάνεια επαφής με το έδαφος. Από τις μετρήσεις υπάρχουν ενδείξεις ότι οι ενήλικες της ομάδας ποδηλασίας εμφάνισαν κοιλοποδία. Η μεγάλη όμως διασπορά εμποδίζει την εξαγωγή βέβαιου συμπεράσματος και μόνο σε συνδυασμό με το στατιστικά σημαντικό επίπεδο κατανομής των πιέσεων στο

πρόσθιο πόδι μπορεί κανείς να το υποθέσει. Φαίνεται πως το είδος της προπόνησης, έχει σαν αποτέλεσμα τη σημαντική διαφοροποίηση των ποδηλατών, σε σχέση κυρίως με την ομάδα ελέγχου, όσον αφορά στην κατανομή της επιφάνειας επαφής. Η διαφοροποίηση αυτή έγκειται στο γεγονός ότι οι ποδηλάτες έχουν μεγαλύτερο ποσοστό επιφάνειας επαφής στο πρόσθιο πόδι.

5.5. Ώθηση

Η ώθηση (impulse) αποκαλύπτει ποιο τριτημόριο του πέλματος βρίσκεται υπό πίεση για μεγαλύτερο χρόνο και για το λόγο αυτό είναι σημαντική για την αξιολόγηση της πιθανότητας εμφάνισης τραυματισμού ή παθολογίας. Οι αυξημένες πιέσεις θεωρούνται επιβλαβείς για τους ιστούς, όμως η χρονική διάρκεια της πίεσης είναι ο παράγοντας, που αυξάνει δραματικά τη βλάβη (Mueller, 2002).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων κατέδειξαν ότι η κατανομή της ώθησης, δεν παρουσίασε διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων στα παιδιά. Στους ενήλικες όμως, οι ομάδες ποδηλασίας και καλαθοσφαίρισης είχαν σημαντικά μικρότερο ποσοστό ώθησης στο μέσο πόδα από την ομάδα ελέγχου. Σημαντικό είναι επίσης το εύρημα ότι στους καλαθοσφαιριστές με την αύξηση της ηλικίας, αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής στην ώθηση του πρόσθιου πόδα και ανάλογα μειώνεται η συμμετοχή του οπίσθιου πόδα.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι ίσως η πιο σημαντική παράμετρος, όσον αφορά στη φυσιολογία του πέλματος, είναι η μέγιστη πίεση και η κατανομή της στις διαφορετικές περιοχές. Όπως αναφέρουν οι Νικολόπουλος, Γιαννούδης και Στεργιόπουλος (2001), «η γνώση των πιέσεων στο πέλμα είναι σημαντική για την αξιολόγηση των παθολογιών του ποδός. Η μελέτη μεγάλων ομάδων ασυμπτωματικών ποδών (κανονιστική μελέτη), με τη χρήση μετρήσεων πελματικών πιέσεων είναι θεμελιώδης για την κατανόηση των πιέσεων, που ασκούνται από το βάρος σε ένα υγιές πόδι, καθώς και των παθολογικών καταστάσεων, που ενδέχεται να υπάρχουν».

Με βάση τα παραπάνω, η παρούσα έρευνα, δεν μπορεί να αποφανθεί μετά πάσης βεβαιότητας ότι οι μετρήσεις που αφορούσαν στην ομάδα ελέγχου, τόσο στα παιδιά όσο και στους ενήλικες, αποτελούν αντιπροσωπευτικό δείγμα από ένα υγιή πληθυσμό. Πριν τη δημιουργία κανονιστικών γραφημάτων, αυτός ο περιορισμός θα παραμένει εγγενής σε κάθε έρευνα και όχι μόνο στην παρούσα.

5.6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Η αρχική υπόθεση, σχετικά με τη διαφορά στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά επιβεβαιώθηκε μόνο στους ενήλικες και απέδειξε ότι οι καλαθοσφαιριστές εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά, ως προς το ανάστημα και με δύο ομάδες (ποδηλάτες και ομάδα ελέγχου) και ως προς το σωματικό βάρος μόνο με τους ποδηλάτες.
2. Οι μέσες τιμές στη μέγιστη πίεση άκρου ποδός ανέδειξαν ότι οι τρεις ομάδες ενηλίκων διέφεραν με στατιστική σημαντικότητα στις τρεις από τις δέκα ανατομικές περιοχές (Meta 1, Toe 1 και Meta 3). Στις περιοχές Meta 1 και Toe 1 στατιστικά σημαντική διαφορά είχε η ομάδα ελέγχου από την ομάδα ποδηλασίας, ενώ στην περίπτωση της Meta 3 στατιστικά σημαντική διαφορά είχε η ομάδα ελέγχου από την ομάδα καλαθοσφαίρισης.
3. Στο σύνολο του δείγματος, οι ενήλικες είχαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερες μέσες τιμές της μέγιστης πίεσης από τα παιδιά και στις δέκα ανατομικές περιοχές. Μεγάλη διαφοροποίηση παρατηρήθηκε κυρίως ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες στις ομάδες καλαθοσφαίρισης, όπου στατιστικά σημαντικές διαφορές υπήρξαν στις 9/10 μεταβλητές και δευτερευόντως στις ομάδες ποδηλασίας, όπου παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις 7/10 παραμέτρους.
4. Η παράμετρος της φόρτισης ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες της καλαθοσφαίρισης σε 4/10 ανατομικές περιοχές και ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες της ποδηλασίας σε 1/10 περιοχές.
5. Στην παράμετρο «επιφάνεια επαφής» στατιστικά σημαντικές διαφορές αναδείχθηκαν μόνο στη 1/3 ανατομικές περιοχές του πέλματος (πρόσθιο πόδι) ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στους ενήλικες ποδηλάτες.
6. Η ομάδα ενηλίκων της ποδηλασίας είχε στατιστικά σημαντική διαφορά σε 1/3 ανατομικές ζώνες (μέσο πόδι) με την ομάδα ελέγχου. Σημαντική διαφοροποίηση παρατηρήθηκε επίσης ανάμεσα στα παιδιά και στους ενήλικες της καλαθοσφαίρισης σε 2/3 (πρόσθιο και οπίσθιο πόδι), υποδηλώνονται ότι στους καλαθοσφαιριστές μεγαλώνοντας, αυξάνεται το

ποσοστό συμμετοχής στην ώθηση του πρόσθιου πόδα και ανάλογα μειώνεται η συμμετοχή του οπίσθιου πόδα.

5.6.1. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Συμπερασματικά, επιβεβαιώθηκαν σε αρκετά μεγάλο βαθμό οι αρχικές υποθέσεις, όμως ο αριθμός του δείγματος αποτελεί περιορισμό, ως προς τη γενίκευση. Μία έρευνα με μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων θα επέτρεπε την εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων.

Επιπρόσθετα, ενώ στη βιβλιογραφία υπάρχει γενική παραδοχή της αξίας του πελματογραφήματος ως διαγνωστικού εργαλείου, δεν έχουν ακόμη δημιουργηθεί νόρμες, σχετικά με τις φυσιολογικές τιμές, για να γίνουν ισχυρές και αξιόπιστες συγκρίσεις. Οι μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να στραφούν προς αυτή την κατεύθυνση.

Επιπλέον, ο τύπος και η ένταση της αθλητικής δραστηριότητας και ο ρόλος των προσαρμογών του σώματος στις απαιτήσεις του αθλήματος είναι ένα πεδίο, που δεν έχει έως τώρα ερευνηθεί. Η μέτρηση των πελματιαίων πιέσεων εν ενεργεία αθλητών και στη συνέχεια η μέτρηση των ίδιων, μετά την εγκατάλειψη του αθλήματος, θα μπορούσε να αποκαλύψει πολλά, σχετικά με τη φύση των προσαρμογών του σώματος και τις πιθανές προσωρινές ή μόνιμες παραμορφώσεις.

Δεδομένου ότι η παρούσα έρευνα είναι η πρώτη προσέγγιση στον τομέα αυτό, η περαιτέρω διερεύνηση από ειδικούς κρίνεται αναγκαία και θα μπορούσε να δημιουργήσει την απαρχή για νέους προσανατολισμούς στην έρευνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Atkinson, G., & Nevill, A.M., (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med*., 26(4): 217- 38.

Ατσάλη, Ε., Ψύχου, Φ. (2007). Προβλήματα του άκρου ποδιού στα παιδιά – Μέρος Ι., *Δελτ. Α΄ Παιδιατρικής Κλινικής Πανεπιστημίου Αθηνών* (54).

Bahr, R., Holme, I. (2003). Risk factors for sports injuries – a methodological approach. *Journal of Sports Medicine*, 37: 384-92.

Balagué, F., Troussier, B., Salminen, J. J. (1999). Non-specific low back pain in children and adolescents: risk factors. *European Spine Journal*, 8: 429-438.

Barbeau, H., Fung, J., Leroux, A., Ladouceur, M. (2002). A review of the adaptability and Recovery of locomotion after spinal cord injury. Prog. Brain Res., (137): 9-25.

Bisiaux, M., Moretto, P., (2008). The effects of fatigue on plantar pressure distribution in walking. *Gait & Posture*, 28 : 693-698.

Borowski, L. A., Yard, E. E., Fields, S. K., Comstock, R. D. (2008). The Epidemiology of US High School Basketball Injuries, 2005-2007. *Am J Sports Med.,* 36: 2328-2335.

Burns, J., Crosbie, J., Hunt, A., Ouvrier, R., (2005). The effect of pes cavus on foot pain and plantar pressure. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 20(9):877-882.

Cavanagh, P.R., Hewitt Jr., F.G., Perry, J.E., (1992). In-shoe plantar pressure measurement: a review**.** *The Foot*, 2 (4): 185-194.

Cavanagh, P.R., LaFortune, M,A. (1980). Ground reaction forces in distance running.

J. Biomech., 13:397-406.

Cavanagh, P.R., Rodgers, M.M., (1987). The arch index: A useful measure from footprints. *Journal of Biomechanics,* 20 (5): 547-551.

Chuckpaiwong, B., Nunley, J.A., Mall, N.A., Queen, R.M., (2008). The effect of foot type on in-shoe plantar pressure during walking and running. *Gait & Posture*, 405-411.

Dahle, L.K., Mueller, M., Delitto, A., Diamond, J.E. (1991). Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *J Orthop Sports Phys Ther,* 14: 70-74.

Dalton, S,E., (1992). Overuse injuries in adolescent athletes. *Sport Med.*, 13: 58-70.

De Cock, A., Willems, T.M., Stal, S., De Clercq, D.,(2002). Within-subject variability of plantar pressure patterns in barefoot running. In: *Proceedings of IV World Congress on Biomechanics*, Calgary, CD, CAN.

Dettori, N., Norvell, D. (2006). Non – traumatic bicycle injuries: A review of literature. *Sports Medicine*, 36 (1), 7-18 .

Dirckx, J.H. (2001). *Stedman's Concise Medical Dictionary for the health professionals, 4th Edition.* Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins.

Dorland's *Illustrated Medical Dictionary, 30th Edition.* 2003. Dorland; W. B. Saunders, Locked Bag 16, Marrickville, N.S.W. 2204.

Dufour, M. (2006). *Ανατομία του Μυοσκελετικού Συστήματος, Τόμος 1.* Αθήνα, Ιατρ. Εκδ. Πασχαλίδης.

Dustine, L., Moore, G. (2005). *Άσκηση – Χρόνιες Παθήσεις και Αναπηρίες.* Αθήνα, Ιατρ. Εκδ. Πασχαλίδης.

Elftman, H.O., (1934). A cinematic study of the distribution of pressure in the human foot. *Anat Rec.*, 59: 481–490.

Erhart, J.C. , Mündermann, A. , Mündermann, L., Andriacchi, T.P., (2008). Predicting changes in knee adduction moment due to load-altering interventions from pressure distribution at the foot in healthy subjects. *Journal of Biomechanics*, 41(14):2989-94.

Ford, K.R., Myer, G.D., Hewett, T.E.,(1999). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Med Sci Sports Exerc.*, 35:1745–1750.

Γαλανόπουλος Ν., Βερέττας Δ., (2001). *Επώδυνες καταστάσεις μαλακών ιστών Μυοσκελετικού Συστήματος*. Αθήνα, Εκδ. Παρισιάνου.

Gabriel, R.C., Abrantes, J., Granata, K., Bulas-Cruz, J., Melo-Pinto, P., Filipe, V., (2008). Dynamic joint stiffness of the ankle during walking: Gender-related differences., *Phys. Therapy in Sport*, 9 :16-24.

Govsa, F., Bilge, O., Ozer, M.A., (2005). Anatomical study of the communicating branches between the medial and the lateral plantar nerves. *Surg. Radiol. Anat.,* 27:377-381.

Gregor, R.J., Wheeler, J.B., 1994. Biomechanical factors associated with shoe/pedal interfaces, *Sports Med.*, 17(2) : 117-131.

Greiner, B., Dohle, J., Schulze, W., Ostermann, T., Hamel, J., (1999).The visual assignment of pedographic examination results to anatomical reference areas of the forefoot: a pedographic-radiological study of healthy and abnormal morphology of the forefoot. *Foot and ankle surgery*, 5 (4): 219-226.

Gunzburg, R., Balague, F., Nordin, M., Szpalski, M., Duyck, D., Bull, D., & Melot, C.(1999). Low back pain in a population of school children. *Eur Spine J.*, 8(6): 439-43.

Gurney, J.K., Kersting U.G., Rosenbaum, D., (2008). Between-day reliability of repeated plantar pressure distribution measurements in a normal population. *Gait and Posture,* 27: 706–709.

Gurney, J.K., Kersting U.G., Rosenbaum, D., (2009). Dynamic foot function and morphology in elite rugby league athletes of different ethnicity. *Applied Ergonomics,* 40 (3) :554-559.

Hayafune, N., Hayafune, Y., Jacob, H.A.C.,(1999). Pressure and force distribution characteristics under the normal foot during the push-off phase in gait. *The Foot*, 9 : 88-92.

Harreby, M., Nygaard, B., Jessen, T., Larsen, E., Storr-Paulsen, A., Lindahl, A., Fisker,I., & Laegaard, E. (1999). Risk factors for low back pain in a cohort of 1389.Danish school children: an epidemiologic study. *Eur Spine J.,* 8(6): 444-50.

Harmer, P. A. (2005). Basketball Injuries. Epidemiology of Pediatric Sports injuries: Team sports. *Med Sport Sci*. Basel, Karger, 49: 31–61.

Hennig, E.M., Rosenbaum, D., (1991). Pressure distribution patterns under the feet of children in comparison with adults. *Foot and Ankle*, 11 (5): 306-311.

Hills, A.P., Hennig, E.M., McDonald, M., Bar – Or, O., (2001). Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: A biomechanical analysis. *Int. J. of Obesity*, 25: 1674-1679.

Hills, A.P., Parker, A.W., (1991). Gait asymmetry in obese children. *Neuro-Orthopedics,* 12:29-33.

Homme, A.K., Hennig, E.M., Hartmann, U., (2007). 3- Dimensional foot geometry and pressure distribution analysis of the human foot. Visualization and analysis of two independent foot quantities for clinical applications. Advances in Medical Engineering, *Springer Berlin Heidelberg*: 308-313.

Horrisberger, M., Hintermann, B., Valderrabano, V., (2009). Alterations of plantar pressure distribution in posttraumatic end-stage ankle osteoarthritis. *Clinical Biomechanics,* 24: 303-307.

Hosea, T.M., Carey, C.C., Harrer, M.F., (2000). The gender issue: Epidemiology of ankle injuries in athletes who participate in basketball. *Clin Ortho Rel Res*.,372 :45–49.

Hughes, J., Pratt, L.,. Linge, K., Clark, P., Klenerman,L.,(1991).Reliability of pressure measurements: the EMED F system, *Clinical Biomechanics,* 6 :14 - 18.

Hutton, W., Stokes, T.A.F., (1991). Biomechanics of the foot. In: Klenerman L., ed. *The Foot and its Disorders*. Oxford: Blackwell Scientific: Chapter 2, 12.

Jarboe, N. E., Quesada, P.M.,(2003). The effects of cycling shoe material on plantar stress. *Summer Bioengineering conference*, June 25-29, Florida.

Järvinen, M., (1993). Lower leg overuse injuries in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*., 1: 126-30.

Karagounis, P., Prionas, G., Armenis, E., Tsiganos, G., Baltopoulos, P., (2009). *Foot and ankle specialist*, 2(4) :173-178.

Kaufman, K.R., Brodine, S.K., Shaffer, R.A., Johnson, C.W., Cullison, T.R., (1999). The effect of foot structure and range of motion on musculoskeletal overuse injuries. *Am J Sports Med.*, 27(5): 585-93.

Kerrigan, D. C., Todd, M. K., Croce, U. D., (1998). Gender differences in joint biomechanics during walking. Normative study in young adults. *The Am. J. of Physical Med. & Rehab.*, 77(1): 2-7.

Klenerman, L., Wood, B., (2006). The human foot: a companion to clinical studies. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 88-B, (9) : 1267.

Κόσσυβα, Ε., Χατζηχαριστός, Δ., (2007). Η φυσική αγωγή στα ελληνικά γυμνάσια¨: Προάγεται η φυσική δραστηριότητα για την υγεία; *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή και στον Αθλητισμό*, Τόμος 5(3) :341-351.

Κουτσονικόλας Δ., Μέλλιος Γ., Λαλιώτης Ν., Λιαγκούρης Ι., Αναστασιάδης Σ., Ανωγειανάκις Γ., (2003). Δυναμική ανάλυση βάδισης σε παιδιά με ηλεκτρονικό πελματογράφημα F-Scan: Θεραπευτικές παρεμβάσεις. Ανακ. στο *18° Βορειοελλαδικό Ιατρικό Συνέδριο*, Θεσσαλονίκη 14-17 Μαΐου.

Κουτσονικόλας Δ., Μποτζώρης Β., Παπασωτηρίου Ι., Λιαγκούρης Ι., Ανωγειανάκις Γ., (1999). Η χρησιμότητα του ηλεκτρονικού πελματογραφήματος στην πρόγνωση αθλητικών κακώσεων. Ανακ. Στο *5° Διεθνές Συνέδριο Αθλητιατρικής Εταιρίας Β. Ελλάδας,* Θεσσαλονίκη, 18-21 Νοεμβρ.

Kulthanan, T., Techakampush, S., Donphongam, N., (2004). A study of footprints in athletes and non – athletic people. *J. Med. Assoc. Thai*, 87(7):788-792.

Leroy, D., Polin, D., Tourny – Chollet, C., Weber, J., (2000). Spatial and temporal gait variable differences between basketball, swimming and soccer players. *Int. J. Sports Med.*, 21(3):158-162.

Levy, J.C., Mizel, M.S., Wilson, L.S., Fox, W., McHale, K., Taylor, D.C., et al. (2006). Incidence of foot and ankle injuries in West Point cadets with pes planus compared to the general cadet population. *Foot Ankle Int.*, 27(12): 1060-1064.

Liu, X.C., Thometz, J.G., Tassone, C., et al., (2005). Dynamic plantar pressure measurement for the normal subject : free-mapping model for the analysis of pediatric foot deformities. *J Pediatr Orthop*., 25: 103-106.

McGowan, C.P., Neptune, R.R., Clark, D.J., Kautz, S.A.,(2010). Modular control of human walking: Adaptations to altered mechanical demands. *J. Biomech*., 43(3): 412-419.

McKay, G.D., Goldie, P.A., Payne, W.R., Oakes. B.W., (2001). Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *Br J Sports Med.*, 35: 103-8.

Malleson, P., Clinch, J., (2003). Pain syndromes in children. *Current opinion in rheumatology,* 15(5):572-80.

Meeuwisse, W.H.,(2003). Rates and Risks of Injury during Intercollegiate Basketball. *A. J. of Sports Medicine*, 31(3): 379-385.

Mellion, M.B., 1991.Common Cycling Injuries, Management and Prevention. *Sports Medicine,* 11(1): 52-70.

Mei –Dan, O., Kahn, G., Zeev, A., Rubin, A., Constantini, N., Even, A., et al.(2005). The medial longitudinal arch as a possible risk factor for ankle sprain. *Foot Ankle Int*., 26 (2):180-183.

Metzl, J., (2002). Expetations of pediatric sport participation among pediatricians, patients and parents. *Pediatric Clinic of North America*, 49(3): 497-504.

Meyers – Rice, B., Sugars, L., McPoil, T.G., Cornwall, M.W. (1994). Comparison of three methods for obtaining plantar pressures in nonpathologic subjects. *J. Am. Podiatr. Med. Assoc.* 84 (10): 499-504.

Michelson, J.D., Durant, D.M., McFarland, E., (2002). The injury risk associated with pes planus in athletes. *Foot and Ankle International*, 23 (7): 629-633.

Miller, A., (2005). *A retrospective study to investigate if foot type is an indicator to the type of injuries that might occur in recreational walkers*. Univ. College Northampton.

Morton, D.J., (1934). *The Human Foot.* New York: Columbia University Press, 155.

Mueller, M., (2002). Application of plantar pressure assessment in footwear and insert design. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.,* 29:747-755.

Murphy, D.F., Beynnon, B.D., Michelson, J.D., Vacek, P.M.,(2005). Efficacy of plantar loading parameters during gait in terms of reliability, variability, effect of gender and relationship between contact area and plantar pressure. *Foot Ankle Int.*, 26(2):171-179.

Murphy DF, Connolly DAJ, Beynnon BD.,(2003). Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med.*, 37: 13-29.

Nagel, A., Fernholz, F., Kibele, C., Rosenbaum, D., (2008). Long distance running increases plantar pressures beneath the metatarsal heads. A barefoot walking investigation of 200 marathon runners. *Gait & Posture*, 27: 152-155.

Nakhaee, Z., Rahimi, A., Abaee, M., Rezasoltani, A., Khademi Kalantari, K., (2008). The relationship between the height of the medial longitudinal arch (MLA) and the ankle and knee injuries in professional runners. *The Foot*, 18: 84-90.

Nikolaidou, M.E., Boudolos, K.D., (2006). A footprint-based approach for the rational classification of foot types in young schoolchildren. *The Foot*, 16: 82-90.

Nicolopoulos, C.S, Giannoudis, P.V, Stergiopoulos, K.A. History and literature review of plantar pressure measurement studies and techniques (pelmatographise) Retrieved January, 2010, from http://www.acta-ortho.gr/v52t4_7.html .

Nurse, M.A., Nigg, B.M., (2001). The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity, *Clin. Biomech.,* 16 :719–727.

Oladeji, O., Stackhouse,C. , Gracely, E., Orlin, M., (2008). Comparison of the Two-Step and Midgait Methods of Plantar Pressure Measurement in Children. *J Am Podiatr Med Assoc*., 98(4):268-77.

Pataky, Todd C., Goulermas, John Y., (2008). Pedobarographic statistical parametric mapping (pSPM): A pixel-level approach to foot pressure image analysis. *Journal of Biomechanics*, 41(10) : 2136-2143.

Πουλμέντης Π., (2007*). Βιολογική μηχανική – Εργονομία.* Αθήνα, Εκδ. Αθλότυπο

Putti, A.B., Arnold, G.P., Abboud, R.J., (2010). Foot pressure differences in men and women. *Foot & Ankle Surgery,* 16: 21-24.

Queen, R., Haynes, B., Hardaker, W., Garret,W., (2007). Forefoot loading during 3 athletic tasks. *Am J Sports Med*., 25(4): 630-636.

Queen, R., Mall, N., Nunley, J., Chuckpaiwong, B., (2009). Differences in plantar loading between flat and normal feet during different athletic tasks. *Gait & Posture*, 29(4):582-586.

Rai, D.V., Aggarwal, L.M., (2006). The study of plantar pressure distribution in normal and pathological foot. *Pol J Med Phys Eng.,* 12(1):25-34.

Razeghi, M., Batt, M., (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait and Posture,* 15: 282–291.

Richter, M., Frink, M., Zech, S., Geerling, J., Droste, P., Knobloch, K., Krettek, C., (2006).Technique for Intraoperative Use of Pedography. *Techniques in Foot and Ankle Surgery,* 5(2):88–100.

Riddiford – Harland D.L., Steele J.R., Storlien, L.H. (2000). Does obesity influence foot structure in prepubescent children? *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 24: 541-544.

Rippani, M., Ciccarelli, A., Morini, S., Ricciardi, G., Michielon, G., (2006). Evaluation of foot support in rugby players: A baropodometric analysis. *Sport Sci. Health*, 1: 104-108.

Root, M.L., Orien, W.P., Weed, J.H. (1971). Normal and abnormal function of the foot. L.A., Clinical Biomechanics Corp.

Rosenbaum, D., Becker, H., (1997). Plantar pressure distribution measurements. Technical background and clinical applications, *Foot and Ankle Surgery,* 3 : 1–14.

Roy, B., Bhaumik, S., Chakraborty, J.K., (2004). Detection of gait characteristics using image processing technique. *Trends Biomater. Artif. Organs.*, 17(2): 9-16.

Sanderson, D.J. and Cavanagh, P.R., (1987). An investigation of the in-shoe pressure distribution during cycling in conventional cycling shoes or running shoes. Champaign, Human Kinetics Publishers: 903-907.

Sanderson, D.J., Hennig, E.M., Black, A.H., (2000).The influence of cadence and power output on force application and in-shoe pressure distribution during cycling by competitive and recreational cyclists, *Journal of Sport Sciences*,18(3): 173-181.

Sanner, W.H., O'Halloran, W.D., (2000). The biomechanics, etiology, and treatment of cycling injuries, *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 90 (7) :354.

Schamberger, W., (2002). *The malalignment syndrome – implications for medicine and sport*. Edimburg: Churchill Livingstone.

Schwartz, R.P., Heath, A.L.,(1932).The pneumographic method of recording gait. *J Bone Joint Surg*., 14: 783–793.

Shambaugh, J.P., Klein, A., Herbert, J.H., (1991). Structural measures as predictors of injury in basketball players. *Med Sci Sports Exerc.,* 23: 522-527.

Sjolie, A., (2004). Associations between activities and low back pain in adolescents. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14 (6): 352 – 359.

Snow, R.E., Williams, K.R., Holmes, G.B. (1992). The effects of wearing high heeled shoes on pedal pressure in women. *Foot & ankle,* 13(2):85-92.

Solomon, L., Warwick, D., Nayagam, S.(2007). *Σύγχρονη ορθοπαιδική και τραυματολογία. 8th Edition.* Αθήνα. Εκδ. Πασχαλίδη.

Song, Y. (2009). Dynamic distribution on foot pressure when undergraduates jog. *J. of Clinical Rehab. Tissue Engineering Research*, 13(46):9109-9112.

Song, Y.W., Qian, J.G., Yue, L., (2008). Comparison of plantar pressure between adults with barefoot and wearing sports shoes. *J. of Clinical Rehab. Tissue Engineering Research*, 12(50):9879-9883.

Sorenson, L., Larsen, S.E., Rock, N.D., (1998). Sports injuries in school-aged children – A study of traumatological and socioeconomic outcome. *Scand J Med Sci Sports*, 8:52–56.

Σπαγάκος, Γ., Κοντοπούλου, Ε. (2008). Αναδρομική μελέτη των κακώσεων κατά τη διάρκεια καλαθοσφαίρισης σε παιδιά. *Journal of the sports medicine association of Greece.* Τόμος 1, Συμπλ. Τεύχος 1.

Στεργιούλας Α., (1992). *Τραυματισμοί στα Σπορ*. Αθήνα, Εκδ. Συμμετρία.

Στεργιούλας, Α., (2005). *Βιολογία της Άσκησης*. Αθήνα, Εκδ. Συμμετρία.

Sutherland, D., (2001). The evolution of clinical gait analysis part l: kinesiological EMG. *Gait & Posture,* 14(1): 61-70.

Sutherland, D., (2002). The evolution of clinical gait analysis: Part II Kinematics. *Gait & Posture,* 16(2): 159-179.

Sutherland, D.H., Olsen, R.A., Cooper, L., Woo, S.L., (1980). The development of mature gait. *J. Bone Joint Surg. Am*., 62: 336-353.

Taylor, B., Attia, M.W.,(2000). Sports- related injuries in children. *Acad Emerg Med,* 7:1366–1382.

Tenenbaum, G.; & Driscoll, M.P. (2005). *Methods of Research in Sports Sciences: quantitative and qualitative approaches.* Oxford, UK: Meyer & Meyer Sport Ltd.

Tuna, H., Yildiz, M., Celtic, C., Kokino, S.,(2004). Static and dynamic plantar pressure measurements in adolescents. Acta Orthop. Traumatol Turc., 38(3):200-205.

Vasilijev, R., Vasilijev, I.A., Ilic, D.B., (2003). Characteristics of pressure under feet in typical jump of young basketball players with various morphological types of lower limp. *6th Symposium on Footwear Biomechanics*, Queenstown, N. Zealand.

Vaughn, C.L., Davis, B.L., O' Connor, J.C. (1992). *Dynamics of Human Gait*. Campaigh, IL: Human Kinetics.

Volpon, J.B. (1994). Footprint analysis during the growth period. *J. Pediatr. Orthop.*,14(1): 83-85.

Wanich, T., Hodgkins, C., Columbier,J.A, Muraski, E., Kennedy, J.G. ,(2007). Cycling Injuries of the Lower Extremity. *J Am Acad Orthop Surg.*, 15(12): 748-756.

Watkins, J., Peabody, P.,(1996). Sports injuries in children and adolescents at a sports injury clinic. *J Sports Med. Phys Fitness*, 36:43–48.

Weist, R., Eils, E., Rosenbaum, D.,(2004). The influence of muscle fatigue on electromyogram and plantar pressure pattents as an explanation fort he incidence of metatarsal stress fractures. *The Am. J. of Sports Med.*, 32:1893-1898.

Whittle, M. (2003). *Gait analysis an introduction*. Oxford, Boston: Butterworth-Heinemann.

Willems, T. (2004). Intrincic risk factors for sports injuries to lower leg and akle.

Unpublished Doctoral Dissertation, Ghent, Belgium.

Willems, T.M., De Cock, A., Hagman, F., Witvrouw, E., De Clercq, D., (2005). Within-subject variability of lower leg kinematic data during barefoot running. *ESMAC 2002 –Eleventh Annual meeting of the European Society for Movement Analysis in Adults and Children*, Leuven, *Gait Posture,* 16 (1): 134.

Williams, D.S., McClay, I.S., Hamill, J. ,(2001). Arch structure and injury patterns in runners. *Clin Biomech.,* 16: 341-347.

Wong, P.L., Chamari, K., Mao, D.W., Wisloff, U., (2007). Higher plantar pressure on the medial side in four soccer-related movements. *Br J Sports Med.*, 41:93-100.

Χατζή Α., Κουφοτόλης Ν., Μπαθέκα Ε., Κωφοτόλης Ν., (2006). Παράγοντες κινδύνου συνδεσμικών κακώσεων ποδοκνημικής άρθρωσης σε επαγγελματίες αθλήτριες καλαθοσφαίρισης. *Αθλητιατρική*, 1(1):15.

Χριστοφορίδης Χ., Αγγελούσης Ν., Καμπάς Α., (2007). Τεχνικές μέτρησης της κατανομής της πελματιαίας πίεσης κατά τη διάρκεια της βάδισης. *Inquiries in Sport & Physical Education*, 5(2): 321-327.

Zhu, H., Wertsch, J.J., Harris, G.F., Alba, H.M., (1995). Walking cadence effect on plantar pressures. *Arch Phys, Med. Rehabil.,* 76.

.

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

7.1 Ατομικό δελτίο εξεταζόμενου αθλητή

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΕΡΕΥΝΑ

ΘΕΜΑ: Ανάλυση πελματιαίων πιέσεων σε παιδιά και ενήλικες αθλητές ποδηλασίας και καλαθοσφαίρισης.

ΑΤΟΜΙΚΟ ΔΕΛΤΙΟ ΑΘΛΗΤΩΝ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ: **ΤΟΠΟΣ:**

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΑΘΛΗΤ. ΟΜΙΛΟΣ:

ΠΟΔΗΛΑΣΙΑ ❒ **ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗ** ❒

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ηλικία ☐ ετών

ΑΝΘΡΩΠΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ύψος ☐ εκατοστά

Βάρος ☐ κιλά

ΕΝΑΣΧΟΛΗΣΗ ΜΕ ΤΟ ΑΘΛΗΜΑ

Χρονικό διάστημα ☐ έτη

Συχνότητα προπόνησης

☐ φορές / εβδομάδα ☐ ώρες

	Ναι	Όχι
Συμμετοχή σε αγώνες	❒	❒

ΙΑΤΡΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΜΣΠ

	Ναι	Όχι
Ιστορικό τραυματισμού	❒	❒
Χειρουργική επέμβαση για μυοσκελετικά	❒	❒
Φυσικοθεραπεία	❒	❒
Ενοχλήσεις - άλγος	❒ σε ποιο σημείο;	❒
Συμμετοχή σε αγώνα τραυματισμένος	❒	❒

Ο/Η Ιατρός **Η ερευνήτρια**

…… ……..

7.2 Ενημέρωση και συγκατάθεση γονέων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Ενημέρωση και συγκατάθεση γονέων για ιατρική εξέταση

Ο πελματογράφος είναι μία ιατρική συσκευή διαγνωστικού ελέγχου των κάτω άκρων, που λειτουργεί χωρίς ακτινοβολία ή ραδιενέργεια. Αποτελείται από χιλιάδες αισθητήρες, οι οποίοι καταγράφουν και αναλύουν τη βάδιση, δίνοντας τη δυνατότητα στους ειδικούς να αναγνωρίσουν τις παθήσεις των κάτω άκρων, όπως: Βλαισοποδία (Πλατυποδία), Ραιβοϊπποποδία (Κοιλοποδία), Βλαισογωνία, Ραιβογωνία , Έξω /Εσω στροφή του ποδιού κατά τη βάδιση, Ανισοσκελία. Τα παραπάνω προβλήματα, είναι υπεύθυνα για την εκδήλωση συμπτωμάτων κόπωσης, πόνου και σοβαρής επιβάρυνσης των αρθρώσεων και της σπονδυλικής στήλης με μακροχρόνιες συνέπειες, επηρεάζοντας την υγεία και την ποιότητα της ζωής.

Στο πλαίσιο έρευνας για τον εντοπισμό ανατομικών παραλλαγών των κάτω άκρων κατά τη στάση και τη βάδιση του ανθρώπινου σώματος, θα πραγματοποιηθεί μέτρηση με πελματογράφο των πελματιαίων πιέσεων σε παιδιά 8 – 12 ετών, και αξιολόγηση από ειδικό ορθοπεδικό ιατρό. Η εξέταση είναι απολύτως ανώδυνη, δεν έχει καμία οικονομική επιβάρυνση, τα αποτελέσματα είναι εμπιστευτικά και οι γονείς θα ενημερωθούν άμεσα, αν εντοπιστούν προβλήματα.

Συγκατάθεση κηδεμόνα:

Μετά την ενημέρωσή μου, συμφωνώ να εξεταστεί ο γιος μου……
……
Ο/ Η κηδεμόνας

Ημερομηνία……..

7.3 Αποτέλεσμα εξέτασης με πελματογράφο

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Αποτελέσματα εξέτασης με πελματογράφο

Στο πλαίσιο έρευνας για τον εντοπισμό ανατομικών παραλλαγών των κάτω άκρων κατά τη στάση και τη βάδιση του ανθρώπινου σώματος, πραγματοποιήθηκε μέτρηση με πελματογράφο των πελματιαίων πιέσεων σε παιδιά, εφήβους, καθώς και σε ενήλικους αθλητές καλαθοσφαίρισης και ποδηλασίας.

Ο πελματογράφος είναι μία ιατρική συσκευή, απαλλαγμένη από ραδιενέργεια ή ακτινοβολία, που με τη βοήθεια αισθητήρων καταγράφει και αναλύει τη βάδιση. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται η δυνατότητα να αναγνωριστούν παθήσεις των κάτω άκρων, όπως: Κοιλοποδία, πλατυποδία, ανισοσκελία, άκανθα πτέρνας, μεταταρσαλγία, ραιβοποδία, βλαισοποδία κλπ. Τα παραπάνω προβλήματα, είναι υπεύθυνα για την εκδήλωση συμπτωμάτων κόπωσης, πόνου και σοβαρής επιβάρυνσης των αρθρώσεων και της σπονδυλικής στήλης με μακροχρόνιες συνέπειες, επηρεάζοντας την υγεία και την ποιότητα της ζωής.

Η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων έγινε από ομάδα ειδικών και επισυνάπτεται για ενημέρωσή σας. Για πληρέστερη κατανόηση, παραθέτουμε σύντομους ορισμούς των όρων, που περιέχονται στις αξιολογήσεις.

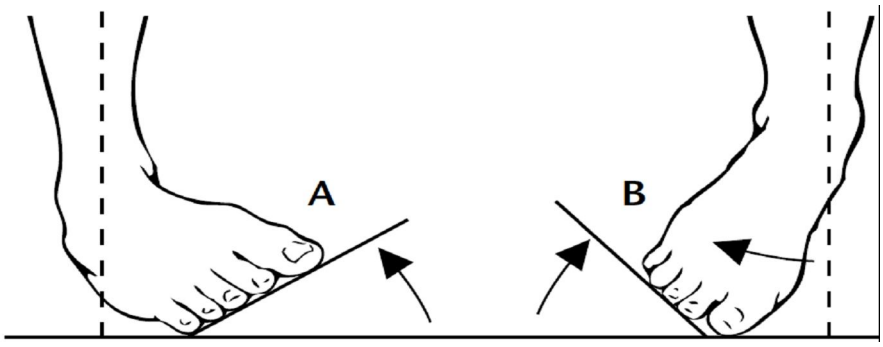
<u>Κοιλοποδία:</u> είναι η υπερβολική ανύψωση της ποδικής καμάρας, οπότε το βάρος του σώματος κατανέμεται ασύμμετρα στο πρόσθιο μέρος του ποδιού και στις πτέρνες. Η κοιλοποδία ενδέχεται να προκαλέσει πόνο στη μέση, στα ισχία και στα γόνατα.

<u>Πλατυποδία:</u> είναι η μικρότερη από το φυσιολογικό ποδική καμάρα ή παντελής έλλειψη αυτής, η οποία επιβαρύνει το πέλμα, διότι το βάρος του σώματος πέφτει στο

μέσο πόδα, με αποτέλεσμα κούραση στη βάδιση, ερεθισμό της πελματιαίας επιφάνειας και πόνο στις πτέρνες, στην ποδική καμάρα και πίσω από τα γόνατα.

Υπτιασμός: είναι η άνιση κατανομή του βάρους του σώματος με άσκηση μεγαλύτερης πίεσης στην εξωτερική πλευρά του πρόσθιου πόδα (σχήμα Α).

Πρηνισμός: είναι η κλίση των πελμάτων προς τα έσω, ως αποτέλεσμα της χαλαρότητας των συνδέσμων, που βρίσκονται στην εσωτερική επιφάνεια των αστραγάλων (σχήμα Β).

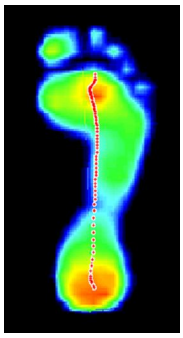


Ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας και είμαστε στη διάθεσή σας για οποιαδήποτε διευκρίνιση στο τηλ. 6945701717 μετά τις 3μ.μ.

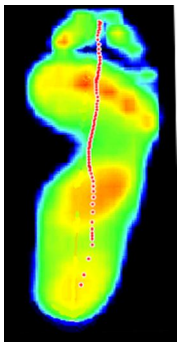
Η ερευνήτρια

Σοφία Μανωλάκου

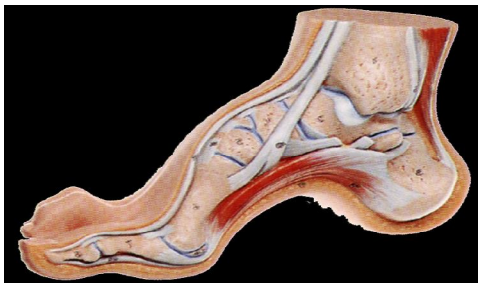
7.4 Φυσιολογικό πόδι – Πλατυποδία – Κοιλοποδία

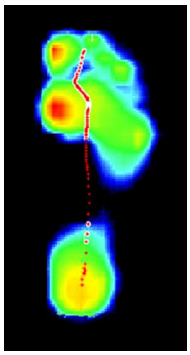


Φυσιολογικό πόδι



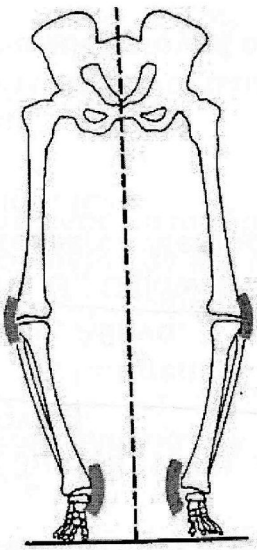
Πλατυποδία



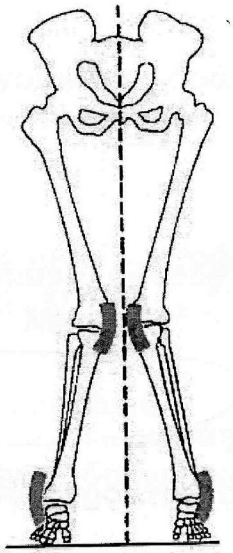


Κοιλοποδία

7.5 Βλαισογονία – Ραιβογονία



Βλαισογονία



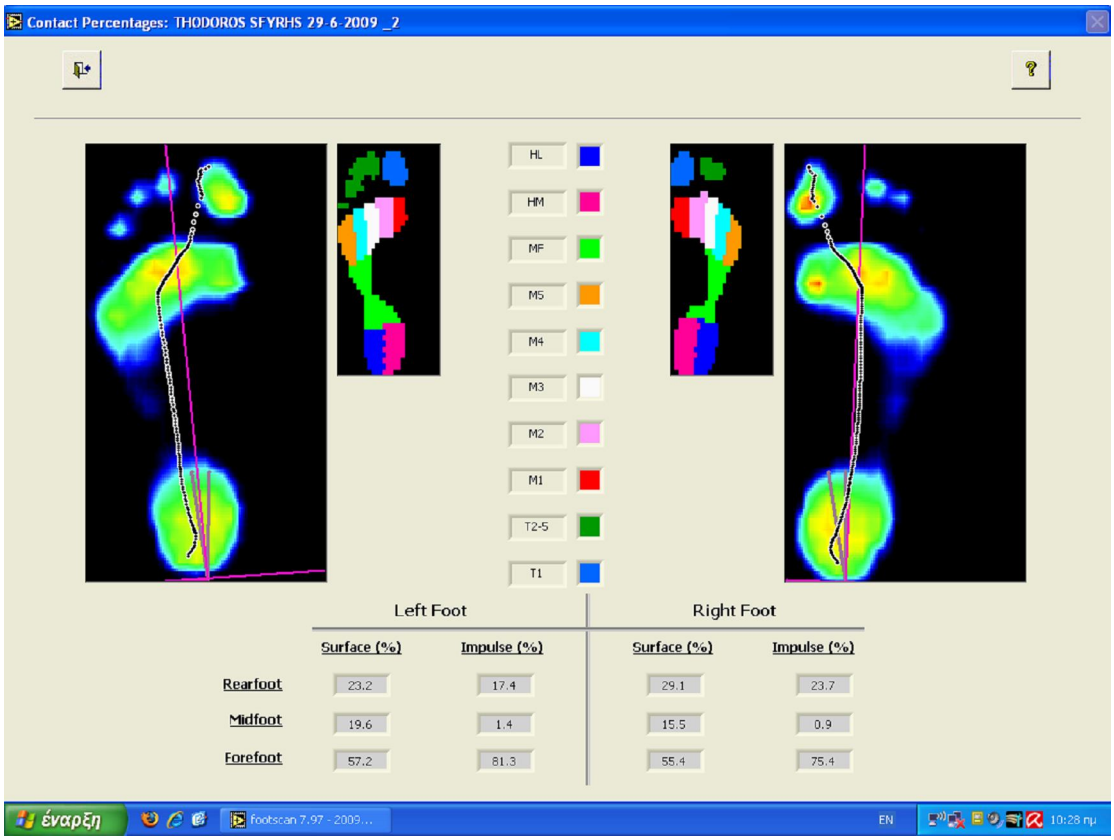
Ραιβογονία

(Τροποποιημένο από «διαλέξεις Κινησιολογίας» Τσιόκανου Α., ΤΕΦΑΑ Θεσσαλίας).

7.6 Φλεγμονή πελματιαίας απονεύρωσης

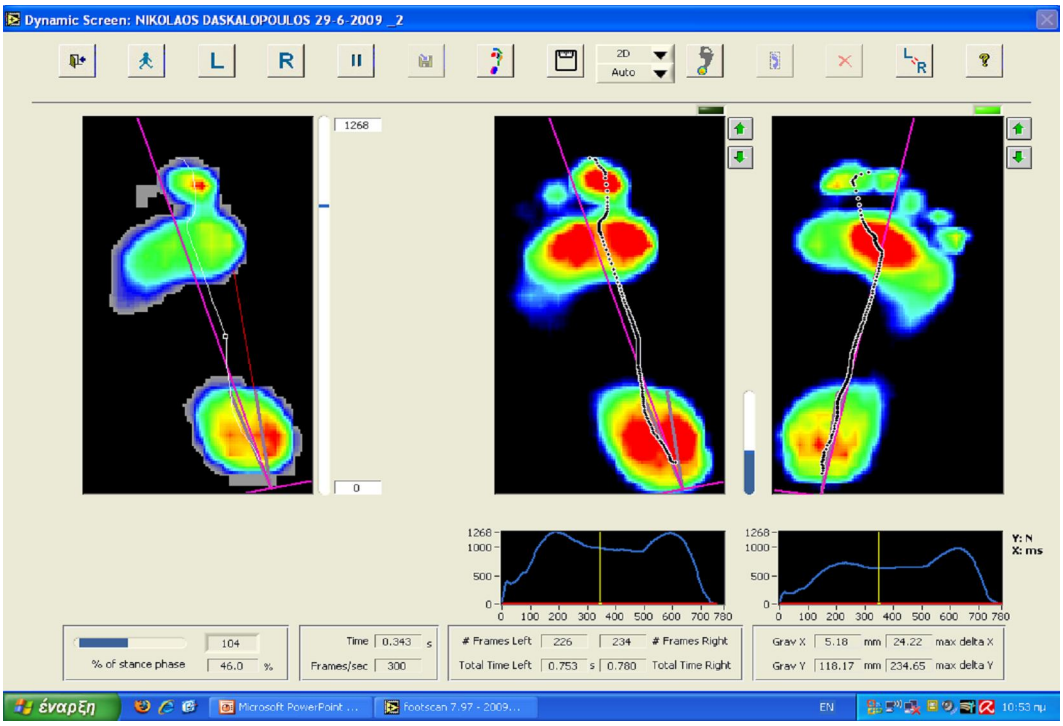
(Ανάκτηση 10 – 6 – 2010 από http://www.runningnews.gr/?id=6548&range=0)

7.7 Πελματογράφημα σε δεξί και αριστερό πόδι.



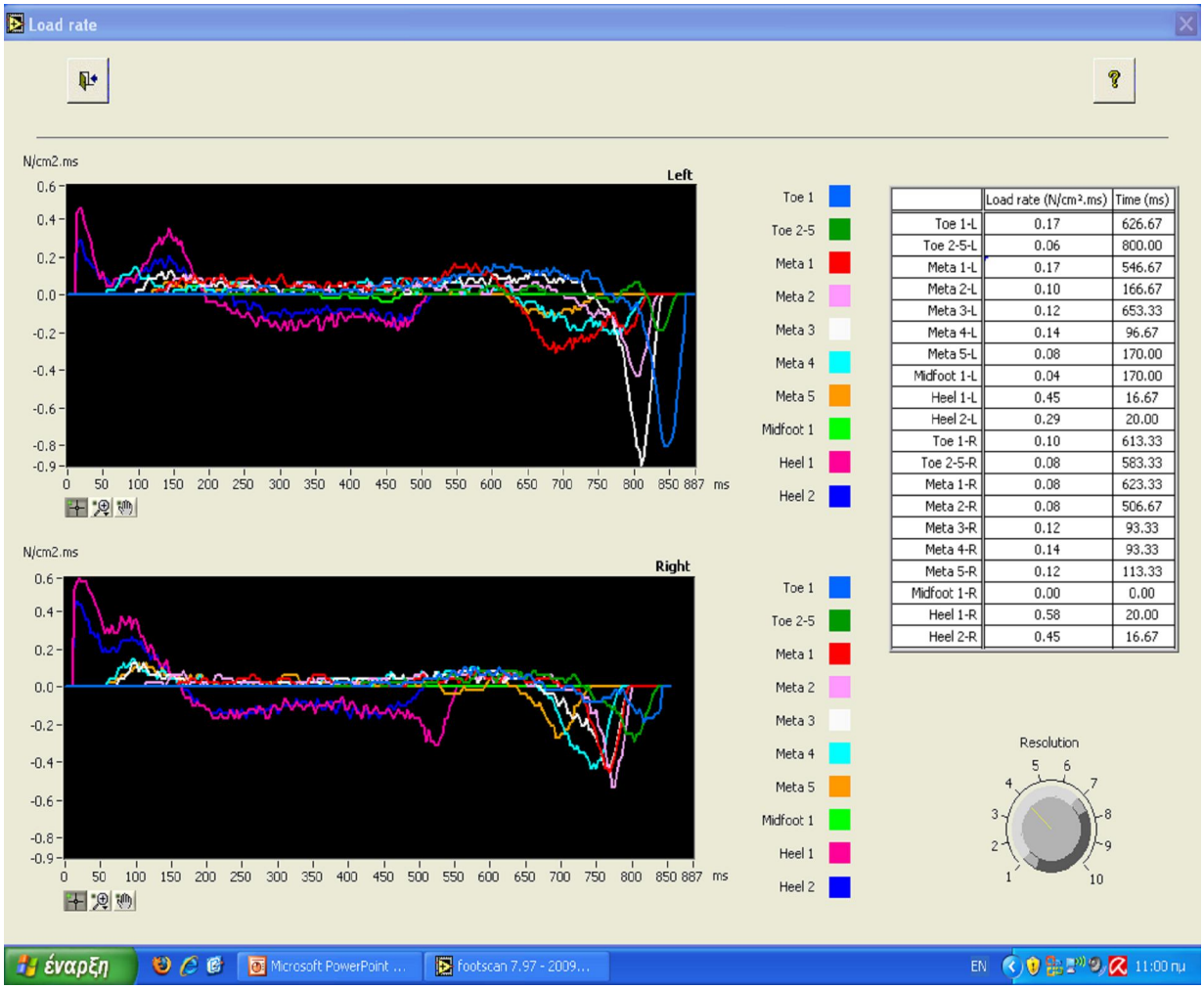
Απεικόνιση της ποσοστιαίας κατανομής της Επιφάνειας επαφής και ώθησης σε Πρόσθιο, μέσο και Οπίσθιο Πόδι σε σχέση με τη συνολική φόρτιση του πέλματος (footscan 7.0)

7.8 Πελματογράφημα σε πόδι με βαριά κοιλοποδία



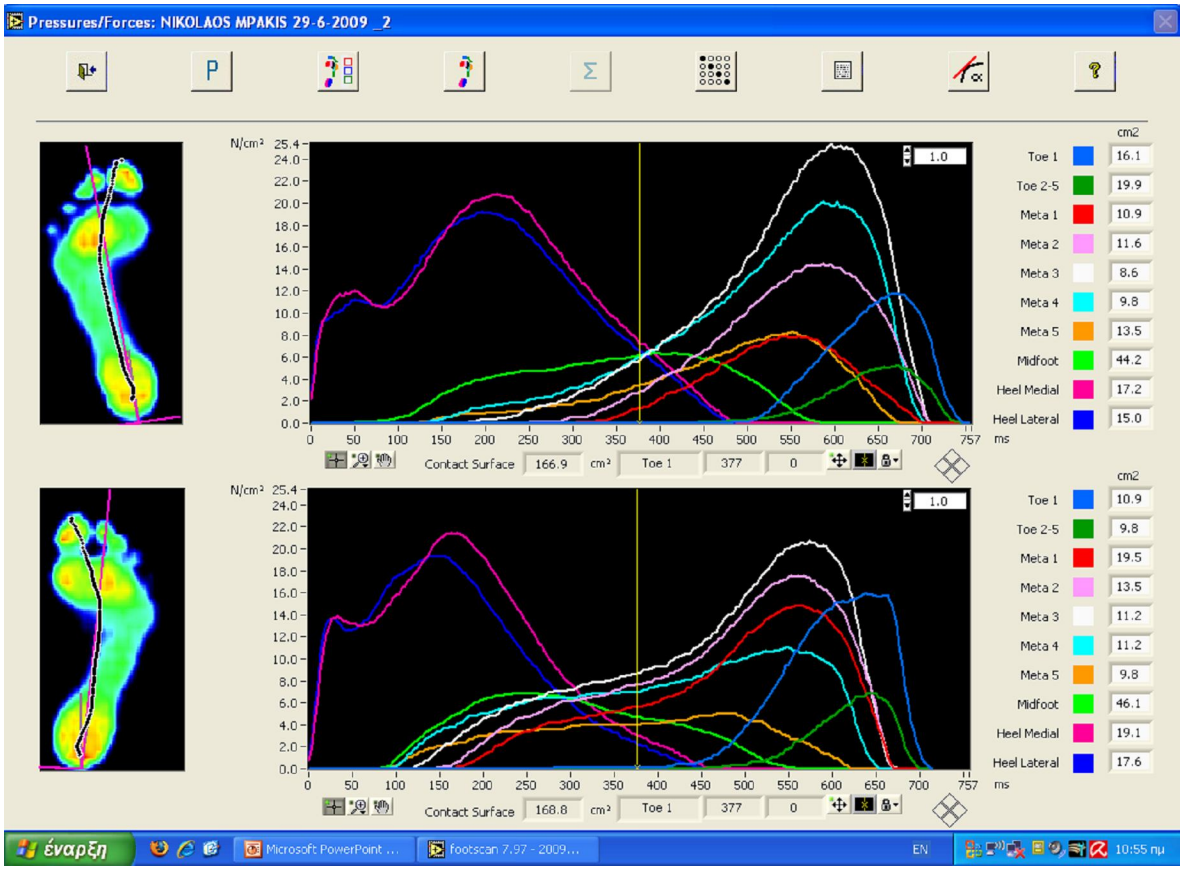
Απεικόνιση πελμάτων με βαριά κοιλοποδία και αυξημένες πιέσεις στο 2^{ο} και 3^{ο} μετατάρσιο και στο πέλμα δεξιά – και στο 1^{ο}, 2^{ο} 3^{ο} μετατάρσιο, μεγάλο δάκτυλο και πέλμα στα αριστερά. (footscan 7.0)

7.9 Φόρτιση



Φόρτιση δεξιού και αριστερού ποδιού σε απόλυτες τιμές σε 10 ανατομικές περιοχές (footscan 7.0).

7.10 Μέγιστη πίεση



Απεικόνιση της μέγιστης πίεσης ανά τετραγωνικό εκατοστό, σε απόλυτες τιμές, σε 10 ανατομικές ζώνες του πέλματος δεξιού και αριστερού ποδιού (footscan 7.0).

7.11. Μετρήσεις παιδιών

Κλειστό Γυμναστήριο Σπάρτης 29 – 6 – 2009