

ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΣΤΟ ΑΚΡΟ ΠΟΔΙ  
ΜΕΤΑΞΥ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΒΛΑΙΣΟ ΜΕΓΑΛΟ ΔΑΚΤΥΛΟ (HALLUX  
VALGUS), ΚΑΙ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΜΕΓΑΛΟ ΔΑΚΤΥΛΟ

ΤΟΥ  
Άγγελου Παππά

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων για την απόκτηση του μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Άσκηση και Ποιότητα Ζωής» των τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας στην κατεύθυνση « Πρόληψη - Παρέμβαση – Αποκατάσταση».

Κομοτηνή 2006

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό Σώμα:

---

1<sup>ος</sup> Επιβλέπων : κ. Αθανάσιος Τσιόκανος, Επίκουρος Καθηγητής

---

2<sup>ος</sup> Επιβλέπων : κ. Αθανάσιος Τζιαμούρτας, Επίκουρος Καθηγητής

---

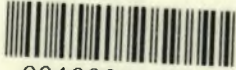
3<sup>ος</sup> Επιβλέπων : Λέκτορας, κ. Ιωάννης Φατούρος Λέκτορας



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 5095.1  
Ημερ. Εισ.: 09-11-2006  
Δορεά:  
Ταξινόμητικός Κωδικός: Δ  
612.76  
ΠΑΠ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000086808

© 2006  
Άγγελος Παππάς  
ALL RIGHTS RESERVED

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Παππάς Άγγελος: Διαφοροποίηση των πιέσεων στο άκρο πόδι μεταξύ ποδοσφαιριστών με Βλαισό Μεγάλο Δάκτυλο (Hallux Valgus), και ποδοσφαιριστών με φυσιολογικό μεγάλο δάκτυλο.  
(Υπό την επίβλεψη του Επίκουρου κ. Τσιόκανου Αθανάσιου)

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να ερευνηθούν οι σχετικές και μέγιστες πιέσεις που παρουσιάζονται στο άκρο πόδι σε ποδοσφαιριστές με παρουσία του Βλαισού Μεγάλου Δακτύλου, και να συσχετισθούν με τις ανάλογες πιέσεις που παρουσιάζονται σε ποδοσφαιριστές με φυσιολογικό μεγάλο δάκτυλο. Στην έρευνα αυτή συμμετείχαν 30 άντρες ποδοσφαιριστές ποδοσφαιρικών σωματείων του νομού Τρικάλων. Οι δεκαπέντε ποδοσφαιριστές ήταν ποδοσφαιριστές με παρουσία Βλαισού Μεγάλου Δακτύλου και ηλικία  $24,73 \pm 3,615$ , βάρος  $76,73 \pm 5,612$ , ύψος  $178,80 \pm 6,002$ , και μέγεθος παπουτσιού  $42,70 \pm 1,601$ . Οι υπόλοιποι δεκαπέντε ποδοσφαιριστές ήταν υγιείς ποδοσφαιριστές με ηλικία  $24,33 \pm 3,200$ , βάρος  $73,67 \pm 8,861$ , ύψος  $177,47 \pm 4,955$ , και μέγεθος παπουτσιού  $42,80 \pm 1,320$ , και επιλέχθηκαν με τυχαία επιλογή. Για την αξιολόγηση χρησιμοποιήθηκε πελματογράφος, ακτινογραφική απεικόνιση, ερωτηματολόγιο και μέτρηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών. Η στατιστική ανάλυση που εφαρμόστηκε ήταν η ανάλυση συνδυακύμανσης (ANCOVA), η οποία κατέδειξε διαφορές στην κατανομή των πελματικών πιέσεων κυρίως στις μεταβλητές που αφορούσαν τη στατική μέτρηση.

**Λέξεις κλειδιά:** Βλαισός δάκτυλος, άκρο πόδι, πελματιαία πίεση, στατική-δυναμική ανάλυση, ποδοσφαιριστής.

## ABSTRACT

Pappas Angelos: Differences in the foot pressures between soccer players with Hallux Valgus and normal soccer players  
(Under the supervision of the Assistant Professor: Tsiokanos Athanasios)

The purpose of the present study was to investigate the relative and maximal pressures that the foot of soccer players with Hallux Valgus undertakes, and relate these to the relative pressures that are present in normal soccer players. The sample consisted of thirty male soccer players from soccer clubs from the area of Trikala, Thessaly, Greece. Fifteen soccer players were diagnosed with Hallux Valgus (mean: age:  $24,73 \pm 3,615$  years, mass:  $76,73 \pm 5,612$  kg, Height:  $178,80 \pm 6,002$  cm, and shoe size:  $42,70 \pm 1,601$ ). The remaining fifteen, who were randomly selected, were normal healthy soccer players (mean: age:  $24,33 \pm 3,200$  years, mass:  $73,67 \pm 8,861$  kg, Height  $177,47 \pm 4,955$  cm, and shoe size  $42,80 \pm 1,320$ ). Evaluation included anthropometric measurements, plantar pressure analyses, x-ray imaging, and a questionnaire concerning hereditary characteristics. Analyses of Covariance (ANCOVA) revealed that, for the variables tested, there were differences in the distribution of foot pressures, mostly for the variables that were related to the static measurement.

**Key words:** *hallux valgus, foot, plantar pressure, static-dynamic analysis, soccer player*

*στη σύζυγό μου Ευαγγελία και στα δύο μου παιδιά Νικόλα και Κλεοπάτρα-Μαρία*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση αυτής της μεταπτυχιακής διατριβής αποτελεί μια συνέχεια της ενασχόλησής μου με τον χώρο της φυσικής αγωγής και αθλητισμού από τη μια, και με το χώρο της φυσικοθεραπείας και αποκατάστασης από την άλλη.

Θα ήθελα κατ' αρχήν να ευχαριστήσω πάρα πολύ τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Τσιόκανο Αθανάσιο, για την πραγματική βοήθειά του, τόσο για την επιλογή του θέματος της παρούσας εργασίας, όσο και για την συνεχή καθοδήγηση ως την ολοκλήρωσή της.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τους κ. Τζιαμούρτα Αθανάσιο, Φατούρο Ιωάννη για την ευγενική και ουσιαστική συμβολή τους στην εκπόνηση αυτής της διατριβής.

Θα ήταν παράλειψη όμως να μην ευχαριστήσω τον Γιάννη Γιάκα Λέκτορα του ΤΕΦΑΑ Π.Θ., τον Αντώνη Χατζηγεωργιάδη Λέκτορα του ΤΕΦΑΑ Π.Θ., τον Βασίλη Γεροδήμο Λέκτορα του ΤΕΦΑΑ Π.Θ., την Γεωργία Τσότρα συνεργάτη του ΤΕΦΑΑ Π.Θ., τον Φίλιππο Χριστοδούλου φοιτητή του ΤΕΦΑΑ Π.Θ., και ιδιαίτερα τον Παναγιώτη Τσιμέα διδάσκοντα του ΤΕΦΑΑ Π.Θ..

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω και όλους τους συμμετέχοντες που ανταποκρίθηκαν αμέσως, όπως και όλους εκείνους όπου συνέβαλλαν υποδεικνύοντας ποδοσφαιριστές κατάλληλους για την έρευνα.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	III
ABSTRACT.....	IV
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	VI
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	VII
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	IX
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	X
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	XI
1.1 Ερευνητική προσέγγιση του θέματος.....	1
1.2 Αναγκαιότητα της έρευνας.....	2
1.3 Σκοπός της έρευνας.....	3
1.4 Οριοθέτηση της έρευνας.....	3
1.5 Περιορισμοί της έρευνας.....	3
1.6 Ερευνητική Υπόθεση.....	4
1.7 Στατιστικές Υποθέσεις.....	4
2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	6
2.1 Ανατομικά στοιχεία του άκρου πόδα.....	6
2.2 Βιοκινητικά στοιχεία του άκρου πόδα.....	8
2.3 Σχέση του άκρου ποδιού με παρακείμενες αρθρώσεις.....	12
2.4 Ανάλυση βάδισης.....	13
2.5 Μυική ενεργοποίηση της βάδισης.....	21
2.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τη βάδιση.....	24
2.7 Επίδραση της ισορροπίας στη βάδιση.....	26
2.8 Βλαισός Μεγάλος Δάκτυλος.....	28
2.9 Ενήλικες και παιδιά.....	29
2.10 Υπολογισμός γωνίας μέτρησης.....	30
2.11 Συμπτωματολογία-Παθολογία.....	31
2.12 Ιστορική Αναδρομή.....	32
2.13 Αιτιολογία.....	33



2.14	Ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες.....	34
2.15	Προδιαθεδικοί μυοσκελετικοί παράγοντες .....	35
2.16	Αθλητικό παπούτσι.....	37
2.17	Τραυματισμοί του άκρου ποδιού στο ποδόσφαιρο.....	39
2.18	Κάλιο- σεσαμοειδή οστά.....	41
2.19	Παχυσαρκία και άκρο πόδι.....	42
2.20	Ισορροπία και άκρο πόδι.....	42
2.21	Τρόποι θεραπείας .....	43
2.22	Χειρουργική αντιμετώπιση.....	44
2.23	Συντηρητική αντιμετώπιση .....	45
2.24	Ορθωτικά .....	46
2.25	Νάρθηκες .....	47
2.26	Συστήματα ανάλυσης βάρδισης .....	48
2.27	Η μέτρηση των πιέσεων κάτω από το πόδι.....	50
2.28	Πελματικές πιέσεις και ταχύτητα βάρδισης.....	52
2.29	Πελματικές πιέσεις και πόνος.....	52
3.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	53
3.1	Δείγμα .....	53
3.2	Χώρος διεξαγωγής της έρευνας .....	53
3.3	Εξοπλισμός και υλικά ερευνητικού πρωτοκόλλου .....	53
3.4	Παρουσίαση του πελματογράφου Commex .....	54
3.5	Αξιολόγηση του δείγματος μελέτης.....	55
3.6	Διαδικασία Μέτρησης .....	58
3.7	Στατική μέτρηση .....	58
3.8	Δυναμική μέτρηση.....	59
3.9	Στατιστικές αναλύσεις.....	59
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	62
5.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	73
6.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	77
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	80

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Οι μεταβλητές της έρευνας .....	61
Πίνακας 2. Σύγκριση χαρακτηριστικών των δύο ομάδων .....	62
Πίνακας 3. Συσχετίσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά του δείγματος και τις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν. ....	63
Πίνακας 4. Μέσες Τιμές και τυπικές αποκλίσεις του συνολικού δείγματος.....	64
Πίνακας 5. Οι πραγματικές μέσες τιμές υγιών και ασθενών στις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν. ....	65
Πίνακας 6. Υπολογισμένες μέσες τιμές (estimated means) στις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν με βάση τους συντελεστές συνδιακύμανσης, μαζί με τα αποτελέσματα των αναλύσεων συνδιακύμανσης. ....	66

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά τη διάρκεια ενός κύκλου βάρδιας (Δούκας, 1979). .....	16
Σχήμα 2. Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών και των μέσων τιμών στατικής πίεσης ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με βλαισό δάκτυλο. ....	68
Σχήμα 3. Μέσες τιμές της επιφάνειας στατικής πίεσης ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ....	68
Σχήμα 4. Μέσες τιμές της μέγιστης στατικής πίεσης στο μπροστινό μέρος του ποδιού, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ....	69
Σχήμα 5. Μέσες τιμές της μέγιστης στατικής πίεσης στο πίσω μέρος του ποδιού, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ....	69
Σχήμα 6. Μέσες τιμές της μέγιστης στατικής πίεσης στις περιοχές των μεταταρσίων, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ....	70
Σχήμα 7. Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών και των μέσων τιμών της μέγιστης στατικής πίεσης στην περιοχή της πτέρνας, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ....	70
Σχήμα 8. Μέσες τιμές των μέσων τιμών της μέγιστης στατικής πίεσης, στις περιοχές των μεταταρσίων, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ....	71
Σχήμα 9. Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών και των μέσων τιμών του χρόνου επαφής δυναμικής πίεσης, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ....	71
Σχήμα 10. Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών δυναμικής πίεσης στις περιοχές των μεταταρσίων, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ....	72
Σχήμα 11. Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών δυναμικής πίεσης στην περιοχή της πτέρνας, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ....	72

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Τα οστά του άκρου ποδιού (Perrin, 1995).....	6
Εικόνα 2. Οι αρθρώσεις του άκρου ποδιού (Platzer & O'Rahilly, 1985).....	6
Εικόνα 3. Η ποδοκνημική άρθρωση σε εγκάρσια τομή (Tourret & Talkhani, 2004).....	8
Εικόνα 4. Σημείο εφαρμογής της δύναμης στο πέλμα κατά τη φάση του τρεξίματος(προσαρμοσμένο από <a href="http://www.fedel.com">www.fedel.com</a> ).....	10
Εικόνα 5. Γραμμή μετακίνησης του κέντρου πίεσης (Μπαλτόπουλος, 2003) .....	11
Εικόνα 6. Διατήρηση ποδικής καμάρας (προσαρμοσμένο από <a href="http://www.podyatryonline.com">www.podyatryonline.com</a> ).....	11
Εικόνα 7. Πτώση της ποδικής καμάρας επηρεάζει τη θέση άρθρωσης του γόνατος (Peterson & Rensrom, 2003).....	13
Εικόνα 8. Ο κύκλος της βάδισης (Trew & Everett, 1997). .....	15
Εικόνα 9. Εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά τη διάρκεια ενός κύκλου βάδισης (Δούκας, 1979). .....	16
Εικόνα 10. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους κατά τη βάδιση (Guten, 1997) .....	20
Εικόνα 11. Ηλεκτρομυογραφική ανάλυση των μυών κατά τη διάρκεια ενός κύκλου της βάδισης (Δούκας, 1979). .....	22
Εικόνα 12. Πρόσθια και πλάγια όψη του άκρου ποδιού που προσδιορίζει σε τρισδιάστατη εικόνα την κίνηση της πτέρνας στις αποκλίσεις της βάδισης στις τεταγμένες χ,γ και z (Hamel, Sharkey, Buczek, & Michelson, 2004). .....	26
Εικόνα 13. Καταγραφή των πελματικών πιέσεων από τη μονοποδική φάση στήριξης (Riemann, Myers, Stone, & Lephart, 2004).....	26
Εικόνα 14. Βλαισός Μεγάλος Δάκτυλος.(Peterson & Rensrom, 2003) .....	28
Εικόνα 15. Καθορισμός Βλαισού Μεγάλου Δάκτυλου (Peterson & Rensrom, 2003). .....	29
Εικόνα 16. Διαφοροποίηση των τιμών μεταξύ ενηλίκων και παιδιών (Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.shoeandfoot.com">www.shoeandfoot.com</a> ).....	30
Εικόνα 17. Καθορισμός της γωνίας του Β.Μ.Δ.. ( Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.dr-gumpert.de">www.dr-gumpert.de</a> ). ...	30
Εικόνα 18. Υπολογισμός της γωνίας σε X-ray. (Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.orthop.washington.edu">www.orthop.washington.edu</a> ) .....	31
Εικόνα 19. Μύες του Μεγάλου Δάκτυλου (Peterson & Rensrom, 2003).....	36

Εικόνα 20. Μυική δυσαναλογία Μεγάλου Δακτύλου (Peterson & Rensrom, 2003).....	36
Εικόνα 21. Πτώση ποδικής καμάρας με ολίσθηση του (Peterson & Rensrom, 2003).....	37
Εικόνα 22. Αθλητικό παπούτσι. (Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.lieberson.com">www.lieberson.com</a> ).....	38
Εικόνα 23. Κάλοι και σησαμοειδή οστά (Peterson & Rensrom, 2003).....	41
Εικόνα 24. Χειρουργική τεχνική οστεοτομίας του Μ.Β.Δ. (Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.vandercsmidt.de">www.vandercsmidt.de</a> ). ....	44
Εικόνα 25. Ορθωτικά πέλματος (Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.orthofeet.com">www.orthofeet.com</a> ).....	47
Εικόνα 26. Νάρθηκες για την σταθεροποίηση του Μ.Β.Δ (Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.orthopedia.it">www.orthopedia.it</a> ). ....	48
Εικόνα 27. Εικόνα πελματογραφήματος (Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.foot-clinic.co.uk">www.foot-clinic.co.uk</a> ).....	48
Εικόνα 28. Χωρισμός του πέλματος σε σημεία που ενδιαφέρουν οι πελματικές πιέσεις (Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.shoeandfoot.com">www.shoeandfoot.com</a> ). ....	50
Εικόνα 29. Αξιολόγηση του μπλόκ στην αστραγαλοκνημική και στην υπαστραγαλική διάρθρωση (Perrin, 1995).....	55
Εικόνα 30. Αξιολόγηση του μπλόκ στην αστραγαλοκνημική και στην υπαστραγαλική διάρθρωση (Perrin, 1995).....	56
Εικόνα 31. Αξιολόγηση του εύρους κίνησης της πελματιαίας και ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής (Gould & Davies, 1985).....	57

## **ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ ΣΤΟΝ ΑΚΡΟ ΠΟΔΙ ΜΕΤΑΞΥ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΒΛΑΙΣΟ ΜΕΓΑΛΟ ΔΑΚΤΥΛΟ(HALLUX VALGUS), ΚΑΙ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΙΣΤΩΝ ΜΕ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΜΕΓΑΛΟ ΔΑΚΤΥΛΟ.**

### **1.1 *Ερευνητική προσέγγιση του θέματος***

Η σωματική δραστηριότητα αναγνωρίζεται όλο και περισσότερο ως σημαντικός παράγοντας της υγείας, της απόδοσης, και της πρόληψης τραυματισμών. Από την άλλη όμως, διάφοροι τύποι τραυματισμών και τα σύνδρομα υπέρχρησης αποτελούν κοινά δευτερογενή συμπτώματα της άσκησης και των αθλητικών δραστηριοτήτων γενικότερα, και συχνά μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και σε διακοπή της αθλητικής δραστηριότητας.

Ξεχωριστή θέση στον ανθρώπινο κινητικό μηχανισμό κατέχει η ποδοκνημική άρθρωση, η οποία συμμετέχει σε όλα σχεδόν τα αθλήματα και στις περισσότερες κινητικές δραστηριότητες του ανθρώπου. Η ανατομική κατασκευή της απαιτεί τη μυϊκή και συνδεσμική συμμετοχή για την επίτευξη σταθερότητας. Η ποδοκνημική αποτελεί τον τελευταίο κρίκο της κινηματικής αλυσίδας του σώματος και είναι φυσικό να δέχεται πολύ μεγαλύτερες πιέσεις, με επακόλουθο τους συχνούς τραυματισμούς. Οι κακώσεις στην περιοχή της ποδοκνημικής άρθρωσης αποτελούν το 38% με 45% των αθλητικών τραυματισμών. Ειδικότερα, όσοι ασχολούνται με τον υψηλό αγωνιστικό αθλητισμό και κυρίως οι των αγωνισμάτων που εμπεριέχουν τρέξιμο, άλμα ή σωματική επαφή, διατρέχουν τον κίνδυνο για τραυματισμό στο μπροστινό τμήμα του ποδιού (forefoot). Αυτοί οι τραυματισμοί μπορεί να προκύψουν ως αποτέλεσμα οξέος τραύματος ή υπέρχρησης.

Πολλοί ερευνητές θεωρούν ως αίτιο τραυματισμού της ποδοκνημικής άρθρωσης, την λανθασμένη τοποθέτηση του άκρου ποδιού κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης. Η λανθασμένη τοποθέτηση είναι πιθανό να οφείλεται σε

μυοσκελετικές μεταβολές (βλαισό μεγάλο δάκτυλο, πτώση ποδικής καμάρας κ.λ.π.) που οδηγούν σε ανισομερή κατανομή των φορτίων. Ο Βλαισός Μεγάλος Δάκτυλος (hallux valgus), αποτελεί μια κοινή παραμόρφωση ποδιών στις σύγχρονες κοινωνίες. Τέτοιες μυοσκελετικές μεταβολές (Βλαισός Μεγάλος Δάκτυλος) παρατηρούνται και στο δημοφιλέστερο και πιο διαδεδομένο των αθλημάτων, στο ποδόσφαιρο.

Για τη μελέτη και διερεύνηση των αιτιών πρόκλησης τραυματισμών στην περιοχή της ποδοκνημικής αλλά και των κάτω άκρων γενικότερα χρησιμοποιούμε τις μεθόδους της βιομηχανικής που αναφέρονται στην καταγραφή των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους και στην καταγραφή των πιέσεων κάτω από το πέλμα. Η τελευταία συνεισφέρει:

- στη μελέτη των ανατομικών χαρακτηριστικών του ποδιού,
- στη μελέτη των επιβαρύνσεων ανά περιοχή του πέλματος κατά την εκτέλεση διαφόρων κινήσεων,
- στη διάγνωση και αντιμετώπιση προβλημάτων που επηρεάζουν την πελματική επιβάρυνση
- στο σχεδιασμό κατάλληλων υποδημάτων (Segal, Rohr, Orendurff, Shofer, O'Brien, & Sangeorzan, 2004; Tuna, Yildiz, Celtik, & Kokino, 2004).

## 1.2 **Αναγκαιότητα της έρευνας**

Το άκρο πόδι αποτελεί τον πρώτο κρίκο της κινηματικής αλυσίδας του ποδιού σε σχέση με τις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους, ή τον τελευταίο κρίκο της κινηματικής αλυσίδας σε σχέση με τις συμπιεστικές δυνάμεις του σώματος. Πιθανές τροποποιήσεις και αλλαγές οφειλόμενες σε βιομηχανικούς ή παθολογικούς παράγοντες, μπορεί να διαφοροποιήσουν την ισομερή κατανομή πιέσεων και σε περιφερικότερες αρθρώσεις. Αυτό μπορεί να αποτελεί μία από τις κύριες αιτίες στην εμφάνιση τραυματισμών, αλλά και να οδηγεί στην απόκτηση λάθους κινητικών προτύπων, έχοντας ως συνέπεια τη μείωση του επιπέδου των τεχνικών δεξιοτήτων.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον από ερευνητικής πλευράς θα αποτελούσε η καταγραφή των διαφορών πιέσεων στα πέλματα που παρουσιάζονται στους ποδοσφαιριστές με βλαισό μεγάλο δάκτυλο, αφενός λόγω της έλλειψης

βιβλιογραφικών δεδομένων στο συγκεκριμένο ζήτημα, αφετέρου λόγω της ευρείας εφαρμογής των πορισμάτων μιας τέτοιας μελέτης σε έναν τόσο μεγάλο ειδικό πληθυσμό αθλουμένων. Θα μπορούσε έτσι να δημιουργηθεί μια καινούργια βάση ερευνητικών δεδομένων, για ποικίλες χρήσεις στον τομέα των μυοσκελετικών επιβαρύνσεων αλλά και ως σημείο αναφοράς για μελλοντικές έρευνες.

Τα συμπεράσματα μιας τέτοιας έρευνας μπορούν να οδηγήσουν στην αναζήτηση καταλληλότερων μεθόδων αποκατάστασης, αλλά και στη διαμόρφωση αποτελεσματικότερων προπονητικών προγραμμάτων σε ποδοσφαιριστές.

### **1.3 Σκοπός της έρευνας**

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να ερευνηθούν οι σχετικές και μέγιστες πιέσεις που παρουσιάζονται στο άκρο πόδι σε ποδοσφαιριστές με την παρουσία βλαισού μεγάλου δακτύλου (B.M.Δ.), και να συσχετισθούν με τις ανάλογες πιέσεις που παρουσιάζονται σε ποδοσφαιριστές με φυσιολογικό μεγάλο δάκτυλο.

### **1.4 Οριοθέτηση της έρευνας**

Η έρευνα περιέλαβε ως συμμετέχοντες τριάντα (30) ποδοσφαιριστές ομάδων του νομού Τρικάλων. Η παρούσα έρευνα χρησιμοποίησε ως εργαλεία μέτρησης :

- α) τις πελματικές πιέσεις των ποδοσφαιριστών
- β) τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των ποδοσφαιριστών
- γ) το άμεσο και δομημένο ερωτηματολόγιο
- δ) την ακτινογραφική απεικόνιση

### **1.5 Περιορισμοί της έρευνας**

Η έρευνα, σε σχέση με τη χρονική περίοδο διεξαγωγής της, έγινε κατά τον ελεύθερο χρόνο των ποδοσφαιριστών και σε μερικούς από αυτούς στο διάστημα πριν από την ημερήσια προπόνησή τους.

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας, χωρίς να οριστεί συγκεκριμένη ώρα για όλες τις μετρήσεις. Αυτό αφήνει να εννοηθεί πως δεν λήφθηκε υπόψη η λειτουργική δραστηριότητα πριν από τη μέτρηση,



αλλά από την άλλη δεν γνωρίζουμε από τη βιβλιογραφία κατά πόσο μπορεί να επηρεάσει μια συγκεκριμένη στιγμή της ημέρας τις τιμές των πελματικών πιέσεων.

### 1.6 **Ερευνητική Υπόθεση**

Η έρευνα στηρίχθηκε στην υπόθεση, ότι οι μέγιστες τιμές και οι μέσες τιμές των πελματικών πιέσεων διαφοροποιούνται ανάμεσα στους υγιείς ποδοσφαιριστές και τους ποδοσφαιριστές με βλαισό μεγάλο δάκτυλο (B.M.Δ.), ότι οι με B.M.Δ. παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τους υγιείς, και διαφορετική κατανομή.

Ακόμη στηρίχθηκε στην υπόθεση πως οι ποδοσφαιριστές με B.M.Δ. παρουσιάζουν μεγαλύτερες τιμές στην περιοχή των μεταταρσίων και κυρίως στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου κατά τη στατική αλλά και τη δυναμική μέτρηση.

### 1.7 **Στατιστικές Υποθέσεις**

Μηδενική υπόθεση: **α)** Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ

των μέσων τιμών της στατικής μέτρησης, ανάμεσα στους υγιείς ποδοσφαιριστές και τους ποδοσφαιριστές με B.M.Δ.

$$H_0: \mu_{\alpha} = \mu_{\beta} = \mu_{\gamma}$$

**β)** Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών της δυναμικής μέτρησης, ανάμεσα στους υγιείς ποδοσφαιριστές και τους ποδοσφαιριστές με B.M.Δ.

$$H_0: \mu_{\alpha} = \mu_{\beta} = \mu_{\gamma}$$

Εναλλακτική υπόθεση: **α)** Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ

των μέσων τιμών της στατικής μέτρησης, ανάμεσα στους υγιείς ποδοσφαιριστές και τους ποδοσφαιριστές με B.M.Δ.

$$H_a: \mu_{\alpha} \neq \mu_{\beta} \neq \mu_{\gamma}$$

**β)** Υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων τιμών της δυναμικής μέτρησης, ανάμεσα στους υγιείς ποδοσφαιριστές και τους ποδοσφαιριστές με B.M.Δ.

$$H_a: \mu_{\alpha} \neq \mu_{\beta} \neq \mu_{\gamma}$$



## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1 Ανατομικά στοιχεία του άκρου πόδα

Ο σκελετός του άκρου ποδιού αποτελείται από τα οστά του ταρσού, τα μετατάρσια και τα οστά των δακτύλων. Τα οστά του ταρσού είναι επτά: ο αστράγαλος, η πτέρνα, το σκαφοειδές, το κυβοειδές και τα τρία σφηνοειδή. Τα μετατάρσια οστά είναι πέντε και οι πέντε δάκτυλοι αποτελούνται από τις φάλαγγες.

Οι αρθρώσεις του άκρου ποδιού είναι: α) η άρθρωση των σφυρών ή ποδοκνημική (αστραγαλοκνημική) διάρθρωση, β) οι μεσοτάρσιες διαρθρώσεις, στις οποίες ανήκουν η υπαστραγαλική (αστραγαλοπτερινική), η πτερνοκυβοειδής και η σκαφοσφηνοειδής διάρθρωση, γ) οι ταρσομετατάρσιες, που είναι διαρθρώσεις μεταξύ των οστών του ταρσού και των μεταταρσίων, δ) οι μεταταρσιοφαλαγγικές διαρθρώσεις, μεταξύ των μεταταρσίων και των φαλαγγών των δακτύλων και ε) οι μεσοφαλαγγικές διαρθρώσεις (Platzer & O'Rahilly, 1985).



**Εικόνα 1.** Τα οστά του άκρου ποδιού (Perrin, 1995).



**Εικόνα 2.** Οι αρθρώσεις του άκρου ποδιού (Platzer & O'Rahilly, 1985)

Οι αρθρικές επιφάνειες της ποδοκνημικής διάρθρωσης σχηματίζονται από την περονοκνημική γλήνη και από την τροχιλία του αστραγάλου, μαζί με την έσω και την έξω σφυρίτιδα επιφάνεια. Η περονοκνημική γλήνη σχηματίζεται προς τα άνω από την κάτω επιφάνεια της κνήμης, προς τα έσω από το έσω σφυρό και προς τα έξω από το έξω σφυρό, και σχηματίζει ένα δίκρανο μέσα στο οποίο ολισθαίνει ο αστράγαλος. Η αρθρική επιφάνεια του

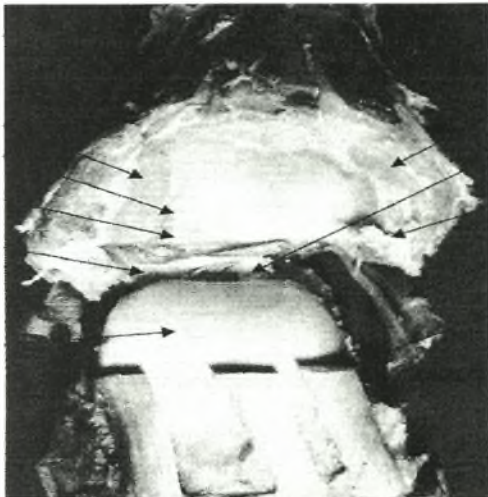
έξω σφυρού εκτείνεται πιο κάτω από την του έσω σφυρού. Ο αρθρικός θύλακος προσφύεται στα χείλη του αρθρικού χόνδρου των αρθρικών επιφανειών. Μέσα στην αρθρική κοιλότητα εισέχουν πρόσθιες και οπίσθιες ενάρθριες πτυχές.

Ο μεγαλύτερος σύνδεσμος της ποδοκνημικής κατά την έσω επιφάνεια είναι ο δελτοειδής ή έσω πλάγιος σύνδεσμος, που αποτελείται από τέσσερις δεσμίδες, τον κνημοσκαφοειδή, τον κνημοπτερνικό, και τον οπίσθιο και πρόσθιο αστραγαλοκνημικό σύνδεσμο. Ο κνημοσκαφοειδής σύνδεσμος φέρεται από το έσω σφυρό στο σκαφοειδές και καλύπτει τον πρόσθιο αστραγαλοκνημικό σύνδεσμο, που καταφύεται στον αυχένα του αστραγάλου. Ο κνημοπτερνικός σύνδεσμος φέρεται στο υπέρισμα του αστραγάλου και καλύπτει εν μέρει τον κνημοσκαφοειδή σύνδεσμο. Κατά την έξω επιφάνεια υπάρχει ο έξω πλάγιος σύνδεσμος που αποσχίζεται στον πρόσθιο αστραγαλοπερονικό σύνδεσμο, τον οπίσθιο αστραγαλοπερονικό και τον πτερνοπερονικό σύνδεσμο. Ο πρόσθιος αστραγαλοπερονικός σύνδεσμος φέρεται από το έξω σφυρό στον αυχένα του αστραγάλου. Ο οπίσθιος αστραγαλοπερονικός σύνδεσμος φέρεται σχεδόν οριζόντια από το έξω σφυρό στην οπίσθια αστραγαλική απόφυση. Η περονοκνημική γλήνη στηρίζεται με τον πρόσθιο και τον οπίσθιο περονοκνημικό σύνδεσμο (Norris, 1992; Platzner & O'Rahilly, 1985).

Τα μαλακά μόρια της ποδοκνημικής συγκρατούνται από τρεις ομάδες συνδέσμων, οι οποίοι έχουν ήδη αναφερθεί, και λειτουργούν ως στατικοί σταθεροποιητές. Οι δυναμικοί σταθεροποιητές της ποδοκνημικής άρθρωσης αποτελούνται από το μυϊκό σύστημα της πρόσθιας και της οπίσθιας επιφάνειας του ποδιού (Bauhauer J, Shereff, & Gould, 1997).

Ανάλογα με την τοπογραφική τους διάταξη οι δύο κύριες μυϊκές ομάδες (πρόσθια και οπίσθια) υποδιαιρούνται σε μικρότερες ομάδες ή στιβάδες. Η πρόσθια ομάδα αποτελείται από τους πρόσθιους εκτείνοντες και από τους έξω ή περοναίους μυς. Η οπίσθια ομάδα των καμπτήρων μυών υποδιαιρείται στους επιπολής ή μύες της γαστροκνημίας και στους εν τω βάθει μύες. Λειτουργικά, οι μύες υποδιαιρούνται σε εκτείνοντες, που βρίσκονται στην πρόσθια επιφάνεια και εκτείνουν ( κάμπτουν ραχιαία) και σε καμπτήρες που βρίσκονται στην οπίσθια επιφάνεια και κάμπτουν ( κάμπτουν πελματιαία) την ποδοκνημική. Ανάλογα με τη νεύρωση τους οι μύες μπορούν να

υποδιαιρεθούν σ' αυτούς που νευρώνονται από ραχιαίους κλάδους του ιερού πλέγματος και σ' αυτούς που νευρώνονται από κοιλιακούς κλάδους του ιερού πλέγματος (Platzer & O'Rahilly, 1985).



**Εικόνα 3.** Η ποδοκνημική άρθρωση σε εγκάρσια τομή (Tourret & Talkhani, 2004).

## **2.2 Βιοκινητικά στοιχεία του άκρου πόδα**

Η ποδοκνημική άρθρωση και το άκρο πόδι αποτελεί το τελευταίο περιφερικό τμήμα του στηρικτικού συστήματος μας. Αυτό το πολύμορφο σύστημα έχει τη δυνατότητα να παρέχει στο σώμα μας ισχυρή βάση στήριξης και δρα ως μοχλός κατά τη φάση προώθησης στη βάδιση. Η ποδοκνημική άρθρωση επίσης, προσαρμόζει το πέλμα στις διάφορες ιδιομορφίες και κλίσεις του εδάφους και μπορεί να απορροφά τις πιέσεις, τα συμπιεστικά φορτία, αλλά και τις δονήσεις από το υπόλοιπο σώμα. Για τη φυσιολογική εκτέλεση όλων αυτών των λειτουργιών είναι απαραίτητη η αρμονική συνεργασία της ποδοκνημικής άρθρωσης, της κάτω κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης, αλλά και των τριάντα ενός (31) μικρο-αρθρώσεων μεταξύ των οστών του άκρου ποδιού (Μπαλτόπουλος, 2003).

Για την περιγραφή του άκρου ποδιού και της λειτουργικής ενότητας κνήμη-άκρο πόδι, κρίνεται αναγκαίο να υπάρξει μια σύγκριση με τα άνω άκρα. Έτσι, στα κάτω άκρα οι κύριες λειτουργίες είναι πρωτίστως στατικής μορφής. Για το λόγο αυτό η κινητική ελευθερία των διαφόρων αρθρώσεων των κάτω

άκρων μειώνεται από πάνω προς τα κάτω. Η ποδοκνημική άρθρωση αποτελεί μια καθαρά γωνιώδη (γίγγλυμο) άρθρωση που διαθέτει έναν άξονα ελευθερίας, έτσι που να επιτρέπει τις κινήσεις της κάμψης και έκτασης. Οι στροφές του άκρου ποδιού επιτυγχάνονται σε περιορισμένο βαθμό και μόνο στην υπαστραγαλική άρθρωση (Weinke, 1996).

Οι δυνατότητες στροφής του άκρου ποδιού γίνονται σε περιορισμένο βαθμό και μόνο στην υπαστραγαλική άρθρωση, ενώ η κίνηση πρηνισμού και υππιασμού μετατοπίζεται στην κάτω περιοχή του άκρου ποδιού για λόγους μεγαλύτερης στατικής ασφάλειας (Weinke, 1996).

Τα δάκτυλα του άκρου ποδιού έχουν ισχυρή και ανθεκτική δομή, διότι συμβάλλουν κι αυτά στη στατική σταθερότητα. Τα οστά του ταρσού παρουσιάζουν επίσης μια πολύ ισχυρή κατασκευή η οποία είναι χαρακτηριστική για το άκρο πόδι ως γωνιώδη μοχλό. Ο μοχλός αυτός σχηματίζεται με την κνήμη και χρησιμεύει στην μετακίνηση του ανθρώπου. Η προέκταση της πτέρνας αποτελεί ένα παράδειγμα του ιδανικότερου γωνιώδους μοχλού. Όσο περισσότερο προεξέχει η προέκταση της πτέρνας τόσο ιδανικότερος είναι και ο γωνιώδης μοχλός. Αυτό εξηγεί και την διαφορά στο ταλέντο της μαύρης φυλής στις ταχύτητες και στην αλτικότητα (Weinke, 1996).

Το άκρο πόδι εκπληρώνει δύο βασικές λειτουργίες, την υποστήριξη του σώματος στην όρθια θέση και την κίνησή του κατά τη διάρκεια της βάδισης. Αυτές οι λειτουργίες εκπληρώνονται εξαιτίας της ανατομικής ιδιομορφίας των οστών και των αρθρώσεων του. Η ιδιομορφία της ανατομικής θέσης των οστών και των αρθρώσεων έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση κυρτωμάτων στην επιφάνεια του πέλματος που ονομάζονται ποδικές καμάρες. Στο πέλμα διαγράφονται δύο καμάρες, η επιμήκης και η εγκάρσια. Οι καμάρες αυτές είναι σχεδιασμένες για τις απορροφήσεις των δονήσεων, για την υποστήριξη του βάρους του σώματος και για την προώθησή του κατά τη διάρκεια των κινήσεων (Μπαλτόπουλος, 2003).

Οι ποδικές καμάρες κάτω από το βάρος το σώματος τείνουν να αποπλατυθούν. Όμως αυτό δεν πραγματοποιείται εξαιτίας δυνάμεων υποστήριξης (προσθιοπίσθιες για τη διατήρηση της επιμήκου καμάρας και πλάγιες για τη διατήρηση της εγκάρσιας καμάρας). Οι βιομηχανικές μεταβολές στην ποδοκνημική και κατ' επέκταση στο άκρο πόδι, μπορεί να αποτελούν

κύριες ή επικουρικές αιτίες για εκτεταμένους τραυματισμούς σε παρακείμενες αρθρώσεις (γόνατο, ισχίο, Ο.Μ.Σ.Σ.).

Το άκρο πόδι, όπως προαναφέρθηκε, αποτελεί τον πρώτο κρίκο της κινηματικής αλυσίδας του άκρου ποδιού σχετικά με τις δυνάμεις απ το έδαφος. Οι δυνάμεις και οι κραδασμοί που παράγονται κατά το τρέξιμο ειδικά στο πέλμα, είναι περίπου ίσες με τέσσερις φορές το βάρος του σώματός μας (Peterson & Rensrom, 2003).

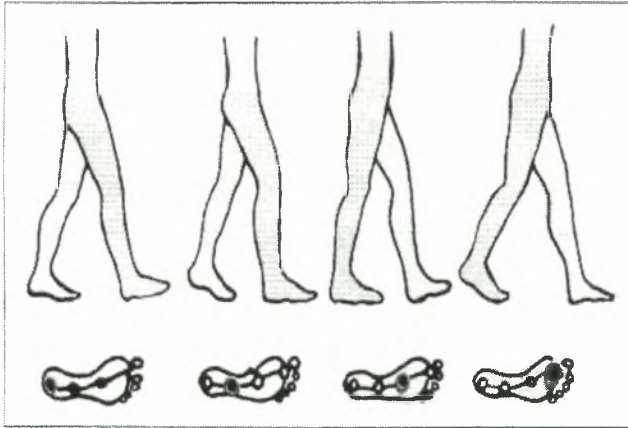
Το άκρο πόδι χρησιμεύει και ως απορροφητής κραδασμών και φορτίων κατά τη διάρκεια διαφόρων κινητικών δεξιοτήτων, όπως βάδιση, τρέξιμο και άλμα (Weinke, 1996).



**Εικόνα 4.** Σημείο εφαρμογής της δύναμης στο πέλμα κατά τη φάση του τρεξιματος(προσαρμοσμένο από [www.fedel.com](http://www.fedel.com))

Το σημείο εφαρμογής της δύναμης στο πέλμα ονομάζεται κέντρο πίεσης. Στην παρακάτω εικόνα παρατηρείται η γραμμή κατά την οποία μετακινείται το κέντρο πίεσης στις διάφορες φάσεις στήριξης στο φορτιζόμενο πέλμα. Κατά την αρχική φάση, το κέντρο πίεσης βρίσκεται στην πτέρνα. Στη συνέχεια κατευθύνεται στο μέσο του πέλματος με αρχική κατεύθυνση επί του επιμήκη άξονα και στη συνέχεια προς τα έξω. Τελικά καταλήγει στο έσω χείλος μεταξύ του πρώτου και δεύτερου δακτύλου (Μπαλτόπουλος, 2003).





**Εικόνα 5.** Γραμμή μετακίνησης του κέντρου πίεσης (Μπαλτόπουλος, 2003)

Υπάρχουν ωστόσο στατικοί αλλά και δυναμικοί μηχανισμοί οι οποίοι επηρεάζουν την προσαρμογή και συμπεριφορά του ποδιού σε εξωτερικό φορτίο κατά τη διάρκεια του βαδίσματος. Κατ' αυτό τον τρόπο, το ανθρώπινο πόδι προσαρμόζεται στη φόρτιση με την διατήρηση της διαμήκους ποδικής καμάρας. Έτσι, η αύξηση της φόρτισης ενεργοποιεί περαιτέρω τους αντισταθμιστικούς μηχανισμούς που διατηρούν τη διαμήκη ποδική καμάρα, μετατοπίζοντας τα φορτία στο κεντρικό και διάμεσο μπροστινό μέρος του ποδιού (Nyska, Linge, McCabe, & Klenerman, 1997).



**Εικόνα 6.** Διατήρηση ποδικής καμάρας (προσαρμοσμένο από [www.podyatryonline.com](http://www.podyatryonline.com)).

Ο πρηνισμός αποτελεί μια σύνθετη κίνηση του ποδιού, η οποία πραγματοποιείται στο οβελιαίο-μετωπιαίο και εγκάρσιο επίπεδο (Karandji, 1987).

Ο πρηνισμός του ποδιού στην υπαστραγαλική άρθρωση επιτρέπει αυξημένη κίνηση στην εγκάρσια ταρσική αλλά και στις άλλες αρθρώσεις του



ταρσού. Σε αυτή τη θέση οι δυνάμεις πρόσκρουσης απορροφώνται για μακρύτερο χρονικό διάστημα, αφού η γραμμική ορμή του σώματος, που αγγίζει το έδαφος κατά την επαφή της πτέρνας, μετατρέπεται σε γωνιακή ορμή ολόκληρου του κάτω άκρου, εξαιτίας του πρηνισμού του ποδιού, της έσω στροφής της κνήμης και της κάμψης του γόνατος και του ισχίου (Evans, 1990; Kirby, 2000).

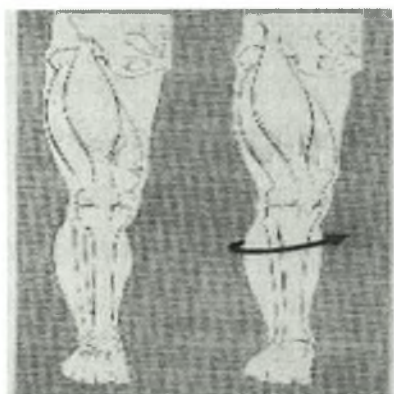
Αντίθετα, ο υππιασμός της υπαστραγαλικής προσφέρει στο πόδι μεγαλύτερη δυνατότητα αντίστασης στις δυνάμεις ραχιαίας κάμψης, που εφαρμόζονται στην εγκάρσια άρθρωση του ταρσού. Αυτό συμβαίνει ως αποτέλεσμα της κάθετης αντίδρασης του εδάφους πάνω στις κεφαλές των μεταταρσίων κατά τη φάση της προώθησης (Kirby, 2000; Prior, 1994).

Όλοι οι τραυματισμοί που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια της βάδισης, αλλά κυρίως κατά τη διάρκεια του τρεξίματος και των υπόλοιπων κινητικών δραστηριοτήτων, μπορούν να δικαιολογηθούν και εξαιτίας αυξημένων δυνάμεων που ασκούνται στο άκρο πόδι λόγω βιομηχανικών ανωμαλιών (Prior, 1994).

Ο υπερβολικός πρηνισμός του ποδιού αποτελεί σημαντικό παράγοντα συσχέτισης με τα σύνδρομα υπέρχρησης και τους τραυματισμούς του άκρου ποδιού. Κι αυτό, γιατί κατά τη φάση της μετακίνησης (ειδικά κατά τη φάση της προώθησης) ο υπέρμετρος πρηνισμός διατηρεί την άρθρωση της υπαστραγαλικής ξεκλειδωτή. Ο υπερβολικός πρηνισμός του ποδιού και η πτώση της ποδικής καμάρας, διατείνουν την πελματιαία απονεύρωση. Η ασταθής ακτίνα του πρώτου μεταταρσίου ωθείται σε μια θέση ραχιαίας κάμψης και έξω στροφής, που έχει ως αποτέλεσμα τη σταδιακή υπεξάρθρωση της πρώτης μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης, δηλαδή τον Β.Μ.Δ.. (Berman, 1982; Evans, 1990; Freychat, Belli, Carret, & Lacour, 1996; Hughes, 1985).

### **2.3 Σχέση του άκρου ποδιού με παρακείμενες αρθρώσεις**

Οι βιομηχανικές αλλαγές στην ποδοκνημική, και κατ'επέκταση στο άκρο πόδι, όπως προαναφέρθηκε μπορεί να αποτελούν, κύριες ή επικουρικές αιτίες για εκτεταμένους τραυματισμούς και σε υπερκείμενες αρθρώσεις (γόνατο, ισχίο, Ο.Μ.Σ.Σ.) (Peterson & Rensrom, 2003; Weinke, 1996).



Εικόνα 7. Πτώση της ποδικής καμάρας επηρεάζει τη θέση άρθρωσης του γόνατος (Peterson & Rensrom, 2003)

#### 2.4 **Ανάλυση βάδισης**

Η βάδιση αποτελεί το βασικότερο μέσο προώθησης και απαραίτητο μέρος της καθημερινής μας ζωής. Άλλοι τρόποι μετακίνησης, περιλαμβάνουν το τρέξιμο, λιγότερο το άλμα και άλλες δραστηριότητες. Όλοι αυτοί οι τρόποι μετακίνησης έχουν κοινά κινητικά χαρακτηριστικά. Η βάδιση μπορεί να οριστεί ως μια ρυθμική και διαδοχική κίνηση των κάτω άκρων, όπου ένα πέλμα είναι πάντα σε επαφή με το έδαφος. Η βάδιση επίσης απαιτεί την ταυτόχρονη συμμετοχή όλων των αρθρώσεων των κάτω άκρων με ένα περίπλοκο τρόπο κίνησης. Παράλληλα, υπάρχει κίνηση και στις αρθρώσεις της σπονδυλικής στήλης, όταν όμως τα άνω άκρα κινούνται ανεξέλεγκτα με αντιμεταθετικό τρόπο.

Η βάδιση είναι η ρυθμική κίνηση αυξημένου συντονισμού κατά την οποία το ανθρώπινο σώμα μετακινείται κλιμακωτά προς την επιθυμητή κατεύθυνση. Οι δυνάμεις στις οποίες οφείλεται αυτή η κίνηση είναι ένας συνδυασμός της μυϊκής δραστηριότητας για την επιτάχυνση ή την επιβράδυνση των διαφόρων τμημάτων του σώματος, και των επιδράσεων της βαρύτητας και της ορμής. Η βάδιση συχνά περιγράφεται ως αντανακλαστική ανάκτηση της ισορροπίας. Για την εκκίνηση του πρώτου βήματος οι πρόσθιοι μύες της ποδοκνημικής (ραχιαίοι καμπτήρες) συσπώνονται για να μετακινήσουν το κέντρο βάρους μπροστά σε σχέση με το πόδι, και αυτό προκαλεί απώλεια της ισορροπίας πρόσθια. Καθώς το κέντρο βάρους έχει μετακινηθεί μπροστά η βαρύτητα και η ορμή συνεχίζουν την κίνηση. Για την αποφυγή της πτώσης, υπάρχει

αντανακλαστική αντίδραση βηματισμού, η οποία προκαλεί ένα από τα κάτω άκρα να μετακινηθούν μπροστά. Αυτή η ενέργεια διαφοροποιεί τη βάση έτσι ώστε το κέντρο βάρους να είναι μέσα στη βάση στήριξης. Σε περίπτωση δεύτερης πρόσθιας μετατόπισης απαιτείται πολύ μικρή μυϊκή ενεργοποίηση γιατί η ορμή διατηρείται (λόγω του προηγηθέντος βήματος). Κατόπιν επαναλαμβάνεται η δραστηριότητα που έχει αναφερθεί. Η δαπάνη της ενέργειας είναι σχετικά υψηλή στην εκκίνηση της βάδισης λόγω της αδράνειας. Το φυσιολογικό πρότυπο βάδισης σε όλο σχεδόν τον πληθυσμό είναι ίδιο. Εάν τα άνω άκρα δεν είναι επιβαρυμένα, επιδεικνύουν έναν στερεότυπο τρόπο αντίθετης κίνησης σε σχέση με τα κάτω άκρα, τα οποία κινούνται αντίθετα παρέχοντας ισορροπία και προώθηση.

Οι διαφορές στο βηματισμό μεταξύ δύο ατόμων επικεντρώνονται κατά βάση στις κινήσεις στο οβελιαίο και στο εγκάρσιο επίπεδο, για παράδειγμα η γωνία του πέλματος μπορεί να διαφέρει δραματικά (Trew & Everett, 1997).

Η βάδιση είναι μία περίπλοκη δραστηριότητα, η οποία για να είναι πλήρως κατανοητή θα πρέπει να διαιρεθεί σε τμήματα.

**Κύκλος βάδισης.** Είναι η χρονική περίοδος κατά την οποία μία ολόκληρη ακολουθία γεγονότων παίρνει μέρος. Αυτή μπορεί να είναι από τη στιγμή που το δεξί πόδι έρθει σε άμεση επαφή με το έδαφος έως τη επόμενη φορά που θα έρθει σε επαφή με το έδαφος. Ο κύκλος της βάδισης υποδιαιρείται στη φάση της στήριξης και στη φάση της αιώρησης, οι οποίες περιγράφουν αντίστοιχα τις περιόδους όταν το πόδι είναι σε επαφή με το έδαφος ή αιωρείται μπροστά σε ετοιμότητα για το επόμενο βήμα.

**Φάση αιώρησης.** Αυτή είναι η περίοδος κατά την οποία το μέλος δεν είναι σε επαφή με το έδαφος.

**Φάση στήριξης.** Αυτή είναι η περίοδος κατά την οποία το μέλος είναι σε επαφή με το έδαφος. Στη βάδιση πάντα υπάρχει μία περίοδος στην οποία και τα δύο μέλη είναι σε επαφή με το έδαφος, αυτή ονομάζεται 'διπλή στήριξη' (Trew & Everett, 1997).

Σε μία μέση ταχύτητα βάδισης, η φάση στήριξης καταλαμβάνει το 60% του χρόνου του συνολικού κύκλου και η φάση αιώρησης το 40%. Σε αργό βάδισμα η φάση της στήριξης μπορεί να αποτελέσει το 70% του κύκλου βάδισης με τη φάση της αιώρησης να καταλαμβάνει λιγότερο από 30%. Καθώς η ταχύτητα της βάδισης αυξάνει ο χρόνος της φάσης στήριξης

μειώνεται, μέχρι τη γρήγορη βάδιση όπου η φάση της στήριξης μπορεί να μειωθεί στο 57% του κύκλου. Η περίοδος της διπλής στήριξης επίσης μειώνεται με αύξηση της ταχύτητας. Κατά την ιδιαίτερα αργή βάδιση η διπλή στήριξη μπορεί να διαρκέσει 46% του συνολικού κύκλου βάδισης, ενώ στην πολύ γρήγορη βάδιση η διπλή στήριξη μπορεί να μειωθεί στο 14% (Smidt, 1990; Trew & Everett, 1997).



Εικόνα 8. Ο κύκλος της βάδισης (Trew & Everett, 1997).

**Φάση στήριξης.** Η φάση στήριξης παρέχει σταθερότητα στον κύκλο και είναι απαραίτητη εάν ακολουθήσει η φάση αιώρησης. Μπορεί να υποδιαιρεθεί στα ακόλουθα στάδια.

Στάδιο στο οποίο έρχονται σε επαφή οι φάλαγγες των δακτύλων. Στη φυσιολογική βάδιση αυτό είναι το πρώτο σημείο της επαφής του μέλους με το έδαφος για το οδηγό μέλος. Τη στιγμή της επαφής των φαλάγγων των δακτύλων το ακολουθόν μέλος είναι επίσης σε επαφή με το έδαφος, δίνοντας θέση διπλής στήριξης. Αυτή είναι η στιγμή που το κέντρο βάρους του σώματος είναι στο χαμηλότερο σημείο προσφέροντας μέγιστη σταθερότητα.

Στάδιο στο οποίο έρχεται σε επαφή η πτέρνα με το έδαφος. Στη φάση αυτή όλο το πέλμα έρχεται σε επαφή με το έδαφος και ακολουθεί η φάση μέσης στήριξης.

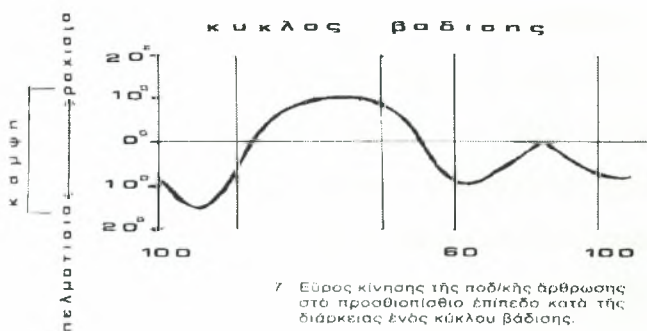
Στάδιο μέσης στήριξης. Στο στάδιο αυτό το σώμα φέρεται μπροστά προς το μέλος στήριξης ενώ το άλλο μέλος βρίσκεται στη φάση αιώρησης. Το κέντρο βάρους του σώματος μεταφέρεται από πίσω προς το μπροστινό μέλος στήριξης. Στη φάση αυτή το κέντρο βάρους βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο σε σχέση με την επιφάνεια στήριξης και η σταθερότητα είναι μειωμένη.

**Φάση αιώρησης.** Κατά τη διάρκεια της φάσης αιώρησης το αιωρούμενο μέλος μετακινείται μπροστά από το μέλος στήριξης. Αυτή η φάση μπορεί να χωριστεί σε τρία στάδια.

*Πρώθηση.* Παράγεται δύναμη από τους καμπτήρες μύες του ισχίου, και σε μικρότερο βαθμό από τους πελματιαίους καμπτήρες, επισπεύδοντας το μη φορτισμένο μέλος μπροστά.

*Μέση αιώρηση.* Αντιστοιχεί χρονικά στη μέση στήριξη και σε αυτό το σημείο το αιωρούμενο μέλος περνάει το μέλος στήριξης.

*Αναχαίτιση.* Στο τελικό αυτό στάδιο της φάσης πρώθησης, οι μύες αναχαίτίζουν το αιωρούμενο μέλος για να προετοιμάσουν το πρώτο στάδιο της φάσης στήριξης. Η μυϊκή συστολή στη φάση αυτή είναι έκκεντρη και απαιτεί λιγότερη ενέργεια σε σχέση με την ενέργεια που καταναλώνεται στη σύγκεντρη συστολή κατά την πρώθηση του μέλους (Trew & Everett, 1997).



**Σχήμα 1.** Εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά τη διάρκεια ενός κύκλου βάρδισης (Δούκας, 1979).

Για την κατανόηση του παθολογικού κύκλου βάρδισης, η γνώση του ρυθμού βάρδισης είναι σημαντική. Ο "ρυθμός" βάρδισης χρησιμοποιείται για την καταμέτρηση των βημάτων και ορίζεται ως ο αριθμός των βημάτων ανά λεπτό (βήματα / λεπτό) που γίνεται από ένα υποκείμενο υπό φυσιολογικές συνθήκες. Ο ρυθμός κυρίως εξαρτάται από την ταχύτητα της βάρδισης. Ο φυσιολογικός ρυθμός είναι 122 βήματα / λεπτό, με το γυναικείο φύλο να έχει υψηλότερο ρυθμό κατά 6-9 βήματα / λεπτό. Σε αργή βάρδιση ο ρυθμός μπορεί να είναι 40-50 βήματα ανά λεπτό. Ο ιδανικότερος τρόπος καταμέτρησης βημάτων σε εργαστηριακό επίπεδο ανά λεπτό είναι με τη χρήση ειδικού μετρονόμου. Πολλές έρευνες έχουν τεκμηριώσει ότι οι αλλαγές στην εμβιομηχανική του πέλματος συσχετίζονται με τη αύξηση της ταχύτητας. Για το λόγο αυτό, η ταχύτητα βάρδισης θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν



συγκρίνονται πορίσματα βιομηχανικών μελετών (Rodgers, 1995; Trew & Everett, 1997)

Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν τη βιομηχανική του πέλματος κατά τη βάδιση, είναι αρκετοί. Σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται η ταχύτητα και διάφορα προσωπικά ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.

Ορισμένες συνιστώσες όπως διασκελισμός, μήκος, πλάτος βήματος, είναι χρήσιμες στην ανάλυση του κύκλου βάδισης.

Διασκελισμός βήματος. Αποτελεί την απόσταση μεταξύ αλληπάλληλων τοποθετήσεων του πέλματος του ίδιου ποδιού στο έδαφος.

Μήκος βήματος. Αποτελεί την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών επαφών με το έδαφος δύο αντίθετων ποδιών

Γωνία του πέλματος. Αποτελεί το βαθμό της έσω ή έξω στροφής του κάτω άκρου κατά τη βάδιση. Εάν παρουσιάζει έσω στροφή τότε ονομάζεται αρνητική γωνία, ενώ αντίθετα αν έξω στροφή θετική. Ο μεγαλύτερος πληθυσμός βαδίζει με θετική γωνία λίγο μεγαλύτερη των 30°. Η γωνία εξαρτάται από τη στροφή του ισχίου και τη στροφή της κνήμης με το μηριαίο.

Πλάτος βήματος. Αποτελεί την απόσταση μεταξύ των δύο πελμάτων. Διαφέρει από άτομο σε άτομο, αλλά στο μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού είναι 7 εκατοστά. Το πλάτος βήματος διαφοροποιείται σε άτομα με μειωμένη ισορροπία, τα οποία τείνουν να το αυξήσουν, με στόχο να μεγαλώσουν τη βάση στήριξης. Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι στη αργή βάδιση το πλάτος βήματος μεγαλώνει σε σχέση με τη γρήγορη βάδιση (Trew & Everett, 1997).

Για την πραγματοποίηση του φυσιολογικού πρότυπου βάδισης, χρησιμοποιούνται κάποιες στρατηγικές κίνησης. Η στρατηγική κίνησης είναι ένα πολυσυνδεσμικό μοντέλο μυϊκής ενεργοποίησης, το οποίο παρέχει σταθερότητα στο σώμα. Σε αυτές περιλαμβάνονται η θέση της κεφαλής και η διαρκής γνώση της βαρύτητας. Η στρατηγική μπορεί να χρειάζεται αρχικά κάποια από τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν, εξάγοντας ένα συνεργικό μοντέλο, το οποίο εξαρτάται από τον παράγοντα που έχει ήδη αναφερθεί. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι αισθητηριακοί υποδοχείς του πέλματος μπορεί να προκαλούν την αντίδραση αυτών των συνεργιών. Παράλληλα υποστηρίζεται ότι τα ιδιόποδεκτικά ερεθίσματα της αυχενικής μοίρας είναι εξίσου σημαντικά (Brownstein & Bronner, 1997; Carrington, Ubolsakka, &

White, 2003; Femery, Moretto, Hespel, Thevenon, & Linsel, 2004; Meyer, Oddsson, & De Luca, 2004; Rodgers, 1995).

Σύμφωνα με την παραπάνω αναφορά, εάν τα ιδιοϋποδεκτικά ερεθίσματα στο άκρο πόδι είναι τα κύρια ερεθίσματα του κεντρικού προγραμματισμένου μοντέλου της αυτόματης στηρικτικής αντίδρασης, ο έλεγχος της ισορροπίας πραγματοποιείται κυρίως γύρω από την ποδοκνημική άρθρωση. Αυτή η αρχή είναι γνωστή ως το μοντέλο του ανάστροφου εκκρεμούς (Bloem, Allum, Carpenter, & Honegger, 2000)

Το μοντέλο του ανάστροφου εκκρεμούς συσχετίζει την ανεξάρτητη μεταβλητή (του Κέντρου Μάζας Σώματος, COM) με την εξαρτημένη μεταβλητή (Κέντρο Πίεσης, COP). Αυτό το μοντέλο παρέχει μία αναλυτική συσχέτιση μεταξύ αυτών των δύο μετρήσιμων μεταβλητών και της οριζόντιας επιτάχυνσης του COM. Αυτή η συσχέτιση δείχνει ότι COP-COM είναι πράγματι ανάλογη με την οριζόντια επιτάχυνση του COM στο οβελιαίο και στο μετωπιαίο επίπεδο. Οι δύο εξισώσεις που παρουσιάζουν αυτή τη συσχέτιση είναι  $(p_x - x) = (-I_{sa} / Wh) \cdot \ddot{x}$  (1)

όπου  $p_x$  είναι το κέντρο της εφαρμοζόμενης πίεσης στην ποδοκνημική άρθρωση στο οβελιαίο επίπεδο,  $x$  είναι η οριζόντια επιτάχυνση του COM,  $I_{sa}$  είναι η αδράνεια του σώματος στην ποδοκνημική άρθρωση στο οβελιαίο επίπεδο,  $W$  είναι το βάρος του σώματος ( αφαιρώντας το βάρος του κάτω άκρου) και  $h$  είναι το ύψος του COM μεταξύ της ποδοκνημικής και

$$(p_z - z) = (-I_f / Wh) \cdot \ddot{z} \quad (2)$$

όπου το  $z$  αναφέρεται στη μετατόπιση στο μετωπιαίο επίπεδο και  $I_f$  είναι η αδράνεια του σώματος στην ποδοκνημική (Winter, Patla, Prince, Ishac, & Gielo-Perczak, 1998).

Σε μία ακριβή συσχέτιση του COM και του COP από τον Breniere με την ίδια απλουστευμένη μορφή αποδείχτηκε ότι εάν το COP είναι πρόσθια του COM, στη συνέχεια το COM επιταχύνεται πίσω και το αντίστροφο.

Παρομοίως εάν το COM βρίσκεται δεξιά του COP τότε η μάζα του σώματος μεταφέρεται αριστερά, και αντίστροφα (Breniere, 1996).

Σε στατική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της βάδισης, η Κθ ισορροπεί την ποδοκνημική άρθρωση,  $Wh$  με  $\theta \approx Wh\theta$ , όπου  $K$  είναι η περιστροφική ακριβείας σε Nm/rad και  $\theta$  είναι γωνία του εκκρεμούς από την κατακόρυφο.

$$K_\theta - Wh\theta = -I_{sa} \cdot \ddot{\theta} \quad (3)$$

Για τον υπολογισμό του COM [όπου αντιστοιχεί στο μέσο όρο του βάρους καθενός από τα 14 τμήματα, αποτελούμενα από τα κάτω άκρα (2), τους μηρούς(2),τα αντιβράχια (2), τον ώμο και την ωμική ζώνη(2), τη λεκάνη και την Αυχενική μοίρα(4)], στην  $\chi$  συνιστώσα, δίνεται ο τύπος

$$COM(x) = 1/M \sum COM_i(x) \cdot m_i \quad (4)$$

Όπου  $M$  είναι η μάζα του σώματος,  $m_i$  είναι η μάζα του  $i$ th τμήματος και το  $COM_i(x)$  είναι συντεταγμένο με το  $i$ th τμήμα στη  $\chi$  τεταγμένη. Αντίθετα για τον υπολογισμό του COP στο οβελιαίο και στο μετωπιαίο επίπεδο γίνεται εφαρμογή λογισμικού πελματογράφου χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση:

$$COP(t) = COP_l(t) \cdot R_{ul}(t) / [R_{ul}(t) + R_{ur}(t)] + COP_r(t) \cdot R_{ur}(t) / [R_{ul}(t) + R_{ur}(t)] \quad (5)$$

Όπου  $COP_l(t)$  και  $COP_r(t)$  είναι τα COP κάτω από το δεξί και αριστερό πόδι, αντίστοιχα, και  $R_{ul}(t)$  και  $R_{ur}(t)$  είναι οι κάθετες δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους κάτω από το δεξί και το αριστερό κάτω άκρο (Lafond, Duarte, & Prince, 2004; Winter et al., 1998).

Οι κεντρικές αρθρώσεις επιτυγχάνουν μέγιστη επιτάχυνση σε σχέση με τις περιφερικές αρθρώσεις του σώματος, και αρχίζουν να επιταχύνουν πριν ακόμα τα μέλη αποκτήσουν τη μέγιστη ταχύτητα. Υποστηρίζεται ότι υπάρχει σχέση μεταξύ των περιφερικών και κεντρικών αρθρώσεων ώμος-καρπός, ισχίο-ποδοκνημική, η οποία εξαρτάται από τις κεντρικές αρθρώσεις του αγκώνα και του γόνατος (Brownstein & Bronner, 1997).

Εάν παρατηρήσει κανείς το οβελιαίο επίπεδο κίνησης, μπορεί να δει την αλλαγή κίνησης της κάμψης και τη μεταφορά του κέντρου βάρους πιο χαμηλά, καθώς η κίνηση αλλάζει από βάδιση σε τρέξιμο. Το μοντέλο κίνησης της λεκάνης (ως προς την κλίση της) είναι το ίδιο σε όλες τις ταχύτητες. Η κίνηση της λεκάνης μειώνεται για να συντηρήσει ενέργεια και να προσθέσει αποδοτικότητα στη βάδιση. Καθώς η ταχύτητα αυξάνεται, η κλίση της λεκάνης και του κορμού φέρεται εμπρός. Το κέντρο βάρους χαμηλώνει και η οριζόντια δύναμη που παράγεται στο στάδιο προώθησης της φάσης αιώρησης της βάδισης αυξάνεται. Το πέλμα και η αντίδραση του εδάφους, προκαλώντας αντίθετες δυνάμεις, δημιουργούν τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους. Η θέση του κέντρου βάρους καθορίζει την κατεύθυνση και το μέγεθος της κάθετης αντίδρασης του εδάφους. Κατά τη διάρκεια του σταδίου προώθησης, το σώμα



παρουσιάζει κλίση προς τα εμπρός και το κέντρο της βάρους φέρεται μπροστά από το σημείο επαφής.



**Εικόνα 9.** Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους κατά τη βάδιση (Guten, 1997)

Η κίνηση του ισχίου στο οβελιαίο επίπεδο ακολουθεί ένα ημιτονοειδές μοντέλο κατά τη βάδιση. Παρόλο που το μοντέλο κίνησης του γόνατος είναι παρόμοιο, το εύρος της κίνησης είναι διαφορετικό. Η μέγιστη κάμψη κατά τη φάση αιώρησης της βάδισης είναι περίπου  $60^\circ$ , ενώ αντίστοιχα στο τρέξιμο και στο τρέξιμο με μεγάλη ταχύτητα είναι  $90^\circ$  και  $105^\circ$ . Ενώ ένας αθλητής υψηλών επιδόσεων παρουσιάζει μέγιστη κάμψη γόνατος  $140^\circ$ . Στο αρχικό στάδιο της επαφής του πέλματος παρουσιάζεται πελματιαία κάμψη λόγω της θέσης της κνήμης. Στο γρήγορο τρέξιμο η πελματιαία κάμψη είναι μικρότερη λόγω της μικρής χρονικής διάρκειας του σταδίου της αναχαίτισης και της σχετικής πελματιαίας θέσης στην αρχική επαφή.

Η κίνηση στο μετωπιαίο επίπεδο είναι περισσότερο πολύπλοκη σε σχέση με την κίνηση του οβελιαίου επιπέδου. Σε αυτό το επίπεδο, η κίνηση του γόνατος και της ποδοκνημικής περιορίζονται από τους συνδέσμους που βρίσκονται τοπογραφικά πλάγια. Καθώς το μέλος φορτίζεται η λεκάνη παραμένει σταθερή. Το ισχίο παρουσιάζει κίνηση σε συνδυασμό με τη λεκάνη, εμφανίζοντας ένα μηχανισμό απορρόφησης κραδασμών. Καθώς το μέλος αρχίζει τη φάση αιώρησης, η κίνηση αντιστρέφεται, η λεκάνη τώρα ανυψώνεται ώστε να διασφαλίσει τη απόσταση μεταξύ των κάτω άκρων. Στο μετωπιαίο επίπεδο λαμβάνει χώρα και η αμοιβαία κίνηση της λεκάνης σε σχέση με τους ώμους και την αυχενική μοίρα, κίνηση η οποία παίζει βασικό παράγοντα στη διατήρηση της ισορροπίας κατά τη βάδιση.

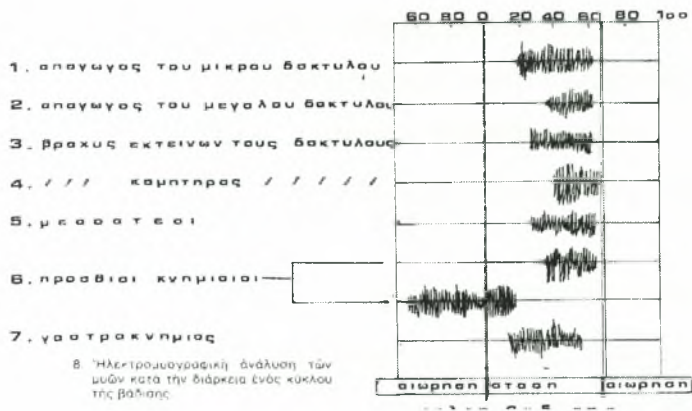
Η κίνηση στο εγκάρσιο επίπεδο όπως και στο μετωπιαίο είναι μικρή σε σχέση με του οβελιαίου. Η κίνηση της στροφής που παρουσιάζεται στις αρθρώσεις είναι σχετικά δύσκολο να κατανοηθεί καθώς δεν είναι ορατή. Τα κινητικά μοντέλα στο εγκάρσιο επίπεδο είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την αποδοτικότητα της ενέργειας. Στη βάδιση η στροφή του ισχίου έχει στόχο στην αύξηση του μήκους του βήματος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της οριζόντιας δύναμης προώθησης. Άλλη σημαντική κίνηση του υπτιασμού-πρηνισμού πραγματοποιείται σε διαγώνιο επίπεδο στο άκρο πόδι. Η κίνηση του πρηνισμού γίνεται στη φάση της αιώρησης, ενώ ο υπτιασμός στη στήριξη παρέχοντας σταθερότητα στο στάδιο της διπλής στήριξης. Στην συγκεκριμένη κίνηση σε αντίθεση με τις οστικές και τις συνδεσμικές κατασκευές του άκρου ποδιού, ο πρόσθιος κνημιαίος βοηθάει στον έλεγχο της κίνησης.

Αυτή η περίπλοκη κίνηση είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί, καθώς είναι αρκετά μικρή σε εύρος, και τα απαιτούμενα ανατομικά σημεία του σώματος χρειάζονται ακριβή εντοπισμό (Guten, 1997).

## 2.5 **Μυϊκή ενεργοποίηση της βάδισης**

Όπως έχει αναφερθεί, το μοντέλο της κίνησης είναι λιγότερο πολύπλοκο στην άρθρωση του ισχίου σε σχέση με τις αρθρώσεις του γόνατος και της ποδοκνημικής. Ενώ το ισχίο παρουσιάζει μόνο μία φάση έκτασης και μια κάμψης, οι άλλες δύο αρθρώσεις έχουν δύο φάσεις από κάθε κίνηση σε κάθε κύκλο βάδισης.

Η μυϊκή ενεργοποίηση, όπως προκύπτει από την ηλεκτρομυογραφική ανάλυση, αποκαλύπτει πλήθος διακυμάνσεων μεταξύ των υποκειμένων, κατόπιν διαφοροποιήσεων των ταχυτήτων βάδισης. Είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι ένα μεγάλο κομμάτι του κύκλου της βάδισης παρουσιάζει μικρή ή καθόλου μυϊκή ενεργοποίηση. Αυτό δικαιολογεί το ότι ο κύκλος της βάδισης είναι ενεργητικά αποτελεσματικός.



Εικόνα 10. Ηλεκτρομυογραφική ανάλυση των μυών κατά τη διάρκεια ενός κύκλου της βάρδισης (Δούκας, 1979).

**Φάση στήριξης:** Στάδιο που έρχονται οι φάλαγγες των δακτύλων σε επαφή με το έδαφος. Τη στιγμή της επαφής των δακτύλων με το έδαφος στη φάση στήριξης, το ισχίο είναι σε μερική κάμψη και ο μεγάλος γλουτιαίος και οι οπίσθιοι μηριαίοι περιορίζουν άμεσα την κίνηση, για να πραγματοποιηθεί η έκταση του ισχίου. Το γόνατο μπορεί να είναι σε πλήρη έκταση ή σε κάμψη  $5^\circ$ , με τον τετρακέφαλο να συστέλλεται έκκεντρα, ελέγχοντας την κάμψη του γόνατος η οποία ακολουθεί αμέσως μετά την επαφή των δακτύλων με το έδαφος. Η ποδοκνημική άρθρωση βρίσκεται σε πλήρη ραχιαία κάμψη έτσι ώστε η επαφή του πέλματος στο έδαφος να είναι δυνατή. Αυτή η θέση έχει πραγματοποιηθεί προγενέστερα του παρόντος σταδίου με τη σύγκεντρη συστολή των πελματιαίων καμπτήρων, η οποία στη συνέχεια θα αλλάξει σε έκκεντρη συστολή των μυών του άκρου ποδιού. Στις μεταταρσοφαλαγγικές αρθρώσεις υπάρχει ένα παρόμοιο μοντέλο κίνησης, με τους εκτεινόντες μύες των αρθρώσεων να ενεργοποιούνται για την επαφή των δακτύλων στο έδαφος. Έρευνες έχουν δείξει ότι πολλές διαφοροποιήσεις στα επίπεδα της ηλεκτρομυογραφικής ανάλυσης πραγματοποιούνται στο 15-20% του κύκλου, όταν το πέλμα στηρίζεται στο έδαφος (Rodgers, 1995).

**Στάδιο επαφής της πτέρνας με το έδαφος.** Η άρθρωση του ισχίου φέρεται σε έκταση με σύγκεντρη συστολή των εκτεινόντων, αλλά το γόνατο κάμπτεται περισσότερο, έτσι ώστε να ελαττωθεί η κάθετη αντίδραση και το βάρος του σώματος να μετατοπιστεί στο μέλος στήριξης. Η κάμψη του γόνατος αυτή ελέγχεται με έκκεντρη συστολή του τετρακεφάλου. Στην ποδοκνημική

πραγματοποιείται πελματιαία κάμψη με την έκκεντρη συστολή των ραχιαίων καμπτήρων. Χωρίς την ελεγχόμενη αυτή πελματιαία κάμψη το μέλος θα τοποθετούνταν στο έδαφος άτσαλα. Καθώς το πέλμα έχει πλέον καλή επαφή με το έδαφος το βάρος του σώματος μεταφέρεται από την πτέρνα πρόσθια στο μεγάλο δάχτυλο.

*Στάδιο μέσης στήριξης.* Η έκταση του ισχίου συνεχίζεται, αλλά από αυτή τη στιγμή η κίνηση γίνεται λόγω αδράνειας, άρα οι μύες δεν είναι πλέον ενεργοί. Καθώς το άλλο μέλος είναι στη φάση της αιώρησης, η λεκάνη δεν υποστηρίζεται, και οι απαγωγοί του μέλους στήριξης συστέλλονται για να παράσχουν έλεγχο στα επίπεδα της λεκάνης, χαμηλώνοντας από την πλευρά της αιώρησης με έκκεντρη μυϊκή συστολή. Το γόνατο παραμένει σε μερική κάμψη. Ορισμένες φορές παρατηρείται μικρή ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής με στόχο την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, αλλά εάν η κίνηση αυτή έχει πραγματοποιηθεί ήδη, ανάλογα με την ταχύτητα της κίνησης, τότε καθίστανται υπεύθυνες η αδράνεια και η βαρύτητα. Οι μύες της γαστροκνημίας όμως μπορεί να ασκούν μικρή επιρροή στην κίνηση με την έκκεντρη συστολή τους (Cirriani, Armstrong, & Gaul, 1995).

**Φάση Αιώρησης:** *Προώθηση.* Το ισχίο και το γόνατο φέρονται σε κάμψη με σύγκεντρη συστολή των αντίστοιχων μυϊκών ομάδων, ενώ η ποδοκνημική είναι σε ραχιαία κάμψη εξασφαλίζοντας την απουσία επαφής με το έδαφος.

*Μέση αιώρηση.* Στη μέση αιώρηση η κάμψη του ισχίου και του γόνατος παραμένουν, διατηρώντας το πόδι επαρκώς ανυψωμένο, έτσι ώστε τα δάχτυλα του πέλματος να μη έχουν επαφή με το έδαφος.

*Αναχαίτιση.* Το ισχίο συνεχίζει να κάμπτεται, αλλά οι οπίσθιοι μηριαίοι αρχίζουν να συστέλλονται έκκεντρα με στόχο να επιβραδύνουν την κίνηση. Το γόνατο κινείται από θέση κάμψης σε έκταση, χωρίς όμως να υπάρχει συμμετοχή του τετρακέφαλου. Στο τέλος του σταδίου αναχαίτισης, η έκταση του γόνατος θα πρέπει να επιβραδυνθεί με έκκεντρη συστολή των οπίσθιων μηριαίων.

Άλλοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι μύες της πελματιαίας περιτονίας (απαγωγός του μεγάλου δακτύλου, απαγωγός του μικρού δακτύλου και βραχύς καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου) συμμετέχουν ενεργά σε ποσοστό 35% στον κύκλο της βάδισης (Rodgers, 1995).

Είναι δυνατόν κατά τη βάρδια να παρουσιάζεται μικρή κίνηση στον κορμό και μηδαμινή στα άνω άκρα. Η κάμψη και η έκταση στην άρθρωση του ισχίου λόγω του οσφυοπυελικού ρυθμού έχει άμεση αντίδραση στην παρουσία κίνησης στην σπονδυλική στήλη. Διατηρώντας το κεφάλι στη μέση θέση, έχοντας το πρόσωπο μπροστά, η αυχενική και θωρακική μοίρα παρουσιάζουν στροφή στην αντίθετη κατεύθυνση. Αμοιβαίες κινήσεις των άνω και κάτω άκρων συμβαίνουν καθώς κατά την κάμψη του ώμου στο δεξιό άνω άκρο υπάρχει ταυτόχρονη κάμψη του αριστερού ισχίου. Φυσιολογικά η κίνηση της κάμψης ή της έκτασης του ώμου ξεκινάει πριν από την ίδια κίνηση στον αγκώνα. Κάθε οριζόντια ή κάθετη μετατόπιση του κέντρου της βαρύτητας μπορεί να μειώσει την οικονομία της βάρδιας (Trew & Everett, 1997).

## 2.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τη βάρδια

Η βάρδια είναι αποτέλεσμα μίας πολύπλοκης αλληλεπίδρασης της νευρικών, κινητικών και οστικών λειτουργιών που ελέγχεται από το κεντρικό νευρικό σύστημα. Διάφορα σπονδυλικά κινητικά μοντέλα της βάρδιας τροποποιούνται και επηρεάζονται από παράγοντες που έχουν επίδραση από το αισθητικό, οπτικό, αισθουσιαίο και σωματοαισθητικό σύστημα (Eils, Behrens et al., 2004).

Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να διαχωριστούν σε εσωτερικούς και σε εξωτερικούς, ανάλογα με το περιβάλλον πρόκλησης. Οι εσωτερικοί παράγοντες έχουν αναφερθεί σε προηγούμενη παράγραφο. Οι κύριοι εξωτερικοί παράγοντες που επιδρούν κατά τη βάρδια είναι η τριβή και η δύναμη της επιβράδυνσης.

Η δύναμη της επιβράδυνσης αποτελεί την αντίσταση του αέρα, η οποία έχει σημαντική επίδραση στη αδράνεια του σώματος. Η επίδραση της αντίστασης του αέρα παρουσιάζεται με πρόσθετους όρους σε αυτές τις συναρτήσεις. Το μέτρο της επιτάχυνσης  $a_{drag}$ , που προκαλείται από την αντίσταση του αέρα μόνο, είναι προσεγγιστικά ανάλογο προς το τετράγωνο της ταχύτητας του σώματος και μπορεί να παρασταθεί με τη χρήση μιας σταθεράς αναλογίας  $k$  ως  $A_{drag} = ku^2$ , όπου  $u^2 = u_x^2 + u_y^2$ . Οι αντίστοιχες συνιστώσες της επιτάχυνσης είναι:

$$(a_x)_{drag} = -kuu_x, (a_y)_{drag} = -kuu_y.$$

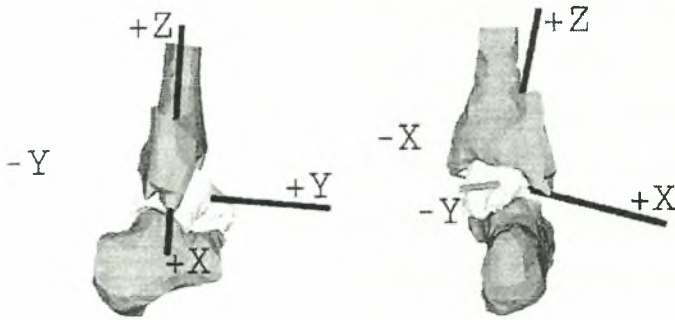


Κάθε συνιστώσα έχει αντίθετη κατεύθυνση από την αντίστοιχη συνιστώσα της ταχύτητας, και η σταθερή  $k$  εξαρτάται από την πυκνότητα του αέρα  $\rho$ , την επιφάνεια του σώματος που έχει εφαρμογή, τη μάζα  $m$  του σώματος και μία σταθερά  $C$ , που ονομάζεται συντελεστής αντίστασης.  $K = \rho CA / 2m$ . (Young & Freedman, 1996)

Η τριβή περιορίζει σημαντικά τη δραστηριότητα της βάδισης. Έχει σημείο εφαρμογής το σημείο επαφής του πέλματος με το έδαφος. Κατά τη βάδιση εντοπίζεται η στατική τριβή στη φάση της μέσης στήριξης καθώς και σε κάθε στατική δραστηριότητα και η οριακή τριβή η οποία υπάρχει σε όλα τα στάδια της φάσης στήριξης.

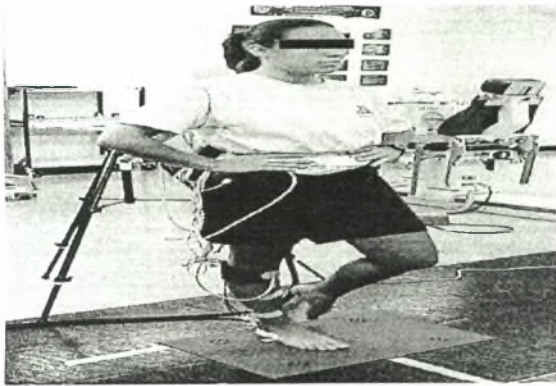
Οι παράγοντες που αναφέρθηκαν έχουν άμεση επίδραση στη διαφοροποίηση του κύκλου βάδισης, και αυτή με τη σειρά της στη μετατόπιση του κέντρου βάρους και τη μεταφορά της αδράνειας και της βαρύτητας. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους τροποποιείται (κατεύθυνση) και στη συνέχεια οι πελματικές πιέσεις αποκτούν διαφορετική ποσοτική κατανομή, επιφάνεια και χρονική διάρκεια επαφής του πέλματος με το έδαφος.

Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους μπορεί να αξιολογηθεί με τη χρήση εργαστηριακού πελματογράφου. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους προσδιορίζει την επιφάνεια επαφής και την κατεύθυνση του εφαρμοζόμενου φορτίου, καθώς το πέλμα είναι το πρώτο σημείο εφαρμογής του σώματος στο έδαφος. Οι πληροφορίες που παρέχονται από τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους επίσης προσφέρουν στοιχεία για τον υπολογισμό της εφαρμοζόμενης δύναμης στην ποδοκνημική. Ο πελματογράφος παρέχει μόνο μία στιγμιαία μέτρηση της κατανομής της δύναμης. Αυτή η μέτρηση καλείται κέντρο της πίεσης, αναγνωρίζοντας το γεωγραφικό κέντρο της μάζας της εφαρμοζόμενης δύναμης. Η τροχιά του κέντρου της πίεσης δημιουργείται από τη στιγμιαία καταγραφή της τροχιάς του κέντρου της πίεσης κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης του κύκλου. Το κέντρο της πίεσης μεταβάλλεται από τις διάφορες τοποθετήσεις της ποδοκνημικής (πρηνισμό-υπτιασμό). Η κατανομή της πίεσης στο πέλμα επηρεάζεται από την αύξηση της ταχύτητας, και τις διαφοροποιήσεις του πέλματος.



**Εικόνα 11.** Πρόσθια και πλάγια όψη του άκρου ποδιού που προσδιορίζει σε τρισδιάστατη εικόνα την κίνηση της πτέρνας στις αποκλίσεις της βάρδισης στις τεταγμένες  $x, y$  και  $z$  (Hamel, Sharkey, Buczek, & Michelson, 2004).

Οι αποκλίσεις του στατικού δείγματος και οι δραστηριότητες μέτρησης στη θέση του του κέντρου της πίεσης παρέχουν ένδειξη του ελέγχου της στάσης κατά της σταθερή θέση (Hertel, Gay, & Denegar, 2002; Rodgers, 1995).



**Εικόνα 12.** Καταγραφή των πελματικών πιέσεων από τη μονοποδική φάση στήριξης (Riemann, Myers, Stone, & Lephart, 2004).

### 2.7 Επίδραση της ισορροπίας στη βάρδιση

Η κατακόρυφη στάση και ισορροπία του σώματος είναι ένα πολύπλοκο δυναμικό σύστημα το οποίο ενισχύεται με την ενσωμάτωση των ερεθισμάτων από τις διάφορες αισθητικές 'πηγές', στις οποίες περιλαμβάνονται το οπτικό σύστημα, το αιθουσαίο, και διάφορα εσωτερικά συστήματα (αισθητικοί υποδοχείς του πέλματος, τονικά αυχενικά αντανακλαστικά) (Slobounov, Hallett, Stanhope, & Shibasaki, 2005; Trew & Everett, 1997).

Οι αισθητικοί υποδοχείς του πέλματος παρέχουν στο σώμα πληροφόρηση σχετικά με την κατανομή της στήριξης κατά τη βάρδιση. Οι

διαφοροποιήσεις στην πίεση στα διάφορα σημεία του πέλματος παρέχουν ενημέρωση για τη θέση της κάθετης μετατόπισης του κέντρου βάρους σε σχέση με τη στήριξη του σώματος. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την κατακόρυφη διατήρηση του σώματος του σώματος. Εάν η ισορροπημένη κατανομή πίεσης μεταξύ και των δύο ποδιών διαταραχθεί, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η πίεση κάτω από το ένα πέλμα, αυτό θα έχει ως άμεση αντίδραση την αύξηση του μυϊκού τόνου στους εκτεινόντες μυς του ίδιου πέλματος και την αύξηση του μυϊκού τόνου στους καμπτήρες του άλλου. Η αντίδραση αυτή μειώνει την πιθανότητα πτώσης. Έχει παρατηρηθεί επίσης ότι σημαντικό ρόλοι παίζουν τα εσωτερικά ερεθίσματα από τους υποδοχείς του δέρματος, της πίεσης και των αρθρώσεων του άκρου ποδιού (Trew & Everett, 1997).

Το αισθουσαίο σύστημα παρέχει στο σώμα πληροφορίες με δύο μέσα. Η στροφή της κεφαλής ενεργοποιεί τους αισθητικούς υποδοχείς: α) τα ημικύκλια κανάλια παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη γωνιακή επιτάχυνση της κεφαλής και β) τα όργανα των ωτόλιθων παρέχουν πληροφορίες για τον προσανατολισμό ως προς τη βαρύτητα (Trew & Everett, 1997)

Η διέγερση των ημικύκλιων καναλιών παρέχει πληροφορίες σχετικές με το ρυθμό της βάρδισης και όχι με την κατεύθυνση της κίνησης. Αυτές οι πληροφορίες λειτουργούν αποτελεσματικά στη στάση και στην ισορροπία, μεσολαβώντας στον έλεγχο της σπονδυλικής στήλης μέσω της ενεργοποίησης των εκτεινόντων μυών του κορμού (Slobounov et al., 2005).

Τα όργανα των ωτολίθων είναι τα μόνα όργανα τα οποία παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την απόλυτη θέση της κεφαλής στο χώρο. Τα όργανα αυτά περιέχουν το ελλειπτικό και το σφαιρικό κυστίδιο του υμενώδους λαβυρίνθου, και μέσω διαφόρων μηχανισμών αλλάζουν τον τόνο των μυών της αυχενικής μοίρας και επαναφέρουν την κεφαλή στην ουδέτερη θέση ισορροπίας.

Άλλοι υποδοχείς, που συμμετέχουν στη διατήρηση της στάσης παρέχοντας πληροφορίες για τη θέση της κεφαλής, είναι ο αμφιβληστροειδής χιτώνας του οπτικού συστήματος. Ο σημαντικός ρόλος του οπτικού συστήματος στη διατήρηση της ισορροπίας μπορεί να αποδειχθεί εάν ζητήσουμε σε έναν άνθρωπο να σταθεί σε μονοποδική στήριξη με τα μάτια αρχικά ανοιχτά και στη συνέχεια κλειστά. Όταν δεν υπάρχουν τα οπτικά



ερεθίσματα και με τα μάτια κλειστά μπορεί να παρατηρηθεί τάση για πτώση (Trew & Everett, 1997).

## 2.8 Βλαισός Μεγάλος Δάκτυλος

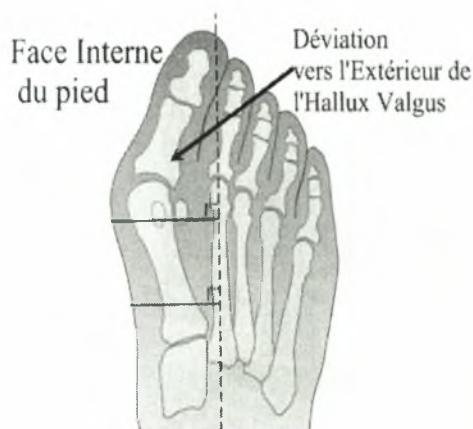
Τα προβλήματα που παρουσιάζονται στο άκρο πόδι στους ενήλικες αλλά κυρίως στους αθλητές διαφόρων αθλημάτων, είναι πολλαπλά και αρκετές φορές σύνθετα. Ο Β.Μ.Δ. (hallux valgus) αποτελεί ένα από τα συνήθη προβλήματα στο άκρο πόδι και μπορεί να οδηγήσει σε περαιτέρω επιπλοκές, σε καθυστερημένη επιστροφή στην αγωνιστική δραστηριότητα, αλλά και σε διακοπή προγραμμάτων σωματικής δραστηριότητας (Dandy, 1993).

Ο Β.Μ.Δ. αποτελεί μια κοινή παραμόρφωση που συνοδεύεται με πολλές άλλες ανωμαλίες, όχι μόνο στην πρώτη άρθρωση, αλλά και στο υπόλοιπο πόδι. Αν και μερικές από τις ανωμαλίες αυτές είναι δευτερεύουσας σημασίας σε σχέση με την παραμόρφωση του μεγάλου δακτύλου, μπορούν ωστόσο να προκαλέσουν άλλες βλάβες ή να επιταχύνουν την παραμόρφωση του μεγάλου δακτύλου (Helfet & Gruebel Lee, 1980; Mays, 2005).



Εικόνα 13. Βλαισός Μεγάλος Δάκτυλος. (Peterson & Rensrom, 2003)

Ο Β.Μ.Δ. καθορίζεται από την βλαισή γωνίωση του μεγάλου δακτύλου του ποδιού, προς το 1<sup>ο</sup> μετατόρσιο. Η κατάσταση αυτή παρουσιάζεται σαφώς πιο διακριτή από άλλες καταστάσεις, όπως οι κάλλοι των δακτύλων των ποδιών, οι οποίες αποτελούν εξοστώσεις κυρίως στην μεσοπίσθια πλευρά της 1<sup>ης</sup> μεταταρσικής κεφαλής (Mays, 2005).



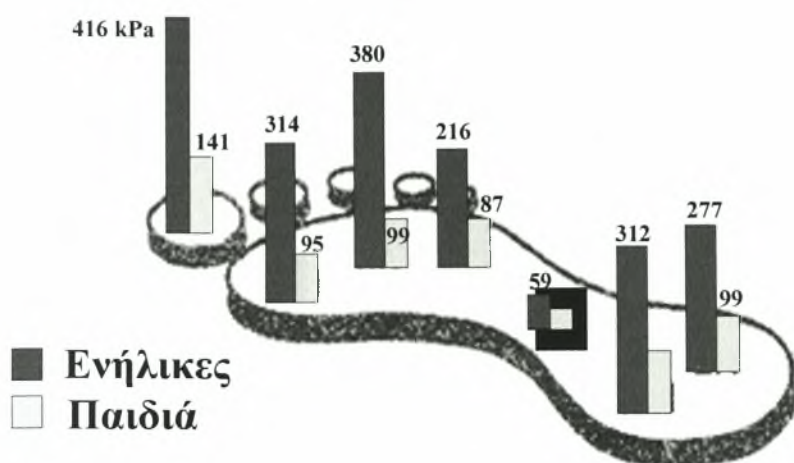
Εικόνα 14. Καθορισμός Βλαισού Μεγάλου Δάκτυλου (Peterson & Rensrom, 2003).

Κατά τη διαταραχή αυτή, ο μεγάλος δάκτυλος δημιουργεί μια απόκλιση  $>10^{\circ}$  από τη μέση γραμμή, δημιουργώντας έτσι οστέινο και θυλακικό ερεθισμό, αλλά και παραμόρφωση (Mays, 2005; Peterson & Rensrom, 2003).

Ο Β.Μ.Δ. αποτελεί μια σύνθετη δυσλειτουργία και για το λόγο αυτό δημιουργούνται διάφορα ερωτήματα σχετικά με τα αίτια δημιουργίας του. Πώς αναπτύσσονται τελικά οι κάλλοι; Η διαταραγμένη ισορροπία μυών στην πρώτη μεταταρσοφαλαγγική άρθρωση παίζει σημαντικό ρόλο στην παθογένεση του Β.Μ.Δ.; Ποια είναι η σχέση μεταξύ της διανομής δυναμικών πελματικών φορτίων και του πόνου στην επιφάνεια του ποδιού; Ποια είναι η αιτία των επανεμφανήσεων της παραμόρφωσης μετά από τη χειρουργική επέμβαση (Sanders, Snijders, & van Linge, 1992).

## 2.9 Ενήλικες και παιδιά

Οι ασθενείς με Β.Μ.Δ., μπορούν να χωρισθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες με κάποιες διαφορές: **α)** στους κυρίως έφηβους, όπου παρατηρούμε ραιβό  $1^{\circ}$  μετατάρσιο και φυσιολογικές αρθρικές επιφάνειες, και **β)** στους ενήλικες (γυναίκες), όπου παρατηρούνται, εκτός των άλλων, εκφυλιστικές αλλοιώσεις στην  $1^{\eta}$  μεταταρσοφαλαγγική και δευτερογενείς αλλοιώσεις στα παρακείμενα δάκτυλα. Στην κάθε κατηγορία διαφοροποιούνται ανάλογα και οι κατανομές των πελματικών πιέσεων (Dandy, 1993).



Εικόνα 15. Διαφοροποίηση των τιμών μεταξύ ενηλίκων και παιδιών (Προσαρμοσμένο από [www.shoelandfoot.com](http://www.shoelandfoot.com)).

### 2.10 Υπολογισμός γωνίας μέτρησης

Η μέτρηση υπολογισμού της γωνίας του Β.Μ.Δ. πραγματοποιείται συνήθως ακτινογραφικά, αλλά και με υπολογιστή, για περισσότερη αξιοπιστία. Η μέτρηση της γωνίας πραγματοποιείται με δύο γραμμές που αφορούν στους άξονες των δύο οστών και ορίζουν την γωνία μεταξύ 1<sup>ου</sup> - 2<sup>ου</sup> δακτύλου πάνω από 10<sup>ο</sup>, και την μεταταρσοφαλαγγική γωνία πάνω από 15<sup>ο</sup>. Ωστόσο παρουσιάζονται μελέτες οι οποίες υποστηρίζουν πως δεν υπήρξε καμιά στατιστική διαφορά μέτρησης και υπολογισμού της γωνίας μεταξύ των μεθόδων όταν αυτή μετρήθηκε με υπολογιστή και με ένα απλό γωνιόμετρο (Panchbhavi & Trevino, 2004).



Εικόνα 16. Καθορισμός της γωνίας του Β.Μ.Δ.. ( Προσαρμοσμένο από [www.dr-gumpert.de](http://www.dr-gumpert.de)).



Εικόνα 17. Υπολογισμός της γωνίας σε X-ray. (Προσαρμοσμένο από [www.orthop.washington.edu](http://www.orthop.washington.edu))

### 2.11 Συμπτωματολογία-Παθολογία

Ο Β.Μ.Δ. είναι μια κοινή παραμόρφωση που έχει μερικά πολύ χαρακτηριστικά ανατομικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα, αλλά που μπορεί να αναπτυχθεί από ποικίλες αιτίες, ανατομικές και λειτουργικές. Η παθολογία συνδέεται με την απόκλιση των οστών από την αξονική θέση τους και τη σχετική αποσταθεροποίηση της ομάδας μυών γύρω από την άρθρωση. Πιο συγκεκριμένα: α) Το μεγάλο δάκτυλο παρεκκλίνει και περιστρέφεται πλευρικά, όπως και το πρώτο. β) Η απόκλιση των δύο κύριων τμημάτων της άρθρωσης συνεπάγεται τη μετατόπιση των σεσαμοειδών οστών και της κεφαλής του μεταταρσίου μακριά από τη φυσιολογική θέση της άρθρωσή τους. γ) Η μη ανατομική άρθρωση των σεσαμοειδών και η διάμεση πίεση, προκαλούν εκφυλιστικές αλλοιώσεις και στο χόνδρο. δ) Η απόκλιση του δακτύλου σε σχέση με τους κοινούς άξονες της κίνησης διαφοροποιεί και την ανατομική θέση των τενόντων έτσι ώστε με την συνεχή λειτουργία τους να επιδεινώνουν την απόκλιση. ε) Η αλλαγή θέσης του δακτύλου και η έκκεντρη ενέργεια των τενόντων δημιουργούν μια δύναμη αντίδρασης στην κεφαλή του μεταταρσίου, η οποία μετατοπίσει προς τα μέσα το πρώτο μετατάρσιο (Dykyj, 1989).

Οι Hardy et al, (1951) εξέτασαν 3642 πόδια παιδιών και 417 πόδια ενηλίκων με και χωρίς Β.Μ.Δ.. Συγκρίνοντας τους δείκτες παιδιών και ενηλίκων συμπέραναν πως η αστάθεια του συνδέσμου και κατά συνέπεια της άρθρωσης του μεγάλου δακτύλου συμβαίνει πριν από τη ραγδαία εξέλιξη της ασθένειας.

Υπάρχει μια αμοιβαία σχέση μεταξύ της παραμόρφωσης του Β.Μ.Δ και της ΙΜ γωνίας. Η σχέση αυτή επιβεβαιώνεται ύστερα από διόρθωση με αρθρόδεση του βλαισού μεγάλου συνδέσμου, η οποία συνοδεύτηκε με μείωση της ΙΜ γωνίας αναλογικότερα σε σχέση με ότι αναμένονταν να εξελιχθεί αν δεν γινόταν η αρθρόδεση (Mann & Coughlin, 1981).

Η πιο καλή αξιολόγηση ασθενών με ΒΜΔ (αν και κάπως αυθαίρετη) φαίνεται πως παρουσιάστηκε σε μια μελέτη με ακτινολογική εξέταση, που αφορούσε τη σχέση της επιρροής της μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης και του σύστοιχου συνδέσμου του μεγάλου δακτύλου του ποδιού στην εξέλιξη του Β.Μ.Δ. (Piggott & Surg, 1960). Σε μια περίοδο 5 ετών στη μελέτη αυτή εξετάστηκαν 216 ενήλικες ασθενείς με Β.Μ.Δ.. Ο ίδιος ερευνητής δόμησε 3 ακτινολογικά μοντέλα:

α) τον ευθυγραμμισμένο (ευθυγραμμισμένη επιφάνεια άρθρωσης και συνδέσμου), β) τον παρακαμπτόμενο ( παράλληλες επιφάνειες άρθρωσης και συνδέσμου) και γ) τον εξαρθρωμένο (εντελώς αταίριαστη θέση σε σχέση με τα άλλα δάκτυλα).

Επίσης συμπέρανε πως στην α) περίπτωση δεν παρατήρησε καμιά εξέλιξη στη β) περίπτωση παρατήρησε προοδευτική αύξηση της παραμόρφωσης με το πέρασμα του χρόνου, ενώ στη γ) περίπτωση παρατήρησε πως η αστάθεια της άρθρωσης μεγάλωνε ταυτόχρονα με την παραμόρφωση. Η παρατήρηση αυτή θεωρήθηκε απόλυτα συμβατή με τις κλινικές παρατηρήσεις.

## 2.12 *Ιστορική Αναδρομή*

Αρκετά παλαιότερες μελέτες φανερώνουν πως καταγραφή Β.Μ.Δ. σε πληθυσμούς που συνήθως περπατούν ξυπόλητοι, είναι υπερβολικά σπάνια (Barnett, 1962; Hoffmann, 1905; James, 1939).

Άλλες μελέτες υποστηρίζουν πως σε τέτοιου είδους πληθυσμούς, όταν άρχισαν να εισάγονται υποδήματα, η συχνότητα αύξησης της παραμόρφωσης του Β.Μ.Δ. παρουσιάστηκε κατά πολύ μεγαλύτερη σε εκείνους που φορούσαν παπούτσια (Shine, 1965; Sim-Fook & Hodgson, 1958).

Ο τύπος των παπουτσιών, γενικά φαίνεται να διαφοροποιεί και τη συχνότητα της εμφάνισης του Β.Μ.Δ.. Για παράδειγμα, στη διάρκεια του δεύτερου μισού του 20<sup>ου</sup> αιώνα, παρατηρήθηκε αύξηση της συχνότητας του

B.M.Δ. σε γυναίκες της Ιαπωνίας, λόγω της αντικατάστασης των άνετων υποδημάτων με παπούτσια δυτικού τύπου, τα οποία περιόριζαν την κίνηση και ασκούσαν μεγαλύτερη πίεση στο μεγάλο δάκτυλο και σε όλα τα υπόλοιπα δάκτυλα (Kato & Watanabe, 1981).

Αντίστοιχες μελέτες πραγματοποιήθηκαν σε κατοίκους της Μεγάλης Βρετανίας. Οι μελέτες αυτές απεικονίζουν τη σχέση της μόδας με την πρόσφατη αύξηση των στενών παπουτσιών που πιέζουν εμφανώς το μεγάλο δάκτυλο και όλα τα υπόλοιπα δάκτυλα. Τα αποτελέσματα παρουσίασαν πολύ μεγαλύτερο ποσοστό (90% περίπου) στις γυναίκες που χρησιμοποιούσαν στενά παπούτσια (Hardy & Clapham, 1951; Mann & Coughlin, 1981).

Σε μια πρόσφατη μελέτη με σκοπό τη σύγκριση της προγενέστερης με την ύστατη μεσαιωνική περίοδο, εξετάστηκαν σκελετοί. Από τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε, πως υπήρχε μια αύξηση περιπτώσεων με B.M.Δ. κατά την τελευταία περίοδο, ιδιαίτερα μεταξύ των πλουσιότερων κοινωνικών τάξεων, προφανώς εξαιτίας των στενών παπουτσιών που ασκούσαν πίεση στα δάκτυλα (Mays, 2005).

Παρόμοια μελέτη σε γυναίκες της Σαουδικής Αραβίας, παρουσιάζει τις γυναίκες που τα παπούτσια τους ήταν στενά και περιόριζαν την κίνηση των δακτύλων, να εμφανίζουν B.M.Δ. (Sami & Reffa, 2000).

### **2.13 Αιτιολογία**

Τα περισσότερα αθλήματα χαρακτηρίζονται από ένα μεγάλο αριθμό αλμάτων, προσγειώσεων, αλλαγών κατεύθυνσης και γενικότερα συμπιεστικών και στροφικών φορτίων. Τα ποσοστά αγωνιζόμενων αθλητών στο ποδόσφαιρο είναι πολύ μεγαλύτερα από άλλα ομαδικά αθλήματα. Παρόλο που επικρατούν τα παραπάνω χαρακτηριστικά, εν τούτοις αγωνίσματα όπως η πετοσφαίριση, η καλαθοσφαίριση, το μπάντμιντον και τα άλματα στο τραμπολίνο, προηγούνται σε τραυματισμούς στην ποδοκνημική (Weinke, 1996).

Η αιτιολογία του B.M.Δ. είναι σχεδόν άγνωστη, παρά το γεγονός ότι πολλές αναφορές εστιάζουν ως κυριότερες αιτίες βιομηχανικές μεταβολές και επιπλοκές, που δημιουργούνται από τη συνήθη χρήση στενών υποδημάτων, τα οποία πιέζουν τα δάκτυλα και το μεγάλο δάκτυλο περισσότερο (Helfet & Gruebel Lee, 1980)



Παρόλα αυτά, η δυσλειτουργία του Β.Μ.Δ. έχει εμφανιστεί και σε αρχέγονες φυλές οι οποίες βαδίζουν με γυμνά πόδια. Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα, η κατάσταση παρουσιάζει οικογενή χαρακτήρα και πιθανόν να αποκλείει τις ενδείξεις υπέρ παπουτσιών, παρότι τα ακατάλληλα παπούτσια μπορεί να επιδεινώσουν το πρόβλημα (Mays, 2005).

Περίπου τα 50% ενήλικων ασθενών με Β.Μ.Δ αναφέρουν πως η παραμόρφωση του ποδιού ξεκίνησε κατά την εφηβική τους ηλικία (Hardy & Clapham, 1951; Piggott & Surg, 1960).

Το 40% των ανήλικων ασθενών σε άλλες μελέτες, παρουσιάζουν ως αφετηρία δημιουργίας της συγκεκριμένης παραμόρφωσης την ηλικία πριν των 10 ετών (Coughlin, 1995).

Ορισμένα πόδια εκτός από τους κοινούς τένοντες μπορεί να παρουσιάζουν και ένα βοηθητικό τένοντα. Ο ρόλος αυτού του βοηθητικού τένοντα (που μπορεί να υπάρχει σε ορισμένα πόδια) στην βιομηχανική της πρώτης μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης παραμένει άγνωστος, και φαίνεται πως δεν διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία και ανάπτυξη του Β.Μ.Δ..(Bibbo, Arangio, & Patel, 2004).

#### **2.14 Ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες**

Αξιολογώντας το ρόλο των ενδογενών και εξωγενών παραμέτρων που σχετίζονται με την αιτιολογία του Β.Μ.Δ., θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ορισμένους παράγοντες. Η βιβλιογραφία επικεντρώνεται στο ρόλο του παπουτσιού, σε κληρονομικούς παράγοντες, στη ρήξη του μεταταρσοφαλαγγικού συνδέσμου, στα προβλήματα του Αχιλλείου τένοντα και στο μικρό 1<sup>ο</sup> μετατάρσιο. Τα στοιχεία αυτά φαίνεται να αποτελούν τους κυριότερους παράγοντες ανάπτυξης του Β.Μ.Δ..(Myerson, 2000).

Οι ενδογενείς παράγοντες σχετίζονται με μεμονωμένα βιολογικά και ψυχοκοινωνικά χαρακτηριστικά, όπως η ηλικία, προηγούμενοι τραυματισμοί, ανεπαρκής αποκατάσταση, ενώ οι εξωγενείς παράγοντες κινδύνου σχετίζονται με το φορτίο άσκησης και περιβαλλοντολογικές μεταβλητές, όπως η κατάσταση των αγωνιστικών χώρων και ο αθλητικός εξοπλισμός(Inklaar, 1994).

Η δυσλειτουργία του Β.Μ.Δ. σε πολλές περιπτώσεις, μπορεί να είναι ενδογενούς αιτιολογίας. Στην πλειοψηφία όμως των περιπτώσεων είναι



εξωγενής. Ένας από τους κυριότερους παράγοντες (εκτός των βιομηχανικών), είναι και τα στενά παπούτσια που πιέζουν την περιοχή του μεγάλου δακτύλου και όλα τα υπόλοιπα δάκτυλα (Helfet & Gruebel Lee, 1980).

Η δυσαναλογία μυών στους απαγωγούς και προσαγωγούς μυς είναι προφανής στην παραμόρφωση του Β.Μ.Δ, και αυτή η δυσαναλογία μπορεί να είναι ο λόγος ή το αποτέλεσμα της κοινής παραμόρφωσης (Arinci, Genc, Erdem, & Yorgancioglu, 2003).

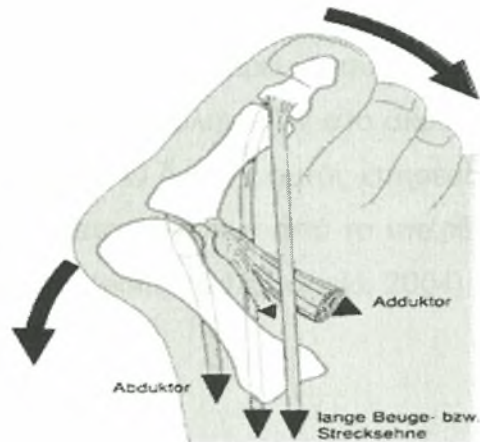
### **2.15 Προδιαθεδικοί μυοσκελετικοί παράγοντες**

Η δυσαναλογία μυών αποτελεί γενικότερα σημαντικό παράγοντα για τη δημιουργία μυοσκελετικών δυσλειτουργιών. Η δυσαναλογία μυών μπορεί να αποτελεί ενοχοποιητικό παράγοντα ενίσχυσης της κατάστασης του Β.Μ.Δ.. Από μελέτη πτωματικών ποδιών, εκτιμάται πως ο μακρός περωναίος είναι αυτός που συνεισφέρει κατά κύριο λόγο στην πελματική πίεση κάτω από το πρώτο μετατόρσιο, ενώ οι προσαγωγοί και απαγωγοί μύες του μεγάλου δακτύλου φαίνεται πως επηρεάζουν τις γωνιακές αλλαγές που οδηγούν στην παραμόρφωση (Olson, Ledoux, Ching, & Sangeorzan, 2003).

Η δυσαναλογία ανάμεσα στους απαγωγούς και προσαγωγούς μύες του μεγάλου δακτύλου, αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη δημιουργία του Μ.Β.Δ.. Η μυϊκή αυτή ανισορροπία είναι προφανής στην παραμόρφωση του Β.Μ.Δ. και μπορεί να είναι ο λόγος ή το αποτέλεσμα της κοινής παραμόρφωσης (Arinci et al., 2003).



**Εικόνα 18.** Μύες του Μεγάλου Δάκτυλου  
(Peterson & Rensrom, 2003)



**Εικόνα 19.** Μυϊκή δυσαναλογία Μεγάλου  
Δακτύλου (Peterson & Rensrom, 2003)

Η δημιουργία του Β.Μ.Δ. μπορεί να αποτελέσει καθοριστικό αίτιο για κατάγματα κόπωσης γενικότερα σε όλο το μετατόρσιο. Με τη συνεχή ανισοκατανομή φορτίων που εμφανίζονται στην περιοχή κατά τη διάρκεια κινητικών δεξιοτήτων (γρήγορο τρέξιμο, άλμα), ο τένοντας των εκτεινόντων του μεγάλου δακτύλου λειτουργεί ανασχαιτικά. Η επίδραση αυτή του τένοντα, σε συνδυασμό με τα φορτία, μπορεί να διαδραματίσει έναν σημαντικό ρόλο για την αιτία των καταγμάτων κόπωσης της κεντρικής φάλαγγας του μεγάλου δακτύλου και του άκρου ποδιού γενικότερα (Yokoe & Kameyama, 2004).

Συνυπεύθυνοι προδιαθεσικοί παράγοντες επίσης θεωρούνται η χρόνια ισχαιμία που προκαλείται από την πίεση, αλλά και οι υψηλές πιέσεις που παρατηρούνται στο μετατόρσιο κατά τη διάρκεια του βηματισμού. Μελέτη που αφορούσε ασθενείς με Β.Μ.Δ. και εξέταζε την ιστολογική κατάσταση με βιοψίες μυών και υπερηχοσχήμα, συσχέτισε τα αποτελέσματα με την ανάλυση βηματισμού. Στα δείγματα βιοψιών για τα μυϊκά αλλά και νευρικά στοιχεία των συμπτωματικών ασθενών με Β.Μ.Δ., παρουσιάστηκαν ιστολογικές μεταβολές. Επιπλέον, το υπερηχοσχήμα παρουσίασε διευρυμένα μιτοχόνδρια περιέχοντας παρακρυστάλλους περίπου στο 50% των περιπτώσεων. Κατά την ανάλυση βάδισης, το 70% των συμπτωματικών περιπτώσεων παρουσίαζε μη φυσιολογικό πρότυπο βάδισης, ενώ σε ασυμπτωματικούς το 80% των

κύκλων που εξετάστηκαν ήταν κανονικοί (Hoffmeyer, Cox, Blanc, Meyer, & Taillard, 1988).

Ένας ακόμη προδιαθεσικός παράγοντας που μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία δυσλειτουργιών (B.M.Δ.) και άλλων προβλημάτων στο άκρο πόδι είναι και ο δείκτης (ύψος) της ποδικής καμάρας. Ο δείκτης αυτός επηρεάζεται από τη μεγαλύτερη σύνθεση σώματος, και κατά συνέπεια από τα υπέρβαρα και παχύσαρκα άτομα (Wearing, Hills, Byrne, Hennig, & McDonald, 2004).



**Εικόνα 20.** Πτώση ποδικής καμάρας με ολίσθηση του (Peterson & Rensrom, 2003)

Αν και ο πόνος αποτελεί υποκειμενικό κριτήριο, εν τούτοις φαίνεται πως η παρουσία του σε συνδυασμό με την ύπαρξη κινητικών προβλημάτων στο άκρο πόδι, επηρεάζουν αρνητικά και την ικανότητα ισορροπίας σε κινητικές δραστηριότητες (Menz & Lord, 2001).

Ορισμένα πόδια, εκτός απ τους κοινούς τένοντες, μπορεί να παρουσιάζουν και έναν βοηθητικό τένοντα. Ο ρόλος αυτού του βοηθητικού τένοντα (σε όσους υπάρχει) στην βιομηχανική της πρώτης μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης παραμένει άγνωστος και μάλλον φαίνεται πως δεν είναι ενισχυτικός στη δημιουργία και ανάπτυξη του B.M.Δ. (Bibbo et al., 2004).

## 2.16 **Αθλητικό παπούτσι**

Η παρουσία σοβαρών τραυματισμών του άκρου ποδιού στους ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού ή της προπόνησης μπορεί να οδηγήσει σε αποχώρηση από το παιχνίδι, σε πιο εκτεταμένους τραυματισμούς, και σε μακροπρόθεσμη αποχή από αγωνιστικές δραστηριότητες. Πολλοί από αυτούς τους τραυματισμούς που αφορούν στο άκρο πόδι, μπορούν να αποδοθούν εκτός απ τις δυσμενείς φυσικές συνθήκες,

στην επαφή του ποδοσφαιρικού παπουτσιού με το τμήμα της επιφάνειας του ποδιού που χρησιμοποιείται περισσότερο κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, αλλά και στην επιφάνεια στήριξης του αθλητικού παπουτσιού. Οι κατανομές πίεσης στην 1<sup>η</sup> μεταταρσική περιοχή διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος ποδοσφαιρικού παπουτσιού (Majid & Bader, 1993).

Ο ρόλος του εξοπλισμού (παπούτσι) κατά τη συμμετοχή σε μορφές φυσικής δραστηριότητας όπως βόδιση-τρέξιμο είναι σημαντικός, διότι τα μυοσκελετικά στοιχεία της περιοχής που δέχονται την επιβάρυνση σχετίζονται άμεσα με αυτά (Peterson & Rensrom, 2003).

Αν και το αθλητικό παπούτσι θεωρείται προδιαθεσικός εξωγενής παράγοντας για τη δημιουργία τραυματισμών υπέρχρησης, (και συγκεκριμένα για την εμφάνιση της παραμόρφωσης του Β.Μ.Δ.), εν τούτοις δεν υπάρχει σημαντικά διαθέσιμη πληροφόρηση σχετικά με τα χαρακτηριστικά και τι τιμές φόρτισης στο άκρο πόδι κατά τη διάρκεια των συγκεκριμένων μετακινήσεων στο άθλημα του ποδοσφαίρου (Knapp, Mandelbaum, & Garrett, 1998).



Εικόνα 21. Αθλητικό παπούτσι. (Προσαρμοσμένο από [www.lieberson.com](http://www.lieberson.com)).

Η κατανομή πίεσης μέσα σε διάφορα παπούτσια ποδοσφαίρου μετρήθηκε σε ποδοσφαιρική επιφάνεια με χορτάρι, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα ανάλυσης βηματισμού, και τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρχαν διαφορές στην κατανομή πίεσης στην πρώτη (1<sup>η</sup>) μεταταρσική περιοχή του ποδιού, ανάλογα με διαφορετικά σχέδια παπουτσιών. Η ελαστικότητα του μπροστινού μέρους των παπουτσιών φαίνεται να επηρεάζεται από υλικούς και φυσικούς παράγοντες. Παπούτσια για παράδειγμα που σχεδιάστηκαν για συνθετικές επιφάνειες παράγουν μικρότερες περιστροφές από κοινά ποδοσφαιρικά παπούτσια η παπούτσια με ποδοσφαιρικές βίδες (τάπες), αν

Τα κατάγματα κόπωσης και οι τραυματισμοί υπέρχρησης σε περιοχές του ποδιού αλλά και στα μετατάρσια, αποτελούν κοινό πρόβλημα στους ερασιτέχνες αλλά και στους επαγγελματίες αθλητές ποδοσφαίρου. Ποσοστό περίπου στο 38% των ποδοσφαιριστών που συμμετείχαν στο Παγκόσμιο Κύπελλο του 1994, καταγράφηκαν με κατάγματα κόπωσης κυρίως στο άκρο πόδι (Knapp et al., 1998).

Σε παρόμοια μελέτη, βρέθηκε πως από τους τραυματισμούς που καταγράφηκαν σε 264 ποδοσφαιριστές κατά τη διάρκεια ενός έτους, το 23% αυτών των τραυματισμών αφορούσε τραυματισμούς υπέρχρησης κυρίως στο άκρο πόδι και στο γόνατο (Peterson & Rensrom, 2003).

Επίσης αντίστοιχη μελέτη αναφέρει, πως ποδοσφαιριστές με προϋπάρχουσες παραμορφώσεις ποδιών, όπως ο Β.Μ.Δ., ή άλλες κοινές αιτίες όπως μεσοδακτύλιο νεύρωμα, παθολογία των σεσαμοειδών οστών, μεταταρσαλγία, δυσλειτουργία του μεταταρσικού συνδέσμου, διαθέτουν μεγαλύτερη προδιάθεση στους τραυματισμούς υπέρχρησης (Hockenbury, 1999).

Στους ποδοσφαιριστές αλλά και στους υπόλοιπους αθλητές, σημαντικός τραυματισμός εκτός από τους τραυματισμούς της μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης του μεγάλου δακτύλου, αποτελεί και η ρήξη του διάμεσου παράλληλου συνδέσμου της πρώτης μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης, που είναι όμως λιγότερο κοινή. Η περίπτωση τραυματικής ρήξης του διάμεσου παράλληλου συνδέσμου του μεγάλου δακτύλου, μπορεί να προχωρήσει στην παραμόρφωση Β.Μ.Δ. σε ποδοσφαιριστές (Fabeck, Zekhnini, Farrokh, Descamps, & Delince, 2002).

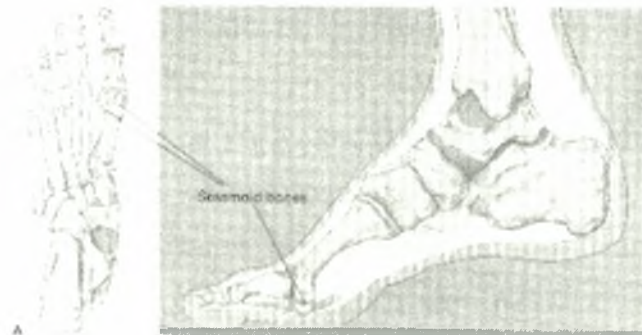
Απ τη δημιουργία του Β.Μ.Δ., μπορεί να προκύψει και τραυματισμός του ενδιάμεσου δερματικού νεύρου. Παρόμοια νευροπάθεια μπορεί να παρατηρηθεί επίσης πριν από τη δημιουργία του Β.Μ.Δ., αλλά αυτό παραμένει κατά ένα μεγάλο μέρος θέμα για περισσότερη εξερεύνηση και συζήτηση. Οι ασθενείς με τον συμπτωματικό Β.Μ.Δ., μπορούν να έχουν αισθητήρια απώλεια στο μεγάλο δάκτυλο, χωρίς όμως να το αντιλαμβάνονται. Δεν υπάρχει όμως σημαντική πληροφόρηση που να συσχετίζει το βαθμό της αισθητήριας υποκειμενικής απώλειας με το βαθμό της γωνίας της άρθρωσης (Herron, Kar, Beard, & Binfield, 2004).

## 2.18 Κάλοι- σεσαμοειδή οστά

Η πλευρική απόκλιση της κεντρικής φάλαγγας στην κεφαλή του μεταταρσίου, που δημιουργείται στην παρουσία του Β.Μ.Δ., προκαλεί την προεξοχή ενός υψώματος, και ως συνέπεια μιας επίπονης παραμόρφωσης κάλων (Assal, 2005).

Η δημιουργία κάλων αποτελεί προδιαθεσικό παράγοντα στην ανάπτυξη του Β.Μ.Δ., ενώ αντίστοιχοι κάλοι μπορεί να δημιουργηθούν στους ποδοσφαιριστές και σε πολλούς αθλητές εξαιτίας της ύπαρξης Β.Μ.Δ.. Η εμφάνιση των κάλων στα αρχικά στάδια, διατηρεί φυσιολογική την άρθρωση και αντισταθμίζεται με ελάχιστη θεραπεία. Όταν όμως οι κάλοι εξελίσσονται, οι κάλοι αυτοί μαζί με τα σεσαμοειδή οστά προκαλούν δυσλειτουργία στην άρθρωση του μεγάλου δακτύλου. Η άρθρωση επιβαρύνεται και αργότερα η χειρουργική επέμβαση κρίνεται απαραίτητη (Baxter, 1994).

Τα σεσαμοειδή οστά αν και φαίνονται μικρά και ασήμαντα, διαδραματίζουν έναν σημαντικό ρόλο στην απορρόφηση των πιέσεων από το μεγάλο δάκτυλο, στη μείωση της τριβής, αλλά και στην προστασία των τενόντων της περιοχής. Εν τούτοις όμως, η ιδιαίτερη ανατομική θέση αλλά και η λειτουργική πολυπλοκότητα τους, τα καθιστούν πολύ τρωτά σε τραυματισμούς εξαιτίας κυρίως συμπιεστικών δυνάμεων. Τέτοιοι τραυματισμοί μπορούν εύκολα να αναγνωρισθούν (εξαιτίας του πόνου που ταλαιπωρεί τους αθλητές), αλλά να αγνοηθούν ως παθολογική κατάσταση. Οι προσεκτικές φυσικές και ακτινολογικές εξετάσεις είναι απαραίτητες για να καθορίσουν την αιτία του πόνου και να καθορίσουν τον τρόπο αντιμετώπισης. Η χειρουργική αντιμετώπιση που αποσκοπεί σε μια οπισθοτομία του ενός από αυτά μπορεί να αποφέρει σημαντική βελτίωση (Richardson, 1999).



Εικόνα 22. Κάλοι και σεσαμοειδή οστά (Peterson & Rensrom, 2003)



Η ύπαρξη του Β.Μ.Δ., επίσης δημιουργεί και εκτεταμένα προβλήματα στον αρθρικό χόνδρο της πρώτης μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης και στα σησαμοειδή οστά. Τα προβλήματα αυτά φαίνεται να σχετίζονται με την αύξηση της γωνίας του Β.Μ.Δ.(Bock, Kristen, Kroner, & Engel, 2004).

### **2.19 Παχυσαρκία και άκρο πόδι**

Είναι γνωστό πως το σωματικό βάρος αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη μείωση της απόδοσης και στην επιρρέπεια για τραυματισμούς. Οι στατικές και οι δυναμικές πιέσεις σε παχύσαρκα άτομα είναι υψηλότερες στις περισσότερες περιοχές του ποδιού, εκτός από τα δάκτυλα. Τα παχύσαρκα άτομα ειδικά μικρής ηλικίας, διατρέχουν πιο αυξημένο κίνδυνο για τλαιπωρία αλλά και για παθολογία τραυματισμών στο άκρο πόδι, λόγω των αυξανόμενων πελματικών φορτίων που υποβάλλονται τα μικρά οστά του μπροστινού μέρους του ποδιού. Επιπλέον, στις μικρές ηλικίες κατά τη διάρκεια της βόδισης, οι πιέσεις που δημιουργούνται στο μέσο του ποδιού εξαιτίας του υπερβολικού βάρους, δημιουργούν πτώση της διάμεσης περιοχής και πιθανές αλλαγές στην ποδική καμάρα (Dowling, Steele, & Baur, 2004).

Οι αυξημένες πελματικές πιέσεις στο μπροστινό μέρος του ποδιού, και οι σκελετικές δομικές αλλαγές που συμβαίνουν στη διαδικασία της ανάπτυξης, ιδιαίτερα στα παχύσαρκα παιδιά, μπορούν να εμποδίσουν τη συμμετοχή σε σωματική δραστηριότητα. Η αποχή από σωματική δραστηριότητα θα έχει ως αποτέλεσμα τη διατήρηση, ή την αύξηση της παχυσαρκίας(Dowling, Steele, & Baur, 2001).

### **2.20 Ισορροπία και άκρο πόδι**

Η παρουσία του Β.Μ.Δ., μπορεί να βλάψει την ισορροπία και να δημιουργήσει προϋποθέσεις κινδύνου ιδιαίτερα στους ηλικιωμένους. Κατά καιρούς έχουν υπάρξει διάφορες μελέτες που συγκρίνουν πελματικές πιέσεις στους ανθρώπους με και χωρίς Β.Μ.Δ.. Παρόλα αυτά, λίγες είναι εκείνες οι πληροφορίες που κάνουν γνωστές τις επιπτώσεις του Β.Μ.Δ. στο βασικό πρότυπο βηματισμού ή στη μετακίνηση του ανώτερου σώματος κατά τη βόδιση. Ο Β.Μ.Δ. ασκεί σημαντική καταστρεπτική επίδραση στο βηματισμό (ιδιαίτερα στους ηλικιωμένους), έτσι που να συμβάλλει στην αστάθεια, αλλά



και σε κίνδυνο πτώσης ιδιαίτερα κατά τη βάρδια σε ανώμαλη επιφάνεια (Menz & Lord, 2005).

Σύμφωνα με ορισμένες έρευνες, έχει διαπιστωθεί ότι η επιπολής και η εν τω βάθει αισθητικότητα του πέλματος του άκρου ποδιού, οι υποδοχείς πίεσης του πέλματος και το αιθουσαίο και οπτικό σύστημα, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες του συστήματος ελέγχου ισορροπίας και στάσης (Bernier & Perrin, 1998; Matsusaka, Yokoyama, Tsurusaki, Inokuchi, & Okita, 2001).

### **2.21 Τρόποι θεραπείας**

Οι τρόποι αποκατάστασης του Β.Μ.Δ., εστιάζονται κυρίως σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τη συντηρητική και τη χειρουργική αντιμετώπιση. Από την υπάρχουσα διεθνή βιβλιογραφία, λίγες είναι οι αναφορές οι οποίες προτείνουν την θετική εξέλιξη του Β.Μ.Δ. χωρίς θεραπεία. Πολύ λίγες μελέτες έχουν εξετάσει τα αποτελέσματα της συντηρητικής αντιμετώπισης, ενώ η συνήθης αποκατάσταση μέχρι στιγμής, ιδιαίτερα στις μεγάλες ηλικίες, προσανατολίζεται στη χειρουργική αντιμετώπιση. Η τακτική αυτή χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερο προβληματισμό, διότι προκύπτει το ερώτημα πότε είναι αναγκαία η χειρουργική παρέμβαση και πότε όχι. Συνήθως, αφού εκτιμηθούν παράλληλα τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, η επιλογή της τακτικής αντιμετώπισης για την αποφυγή της περαιτέρω παραμόρφωσης του ποδιού θα βασίζεται στην υποκειμενική ιατρική εκτίμηση (Assal, 2005).

Πολλοί ασθενείς βρίσκουν τη μόνιμη αλλά οι περισσότεροι την προσωρινή ανακούφιση με τον συντηρητικό τρόπο αποκατάστασης. Για εκείνους που απέτυχαν στη συντηρητική θεραπεία, η χειρουργική επέμβαση μπορεί να βελτιώσει τα συμπτώματά τους. Εντούτοις, οι ανεπαρκείς εκβάσεις μετά από τη χειρουργική επέμβαση είναι αρκετές. Για το λόγο αυτό, ο ασθενής θα πρέπει να έχει κατανοήσει την παθολογία ώστε να μπορεί να επιλέξει τη στρατηγική θεραπείας προκειμένου να βελτιωθεί η κατάστασή του. Οι καλλυντικές εκτιμήσεις δεν πρέπει ποτέ να αποτελούν ένδειξη για τη χειρουργική επέμβαση (Assal, 2005).

## 2.22 Χειρουργική αντιμετώπιση

Η χειρουργική αντιμετώπιση (κυρίως η οστεοτομική επεξεργασία) φαίνεται να αποτελεί ευεργετικότερο τρόπο αντιμετώπισης, έναντι της συντηρητικής (Ferrari, Higgins, & Prior, 2004).

Εκτός από τα βασικά δυσλειτουργικά προβλήματα και τον πόνο που δημιουργούνται από την παρουσία του Β.Μ.Δ., πολλοί εκτιμούν το πρόβλημά τους και από αισθητική πλευρά, εξαιτίας της ορατής παραμόρφωσης που δημιουργείται. Η χειρουργική αποκατάσταση του Β.Μ.Δ. σε νεαρούς και κυρίως γυναίκες, η οποία αποσκοπεί στην συρραφή του απαγωγού του μεγάλου δακτύλου με την επιφάνεια του θύλακα του, όχι μόνο μπορεί να ανακουφίσει τον πόνο, αλλά και να αποκαταστήσει και την κανονική εμφάνιση του ποδιού (Zhao, Zhang, & Dai, 1998).

Η επιλογή της χειρουργικής αντιμετώπισης ενισχύουν την προτίμησή της, διότι ένα επιτυχημένο χειρουργικό αποτέλεσμα διαφοροποιεί και τις μέγιστες πελματικές πιέσεις. Οι μέγιστες πελματικές πιέσεις ποδιών με Β.Μ.Δ. κατά την αξιολόγηση της βάδισης παρουσιάζουν διαφορετικές κατανομές πριν και μετά το χειρουργείο. Πιο συγκεκριμένα, πόδια με Β.Μ.Δ., χειρουργημένα με την μέθοδο Keller/Brandes, παρουσίασαν μετά την χειρουργική επέμβαση μια μετατόπιση των πιέσεων από τον μεγάλο δάκτυλο στις κεφαλές των μεταταρσίων και κυρίως στην τρίτη μετατάρσια κεφαλή (Milani & Retzlaff, 1995).

Οι χειρουργικές τεχνικές για διάφορους τύπους οστεοτομίας παρουσιάζουν μια εξέλιξη κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την ισχύ αυτής της χειρουργικής διαδικασίας (Monteleone, Vigilante, Mazzotta, & Monteleone, 2003).



**Εικόνα 23.** Χειρουργική τεχνική οστεοτομίας του Μ.Β.Δ. (Προσαρμοσμένο από [www.vandercsmidt.de](http://www.vandercsmidt.de)).

Οι τεχνικές σταθεροποίησης συνεχίζουν να εξελίσσονται, ενώ αντίθετα δεν έχει βρεθεί ακόμη εκείνη η χειρουργική τεχνική αντιμετώπισης με τις λιγότερες μετεγχειρητικές επιπλοκές (Hetman & Myer, 2005).

Η κοινή αθροπλαστική αντικατάσταση της μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης δεν φαίνεται να παρουσιάζει τα ίδια επιτυχή αποτελέσματα σε σχέση με τις αρθροπλαστικές ισχίων και γονάτων. Τα μοσχεύματα έχουν προκαλέσει συχνά πολλές επιπλοκές, και οι πληροφορίες σχετικά με τα μοσχεύματα δεν είναι επαρκείς (Esway & Conti, 2005).

Μια μελέτη η οποία στόχευε να αξιολογήσει τον χρόνο επιστροφής στην αθλητική δραστηριότητα μετά από χειρουργική επέμβαση ποδιών, καθόρισε κατηγορίες αθλητών οι οποίες αποτελούνταν από επαγγελματίες αθλητές σε ομαδικά αθλήματα, αθλητές κολεγίου, και δρομείς που συγκέντρωναν περισσότερα από 25 μίλια εβδομαδιαίως.

Στη μελέτη δεν συμπεριλήφθηκε η κατηγορία αθλητών ψυχαγωγίας. Περίπου το 20% από ένα σύνολο εκατόν σαράντα αθλητών, είχαν υποβληθεί σε οστεοτομίες στο πρώτο μετατόρσιο και στα σεσαμοειδή οστά του μεγάλου δακτύλου. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ο μέσος χρόνος επιστροφής στην αγωνιστική δραστηριότητα ήταν οχτώ – εννέα εβδομάδες περίπου (Saxena, 2000).

### **2.23 Συντηρητική αντιμετώπιση**

Μια από τις σημαντικότερες παραμέτρους, ιδιαίτερα στους επαγγελματίες αθλητές και ποδοσφαιριστές, αποτελεί ο χρόνος επιστροφής στην αγωνιστική δραστηριότητα μετά από συντηρητική ή χειρουργική αντιμετώπιση. Εκτός από τη χειρουργική αντιμετώπιση, χρησιμοποιούνται και εναλλακτικές θεραπείες για την αποκατάσταση της δυσλειτουργίας του Β.Μ.Δ.. Η αντιμετώπιση με περίδεση τύπου (tape) αποτελεί έναν έμμεσο τρόπο παρέμβασης. Σε μια μελέτη που αφορούσε ασθενείς με Β.Μ.Δ., εξετάστηκαν τα αποτελέσματα που παρείχε η εναλλακτική θεραπεία με τη χρησιμοποίηση της περιίδεσης (taping) στη μείωση της παραμορφωμένης γωνίας του ποδιού και στη μείωση του πόνου. Η θεραπεία με περιίδεση πραγματοποιήθηκε 15 φορές συνολικά κατά τη διάρκεια μιας περιόδου τεσσάρων εβδομάδων. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η περιίδεση, ως εναλλακτικός τρόπος θεραπείας, είναι αποτελεσματική, διότι η

παραμορφωμένη γωνία και ο πόνος του ποδιού των ασθενών με Β.Μ.Δ. βελτιώθηκαν σημαντικά (Jeon et al., 2004).

## 2.24 **Ορθωτικά**

Ένας άλλος επικουρικός τρόπος αντιμετώπισης στα διάφορα προβλήματα του άκρου ποδιού και στην παρουσία του Β.Μ.Δ., αποτελεί η τοποθέτηση και χρήση ορθωτικών μέσων. Η χρήση ενός ορθωτικού μέσου σε ένα παπούτσι αλλάζει το συγχρονισμό μεταφοράς στο μπροστινό μέρος (forefoot) του ποδιού κατά τη διάρκεια του περπατήματος. Η προσθήκη των ορθωτικών στο άκρο πόδι μπορεί να μειώσει σημαντικά τις πιέσεις που παρατηρούνται στην περιοχή, όχι μόνο σε μυοσκελετικά προβλήματα, αλλά και σε περιπτώσεις δυσλειτουργιών του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Παρόλα αυτά λίγες πληροφορίες υπάρχουν σχετικά με τις επιδράσεις των ορθωτικών μέσων στις φορτίσεις του άκρου ποδιού κατά τη διάρκεια της κανονικής βάδιση (Grissom & Blanton, 2001).

Οι βιομηχανικές μεταβολές που προκύπτουν στην ποδοκνημική άρθρωση μπορούν να επηρεάσουν καθοριστικά και τις υπερκείμενες αρθρώσεις του γόνατος και του ισχίου, μεταβάλλοντας έτσι τα φυσιολογικά κινητικά πρότυπα. Ασθενείς με εκφυλιστικές βλάβες στην άρθρωση του γόνατος (οστεοαρθρικά γόνατα), μπορούν να μειώσουν τα κλινικά συμπτώματα, να καθυστερήσουν τις περαιτέρω εκφυλίσεις και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους, διορθώνοντας συνυπεύθυνες βιομηχανικές ατέλειες του άκρου ποδιού με ορθωτικά μέσα (Maly, Culham, & Costigan, 2002).

Εξίσου μεγάλη ανακούφιση αλλά και ανακατανομή των πελματικών πιέσεων, φαίνεται να προσδίδουν τα ορθωτικά στηρίγματα και σε γόνατα ασθενών με ρευματοειδή αρθρίτιδα (Li et al., 2000).

Τελευταία, η χρήση των ορθωτικών έρχεται να βελτιώσει αντικειμενικά τη μείωση των πιέσεων και των επιβαρύνσεων στο άκρο πόδι και στην ποδοκνημική των ποδοσφαιριστών. Οι πληροφορίες που διατίθενται όμως για τις επιδράσεις των ορθωτικών δεν είναι επαρκείς, διότι διαφοροποιείται η σύσταση και η ποιότητά τους. Σε άλλες μελέτες, ερευνητές προσπάθησαν να καθορίσουν εάν στην έναρξη φόρτισης του μπροστινού μέρους του ποδιού κατά τη φάση στήριξης, υπήρξε μια διαφορά στην κατανομή των πελματικών πιέσεων συγκριτικά με τις διαφορετικές πυκνότητες των ορθωτικών ποδιών.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν απ την μελέτη τους, προτείνουν πως η χρήση μαλακών ορθωτικών επιτρέπει κανονικότερο συγχρονισμό μεταφοράς φορτίων στο μπροστινό μέρος του ποδιού κατά τη διάρκεια της βόδισης, σε αντίθεση με κάποιο άκαμπτο ορθωτικό (Cornwall & McPoil, 1997).

Τέλος οι Nurse & Nigg (2001) θεωρούν πως η χρήση ορθωτικών για βελτίωση των βιομηχανικών ατελειών, μπορεί να λειτουργεί και ως αισθητήρια ανατροφοδότηση, η οποία είναι ικανή να τροποποιήσει την κινητική εικόνα του βηματισμού αλλά και τη μυϊκή ενεργοποίηση.



Εικόνα 24. Ορθωτικά πέλματος (Προσαρμοσμένο από [www.orthofeet.com](http://www.orthofeet.com)).

## 2.25 **Νάρθηκες**

Εκτός από τα ορθωτικά στηρίγματα, έναν ακόμη συντηρητικό τρόπο αντιμετώπισης αποτελεί η χρήση ειδικών νάρθηκων. Η χρήση ειδικών θερμοπλαστικών νάρθηκων οι οποίοι αναδιαμορφώνονται περιοδικά και χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της νύχτας και στη διάρκεια των ενεργητικών ασκήσεων, μπορεί να βελτιώσει σχετικά τη μείωση της μεταταρσοφαλαγγικής γωνίας (Groiso, 1992).

Έναν ακόμη αποτελεσματικό τρόπο εναλλακτικής θεραπείας για τους ασθενείς με επίπνο B.M.Δ., αποτελεί η τοποθέτηση ενός σταθερού υλικού το οποίο τοποθετείται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να διαχωρίζει το μεγάλο από το δεύτερο δάκτυλο. Αυτή η μέθοδος θεραπείας μπορεί να φανεί αποτελεσματική



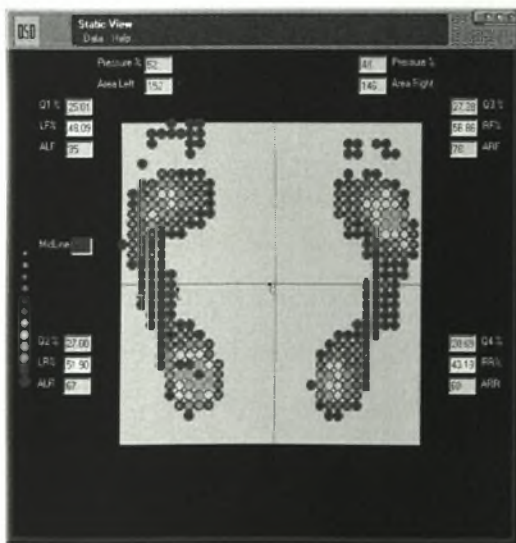
κυρίως στη μείωση του πόνου, στη βελτίωση της γωνίας του Β.Μ.Δ. και στη δυνατότητα για πιο ξεκούραστη βάρδιση (Tang et al., 2002).



Εικόνα 25. Νάρθηκες για την σταθεροποίηση του Μ.Β.Δ (Προσαρμοσμένο από [www.orthopedia.lt](http://www.orthopedia.lt)).

## 2.26 Συστήματα ανάλυσης βάρδισης

Συστήματα ανάλυσης του άκρου ποδιού (pedography), βρίσκονται αυτή τη στιγμή σε πολλά ερευνητικά κέντρα και νοσοκομεία σε ολόκληρο τον κόσμο. Τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την πιο γρήγορη και ακριβή στατική και δυναμική μέτρηση των φορτίων στην πελματική επιφάνεια. Επίσης επιτρέπουν μια λειτουργική αξιολόγηση της διαδικασίας (roll-over) του ποδιού. Βασίζονται κυρίως σε μια πλατφόρμα με υποδοχείς, η οποία συνδέεται με λογισμικό πρόγραμμα, επιτρέποντας τη γρήγορη και ακριβή μεταφορά δεδομένων (Tuna et al., 2004).



Εικόνα 26. Εικόνα πελματογραφήματος (Προσαρμοσμένο από [www.foot-clinic.co.uk](http://www.foot-clinic.co.uk)).

Τα συστήματα ποδογραφικής ανάλυσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως πρόσθετο διαγνωστικό εργαλείο, για πρόληψη αλλά και ποιοτική αντιμετώπιση της ορθοπεδικής επεξεργασίας, σε καταστάσεις με Β.Μ.Δ., καθώς και σε άλλες κατηγορίες παθολογικών καταστάσεων στο άκρο πόδι. Διαθέτουν επίσης τη δυνατότητα ανάλυσης της διαδικασίας του ρολαρίσματος του ποδιού από τη φάση στήριξης στη φάση ώθησης, μπορούν να προσδιορίζουν την υπάρχουσα γωνία και μπορούν να καθορίσουν την ανάλογη βιομηχανική γωνία του μεγάλου δακτύλου (Fritsch & Haslbeck, 2004).

Οι μετρήσεις με ποδογραφικά συστήματα ανάλυσης μπορούν να φανούν χρήσιμες και για την αξιολόγηση της κατανομής των πιέσεων σε πόδια με διάφορα προβλήματα, όπως διαβητικά πόδια και πόδια με ρευματοειδή αρθρίτιδα (Fritsch & Haslbeck, 2004; Tuna et al., 2004).

Εκτός από τον πελματογράφο, η μέτρηση των πελματικών πιέσεων σε στατική και δυναμική φάση στήριξης, μπορεί να πραγματοποιηθεί και με διάφορα άλλα συστήματα μέτρησης των πιέσεων εντός του αθλητικού παπουτσιού (Murphy, Beynon, Michelson, & Vacek, 2005).

Το σύστημα Pedar είναι ένα σύστημα που χρησιμοποιείται για να συλλέγει πελματικές πληροφορίες πίεσης μέσα στο παπούτσι. Διάφορα τέτοια συστήματα έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς σε ποδοσφαιριστές για να συλλέξουν τις πελματικές πληροφορίες μέσα στο ποδοσφαιρικό παπούτσι (Eils, Streyll et al., 2004).

Τα αυτόματα συστήματα ανάλυσης, επιτρέπουν τον ποσοτικό προσδιορισμό της κατανομής των πιέσεων και των φορτίων κάτω από το πόδι κατά τη διάρκεια της στάσης και του περπατήματος, χρησιμοποιώντας τα πλεονεκτήματα των υπολογιστών. Η στατική ανάλυση, εκτός από την αξιολόγηση των πιέσεων στη διποδική στήριξη, επιτρέπει και την αξιολόγηση της χειρουργικής παρέμβασης. Η κλινική εφαρμογή της δυναμικής ανάλυσης επιτρέπει και τη μέτρηση των καμπυλών πίεσης/χρόνου στην πτέρνα, στις πέντε μετατάξεις κεφαλές, και στο μεγάλο δάκτυλο (Duckworth, Betts, Franks, & Burke, 1982).

Το σύστημα EMED είναι επίσης ένα σύστημα καταγραφής της κατανομής των πιέσεων κάτω από την πελματική επιφάνεια του ποδιού. Με τη δυνατότητα στατικής και δυναμικής μέτρησης παρέχει εξίσου σημαντικές

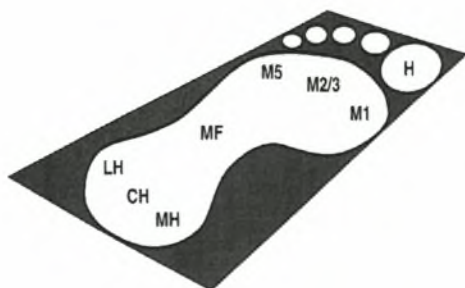


πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά φόρτισης των κάτω άκρων. Με τη στατική μέτρηση δεν είναι δυνατό να καθοριστούν οι ακριβείς τιμές φόρτισης των ποδιών κατά τη διάρκεια των λειτουργικών δραστηριοτήτων. Οι δυναμικές μετρήσεις χρησιμοποιούνται για να καθορίζουν τη φόρτιση και τις ανάλογες τιμές της κατά τη διάρκεια της βάρδισης στη φάση στήριξης – ώθησης. Όπως όλα τα παρόμοια συστήματα καταγραφής, παρέχουν στο γιατρό ή φυσιοθεραπευτή το κατάλληλο εργαλείο για να συλλέξει τα στοιχεία για την ανάλυση της λειτουργίας, της άμεσης θεραπείας και της ενίσχυσης στη διάγνωση των λειτουργικών προβλημάτων ποδιών (Graf, 1993).

### 2.27 Η μέτρηση των πιέσεων κάτω από το πόδι.

Τα φυσιολογικά πρότυπα στάσης και βάρδισης αποτελούν σύνθετες δραστηριότητες οι οποίες απαιτούν την ακεραιότητα του μυοσκελετικού και του κεντρικού νευρικού συστήματος. Μπορούν να επηρεάσουν ή να επηρεαστούν αντίστοιχα από καρδιαγγειακές, νευρολογικές αλλά και ορθοπεδικές παθήσεις, όπως Β.Μ.Δ., κύφωση, σκολίωση, πόνος στα μετατάρσια, οστεοαρθρίτιδα, κ.α.. Συνήθως το κέντρο βάρους κατανέμεται ομοιόμορφα στα κάτω άκρα σε ποσοστό 60% στο πίσω μέρος του ποδιού και ποσοστό 40% στο υπόλοιπο πόδι (Marsico, Moretti, Patella, De Serio, & Simone, 2002).

Οι μετρήσεις πελματικών πιέσεων συχνά χρησιμοποιούνται ως εργαλείο αξιολόγησης της στάσης και της βάρδισης. Οι μελέτες, που γίνονται συχνά σε στατική αλλά και δυναμική ανάλυση, χρησιμοποιούν ως δεδομένα τη μέγιστη πελματική πίεση, τη σχετική πίεση, και την κατανομή των πιέσεων (Segal et al., 2004).



Εικόνα 27. Χωρισμός του πέλματος σε σημεία που ενδιαφέρουν οι πελματικές πιέσεις (Προσαρμοσμένο από [www.shoehandfoot.com](http://www.shoehandfoot.com)).

Κατά τη διάρκεια του βαδίσματος η διαφοροποίηση του βηματισμού και πιο συγκεκριμένα η δυναμική του βηματισμού, είναι πιθανό να επηρεάσει σημαντικά την κατανομή των πελματικών πιέσεων (Cavanagh et al., 1997).

Βιομηχανικές παράμετροι όπως οι αλλαγές μήκους και πλάτους του ποδιού, η γωνία βηματισμού, αλλά και το σωματικό βάρος, μπορούν επίσης να επηρεάσουν τις τιμές των πιέσεων. Σε κανονικούς ενήλικους, εκτός από τη μέγιστη πίεση, η κατανομή των πελματικών πιέσεων στην κεφαλή του δεύτερου μεταταρσίου και στις άλλες περιοχές μπορεί να συσχετισθεί με τους παραπάνω παράγοντες (Graf, 1993; Hsi, Kang, & Lai, 2004).

Η εκτίμηση των πελματικών τιμών πίεσης αποτελεί μια απαραίτητη διαδικασία κυρίως στους εφήβους. Η διαδικασία αυτή είναι σημαντική διότι ελέγχει τα στάδια ανάπτυξης του ποδιού, αξιολογεί τις διαταραχές και βιομηχανικές μεταβολές των ποδιών, και συμβάλλει στην παραγωγή των κατάλληλων τροποποιήσεων υποδημάτων με ορθωτικά, ανάλογα με την ηλικία (Tuna et al., 2004).

Οι μετρήσεις πίεσης παρουσιάζουν διαφορές ανάμεσα στα αγόρια και στα κορίτσια, χωρίς να υπάρχουν σαφείς λόγοι γι αυτό. Ο Β.Μ.Δ. φαίνεται πως παρουσιάζεται συχνότερα στα αγόρια ή στα κορίτσια σε σχέση με τα αγόρια, σε όλες τις ηλικίες. Οι διαφορές στις μετρήσεις πίεσης στα πόδια των αγοριών και των κοριτσιών μπορούν να φανούν χρήσιμες στην αναγνώριση αλλά και καθιέρωση της αιτίας των δυσλειτουργιών και των προβλημάτων στο άκρο πόδι (Ferrari & Watkinson, 2005).

Η υψηλότερη πίεση κατά τη διάρκεια της βόδισης παρουσιάζεται κυρίως στην κεφαλή του δεύτερου μεταταρσίου. Παρόλα αυτά η κατανομή των πελματικών πιέσεων από το δεύτερο μετατάρσιο προς τις παρακείμενες μεταταρσικές αρθρώσεις, και κυρίως στην κεφαλή του τέταρτου μεταταρσίου, δεν είναι ξεκαθαρισμένη .

Οι μέγιστες τιμές πίεσης των ποδιών με Β.Μ.Δ. διαφοροποιούν τη γωνία του πρώτου μεταταρσίου. Η γωνία του Β.Μ.Δ. είναι αυξημένη όταν στο πρώτο μετατάρσιο καταγράφονται μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τις τιμές του 2<sup>ου</sup> και 3<sup>ου</sup> μεταταρσίου. Παρόμοια μελέτη που είχε ως σκοπό να καταγράψει τις πελματικές πιέσεις στα πόδια με Β.Μ.Δ. κατά τη διάρκεια του βαδίσματος, παρουσιάζει πως οι μέγιστες πιέσεις των ποδιών με Β.Μ.Δ. σε κάθε τύπο

ήταν μεγαλύτερες σε σχέση με τις πιέσεις των κανονικών ποδιών (Yamamoto, Muneta, Asahina, & Furuya, 1996).

### **2.28 Πελματικές πιέσεις και ταχύτητα βάρδισης**

Η σχέση μεταξύ της ταχύτητας βάρδισης και των πελματικών πιέσεων φαίνεται να μην είναι ακριβώς ξεκαθαρισμένη. Η επίδραση της ταχύτητας βάρδισης σε σχέση με τις μέγιστες πελματικές πιέσεις διαφοροποιείται από περιοχή σε περιοχή. Στις περιπτώσεις με Β.Μ.Δ. η μεγαλύτερη ταχύτητα βηματισμού παρουσιάζει μια γραμμική αύξηση των κεντρικών και διάμεσων πιέσεων, αλλά και μείωση των πλευρικών πιέσεων στο πρόσθιο μέρος του ποδιού (van der Leeden, Dekker, Siemonsma, Lek-Westerhof, & Steultjens, 2004).

Οι περιοχές του Μ.Β.Δ. και των πτερνών παρουσιάζουν τις υψηλότερες πιέσεις, οι οποίες αυξάνονται γραμμικά με τις γρηγορότερες ταχύτητες. Οι κεντρικές και διάμεσες forefoot πιέσεις αυξάνονται αρχικά, αλλά με τις γρηγορότερες ταχύτητες μειώνονται. Οι πλευρικές forefoot πιέσεις παρουσιάζουν τις χαμηλότερες γενικές μέγιστες πιέσεις, οι οποίες με τις γρηγορότερες ταχύτητες περπατήματος μειώνονται (Segal et al., 2004).

### **2.29 Πελματικές πιέσεις και πόνος**

Σε μια μελέτη τους οι Badlissi et al. (2005), υποστηρίζουν πως διάφορες αναταραχές στο άκρο πόδι, όπως Β.Μ.Δ., πτώση ποδικής καμάρας, διογκωμένος θύλακας, αλλά και διάφορες παραμορφώσεις στα δάκτυλα και στο πέλμα, δεν φαίνεται να συνδέονται σημαντικά με τον πόνο και τον περιορισμό της λειτουργικότητας. Ακόμη υποστηρίζουν πως τέτοιες διαταραχές δεν επηρέασαν σημαντικά το χρόνο ταχύτητας κατά τη βάρδιση, ενώ αναφέρουν, πως όταν όλες οι προηγούμενες δυσλειτουργίες είναι ασυμπτωματικές δεν απαιτείται σημαντική κλινική προσοχή.

Οι υψηλές τιμές για τον πόνο, οι μέγιστες πιέσεις στο πρώτο μετατάρσιο, καθώς και δυσλειτουργία στην ποδοκνημική κατά τη θέση στήριξης στη βάρδιση, αυξάνουν την πιθανότητα για δημιουργία Β.Μ.Δ (Kernozek, Elfessi, & Sterriker, 2003).

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 3.1 Δείγμα

Συνολικά, στην έρευνα συμμετείχαν 30 ποδοσφαιριστές, με μέσο όρο ηλικίας 24.53 ( $\pm$  3.36) χρόνια. Από τους συμμετέχοντες, οι 15 ήταν ποδοσφαιριστές με παρουσία Βλαισού Μεγάλου Δακτύλου στο ένα ή στα δύο πόδια, ενώ οι υπόλοιποι 15 ήταν υγιείς ποδοσφαιριστές. Οι συμμετέχοντες ήταν ποδοσφαιριστές διαφορετικών σωματείων της περιοχής (με τυχαία επιλογή).

Στην επιλογή των ποδοσφαιριστών αυτής της κατηγορίας (με Β.Μ.Δ.) οδηγηθήκαμε από το γεγονός ότι δεν παρουσιάζονται αρκετές ερευνητικές πληροφορίες στην ελληνική και διεθνή αρθρογραφία. Για την επιλογή της ηλικίας των ποδοσφαιριστών στηριχθήκαμε στο γεγονός ότι η συγκεκριμένη ηλικιακή περίοδος είναι εκείνη με την μεγαλύτερη αγωνιστική απόδοση.

Όλοι οι συμμετέχοντες αποτελούσαν ενεργά αθλητικά άτομα σε ερασιτεχνικό ή επαγγελματικό επίπεδο. Όλοι οι συμμετέχοντες, αφού ενημερώθηκαν για το σκοπό και τις δραστηριότητες αξιολόγησης της έρευνας, υπέγραψαν σχετικό πρωτόκολλο συμμετοχής, και τους γνωστοποιήθηκε ότι μπορούν να αποσυρθούν όποια στιγμή επιθυμούν από την έρευνα, χωρίς να έχουν καμία δέσμευση.

### 3.2 Χώρος διεξαγωγής της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Βιοκινητικής του ΤΕΦΑΑ Τρικάλων, καθώς και σε συγκεκριμένο φυσικοθεραπευτικό χώρο.

### 3.3 Εξοπλισμός και υλικά ερευνητικού πρωτόκολλου

Για την πραγματοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ο εξής εξοπλισμός:

- α) Πελματογράφος τύπου COMMEX (μοντέλο E.P.S. Comex S.A., 2001) βάσει του οποίου πραγματοποιήθηκε η συλλογή των κατακόρυφων πελματικών πιέσεων.
- β) Ηλεκτρονικός υπολογιστής τύπου HP( compaq nx 9010), στον οποίο είχε εγκατασταθεί το λογισμικό πελματογράφησης ( Foot Cheker 4.0)

γ) Ακτινογραφική απεικόνιση του δείγματος με Β.Μ.Δ., η οποία πραγματοποιήθηκε σε στατική θέση του άκρου ποδιού και σε μπροστινή οπτική απεικόνιση.

δ) Γωνιόμετρο χειρός

ε) Μετροταινία

στ) Ερωτηματολόγιο

### 3.4 Παρουσίαση του πελματογράφου *Comtex*

Ο πελματογράφος *Comtex* (μοντέλο E.P.S. *Comtex S.A.*, 2001 είναι ένα νέο πρόγραμμα ανάλυσης και καταγραφής των πελματικών πιέσεων το οποίο είναι απλό στη λειτουργία και βασίζεται στη χρήση μιας πλατφόρμας με 3224 αισθητήρες (υποδοχείς), η οποία συνδέεται με το λογισμικό πρόγραμμα *Foot Checker 4* (*Loran Engineering Srl 3.0.0.100*). Παρουσιάζει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Ισχύς: 220 V AC

EPS Platform power supply: 12VDC

Current consumption: 1 Ampere

Working Time: – 5° + 35 °

Max pressure: 450 Kpa

Με αυτό τον τρόπο είναι εφικτή η γρήγορη και ακριβής στατική και δυναμική μέτρηση των φορτίων στην πελματική επιφάνεια. Επίσης επιτρέπεται μια λειτουργική αξιολόγηση της διαδικασίας (roll-over) του ποδιού. Με τη δυνατότητα στατικής και δυναμικής μέτρησης παρέχει εξίσου σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά φόρτισης των κάτω άκρων.

Με τη στατική μέτρηση, δεν είναι δυνατό να καθοριστούν οι ακριβείς τιμές φόρτισης των ποδιών κατά τη διάρκεια των λειτουργικών δραστηριοτήτων. Αυτό καθίσταται δυνατό με τις δυναμικές μετρήσεις που χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τη φόρτιση και τις ανάλογες τιμές δύναμης κατά τη διάρκεια της βάρδισης στη φάση στήριξης –ώθησης.

Η εφαρμογή της δυναμικής ανάλυσης παρέχει τη δυνατότητα μέτρησης των καμπυλών πίεσης/χρόνου στην πτέρνα, στις πέντε κεφαλές των μεταταρσίων και στο μεγάλο δάκτυλο.

### 3.5 Αξιολόγηση του δείγματος μελέτης

Για τη διεξαγωγή της έρευνας αρχικά πραγματοποιήθηκε η γωνιομέτρηση της ακτινογραφικής απεικόνισης για τον καθορισμό του δείγματος των ποδοσφαιριστών με Β.Μ.Δ.

Για λόγους απουσίας μεγάλων αποκλίσεων στα αποτελέσματα των μετρήσεων, πριν από τον καθορισμό του δείγματος οι συμμετέχοντες επιλέχθηκαν με τα παρακάτω κριτήρια:

- α) να μην παρουσιάζουν μπλόκ στην αστραγαλοκνημική άρθρωση το οποίο θα μπορούσε να περιορίσει την πελματιαία και τη ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής,
- β) να μην παρουσιάζουν καθόλου περιορισμό στην κινητικότητα της υπαστραγαλικής άρθρωσης η οποία μπορούσε να περιορίσει την ανάσπαση έσω και έξω χείλους του άκρου ποδιού,
- γ) να μην παρουσιάζουν ιστορικό τραυματισμού στον αστράγαλο και στην πτέρνα που να αντιμετωπίστηκε χειρουργικά,
- δ) να μην παρουσιάζουν περίπτωση ανισοσκελίας είτε πραγματικής, είτε φαινομενικής (Hoppenfeld & Hutton, 1976; Youdas, Krause, Egan, Therneau, & Laskowski, 2003).



**Εικόνα 28.** Αξιολόγηση του μπλόκ στην αστραγαλοκνημική και στην υπαστραγαλική διάρθρωση (Perrin, 1995).





**Εικόνα 29.** Αξιολόγηση του μπλόκ στην αστραγαλοκνημική και στην υπαστραγαλική διάρθρωση (Perrin, 1995).

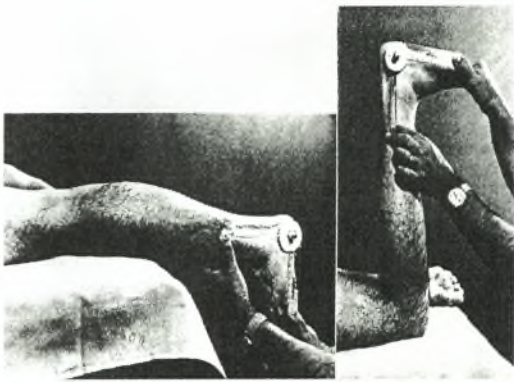
Επίσης βασικό κριτήριο επιλογής ήταν και η μη ύπαρξη πλατυποδίας, η οποία πιθανώς να διαφοροποιούσε τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Η αξιολόγηση έγινε με γωνιομέτρηση της πρόσθιας και της οπίσθιας ευθυγράμμισης του άκρου ποδιού στην ουδέτερη θέση της υπαστραγαλικής άρθρωσης. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με τους συμμετέχοντες σε πρηνή θέση. Το κάτω άκρο για να μετρηθεί ήρθε σε έκταση έως και το τέλος του άκρου ποδιού. Το ετερόπλευρο άκρο τοποθετήθηκε παθητικά σε θέση απαγωγής και έξω στροφής του ισχίου με το γόνατο σε κάμψη, έτσι ώστε η ετερόπλευρη ποδοκνημική να βρίσκεται σε επαφή με την οπίσθια επιφάνεια του μηριαίου του μέλους που μετρείται. Οι συμμετέχοντες τοποθετήθηκαν παθητικά από τον ερευνητή σε ουδέτερη θέση της ποδοκνημικής και για τις δύο μετρήσεις (Hertel et al., 2002).

Η ευθυγράμμιση του πρόσθιου άκρου ποδιού καθορίστηκε με τη χάραξη μιας γραμμής η οποία αναπαρίστανε τον κεντρικό άξονα, και διχοτομούσε την οπίσθια επιφάνεια του κατώτερου μέρους του κάτω άκρου από το επίπεδο της μυοτενόντιας διασταύρωσης του γαστροκνήμιου έως περίπου 10 εκ. από την κατάφυση του Αχιλλείου τένοντα. Ο περιφερικός άξονας χαραχτηκε στο δέρμα έτσι ώστε να διχοτομεί επιμήκως το κύρτωμα της πτέρνας. Τα κέντρο του γωνιόμετρου τοποθετούνταν σε σημείο ώστε να διχοτομεί την οπίσθια επιφάνεια της ποδοκνημικής, καλύπτοντας σε επίπεδο την περιφερική άκρη του έξω σφυρού. Η γωνία του πρόσθιου άκρου ποδιού μετρήθηκε με τους βραχίονες του γωνιόμετρου ταυτιζόμενη με τη γραμμή που διχοτομεί το κατώτερο μέρος του κάτω άκρου και τη γραμμή που διχοτομεί την πτέρνα αντίστοιχα.



Η ευθυγράμμιση του πρόσθιου άκρου ποδιού καθορίστηκε μετρώντας τη γωνία μεταξύ της παράλληλης γραμμής του τέλους του άκρου ποδιού και της παράλληλης γραμμής των κεφαλών των μεταταρσίων (Hertel et al., 2002).

Εύρος κίνησης: Το ενεργητικό εύρος της ραχιαίας και της πελματιαίας κάμψης της ποδοκνημικής μετρήθηκε στο δείγμα χρησιμοποιώντας γωνιόμετρο. Η ραχιαία και η πελματιαία κάμψη μετρήθηκε με τον κάθε συμμετέχοντα σε πρηνή θέση, με κάμψη γόνατος στις 90° σε σχέση με την κνήμη. Χρησιμοποιήθηκαν 3 σημεία αναφοράς για την αναγνώριση της μέσης θέσης: Το πρώτο επικεντρώθηκε στην κεφαλή της περόνης, το δεύτερο στην οπίσθια επιφάνεια του έξω σφυρού και το τρίτο στο φύμα του πέμπτου μεταταρσίου (Gould & Davies, 1985).



**Εικόνα 30.** Αξιολόγηση του εύρους κίνησης της πελματιαίας και ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής (Gould & Davies, 1985).

Για περαιτέρω πληροφόρηση, ως πρόσθετο ερευνητικό υλικό, όλοι οι δοκιμαζόμενοι που θα αποτελούσαν την πειραματική ομάδα (B.M.Δ.), ερωτήθηκαν για στοιχεία τα οποία αφορούσαν κληρονομική προδιάθεση για B.M.Δ., και με ποιο κάτω άκρο προτιμούν να κλωτσάνε την μπάλα. Τέλος τους ζητήθηκε και υποκειμενική αξιολόγηση της αίσθησης του πόνου (Palmieri, Ingersoll, Cordova, & Kinzey, 2002).

Πιο συγκεκριμένα οι ερωτήσεις που συμπεριλήφθηκαν στο ερωτηματολόγιο ήταν :

- α) αν κάποιο συγγενικό τους πρόσωπο παρουσιάζει B.M.Δ.,
- β) αν συνηθίζουν να φοράνε στενά ποδοσφαιρικά και καθημερινά παπούτσια,
- γ) ποια θεωρούν ως πιθανότερη ηλικία έναρξης της παρουσίας του B.M.Δ.,

δ) αν πονάνε στην περιοχή κατά τη διάρκεια λειτουργικών ή αθλητικών δραστηριοτήτων,

ε) αν το πόδι που παρουσιάζει Β.Μ.Δ. αποτελεί και το πόδι λακτίσματος,

στ) αν είχαν σημαντικό πρόσφατο ή παλαιότερο ιστορικό τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση γενικότερα.

Οι δοκιμαζόμενοι με σημαντικό πρόσφατο ή παλαιότερο ιστορικό, που θα μπορούσε να επηρεάσει την έρευνα, τελικώς απορρίφθηκαν και δεν συμμετείχαν.

### **3.6 Διαδικασία Μέτρησης**

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο χρονικό διάστημα Ιανουάριος – Μάρτιος του 2004. Η χρονική αυτή περίοδος έγινε με τυχαία επιλογή.

Οι δραστηριότητες αξιολόγησης που συμπεριλήφθηκαν στο ερευνητικό πρωτόκολλο κατά σειρά ήταν η ανάλυση και καταγραφή των πιέσεων που αφορούσαν :

Στατική μέτρηση (διποδική στήριξη )

Δυναμική μέτρηση (κατά την βάδιση).

Για την καταγραφή των πελματικών πιέσεων στις δραστηριότητες αξιολόγησης, συμπεριλήφθηκε ως παράγοντας και ο έλεγχος της στάσης και της ισορροπίας.

Και στις δύο δραστηριότητες ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να έχουν τα μάτια ανοιχτά και τα μόνα οπτικά ερεθίσματα που δέχονταν ήταν από μία οθόνη η οποία είχε τοποθετηθεί σε απόσταση 7 μέτρων από αυτούς (Bernier & Perrin, 1998; Brownstein & Bronner, 1997; Wearing, Urry, & Smeathers, 2000).

### **3.7 Στατική μέτρηση**

**Διποδική στήριξη.** Η δοκιμασία της διποδικής στήριξης πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του πελματογράφου. Κάθε συμμετέχων εκτέλεσε τη δραστηριότητα δύο φορές, ως δοκιμαστικές προσπάθειες. Κάθε δοκιμαστική δραστηριότητα είχε διάρκεια 10 δευτερόλεπτα και εκτελούνταν με την τοποθέτηση του κάθετου άξονα των πελμάτων κάθετα με τον οριζόντιο άξονα του πελματογράφου. Μετά τις δοκιμαστικές προσπάθειες πραγματοποιήθηκε μία κανονική διποδική μέτρηση διάρκειας 20

δευτερολέπτων. Στους συμμετέχοντες δόθηκε οδηγία να τοποθετήσουν τις άκρες χείρες τους στις λαγόνιες ακρολοφίες της λεκάνης (να επιτευχθεί πρώτα η διποδική στήριξη και μετά να τοποθετηθούν οι άκρες χείρες στις λαγόνιες ακρολοφίες). Αυτή η τοποθέτηση πραγματοποιήθηκε έτσι ώστε να μην υπάρξουν εξισοροπιστικές αντιδράσεις από τον άνω κορμό, καθώς κατά την επαφή του πέλματος στο έδαφος παρατηρείται έκκεντρη συστολή των οπίσθιων μυών της κνήμης (Cipriani et al., 1995; Riemann et al., 2004).

### **3.8 Δυναμική μέτρηση**

Βάδιση. Η δοκιμασία της βάδισης πραγματοποιήθηκε επίσης με τη χρήση του πελματογράφου (σύμφωνα με το προσωπικό στυλ ελεύθερης βάδισης του κάθε συμμετέχοντα). Κάθε συμμετέχων εκτέλεσε αρχικά δύο δοκιμαστικές προσπάθειες. Πριν από αυτές, πραγματοποιήθηκαν τόσες προσπάθειες όσες χρειαζόταν για να βρεθεί η ανάλογη φορά πατήματος του ποδιού στο κέντρο της πλατφόρμας πίεσης κατά τη βάδιση.

Η δοκιμασία της βάδισης περιγράφεται με 10 βήματα τα οποία πραγματοποιήθηκαν πάνω σε μια μαρκαρισμένη διαδρομή η οποία ξεκινούσε 5 μέτρα πριν από την πλατφόρμα, και ολοκληρωνόταν 5 μέτρα μετά την πλατφόρμα. Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 3 προσπάθειες πατήματος για το κάθε πόδι ξεχωριστά (Wearing et al., 2000).

### **3.9 Στατιστικές αναλύσεις**

Οι στατιστικές αναλύσεις οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι παρακάτω:

- (α) για την εξέταση της ομοιογένειας των χαρακτηριστικών του δείγματος (ηλικία, ύψος, βάρος, μέγεθος παπουτσιού) εκτελέστηκαν t-tests.
- (β) για την εξέταση της σχέσης ανάμεσα στα χαρακτηριστικά ύψος, βάρος, και μέγεθος παπουτσιού και τις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν (Πίνακας 1) εκτελέστηκε ανάλυση συσχετίσεων.
- (γ) για την περιγραφή των μεταβλητών που αξιολογήθηκαν εκτελέστηκαν περιγραφικές στατιστικές αναλύσεις (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις).

(δ) για τη σύγκριση των μεταβλητών που αξιολογήθηκαν εκτελέστηκαν αναλύσεις συνδιακύμανσης, με ανεξάρτητη μεταβλητή την ομάδα (συμμετέχοντες με βλαισό πόδι – υγιείς συμμετέχοντες), εξαρτημένες μεταβλητές τις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν, και μεταβλητές συνδιακύμανσης τα χαρακτηριστικά ηλικία, βάρος, ύψος και μέγεθος παπουτσιού (η ανάλυση συνδιακύμανσης προτιμήθηκε επειδή παρουσιάστηκαν συσχετίσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά ύψος, βάρος, μέγεθος παπουτσιού και στις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν.

Για το σκοπό των συγκρίσεων χρησιμοποιήθηκαν:

- α) για τους συμμετέχοντες με ένα βλαισό πόδι οι τιμές που αφορούσαν το πόδι αυτό,
- β) για τους συμμετέχοντες με δύο βλαισά πόδια η μέση τιμή των μετρήσεων στο αριστερό και στο δεξί,
- γ) για τους υγιείς, η μέση τιμή των μετρήσεων στο αριστερό και στο δεξί.

**Πίνακας 1.** Οι μεταβλητές της έρευνας

Μέτρηση	Μεταβλητή	Πλευρικότητα	Συντομογραφία
	ηλικία		age
	βάρος		weight
	ύψος		height
	μέγεθος παπουτσιού		shoesize
στατική	μέγιστη	αριστερό	max_st_l
στατική	μέγιστη	δεξί	max_st_r
στατική	μέση τιμή	αριστερό	avg_st_l
στατική	μέση τιμή	δεξί	avg_st_r
στατική	επιφάνεια	αριστερό	srf_st_l
στατική	επιφάνεια	δεξί	srf_st_r
στατική	βάρος εμπρός	αριστερό	front_l
στατική	βάρος εμπρός	δεξί	front_r
στατική	βάρος πίσω	αριστερό	back_l
στατική	βάρος πίσω	δεξί	back_r
στατική	μέγιστη πίεση στο 1 μετατάρσιο	αριστερό	mx_s_1l
στατική	μέγιστη πίεση στο 2-3 μετατάρσιο	αριστερό	mx_s_23l
στατική	μέγιστη πίεση στο 4-5 μετατάρσιο	αριστερό	mx_s_45l
στατική	μέγιστη πίεση στο 1 μετατάρσιο	δεξί	mx_s_1r
στατική	μέγιστη πίεση στο 2-3 μετατάρσιο	δεξί	mx_s_23r
στατική	μέγιστη πίεση στο 4-5 μετατάρσιο	δεξί	mx_s_45r
στατική	μέγιστη πίεση στη πτέρνα	αριστερό	mx_s_ftl
στατική	μέγιστη πίεση στη πτέρνα	δεξί	mx_s_ftr
στατική	μέση τιμή πίεσης στο 1 μετατάρσιο	αριστερό	av_s_1l
στατική	μέση τιμή πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο	αριστερό	av_s_23l
στατική	μέση τιμή πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο	αριστερό	av_s_45l
στατική	μέση τιμή πίεσης στο 1 μετατάρσιο	δεξί	av_s_1r
στατική	μέση τιμή πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο	δεξί	av_s_23r
στατική	μέση τιμή πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο	δεξί	av_s_45r
στατική	μέση τιμή πίεσης στην πτέρνα	αριστερό	av_s_ftl
στατική	μέση τιμή πίεσης στην πτέρνα	δεξί	av_s_ftr
Δυναμική	χρόνος επαφής	αριστερό	durat_l
Δυναμική	χρόνος επαφής	δεξί	durat_r
Δυναμική	μέση τιμή	αριστερό	avg_d_l
Δυναμική	μέση τιμή	δεξί	avg_d_r
Δυναμική	μέγιστη πίεση στο 1 μετατάρσιο	αριστερό	mx_d_1l
Δυναμική	μέγιστη πίεση στο 2-3 μετατάρσιο	αριστερό	mx_d_23l
Δυναμική	μέγιστη πίεση στο 4-5 μετατάρσιο	αριστερό	mx_d_45l
Δυναμική	μέγιστη πίεση στο 1 μετατάρσιο	δεξί	mx_d_1r
Δυναμική	μέγιστη πίεση στο 2-3 μετατάρσιο	δεξί	mx_d_23r
Δυναμική	μέγιστη πίεση στο 4-5 μετατάρσιο	δεξί	mx_d_45r
Δυναμική	μέγιστη πίεση στη πτέρνα	αριστερό	mx_d_ftl
Δυναμική	μέγιστη πίεση στη πτέρνα	δεξί	mx_d_ftr
Δυναμική	μέγιστη κατακόρυφη δύναμη εδάφους	αριστερό	mx_d_zl
Δυναμική	μέγιστη κατακόρυφη δύναμη εδάφους	δεξί	mx_d_zr
Δυναμική	μέση τιμή πίεσης στο 1 μετατάρσιο	αριστερό	avg_d_1l
Δυναμική	μέση τιμή πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο	αριστερό	av_d_23l
Δυναμική	μέση τιμή πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο	αριστερό	av_d_45l
Δυναμική	μέση τιμή πίεσης στο 1 μετατάρσιο	δεξί	av_d_1r
Δυναμική	μέση τιμή πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο	δεξί	av_d_23r
Δυναμική	μέση τιμή πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο	δεξί	av_d_45r
Δυναμική	μέση τιμή πίεσης στην πτέρνα	αριστερό	av_d_ftl
Δυναμική	μέση τιμή πίεσης στην πτέρνα	δεξί	av_d_ftr

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για τον έλεγχο της ομοιογένειας του δείγματος συγκρίθηκαν οι τιμές των δύο ομάδων ως προς τα χαρακτηριστικά ηλικία, ύψος, βάρος και μέγεθος παπουτσιού. Αναλύσεις t-test έδειξαν ότι πραγματικά δεν υπήρχαν διαφορές στις μεταβλητές ανάμεσα στις δύο ομάδες. Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Σύγκριση χαρακτηριστικών των δύο ομάδων.

	Σύνολο συμμετεχόντων		Υγιείς		Ασθενείς		t	P
	Μ.Τ.	Τ.Α.	Μ.Τ.	Τ.Α.	Μ.Τ.	Τ.Α.		
Ηλικία	24,53	3,36	24,33	3,20	24,73	3,61	,321	,751
Ύψος	178,13	5,45	177,47	4,95	178,80	6,00	,663	,512
Βάρος	75,20	7,45	73,67	8,86	76,73	5,61	1,132	,267
Μέγεθος παπουτσιού	42,75	1,44	42,80	1,32	42,70	1,60	-,187	,853

Στη συνέχεια εξετάστηκαν οι συσχετίσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (ηλικία, ύψος, βάρος και μέγεθος παπουτσιού). Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Συνολικά, βρέθηκε ότι υπήρχαν μικρές έως μέτριες συσχετίσεις, και για το λόγο αυτό τα παραπάνω χαρακτηριστικά χρησιμοποιήθηκαν ως συντελεστές συνδιακύμανσης στις συγκρίσεις ανάμεσα σε ασθενείς (με Β.Μ.Δ.) και υγιείς.



**Πίνακας 3.** Συσχετίσεις ανάμεσα στα χαρακτηριστικά του δείγματος και τις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν.

	Βάρος	Ύψος	Μέγεθος παπουτσιού
Μέγιστη στατική πίεση αριστερού	,213	,324	,101
Μέγιστη στατική πίεση δεξιού	,564**	,390*	,319
Μέση τιμή στατικής πίεσης αριστερού	,172	,248	-,013
Μέση τιμή στατικής πίεσης δεξιού	,537**	,340	,273
Επιφάνεια στατικής πίεσης αριστερού	,438*	,208	,172
Επιφάνεια στατικής πίεσης δεξιού	,377*	,043	,062
Βάρος στατικής πίεσης εμπρός αριστερού	-,042	,054	,153
Βάρος στατικής πίεσης εμπρός δεξιού	-,361*	-,380*	-,246
Βάρος στατικής πίεσης πίσω αριστερού	-,307	-,101	-,326
Βάρος στατικής πίεσης πίσω δεξιού	,622**	,381*	,403*
Μέγιστη στατική πίεση στο 1 μετατάρσιο αριστερού	,181	,397*	,195
Μέγιστη στατική πίεση στο 2-3 μετατάρσιο αριστερού	,147	,405*	,231
Μέγιστη στατική πίεση στο 4-5 μετατάρσιο αριστερού	,083	,102	,117
Μέγιστη στατική πίεση στο 1 μετατάρσιο δεξιού	,052	,235	,132
Μέγιστη στατική πίεση στο 2-3 μετατάρσιο δεξιού	-,030	-,001	,114
Μέγιστη στατική πίεση στο 4-5 μετατάρσιο δεξιού	,073	,459*	,368*
Μέγιστη στατική πίεση στη πτέρνα αριστερού	-,205	,000	-,169
Μέγιστη στατική πίεση στη πτέρνα δεξιού	-,121	,157	,166
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 1 μετατάρσιο αριστερού	,171	,373*	,196
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο αριστερού	,241	,200	,040
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο αριστερού	,040	,026	,033
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 1 μετατάρσιο δεξιού	-,109	,058	-,086
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο δεξιού	-,069	,081	,171
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο δεξιού	-,162	,064	,045
Μέση τιμή στατικής πίεσης στην πτέρνα αριστερού	-,233	,009	-,219
Μέση τιμή στατικής πίεσης στην πτέρνα δεξιού	-,079	,190	,157
Χρόνος επαφής δυναμικής πίεσης αριστερού	,420*	,373*	,347
Χρόνος επαφής δυναμικής πίεσης δεξιού	,380*	,101	,006
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης αριστερού	,378*	-,061	-,005
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης δεξιού	,295	,105	,031
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 1 μετατάρσιο αριστερού	,149	-,139	-,142
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 2-3 μετατάρσιο αριστερού	-,176	-,251	-,090
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 4-5 μετατάρσιο αριστερού	,136	-,008	,012
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 1 μετατάρσιο δεξιού	,194	-,141	-,325
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 2-3 μετατάρσιο δεξιού	-,172	,008	,001
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 4-5 μετατάρσιο δεξιού	,256	,181	,119
Μέγιστη δυναμική πίεση στη πτέρνα αριστερού	-,398*	-,098	,061
Μέγιστη δυναμική πίεση στη πτέρνα δεξιού	-,020	,258	,202
Μέγιστη κατακόρυφη δύναμη εδάφους δυναμικής πίεσης αριστερού	,217-	-,164	-,039
Μέγιστη κατακόρυφη δύναμη εδάφους δυναμικής πίεσης δεξιού	,132	-,060	-,097
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 1 μετατάρσιο αριστερού	,250	,225	-,035
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο αριστερού	-,028	,000	,058
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο αριστερού	-,112	,122	-,022
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 1 μετατάρσιο δεξιού	-,003	-,127	-,169
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο δεξιού	-,153	-,079	-,285
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο δεξιού	-,015	-,056	,036
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στην πτέρνα αριστερού	-,333	-,067	,040
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στην πτέρνα δεξιού	-,160	,021	,031

\* p < .05, \*\* p < .001

Στη συνέχεια εξετάστηκαν τα περιγραφικά στατιστικά για όλες τις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν. Τα περιγραφικά στατιστικά παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Μέσες Τιμές και τυπικές αποκλίσεις του συνολικού δείγματος.

Μεταβλητή	Δείγμα	Μ.Τ.	Τ.Α.
Μέγιστη στατική πίεση αριστερού	30	85,40	19,161
Μέγιστη στατική πίεση δεξιού	30	96,61	26,016
Μέση τιμή στατικής πίεσης αριστερού	30	76,65	18,957
Μέση τιμή στατικής πίεσης δεξιού	30	86,17	24,518
Επιφάνεια στατικής πίεσης αριστερού	30	108,07	14,491
Επιφάνεια στατικής πίεσης δεξιού	30	112,57	14,846
Βάρος στατικής πίεσης εμπρός αριστερού	30	18,20	5,959
Βάρος στατικής πίεσης εμπρός δεξιού	30	25,07	7,199
Βάρος στατικής πίεσης πίσω αριστερού	30	28,26	7,811
Βάρος στατικής πίεσης πίσω δεξιού	30	28,48	8,425
Μέγιστη στατική πίεση στο 1 μετατάρσιο αριστερού	30	98,48	79,725
Μέγιστη στατική πίεση στο 2-3 μετατάρσιο αριστερού	30	170,88	92,861
Μέγιστη στατική πίεση στο 4-5 μετατάρσιο αριστερού	30	116,75	80,849
Μέγιστη στατική πίεση στο 1 μετατάρσιο δεξιού	30	191,44	108,951
Μέγιστη στατική πίεση στο 2-3 μετατάρσιο δεξιού	30	248,86	98,318
Μέγιστη στατική πίεση στο 4-5 μετατάρσιο δεξιού	30	126,71	120,790
Μέγιστη στατική πίεση στη πτέρνα αριστερού	30	380,59	116,813
Μέγιστη στατική πίεση στη πτέρνα δεξιού	30	368,67	144,124
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 1 μετατάρσιο αριστερού	30	83,39	69,958
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο αριστερού	30	143,65	83,378
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο αριστερού	30	108,13	79,769
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 1 μετατάρσιο δεξιού	30	184,48	109,376
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο δεξιού	30	219,83	108,994
Μέση τιμή στατικής πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο δεξιού	30	89,93	71,936
Μέση τιμή στατικής πίεσης στην πτέρνα αριστερού	30	345,37	124,371
Μέση τιμή στατικής πίεσης στην πτέρνα δεξιού	30	339,96	144,042
Χρόνος επαφής δυναμικής πίεσης αριστερού	30	692,86	60,241
Χρόνος επαφής δυναμικής πίεσης δεξιού	30	688,67	50,693
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης αριστερού	30	212,39	32,270
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης δεξιού	30	199,28	28,613
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 1 μετατάρσιο αριστερού	30	417,08	119,946
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 2-3 μετατάρσιο αριστερού	30	562,05	22,490
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 4-5 μετατάρσιο αριστερού	30	408,82	107,663
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 1 μετατάρσιο δεξιού	30	386,57	106,271
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 2-3 μετατάρσιο δεξιού	30	540,43	48,726
Μέγιστη δυναμική πίεση στο 4-5 μετατάρσιο δεξιού	30	400,86	99,733
Μέγιστη δυναμική πίεση στη πτέρνα αριστερού	30	568,11	21,974
Μέγιστη δυναμική πίεση στη πτέρνα δεξιού	30	549,38	27,451
Μέγιστη κατακόρυφη δύναμη εδάφους δυναμικής πίεσης αριστερού	30	133,03	22,018
Μέγιστη κατακόρυφη δύναμη εδάφους δυναμικής πίεσης δεξιού	30	125,86	19,113
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 1 μετατάρσιο αριστερού	30	118,03	39,864
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο αριστερού	30	185,07	46,418
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο αριστερού	30	104,07	38,240
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 1 μετατάρσιο δεξιού	30	108,98	43,754
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 2-3 μετατάρσιο δεξιού	30	176,62	35,095
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στο 4-5 μετατάρσιο δεξιού	30	135,05	101,277
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στην πτέρνα αριστερού	30	173,26	36,264
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης στην πτέρνα δεξιού	30	151,32	30,964

Στη συνέχεια εκτελέστηκαν οι αναλύσεις συνδιακύμανσης που αφορούσαν τη σύγκριση υγιών και ασθενών στις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν. Η ομάδα (συμμετέχοντες με βλαισό πόδι – υγιείς συμμετέχοντες) ήταν η ανεξάρτητη μεταβλητή, οι μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ήταν οι εξαρτημένες μεταβλητές, και οι μεταβλητές ύψος, βάρος και μέγεθος παπουτσιού ήταν οι μεταβλητές συνδιακύμανσης. Οι πραγματικές μέσες τιμές των δύο ομάδων στις μεταβλητές ενδιαφέροντος παρουσιάζονται στον Πίνακα 5, ενώ οι υπολογισμένες με βάση τους συντελεστές συνδιακύμανσης μέσες τιμές (estimated means), παρουσιάζονται στον Πίνακα 6, μαζί με τα αποτελέσματα των αναλύσεων συνδιακύμανσης.

**Πίνακας 5.** Οι πραγματικές μέσες τιμές υγιών και ασθενών στις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν.

Μεταβλητή	Υγιείς		Ασθενείς	
	M.T.	T.A.	M.T.	T.A.
Μέγιστη στατική πίεση	96,82	24,10	84,19	11,50
Μέση τιμή στατικής πίεσης	87,32	22,97	74,99	11,15
Επιφάνεια στατικής πίεσης	106,10	14,09	115,06	11,84
Στατική πίεση μπροστινού μέρους	21,30	5,64	22,46	5,67
Στατική πίεση πίσω μέρους	28,70	5,65	27,01	4,66
Μέγιστη στατική πίεση 1 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	116,48	53,80	187,43	95,37
Μέγιστη στατική πίεση 2 <sup>ου</sup> -3 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	222,32	91,82	198,90	92,41
Μέγιστη στατική πίεση 4 <sup>ου</sup> -5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	150,28	85,93	93,41	66,14
Μέγιστη στατική πίεση πτέρνας	409,92	120,73	327,07	82,83
Μέση τιμή στατικής πίεσης 1 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	100,10	44,69	180,16	85,47
Μέση τιμή στατικής πίεσης 2 <sup>ου</sup> -3 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	199,41	87,68	165,12	101,89
Μέση τιμή στατικής πίεσης 4 <sup>ου</sup> -5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	127,14	65,10	76,98	48,65
Μέση τιμή στατικής πίεσης πτέρνας	380,38	128,70	291,15	85,53
Μέγιστος χρόνος επαφής δυναμικής πίεσης	668,53	64,20	709,87	28,36
Μέση τιμή χρόνου επαφής δυναμικής πίεσης	209,84	32,73	203,46	28,50
Μέγιστη δυναμική πίεση 1 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	379,58	80,87	440,94	94,62
Μέγιστη δυναμική πίεση 2 <sup>ου</sup> -3 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	557,16	22,86	545,14	40,90
Μέγιστη δυναμική πίεση 4 <sup>ου</sup> -5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	396,45	75,93	404,73	104,65
Μέγιστη δυναμική πίεση πτέρνας	563,73	16,41	555,20	23,91
Μέγιστη κατακόρυφη δύναμη εδάφους δυναμικής πίεσης	13,84	20,34	126,23	21,43
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης 1 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	106,13	22,58	127,94	57,33
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης 2 <sup>ου</sup> -3 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	186,93	37,57	175,96	38,84
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης 4 <sup>ου</sup> -5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	127,28	72,72	113,40	38,23
Μέση τιμή δυναμικής πίεσης πτέρνας	173,39	21,49	148,96	36,61

**Πίνακας 6.** Υπολογισμένες μέσες τιμές (estimated means) στις μεταβλητές που αξιολογήθηκαν με βάση τους συντελεστές συνδιακύμανσης, μαζί με τα αποτελέσματα των αναλύσεων συνδιακύμανσης.

Μεταβλητή	Μέσοι όροι				
	Υγιείς	Ασθενείς	F	p	$\eta^2$
Μέγιστη στατική πίεση	99,76	81,24	10,272	,004	,291
Μέση τιμή στατικής πίεσης	90,19	72,12	10,126	,004	,288
Επιφάνεια στατικής πίεσης	106,94	114,22	2,280	,144	,084
Στατική πίεση μπροστινού μέρους	20,84	22,92	,938	,342	,036
Στατική πίεση πίσω μέρους	29,09	26,61	1,576	,221	,059
Μέγιστη στατική πίεση 1 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	123,24	180,68	5,182	,032	,172
Μέγιστη στατική πίεση 2 <sup>ου</sup> -3 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	225,69	195,53	,701	,411	,027
Μέγιστη στατική πίεση 4 <sup>ου</sup> -5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	152,37	91,32	4,525	,043	,153
Μέγιστη στατική πίεση πτέρνας	408,67	328,32	3,905	,059	,135
Μέση τιμή στατικής πίεσης 1 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	106,66	173,60	7,556	,011	,232
Μέση τιμή στατικής πίεσης 2 <sup>ου</sup> -3 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	202,14	162,38	1,131	,298	,043
Μέση τιμή στατικής πίεσης 4 <sup>ου</sup> -5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	126,95	77,17	4,807	,038	,161
Μέση τιμή στατικής πίεσης πτέρνας	381,304	290,233	4,598	,042	,155
Μέγιστος χρόνος επαφής δυναμικής πίεσης	671,69	706,71	3,677	,067	,128
Μέση τιμή χρόνου επαφής δυναμικής πίεση	212,76	200,54	1,211	,282	,046
Μέγιστη δυναμική πίεση 1 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	378,47	442,04	3,402	,077	,120
Μέγιστη δυναμική πίεση 2 <sup>ου</sup> -3 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	560,66	541,64	2,623	,118	,095
Μέγιστη δυναμική πίεση 4 <sup>ου</sup> -5 <sup>ου</sup> μεταταρσίου	396,54	404,65	,049	,827	,002
Μέγιστη δυναμική πίεση πτέρνας	563,30	555,62	,942	,341	,036

Συνοπτικά, τα αποτελέσματα των αναλύσεων συνδιακύμανσης ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις παρακάτω μεταβλητές:

1. Μέγιστη στατική πίεση
2. Μέση τιμή στατικής πίεσης
3. Μέγιστη στατική πίεση στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου
4. Μέγιστη στατική πίεση στην περιοχή του τέταρτου – πέμπτου μεταταρσίου
5. Μέγιστη στατική πίεση στην περιοχή της πτέρνας
6. Μέση τιμή στατικής πίεσης στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου
7. Μέση τιμή στατικής πίεσης στην περιοχή του τέταρτου – πέμπτου μεταταρσίου
8. Μέση τιμή στατικής πίεσης στην περιοχή της πτέρνας

Συνοπτικά, προέκυψε ότι οι υγιείς σε σχέση με τους ασθενείς παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στις μεταβλητές:

1. Μέγιστη στατική πίεση
2. Μέση τιμή στατικής πίεσης
3. Μέγιστη στατική πίεση στην περιοχή του τέταρτου – πέμπτου μεταταρσίου
4. Μέγιστη στατική πίεση στην περιοχή της πτέρνας
5. Μέση τιμή στατικής πίεσης στην περιοχή του τέταρτου – πέμπτου μεταταρσίου
6. Μέση τιμή στατικής πίεσης στην περιοχή της πτέρνας

Συνοπτικά, προέκυψε ότι οι υγιείς σε σχέση με τους ασθενείς παρουσίασαν μικρότερες τιμές στις μεταβλητές:

1. Μέγιστη στατική πίεση στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου
2. Μέση τιμή στατικής πίεσης στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου

Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν διαφορές που προσέγγισαν τη στατιστική σημαντικότητα στις μεταβλητές:

1. Χρόνος επαφής κατά την διάρκεια της δυναμικής μέτρησης
2. Μέγιστη δυναμική πίεση στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου κατά την δυναμική μέτρηση.

Από την εξέταση των μέσων τιμών προέκυψε ότι στις παραπάνω μεταβλητές οι ασθενείς παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές από τους υγιείς.

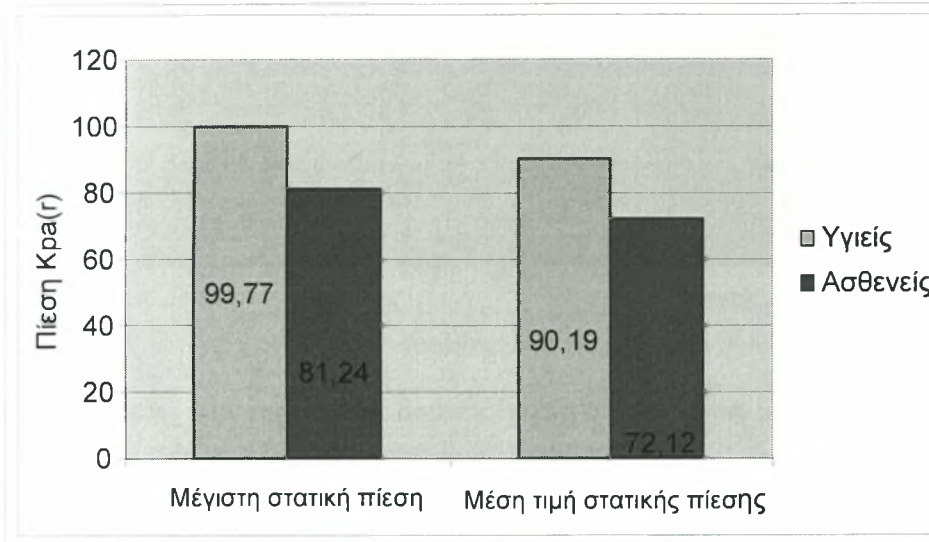
Από την εξέταση των μεγεθών επίδρασης ( $\text{partial eta squared}$ ) παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές (οι οποίες ωστόσο δεν ήταν στατιστικά σημαντικές) στις μεταβλητές:

1. Επιφάνεια στήριξης κατά την στατική μέτρηση
2. Μέγιστη δυναμική πίεση στην περιοχή του δεύτερου -τρίτου μεταταρσίου

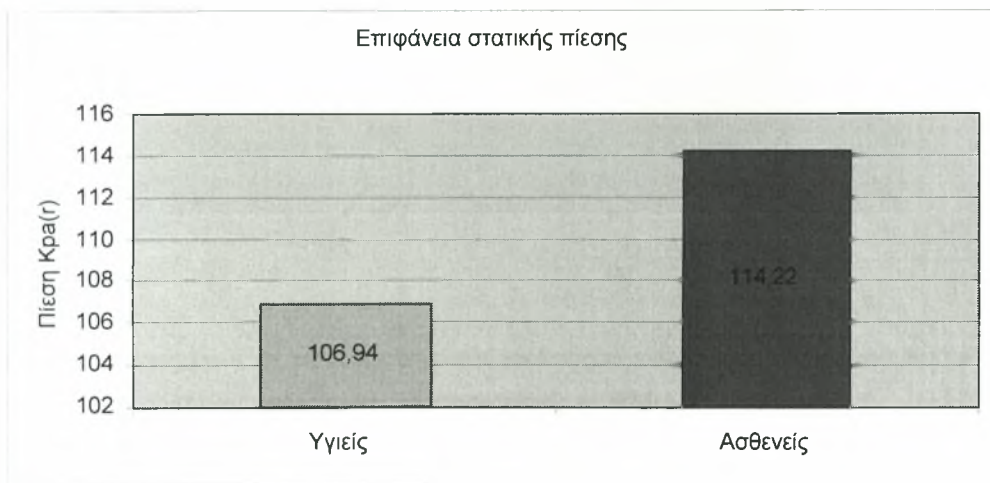
Από την εξέταση των μέσων τιμών προέκυψε ότι οι ασθενείς σε σύγκριση με τους υγιείς παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στη μεταβλητή επιφάνεια στήριξης κατά την στατική μέτρηση, και μικρότερες τιμές στη μεταβλητή μέγιστη δυναμική πίεση στην περιοχή του δεύτερου -τρίτου μεταταρσίου.



Παρακάτω παρουσιάζονται γραφήματα με τις τιμές των δύο ομάδων για όλες τις μεταβλητές.

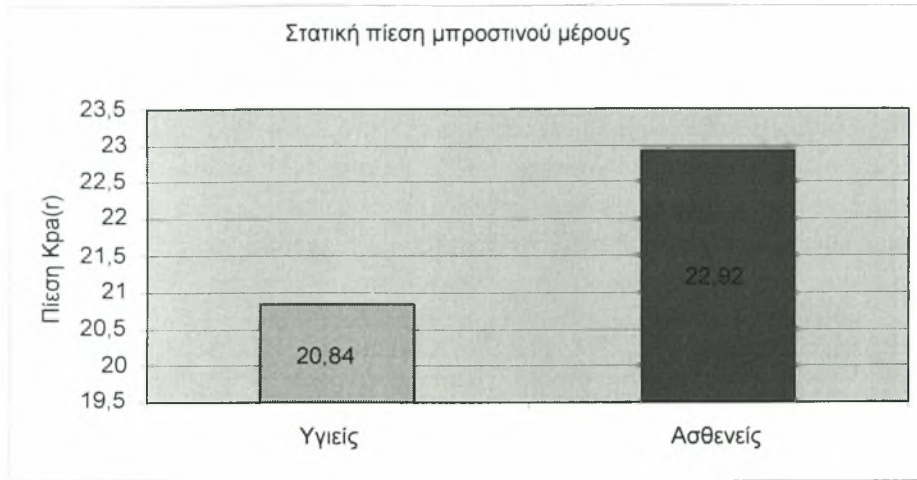


Σχήμα 2. Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών και των μέσων τιμών στατικής πίεσης ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με βλαισό δάκτυλο.

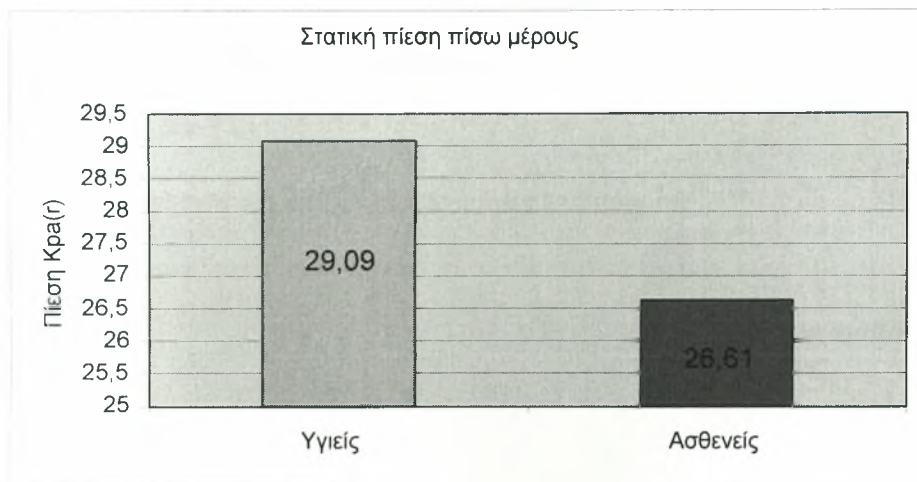


Σχήμα 3. Μέσες τιμές της επιφάνειας στατικής πίεσης ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ..

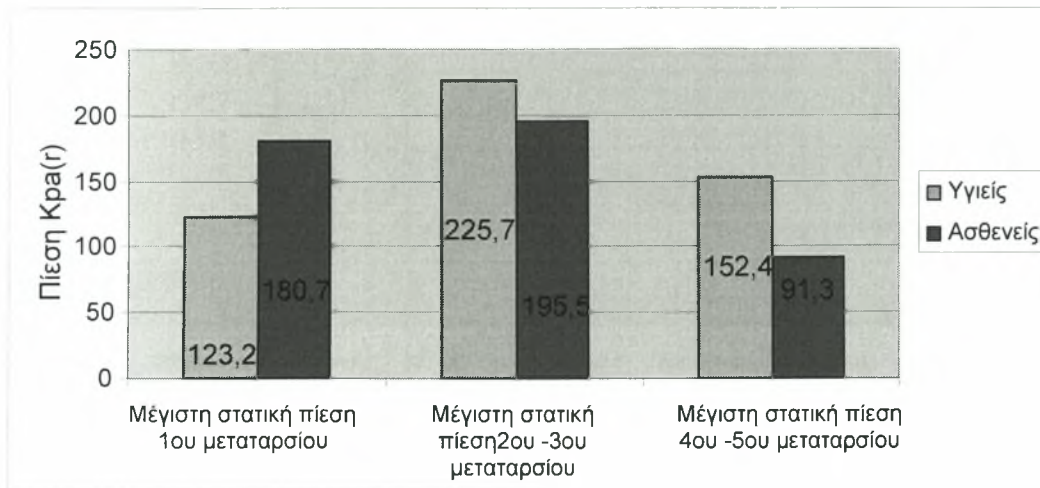




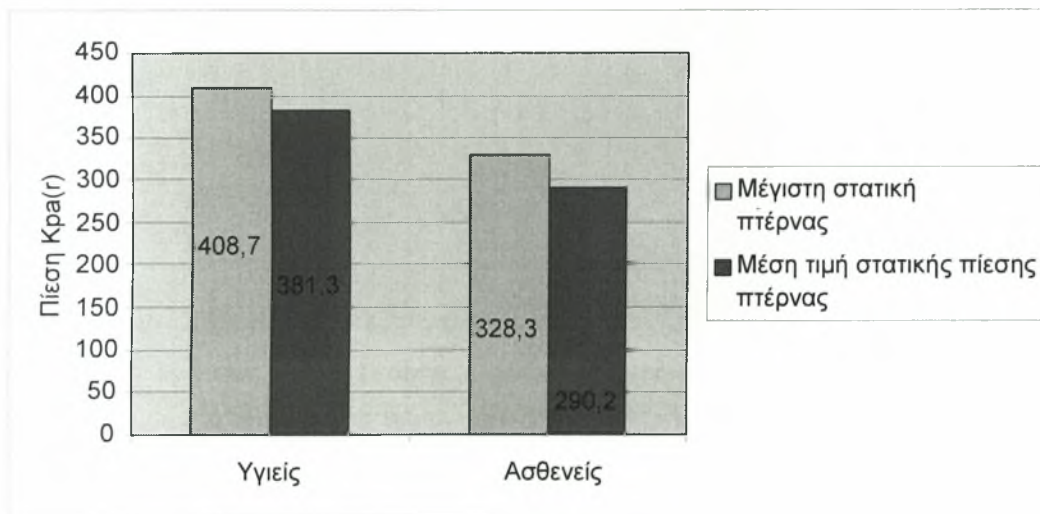
**Σχήμα 4.** Μέσες τιμές της μέγιστης στατικής πίεσης στο μπροστινό μέρος του ποδιού, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ..



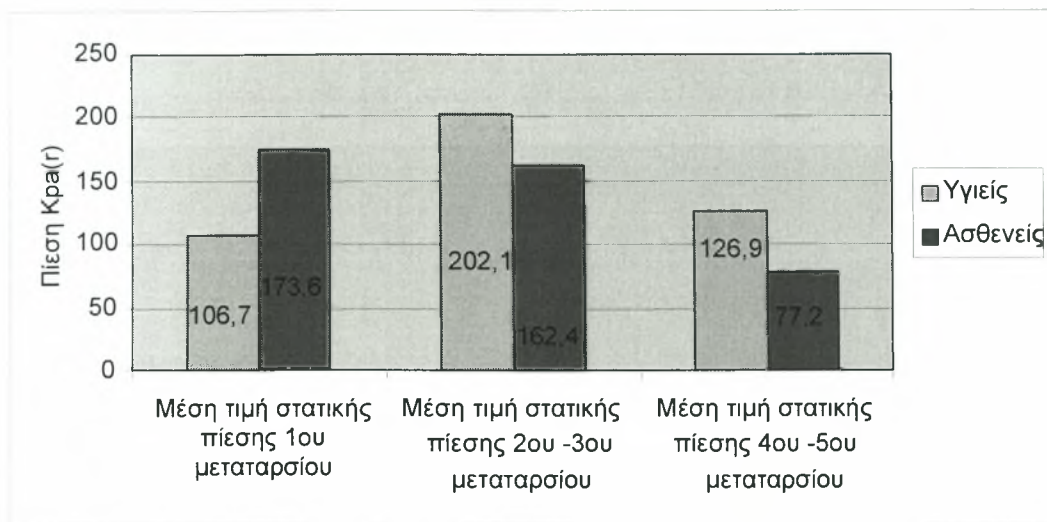
**Σχήμα 5.** Μέσες τιμές της μέγιστης στατικής πίεσης στο πίσω μέρος του ποδιού, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ..



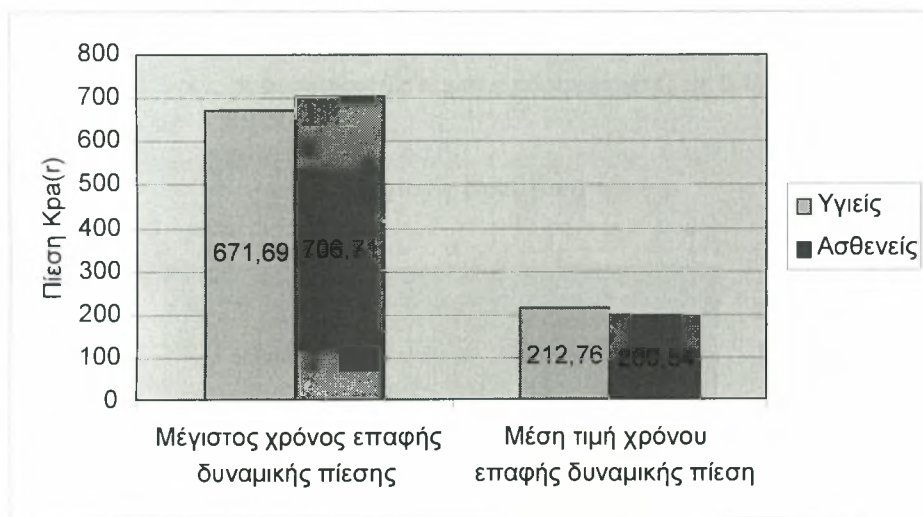
**Σχήμα 6.** Μέσες τιμές της μέγιστης στατικής πίεσης στις περιοχές των μεταταρσίων, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ..



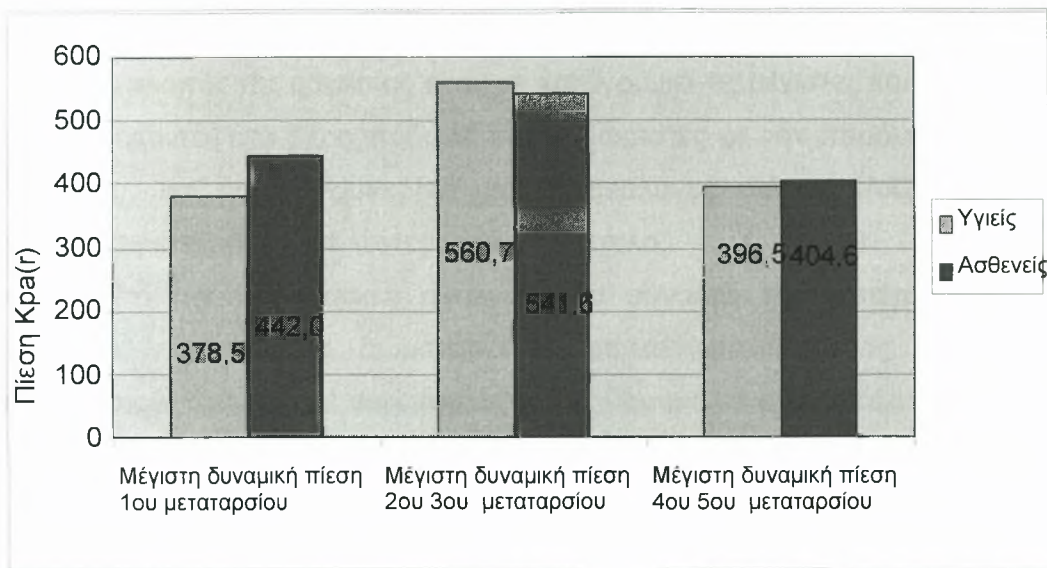
**Σχήμα 7.** Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών και των μέσων τιμών της μέγιστης στατικής πίεσης στην περιοχή της πτέρνας, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ..



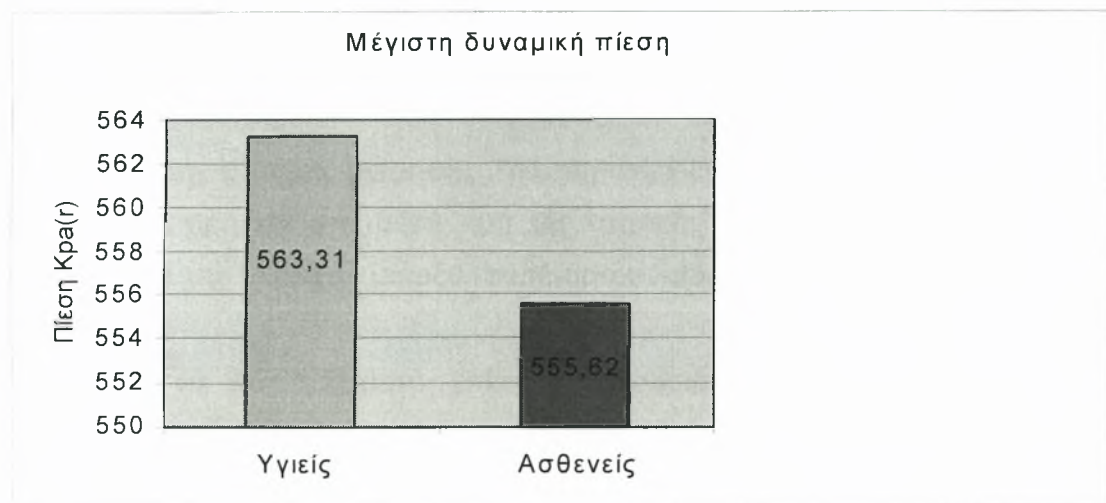
Σχήμα 8. Μέσες τιμές των μέσων τιμών της μέγιστης στατικής πίεσης, στις περιοχές των μεταταρσίων, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ..



Σχήμα 9. Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών και των μέσων τιμών του χρόνου επαφής δυναμικής πίεσης, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ..



Σχήμα 10. Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών δυναμικής πίεσης στις περιοχές των μεταταρσίων, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ..



Σχήμα 11. Μέσες τιμές των μέγιστων τιμών δυναμικής πίεσης στην περιοχή της πτέρνας, ανάμεσα σε υγιείς ποδοσφαιριστές και σε ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ..

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της εργασίας ήταν να καταγράψει τις μέγιστες και σχετικές πιέσεις που παρουσιάζονται στο άκρο πόδι σε ποδοσφαιριστές με την παρουσία βλαισού μεγάλου δακτύλου, και να τις συγκρίνει με τις ανάλογες πιέσεις που παρουσιάζονται σε ποδοσφαιριστές με φυσιολογικό μεγάλο δάκτυλο.

Από την περιγραφική ανάλυση του συνόλου της καταγραφής των πιέσεων, παρατηρήθηκε πως τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά ύψος, βάρος και μέγεθος παπουτσιού, δεν φάνηκε να επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα. Τα στοιχεία αυτά φαίνεται να μην συμφωνούν με τις απόψεις των Graf (1993) και Hsi (2004), οι οποίοι υποστηρίζουν πως σε κανονικούς ενήλικους βιομηχανικές παράμετροι όπως οι αλλαγές μήκους και πλάτους του ποδιού, γωνία βηματισμού, αλλά και σωματικό βάρος, μπορούν να επηρεάσουν τις τιμές των πιέσεων. Αυτό πιθανότατα μπορεί να ισχύει όπως στην συνέχεια επιβεβαιώθηκε, εξαιτίας της μεγάλης ομοιογένειας του εξετασθέντος στην έρευνά μας δείγματος.

Συνοπτικά, από τα αποτελέσματα των αναλύσεων συνδιακύμανσης, αναδείχτηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε ορισμένες μεταβλητές. Οι διαφορές αυτές γενικότερα, φάνηκε πως διαφοροποιούν κυρίως τις τιμές που αφορούν στις μεταβλητές της στατικής μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα, οι μεταβλητές αυτές αφορούσαν στη μέγιστη τιμή και στη μέση τιμή της στατικής πίεσης της περιοχής του πρώτου μεταταρσίου, της περιοχής μεταξύ του τέταρτου –πέμπτου μεταταρσίου και της περιοχής της φτέρνας.

Από τα αποτελέσματα επίσης, παρουσιάστηκαν σε ορισμένες μεταβλητές διαφορές οι οποίες προσέγγισαν τη στατιστική σημαντικότητα. Πιο συγκεκριμένα οι μεταβλητές αυτές αναφερόταν στη δυναμική μέτρηση. Από τις μεταβλητές αυτές της δυναμική μέτρησης, φαίνεται πως μόνο η μέγιστη δυναμική πίεση στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου και ο χρόνος επαφής κατά την διάρκεια της δυναμικής μέτρησης διαφοροποιούν την κατανομή των πιέσεων, σε σημείο που να προσεγγίζουν τη στατιστική σημαντικότητα. Αντίθετα η μέση τιμή του χρόνου επαφής κατά τη διάρκεια της δυναμικής μέτρησης δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Ο χρόνος επαφής κατά τη διάρκεια της δυναμικής μέτρησης παρουσιάζεται μεγαλύτερος στους ποδοσφαιριστές με βλαισό δάκτυλο, παράγοντας που επηρεάζει πιθανότατα την παρουσία μεγαλύτερων τιμών πίεσης στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου κατά τη δυναμική μέτρηση. Αυτό πιθανότατα επιβεβαιώνει και άλλες απόψεις (Evans, 1990; Kirby, 2000), που υποστηρίζουν ότι εξαιτίας του μεγαλύτερου πρηνισμού που δημιουργείται στην παρουσία του βλαισού δακτύλου, οι δυνάμεις πρόσκρουσης απορροφώνται για μακρύτερο χρονικό διάστημα, αφού η γραμμική ορμή του σώματος που αγγίζει το έδαφος κατά την επαφή της πτέρνας μετατρέπεται σε γωνιακή ορμή (στροφορμή) ολόκληρου του κάτω άκρου εξαιτίας του πρηνισμού του ποδιού, της έσω στροφής της κνήμης και της κάμψης του γόνατος και του ισχίου.

Αξιοσημείωτες επίσης διαφορές παρατηρήθηκαν και από την εξέταση των μεγεθών επίδρασης (effect size, partial eta squared) στην περιοχή του δεύτερου -τρίτου μεταταρσίου κατά τη μέγιστη δυναμική πίεση και στην επιφάνεια στήριξης κατά τη στατική μέτρηση, οι οποίες ωστόσο δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.

Αναλυτικότερα, στις μεταβλητές που αφορούσαν στη στατική μέτρηση παρατηρήθηκε, όπως ήταν αναμενόμενο, πως στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου οι μέγιστες τιμές αλλά και η μέση τιμή πίεσης, παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στους ποδοσφαιριστές με βλαισό δάκτυλο.

Σ αυτό πιθανότατα συνηγορούν δύο λόγοι:

α) η συρρίκνωση του θύλακα της περιοχής με αποτέλεσμα την αύξηση της επιφάνειας στήριξης σε εκείνο το σημείο και β) η πτώση της ποδικής καμάρας ως αποτέλεσμα εξάρθρωμένης πορείας του μεγάλου δακτύλου προς το δεύτερο δάκτυλο.

Επιβεβαιώνονται κατ' αυτό τον τρόπο και απόψεις (Berman, 1982; Evans, 1990; Freychat et al., 1996; Hughes, 1985; Kirby, 2000), που υποστηρίζουν πως η πτώση της ποδικής καμάρας (που προκαλεί διάταση της πελματιαίας απονεύρωσης), και η θέση της ραχιαίας κάμψης και έξω στροφής που μετατοπίζουν την ακτίνα της γωνίας του πρώτου μεταταρσίου, έχουν ως αποτέλεσμα τη σταδιακή υπερξάρθρωση της πρώτης μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης, δηλαδή το Β.Μ.Δ.. Επίσης στους ποδοσφαιριστές με βλαισό δάκτυλο, πιθανότατα για τον πρώτο λόγο, παρατηρήθηκαν και μεγαλύτερες τιμές στην επιφάνεια στήριξης κατά τη στατική μέτρηση.



Σε σχέση με το προσιθοπίσθιο επίπεδο, οι μεγαλύτερες τιμές στους ποδοσφαιριστές με βλαισό δάκτυλο παρουσιάστηκαν στο πρόσθιο μέρος της επιφάνειας στήριξης, σε αντίθεση με τους υγιείς ποδοσφαιριστές που παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στο πίσω μέρος του ποδιού. Αυτό μπορεί να συμβαίνει επειδή στους βλαισούς μεγάλους δακτύλους, κατά την στατική φάση, παρατηρείται μεγαλύτερη ραχιαία κάμψη στην ποδοκνημική εξαιτίας της πτώσης της ποδικής καμάρας, στοιχείο το οποίο οδηγεί ανασχαιτικά στη μετατόπιση του κέντρου βάρους μπροστά. Αυτό επιβεβαιώνει και την άποψη του Nyska et al.(1997), ο οποίος υποστηρίζει πως η αύξηση της φόρτισης ενεργοποιεί περισσότερο τους αντισταθμιστικούς μηχανισμούς που διατηρούν τη διαμήκη ποδική καμάρα, μετατοπίζοντας τα φορτία στο κεντρικό και διάμεσο μπροστινό μέρος του ποδιού. Από την άλλη όμως, έρχεται σε αντίθεση με την άποψη του (Marsico et al., 2002), ο οποίος αναφέρει πως το κέντρο βάρους φυσιολογικά κατανέμεται ομοιόμορφα στα κάτω άκρα σε ποσοστό 60% στο πίσω μέρος του ποδιού και σε ποσοστό 40% στο υπόλοιπο πόδι.

Ακόμη, οι τιμές της μέγιστης στατικής πίεσης αλλά και η μέση τιμή της στατικής πίεσης στους υγιείς ποδοσφαιριστές, παρουσίασαν ακόμη μεγαλύτερες τιμές στην περιοχή της πτέρνας. Σε αντίθεση, οι μέγιστες τιμές στην περιοχή της πτέρνας κατά τη δυναμική μέτρηση, δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά. Επιβεβαιώνεται λοιπόν για τους υγιείς η παραπάνω άποψη του (Marsico et al., 2002).

Παρά το γεγονός ότι οι μέγιστες τιμές αλλά και η μέση τιμή της πίεσης στους ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. ήταν μεγαλύτερες στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου, φάνηκε πως η συνολική μέγιστη στατική πίεση και η συνολική μέση τιμή στατικής πίεσης ήταν μεγαλύτερες στους υγιείς ποδοσφαιριστές.

Κατά τη στατική πίεση, η εικόνα των μέγιστων τιμών στην περιοχή των μεταταρσίων διαφοροποιείται στους υγιείς ποδοσφαιριστές σε σχέση με τους με Β.Μ.Δ., αφού οι μεγαλύτερες τιμές στους πρώτους παρουσιάζονται κυρίως στις περιοχές των υπόλοιπων μεταταρσίων, ενώ στους δεύτερους κυρίως στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου.

Ακόμη φάνηκε πως, αν και στους ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. η κατανομή των πελματικών πιέσεων σε σχέση με το προσιθοπίσθιο επίπεδο, παρουσίασε μεγαλύτερες

τιμές στο πρόσθιο μέρος της επιφάνειας στήριξης, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Στατιστικά σημαντική διαφορά επίσης δεν παρουσίασαν και μεταβλητές όπως οι μέγιστες τιμές και οι μέσες τιμές των πιέσεων στις περιοχές μεταξύ του δεύτερου – τρίτου μεταταρσίου κατά τη στατική μέτρηση, καθώς και οι μέγιστες τιμές στις περιοχές μεταξύ του τέταρτου – πέμπτου μεταταρσίου κατά τη δυναμική μέτρηση.

Από τις απαντήσεις του κλειστού ερωτηματολογίου, φάνηκε πως ο τύπος των παπουτσιών (κυρίως στενά), αλλά και προδιαθεσικοί παράγοντες όπως η κληρονομικότητα, δεν επιβεβαιώνουν τις απόψεις των (Hardy & Clapham, 1951; Helfet & Gruebel Lee, 1980; Mann & Coughlin, 1981).

Αξιοσημείωτο είναι πως 11 από τους 15 ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ., ανέφεραν πως η παραμόρφωση του ποδιού ξεκίνησε κατά την εφηβική τους ηλικία, γεγονός που επιβεβαιώνει τις απόψεις των (Hardy & Clapham, 1951; Piggott & Surg, 1960).

Ακόμη 12 από τους 15 ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Β., ανέφεραν πόνο κατά την αθλητική δραστηριότητα κυρίως μετά από κόπωση. Επιβεβαιώνεται κατ' αυτό τον τρόπο η άποψη του (Badlissi et al., 2005), ο οποίος αναφέρει πως διάφορες διαταραχές στο άκρο πόδι (Β.Μ.Δ., πτώση ποδικής καμάρας, διογκωμένος θύλακας), αλλά και διάφορες παραμορφώσεις στα δάκτυλα και στο πέλμα, δεν φαίνεται να συνδέονται σημαντικά με τον πόνο και τον περιορισμό της λειτουργικότητάς του.

Επιβεβαιώνεται επίσης η άποψη του (Wearing et al., 2004), ο οποίος ισχυρίζεται πως το ύψος της ποδικής καμάρας αποτελεί προδιαθεσικό παράγοντα, ο οποίος μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία Β.Μ.Δ., αφού κατά την αρχική αξιολόγηση του δείγματος 12 από τους 15 ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. παρουσίασαν πτώση της ποδικής καμάρας.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την έρευνα σχετικά με την διαφοροποίηση των πελματικών πιέσεων, έδειξαν ότι:

1. Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά ύψος, βάρος και μέγεθος παπουτσιού, αλλά και βιομηχανικές παράμετροι όπως οι αλλαγές μήκους και πλάτους του ποδιού, δεν φάνηκε να επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα.
2. Από τις μεταβλητές που εξετάστηκαν, φάνηκε πως διαφοροποιούνται κυρίως οι τιμές που αφορούν μεταβλητές της στατικής μέτρησης. Πιο συγκεκριμένα οι μεταβλητές αυτές αφορούσαν στη μέγιστη τιμή και στη μέση τιμή της στατικής πίεσης της περιοχής του πρώτου μεταταρσίου, της περιοχής μεταξύ του τέταρτου –πέμπτου μεταταρσίου και της περιοχής της φτέρνας.
3. Από τις μεταβλητές της δυναμικής μέτρησης, φαίνεται πως μόνο η μέγιστη δυναμική πίεση στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου και ο χρόνος επαφής κατά τη διάρκεια της δυναμικής μέτρησης διαφοροποιούν την κατανομή των πιέσεων, σε σημείο που να προσεγγίζουν τη στατιστική σημαντικότητα. Αντίθετα η μέση τιμή του χρόνου επαφής κατά τη διάρκεια της δυναμικής μέτρησης, δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι υπόλοιπες μεταβλητές προσέγγισαν τη στατιστική σημαντικότητα.
4. Οι ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ., παρουσίασαν μεγαλύτερο χρόνο επαφής κατά τη διάρκεια της δυναμικής μέτρησης, παράγοντας που επηρεάζει πιθανότατα την παρουσία μεγαλύτερων τιμών πίεσης στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου κατά τη δυναμική μέτρηση.
5. Οι διαφορές ωστόσο που παρατηρήθηκαν και από την εξέταση των μεγεθών επίδρασης (effect size, partial eta squared) στην περιοχή του δεύτερου -τρίτου μεταταρσίου κατά τη μέγιστη δυναμική μέτρηση, και στην επιφάνεια στήριξης κατά την στατική μέτρηση, δεν ήταν στατιστικά σημαντικές.
6. Κατά τη στατική μέτρηση, οι ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ., παρουσίασαν μεγαλύτερες μέγιστες τιμές αλλά και μέση τιμή πίεσης στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου.

7. Σε σχέση με το προσθοπίσθιο επίπεδο, οι ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ., παρουσίασαν, μεγαλύτερες τιμές στο πρόσθιο μέρος της επιφάνειας στήριξης, σε αντίθεση με τους υγιείς ποδοσφαιριστές που παρουσίασαν μεγαλύτερες τιμές στο πίσω μέρος του ποδιού.
8. Οι υγιείς ποδοσφαιριστές παρουσίασαν τις μεγαλύτερες τιμές πίεσης στην περιοχή της πτέρνας κατά τη στατική μέτρηση. Αντίθετα, οι μέγιστες τιμές στην περιοχή της πτέρνας κατά τη δυναμική μέτρηση δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά.
9. Κατά τη στατική μέτρηση, η εικόνα των μέγιστων τιμών στην περιοχή των μεταταρσίων διαφοροποιείται. Στους υγιείς ποδοσφαιριστές οι μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται κυρίως στις περιοχές των υπόλοιπων μεταταρσίων, ενώ στους ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. οι μεγαλύτερες τιμές παρουσιάζονται κυρίως στην περιοχή του πρώτου μεταταρσίου.
10. Ο τύπος των παπουτσιών (κυρίως στενά), αλλά και προδιαθεσικοί παράγοντες όπως η κληρονομικότητα, δεν φάνηκε να επηρεάζουν την ύπαρξη παραμόρφωσης Β.Μ.Δ..
11. Η έναρξη της δημιουργίας του Β.Μ.Δ. στους περισσότερους ποδοσφαιριστές ξεκίνησε κατά την εφηβική τους ηλικία.
12. Οι περισσότεροι ποδοσφαιριστές ανέφεραν πόνο κατά την αθλητική δραστηριότητα κυρίως μετά από κόπωση. Διάφορες διαταραχές στο άκρο πόδι (Β.Μ.Δ., πτώση ποδικής καμάρας, διογκωμένος θύλακας), αλλά και διάφορες παραμορφώσεις στα δάκτυλα και στο πέλμα, δεν φαίνεται να συνδέονται σημαντικά με τον πόνο και τον περιορισμό της λειτουργικότητάς του.
13. Το ύψος της ποδικής καμάρας αποτελεί προδιαθεσικό παράγοντα, ο οποίος μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία Β.Μ.Δ., αφού κατά την αρχική αξιολόγηση του δείγματος, οι περισσότεροι από τους ποδοσφαιριστές με Β.Μ.Δ. παρουσίασαν πτώση της ποδικής καμάρας.

Η αξιολόγηση των πελματικών τιμών πίεσης θα πρέπει να αποτελεί μια απαραίτητη διαδικασία κυρίως στο γενικότερο πληθυσμό, και ειδικότερα σε όλους εκείνους που ασχολούνται με τον αγωνιστικό αθλητισμό. Κι αυτό, διότι οι μετρήσεις με ποδογραφικά

συστήματα ανάλυσης, μπορούν να φανούν χρήσιμες για την αξιολόγηση της κατανομής των πιέσεων σε πόδια με διάφορα προβλήματα .

Οι μετρήσεις πελματικών πιέσεων, συχνά χρησιμοποιούνται ως εργαλείο αξιολόγησης της στάσης και βάρδισης. Η διαδικασία αυτή είναι σημαντική, διότι ελέγχει τα στάδια ανάπτυξης του ποδιού, αξιολογεί τις μορφολογικές διαταραχές και τις βιομηχανικές μεταβολές των ποδιών, στοιχεία που αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για τη δημιουργία κατάλληλα τροποποιημένων υποδημάτων με ορθωτικά, ανάλογα με την ηλικία.

Επιβάλλεται η διεξαγωγή περισσότερων ερευνών ώστε να μπορέσουν να εξαχθούν ακριβέστερα και ασφαλέστερα συμπεράσματα, που θα χρησιμεύσουν με την εφαρμογή τους στην πρόληψη τραυματισμών, στη βελτίωση του επιπέδου λειτουργικότητας του άκρου ποδιού, αλλά και στην επίτευξη καλύτερων αθλητικών επιδόσεων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andersen, T. E., Floerenes, T. W., Arnason, A., & Bahr, R. (2004). Video analysis of the mechanisms for ankle injuries in football. *Am J Sports Med*, 32(1 Suppl), 69S-79S.
- Arinci, I. N., Genc, H., Erdem, H. R., & Yorgancioglu, Z. R. (2003). Muscle imbalance in hallux valgus: an electromyographic study. *Am J Phys Med Rehabil*, 82(5), 345-349.
- Assal, M. (2005). [Hallux valgus: which treatment]. *Rev Med Suisse*, 1(3), 258-263.
- Badlissi, F., Dunn, J. E., Link, C. L., Keysor, J. J., McKinlay, J. B., & Felson, D. T. (2005). Foot musculoskeletal disorders, pain, and foot-related functional limitation in older persons. *J Am Geriatr Soc*, 53(6), 1029-1033.
- Barnett, C. H. (1962). The normal orientation of the human hallux and the effect of footwear. *J Anat*, 96, 489-494.
- Bauhauer J, Shereff, M. J., & Gould, J. A. (1997). Ankle Pain in Runners. In G. N. Guten (Ed.), *Running injuries* (pp. xviii, 283 p.). Philadelphia: W.B. Saunders.
- Baxter, D. E. (1994). Treatment of bunion deformity in the athlete. *Orthop Clin North Am*, 25(1), 33-39.
- Berman, -. D.-L. (1982). Etiology and management of hallux valgus in athletes. *Physician and sportsmedicine*, 10(8), 103 - 108.
- Bernier, J. N., & Perrin, D. H. (1998). Effect of coordination training on proprioception of the functionally unstable ankle. *J Orthop Sports Phys Ther*, 27(4), 264-275.
- Bibbo, C., Arangio, G., & Patel, D. V. (2004). The accessory extensor tendon of the first metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle Int*, 25(6), 387-390.
- Bloem, B. R., Allum, J. H., Carpenter, M. G., & Honegger, F. (2000). Is lower leg proprioception essential for triggering human automatic postural responses? *Exp Brain Res*, 130(3), 375-391.
- Bock, P., Kristen, K. H., Kroner, A., & Engel, A. (2004). Hallux valgus and cartilage degeneration in the first metatarsophalangeal joint. *J Bone Joint Surg Br*, 86(5), 669-673.
- Breniere, Y. (1996). Why we walk the way we do. *J Mot Behav*, 28(4), 291-298.
- Brownstein, B., & Bronner, S. (1997). *Functional movement in orthopaedic and sports physical therapy : evaluation, treatment, and outcomes*. New York: Churchill Livingstone.
- Carrington, C. A., Ubolsakka, C., & White, M. J. (2003). Interaction between muscle metaboreflex and mechanoreflex modulation of arterial baroreflex sensitivity in exercise. *J Appl Physiol*, 95(1), 43-48.



- Cavanagh, P. R., Morag, E., Boulton, A. J., Young, M. J., Deffner, K. T., & Pammer, S. E. (1997). The relationship of static foot structure to dynamic foot function. *J Biomech*, 30(3), 243-250.
- Cipriani, D. J., Armstrong, C. W., & Gaul, S. (1995). Backward walking at three levels of treadmill inclination: an electromyographic and kinematic analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*, 22(3), 95-102.
- Cornwall, M., & McPoil, T. (1997). The effect of foot orthotics on the initiation of plantar surface loading. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 12(3), S4.
- Coughlin, M. J. (1995). Roger A. Mann Award. Juvenile hallux valgus: etiology and treatment. *Foot Ankle Int*, 16(11), 682-697.
- Dandy, D. J. (1993). *Essential orthopaedics and trauma* (2nd ed.). Edinburgh ; New York: Churchill Livingstone.
- Dowling, A. M., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2001). Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *Int J Obes Relat Metab Disord*, 25(6), 845-852.
- Dowling, A. M., Steele, J. R., & Baur, L. A. (2004). What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? *Int J Obes Relat Metab Disord*, 28(11), 1514-1519.
- Duckworth, T., Betts, R. P., Franks, C. I., & Burke, J. (1982). The measurement of pressures under the foot. *Foot Ankle*, 3(3), 130-141.
- Dykyj, D. (1989). Pathologic anatomy of hallux abducto valgus. *Clin Podiatr Med Surg*, 6(1), 1-15.
- Eils, E., Behrens, S., Mers, O., Thorwesten, L., Volker, K., & Rosenbaum, D. (2004). Reduced plantar sensation causes a cautious walking pattern. *Gait Posture*, 20(1), 54-60.
- Eils, E., Streyll, M., Linnenbecker, S., Thorwesten, L., Volker, K., & Rosenbaum, D. (2004). Characteristic plantar pressure distribution patterns during soccer-specific movements. *Am J Sports Med*, 32(1), 140-145.
- Esway, J. E., & Conti, S. F. (2005). Joint replacement in the hallux metatarsophalangeal joint. *Foot Ankle Clin*, 10(1), 97-115.
- Evans, P. (1990). Clinical biomechanics of the subtalar joint. *Physiotherapy*, 76(1), 45-51.
- Fabeck, L. G., Zekhnini, C., Farrokh, D., Descamps, P. Y., & Delince, P. E. (2002). Traumatic hallux valgus following rupture of the medial collateral ligament of the first metatarsophalangeal joint: a case report. *J Foot Ankle Surg*, 41(2), 125-128.

- Femery, V. G., Moretto, P. G., Hespel, J. M., Thevenon, A., & Linsel, G. (2004). A real-time plantar pressure feedback device for foot unloading. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(10), 1724-1728.
- Ferrari, J., Higgins, J. P., & Prior, T. D. (2004). Interventions for treating hallux valgus (abductovalgus) and bunions. *Cochrane Database Syst Rev*(1), CD000964.
- Ferrari, J., & Watkinson, D. (2005). Foot pressure measurement differences between boys and girls with reference to hallux valgus deformity and hypermobility. *Foot Ankle Int*, 26(9), 739-747.
- Freychat, P., Belli, A., Carret, J. P., & Lacour, J. R. (1996). Relationship between rearfoot and forefoot orientation and ground reaction forces during running. *Med Sci Sports Exerc*, 28(2), 225-232.
- Fritsch, C., & Haslbeck, M. (2004). [Significance of pedography in the diagnosis and treatment of the diabetic foot syndrome]. *MMW Fortschr Med*, 146(26), 51-54.
- Gould, J. A., & Davies, G. J. (1985). *Orthopaedic and sports physical therapy*. St. Louis: C.V. Mosby Co.
- Graf, P. M. (1993). The EMED System of foot pressure analysis. *Clin Podiatr Med Surg*, 10(3), 445-454.
- Grissom, S. P., & Blanton, S. (2001). Treatment of upper motoneuron plantarflexion contractures by using an adjustable ankle-foot orthosis. *Arch Phys Med Rehabil*, 82(2), 270-273.
- Groiso, J. A. (1992). Juvenile hallux valgus. A conservative approach to treatment. *J Bone Joint Surg Am*, 74(9), 1367-1374.
- Guten, G. N. (1997). *Running injuries*. Philadelphia: W.B. Saunders.
- Hamel, A. J., Sharkey, N. A., Buczek, F. L., & Michelson, J. (2004). Relative motions of the tibia, talus, and calcaneus during the stance phase of gait: a cadaver study. *Gait Posture*, 20(2), 147-153.
- Hardy, R. H., & Clapham, J. C. (1951). Observations on hallux valgus; based on a controlled series. *J Bone Joint Surg Br*, 33-B(3), 376-391.
- Helfet, A. J., & Gruebel Lee, D. M. (1980). Acquired deformities of the toes. In A. J. Helfet & D. M. Gruebel Lee (Eds.), *Disorders of the foot* (pp. xiii, 253 p.). Philadelphia: Lippincott.
- Herron, M. L., Kar, S., Beard, D., & Binfield, P. (2004). Sensory dysfunction in the great toe in hallux valgus. *J Bone Joint Surg Br*, 86(1), 54-57.
- Hertel, J., Gay, M. R., & Denegar, C. R. (2002). Differences in Postural Control During Single-Leg Stance Among Healthy Individuals With Different Foot Types. *J Athl Train*, 37(2), 129-132.

- Hetman, J., & Myer, K. D. (2005). The distal metatarsal osteotomy for the treatment of hallux valgus. *Clin Podiatr Med Surg North Am*, 22(2), 143-167, v.
- Hockenbury, R. T. (1999). Forefoot problems in athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 31(7 Suppl), S448-458.
- Hoffmann, P. (1905). Conclusions drawn from a comparative study of the feet of barefooted and shoe-wearing peoples. *Am J Orthop Surg*, 3, 105-136.
- Hoffmeyer, P., Cox, J. N., Blanc, Y., Meyer, J. M., & Taillard, W. (1988). Muscle in hallux valgus. *Clin Orthop Relat Res*(232), 112-118.
- Hoppenfeld, S., & Hutton, R. (1976). *Physical examination of the spine and extremities*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Hsi, W. L., Kang, J. H., & Lai, J. S. (2004). Distribution of plantar pressure on the second metatarsal head during walking. *J Formos Med Assoc*, 103(7), 540-545.
- Hughes, L. (1985). Biomechanical analysis of the foot and ankle for predisposition to developing stress fractures. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 7(3), 96-101.
- Inklaar, H. (1994). Soccer injuries. II: Aetiology and prevention. *Sports Med*, 18(2), 81-93.
- James, C. (1939). Footprints and feet of natives of the Solomon Islands. *Lancet*, 2, 1390-1393.
- Jeon, M. Y., Jeong, H. C., Jeong, M. S., Lee, Y. J., Kim, J. O., Lee, S. T., et al. (2004). [Effects of taping therapy on the deformed angle of the foot and pain in hallux valgus patients]. *Taehan Kanho Hakhoe Chi*, 34(5), 685-692.
- Kapandji, I. A. (1987). *The physiology of the joints : annotated diagrams of the mechanics of the human joints* (Eng. ed.). Edinburgh ; New York: Churchill Livingstone.
- Kato, T., & Watanabe, S. (1981). The etiology of hallux valgus in Japan. *Clin Orthop Relat Res*(157), 78-81.
- Kernozek, T. W., Elfessi, A., & Sterriker, S. (2003). Clinical and biomechanical risk factors of patients diagnosed with hallux valgus. *J Am Podiatr Med Assoc*, 93(2), 97-103.
- Kirby, K. A. (2000). Biomechanics of the normal and abnormal foot. *J Am Podiatr Med Assoc*, 90(1), 30-34.
- Knapp, T., Mandelbaum, B., & Garrett, W. (1998). Why are stress injuries so common in the soccer player? *Clin Sports Med*, 17, 835-853.
- Lafond, D., Duarte, M., & Prince, F. (2004). Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment. *J Biomech*, 37(9), 1421-1426.

- Li, C. Y., Imaishi, K., Shiba, N., Tagawa, Y., Maeda, T., Matsuo, S., et al. (2000). Biomechanical evaluation of foot pressure and loading force during gait in rheumatoid arthritic patients with and without foot orthosis. *Kurume Med J*, 47(3), 211-217.
- Majid, F., & Bader, D. L. (1993). A biomechanical analysis of the plantar surface of soccer shoes. *Proc Inst Mech Eng [H]*, 207(2), 93-101.
- Maly, M. R., Culham, E. G., & Costigan, P. A. (2002). Static and dynamic biomechanics of foot orthoses in people with medial compartment knee osteoarthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 17(8), 603-610.
- Mann, R. A., & Coughlin, M. J. (1981). Hallux valgus--etiology, anatomy, treatment and surgical considerations. *Clin Orthop Relat Res*(157), 31-41.
- Marsico, V., Moretti, B., Patella, V., De Serio, S., & Simone, C. (2002). [Baropodometric walking analysis in healthy elderly and in arthritic patients before and after knee prosthesis implantation]. *G Ital Med Lav Ergon*, 24(1), 72-83.
- Matsusaka, N., Yokoyama, S., Tsurusaki, T., Inokuchi, S., & Okita, M. (2001). Effect of Ankle Disk Training Combined with Tactile Stimulation to the Leg and Foot on Functional Instability of the Ankle. *The American Journal of Sports Medicine*, 29, 25-30.
- Mays, S. A. (2005). Paleopathological study of hallux valgus. *Am J Phys Anthropol*, 126(2), 139-149.
- Menz, H. B., & Lord, S. R. (2001). Foot pain impairs balance and functional ability in community-dwelling older people. *J Am Podiatr Med Assoc*, 91(5), 222-229.
- Menz, H. B., & Lord, S. R. (2005). Gait instability in older people with hallux valgus. *Foot Ankle Int*, 26(6), 483-489.
- Menz, H. B., & Morris, M. E. (2005). Footwear characteristics and foot problems in older people. *Gerontology*, 51(5), 346-351.
- Meyer, P. F., Oddsson, L. I., & De Luca, C. J. (2004). Reduced plantar sensitivity alters postural responses to lateral perturbations of balance. *Exp Brain Res*, 157(4), 526-536.
- Milani, T. L., & Retzlaff, S. (1995). [Analysis of pressure distribution for the evaluation of gait in patients with hallux valgus surgery]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*, 133(4), 341-346.
- Monteleone, G., Vigilante, M., Mazzotta, C., & Monteleone, M. (2003). The Viladot-Regnauld operation for hallux valgus. *Int Orthop*, 27(1), 36-39.
- Murphy, D. F., Beynon, 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.
- Myerson, M. (2000). *Foot and ankle disorders*. Philadelphia: Saunders.

- Norris, C. M. (1992). *Sports injuries : diagnosis and management for physiotherapists*. Oxford ; Boston: Butterworth-Heinemann.
- Nurse, M. A., & Nigg, B. M. (2001). The effect of changes in foot sensation on plantar pressure and muscle activity. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 16(9), 719-727.
- Nyska, M., Linge, K., McCabe, C., & Klenerman, L. (1997). The adaptation of the foot to heavy loads: plantar foot pressures study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 12(3), S8.
- Olson, S. L., Ledoux, W. R., Ching, R. P., & Sangeorzan, B. J. (2003). Muscular imbalances resulting in a clawed hallux. *Foot Ankle Int*, 24(6), 477-485.
- Palmieri, R. M., Ingersoll, C. D., Cordova, M. L., & Kinzey, S. J. (2002). The Spectral Qualities of Postural Control are Unaffected by 4 Days of Ankle-Brace Application. *J Athl Train*, 37(3), 269-274.
- Panchbhavi, V. K., & Trevino, S. (2004). Comparison between manual and computer-assisted measurements of hallux valgus parameters. *Foot Ankle Int*, 25(10), 708-711.
- Perrin, D. H. (1995). *Athletic taping and bracing*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Peterson, L., & Rensrom, P. (2003). *Sports Injuries Their Prevention and Treatment* (3rd ed.). New York: Taylor & Francis.
- Piggott, H., & Surg, J. B. J. (1960). The natural history of hallux valgus in adolescence and early adult life. *J Bone Joint Surg Am*, 42B, 749-760.
- Platzer, W., & O'Rahilly, R. (1985). *Atlas of topographical anatomy*. Stuttgart: G. Thieme Verlag Thieme-Stratton.
- Prior, T. D. (1994). The biomechanical evaluation of the foot. *Physiotherapy in Sport*, 19(4), 6-14.
- Richardson, E. G. (1999). Hallucal sesamoid pain: causes and surgical treatment. *J Am Acad Orthop Surg*, 7(4), 270-278.
- Riemann, B. L., Myers, J. B., Stone, D. A., & Lephart, S. M. (2004). Effect of lateral ankle ligament anesthesia on single-leg stance stability. *Med Sci Sports Exerc*, 36(3), 388-396.
- Rodgers, M. M. (1995). Dynamic foot biomechanics. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21(6), 306-316.
- Sami, A.-A. S., & Reffa, A.-D. D. (2000). Hallux Valgus and Preferred Shoe Types Among Young Healthy Saudi Arabian Females. *Annals of Saudi Medicine*, 20(3, 4), 319 - 321.
- Sanders, A. P., Snijders, C. J., & van Linge, B. (1992). Medial deviation of the first metatarsal head as a result of flexion forces in hallux valgus. *Foot Ankle*, 13(9), 515-522.
- Saxena, A. (2000). Return to athletic activity after foot and ankle surgery: a preliminary report on select procedures. *J Foot Ankle Surg*, 39(2), 114-119.



- Segal, A., Rohr, E., Orendurff, M., Shofer, J., O'Brien, M., & Sangeorzan, B. (2004). The effect of walking speed on peak plantar pressure. *Foot Ankle Int*, 25(12), 926-933.
- Shine, I. B. (1965). Incidence of Hallux Valgus in a Partially Shoe-Wearing Community. *Br Med J*, 5451, 1648-1650.
- Sim-Fook, L., & Hodgson, A. R. (1958). A comparison of foot forms among the non-shoe and shoe-wearing Chinese population. *J Bone Joint Surg Am*, 40-A(5), 1058-1062.
- Slobounov, S., Hallett, M., Stanhope, S., & Shibasaki, H. (2005). Role of cerebral cortex in human postural control: an EEG study. *Clin Neurophysiol*, 116(2), 315-323.
- Smidt, G. L. (1990). *Gait in rehabilitation*. New York: Churchill Livingstone.
- Tang, S. F., Chen, C. P., Pan, J. L., Chen, J. L., Leong, C. P., & Chu, N. K. (2002). The effects of a new foot-toe orthosis in treating painful hallux valgus. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(12), 1792-1795.
- Touret, L. J., & Talkhani, I. S. (2004). Ankle articular surface diagram for documentation of arthroscopic findings-a cadaveric study. *The Foot*, 14(3), 139-143.
- Trew, M., & Everett, T. (1997). *Human movement : an introductory text* (3rd ed.). London: Churchill Livingstone.
- Tuna, H., Yildiz, M., Celtik, C., & Kokino, S. (2004). [Static and dynamic plantar pressure measurements in adolescents]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 38(3), 200-205.
- van der Leeden, M., Dekker, J. H., Siemonsma, P. C., Lek-Westerhof, S. S., & Steultjens, M. P. (2004). Reproducibility of plantar pressure measurements in patients with chronic arthritis: a comparison of one-step, two-step, and three-step protocols and an estimate of the number of measurements required. *Foot Ankle Int*, 25(10), 739-744.
- Wearing, S. C., Hills, A. P., Byrne, N. M., Hennig, E. M., & McDonald, M. (2004). The arch index: a measure of flat or fat feet? *Foot Ankle Int*, 25(8), 575-581.
- Wearing, S. C., Urry, S. R., & Smeathers, J. E. (2000). The effect of visual targeting on ground reaction force and temporospatial parameters of gait. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 15(8), 583-591.
- Weinke. (1996). *Λειτουργική Ανατομική της 'Αθλησης*. Θεσσαλονίκη: Salto.
- Winter, D. A., Patla, A. E., Prince, F., Ishac, M., & Gielo-Periczak, K. (1998). Stiffness Control of Balance in Quiet Standing. *The Journal of Neurophysiology*, 80(3), 1211-1221.
- Yamamoto, H., Muneta, T., Asahina, S., & Furuya, K. (1996). Forefoot pressures during walking in feet afflicted with hallux valgus. *Clin Orthop Relat Res*(323), 247-253.
- Yokoe, K., & Kameyama, Y. (2004). Relationship between stress fractures of the proximal phalanx of the great toe and hallux valgus. *Am J Sports Med*, 32(4), 1032-1034.



Youdas, J. W., Krause, D. A., Egan, K. S., Therneau, T. M., & Laskowski, E. R. (2003). The effect of static stretching of the calf muscle-tendon unit on active ankle dorsiflexion range of motion. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33(7), 408-417.

Young, H. D., & Freedman, R. A. (1996). *University physics* (9th ed.). Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co.

Zhao, E., Zhang, S., & Dai, J. (1998). [Surgical therapy of hallux valgus in the young and middle-aged female]. *Zhonghua Zheng Xing Shao Shang Wai Ke Za Zhi*, 14(6), 442-444.

Δούκας, Ν. κ. (1979). *Κινησιολογία*. Αθήνα: Λίτσας.

Μπαλτόπουλος, Π. (2003). *Ανατομία του Ανθρώπου: Δομή και Λειτουργία*.