

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΠΕΛΜΑΤΙΑΙΑΣ ΠΙΕΣΗΣ
ΕΞΑΤΟΜΙΚΕΥΜΕΝΩΝ ΟΡΘΩΤΙΚΩΝ ΠΕΛΜΑΤΩΝ ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ
ΜΕΤΑΤΑΡΣΑΛΓΙΑ

του

Ευστράτιου Ζολώτα

Επιβλέπων Καθηγητής
Ιωάννης Γιάκας,

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

2023

Στην οικογένειά μου...

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που συνέβαλαν στην εκπόνηση της μελέτης και ιδιαιτέρως τον επιβλέποντα καθηγητή μου κο Ιωάννη Γιάκα που μου έδωσε τη δυνατότητα να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο ερευνητικό θέμα.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την στήριξή της κατά τη διάρκεια εκπόνησης της μελέτης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μεταταρσαλγία είναι μία από τις συχνότερες παθολογικές καταστάσεις του άκρου πόδα με βασικό σύμπτωμα τον πόνο στην περιοχή των μεταταρσίων. Η συντηρητική θεραπεία με την εφαρμογή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων στοχεύει στην ελάττωση της πελματιαίας πίεσης στον πρόσθιο άκρο πόδα. Για την κατασκευή των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνικές λήψης μορφολογίας πέλματος με μορφολογικό πελματογράφο με ακίδες και με αφρό αποτυπώματος πέλματος. Σκοπός της μελέτης ήταν να συγκρίνει την κατανομή της πελματιαίας πίεσης εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων σε ασθενείς με μεταταρσαλγία. Τα δεδομένα πίεσης μεταξύ εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος και άκρου πόδα κατά τη βάδιση συλλέχθηκαν με το σύστημα καταγραφής πελματιαίας πίεσης έσω υποδήματος F-scan. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν υπό τρεις συνθήκες: α) χωρίς ορθωτικό πέλμα, β) ορθωτικό πέλμα που κατασκευάστηκε από την μέτρηση του μορφολογικού πελματογράφου με ακίδες, γ) ορθωτικό πέλμα που κατασκευάστηκε από την μέτρηση με αφρό αποτυπώματος πέλματος. Για τις συνθήκες β) και γ) η λήψη της μορφολογίας του πέλματος έγινε σε θέση ημιφόρτισης με την υπαστραγαλική άρθρωση σε ουδέτερη θέση. Δώδεκα άτομα συμμετείχαν στην μελέτη. Μετρήθηκαν οι μεταβλητές: πίεση, μέγιστη πίεση, μέγιστη δύναμη μεταταρσίων, ρυθμός, χρόνος διασκελισμού, χρόνος στήριξης και χρόνος αιώρησης. Τα αποτελέσματα δεν κατέληξαν με σαφήνεια ποια από τα δύο εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα υπερείχε καθώς δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

Λέξεις κλειδιά: μορφολογικός πελματογράφος, αφρός αποτυπώματος πέλματος, F-Scan

ABSTRACT

Metatarsalgia is one of the most common foot pathologies with the main symptom being pain in the area of the metatarsals. Conservative treatment with the application of custom-made orthotic insoles aims to reduce plantar pressure in the forefoot. For the manufacture of the custom-made orthotic insoles, the techniques of capturing the morphology of the foot with a foot contact digitizer with pins and a foot impression foam were used. The purpose of the study was to compare the plantar pressure distribution of custom-made orthotic insoles in patients with metatarsalgia. The pressure data between the custom-made orthotic insole and the plantar aspect of the foot during walking were collected with the F-scan in-shoe plantar pressure recording system. The data were collected under three conditions: a) no orthotic insoles, b) orthotic insoles provided by foot contact digitizer with pins, and c) orthotic insoles provided by foam impression. For conditions b) and c) the morphology of the foot was captured in partial weight bearing and subtalar joint neutral position. Twelve people participated in the study. The variables measured were pressure, peak pressure, maximum metatarsal force, cadence, stride time, stance time, and swing time. The results could not clearly conclude which of the two custom-made orthotic insoles was superior as there were no statistically significant differences between them.

Key words: morphological footprint scanner, footprint foam, F-Scan

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΙΝΑΚΕΣ	8
ΕΙΚΟΝΕΣ.....	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	12
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	15
Κατηγορίες μεταταρσαλγίας	16
1. Πρωτογενής μεταταρσαλγία.....	16
2. Δευτερογενής μεταταρσαλγία	17
3. Ιατρογενής μεταταρσαλγία.....	17
Τρεις Rockers	17
1. Πρώτος Rocker.....	18
2. Δεύτερος Rocker	18
3. Τρίτος Rocker.....	18
Εκδήλωση μεταταρσαλγίας	19
Θεραπευτική αντιμετώπιση μεταταρσαλγίας.....	19
1. Συντηρητική αντιμετώπιση	19
2. Χειρουργική αντιμετώπιση	22
Συσκευή καταγραφής πελματιαίας πίεσης	23
Συσκευή καταγραφής πελματιαίας πίεσης έσω υποδήματος	23
Τεχνικές λήψης μορφολογίας πέλματος	24
Σημαντικότητα της μελέτης	25
Ερευνητική υπόθεση	25
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	26
Δείγμα.....	26
Όργανα μέτρησης.....	27
Διαδικασία λήψης μορφολογίας πέλματος, σχεδιασμού – κατασκευής εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων	28

Διαδικασία μέτρησης πελματιαίων πιέσεων	30
Ανάλυση δεδομένων.....	32
Στατιστική ανάλυση	34
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	35
Δημογραφικά χαρακτηριστικά	35
Μέγιστη πίεση – Peak pressure.....	35
Πίεση - Pressure	40
Μέγιστη δύναμη μεταταρσίων – Maximum metatarsal force.....	44
Ρυθμός - Cadence	48
Χρόνος διασκελισμού - Step time	52
Χρόνος στήριξης - Stance time	56
Χρόνος αιώρησης – Swing time	60
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	64
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	67
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	72

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1 Περιγραφική στατιστική μέγιστης πίεσης (KPa) Affected άκρου πόδα ...	36
Πίνακας 2 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μέγιστης πίεσης (KPa) Affected άκρου πόδα	36
Πίνακας 3 Περιγραφική στατιστική μέγιστης πίεσης (KPa) Non-affected άκρου πόδα	37
Πίνακας 4 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μέγιστης πίεσης (KPa) Non-affected άκρου πόδα	37
Πίνακας 5 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης πίεσης (KPa)	39
Πίνακας 6 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης πίεσης (KPa)	39
Πίνακας 7 Περιγραφική στατιστική πίεσης (KPa) Affected άκρου πόδα	40
Πίνακας 8 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (KPa) Affected άκρου πόδα	40
Πίνακας 9 Περιγραφική στατιστική πίεσης (KPa) Non-affected άκρου πόδα	41
Πίνακας 10 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης πίεσης (KPa) Non-affected άκρου πόδα.....	41
Πίνακας 11 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας πίεσης (KPa).....	43
Πίνακας 12 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας πίεσης (KPa)	43
Πίνακας 13 Περιγραφική στατιστική ανάλυση μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton) Affected άκρου πόδα	44
Πίνακας 14 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton) Affected άκρου πόδα	45
Πίνακας 15 Περιγραφική στατιστική ανάλυση μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton) Non-affected άκρου πόδα	46
Πίνακας 16 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton) Non-affected άκρου πόδα	46
Πίνακας 17 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton)	47
Πίνακας 18 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton).....	47
Πίνακας 19 Περιγραφική στατιστική ανάλυση ρυθμού (steps/min) Affected άκρου πόδα.....	49

Πίνακας 20 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης ρυθμού (steps/min) Affected άκρου πόδα	49
Πίνακας 21 Περιγραφική στατιστική ρυθμού (steps/min) Non-affected άκρου πόδα.....	50
Πίνακας 22 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης ρυθμού (steps/min) Non-affected άκρου πόδα	50
Πίνακας 23 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας ρυθμού (steps/min).....	51
Πίνακας 24 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας ρυθμού (steps/min).....	51
Πίνακας 25 Περιγραφική στατιστική χρόνου διασκελισμού (sec) Affected άκρου πόδα.....	53
Πίνακας 26 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου διασκελισμού (sec) Affected άκρου πόδα.....	53
Πίνακας 27 Περιγραφική στατιστική χρόνου διασκελισμού (sec) Non-affected άκρου πόδα.....	54
Πίνακας 28 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου διασκελισμού (sec) Non-affected άκρου πόδα.....	54
Πίνακας 29 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας χρόνου διασκελισμού (sec)	55
Πίνακας 30 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας χρόνου διασκελισμού (sec).....	55
Πίνακας 31 Περιγραφική στατιστική χρόνου στήριξης (sec) Affected άκρου πόδα.....	57
Πίνακας 32 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου στήριξης (sec) Affected άκρου πόδα	57
Πίνακας 33 Περιγραφική στατιστική χρόνου στήριξης (sec) Non-affected άκρου πόδα.....	58
Πίνακας 34 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου στήριξης (sec) Non-affected άκρου πόδα.....	58
Πίνακας 35 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας χρόνου στήριξης (sec)....	59
Πίνακας 36 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας χρόνου στήριξης (sec)	59
Πίνακας 37 Περιγραφική στατιστική χρόνου αιώρησης (sec) Affected άκρου πόδα.....	61
Πίνακας 38 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου αιώρησης (sec) Affected άκρου πόδα	61

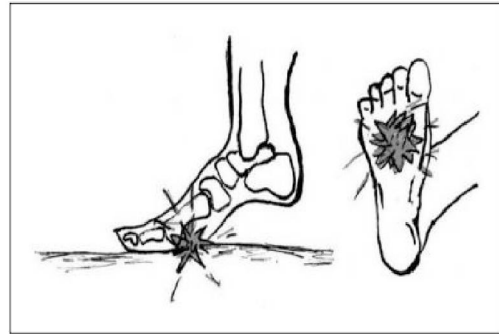
Πίνακας 39 Περιγραφική στατιστική χρόνου αιώρησης (sec) Non-affected άκρου πόδα.....	62
Πίνακας 40 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου αιώρησης (sec) Non-affected άκρου πόδα.....	62
Πίνακας 41 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας χρόνου αιώρησης (sec)...	63
Πίνακας 42 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας χρόνου αιώρησης (sec).....	63

ΕΙΚΟΝΕΣ

<i>Εικόνα 1 Η μεταταρσαλγία παρουσιάζεται μεταξύ της δεύτερης και τέταρτης κεφαλής των μεταταρσίων (Männikkö & Sahlman, 2017)</i>	<i>12</i>
<i>Εικόνα 2 Κύκλος βάδισης (Webster & Darter, 2018).....</i>	<i>17</i>
<i>Εικόνα 3 Αφρός αποτυπώματος πέλματος (Schein Orthopädie Service KG, 2023)</i>	<i>27</i>
<i>Εικόνα 4 Μορφολογικός πελματογράφος (Amfit Inc, 2023).....</i>	<i>27</i>
<i>Εικόνα 5 F-Scan (Tekscan Inc, 2023)</i>	<i>28</i>
<i>Εικόνα 6 Τοποθέτηση άκρου πόδα στην ουδέτερη θέση στον μορφολογικό πελματογράφο (Amfit Inc, 2023).....</i>	<i>29</i>
<i>Εικόνα 7 Τοποθέτηση άκρου πόδα στην ουδέτερη θέση στον αφρό αποτυπώματος πέλματος.....</i>	<i>29</i>
<i>Εικόνα 8 Ορθωτικό πέλμα βάσει του μορφολογικού πελματογράφου</i>	<i>29</i>
<i>Εικόνα 9 Ορθωτικό πέλμα βάσει του αφρού αποτυπώματος πέλματος</i>	<i>30</i>
<i>Εικόνα 10 Τοποθέτηση cuffs του F-Scan στο πόδι (Tekscan Inc, 2023)</i>	<i>31</i>

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μεταταρσαλγία είναι μία από τις κυριότερες αιτίες εμφάνισης πόνου (άλγος) στον άκρο πόδα. Συναντάται συχνά, ιδίως σε γυναίκες μέσης και μεγαλύτερης ηλικίας. Η ανατομική περιοχή στην οποία εντοπίζεται είναι αυτή του πρόσθιου άκρου πόδα μεταξύ της δεύτερης και τέταρτης



Εικόνα 1 Η μεταταρσαλγία παρουσιάζεται μεταξύ της δεύτερης και τέταρτης κεφαλής των μεταταρσίων (Männikkö & Sahlman, 2017)

μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης και τα γύρω μαλακά μόρια (Εικόνα 1). Το κύριο σύμπτωμα της μεταταρσαλγίας είναι ο πόνος ο οποίος παρατηρείται κατά τη βάδιση ή την παρατεταμένη ορθοστασία (Lopez & Slullitel, 2019). Ωστόσο, ο πόνος που εντοπίζεται στον πρόσθιο άκρο πόδα και προκαλείται από άλλες παθήσεις, όπως είναι το νεύρωμα Morton, ο σακχαρώδης διαβήτης και η ρευματοειδής αρθρίτιδα πρέπει να διαχωρίζεται από την μεταταρσαλγία (Kang et al., 2006)

Όσον αφορά την κύρια αιτία εμφάνισης της μεταταρσαλγίας αυτή είναι η αυξημένη και επαναλαμβανόμενη πελματιαία πίεση στη συγκεκριμένη ανατομική περιοχή. Οι αιτίες που μπορούν να οδηγήσουν στην αυξημένη σημειακή πίεση μπορεί να είναι διάφορες ανατομικές και εμβιομηχανικές ιδιαιτερότητες του άκρου πόδα, όπως ο βλαισός μέγας δάκτυλος, οι παραμορφώσεις των δακτύλων (γαμψοδακτυλία, σφυροδακτυλία, πληκτροδακτυλία), και η κατηγορία του άκρου πόδα (πλατυποδία, κοίλοποδία) (Lopez & Slullitel, 2019).

Η θεραπεία της μεταταρσαλγίας χωρίζεται σε συντηρητική και χειρουργική. Ως πρώτη γραμμή θεραπείας προτιμάται η συντηρητική προσέγγιση η οποία περιλαμβάνει μεταξύ διαφόρων θεραπευτικών πρωτοκόλλων (διατατικές ασκήσεις, φαρμακευτική αγωγή) και την εφαρμογή ορθωτικών πελμάτων. Τα ορθωτικά πέλματα είναι ορθωτικές

συσκευές που εφαρμόζονται εσωτερικά των υποδημάτων. Η χρήση τους επικεντρώνεται στις εμβιομηχανικές ιδιαιτερότητες του άκρου πόδα και στοχεύει στη μείωση της πελματιαίας πίεσης με σκοπό την ελάττωση ή/και την εξάλειψη του πόνου από την περιοχή των μεταταρσοφαλαγγικών αρθρώσεων και ως επακόλουθο τη θεραπεία της μεταταρσαλγίας (Espinosa et al., 2008).

Στη βιβλιογραφία έχουν μελετηθεί διάφορες κατηγορίες ορθωτικών πελμάτων οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν στην θεραπεία της μεταταρσαλγίας (Hsi et al., 2005; Kang et al., 2006). Ωστόσο, οι περισσότερες μελέτες υποστηρίζουν ότι τα εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα μπορούν να επιφέρουν το καλύτερο αποτέλεσμα στην ελάττωση του πόνου (Deshaies et al., 2011; Männikkö & Sahlman, 2017). Τα εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα κατασκευάζονται βάσει της μορφολογίας του πέλματος. Για την κατασκευή τους εφαρμόζονται συγκεκριμένες τεχνικές λήψης της μορφολογίας του πέλματος. Αυτές περιλαμβάνουν την χρήση γύψου για την χύτευση του αποτυπώματος του πέλματος, τον αφρό αποτυπώματος πέλματος, τη σάρωση του πέλματος με ψηφιακό τρόπο (laser) και τον μορφολογικό πελματογράφο. Με τις προαναφερθείσες τεχνικές δημιουργείται το αρνητικό αποτύπωμα του πέλματος το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται για την κατασκευή των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων.

Η ανάλυση των πιέσεων που ασκούνται στην πελματιαία επιφάνεια κατά τη διάρκεια διαφόρων δραστηριοτήτων όπως το περπάτημα, το τρέξιμο ή η ορθοστασία παρέχει σημαντικά δεδομένα σχετικά με την εμβιομηχανική αξιολόγηση του άκρου πόδα. Δεδομένα, όπως είναι ο τρόπος και η διάρκεια με τον οποίο κατανέμονται οι πελματικές πιέσεις κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας (Zulkifli & Loh, 2020). Τα δεδομένα αυτά συλλέγονται με ειδικές συσκευές καταγραφής πιέσεων όπως είναι η συσκευή καταγραφής πελματιαίας πίεσης έσω υποδήματος. Στη συνέχεια αναλύονται

με ειδικό λογισμικό και τα αποτελέσματα που προκύπτουν χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση διαφόρων μυοσκελετικών και νευρολογικών παθήσεων του άκρου πόδα. Το πλεονέκτημα των συσκευών καταγραφής πελματιαίων πιέσεων έσω υποδήματος είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μελέτη της αλληλεπίδρασης των ορθωτικών πελμάτων σε σχέση με τον άκρο πόδα κατά τη διάρκεια της εφαρμογής τους στο εσωτερικό των υποδημάτων σε κάποια δραστηριότητα (βάδιση, τρέξιμο) (Luo et al., 1998).

Ο σκοπός της μελέτης είναι να συγκρίνει την κατανομή της πελματιαίας πίεσης σε ασθενείς με μεταταρσαλγία με την εφαρμογή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων που έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με την μορφολογία του πέλματος. Η αποτύπωση της μορφολογίας του πέλματος για την κατασκευή των συγκεκριμένων ορθωτικών πελμάτων γίνεται με δύο διαφορετικές τεχνικές. Η πρώτη τεχνική περιλαμβάνει τη χρήση μορφολογικού πελματογράφου με ακίδες και η δεύτερη τη χρήση αφρού αποτυπώματος πέλματος, ο οποίος στη συνέχεια σαρώνεται με ψηφιακό τρόπο (laser) για την ψηφιακή τρισδιάστατη απεικόνιση του αποτυπώματος του πέλματος. Επομένως, η ερευνητική υπόθεση της μελέτης είναι ότι τα εξατομικευμένα ορθωτικά πέλαμα που κατασκευάζονται με τις συγκεκριμένες τεχνικές λήψης της μορφολογίας του πέλματος μειώνουν την πελματιαία πίεση στην περιοχή του πρόσθιου άκρου πόδα και ως επακόλουθο οδηγούν στην ελάττωση ή και την εξάλειψη των συμπτωμάτων της μεταταρσαλγίας.

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν πολυάριθμες μελέτες που καταπιάνονται με τα χαρακτηριστικά της πελματιαίας πίεσης σε διάφορους τύπους ορθωτικών πελμάτων (Hähni et al., 2016; Simonsen et al., 2022) καθώς και την αποτελεσματικότητα των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων που έχουν κατασκευαστεί με διάφορες

τεχνικές λήψης της μορφολογίας του πέλματος, όπως ο γύψος και η τρισδιάστατη ψηφιακή σάρωση (laser) του άκρου πόδα (Laughton et al., 2002).

Ωστόσο, από όσο γνωρίζουμε, η σύγκριση της κατανομής της πελματιαίας πίεσης σε εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα που έχουν κατασκευαστεί από την αποτύπωση του πέλματος με τη χρήση μορφολογικού πελματογράφου με ακίδες και αφρού αποτυπώματος πέλματος σε ασθενείς με μεταταρσαλγία δεν έχει αποτελέσει το επίκεντρο κάποιας άλλης μελέτης. Υπάρχουν μελέτες που έχουν ασχοληθεί με τη σύγκριση διαφορετικών τεχνικών λήψης της μορφολογίας του άκρου πόδα, όπως είναι ο γύψος και η τρισδιάστατη ψηφιακή σάρωση (laser) του πέλματος (Telfer κ.ά., 2012). Καθώς και μελέτες που έχουν ασχοληθεί και με τη σύγκριση της κατανομής της πελματιαίας πίεσης για εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα που έχουν κατασκευαστεί βάσει της λήψης μορφολογίας του πέλματος με ψηφιακές τεχνικές λήψης της μορφολογίας του πέλματος και με αφρό αποτυπώματος πέλματος (Ki et al., 2008).

Τα αποτελέσματα της μελέτης θα μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν από επαγγελματίες υγείας και εργαστήρια κατασκευής ορθωτικών πελμάτων για την ορθότερη συνταγογράφηση και κατασκευή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων καθώς και οι δύο τεχνικές είναι ευρέως διαδεδομένες στην κλινική πράξη.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η μεταταρσαλγία αποτελεί ένα γενικό όρο που αναφέρεται στην εκδήλωση πόνου στο πρόσθιο άκρο πόδα, στην περιοχή των μεταταρσίων. Επομένως, πρόκειται για σύμπτωμα και όχι νόσο. Μπορεί να παρουσιαστεί ως ανεξάρτητο σύμπτωμα ή να συνυπάρχει με άλλες παθολογίες του άκρου πόδα (Lopez & Slullitel, 2019). Όσον αφορά την θεραπευτική αντιμετώπισή της χωρίζεται στη συντηρητική και στη

χειρουργική. Μια διαδεδομένη συντηρητική θεραπευτική προσέγγιση είναι τα ορθωτικά πέλματα με τις διάφορες κατηγορίες τους, όπως είναι τα ορθωτικά πέλματα αποφόρτισης (accommodative foot orthoses) και τα λειτουργικά ορθωτικά πέλματα (functional foot orthoses). Στη βιβλιογραφία υπάρχει σημαντικός αριθμός ερευνών που επιχείρησε να μελετήσει και να αποδείξει την σπουδαιότητα των διαφορετικών κατηγοριών ορθωτικών πελμάτων στην θεραπεία της μεταταρσαλγίας (Albano et al., 2021; Doxey, 1985). Ωστόσο, ο αριθμός των ερευνών που ασχολήθηκε με τις διάφορες τεχνικές λήψης της μορφολογίας του πέλματος για την κατασκευή ορθωτικών πελμάτων είναι περιορισμένος. Ακόμη πιο περιορισμένος είναι όμως ο αριθμός των ερευνών που ασχολήθηκε με την μεταξύ τους σύγκριση, σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη ανασκόπησης που πραγματοποιήθηκε από τον (Farhan et al., 2021).

Κατηγορίες μεταταρσαλγίας

1. Πρωτογενής μεταταρσαλγία

Η πρωτογενής μεταταρσαλγία σχετίζεται με την εκδήλωση πόνου στην περιοχή των κεφαλών των μεταταρσίων, καθώς και τη δημιουργία υπερκεράτωσης στη συγκεκριμένη ανατομική περιοχή εξαιτίας της χρόνιας αυξημένης σημειακής πίεσης κατά τη βόδιση. Ως επακόλουθο η αυξημένη σημειακή πίεση οδηγεί στην εκδήλωση φλεγμονώδους αντίδρασης στις μεταταρσοφαλαγγικές αρθρώσεις και στον γύρω μαλακό ιστό (Lopez & Slullitel, 2019). Συχνές αιτίες που οδηγούν στην εμφάνιση πρωτογενούς μεταταρσαλγίας είναι οι εμβιομηχανικές και ανατομικές ιδιαιτερότητες του πρόσθιου άκρου πόδα, όπως οι παραμορφώσεις δακτύλων (Federer et al., 2018), η υπερκινητικότητα της πρώτης ακτίνας του άκρου πόδα (Greisberg et al., 2010) και η βράχυνση μυών (Cortina et al., 2018).

2. Δευτερογενής μεταταρσαλγία

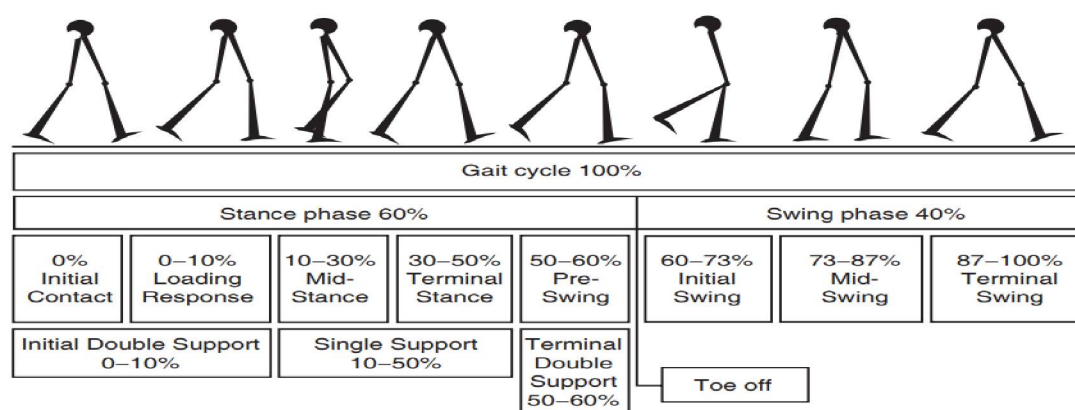
Η δευτερογενής μεταταρσαλγία σχετίζεται κι αυτή με την εκδήλωση πόνου στην περιοχή των κεφαλών των μεταταρσίων, ο οποίος προέρχεται από νευρολογικά, μεταβολικά, και τραυματικά περιστατικά. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις αποτελούν η ρευματοειδής αρθρίτιδας (Malta et al., 2022) και ο σακχαρώδης διαβήτης (Fleischli et al., 1998).

3. Ιατρογενής μεταταρσαλγία

Η ιατρογενής μεταταρσαλγία σχετίζεται με την εκδήλωση πόνου στην περιοχή των μεταταρσίων ο οποίος προκύπτει ως αποτέλεσμα διορθωτικών χειρουργικών επεμβάσεων που έχουν γίνει για άλλες παθήσεις του άκρου πόδα (Espinosa et al., 2008)

Τρεις Rockers

Ο ανθρώπινος άκρος πόδας εκτελεί δύο σημαντικές λειτουργίες: (α) τη στήριξη του βάρους του σώματος και (β) τη χρήση του ως μοχλός για την προώθηση του σώματος κατά τη βάδιση. Για να γίνει κατανοητή η παθομηχανική της βάδισης στον πρόσθιο άκρο πόδα θα πρέπει να αναφερθούμε συνοπτικά στον κύκλο της βάδισης (Εικόνα 2) υπό την προσέγγιση των «τριών rockers» (Kirtley, 2006; Webster & Darter, 2018).



Εικόνα 2 Κύκλος βάδισης (Webster & Darter, 2018)

1. Πρώτος Rocker

Η χρονική περίοδος μεταξύ της αρχικής επαφής της πτέρνας με το έδαφος και την επαφή του άκρου πόδα με το έδαφος αποτελεί τον «πρώτο rocker» ή περίοδος απόκρισης στη φόρτιση. Η συγκεκριμένη περίοδος λαμβάνει το 0-10% της συνολικής διάρκειας του κύκλου της βάδισης και η λειτουργία της είναι η αποδοχή του βάρους του σώματος. Κατά τον «πρώτο rocker» παρατηρείται απορρόφηση του κραδασμού κατά την επαφή της πτέρνας με το έδαφος, πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης, στιγμιαία ισορροπία του σώματος, διατήρηση της προς τα εμπρός κίνησης του σώματος, και πρηνισμός της υπαστραγαλικής άρθρωσης. Ωστόσο, ο πρηνισμός περιορίζεται με την επαφή των μεταταρσίων με το έδαφος.

2. Δεύτερος Rocker

Ο «δεύτερος rocker» αποτελείται από την περίοδο της μέσης στήριξης, η οποία ισοδυναμεί με το πρώτο μισό της μονής στήριξης. Η συγκεκριμένη περίοδος λαμβάνει χώρα στο χρονικό διάστημα 10-30% της συνολικής διάρκειας του κύκλου της βάδισης. Παρατηρείται πλήρης επαφή του πέλματος με το έδαφος, ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης, διατήρηση της προς τα εμπρός κίνησης του κορμού και πρηνισμός της υπαστραγαλικής άρθρωσης. Η αυξημένη φόρτιση σε ένα ή περισσότερα μετατάρσια αποτελεί συχνή αιτία εμφάνισης μεταταρσαλγίας.

3. Τρίτος Rocker

Ο «τρίτος rocker» αποτελείται από την τελική στήριξη και την προετοιμασία της αιώρησης, και λαμβάνει χώρα στο 30 – 60% της χρονικής διάρκειας του κύκλου βάδισης. Ξεκινάει με άρση της πτέρνας από το έδαφος, προώθηση του κορμού προς τα εμπρός, υπτιασμό της υπαστραγαλικής άρθρωσης, περιστροφή του σκέλους στην περιοχή των μεταταρσίων και άρση του μεγάλου δακτύλου.

Εκδήλωση μεταταρσαλγίας

Η μεταταρσαλγία είναι αποτέλεσμα της αλλαγής της κατανομής των πελματιαίων πιέσεων που ασκούνται στον πρόσθιο άκρο πόδα στην περιοχή των μεταταρσίων κατά τον δεύτερο και τρίτο «rocker» λόγω ανατομικών ιδιοτεροτήτων του άκρου πόδα. Η κατηγορία του άκρου πόδα αποτελεί μια από τις πιο σημαντικές ανατομικές ιδιοτερότητες. Στην κοιλοποδία η πελματιαία πίεση στην περιοχή των μεταταρσίων είναι αρκετά αυξημένη λόγω του δυσανάλογου βάρους στην περιοχή της πτέρνας και του πρόσθιου άκρου πόδα. Επιπλέον, στην κοιλοποδία παρατηρείται συχνά γαμψοδακτυλία των δακτύλων μειώνοντας έτσι την συμμετοχή τους στην αποφόρτιση των μεταταρσίων κατά τον «τρίτο rocker» (Doxey, 1985). Στην περίπτωση της βλαιοπλατυποδίας η υπαστραγαλική άρθρωση παραμένει σε θέση υπερπρηνισμού κατά τη διάρκεια του «δεύτερου rocker» με επακόλουθο τον περιορισμό του υπτιασμού της και την αύξηση της πελματιαίας πίεσης στον πρόσθιο άκρο πόδα κατά τον «τρίτο rocker» (Chang et al., 2014; Duerinck et al., 2014). Μια ακόμη συχνή ιδιοτερότητα που επηρεάζει τις πελματιαίες πιέσεις στον πρόσθιο άκρο πόδα είναι το μήκος των μεταταρσίων, όπως είναι το μακρύ δεύτερο μετατάρσιο, το οποίο μπορεί να φορτιστεί σημαντικά στην περιοχή της κεφαλής κατά των «τρίτο rocker» (Federer et al., 2018; Menz et al., 2013).

Θεραπευτική αντιμετώπιση μεταταρσαλγίας

1. Συντηρητική αντιμετώπιση

a. Διατατικές ασκήσεις

Οι διατατικές ασκήσεις στοχεύουν σε ασθενείς που παρουσιάζουν βράχυνση του Αχίλλειου τένοντα. Ο συγκεκριμένος τένοντας σχηματίζεται από τη συνένωση των ινών του γαστροκνήμιου και υποκνημίδιου μυ και καταφύεται στο οπίσθιο μέρος του

οστού της πτέρνας. Η σύσπαση του επιδρά στην άρθρωση του γόνατος καθώς και στην ποδοκνημική και υπαστραγαλική άρθρωση. Οπότε, με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η έκταση της άρθρωσης του γόνατος και η πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης. Ωστόσο, όταν ο Αχιλλέιος τένοντας παρουσιάζει βράχυνση αυξάνεται σημαντικά η πελματιαία πίεση στον πρόσθιο πόδα κατά τη βάδιση. Συγκεκριμένα η περιορισμένη πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης λόγω της βράχυνσης του Αχιλλέιου τένοντα οδηγεί σε αλλαγή της βάδισης με εμφάνιση πρόωρης άρσης της πτέρνας, υπερπηδητισμού της υπαστραγαλικής άρθρωσης και επιπλέον πίεση στις μεσοτάρσιες αρθρώσεις (Cazeau & Stiglitz, 2014). Μελέτες έχουν δείξει ότι η επιμήκυνση του Αχιλλέιου τένοντα με διατατικές ασκήσεις μπορεί να οδηγήσει στη μείωση των πελματιαίων πιέσεων στον πρόσθιο πόδα και ως επακόλουθο στην αντιμετώπιση της μεταταρσαλγίας (Aronow et al., 2006). Ο Barouk (2014) στη μελέτη του παρατήρησε ότι σε ασθενείς με βλαισό μέγα δάκτυλο και βράχυνση του Αχιλλέιου τένοντα οι διατατικές ασκήσεις του Αχιλλέιου τένοντα βοήθησαν αισθητά στη μείωση του πόνου στην περιοχή των μεταταρσίων. Επιπλέον, σε μελέτες που ασχολήθηκαν με ασθενείς με μεταταρσαλγία και πόνο στην ποδοκνημική κατά τη βάδιση παρατήρησαν ότι ένα πρόγραμμα διατατικών ασκήσεων του Αχιλλέιου τένοντα βοήθησε σημαντικά στην ανάκτηση μεγαλύτερου εύρους κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης και ως επακόλουθό τη μείωση των συμπτωμάτων του πόνου (Jastifer & Marston, 2016).

b. Φαρμακευτική αγωγή

Στόχος της φαρμακευτικής αγωγής είναι η μείωση ή/και η εξάλειψη του άλγους από την περιοχή των μεταταρσίων με τη χρήση κυρίως αντιφλεγμονωδών φαρμάκων και ενέσεων με κορτισοστεροειδή (Espinosa et al., 2008).

c. Επιθέματα μεταταρσίων

Διαφορετικοί τύποι επιθεμάτων μεταταρσίων χρησιμοποιούνται ευρέως για την αντιμετώπιση της μεταταρσαλγίας. Τα επιθέματα μεταταρσίων είναι φτιαγμένα από μαλακά υλικά και ο σκοπός τους είναι η αποφόρτιση της περιοχής των μεταταρσίων καθώς και η ανύψωση των τελευταίων. Χρησιμοποιούνται ως ανεξάρτητες ορθωτικές συσκευές ή ως επιμέρους προσθήκες σε ορθωτικά πέλματα. Αρκετές πειραματικές μελέτες υποστηρίζουν την επίδραση τους στην μείωση της αυξημένης σημειακής πίεσης στην περιοχή των μεταταρσίων (Espinosa et al., 2008). Ο Kang και οι συνεργάτες του (2006) παρατήρησαν ότι τα επιθέματα μεταταρσίων ελάττωσαν την πελματιαία πίεση στην περιοχή των κεφαλών των μεταταρσίων μεταφέροντας την σε μεγαλύτερη επιφάνεια μέσω της ανύψωσης των μεταταρσίων. Αυτή η ανύψωση «αύξησε» το χώρο μεταξύ των κεφαλών των μεταταρσίων.

d. Ορθωτικά πέλματα

Η συνταγογράφηση ορθωτικών πελμάτων στοχεύει στην: α) ανακατεύθυνση των δυνάμεων που διέρχονται από τον άκρο πόδα, β) αύξηση την συνολικής επιφάνειας επαφής και γ) ανακατανομή των πελματιαίων πιέσεων μεταξύ του άκρου πόδα και του ορθωτικού πέλματος (Stolwijk et al., 2011). Δύο βασικές κατηγορίες ορθωτικών πελμάτων χρησιμοποιούνται κυρίως για την αντιμετώπιση της μεταταρσαλγίας. Τα ορθωτικά πέλματα αποφόρτισης (offloading orthotic insoles) που στοχεύουν στην ελάττωση των πελματιαίων πιέσεων κατά τη βάδιση με τη χρήση μαλακών υλικών και τα λειτουργικά ορθωτικά πέλματα (functional orthotic insoles) που στοχεύουν στον έλεγχο της μυοσκελετικής δραστηριότητας του άκρου πόδα κατά τη βάδιση καθώς και στο πρότυπο της βάδισης (Nurse et al., 2005).

Η επιλογή των υλικών, η σχεδίαση και η τεχνική κατασκευής των ορθωτικών πελμάτων διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα τους ως θεραπευτική προσέγγιση. Σε μια παλαιότερη, αλλά ακόμη και σήμερα σημαντική μελέτη, ο Jahss (1982) υποστήριξε ότι η επιλογή των υλικών για την κατασκευή των ορθωτικών πελμάτων πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις μηχανικές τους ιδιότητες, την ηλικία του ασθενή και την παθολογία για την οποία θα χρησιμοποιηθούν. Επιπλέον, επισήμανε ότι η σωστή κατασκευή ενός ορθωτικού πέλματος πρέπει να ακολουθεί τους εξής κανόνες: α) αποφυγή της προσπάθειας διόρθωσης κάποιας ανατομικής ιδιαιτερότητας του άκρου πόδα με τη τοποθέτηση επιπλέον υλικού στο ορθωτικό πέλμα με σκοπό την ανύψωση της περιοχής, β) αύξηση της επιφάνειας επαφής σε μια συγκεκριμένη ανατομική περιοχή του άκρου πόδα με την προσθήκη επιπλέον υλικού στο ορθωτικό πέλμα ώστε να «έρθει το έδαφος στο πέλμα», γ) προσπάθεια αποφόρτισης μια ανατομικής περιοχής με αυξημένη σημειακή πίεση, και δ) δημιουργία κοιλότητας (cut-out) στο υλικό του ορθωτικού πέλματος σε περιοχές με αυξημένη σημειακή πίεση. Η μη συμμόρφωση με αυτούς τους κανόνες θα έχει ως αποτέλεσμα μόνο την αύξηση των συμπτωμάτων του ασθενούς ή την αποτροπή της χρήσης των ορθωτικών πελμάτων από τον ασθενή. Πρόσφατες μελέτες εξακολουθούν να υποστηρίζουν τις προαναφερθείσες επισημάνσεις (Kermen & Mohammadi, 2021; Xu κ.ά., 2019).

2. Χειρουργική αντιμετώπιση

Στην περίπτωση που τα συμπτώματα της μεταταρσαλγίας εξακολουθούν να επιμένουν μετά την εφαρμογή της συντηρητικής αντιμετώπισης, η χειρουργική θεραπεία αποτελεί την επόμενη θεραπευτική προσέγγιση.

Οι κυριότερες χειρουργικές προσεγγίσεις περιλαμβάνουν τις οστεοτομίες και τις τενοντομεταφορές, οι οποίες στοχεύουν στη διόρθωση των ατομικών και εμβιομηχανικών ιδιοιοτητήτων του άκρου πόδα με σκοπό την αποφόρτιση του πρόσθιου τμήματός του (Espinosa et al., 2008).

Συσκευή καταγραφής πελματιαίας πίεσης

Η εξέλιξη των συστημάτων καταγραφής της πελματιαίας πίεσης ξεκίνησε από την χρήση του ποδογράφου με μελανοταινία τη δεκαετία του 1930. Σήμερα με την πρόοδο της τεχνολογίας χρησιμοποιούνται προηγμένες ψηφιακές συσκευές με αισθητήρες πίεσης, όπως είναι ο πελματογράφος και η συσκευή καταγραφής πελματιαίων πιέσεων έσω υποδήματος. Τα χωροχρονικά δεδομένα που συλλέγονται με τις συγκεκριμένες συσκευές χρησιμοποιούνται στη στατική και δυναμική ανάλυση της βάδισης (Zulkifli & Loh, 2020). Μελέτες με τις συγκεκριμένες συσκευές καταγραφής πελματιαίας πίεσης έχουν δείξει ότι υψηλότερες τιμές πελματιαίων πιέσεων εντοπίζονται στον άκρο πόδα που παρουσιάζει ανατομικές και εμβιομηχανικές ιδιοιοτητές σε σχέση με τον φυσιολογικό άκρο πόδα (Stolwijk et al., 2011).

Συσκευή καταγραφής πελματιαίας πίεσης έσω υποδήματος

Η συσκευή καταγραφής πίεσης έσω υποδήματος αποτελείται από αισθητήρες πίεσης και κατάλληλο λογισμικό που καταγράφει και αναλύει την ποσοοτιαία κατανομή φορτίων και πιέσεων που ασκούνται στα σημεία της πελματιαίας επιφάνειας του άκρου πόδα κατά τη βάδιση. Βρίσκει εφαρμογή σε αρκετά ερευνητικά πεδία, όπως είναι μελέτη των πελματιαίων πιέσεων σε διάφορες κατηγορίες υποδημάτων, όπως, αθλητικά (Yang et al., 2022), παθήσεων, όπως σακχαρώδης διαβήτης (Collings et al., 2021), και δραστηριοτήτων, όπως τρέξιμο (Escamilla-martínez et al., 2020).

Τεχνικές λήψης μορφολογίας πέλματος

Η ακριβής αναπαράσταση της μορφολογίας του πέλματος είναι απαραίτητη για την ορθή κατασκευή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (Laughton et al., 2002). Ιστορικά, η κύρια μέθοδος που χρησιμοποιούνταν για τη λήψη του αρνητικού αποτυπώματος του πέλματος ήταν το γύψινο εκμαγείο με την υπαστραγαλική άρθρωση να βρίσκεται «κλειδωμένη» στην ουδέτερη θέση και τον άκρο πόδα σε θέση ημιφόρτισης. Η τεχνική «κλειδώματος» της υπαστραγαλικής άρθρωσης στην ουδέτερη θέση περιεγράφηκε λεπτομερώς για πρώτη φορά από τον Root και τους συνεργάτες του (1971).

Μετά το γύψινο εκμαγείο αναπτύχθηκε η τεχνική λήψης του αρνητικού προπλάσματος του πέλματος με τη χρήση αφρού αποτυπώματος πέλματος μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τον χρόνο της διαδικασίας. Τα τελευταία χρόνια με την πρόοδο της τεχνολογίας έχουν παρουσιαστεί νέες τεχνικές για την λήψη του αρνητικού αποτυπώματος του πέλματος όπως είναι ο μορφολογικός πελματογράφος με ακίδες και η τρισδιάστατη ψηφιακή σάρωση (laser) του πέλματος. Οι συγκεκριμένες τεχνικές έχουν απλουστεύσει σημαντικά τη χρονοβόρα διαδικασία λήψης της μορφολογίας του πέλματος (Allan et al., 2023).

Η μελέτη του Laughton και των συνεργατών του (2002) σύγκρινε τρεις τεχνικές λήψεις αρνητικού αποτυπώματος πέλματος (γύψος, αφρός, laser) κατέληξε στα συμπεράσματα ότι οι μετρήσεις της λήψης του αρνητικού αποτυπώματος επηρεάζονται σημαντικά από την τεχνική, διαφέρουν στην αξιοπιστία και ότι η τεχνική με το γύψινο εκμαγείο ίσως είναι η καλύτερη τεχνική για την κατασκευή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων. Ωστόσο επισήμανε ότι χρειάζονται περισσότερες μελέτες για να εξαχθούν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

Στη βιβλιογραφία οι μελέτες που έχουν ασχοληθεί με την σύγκριση των διαφορετικών τεχνικών λήψης της μορφολογίας του πέλματος για την κατασκευή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων είναι περιορισμένες. Σύμφωνα με μια σχετικά πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση από τον Farhan και τους συνεργάτες του (2021) οι περισσότερες μελέτες που καταπιάστηκαν με το συγκεκριμένο ερευνητικό θέμα ασχολήθηκαν με την σύγκριση των παλαιότερων τεχνικών λήψης της μορφολογίας του πέλματος, όπως είναι ο γύψος και ο αφρός αποτυπώματος πέλματος, και των νεότερων τεχνικών, όπως είναι η τρισδιάστατη ψηφιακή σάρωση (laser) της μορφολογίας του πέλματος.

Σημαντικότητα της μελέτης

Εξ όσων δύναται να γνωρίζει ο ερευνητής δεν υπάρχει κάποια μελέτη που να ασχολήθηκε με την σύγκριση της κατανομής της πελματιαίας πίεσης εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων, που έχουν κατασκευαστεί με την τεχνική λήψης της μορφολογίας του πέλματος με μορφολογικό πελματογράφο με ακίδες και με αφρό αποτυπώματος πέλματος, σε ασθενείς με μεταταρσαλγία. Την έλλειψη αυτή προσπάθησε να καλύψει η συγκεκριμένη μελέτη.

Ερευνητική υπόθεση

Η ερευνητική υπόθεση της παρούσης μελέτης ήταν ότι παρατηρείται ελάττωση στην πελματιαία πίεση στην περιοχή των μεταταρσίων σε ασθενείς με μεταταρσαλγία με την εφαρμογή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων. Τα συγκεκριμένα ορθωτικά πέλματα έχουν κατασκευαστεί βάσει της μορφολογίας του πέλματος από δύο τεχνικές λήψης του. Την τεχνική λήψης μορφολογίας πέλματος με μορφολογικό πελματογράφο με ακίδες και αφρό αποτυπώματος πέλματος. Οπότε η ελάττωση της πελματιαίας

πίεσης θα είχε ως αποτέλεσμα και την ελάττωση ή/και την εξάλειψη των συμπτωμάτων μεταταρσαλγίας.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μελέτη διεξήχθη σε ποδιατρικό - ποδολογικό κέντρο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν και αναλύθηκαν από έμπειρο ποδίατρο - ποδολόγο. Η επιλογή των εξεταζόμενων έγινε από ασθενείς που προσήλθαν στο ποδιατρικό – ποδολογικό κέντρο βάσει του ιατρικού ιστορικού τους με ιστορικό μεταταρσαλγίας. Τα κριτήρια αποκλεισμού συμμετοχής στη μελέτη περιλάμβαναν την ύπαρξη βλαιογονίας, ραιβογονίας, ανισοσκελίας, αστάθεια της υπαστραγαλικής άρθρωσης και ιστορικό τραυματισμού του άκρου πόδα τους τελευταίους τρεις μήνες. Οι εξεταζόμενοι συμμετείχαν εθελοντικά και υπέγραψαν φόρμα συγκατάθεσης πριν τη συμμετοχή τους στη μελέτη (Παράρτημα 1). Η κατασκευή των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων έγινε χωρίς την οικονομική επιβάρυνση των εξεταζόμενων στη μελέτη. Η Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ενέκρινε την πραγματοποίηση της μελέτης.

Δείγμα

Το δείγμα της μελέτης αποτέλεσαν 13 άτομα με ιστορικό μεταταρσαλγίας. 12 άτομα (7 γυναίκες και 5 άνδρες) συμμετείχαν τελικά στη μελέτη καθώς ένα άτομο αποκλείστηκε κατά τη διάρκεια της μελέτης λόγω χειρουργικής επέμβασης στο ισχίο.

Καταγράφηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των εξεταζόμενων τα οποία περιλάμβαναν την ηλικία (χρόνια) και τη μάζα (κιλά).

Το Foot Posture Index (FPI-6) (Παράρτημα 2) χρησιμοποιήθηκε για την κλινική αξιολόγηση του άκρου πόδα των εξεταζόμενων για τη συμμετοχή τους στη μελέτη. Το FPI-6 είναι ένα διαγνωστικό κλινικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για τον ποσοτικό περιορισμό του βαθμού κατά τον οποίο ο άκρος πόδας πρηνίζει, υπτιάζει ή βρίσκεται στην ουδέτερη θέση (Keenan et al., 2007).

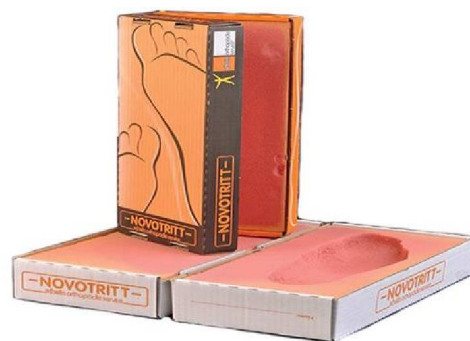
Η αυτό-αξιολόγηση του πόνου των εξεταζόμενων έγινε με την οπτική αναλογική κλίμακα (Visual Analogue Scale VAS) (Παράρτημα 3). Η οπτική αναλογική κλίμακα πόνου είναι ένα κλινικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την μέτρηση του πόνου (Boonstra et al., 2008)

Όργανα μέτρησης

Η καταγραφή του βάρους (μάζα) των εξεταζόμενων έγινε με τον ζυγό. Η καταγραφή της μορφολογίας του πέλματος έγινε με τον μορφολογικό πελματογράφο με ακίδες (Amfit Inc.) (Εικόνα 3) και τον αφρό αποτυπώματος πέλματος (Novotritt by Schein, Schein Orthopädie Service KG (Εικόνα 4).



Εικόνα 4 Μορφολογικός πελματογράφος (Amfit Inc, 2023)



Εικόνα 3 Αφρός αποτυπώματος πέλματος (Schein Orthopädie Service KG, 2023)

Ο μορφολογικός πελματογράφος με ακίδες καταγράφει την τρισδιάστατη μορφολογία του πέλματος επιτρέποντας τον εξεταστή με κατάλληλους χειρισμούς να «κλειδώσει» την υπαστραγαλική άρθρωση του εξεταζόμενου στην ουδέτερη θέση για

την ορθότερη λήψη της μορφολογίας του πέλματος. Η διαδικασία της μέτρησης γίνεται με μεγάλη ακρίβεια της τάξης των 0.1mm.

Ο αφρός αποτυπώματος πέλματος είναι ένα μαλακό υλικό το οποίο έχει την ικανότητα να υποχωρεί όταν ασκηθεί πίεση πάνω του. Στην τεχνική λήψης της μορφολογίας του πέλματος με αφρό αποτυπώματος ο άκρος πόδας του εξεταζόμενου τοποθετείται στην πάνω επιφάνεια του υλικού και ο εξεταστής με κατάλληλους χειρισμούς «κλειδώνει» την υπαστραγαλική άρθρωση στην ουδέτερη θέση και πιέζει τον άκρο πόδα προς τα κάτω ώστε να υποχωρήσει το υλικό. Με την αφαίρεση του άκρου πόδα από το υλικό λαμβάνεται το τρισδιάστατο αποτύπωμα του πέλματος.

Η καταγραφή των πελματιαίων πιέσεων έγινε με τη συσκευή καταγραφής πελματιαίων πιέσεων έσω υποδήματος F-Scan (Tecscan Inc.) (Εικόνα 5). Η συγκεκριμένη συσκευή δεδομένα σχετικά με τις χωροχρονικές παραμέτρους της βάρδισης.



Εικόνα 5 F-Scan (Tecscan Inc, 2023)

Διαδικασία λήψης μορφολογίας πέλματος, σχεδιασμού – κατασκευής εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων

Ο κάθε εξεταζόμενος προσήλθε στο ποδιατρικό - ποδολογικό κέντρο δύο φορές για τη διεξαγωγή της μελέτης.

Στην πρώτη επίσκεψη χρησιμοποιήθηκαν δύο τεχνικές λήψης της μορφολογίας του πέλματος: ο μορφολογικός πελματογράφος με ακίδες και ο αφρός αποτυπώματος πέλματος. Η μέτρηση και στις δύο τεχνικές πραγματοποιήθηκε με την τοποθέτηση του άκρου πόδα σε θέση ημιφόρτισης και της υπαστραγαλικής άρθρωσης σε ουδέτερη θέση. Οι χειρισμοί του άκρου πόδα για την τοποθέτηση του στην κατάλληλη θέση

πραγματοποιήθηκαν από τον ίδιο ερευνητή. Κατά την μέτρηση με τον μορφολογικό πελματογράφο ο άκρος πόδας του εξεταζόμενου τοποθετήθηκε πάνω στη συσκευή με κατάλληλους χειρισμούς (Εικόνα 6). Στη συνέχεια οι ακίδες του μορφολογικού πελματογράφου ανυψώθηκαν και αποτύπωσαν το ψηφιακό εκμαγείο του πέλματος. Το ψηφιακό αρχείο που δημιουργήθηκε αποστάλθηκε στο αντίστοιχο εργαστήριο κατασκευής ορθωτικών πελμάτων.



Εικόνα 6 Τοποθέτηση άκρου πόδα στην ουδέτερη θέση στον μορφολογικό πελματογράφο (Amfit Inc, 2023)

Κατά την μέτρηση με την τεχνική του αφρού αποτυπώματος πέλματος ο άκρος πόδας του εξεταζόμενου τοποθετήθηκε στην επιφάνεια του υλικού πάλι με τους κατάλληλους χειρισμούς (Εικόνα 7). Στη συνέχεια ασκήθηκε πίεση από τον ερευνητή στον άκρο πόδα ώστε να εισέλθει μέσα στο υλικό.



Εικόνα 7 Τοποθέτηση άκρου πόδα στην ουδέτερη θέση στον αφρό αποτυπώματος πέλματος

Μετάπειτα απομακρύνθηκε ο άκρος πόδας από το υλικό κι έτσι πάρθηκε το τρισδιάστατο αποτύπωμα του πέλματος. Ακολούθησε η αποστολή του αφρού αποτυπώματος πέλματος στο αντίστοιχο εργαστήριο κατασκευής ορθωτικών πελμάτων για την ψηφιακή του σάρωση (laser).

Τα δύο εργαστήρια κατασκευής ορθωτικών πελμάτων προχώρησαν στον σχεδιασμό και στην κατασκευή των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων βάσει των μετρήσεων της μορφολογίας του πέλματος των εξεταζόμενων που τους απέστειλε ο ερευνητής. Ο σχεδιασμός των ορθωτικών πελμάτων έγινε μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή [Computer-Aid Design (CAD)] και η



Εικόνα 8 Ορθωτικό πέλμα βάσει του μορφολογικού πελματογράφου

κατασκευή τους με φρέζα κοπής (milling machine). Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε από τα δύο εργαστήρια ήταν ο οξικός αιθυλενικός βινυλεστέρας [Ethylenen Vinyl Acetate (EVA)] παρόμοιας σκληρότητας. Το πρώτο εργαστήριο που κατασκεύασε τα ορθωτικά πέλματα με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τον μορφολογικό πελματογράφο χρησιμοποίησε υλικό EVA σκληρότητας 61 A Shore (Εικόνα 8) και το δεύτερο εργαστήριο που κατασκεύασε τα ορθωτικά πέλματα με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τον αφρό



Εικόνα 9 Ορθωτικό πέλμα βάσει του αφρού αποτυπώματος πέλματος

αποτυπώματος πέλματος χρησιμοποίησε υλικό EVA σκληρότητας 65 Ashore (Εικόνα 9). Επιλέχτηκε υλικό EVA υψηλής σκληρότητας έτσι ώστε οι πιέσεις που καταγράφηκαν από τη συσκευή καταγραφής πελματιαίων πιέσεων F-Scan να πλησίαζαν όσο πιο κοντά γινόταν τις πραγματικές πιέσεις που ασκούνταν στο πέλμα κατά τη βάρδιση χωρίς να επηρεάζονταν από τις μηχανικές ιδιότητες του υλικού. Στην περίπτωση που είχε επιλεχθεί EVA μικρότερης σκληρότητας οι πιέσεις που θα καταγράφονταν θα μπορούσαν να είχαν επηρεαστεί σημαντικά από την ελαστικότητα του υλικού. Τα εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα που κατασκευάστηκαν δεν υπέστησαν καμία περαιτέρω τροποποίηση (τρόχισμα) ή προσθήκη επιπλέον υλικού μετά την κοπή τους από τη φρέζα κοπής.

Διαδικασία μέτρησης πελματιαίων πιέσεων

Εφόσον έγινε η παραλαβή των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων από τα δύο εργαστήρια κατασκευής ορθωτικών πελμάτων κλήθηκαν οι εξεταζόμενοι για τη δεύτερη επίσκεψη στο ποδολογικό-ποδιατρικό κέντρο για την πραγματοποίηση των μετρήσεων των πελματιαίων πιέσεων με τη συσκευή μέτρησης πελματιαίων πιέσεων έσω υποδήματος F-Scan. Ο κάθε εξεταζόμενος προσήλθε σε διαφορετική χρονική στιγμή για την αντίστοιχη μέτρηση.

Αρχικά έγινε έλεγχος της καταλληλότητας των υποδημάτων των εξεταζόμενων για την διεξαγωγή της μελέτης. Είχε δοθεί η οδηγία να προσέλθουν με υποδήματα άνετα, χωρίς τακούνι, κατά προτίμηση αθλητικά. Ακολούθησε η καταγραφή του βάρους τους, περιεγράφηκε η διαδικασία της μελέτης, απαντήθηκαν τυχόν απορίες και δόθηκε χρόνος προσαρμογής και εξοικείωσης με τα εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα και τον εξοπλισμό.

Τοποθετήθηκαν οι μανσέτες “cuffs” (Εικόνα 10) της συσκευής καταγραφής πελματιαίων πιέσεων έσω υποδήματος F-Scan στα πόδια των εξεταζόμενων (πάνω από την περιοχή του αστραγάλου) και συνδέθηκαν με καλώδιο μεταφοράς δεδομένων με το



Εικόνα 10 Τοποθέτηση cuffs του F-Scan στο πόδι (Tekscan Inc, 2023)

καταγραφικό της συσκευής. Το καταγραφικό ήταν συνδεδεμένο με τη σειρά του με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ακολούθησε η ορθή τοποθέτηση των αισθητήρων της συσκευής καταγραφής πελματιαίων πιέσεων έσω υποδήματος στα υποδήματα των εξεταζόμενων για την αποφυγή διπλώματος του αισθητήρα. Οι εξεταζόμενοι φορέσαν τα υποδήματα με τους αισθητήρες μέσα, οι οποία συνδέθηκαν με τη σειρά τους με τις μανσέτες της συσκευής. Έπειτα ακολούθησε η διαδικασία της βαθμονόμησης (calibration) των αισθητήρων. Συγκεκριμένα, ζητήθηκε από τους εξεταζόμενους να σταθούν στο ένα πόδι κάθε φορά για λίγα δευτερόλεπτα μέχρι να τελειώσει η διαδικασία της βαθμονόμησης των αισθητήρων. Στη συνέχεια ζητήθηκε στους εξεταζόμενους να περπατήσουν φυσιολογικά σε ευθεία γραμμή μέσα στο χώρο του ποδιατρικού - ποδολογικού κέντρου για πέντε δευτερόλεπτα ώστε το καταγραφικό να καταγράψει τα δεδομένα των πελματιαίων πιέσεων από τους αισθητήρες. Προηγήθηκαν δύο δοκιμασίες περπατήματος με εφαρμογή των αισθητήρων εσωτερικά

των υποδημάτων ώστε οι εξεταζόμενοι να εξοικειωθούν με την πειραματική διαδικασία και τον εξοπλισμό.

Η διαδικασία καταγραφής των πελματιαίων πιέσεων επαναλήφθηκε τρεις φορές. Η πρώτη φορά πραγματοποιήθηκε με το πέλμα των υποδημάτων του εξεταζόμενου και οι υπόλοιπες δύο με την εφαρμογή των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων που κατασκεύασαν τα εργαστήρια ορθωτικών πελμάτων στα υποδήματα του εξεταζόμενου. Μετά το πέρας των μετρήσεων οι εξεταζόμενοι ερωτήθηκαν εάν αισθάνθηκαν ελάττωση του πόνου στην περιοχή των μεταταρσίων με τη χρήση των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων με προφορική χρήση της οπτικής αναλογικής κλίμακας μέτρησης του πόνου.

Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν με τη συσκευή καταγραφής πελματιαίων πιέσεων έσω υποδήματος F-Scan αποθηκεύτηκαν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με τον οποίο ήταν συνδεδεμένη η συσκευή για περαιτέρω ανάλυση.

Κατά τη διαχείριση των δεδομένων ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία. Για όλους τους εξεταζόμενους και για όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν δεν συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση των δεδομένων το πρώτο και το τελευταίο βήμα του αριστερού και δεξιού άκρου πόδα που καταγράφηκε. Η τακτική αυτή ακολουθήθηκε για τον περιορισμό της αλλοίωσης των δεδομένων κατά την ανάλυση τους με τη συμμετοχή μη πλήρως ολοκληρωμένων βημάτων. Τα βήματα που επιλέχθηκαν να συμπεριληφθούν στην ανάλυση ήταν όλα τα ενδιάμεσα.

Από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, επιλέχθηκαν αυτά που προέρχονταν από τον πρόσθιο άκρο πόδα και αφορούσαν την κάθε μέτρηση για το αριστερό και δεξιό άκρο πόδα του κάθε εξεταζόμενου. Στη συνέχεια τα συγκεκριμένα δεδομένα

διαχωρίστηκαν σε δύο κατηγορίες βάσει της τιμής της μέτρησης. Η πρώτη κατηγορία περιλάμβανε την υψηλότερη τιμή μέτρησης και η δεύτερη κατηγορία την χαμηλότερη τιμή μέτρησης μεταξύ των μετρήσεων του αριστερού και δεξιού άκρου πόδα για κάθε εξεταζόμενο. Η κατηγορία με τις υψηλότερες τιμές ονομάστηκε «Affected» και αναφερόταν στον άκρο πόδα που παρουσίαζε συμπτώματα μεταταρσαλγίας, καθώς δεχόταν μεγαλύτερη πίεση στην περιοχή του πρόσθιου πόδα, και η κατηγορία με τις μικρότερες τιμές ονομάστηκε «Non affected» και αναφερόταν στον υγιή άκρο πόδα. Ο συγκεκριμένος διαχωρισμός έγινε σύμφωνα με την άποψη ότι οι υψηλές πελματιαίες πιέσεις στα μετατάρσια σχετίζονται με την εμφάνιση πόνου (Stolwijk et al., 2011). Οι συγκεκριμένες κατηγορίες χρησιμοποιήθηκαν για την περαιτέρω στατιστική ανάλυση των μεταβλητών. Για διευκόλυνση της στατιστικής ανάλυσης των τριών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν για κάθε εξεταζόμενο δόθηκαν οι ακόλουθες ονομασίες:

- Without – Μέτρηση μόνο με τα υποδήματα των εξεταζόμενων χωρίς τη χρήση εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων
- Orthotic 1 – Μέτρηση με τα υποδήματα των εξεταζόμενων και τη χρήση εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων που κατασκευάστηκαν βάσει της λήψης τη μορφολογίας του άκρου πόδα με τη χρήση μορφολογικού πελματογράφου με ακίδες
- Orthotic 2 - Μέτρηση με τα υποδήματα των εξεταζόμενων και τη χρήση εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων που κατασκευάστηκαν βάσει της λήψης τη μορφολογίας του άκρου πόδα με τη χρήση αφρού αποτυπώματος πέλματος

Οι μεταβλητές που μελετήθηκαν ήταν οι ακόλουθες: μέγιστη πίεση (peak pressure), πίεση (pressure), μέγιστη δύναμη μεταταρσίων (metatarsal maximum force), cadence (ρυθμός), χρόνος διασκελισμού (step time), χρόνος στήριξης (stance time) και

χρόνος αιώρησης (swing time). Με τη βοήθεια του λογισμικού της συσκευής καταγραφής πελματιαίων πιέσεων έσω υποδήματος συλλέχθηκαν οι τιμές για τις προαναφερθείσες μεταβλητές και καταγράφηκαν.

Στατιστική ανάλυση

Αρχικά τα δεδομένα των μεταβλητών που συλλέχθηκαν ελέγχθηκαν ως προς την υπόθεση της κανονικότητας της κατανομής τους με το στατιστικό τεστ Shapiro – Wilk, ένα τεστ κατάλληλο για δείγμα με μέγεθος μικρότερο του 30. Η ισχύς ή όχι της συγκεκριμένης υπόθεσης καθόρισε τη στατιστική συμπερασματολογία. Στην περίπτωση της κανονικής κατανομής χρησιμοποιήθηκε ο παραμετρικός έλεγχος του t τεστ (t-test), ενώ για την περίπτωση της μη κανονικής κατανομής χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος του τεστ του Wilcoxon (Wilcoxon signed rank test).

Για τις μεταβλητές που μελετήθηκαν, δόθηκαν η μέση τιμή, η διάμεσος, η τυπική απόκλιση, η ελάχιστη και μέγιστη τιμή και πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις για την εύρεση μεταβολών μεταξύ της μέτρησης χωρίς τη χρήση εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων (Without), της μέτρησης με τη χρήση εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος που κατασκευάστηκε βάσει της αποτύπωσης της μορφολογίας του πέλματος με μορφολογικό πελματογράφο (Orthotic 1) και της μέτρησης εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος που κατασκευάστηκε βάσει της αποτύπωσης της μορφολογίας του πέλματος με αφρό αποτυπώματος πέλματος (Orthotic 2).

Τα ζεύγη μετρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν για την στατιστική ανάλυση ήταν τα ακόλουθα:

Non-affected without – Non-affected orthotic 1

Affected without – Affected orthotic 1

Non-affected without – Non-affected orthotic 2

Affected without – Affected orthotic 2

Non-affected orthotic 1 – Non-affected orthotic 2

Affected orthotic 1 – Affected orthotic 2

Οι ασυμμετρίες στη βάρδιση μεταξύ του Affected και Non-affected άκρου πόδα εξετάστηκαν χρησιμοποιώντας την απόλυτη τιμή του δείκτη ασυμμετρίας (Absolute magnitude of the Symmetry Index) (ASI) (Herzog 1989). $ASI = (2 \cdot (X_N - X_A) / (X_N + X_A)) \cdot 100\%$ όπου X_N και X_A είναι οι μεταβλητές της βάρδισης για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα αντίστοιχα. Για την απόλυτη συμμετρία απαιτείται $X_N = X_A$ ($ASI = 0$). Αποδεκτή συμμετρία θεωρήθηκε ο ASI με ποσοστό μικρότερο του 10%.

Η στατιστική ανάλυση των μεταβλητών πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό λογισμικό IBM SPSS Statistics 26.0. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $p < 0.05$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Δημογραφικά χαρακτηριστικά

Στη μελέτη συμμετείχαν 12 εξεταζόμενοι, 7 γυναίκες και 5 άνδρες, με μέση ηλικία τα 48 έτη και τυπική απόκλιση 9.2 έτη. Το μέσο βάρος ήταν 79,3 κιλά και η τυπική απόκλιση 14.9 κιλά.

Μέγιστη πίεση – Peak pressure

Από τον έλεγχο κανονικότητας της κατανομής της μεταβλητής της μέγιστης πίεσης προέκυψε ότι η κατανομή δεν ήταν κανονική ($p < 0.05$) (Παράρτημα 4). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ του Wilcoxon.

Η μηδενική υπόθεση (H_0) ήταν ότι δεν θα υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της μέγιστης πίεσης πριν τη εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα. Η εναλλακτική υπόθεση (H_1) ήταν ότι θα υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της μέγιστης πίεσης πριν την εφαρμογή (Without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα.

Τα αποτελέσματα του Wilcoxon test για τον Affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 1 και 2.

Πίνακας 1 Περιγραφική στατιστική μέγιστης πίεσης (KPa) Affected άκρου πόδα

	N	Percentiles		
		25th	50th (Median)	75th
Affected orthotic 1	12	630	822	1000
Affected orthotic 2	12	755	870	1085
Affected without	12	544	911	1245

Πίνακας 2 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μέγιστης πίεσης (KPa) Affected άκρου πόδα

	Affected without - Affected orthotic 1	Affected without - Affected orthotic 2	Affected orthotic 1 - Affected orthotic 2
Z	-0.941 ^b	-0.392 ^b	-0.392 ^c
p	0.347	0.695	0.695

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης απέδειξαν ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της μέγιστης πίεσης μεταξύ του Affected orthotic 1 και του Affected without, $z = -0,941$, $p = 0,347$. Η μέγιστη πίεση ήταν

χαμηλότερη με το Affected orthotic 1 (Md = 822, n =12) σε σύγκριση με το Affected without (Md = 911, n =12).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της μέγιστης πίεσης μεταξύ του Affected orthotic 2 και του Affected without, $z = -0,392$, $p = 0,695$. Η μέγιστη πίεση ήταν χαμηλότερη με το Affected orthotic 2 (Md = 870, n = 12) σε σύγκριση με το Affected without (Md = 911, n = 12).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της μέγιστης πίεσης μεταξύ του Affected orthotic 1 και του Affected orthotic 2, $z = -0,392$, $p = 0,695$. Η μέγιστη πίεση ήταν χαμηλότερη με το Affected orthotic 1 (Md = 822, n = 12), σε σύγκριση με το Affected orthotic 2 (Md = 870, n = 12).

Τα αποτελέσματα του Wilcoxon τεστ για τον Non-affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 3 και 4.

Πίνακας 3 Περιγραφική στατιστική μέγιστης πίεσης (KPa) Non-affected άκρου πόδα

	N	Percentiles		
		25th	50th (Median)	75th
Non-affected orthotic 1	12	464	586	684
Non-Affected orthotic 2	12	345	557	730
Non-affected without	12	362	414	639

Πίνακας 4 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μέγιστης πίεσης (KPa) Non-affected άκρου πόδα

	Non-affected without – Non-affected orthotic 1	Non-affected without - Non-Affected orthotic 2	Non-affected orthotic 1 - Non-Affected orthotic 2
Z	-2.510 ^b	-0.549 ^b	-1.334 ^c
p	0.012	0.583	0.182

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on positive ranks.

c. Based on negative ranks.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης απέδειξαν ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της μέγιστης πίεσης μεταξύ του Non-affected orthotic 1 και του Non-Affected without, $z = -2,51$, $p = 0,012$. Η μέγιστη πίεση ήταν υψηλότερη με το Non-affected orthotic 1 ($Md = 586$, $n = 12$) σε σύγκριση με το Non-affected without ($Md = 414$, $n = 12$).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της μέγιστης πίεσης μεταξύ του Non-affected orthotic 2 και του Non-affected without $z = -0,549$, $p = 0,583$. Η μέγιστη πίεση ήταν υψηλότερη με το Non-affected orthotic 2 ($Md = 557$, $n = 12$) σε σύγκριση με το Non-affected without ($Md = 414$, $n = 12$).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της μέγιστης πίεσης μεταξύ του Non-affected orthotic 1 και του Non-affected orthotic 2, $z = -1,334$, $p = 0,182$. Η μέγιστη πίεση ήταν υψηλότερη με το Non-affected orthotic 1 ($Md = 586$, $n = 12$), σε σύγκριση με το Non-affected orthotic 2 ($Md = 557$, $n = 12$).

Ο έλεγχος της κανονικότητας του δείκτη ασυμμετρίας ελέγχθηκε με το στατιστικό τεστ Shapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p > 0,05$) (Παράρτημα 5). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t -test).

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης πίεσης παρουσιάζονται στους Πίνακες 5 και 6.

Πίνακας 5 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης πίεσης (KPa)

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Without	60.9	12	37.3	10.8
	Orthotic 1	37.8	12	28.6	8.3
Pair 2	Without	60.9	12	37.3	10.8
	Orthotic 2	56.9	12	37.5	10.8
Pair 3	Orthotic 1	37.8	12	28.6	8.2
	Orthotic 2	56.9	12	37.5	10.8

Πίνακας 6 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης πίεσης (KPa)

			Paired Differences				t	df	p	
			Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
						Lower				Upper
Pair 1	Without - Orthotic 1	23	35.3	10.2	0.7	45.5	2.269	11	0.044	
Pair 2	Without - Orthotic 2	4	33	9.5	-17	25	0.418	11	0.684	
Pair 3	Orthotic 1 - Orthotic 2	-19.1	33.1	9.5	-40.1	1.9	-2.003	11	0.070	

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης πίεσης μεταξύ του without ($M = 60,9$, $SD = 37,3$) και του Orthotic 1 ($M = 37,8$, $SD = 28,6$); $t(11) = 2,269$, $p = 0,44$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης πίεσης μεταξύ του without ($M = 60,6$, $SD = 37,3$) και του Orthotic 2 ($M = 56,9$, $SD = 37,5$); $t(11) = 0,418$, $p=0,684$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης πίεσης μεταξύ του orthotic 1 ($M = 37,8$, $SD = 28,6$) και Orthotic 2 ($M = 56,9$, $SD = 37,5$); $t(11) = -2,003$, $p = 0,070$.

Πίεση - Pressure

Από τον έλεγχο κανονικότητας της κατανομής της μεταβλητής της πίεσης προέκυψε ότι η κατανομή δεν ήταν κανονική ($p < 0.05$) (Παράρτημα 6). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ του Wilcoxon.

Η μηδενική υπόθεση (H_0) ήταν ότι δεν θα υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της πίεσης πριν την εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα. Η εναλλακτική υπόθεση (H_1) ήταν ότι θα υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της πίεσης πριν την εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα.

Τα αποτελέσματα του Wilcoxon τεστ για τον Affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 7 και 8.

Πίνακας 7 Περιγραφική στατιστική πίεσης (KPa) Affected άκρου πόδα

	N	Percentiles		
		25th	50th (Median)	75th
Affected orthotic 1	12	418.75	454	582.5
Affected orthotic 2	12	481.5	592.5	786.25
Affected without	12	354	550.5	840.5

Πίνακας 8 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης (KPa) Affected άκρου πόδα

	Affected without - Affected orthotic 1	Affected without - Affected orthotic 2	Affected orthotic 1 - Affected orthotic 2
Z	-1.216 ^b	-0.392 ^b	-1.098 ^c
p	0.224	0.695	0.272

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

c. Based on positive ranks.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης απέδειξαν ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της πίεσης μεταξύ του Affected orthotic 1 και του Affected without, $z = -1,216$, $p = 0,224$. Η πίεση ήταν χαμηλότερη με το Affected orthotic 1 ($Md = 454$, $n = 12$) σε σύγκριση με το Affected without ($Md = 550,5$, $n = 12$).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της πίεσης μεταξύ του Affected orthotic 2 και του Affected without, $z = -0,392$, $p = 0,695$. Η πίεση ήταν υψηλότερη με το Affected orthotic 2 ($Md = 592,5$, $n = 12$) σε σύγκριση με το Affected without ($Md = 550,5$, $n = 12$).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της πίεσης μεταξύ του Affected orthotic 1 και του Affected orthotic 2, $z = -1,096$, $p = 0,272$. Η πίεση ήταν χαμηλότερη με το Affected orthotic 1 ($Md = 454$, $n = 12$), σε σύγκριση με το Affected orthotic 2 ($Md = 592$, $n = 12$).

Τα αποτελέσματα του Wilcoxon τεστ για τον Non-affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 9 και 10.

Πίνακας 9 Περιγραφική στατιστική πίεσης (KPa) Non-affected άκρου πόδα

	N	Percentiles		
		25th	50th (Median)	75th
Non-affected orthotic 1	12	293.75	332.5	390
Non-affected orthotic 2	12	250.5	331	408
Non-affected without	12	277.25	326	422.75

Πίνακας 10 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης πίεσης (KPa) Non-affected άκρου πόδα.

	Non-affected without - Non-affected orthotic 1	Non-affected without - Non-affected orthotic 2	Non-affected orthotic 1 - Non-affected orthotic 2
Z	-0.157 ^b	-1.020 ^b	-0.549 ^b
p	0.875	0.308	0.583

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης απέδειξαν ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της πίεσης μεταξύ του Non-affected orthotic 1 και του Non-Affected without, $z = -0,157$, $p = 0,875$. Η πίεση ήταν μεγαλύτερη με το Non-affected orthotic 1 ($Md = 332,5$, $n = 12$) σε σύγκριση με το Non-affected without ($Md = 326$, $n = 12$).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της πίεσης μεταξύ του Non-affected orthotic 2 και του Non-affected without, $z = -1,02$, $p = 0,308$. Η πίεση ήταν υψηλότερη με το Non-affected orthotic 2 ($Md = 331$, $n = 12$) σε σύγκριση με το Non-affected without ($Md = 326$, $n = 12$).

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη διάμεσο της πίεσης μεταξύ του Non-affected orthotic 1 και του Non-affected orthotic 2, $z = -0,549$, $p = 0,583$. Η πίεση ήταν υψηλότερη με το Non-affected orthotic 1 ($Md = 332,5$, $n = 12$), σε σύγκριση με το Non-affected orthotic 2 ($Md = 331$, $n = 12$).

Ο έλεγχος της κανονικότητας του δείκτη ασυμμετρίας πίεσης ελέγχθηκε με το στατιστικό τεστ Shapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p > 0,05$) (Παράρτημα 7). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t -test).

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του δείκτη ασυμμετρίας πίεσης παρουσιάζονται στους Πίνακες 11 και 12.

Πίνακας 11 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας πίεσης (KPa)

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Without	55.8	12	45.8	13.2
	Orthotic 1	39.9	12	29.4	8.5
Pair 2	Without	55.8	12	45.8	13.2
	Orthotic 2	65.9	12	36.8	10.6
Pair 3	Orthotic 1	39.9	12	29.4	8.5
	Orthotic 2	65.9	12	36.8	10.6

Πίνακας 12 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας πίεσης (KPa)

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence				
					Interval of the				
					Lower	Upper			
Pair 1	Without - Orthotic 1	15.9	50.5	14.6	-16.3	48	1.091	11	0.298
Pair 2	Without - Orthotic 2	-10.1	30.7	8.9	-29.5	9.4	-1.136	11	0.280
Pair 3	Orthotic 1 - Orthotic 2	-26	42.6	12.3	-53	1.1	-2.111	11	0.058

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων παρατηρήθηκε μη στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας πίεσης μεταξύ του without ($M = 55,8$, $SD = 45,8$) και του Orthotic 1 ($M = 39,9$, $SD = 29,4$); $t(11) = 1,091$, $p = 0,298$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας πίεσης μεταξύ του without ($M = 55,8$, $SD = 45,8$) και του Orthotic 2 ($M = 65,9$, $SD = 36,8$); $t(11) = -1,136$, $p = 0,280$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας πίεσης μεταξύ του orthotic 1 ($M = 39,9$, $SD = 29,4$) και orthotic 2 ($M = 65,9$, $SD = 36,8$); $t(11) = -2,111$, $p = 0,058$.

Μέγιστη δύναμη μεταταρσίων – Maximum metatarsal force

Ο έλεγχος της κανονικότητας της μεταβλητής της μέγιστης δύναμης μεταταρσίων ελέγχθηκε επίσης με το στατιστικό τεστ Shapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p>0,05$) (Παράρτημα 8). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t-test).

Η μηδενική υπόθεση (H_0) ήταν ότι οι μέσες τιμές της μέγιστης δύναμης μεταταρσίων πριν την εφαρμογή εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα ήταν ίσες. Η εναλλακτική υπόθεση (H_1) ήταν ότι οι μέσες τιμές της μέγιστης δύναμης μεταταρσίων πριν την εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα δεν ήταν ίσες.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων της μέγιστης δύναμης μεταταρσίων για τον Affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 13 και 14.

Πίνακας 13 Περιγραφική στατιστική ανάλυση μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton) Affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Affected without	916.2	12	370	106.5
	Affected orthotic 1	894.4	12	410.2	118.4
Pair 2	Affected without	916.2	12	369	106.5
	Affected orthotic 2	812.3	12	365.9	105.6
Pair 3	Affected orthotic 1	894.4	12	410.2	118.4
	Affected orthotic 2	812.3	12	365.9	105.6

Πίνακας 14 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton) Affected άκρου πόδα

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	p
					Lower	Upper			
Pair 1	Affected without - Affected orthotic 1	21.9	152.6	44	-75.1	118.8	0.496	11	0.630
Pair 2	Affected without - Affected orthotic 2	103.9	252	72.7	-56.2	264	1.429	11	0.181
Pair 3	Affected orthotic 1 - Affected orthotic 2	82	261	75.3	-83.8	247.9	1.089	11	0.299

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την μέγιστη δύναμη μεταταρσίων μεταξύ του Affected without ($M = 916,2$, $SD = 370$) και Affected Orthotic 1 ($M = 894,4$, $SD = 410,2$); $t(11) = 0,496$, $p = 0,63$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την μέγιστη δύναμη μεταταρσίων μεταξύ του Affected without ($M = 916,2$, $SD = 370$) και Affected Orthotic 2 ($M = 812,3$, $SD = 365,9$); $t(11) = 1,429$, $p = 0,181$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την μέγιστη δύναμη μεταταρσίων μεταξύ του Affected orthotic 1 ($M = 894,4$, $SD = 410,2$) και Affected Orthotic 2 ($M = 812,3$, $SD = 365,9$); $t(11) = 1,089$, $p = 0,299$.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων της μέγιστης δύναμης μεταταρσίων για τον Non-affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 15 και 16.

Πίνακας 15 Περιγραφική στατιστική ανάλυση μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton) Non-affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Non-affected orthotic 1	565.6	12	246.6	71.2
	Non-affected without	636	12	235	67.8
Pair 2	Non-affected orthotic 2	557.7	12	257	74.2
	Non-affected without	636	12	235	67.8
Pair 3	Non-affected orthotic 2	557.7	12	257	74.2
	Non-affected orthotic 1	565.6	12	246.6	71.2

Πίνακας 16 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton) Non-affected άκρου πόδα

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	p
					Lower	Upper			
Pair 1	Non-affected orthotic 1 - Non-affected without	-70.5	96.2	27.8	-131.6	-9.3	-2.54	11	0.028
Pair 2	Non-affected orthotic 2 - Non-affected without	-78.4	138.1	39.9	-166.1	9.4	-1.97	11	0.075
Pair 3	Non-affected orthotic 2 - Non-affected orthotic 1	-7.9	82.9	23.9	-60.6	44.8	-.33	11	0.747

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την μέγιστη δύναμη μεταταρσίων μεταξύ του Non-affected orthotic 1 ($M = 565,6$, $SD = 246,6$) και Non-affected Without ($M = 636$, $SD = 235$); $t(11) = -,254$, $p = 0,28$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την μέγιστη δύναμη μεταταρσίων μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 557,7$, $SD = 257$) και Non-affected without ($M = 636$, $SD = 235$); $t(11) = -1,97$, $p = 0,075$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς την μέγιστη δύναμη μεταταρσίων μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 557,7$, $SD = 257$) και Non-affected Orthotic a ($M = 565,6$, $SD = 246,6$); $t(11) = -33$, $p = 0,747$.

Ο έλεγχος της κανονικότητας του δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων ελέγχθηκε με το στατιστικό τεστ Shapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p>0,05$) (Παράρτημα 9). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t-test).

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων παρουσιάζονται στους Πίνακες 17 και 18.

Πίνακας 17 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton)

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Without	36.3	12	31.4	9.1
	Orthotic 1	49.1	12	36.6	10.6
Pair 2	Without	36.3	12	31.4	9.1
	Orthotic 2	45.6	12	38.8	11.2
Pair 3	Orthotic 1	49.1	12	36.6	10.6
	Orthotic 2	45.6	12	38.8	11.2

Πίνακας 18 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων (Newton)

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	p
					Lower	Upper			
Pair 1	Without - Orthotic 1	-12.8	20.1	5.8	-25.6	-0.06	-2.212	11	0.049
Pair 2	Without - Orthotic 2	-9.3	25.1	7.3	-25.3	6.6	-1.287	11	0.225
Pair 3	Orthotic 1 - Orthotic 2	3.5	14.8	4.3	-5.9	12.9	0.819	11	0.430

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων

μεταξύ του without ($M = 36,3$, $SD = 31,4$) και του Orthotic 1 ($M = 49,1$, $SD = 36,6$); $t(11) = -2,212$, $p = 0,049$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων μεταξύ του without ($M = 36,3$, $SD = 31,4$) και του Orthotic 2 ($M = 45,6$, $SD = 38,8$); $t(11) = -1,287$, $p = 0,225$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων μεταξύ του orthotic 1 ($M = 49,1$, $SD = 36,6$) και orthotic 2 ($M = 45,6$, $SD = 38,8$); $t(11) = -0,819$, $p = 0,43$.

Ρυθμός - Cadence

Ο έλεγχος της κανονικότητας της μεταβλητής του ρυθμού ελέγχθηκε επίσης με το στατιστικό τεστ Sapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p > 0,05$) (Παράρτημα 10). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t -test). Η μηδενική υπόθεση (H_0) ήταν ότι οι μέσες τιμές του ρυθμού πριν την εφαρμογή εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα ήταν ίσες. Η εναλλακτική υπόθεση (H_1) ήταν ότι οι μέσες τιμές του ρυθμού πριν την εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα δεν ήταν ίσες.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων του ρυθμού για τον Affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 19 και 20.

Πίνακας 19 Περιγραφική στατιστική ανάλυση ρυθμού (steps/min) Affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Affected without	54.8	12	7.1	2.1
	Affected orthotic 1	57.1	12	8.2	2.4
Pair 2	Affected without	54.8	12	7.1	2.1
	Affected orthotic 2	50.9	12	6.8	2
Pair 3	Affected orthotic 1	57.1	12	8.2	2.4
	Affected orthotic 2	50.9	12	6.8	2

Πίνακας 20 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης ρυθμού (steps/min) Affected άκρου πόδα

		Mean	Std. Deviation	Paired Differences			t	df	p
				Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Affected without - Affected orthotic 1	-2.3	6.4	1.8	-6.4	1.7	-1.27	11	0.232
Pair 2	Affected without - Affected orthotic 2	3.9	6.8	2	-.4	8.2	1.99	11	0.072
Pair 3	Affected orthotic 1 - Affected orthotic 2	6.2	7.8	2.3	1.2	11.2	2.74	11	0.019

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον ρυθμό μεταξύ του Affected without ($M = 54,8$, $SD = 7,1$) και Affected Orthotic 1 ($M = 57,1$, $SD = 8,2$); $t(11) = -1,27$, $p = 0,232$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον ρυθμό μεταξύ του Affected without ($M = 54,8$, $SD = 7,1$) και Affected Orthotic 2 ($M = 50,9$, $SD = 6,8$); $t(11) = 1,99$, $p = 0,072$.

Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον ρυθμό μεταξύ του Affected orthotic 1 ($M = 57,1$, $SD = 8,2$) και Affected Orthotic 2 ($M = 50,9$, $SD = 6,8$); $t(11) = 2,74$, $p = 0,019$.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων του ρυθμού για τον Non-affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 21 και 22.

Πίνακας 21 Περιγραφική στατιστική ρυθμού (steps/min) Non-affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Non-affected orthotic 1	48.6	12	5.7	1.6
	Non-affected without	48.8	12	5.1	1.5
Pair 2	Non-affected orthotic 2	52.4	12	7.7	2.2
	Non-affected without	48.8	12	5.1	1.5
Pair 3	Non-affected orthotic 2	52.4	12	7.7	2.2
	Non-affected orthotic 1	48.6	12	5.7	1.6

Πίνακας 22 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης ρυθμού (steps/min) Non-affected άκρου πόδα

		Paired Differences							
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	p
					Lower	Upper			
Pair 1	Non-affected orthotic 1 - Non-affected without	-0.2	3	0.9	-2.1	1.7	-0.26	11	0.801
Pair 2	Non-affected orthotic 2 - Non-affected without	3.6	7	2	-0.8	8	1.81	11	0.097
Pair 3	Non-affected orthotic 2 - Non-affected orthotic 1	3.9	6.7	1.9	-0.4	8.1	2	11	0.071

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον ρυθμό μεταξύ του Non-affected orthotic 1 ($M = 48,6$, $SD = 5,7$) και Non-affected Without ($M = 48,8$, $SD = 5,1$); $t(11) = -0,26$, $p = 0,801$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον ρυθμό μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 52,4$, $SD = 7,7$) και Non-affected without ($M = 48,8$, $SD = 5,1$); $t(11) = 1,81$, $p = 0,097$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον ρυθμό μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 52,7$, $SD = 7,7$) και Non-affected Orthotic 1 ($M = 48,6$, $SD = 5,7$); $t(11) = 2$, $p = 0,071$.

Ο έλεγχος της κανονικότητας της μεταβλητής του δείκτη ασυμμετρίας ελέγχθηκε με το στατιστικό τεστ Sapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p>0,05$) (Παράρτημα 11). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t-test).

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του δείκτη ασυμμετρίας ρυθμού παρουσιάζονται στους Πίνακες 23 και 24.

Πίνακας 23 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας ρυθμού (steps/min)

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Without	14.1	12	10.1	2.9
	Orthotic 1	15.8	12	11.2	3.2
Pair 2	Without	14.1	12	10.1	3
	Orthotic 2	12.3	12	8.4	2.4
Pair 3	Orthotic 1	15.8	12	11.2	3.2
	Orthotic 2	12.3	12	8.4	2.4

Πίνακας 24 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας ρυθμού (steps/min)

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence				
					Interval of the				
					Lower	Upper			
Pair 1	Without - Orthotic 1	-1.67	11.85	3.42	-9.22	5.84	-0.493	11	0.632
Pair 2	Without - Orthotic 2	1.85	14.23	4.11	-7.19	10.9	0.451	11	0.661
Pair 3	Orthotic 1 - Orthotic 2	3.54	11.31	3.27	-3.65	10.73	1.083	11	0.302

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων παρατηρήθηκε μη στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας ρυθμού μεταξύ του without ($M = 14,1$, $SD = 10,1$) και του Orthotic 1 ($M = 15,8$, $SD = 11,2$); $t(11) = -0,451$, $p = 0,661$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας ρυθμού μεταξύ του without ($M = 14,1$, $SD = 10,1$) και του Orthotic 2 ($M = 12,3$, $SD = 8,4$); $t(11) = -1,136$, $p = 0,280$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας ρυθμού μεταξύ του orthotic 1 ($M = 15,8$, $SD = 11,2$) και orthotic 2 ($M = 12,3$, $SD = 8,4$); $t(11) = 1,083$, $p = 0,302$.

Χρόνος διασκελισμού - Step time

Ο έλεγχος της κανονικότητας της μεταβλητής του χρόνου διασκελισμού ελέγχθηκε επίσης με το στατιστικό τεστ Sapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p > 0,05$) (Παράρτημα 12). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t -test).

Η μηδενική υπόθεση (H_0) ήταν ότι οι μέσες τιμές του χρόνου διασκελισμού πριν τη εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα ήταν ίσες. Η εναλλακτική υπόθεση (H_1) ήταν ότι οι μέσες τιμές του χρόνου διασκελισμού πριν τη εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα δεν ήταν ίσες.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων του χρόνου διασκελισμού για τον Affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 25 και 26.

Πίνακας 25 Περιγραφική στατιστική χρόνου διασκελισμού (sec) Affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Affected Orthotic 1	0.62	12	0.09	0.026
	Affected Without	0.61	12	0.06	0.018
Pair 2	Affected Orthotic 2	0.60	12	0.08	0.024
	Affected Without	0.61	12	0.06	0.018
Pair 3	Affected Orthotic 2	0.60	12	0.08	0.024
	Affected Orthotic 1	0.62	12	0.09	0.026

Πίνακας 26 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου διασκελισμού (sec) Affected άκρου πόδα

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Affected Orthotic 1 - Affected Without	0.004	0.051	0.015	-0.023	0.037	0.28	11	0.784
Pair 2	Affected Orthotic 2 - Affected Without	- 0.008	0.055	0.016	-0.043	0.028	-0.47	11	0.650
Pair 3	Affected Orthotic 2 - Affected Orthotic 1	- 0.012	0.066	0.019	-0.054	0.031	-0.61	11	0.555

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο διασκελισμού μεταξύ του Affected orthotic 1 ($M = 0,62$, $SD = 0,09$) και Affected without ($M = 0,61$, $SD = 0,06$); $t(11) = 0,28$, $p = 0,784$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο διασκελισμού μεταξύ του Affected orthotic 2 ($M = 0,60$, $SD = 0,08$) και Affected without ($M = 0,61$, $SD = 0,6$); $t(11) = -0,47$, $p = 0,650$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο διασκελισμού μεταξύ του Affected orthotic 2 ($M = 0,6$, $SD = 0,08$) και Affected Orthotic 1 ($M = 0,62$, $SD = 0,09$); $t(11) = -,061$, $p = 0,555$.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων του χρόνου διασκελισμού για τον Non-affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 27 και 28.

Πίνακας 27 Περιγραφική στατιστική χρόνου διασκελισμού (sec) Non-affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Non-affected Orthotic 1	0.63	12	0.08	0.024
	Non-affected Without	0.63	12	0.08	0.023
Pair 2	Non-affected Orthotic 2	0.64	12	0.1	0.03
	Non-affected Without	0.63	12	0.08	0.023
Pair 3	Non-affected Orthotic 2	0.64	12	0.15	0.03
	Non-affected Orthotic 1	0.63	12	0.08	0.024

Πίνακας 28 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου διασκελισμού (sec) Non-affected άκρου πόδα

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Non-affected Orthotic 1 - Non-affected Without	-0.002	0.023	0.007	-0.016	0.013	-0.25	11	0.809
Pair 2	Non-affected Orthotic 2 - Non-affected Without	0.008	0.041	0.012	-0.019	0.034	0.64	11	0.539
Pair 3	Non-affected Orthotic 2 - Non-affected Orthotic 1	0.009	0.041	0.012	-0.017	0.036	0.78	11	0.453

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο διασκελισμού μεταξύ του Non-affected orthotic 1 ($M = 0,63$, $SD = 0,08$) και Non-affected Without ($M = 0,63$, $SD = 0,08$); $t(11) = -0,25$, $p = 0,809$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο διασκελισμού μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 0,64$, $SD = 0,1$) και Non-affected without ($M = 0,63$, $SD = 0,08$); $t(11) = 0,64$, $p = 0,539$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο διασκελισμού μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 0,64$, $SD = 0,15$) και Non-affected Orthotic 1 ($M = 0,63$, $SD = 0,08$); $t(11) = 0,78$, $p = 0,453$.

Ο έλεγχος της κανονικότητας της μεταβλητής του δείκτη ασυμμετρίας ελέγχθηκε με το στατιστικό τεστ Sapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p > 0,05$) (Παράρτημα 13). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t -test).

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του δείκτη ασυμμετρίας χρόνου διασκελισμού παρουσιάζονται στους Πίνακες 29 και 30.

Πίνακας 29 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας χρόνου διασκελισμού (sec)

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Without	4.85	12	5.22	1.51
	Orthotic 1	3.68	12	2.64	0.761
Pair 2	Without	4.85	12	5.22	1.51
	Orthotic 2	7.04	12	7.25	2.09
Pair 3	Orthotic 1	3.68	12	2.64	0.76
	Orthotic 2	7.04	12	7.25	2.09

Πίνακας 30 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας χρόνου διασκελισμού (sec)

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Without - Orthotic 1	1.17	5.88	1.7	-2.56	4.91	0.691	11	0.504
Pair 2	Without - Orthotic 2	-2.19	4.09	1.18	-4.79	0.41	-1.855	11	0.091
Pair 3	Orthotic 1 - Orthotic 2	-3.36	7.51	2.17	-8.13	1.41	-1.552	11	0.149

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων παρατηρήθηκε μη στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας χρόνου διασκελισμού μεταξύ του without ($M = 4,85$, $SD = 5,22$) και του Orthotic 1 ($M = 3,68$, $SD = 2,64$); $t(11) = -0,6911$, $p = 0,504$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας χρόνου διασκελισμού μεταξύ του without ($M = 4,85$, $SD = 5,22$) και του Orthotic 2 ($M = 7,04$, $SD = 7,25$); $t(11) = -1,855$, $p = 0,091$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας χρόνου διασκελισμού μεταξύ του orthotic 1 ($M = 3,68$, $SD = 2,64$) και orthotic 2 ($M = 7,04$, $SD = 7,25$); $t(11) = -1,552$, $p = 0,149$.

Χρόνος στήριξης - Stance time

Ο έλεγχος της κανονικότητας της μεταβλητής του χρόνου στήριξης ελέγχθηκε επίσης με το στατιστικό τεστ Sapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p > 0,05$) (Παράρτημα 14). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t -test).

Η μηδενική υπόθεση (H_0) ήταν ότι οι μέσες τιμές του χρόνου στήριξης πριν την εφαρμογή εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα ήταν ίσες. Η εναλλακτική υπόθεση (H_1) ήταν ότι οι μέσες τιμές του χρόνου στήριξης πριν την εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα δεν ήταν ίσες.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων του χρόνου στήριξης για τον Affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 31 και 32.

Πίνακας 31 Περιγραφική στατιστική χρόνου στήριξης (sec) Affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Affected Orthotic 1	0.7642	12	0.14003	0.04042
	Affected Without	0.7642	12	0.10049	0.02901
Pair 2	Affected Orthotic 2	0.7558	12	0.10883	0.03142
	Affected Without	0.7642	12	0.10049	0.02901
Pair 3	Affected Orthotic 2	0.7558	12	0.10883	0.03142
	Affected Orthotic 1	0.7642	12	0.14003	0.04042

Πίνακας 32 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου στήριξης (sec) Affected άκρου πόδα

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Affected Orthotic 1 - Affected Without	0	0.048	0.014	-0.03	0.0302	0	11	1
Pair 2	Affected Orthotic 2 - Affected Without	0-.008	0.054	0.016	-0.043	0.0262	-0.53	11	0.606
Pair 3	Affected Orthotic 2 - Affected Orthotic 1	-0.008	0.077	0.022	-0.057	0.0406	-0.38	11	0.715

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στήριξης μεταξύ του Affected orthotic 1 ($M = 0,7642$, $SD = 0,14003$) και Affected without ($M = 0,7642$, $SD = 0,10049$); $t(11) = 0$, $p = 0,1$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στήριξης μεταξύ του Affected orthotic 2 ($M = 0,7558$, $SD = 0,10883$) και Affected without ($M = 0,7642$, $SD = 0,10049$); $t(11) = -0,53$, $p = 0,606$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στήριξης μεταξύ του Affected orthotic 2 ($M = 0,7558$, $SD = 0,10883$) και Affected Orthotic 1 ($M = 0,7642$, $SD = 0,14003$); $t(11) = -0,38$, $p = 0,715$.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων του χρόνου στήριξης για τον Non-affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 31 και 34.

Πίνακας 33 Περιγραφική στατιστική χρόνου στήριξης (sec) Non-affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Non-affected Orthotic 1	0.7767	12	0.10916	0.03151
	Non-affected Without	0.7875	12	0.11810	0.03409
Pair 2	Non-affected Orthotic 2	0.7850	12	0.12566	0.03628
	Non-affected Without	0.7875	12	0.11810	0.03409
Pair 3	Non-affected Orthotic 2	0.7850	12	0.12566	0.03628
	Non-affected Orthotic 1	0.7767	12	0.10916	0.03151

Πίνακας 34 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου στήριξης (sec) Non-affected άκρου πόδα

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Non-affected Orthotic 1 - Non-affected Without	-0.011	0.037	0.011	-0.034	0.0124	-1.02	11	0.327
Pair 2	Non-affected Orthotic 2 - Non-affected Without	-0.002	0.048	0.014	-0.033	0.0279	-0.18	11	0.860
Pair 3	Non-affected Orthotic 2 - Non-affected Orthotic 1	0.008	0.051	0.015	-0.024	0.0405	0.57	11	0.580

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στήριξης μεταξύ του Non-affected orthotic 1 ($M = 0,7767$, $SD = 0,10916$) και Non-affected Without ($M = 0,7875$, $SD = 0,11810$); $t(11) = -1,02$, $p = 0,327$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στήριξης μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 0,7850$, $SD = 0,12566$) και Non-affected without ($M = 0,7767$, $SD = 0,10916$); $t(11) = -0,18$, $p = 0,860$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο στήριξης μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 0,7850$, $SD = 0,12566$) και Non-affected Orthotic 1 ($M = 0,7767$, $SD = 0,10916$); $t(11) = 0,57$, $p = 0,580$.

Ο έλεγχος της κανονικότητας της μεταβλητής του δείκτη ασυμμετρίας χρόνου στήριξης ελέγχθηκε με το στατιστικό τεστ Shapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p>0,05$) (Παράρτημα 15). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t-test).

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του δείκτη ασυμμετρίας παρουσιάζονται στους Πίνακες 35 και 36.

Πίνακας 35 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας χρόνου στήριξης (sec)

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Without	3.4469	12	3.53621	1.02082
	Orthotic 1	4.2843	12	2.95201	0.85217
Pair 2	Without	3.4469	12	3.53621	1.02082
	Orthotic 2	4.6248	12	3.61561	1.04374
Pair 3	Orthotic 1	4.2843	12	2.95201	0.85217
	Orthotic 2	4.6248	12	3.61561	1.04374

Πίνακας 36 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας χρόνου στήριξης (sec)

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence				
					Interval of the				
					Lower	Upper			
Pair 1	Without - Orthotic 1	-.8373	2.6500	0.76501	-2.52116	0.84641	-1.095	11	0.297
Pair 2	Without - Orthotic 2	-1.1779	4.1236	1.19040	-3.79798	1.44213	-0.990	11	0.344
Pair 3	Orthotic 1 - Orthotic 2	-.3405	3.0770	0.88826	-2.29560	1.61450	-0.383	11	0.709

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων παρατηρήθηκε μη στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας χρόνου στήριξης μεταξύ του

without ($M = 3.4469$, $SD = 3.53621$) και του Orthotic 1 ($M = 4.2843$, $SD = 2.95201$); $t(11) = -1,095$, $p = 0,297$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας χρόνου στήριξης μεταξύ του without ($M = 3.4469$, $SD = 3.53621$) και του Orthotic 2 ($M = 4.6248$, $SD = 3.61561$); $t(11) = -0.99$, $p = 0,344$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας χρόνου στήριξης μεταξύ του orthotic 1 ($M = 4.2843$, $SD = 2.95201$) και orthotic 2 ($M = 4.6248$, $SD = 3.61561$); $t(11) = -0,383$, $p = 0,709$.

Χρόνος αιώρησης – Swing time

Ο έλεγχος της κανονικότητας της μεταβλητής του χρόνου αιώρησης ελέγχθηκε επίσης με το στατιστικό τεστ Sapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p > 0,05$) (Παράρτημα 16). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t -test).

Η μηδενική υπόθεση (H_0) ήταν ότι οι μέσες τιμές του χρόνου αιώρησης πριν τη εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα ήταν ίσες. Η εναλλακτική υπόθεση (H_1) ήταν ότι οι μέσες τιμές του χρόνου αιώρησης πριν την εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος (without) και μετά την εφαρμογή του orthotic 1 και orthotic 2 για τον Non-affected και Affected άκρο πόδα δεν ήταν ίσες.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων του χρόνου αιώρησης για τον Affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 37 και 38.

Πίνακας 37 Περιγραφική στατιστική χρόνου αιώρησης (sec) Affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Affected Orthotic 1	0.4150	12	0.11286	0.03258
	Affected Without	0.4150	12	0.12266	0.03541
Pair 2	Affected Orthotic 2	0.4433	12	0.09921	0.02864
	Affected Without	0.4150	12	0.12266	0.03541
Pair 3	Affected Orthotic 2	0.4433	12	0.09921	0.02864
	Affected Orthotic 1	0.4150	12	0.11286	0.03258

Πίνακας 38 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου αιώρησης (sec) Affected άκρου πόδα

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence				
					Interval of the				
					Lower	Upper			
Pair 1	Affected Orthotic 1 - Affected Without	0	0.14289	0.04125	-0.09079	0.09079	0	11	1
Pair 2	Affected Orthotic 2 - Affected Without	0.02833	0.13030	0.03762	-0.05446	0.11112	0.753	11	0.467
Pair 3	Affected Orthotic 2 - Affected Orthotic 1	0.02833	0.13155	0.03798	0-.05525	0.11192	0.746	11	0.471

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο αιώρησης μεταξύ του Affected orthotic 1 ($M = 0.4150$, $SD = 0.11286$) και Affected without ($M = 0.4150$, $SD = 0.12266$); $t(11) = 0$, $p = 1$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο αιώρησης μεταξύ του Affected orthotic 2 ($M = 0.4433$, $SD = 0.09921$) και Affected without ($M = 0.4150$, $SD = 0.12266$); $t(11) = 0.467$, $p = 0.606$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο αιώρησης μεταξύ του Affected orthotic 2 ($M = 0.4433$, $SD = 0.09921$) και Affected Orthotic 1 ($M = 0.4150$, $SD = 0.11286$); $t(11) = -0.746$, $p = 0.471$.

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των μετρήσεων του χρόνου αιώρησης για τον Non-affected άκρο πόδα παρουσιάζονται στους Πίνακες 39 και 40.

Πίνακας 39 Περιγραφική στατιστική χρόνου αιώρησης (sec) Non-affected άκρου πόδα

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Non-affected Orthotic 1	0.3700	12	0.12799	0.03695
	Non-affected Without	0.3917	12	0.12848	0.03709
Pair 2	Non-affected Orthotic 2	0.3850	12	0.14305	0.04130
	Non-affected Without	0.3917	12	0.12848	0.03709
Pair 3	Non-affected Orthotic 2	0.3850	12	0.14305	0.04130
	Non-affected Orthotic 1	0.3700	12	0.12799	0.03695

Πίνακας 40 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης χρόνου αιώρησης (sec) Non-affected άκρου πόδα

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Non-affected Orthotic 1 – Non-affected Without	-0.02167	0.15925	0.04597	-0.12285	0.07952	-0.471	11	0.64
Pair 2	Non-affected Orthotic 2 – Non-affected Without	-0.00667	0.19359	0.05589	-0.12967	0.11634	-0.119	11	0.90
Pair 3	Non-affected Orthotic 2 - Non-affected Orthotic 1	0.01500	0.20079	0.05796	-0.11258	0.14258	0.259	11	0.80

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο αιώρησης μεταξύ του Non-affected orthotic 1 ($M = 0.3700$, $SD = 0.12799$) και Non-affected Without ($M = 0.3917$, $SD = 0.12848$); $t(11) = -0,471$, $p = 0,64$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο αιώρησης μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 0.3850$, $SD = 0.14305$) και Non-affected without ($M = 0.3917$, $SD = 0.12848$); $t(11) = -0,119$, $p = 0,9$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον χρόνο αιώρησης μεταξύ του Non-affected orthotic 2 ($M = 0.3850$, $SD = 0.14305$) και Non-affected Orthotic 1 ($M = 0.3700$, $SD = 0.12799$); $t(11) = 0,259$, $p = 0,8$.

Ο έλεγχος της κανονικότητας της μεταβλητής του δείκτη ασυμμετρίας χρόνου αιώρησης ελέγχθηκε με το στατιστικό τεστ Shapiro – Wilk κι έδειξε ότι η κατανομή ήταν κανονική ($p > 0,05$) (Παράρτημα 17). Οπότε για τον στατιστικό έλεγχο χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο t για εξαρτημένα δείγματα (paired samples t -test). Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης του δείκτη ασυμμετρίας παρουσιάζονται στους Πίνακες 41 και 42.

Πίνακας 41 Περιγραφική στατιστική δείκτη ασυμμετρίας χρόνου αιώρησης (sec)

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Without	43	12	41.8	12.1
	Orthotic 1	48.1	12	34.5	10
Pair 2	Without	43	12	41.8	12.1
	Orthotic 2	39.7	12	30.5	8.8
Pair 3	Orthotic 1	48.1	12	34.5	10
	Orthotic 2	39.7	12	30.5	8.8

Πίνακας 42 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης δείκτη ασυμμετρίας χρόνου αιώρησης (sec)

		Paired Differences					t	df	p
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Without - Orthotic 1	-5.14	47.81	13.8	-35.5	25.2	-0.373	11	0.717
Pair 2	Without - Orthotic 2	3.33	50.7	14.64	-28.9	35.54	0.227	11	0.824
Pair 3	Orthotic 1 - Orthotic 2	8.47	45.43	13.12	-20.4	37.3	0.646	11	0.532

Από την στατιστική ανάλυση των μετρήσεων παρατηρήθηκε μη στατιστικά σημαντική διαφορά ως τον δείκτη ασυμμετρίας χρόνου αιώρησης μεταξύ του without ($M = 43$, $SD = 41,8$) και του Orthotic 1 ($M = 48,1$, $SD = 34,5$); $t(11) = -0,373$, $p = 0,717$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας χρόνου αιώρησης μεταξύ του without ($M = 43$, $SD = 41,8$) και του Orthotic 2 ($M = 39,7$, $SD = 30,5$); $t(11) = -0,227$, $p = 0,824$.

Δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ως προς τον δείκτη ασυμμετρίας χρόνου αιώρησης μεταξύ του orthotic 1 ($M = 48,1$, $SD = 34,5$) και orthotic 2 ($M = 39,7$, $SD = 30,5$); $t(11) = -0,646$, $p = 0,532$.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η επιρροή διαφορετικών εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων στην μεταταρσαλγία. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ ενός εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος που κατασκευάστηκε βάσει της μορφολογίας του πέλματος με μορφολογικό πελματογράφο με ακίδες κι ενός άλλου εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος που η λήψη της μορφολογίας του πέλματος έγινε με αφρό αποτυπώματος πέλματος. Ελέγχθηκε υποκειμενικά η επιρροή του κάθε εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος μέσω της εμφάνισης πόνου στην περιοχή των μεταταρσίων και αντικειμενικά μέσω της κατανομής της πελματιαίας πίεσης στη συγκεκριμένη ανατομική περιοχή.

Η μελέτη των αποτελεσμάτων των μεταβλητών της μέγιστης πίεσης, της πίεσης, της μέγιστης δύναμης μεταταρσίων, του ρυθμού, του χρόνου διασκελισμού, του χρόνου στήριξης, χρόνου αιώρησης και του δείκτη συμμετρίας δεν μπόρεσαν να καταλήξουν με σαφήνεια ποια από τα δύο εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα υπερείχε

καθώς δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Ωστόσο παρατηρήθηκε μια μικρή υπεροχή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος που κατασκευάστηκε βάσει του μορφολογικού πελματογράφου με ακίδες (orthotic 1) σε σχέση με το εξατομικευμένο ορθωτικό πέλμα που κατασκευάστηκε βάσει του αφρού αποτυπώματος πέλματος (orthotic 2) σε όλες τις μεταβλητές που μελετήθηκαν. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η εφαρμογή του orthotic 1 βελτίωσε αρκετά τη συμμετρία της βάδισης σε σχέση με το orthotic 2. Όσον αφορά την υποκειμενική ανάλυση, οι εξεταζόμενοι ανέφεραν προφορικά ότι ένιωσαν ότι και τα δύο εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα προσέφεραν μια «ανακούφιση από τον πόνο» στην περιοχή των μεταταρσίων.

Αρκετοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με την μελέτη πελματιαίων παραμέτρων για διαφορετικούς τύπους ορθωτικών πελμάτων (Chang et al., 2012; Stolwijk et al., 2011). Εξαιτίας των διαφορετικών μεθόδων αξιολόγησης της κατανομής της πελματιαίας πίεσης είναι δύσκολη ή άμεση σύγκριση μεταξύ των ερευνών. Ο Posema και οι συνεργάτες του (1998) μελέτησαν 42 ασθενείς με ιστορικό πρωτογενούς μεταταρσαλγίας. Το θεραπευτικό πρωτόκολλο περιλάμβανε την εφαρμογή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων και επιθεμάτων μεταταρσίων. Παρατήρησαν ότι και οι δύο θεραπευτικές προσεγγίσεις ελάττωσαν την μέγιστη πίεση στην περιοχή των μεταταρσίων. Οπότε και οι δύο τεχνικές θεωρήθηκαν ότι μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν εξίσου στην θεραπεία της μεταταρσαλγίας. Συγκεκριμένα, τα επιθέματα μεταταρσίων ελάττωσαν την πελματιαία πίεση κατά 15,7% και τα εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα κατά 18,2%.

Υπάρχουν μελέτες οι οποίες δεν κατέληξαν σε στατιστικά σημαντικά δεδομένα ως προς την μελέτη της κατανομής πελματιαίας πίεσης σε συγκεκριμένη ανατομική περιοχή, όπως η παρούσα μελέτη. Ο Schuh και οι συνεργάτες του (2014) εξέτασαν 22

άτομα και σύγκριναν την κατανομή της πελματιαίας πίεσης μεταξύ δύο κατηγοριών σανδαλιών και ενός φυσιολογικού υποδήματος και κατέληξαν σε μη στατιστικά σημαντικές διαφορές για την περιοχή του μέσου άκρου πόδα

Υπάρχει ένας αριθμός πιθανών περιορισμών που σχετίζονται με την παρούσα μελέτη. Αρχικά, συμπεριλήφθηκαν κάποιοι εξεταζόμενοι με αμφοτερόπλευρη μεταταρσαλγία. Επιπλέον, ο σχεδιασμός και η κατασκευή των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων δεν πραγματοποιήθηκαν από τον ερευνητή αλλά από του τεχνικούς των εργαστηρίων κατασκευής ορθωτικών πελμάτων. Επίσης, τα υλικά από τα οποία κατασκευάστηκαν τα εξατομικευμένα ορθωτικά πέλματα ήταν παραπλήσιας και όχι ίδιας σκληρότητας. Επιπροσθέτως, οι εξεταζόμενοι δεν χρησιμοποίησαν υποδήματα με τυποποιημένα χαρακτηριστικά αλλά ο κάθε εξεταζόμενος χρησιμοποίησε τα προσωπικά του υποδήματα για τις μετρήσεις. Τέλος, το μικρό δείγμα περιόρισε τη δυνατότητα εξαγωγής χρήσιμων αποτελεσμάτων

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της παρούσης μελέτης δεν κατέληξαν σε κάποιο εμπεριστατωμένο αποτέλεσμα ως προς την ελάττωση της πελματιαίας πίεσης στην περιοχή του πρόσθιου άκρου πόδα σε ασθενείς με μεταταρσαλγία μετά την εφαρμογή δύο εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων κατασκευασμένοι από λήψη της μορφολογίας του πέλματος είτε με μορφολογικό πελματογράφο με ακίδες είτε με αφρό αποτυπώματος πέλματος. Παρατηρήθηκε βελτίωση στη συμμετρία της βάδισης με την εφαρμογή του εξατομικευμένου ορθωτικού πέλματος βάσει μορφολογικού πελματογράφου. Μελλοντική μελέτη με μεγαλύτερο δείγμα ίσως αποδείξει στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για τον ευρύτερο πληθυσμό.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Albano, D., Bonifacini, C., Zannoni, S., Bernareggi, S., Messina, C., Galia, M., & Sconfienza, L. M. (2021). Plantar forefoot pain: ultrasound findings before and after treatment with custom-made foot orthoses. *Radiologia Medica*, 126(7), 963–970. <https://doi.org/10.1007/s11547-021-01354-8>
- Allan, J. J., Munteanu, S. E., Bonanno, D. R., Buldt, A. K., Choppin, S., Bullas, A., Pearce, N., & Menz, H. B. (2023). Methodological and statistical approaches for the assessment of foot shape using three-dimensional foot scanning: a scoping review. *Journal of Foot and Ankle Research*, 16(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s13047-023-00617-z>
- Amfit Inc. (2023). *Contact digitizer*. Amfit. <https://myfeet.gr/index.php/el/products-el>
- Aronow, M. S., Diaz-Doran, V., Sullivan, R. J., & Adams, D. J. (2006). The Effect of Triceps Surae Contracture Force on Plantar Foot Pressure Distribution. *Foot & Ankle International*, 27(1), 43–52.
- Barouk, P. (2014). Recurrent metatarsalgia. *Foot and Ankle Clinics*, 19(3), 407–424. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2014.06.005>
- Boonstra, A. M., Schiphorst Preuper, H. R., Reneman, M. F., Posthumus, J. B., Stewart, R. E., & Friesland, R. (2008). Reliability and validity of the visual analogue scale for disability in patients with chronic musculoskeletal pain. *International Journal of Rehabilitation Research*, 31(2), 165–169.
- Cazeau, C., & Stiglitz, Y. (2014). Effects of gastrocnemius tightness on forefoot during gait. *Foot and Ankle Clinics*, 19(4), 649–657. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2014.08.003>
- Chang, B. C., Liu, D. H., Chang, J. L., Lee, S. H., & Wang, J. Y. (2014). Plantar pressure analysis of accommodative insole in older people with metatarsalgia. *Gait and Posture*, 39(1), 449–454. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.08.027>
- Chang, B. C., Wang, J. Y., Huang, B. S., Lin, H. Y., & Lee, W. C. C. (2012). Dynamic impression insole in rheumatoid foot with metatarsal pain. *Clinical Biomechanics*, 27(2), 196–201. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.08.005>
- Collings, R., Freeman, J., Latour, J. M., & Paton, J. (2021). Footwear and insole design features for offloading the diabetic at risk foot—A systematic review and meta-analyses. *Endocrinology, Diabetes and Metabolism*, 4(1), 1–18. <https://doi.org/10.1002/edm2.132>
- Cortina, R. E., Morris, B. L., & Vopat, B. G. (2018). Gastrocnemius Recession for Metatarsalgia. *Foot and Ankle Clinics*, 23(1), 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2017.09.006>

- Deshaies, A., Roy, P., Symeonidis, P. D., LaRue, B., Murphy, N., & Anctil, É. (2011). Metatarsal bars more effective than metatarsal pads in reducing impulse on the second metatarsal head. *The Foot*, 21(4), 172–175. <https://doi.org/10.1016/j.foot.2011.05.001>
- Doxey, G. E. (1985). Management of Metatarsalgia with Foot Orthotics. *The Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 6(6), 324–333. <https://doi.org/10.2519/jospt.1985.6.6.324>
- Duerinck, S., Hagman, F., Jonkers, I., Van Roy, P., & Vaes, P. (2014). Forefoot deformation during stance: Does the forefoot collapse during loading? *Gait and Posture*, 39(1), 40–47. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.05.021>
- Escamilla-martínez, E., Gómez-martín, B., Fernández-Seguín, L. M., Martínez-nova, A., Pedrera-Zamorano, J. D., & Sánchez-rodríguez, R. (2020). Longitudinal analysis of plantar pressures with wear of a running shoe. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 2–8. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051707>
- Espinosa, N., Maceira, E., & Myerson, M. S. (2008). Current concept review: Metatarsalgia. *Foot and Ankle International*, 29(8), 871–879. <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0000X>
- Farhan, M., Wang, J. Z., Bray, P., Burns, J., & Cheng, T. L. (2021). Comparison of 3D scanning versus traditional methods of capturing foot and ankle morphology for the fabrication of orthoses: a systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*, 14(1), 2–11. <https://doi.org/10.1186/s13047-020-00442-8>
- Federer, A. E., Tainter, D. M., Adams, S. B., & Schweitzer, K. M. (2018). Conservative Management of Metatarsalgia and Lesser Toe Deformities. *Foot and Ankle Clinics*, 23(1), 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2017.09.003>
- Fleischli, J. G., Laughlin, T. J., Lavery, L. A., Shah, B., Lanctot, D., Agrawal, C. M., & Athanasiou, K. (1998). The effects of diabetes mellitus on the material properties of human metatarsal bones. *Journal of Foot and Ankle Surgery*, 37(3), 195–198. [https://doi.org/10.1016/S1067-2516\(98\)80110-5](https://doi.org/10.1016/S1067-2516(98)80110-5)
- Greisberg, J., Prince, D., & Sperber, L. (2010). First ray mobility increase in patients with metatarsalgia. *Foot and Ankle International*, 31(11), 954–958. <https://doi.org/10.3113/FAI.2010.0954>
- Hähni, M., Hirschmüller, A., & Baur, H. (2016). The effect of foot orthoses with forefoot cushioning or metatarsal pad on forefoot peak plantar pressure in running. *Journal of Foot and Ankle Research*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13047-016-0176-z>
- Hsi, W. L., Kang, J. H., & Lee, X. X. (2005). Optimum position of metatarsal pad in metatarsalgia for pressure relief. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(7), 514–520. <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000167680.70092.29>
- Jahss, M. (1982). Arch supports and miscellaneous devices. In M. Jahss (Ed.), *Disorders of the Foot* (Vol. 2, pp. 1736–1738). WB Saunders.

- Jastifer, J. R., & Marston, J. (2016). Gastrocnemius Contracture in Patients with and Without Foot Pathology. *Foot and Ankle International*, 37(11), 1165–1170. <https://doi.org/10.1177/1071100716659749>
- Kang, J. H., Chen, M. Der, Chen, S. C., & Hsi, W. L. (2006). Correlations between subjective treatment responses and plantar pressure parameters of metatarsal pad treatment in metatarsalgia patients: A prospective study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 7(95), 1–8. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-7-95>
- Keenan, A. M., Redmond, A. C., Horton, M., Conaghan, P. G., & Tennant, A. (2007). The Foot Posture Index: Rasch Analysis of a Novel, Foot-Specific Outcome Measure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(1), 88–93. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.005>
- Kermen, E., & Mohammadi, H. (2021). Mechanics of foot orthotics: material properties. *Journal of Medical Engineering and Technology*, 45(8), 627–641. <https://doi.org/10.1080/03091902.2021.1940332>
- Ki, S. W., Leung, A. K. L., & Li, A. N. M. (2008). Comparison of plantar pressure distribution patterns between foot orthoses provided by the CAD-CAM and foam impression methods. *Prosthetics and Orthotics International*, 32(3), 356–362. <https://doi.org/10.1080/03093640802016159>
- Kirtley, C. (2006). *Clinical Gait Analysis. Theory and Practice*. Churchill-Livingstone, Elsevier.
- Laughton, C., McClay Davis, I., & Williams, D. S. (2002). A Comparison of Four Methods of Obtaining a Negative Impression of the Foot. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 92(5), 261–268.
- Lopez, V., & Slullitel, G. (2019). Metatarsalgia: Assessment Algorithm and Decision Making. In *Foot and Ankle Clinics* (Vol. 24, Issue 4, pp. 561–569). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2019.08.006>
- Luo, Z.-P., Berglund, L. J., & An, K.-N. (1998). Validation of F-Scan pressure sensor system : A technical note. 4) *Department of Veterans Affairs Journal of Rehabilitation Research and Development*, 35(2), 186–191.
- Malta, J. N., Martins, J., Azenha, A., & Lemos Pereira, P. (2022). Diagnostic and Therapeutic Challenge of Metatarsalgia in a Patient With Rheumatoid Arthritis. *Cureus*, 14(1), 1–5. <https://doi.org/10.7759/cureus.21751>
- Männikkö, K., & Sahlman, J. (2017). The Effect of Metatarsal Padding on Pain and Functional Ability in Metatarsalgia. *Scandinavian Journal of Surgery*, 106(4), 332–337. <https://doi.org/10.1177/1457496916683090>
- Menz, H. B., Fotoohabadi, M. R., Munteanu, S. E., Zammit, G. V., & Gilheany, M. F. (2013). Plantar pressures and relative lesser metatarsal lengths in older people with

- and without forefoot pain. *Journal of Orthopaedic Research*, 31(3), 427–433.
<https://doi.org/10.1002/jor.22229>
- Nurse, M. A., Hulliger, M., Wakeling, J. M., Nigg, B. M., & Stefanyshyn, D. J. (2005). Changing the texture of footwear can alter gait patterns. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(5), 496–506. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2004.12.003>
- Posema, K., Zande, M. E. V. D., & Limbeek, J. V. (1998). Primary metatarsalgia: the influence of a custom moulded insole and a rockerbar on plantar pressure. *Prosthetics and Orthotics International*, 22.
- Root, M., Weed, J., & Orien, W. (1971). *Neutral Position Casting Techniques* (Vol. 3). Clinical Biomechanics Corporation.
- Schein Orthopädie Service KG. (2023). *Foam impression box*. Schein Orthopädie Service KG. <https://www.schein.de/>
- Schuh, R., Seegmueller, J., Wanivenhaus, A. H., Windhager, R., & Sabeti-Aschraf, M. (2014). Comparison of plantar-pressure distribution and clinical impact of anatomically shaped sandals, off-the-shelf sandals and normal walking shoes in patients with central metatarsalgia. *International Orthopaedics*, 38(11), 2281–2288.
<https://doi.org/10.1007/s00264-014-2508-6>
- Simonsen, M. B., Hirata, R. P., Næsborg-Andersen, K., Leutscher, P. D. C., Hørslev-Petersen, K., Woodburn, J., & Andersen, M. S. (2022). Different types of foot orthoses effect on gait mechanics in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of Biomechanics*, 139. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110496>
- Stolwijk, N. M., Louwerens, J. W. K., Nienhuis, B., Duysens, J., & Keijsers, N. L. W. (2011). Plantar pressure with and without custom insoles in patients with common foot complaints. *Foot and Ankle International*, 32(1), 57–65.
<https://doi.org/10.3113/FAI.2011.0057>
- Tekscan Inc. (2023). *F-Scan*. Tekscan . <https://myfeet.gr/index.php/en/tekscan-fscan>
- Telfer, S., Gibson, K. S., Hennessy, K., Steultjens, M. P., & Woodburn, J. (2012). Computer-aided design of customized foot orthoses: Reproducibility and effect of method used to obtain foot shape. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(5), 863–870. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.12.019>
- Webster, J. B., & Darter, B. J. (2018). Principles of Normal and Pathologic Gait. In *Atlas of Orthoses and Assistive Devices, Fifth Edition* (pp. 49-62.e1). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-48323-0.00004-4>
- Xu, R., Wang, Z., Ren, Z., Ma, T., Jia, Z., Fang, S., & Jin, H. (2019). Comparative study of the effects of customized 3D printed insole and prefabricated insole on plantar pressure and comfort in patients with symptomatic flatfoot. *Medical Science Monitor*, 25, 3510–3519. <https://doi.org/10.12659/MSM.916975>

- Yang, Z., Cui, C., Wan, X., Zheng, Z., Yan, S., Liu, H., Qu, F., & Zhang, K. (2022). Design feature combinations effects of running shoe on plantar pressure during heel landing: A finite element analysis with Taguchi optimization approach. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.959842>
- Zulkifli, S. S., & Loh, W. P. (2020). A state-of-the-art review of foot pressure. In *Foot and Ankle Surgery* (Vol. 26, Issue 1, pp. 25–32). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2018.12.005>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου σε ερευνητική εργασία

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας: Σύγκριση της κατανομής πελματιαίας πίεσης εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων σε ασθενείς με μεταταρσαλγία.

Επιστημονικός Υπεύθυνος-η: Ιωάννης Γιάκας, Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ, ΠΘ

Ερευνητές: Ευστράτιος Ζολώτας

1. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Σκοπός της ερευνητικής εργασίας είναι να συγκρίνει ποια μέθοδος συλλογής δεδομένων είναι αποτελεσματικότερη για την κατασκευή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων που στοχεύουν στην αποφόρτιση της περιοχής των μεταταρσίων, έχοντας ως επακόλουθο την ελάττωση ή/και την εξάλειψη της μεταταρσαλγίας.

2. Διαδικασία

Οι συμμετέχοντες θα προσέλθουν σε ιδιωτικό ποδολογικό – ποδιατρικό κέντρο όπου έμπειρος ποδολόγος – ποδίατρος θα τους πάρει το αποτύπωμα του πέλματός τους με δύο διαφορετικές τεχνικές για την κατασκευή εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων. Η πρώτη τεχνική περιλαμβάνει τη χρήση πελματογράφου μορφολογίας και η δεύτερη τη χρήση αφρού αποτυπώματος πέλματος. Μετά την κατασκευή των ορθωτικών πελμάτων, οι συμμετέχοντες θα προσέλθουν πάλι στο ποδολογικό – ποδιατρικό κέντρο όπου θα γίνουν οι ακόλουθες μετρήσεις. Θα μετρηθεί η πελματική πίεση κατά τη διάρκεια της βάδισης με τα καθημερινά τους υποδήματα καθώς και με τη χρήση των εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων που θα τοποθετηθούν μέσα σε αυτά. Η μέτρηση της πελματικής πίεσης θα γίνει με ειδικούς αισθητήρες που θα τοποθετηθούν στο εσωτερικό των υποδημάτων.

3. Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Δεν υπάρχει κάποιος κίνδυνος κατά τη διάρκεια της συμμετοχής σας στη μελέτη.

4. Προσδοκώμενες ωφέλειες

Με την συμμετοχή θα παραλάβετε ΔΩΡΕΑΝ δύο ζευγάρια εξατομικευμένων ορθωτικών πελμάτων που θα σας βοηθήσουν στην αντιμετώπιση της μεταταρσαλγίας.

5. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

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

6. Πληροφορίες

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή την διαδικασία της εργασίας. Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση ζητήστε μας να σας δώσουμε διευκρινίσεις.

7. Ελευθερία συναίνεσης

Η συμμετοχή σας στην εργασία είναι εθελοντική. Είστε ελεύθερος-η να μην συναινέσετε ή να διακόψετε τη συμμετοχή σας όποτε το επιθυμείτε.

8. Δήλωση συναίνεσης

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα ακολουθήσω. Συναινώ να συμμετάσχω στην ερευνητική εργασία.

Ημερομηνία: __/__/__

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή συμμετέχοντος

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή ερευνητή

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή γονέα ή κηδεμόνα

Παράρτημα 2

THE FOOT POSTURE INDEX[®]

FPI-6

Reference Sheet

The patient should stand in their relaxed stance position with double limb support. The patient should be instructed to stand still, with their arms by the side and looking straight ahead. It may be helpful to ask the patient to take several steps, marching on the spot, prior to settling into a comfortable stance position. During the assessment, it is important to ensure that the patient does not swivel to try to see what is happening for themselves, as this will significantly affect the foot posture. The patient will need to stand still for approximately two minutes in total in order for the assessment to be conducted. The assessor needs to be able to move around the patient during the assessment and to have uninterrupted access to the posterior aspect of the leg and foot.

If an observation cannot be made (e.g. because of soft tissue swelling) simply miss it out and indicate on the datasheet that the item was not scored.

If there is genuine doubt about how high or low to score an item, always use the more conservative score.

Rearfoot Score	-2	-1	0	1	2
Talar head palpation	Talar head palpable on lateral side; but not on medial side	Talar head palpable on lateral side; slightly palpable on medial side	Talar head equally palpable on lateral and medial side	Talar head slightly palpable on lateral side; palpable on medial side	Talar head not palpable on lateral side; but palpable on medial side
Curves above and below the malleoli	Curve below the malleolus either straight or convex	Curve below the malleolus concave, but flatter; ~~more~~ <u>shallower</u> than the curve above the malleolus	Both infra and supra malleolar curves roughly equal	Curve below malleolus more concave than curve above malleolus	Curve below malleolus markedly more concave than curve above malleolus
Calcaneal inversion/eversion	More than an estimated 5° inverted (varus)	Between vertical and an estimated 5° inverted (varus)	Vertical	Between vertical and an estimated 5° everted (valgus)	More than an estimated 5° everted (valgus)
Forefoot Score	-2	-1	0	1	2
Talonavicular congruence	Area of T4J markedly concave	Area of T4J slightly, but definitely concave	Area of T4J flat	Area of T4J bulging slightly	Area of T4J bulging markedly
Medial arch height	Arch high and acutely angled towards the posterior end of the medial arch	Arch moderately high and slightly acute posteriorly	Arch height normal and concentrically curved	Arch lowered with some flattening in the central portion	Arch very low with severe flattening in the central portion – arch making ground contact
Forefoot ab/adduction	No lateral toes visible. Medial toes clearly visible	Medial toes clearly more visible than lateral	Medial and lateral toes equally visible	Lateral toes clearly more visible than medial	No medial toes visible. Lateral toes clearly visible

For further information, manuals and extra data sheets see: www.leeds.ac.uk/medicine/F&STER/FPI/

Foot Posture Index Datasheet

Patientname	ID number
--------------------	------------------

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date_____	Comment_____	Date_____	Comment_____	Date_____	Comment_____
			Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2
Pronated	Fore foot palpation	Transverse						
	Curves above and below the lateral malleolus	Frontal/ Transverse						
	Inversion/eversion of the calcaneus	Frontal						
Normal	Pronation in the region of the TMJ	Transverse						
	Concurrence of the medial longitudinal arch	Sagittal						
	Ab/adduction (a) of foot on heel/heel	Transverse						
TOTAL								

Reference values
 Normal = 0 to +3
 Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+
 Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

B-Jones, Palmer, 1988
 (May be copied for clinical use and adapted
 with the permission of the copyright holder)
www.leeds.ac.uk/medicine/PAST/EP/FP/

Foot Posture Index Datasheet

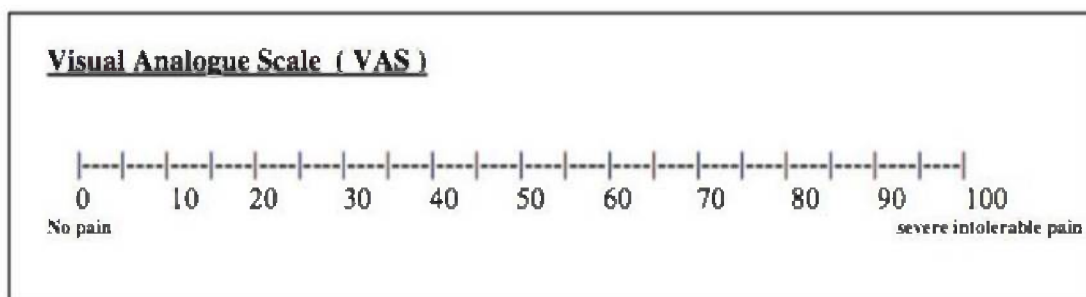
Patientname	ID number
--------------------	------------------

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date_____	Comment_____	Date_____	Comment_____	Date_____	Comment_____
			Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2	Left -2 to +2	Right -2 to +2
Pronated	Fore foot palpation	Transverse						
	Curves above and below the lateral malleolus	Frontal/ Transverse						
	Inversion/eversion of the calcaneus	Frontal						
Normal	Pronation in the region of the TMJ	Transverse						
	Concurrence of the medial longitudinal arch	Sagittal						
	Ab/adduction (a) of foot on heel/heel	Transverse						
TOTAL								

Reference values
 Normal = 0 to +3
 Pronated = +6 to +9, Highly pronated 10+
 Supinated = -1 to -4, Highly supinated -5 to -12

B-Jones, Palmer, 1988
 (May be copied for clinical use and adapted
 with the permission of the copyright holder)
www.leeds.ac.uk/medicine/PAST/EP/FP/

Παράρτημα 3



Παράρτημα 4

Έλεγχος κανονικότητας μέγιστης πίεσης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Affected without	0.322	12	0.001	0.679	12	0.001
Non-affected without	0.245	12	0.044	0.769	12	0.004
Affected orthotic 1	0.328	12	0.001	0.601	12	0.000
Non-affected orthotic 1	0.303	12	0.003	0.740	12	0.002
Affected orthotic 2	0.310	12	0.002	0.639	12	0.000
Non-Affected orthotic 2	0.172	12	0.200*	0.883	12	0.094

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 5

Έλεγχος κανονικότητας δείκτη συμμετρίας μέγιστης πίεσης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Without	0.154	12	0.200*	0.951	12	0.659
Orthotic 1	0.264	12	0.020	0.854	12	0.041
Orthotic 2	0.217	12	0.126	0.901	12	0.163

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 6

Έλεγχος κανονικότητας πίεσης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Affected without	0.347	12	0.000	0.629	12	0.000
Non-affected without	0.254	12	0.031	0.821	12	0.016
Affected orthotic 1	0.328	12	0.001	0.557	12	0.000
Non-affected orthotic 1	0.224	12	0.097	0.881	12	0.090
Affected orthotic 2	0.293	12	0.005	0.668	12	0.000
Non-affected orthotic 2	0.118	12	0.200*	0.970	12	0.915

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 7

Έλεγχος κανονικότητας δείκτη συμμετρίας πίεσης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Without	0.165	12	0.200*	0.911	12	0.218
Orthotic 1	0.246	12	0.043	0.863	12	0.054
Orthotic 2	0.149	12	0.200*	0.911	12	0.218

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 8

Έλεγχος κανονικότητας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Affected without	0.231	12	0.077	0.895	12	0.135
Non-affected without	0.187	12	0.200*	0.915	12	0.249
Affected orthotic 1	0.188	12	0.200*	0.930	12	0.384
Non-affected orthotic 1	0.161	12	0.200*	0.971	12	0.916
Affected orthotic 2	0.182	12	0.200*	0.926	12	0.340
Non-affected orthotic 2	0.186	12	0.200*	0.942	12	0.522

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 9

Έλεγχος κανονικότητας δείκτη συμμετρίας μέγιστης δύναμης μεταταρσίων

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Without	0.183	12	0.200*	0.893	12	0.128
Orthotic 1	0.153	12	0.200*	0.932	12	0.398
Orthotic 2	0.239	12	0.058	0.894	12	0.134

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 10

Έλεγχος κανονικότητας ρυθμού

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Affected without	0.192	12	0.200*	0.903	12	0.175
Non-affected without	0.163	12	0.200*	0.952	12	0.668
Affected orthotic 1	0.193	12	0.200*	0.939	12	0.490
Non-affected orthotic 1	0.132	12	0.200*	0.968	12	0.892
Affected orthotic 2	0.130	12	0.200*	0.982	12	0.992
Non-affected orthotic 2	0.124	12	0.200*	0.986	12	0.998

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 11

Έλεγχος κανονικότητας δείκτη συμμετρίας ρυθμού

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Without	0.211	12	0.147	0.918	12	0.269
Orthotic 1	0.163	12	0.200*	0.893	12	0.128
Orthotic 2	0.147	12	0.200*	0.941	12	0.508

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 12

Έλεγχος κανονικότητας χρόνου διασκελισμού

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Affected Without	0.141	12	0.200*	0.978	12	0.975
Non-affected Without	0.164	12	0.200*	0.928	12	0.357
Affected Orthotic 1	0.155	12	0.200*	0.909	12	0.210
Non-affected Orthotic 1	0.171	12	0.200*	0.931	12	0.391
Affected Orthotic 2	0.143	12	0.200*	0.953	12	0.676
Non-affected Orthotic 2	0.212	12	0.144	0.871	12	0.067

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 13

Έλεγχος κανονικότητας δείκτη συμμετρίας χρόνου διασκελισμού

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Without	0.218	12	0.120	0.835	12	0.024
Orthotic 1	0.141	12	0.200*	0.937	12	0.456
Orthotic 2	0.313	12	0.002	0.694	12	0.001

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 14

Έλεγχος κανονικότητας χρόνου στήριξης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Affected Without	0.163	12	0.200*	0.929	12	0.369
Non-affected Without	0.215	12	0.131	0.851	12	0.038
Affected Orthotic 1	0.207	12	0.165	0.854	12	0.041
Non-affected Orthotic 1	0.144	12	0.200*	0.941	12	0.511
Affected Orthotic 2	0.129	12	0.200*	0.933	12	0.411
Non-affected Orthotic 2	0.193	12	0.200*	0.857	12	0.044

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 15

Έλεγχος κανονικότητας δείκτη συμμετρίας χρόνου στήριξης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Without	0.179	12	0.200*	0.854	12	0.042
Orthotic 1	0.164	12	0.200*	0.947	12	0.589
Orthotic 2	0.227	12	0.087	0.862	12	0.052

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 16

Έλεγχος κανονικότητας χρόνου αιώρησης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Affected Without	0.183	12	0.200*	0.928	12	0.355
Non-affected Without	0.245	12	0.045	0.868	12	0.061
Affected Orthotic 1	0.184	12	0.200*	0.934	12	0.427
Non-affected Orthotic 1	0.151	12	0.200*	0.910	12	0.213
Affected Orthotic 2	0.227	12	0.087	0.907	12	0.194
Non-affected Orthotic 2	0.102	12	0.200*	0.972	12	0.928

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Παράρτημα 17

Έλεγχος κανονικότητας δείκτη συμμετρίας χρόνου αιώρησης

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Without	0.220	12	0.113	0.874	12	0.073
Orthotic 1	0.134	12	0.200*	0.926	12	0.339
Orthotic 2	0.183	12	0.200*	0.903	12	0.172

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction