



Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Φυσικοθεραπείας

Πτυχιακή Εργασία με Θέμα:

**«Έλεγχος Αξιοπιστίας και Εγκυρότητας παραμέτρων βάδισης με
χρήση δαπεδοεργομέτρου H/P cosmos Pluto Med»**

Φοιτητές: Σπυρίδων Μπέτσης, Ζωή Δελή

**Εισηγητής: Νικόλαος Στριμπάκος, Καθηγητής Α΄ βαθμίδας Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας Τμήμα Φυσικοθεραπείας**

Λαμία, 2023

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Εισαγωγή: Στο πλαίσιο της φυσικοθεραπευτικής παρέμβασης, η ανάλυση της βάδισης προσφέρει πολύτιμη πληροφορία για την αξιολόγηση των ασθενών. Επομένως, υπάρχει ανάγκη για ένα εργαλείο που αξιολογεί τη βάδιση με έγκυρο και αξιόπιστο τρόπο. Το δαπεδοεργόμετρο H/P Cosmos Pluto Med μετρά χωροχρονικές παραμέτρους αλλά και παραμέτρους πίεσης και δύναμης.

Σκοπός: Αυτή η μελέτη στοχεύει στην αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης αξιοπιστίας των παραμέτρων βάδισης και τον έλεγχο της εγκυρότητας του διαδρόμου σε σύγκριση με το δυναμοδάπεδο Kistler.

Υλικό και Μέθοδος: 44 υγιείς εθελοντές (26 γυναίκες / 18 άνδρες) με μέσο όρο ύψους 170 cm (± 9) και μέσο όρο βάρους 70,3 kg ($\pm 13,6$), ηλικίας μεταξύ 19 και 29 ετών, συμμετείχαν στη μελέτη. Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν βάδιση στο διάδρομο, φορώντας αθλητικά υποδήματα, περπατώντας στην ταχύτητα των 5 km/h, για 4 λεπτά. Διεξήχθησαν τρεις δοκιμές, δύο φορές την πρώτη ημέρα με διαφορά μίας ώρας, και μία φορά μια εβδομάδα μετά τις πρώτες δύο μετρήσεις. Η εγκυρότητα εξετάστηκε συγκρίνοντας τα δεδομένα δύναμης από την 3η δοκιμασία στον διάδρομο με λογισμικό Zebris με τα δεδομένα των δυνάμεων που καταγράφονταν από το δυναμοδάπεδο Kistler σε 20 από τους 44 εθελοντές (12 γυναίκες / 8 άνδρες). Ο δείκτης αξιοπιστίας (ICC), το τυπικό σφάλμα της μέτρησης (SEM) και η τυπική απόκλιση (SDD) υπολογίστηκαν για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας και το paired samples t-test και ο συντελεστής συσχέτισης Pearson για την εξέταση της εγκυρότητας του συστήματος Zebris.

Αποτελέσματα: Η ανάλυση εμφάνισε άριστη αξιοπιστία σε χωρικές παραμέτρους, όπως το μήκος βήματος, τόσο για την βραχυπρόθεσμη όσο και τη μακροπρόθεσμη αξιοπιστία (ICC = 0,98, SEM = 0,50, SDD = 1,9%, και ICC = 0,92, SEM = 0,85 και SDD = 3,3% αντίστοιχα). Οι παράμετροι μέγιστης πίεσης εδάφους έδειξαν επίσης άριστη αξιοπιστία με αποδεκτό σφάλμα μέτρησης (εντός ημέρας: ICC = 0,97, SEM = 0,80, SDD = 14,5%. Μεταξύ ημερών: ICC = 0,97, SEM = 0,73 και SDD = 13,6%). Η σύγκριση του δυναμοδαπέδου Kistler με τον διάδρομο Zebris Pluto Med εμφάνισε πολύ υψηλή και σημαντική συσχέτιση ($r > 0,90$, $p < 0,001$). Οι μέσες δυνάμεις που μετρήθηκαν από τα δύο αυτά όργανα είχαν επίσης στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($p < 0,001$) αλλά το σύστημα Zebris κατέγραψε σε όλους μετρήσεις που κυμαίνονταν σε χαμηλότερες τιμές.

Συμπεράσματα: Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το δαπεδοεργόμετρο H/P Cosmos Pluto Med έχει εξαιρετική αξιοπιστία εντός της ημέρας και μεταξύ ημερών με μικρό σφάλμα μέτρησης για τα περισσότερες παραμέτρους βάδισης. Υπάρχει επίσης υψηλή συσχέτιση μεταξύ του δυναμοδαπέδου και του διαδρόμου αν και οι μέσες δυνάμεις που παράγουν είναι διαφορετικές. Αυτή η διαφορά πιθανώς σχετίζεται με το γεγονός ότι ο διάδρομος κινείται συνεχώς κατά τη διάρκεια της βάδισης, ενώ η πλάκα δύναμης είναι σταθερή στο έδαφος. Επομένως, ο ενσωματωμένος διάδρομος H/P Cosmos Pluto Med είναι αξιόπιστος και αποτελεί πολύτιμο εργαλείο για την αξιολόγηση του βάδισης τόσο σε ερευνητικό όσο και σε κλινικό επίπεδο. Είναι αναγκαία η περεταίρω διερεύνηση της εγκυρότητας του διαδρόμου σε παρόμοιες διαδικασίες μέτρησης για οριστικά συμπεράσματα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πρώτα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε, τον Καθ. Στριμπάκο Νικόλαο για την καθοδήγηση και τις γνώσεις που προσέφερε κατά τη διάρκεια της μελέτης, ως επιβλέποντας καθηγητής. Θα θέλαμε επίσης να τον ευχαριστήσουμε για την ευκαιρία ενασχόλησης με το ερευνητικό κομμάτι της φυσικοθεραπείας και για τις εμπειρίες που αποκτήσαμε μέσω αυτού μέχρι και την ολοκλήρωση αυτής της μελέτης που σίγουρα αποτελούν χρήσιμα εφόδια για το μέλλον.

Θα θέλαμε ακόμη να ευχαριστήσουμε την Στεφανούλη Βασιλική, υποψήφια διδάκτωρ του τμήματος, για την επίβλεψη και την βοήθεια της στην ορθή διεξαγωγή της μελέτης και τη συγγραφή της εργασίας, αλλά και τον Καθ. Κανελλόπουλο Ασημάκη που συνείσφερε με τις γνώσεις του στο σύνολο της έρευνας. Επιπλέον θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους καθηγητές του προπτυχιακού προγράμματος για τις γνώσεις που αποκτήσαμε αυτά τα τέσσερα χρόνια

Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους εθελοντές που συμμετείχαν στην έρευνα, καθώς δίχως την συνεισφορά τους και την αφιέρωση του προσωπικού τους χρόνου, θα ήταν αδύνατη η πραγματοποίηση της.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
2.	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΔΙΣΗΣ	4
2.1	ΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ.....	4
2.2	ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ.....	5
2.3	ΦΟΡΗΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ	6
2.4	ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΗΜΑ	7
2.5	ΔΥΝΑΜΟΔΑΠΕΔΟ.....	8
2.6	ΔΑΠΕΔΟΕΡΓΟΜΕΤΡΑ – INSTRUMENTED TREADMILLS	9
2.6.1	ΔΑΠΕΔΟΕΡΓΟΜΕΤΡΑ- ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	9
2.6.2	ΔΑΠΕΔΟΕΡΓΟΜΕΤΡΟ HP/COSMOS PLUTO MED	10
3.	ΣΚΟΠΟΣ.....	12
4.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	13
4.1	ΔΕΙΓΜΑ	14
4.2	ΕΡΓΑΛΕΙΑ	14
4.2.1	ΔΑΠΕΔΟΕΡΓΟΜΕΤΡΟ H/P COSMOS PLUTO MED:	14
4.2.2	ΔΥΝΑΜΟΔΑΠΕΔΟ KISTLER.....	16
4.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	17
4.3.1	ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΟΚΙΜΗΣ – ΕΠΑΝΑΔΟΚΙΜΗΣ.....	17
4.3.2	ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ	19
4.4	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	21
5.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	22
5.1	ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	22
5.2	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ	23
5.2.1	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΥΚΛΟΥ ΒΑΔΙΣΗΣ	23
5.2.2	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΠΙΕΣΗΣ (COP)	35
5.2.3	ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΠΙΕΣΕΩΝ	38
5.3	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ.....	56
6.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	58
6.1	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ	59
6.1.1	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΔΙΣΗΣ.....	59

6.1.2	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΗΣ.....	62
6.2	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ	63
6.3	ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	64
6.4	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	65
6.5	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΈΡΕΥΝΑ.....	66
7.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	68
8.	ΑΝΑΦΟΡΕΣ	69

Αριθμός Λέξεων Πτυχιακής:12.102

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1:Χρήση αισθητήρων σε διάφορα σημεία του σώματος για ανάλυση γωνιών αρθρώσεων κατά τη βάδιση ασθενή.....	5
Εικόνα 2.2: Τύποι φορητών αισθητήρων	6
Εικόνα 2.3: Παράδειγμα χρήσης ηλεκτρομυογραφήματος	7
Εικόνα 2.4: Το δυναμοδάπεδο και οι δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό	8
Εικόνα 2.5: Η χρήση του δυναμοδαπέδου για δοκιμασίες με άλματα	9
Εικόνα 2.6: Δαπεδοεργόμετρο WalkerView	10
Εικόνα 2.7: Δαπεδοεργόμετρο H/P Cosmos Pluto Med που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας	11
Εικόνα 4.1: Ερευνητικός σχεδιασμός για αξιοπιστία και εγκυρότητα	13
Εικόνα 4.2: Τιμές που εμφανίζονται στον πίνακα του διαδρόμου κατά την μέτρηση.	15
Εικόνα 4.3: Δυναμοδάπεδο Kistler που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της εγκυρότητας	16
Εικόνα 4.4: Ερευνητική πορεία για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας του διαδρόμου	18
Εικόνα 4.5: Δοκιμασία βάδισης στο δαπεδοεργόμετρο H/P Cosmos Pluto Med	19
Εικόνα 5.1: Δημογραφικά στοιχεία μελέτης αξιοπιστίας σε μορφή γραφήματος.....	22
Εικόνα 5.2: Δημογραφικά στοιχεία μελέτης εγκυρότητας σε μορφή γραφήματος.....	23
Εικόνα 5.3: Αναπαράσταση Κέντρου Βάρους Πίεσης και γραμμών βάδισης από το σύστημα Zebris.	35
Εικόνα 5.4: Διάγραμμα Βάδισης στο Δυναμοδάπεδο δεξιού και αριστερού ποδιού	56

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 5.1: Δημογραφικά στοιχεία μελέτης αξιοπιστίας.....	22
Πίνακας 5.2: Δημογραφικά στοιχεία μελέτης εγκυρότητας.....	23
Πίνακας 5.3: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις γεωμετρικών παραμέτρων βάδισης.....	24
Πίνακας 5.4: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Στροφής Ποδιού.....	25
Πίνακας 5.5: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μήκους Βήματος.....	26
Πίνακας 5.6: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μήκους Διασκελισμού	27
Πίνακας 5.7: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Πλάτους Βήματος.....	27
Πίνακας 5.8: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις των φάσεων του κύκλου βάδισης.	28
Πίνακας 5.9: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Φάσης Αιώρησης.....	29
Πίνακας 5.10: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Φάσης Μονής Στήριξης.....	30
Πίνακας 5.11: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Διπλής Φάσης Στήριξης.....	31
Πίνακας 5.12: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Χρονικών Παραμέτρων Βάδισης.....	32
Πίνακας 5.13: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Χρόνου Βήματος	33
Πίνακας 5.14: Αποτελέσματα Χρόνου Διασκελισμού	34
Πίνακας 5.15: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ρυθμού Βάδισης	34
Πίνακας 5.16: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις παραμέτρων που συσχετίζονται με το κέντρο βάρους της πίεσης.	36
Πίνακας 5.17: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μήκους Γραμμής Βάδισης.....	37
Πίνακας 5.18: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μονής Γραμμής Στήριξης	38
Πίνακας 5.19: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Χρόνου Αλλαγής Ποδιού	39
Πίνακας 5.20: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ποσοστού Χρόνου Αλλαγής Ποδιού.....	40
Πίνακας 5.21: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Χρόνου Αλλαγής Ποδιού και του Ποσοστού του.....	40
Πίνακας 5.22: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστης Δύναμης Προσθίου Ποδιού.....	42
Πίνακας 5.23: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστη Δύναμης Μέσου Ποδιού.....	43
Πίνακας 5.24: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστη Δύναμης Οπίσθιου Ποδιού	44
Πίνακας 5.25: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Μέγιστων Δυνάμεων Ποδιού.....	45
Πίνακας 5.26: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστη Πίεσης Προσθίου Ποδιού	47
Πίνακας 5.27: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστης Πίεσης Μέσου Ποδιού	48

Πίνακας 5.28: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστης Πίεσης Μέσου Ποδιού	49
Πίνακας 5.29: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Μέγιστων Πίεσεων στο Πόδι.....	50
Πίνακας 5.30: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ποσοστού Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης Προσθίου Ποδιού	52
Πίνακας 5.31: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ποσοστού Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης Μέσου Ποδιού	53
Πίνακας 5.32: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ποσοστού Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης Οπίσθιου Ποδιού	54
Πίνακας 5.33: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Ποσοστών Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης.....	55
Πίνακας 5.34: Αποτελέσματα δοκιμασίας συσχέτισης μεταξύ δαπεδοεργομέτρου και δυναμοδαπέδου.....	57
Πίνακας 5.35: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Σύγκρισης H/P Cosmos με Kistler για τη Μέγιστη Δύναμη του κάθε ποδιού	57

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάλυση της βάδισης αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο που χρησιμοποιείται εκτενώς στο φυσικοθεραπευτικό πλαίσιο με σκοπό την κατανόηση και την αξιολόγηση του τρόπου βάδισης των ατόμων. Αναλύοντας την πολύπλοκη εμβιομηχανική της, οι φυσικοθεραπευτές δύνανται να αποκτήσουν γνώσεις για υποκείμενα νοσήματα του μυοσκελετικού και του νευρολογικού συστήματος ή ακόμη και για λειτουργικούς περιορισμούς που μπορεί να συμβάλλουν σε διαταραχή του κύκλου βάδισης. Επομένως καθίσταται δυνατή η δημιουργία εξατομικευμένων προγραμμάτων θεραπείας και η παρακολούθηση της προόδου του ασθενή σε βάθος χρόνου.

Η διόρθωση των κινητικών προτύπων και αποκλίσεων μέσω της φυσικοθεραπείας αποσκοπεί σε σφαιρική βελτίωση της κινητικότητας, σε ενίσχυση της ισορροπίας και σε προώθηση της λειτουργικής ανεξαρτησίας, δηλαδή την δυνατότητα των ατόμων να λαμβάνουν μέρος σε καθημερινές δραστηριότητες με μεγαλύτερη ευκολία και με μειωμένα ποσοστά κινδύνου για τραυματισμό. Η ενσωμάτωση της ανάλυσης βάδισης στη φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση είναι καθοριστική για την ενίσχυση των ευεργετικών αποτελεσμάτων κατά την αποκατάσταση και την επίτευξη της βέλτιστης σωματικής λειτουργίας και ποιότητας ζωής για ασθενείς που ανήκουν σε ένα ευρύ φάσμα από μυοσκελετικές και νευρολογικές παθήσεις.

Οι βασικές κατηγορίες στις οποίες χωρίζεται η αξιολόγηση της βάδισης είναι δύο και συγκεκριμένα, η υποκειμενική και η αντικειμενική αξιολόγηση. Η υποκειμενική αξιολόγηση της βάδισης περιλαμβάνει αρχικά, την λήψη ιστορικού του ασθενή και αφορά την έναρξη της διαταραχής, τον πόνο, τα συμπτώματα, την συμπεριφορά των συμπτωμάτων σε ένα εικοσιτετράωρο και άλλες ερωτήσεις που κρίνεται αναγκαίο να ερωτηθούν για την δημιουργία μιας πλήρους κλινικής εικόνας για τη βάδιση του ασθενή. Αφού πραγματοποιηθεί η λήψη ιστορικού, ο θεραπευτής συνεχίζει την διαδικασία της υποκειμενικής αξιολόγησης χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της παρατήρησης. Κατά την διαδικασία αυτή ο ασθενής βαδίζει και ταυτόχρονα ο φυσικοθεραπευτής καταγράφει τις λανθασμένες κινήσεις που παρατηρεί κάνοντας ταυτόχρονα ανάλυση του κύκλου βάδισης και των πιθανών αποκλίσεων του (Vassis et al 2016).

Σε συνέχεια της υποκειμενικής, ο θεραπευτής προβαίνει στην αντικειμενική αξιολόγηση. Η συγκεκριμένη διαδικασία περιλαμβάνει την εκτέλεση ειδικών δοκιμασιών που συνεισφέρουν

στην διάγνωση, αλλά και τη χρήση συσκευών και μηχανημάτων που καταγράφουν ακριβείς πληροφορίες οι οποίες καθίστανται αδύνατο να συλλεχθούν κατά τη διάρκεια της υποκειμενικής αξιολόγησης (Muro-de-la-Herran et al 2014). Η τεχνολογική πρόοδος και επομένως η δημιουργία μηχανημάτων που αξιολογούν και βοηθούν στην διάγνωση παθολογιών βάδισης, συνέβαλε στην εξέλιξη της κλινικής αξιολόγησης των ασθενών και σε συνδυασμό με τα υποκειμενικά ευρήματά του θεραπευτή οδηγούν στην εγκυρότερη αξιολόγηση και στην ορθή οργάνωση του θεραπευτικού πλάνου.

Τα εργαλεία ανάλυσης βάδισης ποικίλουν και παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για την παθολογία των ασθενών. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνουν συστήματα καταγραφής κίνησης, μέσω βιντεοσκόπησης με αισθητήρες που τοποθετούνται στο σώμα. Επίσης, χρησιμοποιούνται εξοπλισμένοι διάδρομοι που περιλαμβάνουν λήψη στιγμιότυπων ή βίντεο της βάδισης και καταγράφουν διάφορες παραμέτρους βάδισης, όπως χωροχρονικές παραμέτρους, παραμέτρους καταγραφής δύναμης και πίεσης και κέντρου πίεσης. Άλλα εργαλεία αποτελούν οι ειδικοί αισθητήρες που τοποθετούνται στο εσωτερικό του παπουτσιού και καταγράφουν την κίνηση, το ηλεκτρομυογράφημα που μέσω της σύσπασης του μυός γίνεται καταγραφή και συλλογή δεδομένων και τέλος το δυναμοδάπεδο το οποίο συλλέγει χωροχρονικές παραμέτρους, δυνάμεις και πιέσεις σε τρεις διαστάσεις.

Για την σωστή αξιολόγηση και θεραπεία ενός ασθενή είναι πολύ σημαντικό τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται να είναι αξιόπιστα και έγκυρα. Η ιδιότητα να προκύπτουν τα ίδια αποτελέσματα υπό τις ίδιες συνθήκες σε όλες τις περιστάσεις, αποτελεί το κύριο χαρακτηριστικό της αξιοπιστίας. Για να θεωρηθεί ένα μηχανήμα αξιόπιστο πρέπει να υπάρχει επαναληψιμότητα, ακρίβεια και τα αποτελέσματα πρέπει να συμφωνούν πάντα μεταξύ τους. Από την άλλη πλευρά ένα εργαλείο θεωρείται έγκυρο όταν τα αποτελέσματα του είναι ρεαλιστικά, ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα και δεν απέχουν από την αλήθεια. Όταν δημιουργείται ένα νέο εργαλείο αξιολόγησης είναι σημαντικό να διεξάγονται έρευνες που να επιβεβαιώνουν την εγκυρότητα και την αξιοπιστία του ώστε να γνωρίζει το επιστημονικό κοινό εάν μπορεί να το χρησιμοποιήσει στην κλινική πράξη.

Ένα εργαλείο αξιολόγησης βάδισης αποτελεί και ο διάδρομος H/P Cosmos Pluto Med με ενσωματωμένο πρόγραμμα ανάλυσης βάδισης της Zebris. Ο διάδρομος αυτός έχει σχεδιαστεί για να διευκολύνει την ολοκληρωμένη ανάλυση βάδισης σε κλινικό και ερευνητικό επίπεδο.

Είναι εξοπλισμένος με υπερσύγχρονους αισθητήρες και πλάκες πίεσης, οι οποίοι καταγράφουν παραμέτρους βάδισης όπως είναι το μήκος βήματος, το πλάτος βήματος, η διάρκεια του βήματος, οι δυνάμεις αντίδρασης με το έδαφος αλλά και η κατανομή της πίεσης στο πόδι. Αυτή η εξελιγμένη τεχνολογία επιτρέπει λεπτομερή αξιολόγηση του προτύπου βάδισης ενός ατόμου και παρέχει πολύτιμες γνώσεις για εμβιομηχανικές ανωμαλίες, προβλήματα στην ισορροπία και ασυμμετρίες που μπορεί να σχετίζονται με τη βάδιση (Mandalidis et al 2022).

Η χρήση του παραπάνω διαδρόμου έχει πραγματοποιηθεί εκτεταμένα για τον έλεγχο ποικίλων υποκειμένων νοσημάτων όπως είναι η σκλήρυνση κατά πλάκας (Kalron et al 2013) και η νόσος Parkinson (Klamroth et al 2016), καθώς ο διάδρομος φέρει λειτουργικές δυνατότητες που εξυπηρετούν την έρευνα τους. Με την ένταξη του H/P Cosmos Pluto Med διαδρόμου στο φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα δίνεται η ευκαιρία στους θεραπευτές να παρέχουν παρεμβάσεις βασισμένες σε ακριβή στοιχεία και δεδομένα.

Η παρούσα μελέτη θα εστιάσει στον διάδρομο H/P Cosmos Pluto Med και τις πληροφορίες που διαθέτει προκειμένου να αξιολογηθεί η αξιοπιστία και η εγκυρότητα του. Οι δυνατότητες του διαδρόμου στην ανάλυση της βάδισης το καθιστούν ένα χρήσιμο εργαλείο τόσο για τη διάγνωση όσο και για τη θεραπεία των ασθενών. Η εξέταση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας του θα δια φωτίσουν για το εύρος του λάθους της μέτρησης με το συγκεκριμένο εργαλείο ώστε να γνωρίζει ο κλινικός θεραπευτής τη χρησιμότητα του σε ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα αξιολόγησης και θεραπείας.

Κατά την ενασχόληση των ερευνητών με συστήματα ανάλυσης βάδισης διαπιστώθηκε πως η αρθρογραφία δεν είναι επαρκής για το παραπάνω δαπεδοεργόμετρο. Το γεγονός αυτό και η δυνατότητα χρήσης του δαπεδοεργομέτρου αυτού στον χώρο του πανεπιστημίου αποτέλεσαν την αφορμή της εξέτασης της αξιοπιστίας του αλλά και της εγκυρότητας σε σχέση με το δυναμοδάπεδο Kistler.

2. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΔΙΣΗΣ

2.1 ΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ

Η οπτική παρατήρηση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως στο φυσικοθεραπευτικό πλαίσιο για τη ανάλυση της βάδισης και χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, την παρατήρηση με γυμνό μάτι και μέσω παρακολούθησης της βάδισης με βίντεο. Ο συγκεκριμένος τρόπος αξιολόγησης απαιτεί επαρκείς γνώσεις απο τον θεραπευτή ώστε να αναγνωρίζει τις επιμέρους φάσεις του κύκλου βάδισης στις οποίες διαιρείται και τις ειδικές παραμέτρους της. Η διαδικασία αυτή επίσης μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας ειδικές κλίμακες που συσχετίζονται με την οπτική παρατήρηση της βάδισης.

Μία χαρακτηριστική κλίμακα είναι η Physician Rating Scale (PRS) που σε σχετική έρευνα που διεξήχθη σε παιδιά με εγκεφαλική παράλυση (Maathuis et al 2005), εμφάνισε καλή αξιοπιστία μεταξύ ίδιων αξιολογητών (intra-observer reliability), αλλά φτωχή αξιοπιστία μεταξύ διαφορετικών (inter-observer reliability). Η συγκεκριμένη κλίμακα χρησιμοποιείται με τροποποιημένη μορφή σε σύγχρονες μελέτες, χωρίς όμως να αναφέρεται η εγκυρότητα της (Park et al 2015).

Σε συνδυασμό με την οπτική παρατήρηση όπως αναφέρθηκε παραπάνω, γίνεται συχνά βιντεοσκόπηση του ασθενή. Με αυτό το τρόπο υπάρχει η δυνατότητα για περαιτέρω ανάλυση της βάδισης και επομένως καλύτερη κατανόηση της εκάστοτε περίπτωσης. Σε έρευνες που αξιολογούσαν την Edinburgh Visual Gait Score (EVGS), κλίμακα ανάλυσης βάδισης μέσω οπτικής παρατήρησης, πραγματοποιούνταν χρήση βιντεοσκόπησης. Τα αποτελέσματα απέδειξαν καλή αξιοπιστία μεταξύ ίδιων και διαφορετικών θεραπευτών (Viehweger et al 2010).

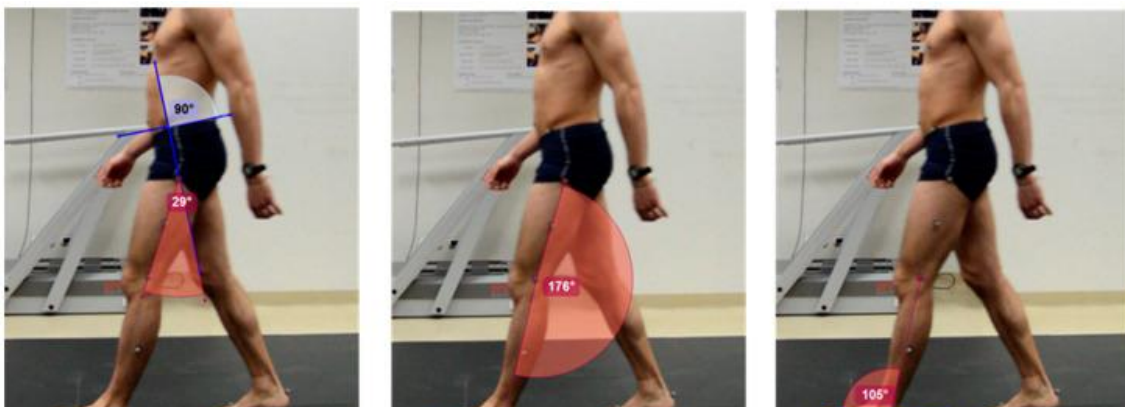
Με βάση τις παραπάνω έρευνες είναι εμφανές το γεγονός ότι η οπτική παρατήρηση είναι αναπόσπαστο μέρος στην αποκατάσταση και στην ανάλυση της βάδισης. Παρόλα αυτά η ενασχόληση με την εγκυρότητα και την αξιοπιστία της οπτικής παρατήρησης είναι σημαντική σε μελλοντικές έρευνες διότι ακόμα τα αποτελέσματα δεν είναι επαρκή για όλους τους τύπους παθήσεων, όπως είναι οι μυοσκελετικές παθήσεις.

2.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει τη χρήση καμερών για την παρακολούθηση της κίνησης ειδικών αισθητήρων (markers) που τοποθετούνται σε διάφορα μέρη του σώματος. Η διαδικασία αυτή επιτρέπει την λεπτομερή ανάλυση της βάρδισης που συμπεριλαμβάνει την καταγραφή των γωνιών των αρθρώσεων, των δυνάμεων και του χρονισμού. Η χρήση τους απαιτεί εξειδικευμένους θεραπευτές όπου τοποθετούν κατάλληλα τους αισθητήρες στο σώμα του εξεταζόμενου (Kanko et al 2021).

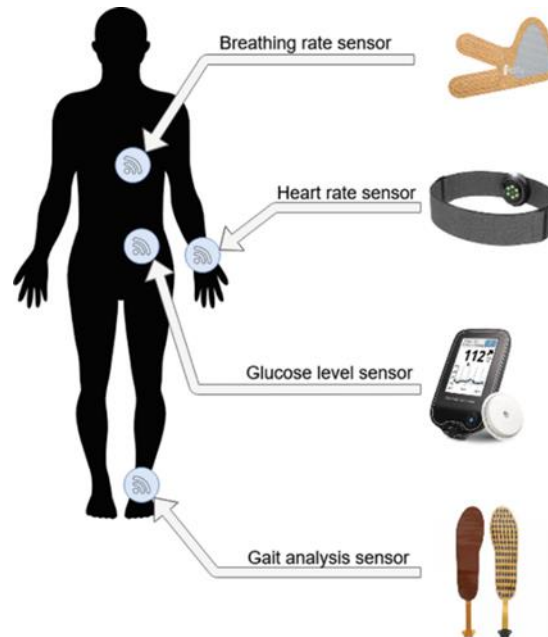
Τα συστήματα αυτά μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες ανάλογα με την μέθοδο που συλλέγουν τα δεδομένα όπως, οπτοηλεκτρονικά συστήματα (Optoelectronic), ηλεκτρομαγνητικά συστήματα μέτρησης (Electromagnetic), συστήματα επεξεργασίας εικόνας (Image Processing Systems) και συστήματα μέσω υπερήχων (Ultrasonic). Ο κάθε τύπος συστήματος προσφέρει πολύτιμα δεδομένα στην ανάλυση της βάρδισης, παρόλα αυτά τα οπτοηλεκτρονικά συστήματα μέτρησης φαίνεται να έχουν υψηλότερη ακρίβεια με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται περισσότερο (van der Kruk et al 2018).

Το Kinovea και το Vicon είναι κάποια από τα οπτοηλεκτρονικά συστήματα που χρησιμοποιούνται ευρέως στο κλινικό πλαίσιο και έχουν εμφανίσει υψηλή αξιοπιστία μεταξύ ίδιων και διαφορετικών αξιολογητών. Συγκεκριμένα είναι αξιόπιστα για τη χρήση κυρίως στο ισχίο, στο γόνατο και την ποδοκνημική με ICC μεταξύ ίδιων αξιολογητών μεγαλύτερο από 0,85 και ICC μεταξύ διαφορετικών αξιολογητών μεγαλύτερο από 0,9. (Fernández-González et al 2020).



Εικόνα 2.1: Χρήση αισθητήρων σε διάφορα σημεία του σώματος για ανάλυση γωνιών αρθρώσεων κατά τη βάρδιση ασθενή.

2.3 ΦΟΡΗΤΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ



Εικόνα 2.2: Τύποι φορητών αισθητήρων

Στην σημερινή εποχή έχει αυξηθεί όλο και περισσότερο η ανάγκη ανάπτυξης ενός εργαλείου ανάλυσης βάδισης χαμηλού κόστους. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν οι φορητοί αισθητήρες που τοποθετούνται σε διάφορα μέρη του σώματος επιτρέποντας την καταγραφή κινήσεων και κατά επέκταση την αξιολόγηση βάδισης. Διατίθενται πολλές κατηγορίες αισθητήρων όπως τα επιταχυνσιόμετρα, οι γυροσκοπικοί αισθητήρες, τα μαγνητόμετρα, αισθητήρες δύναμης, τα εκτατόμετρα, τα γωνιόμετρα και το ηλεκτρομυογράφημα ενώ αξίζει να τονιστεί πως τα επιταχυνσιόμετρα, οι γυροσκοπικοί αισθητήρες και τα γωνιόμετρα χρησιμοποιούνται συχνότερα (Tarnita et al 2016).

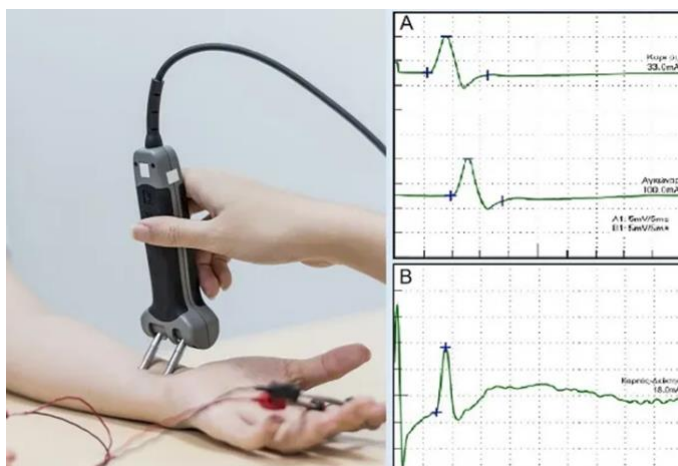
Ένα χαρακτηριστικό που διαθέτουν οι φορητοί αισθητήρες και όχι τα υπόλοιπα εργαλεία αξιολόγησης είναι η μετακίνηση τους εκτός ερευνητικού εργαστηρίου ή κέντρου αποκατάστασης προσφέροντας την ικανότητα αξιολόγησης σε καθημερινές δραστηριότητες εντός σπιτιού ή εργασίας συλλέγοντας πληροφορίες που βοηθούν στην ταχύτερη και πιο ξεκάθαρη αξιολόγηση. Τα πιο απλά συστήματα αισθητήρων συλλέγουν χωροχρονικές παραμέτρους όπως το μήκος βήματος, τον χρόνο αλλαγής ποδιού, φάσεις στήριξης, αιώρησης ή και αλλαγής ποδιού ενώ τα πιο σύνθετα συστήματα καταγράφουν κινηματικές παραμέτρους αρθρώσεων (Tarnita et al 2016). Τέλος με την εξέλιξη της τεχνολογίας αναπτύχθηκε ένα σύστημα σύνδεσης στο κινητό των ασθενών μέσω εφαρμογής ώστε να υπάρχει 24ωρη

καταγραφή βάδισης από αισθητήρες που βρίσκονται στην σόλα του παπουτσιού ή οπουδήποτε αλλού στο σώμα. Με αυτόν τον τρόπο και ο θεράπων επιστήμονας και ο ασθενής θα έχουν συνεχή παρακολούθηση και έλεγχο μέσα στην ημέρα. Είναι πολύ χρήσιμη εφαρμογή κυρίως σε ασθενείς με Πάρκινσον και πολλαπλή σκλήρυνση καθώς τα συμπτώματα που τους παρουσιάζονται έχουν εξάρσεις και υφέσεις μέσα στον χρόνο (Medeiros 2022).

2.4 ΗΛΕΚΤΡΟΜΥΟΓΡΑΦΗΜΑ

Ένας άλλος τρόπος ανάλυσης βάδισης αποτελεί το ηλεκτρομυογράφημα το οποίο καταγράφει την εκούσια ή ακούσια σύσπαση των μυών. Αυτό το εργαλείο έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως σε μελέτες που αφορούν ασθενείς με νευρολογικά και ορθοπεδικά προβλήματα ώστε να κατανοήσουν καλύτερα την κινηματική και την κινητική τους. Επιπλέον γίνεται χρήση του σε ιατρεία και εργαστήρια για την αξιολόγηση της ηλεκτρικής δραστηριότητας των μυών από εξειδικευμένους ιατρούς.

Το ηλεκτρομυογράφημα (EMG) χωρίζεται σε δύο βασικές κατηγορίες τα επεμβατικά και τα μη επεμβατικά. Συγκεκριμένα, όσον αφορά μια μη επεμβατική μέθοδο, τοποθετούνται ηλεκτρόδια πάνω από τον μυ τον οποίο θέλουμε να γίνει η καταγραφή της δραστηριότητας του, ωστόσο εάν ο μυς βρίσκεται εν τω βάθει και τον καλύπτουν και άλλοι μύες δεν γίνεται καταγραφή. Με αυτόν τον τρόπο τοποθετούνται ηλεκτρόδια σε συγκεκριμένους μυς και σημεία του ανθρώπινου σώματος ώστε να πετύχουμε την ανάλυση βάδισης. Αυτό το εργαλείο είναι ιδιαίτερα βοηθητικό σε ασθενείς με νευρολογικά μυοσκελετικά προβλήματα καθώς μπορεί να παρακολουθήσει την σπαστικότητα και την χαλάρωση του μυός (Tarnita et al 2016).

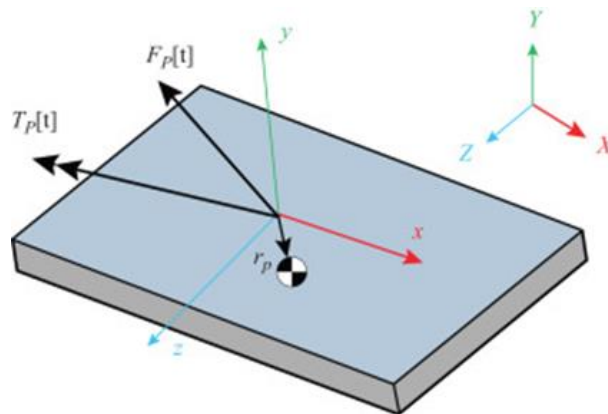


Εικόνα 2.3: Παράδειγμα χρήσης ηλεκτρομυογραφήματος

2.5 ΔΥΝΑΜΟΔΑΠΕΔΟ

Το δυναμοδάπεδο είναι ένα σύστημα καταγραφής της αντίδρασης των δυνάμεων εδάφους και αποτελεί εργαλείο ανάλυσης βάδισης, στάσης και κίνησης. Οι αντιδράσεις αυτές καταγράφονται κατά την στάση ή την κίνηση επάνω στις επιφάνειες πλακών, οι οποίες διατίθενται σε διάφορες διαστάσεις. Το δυναμοδάπεδο έγινε διαθέσιμο στο επιστημονικό κοινό το 1976 από την εταιρία AMTI (Boston, MA, USA), ενώ από τότε με την εξέλιξη την τεχνολογίας έχουν πραγματοποιηθεί πολλές αναβαθμίσεις, καθιστώντας το ένα έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο.

Οι παράμετροι που καταγράφονται από το μηχάνημα είναι ακριβείς και λεπτομερείς. Συγκεκριμένα συλλέγονται οι δυνάμεις στις τρεις διαστάσεις κάθετες, οριζόντιες και πλαγιοπλάγιες για κάθε κλάσμα του δευτερολέπτου που συμβαίνει κίνηση στην επιφάνεια της πλάκας. Επιπλέον καταγράφεται το κέντρο της πίεσης (COP), ταυτόχρονα με την πραγματοποίηση κίνησης υπάρχει βιντεοσκόπηση από κάθε γωνία του δωματίου ενώ συλλέγονται και οι χωροχρονικές παράμετροι όπως η συστροφή ποδιού, το μήκος βήματος, μήκος διασκελισμού, χρόνος αλλαγής ποδιού κλπ. (Saumur et al 2021).



Εικόνα 2.4: Το δυναμοδάπεδο και οι δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό

Το συγκεκριμένο μηχάνημα χρησιμοποιείται για αξιολόγηση και θεραπεία ενώ πολλές μελέτες πάνω στην εμβιομηχανική αξιολόγηση βασίστηκαν σε αυτό. Αρχικά χρησιμοποιείται στην καθημερινή πρακτική από ορθοπεδικούς ιατρούς, νευρολόγους και φυσιοθεραπευτές για την αξιολόγηση και θεραπεία ασθενών με παθολογίες στην βάδιση ή την στάση. Παράλληλα αυτό το εργαλείο είναι χρήσιμο στον αθλητικό χώρο συλλέγοντας δυνάμεις από το τρέξιμο ή άλλες λειτουργικές ασκήσεις που θα φανούν χρήσιμες αργότερα στην αποκατάσταση του αθλητή. Τέλος συμβάλλει στην σχεδίαση υποδημάτων ή προσθετικών μελών από εργονόμους ή άλλους επαγγελματίες.



Εικόνα 2.5: Η χρήση του δυναμοδαπέδου για δοκιμασίες με άλματα

2.6 ΔΑΠΕΔΟΕΡΓΟΜΕΤΡΑ – INSTRUMENTED TREADMILLS

2.6.1 ΔΑΠΕΔΟΕΡΓΟΜΕΤΡΑ- ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Μια προηγμένη τεχνολογία που συνδυάζει το δυναμοδάπεδο με τον διάδρομο και δύναται να χρησιμοποιεί ταυτόχρονα άλλα φυσικοθεραπευτικά εργαλεία όπως είναι το ηλεκτρομυογράφημα, είναι τα δαπεδοεργόμετρα. Τα δαπεδοεργόμετρα είναι διάδρομοι ειδικά εξοπλισμένοι με αισθητήρες (instrumented treadmills) που έχουν τη δυνατότητα καταγραφής των δυνάμεων αντίδρασης με το εδάφος, του μήκους του βηματισμού και άλλων παραμέτρων βάδισης. Έχουν ενταχθεί στη σύγχρονη φυσικοθεραπευτική θεραπεία ως εναλλακτική λύση για την ανάλυση της βάδισης. Μέχρι και σήμερα, η χρήση αυτών των οργάνων για την καταγραφή

των παραμέτρων της βάρδισης εξακολουθεί να είναι περιορισμένη στην κλινική πρακτική λόγω της έλλειψης μελετών που να εξακριβώνουν την αξιοπιστία και την εγκυρότητα τους.

Παραδείγματα τέτοιου είδους διαδρόμων αποτελούν ο διάδρομος WalkerView και ο H/P Cosmos Pluto Med ενσωματωμένος διάδρομος με τον οποίο και ασχολείται η παρούσα έρευνα. Όσον αφορά τον διάδρομο WalkerView εμφάνισε μέτρια έως υψηλή αξιοπιστία με το ICC να κυμαίνεται μεταξύ 0,50–0,99 στις χωροχρονικές παραμέτρους. Οι χρονικές παράμετροι σε όλες τις ταχύτητες που εξετάστηκαν εμφάνισαν μέτρια έως χαμηλή αξιοπιστία. (Bravi et al 2021).

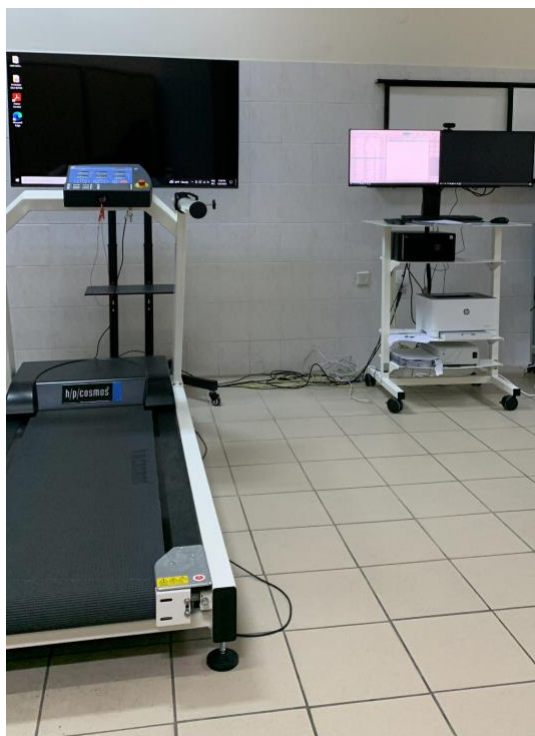


Εικόνα 2.6: Δαπεδοεργόμετρο WalkerView

2.6.2 ΔΑΠΕΔΟΕΡΓΟΜΕΤΡΟ HP/COSMOS PLUTO MED

Ο διάδρομος που εξετάζεται στη παρούσα έρευνα προς αξιοπιστία και εγκυρότητα είναι ο H/P Cosmos Pluto Med integrated Treadmill με λογισμικό της Zebris. Ο συγκεκριμένος τύπος διαδρόμου διαθέτει λειτουργίες για καταγραφή κινητικών και κινηματικών δεδομένων καθώς δύναται να συνδυαστεί με τη χρήση κάμερας. Οι δυνατότητες του στη φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση και στην ευρύτερη παρέμβαση μπορούν να ωφελήσουν σε διάφορους τύπους ασθενειών όπως μυοσκελετικού, αναπνευστικού, καρδιολογικού ή και νευρολογικού τύπου.

Έχουν διεξαχθεί ποικίλες έρευνες που να χρησιμοποιούν το διάδρομο αυτό, παρόλα αυτά η αξιοπιστία και η εγκυρότητα του δεν έχουν εξακριβωθεί καθιστώντας αναγκαία την ενασχόληση με αυτόν.



Εικόνα 2.7: Δαπεδοεργόμετρο H/P Cosmos Pluto Med που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας

3. ΣΚΟΠΟΣ

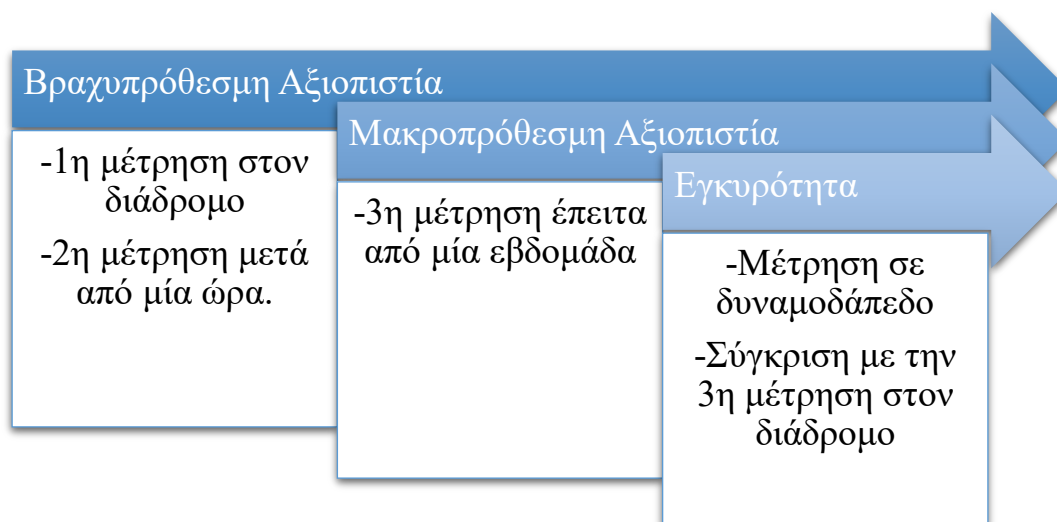
Σκοπός της παρακάτω μελέτης αποτελεί η αξιολόγηση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας του δαπεδοεργομέτρου H/P Cosmos Pluto Med όσον αφορά τις παραμέτρους που συσχετίζονται με τη βάδιση. Συγκεκριμένα θα εξεταστεί η αξιοπιστία των μετρήσεων με διαφορά μεταξύ τους, μίας ώρας (βραχυπρόθεσμα) και μιας εβδομάδας (μακροπρόθεσμα) στις παραπάνω παραμέτρους. Η εγκυρότητα θα ελεγχθεί συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των μέγιστων δυνάμεων του δαπεδοεργομέτρου H/P Cosmos Pluto Med με το δυναμοδάπεδο Kistler.

Η έρευνα αυτή έχει σκοπό να αποτελέσει βάση για περαιτέρω μελέτες που θα αφορούν την αξιολόγηση χρησιμοποιώντας τον H/P Cosmos Pluto Med integrated διάδρομο.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την επιτέλεση του σκοπού της παρούσας έρευνας, δηλαδή την αξιολόγησης της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας ήταν απαραίτητη η δημιουργία ενός πρωτοκόλλου που να συνάδει με τις μελέτες που υπήρχαν πάνω στο αντικείμενο, αλλά και να δίνει την δυνατότητα για εξαγωγή ορθών και έγκυρων αποτελεσμάτων. Ικανοποιητικός αριθμός δείγματος θεωρήθηκε απο 35 έως 45 συμμετέχοντες, οι οποίοι ήταν υγιείς, σύμφωνα με την σχετική αρθρογραφία (Kiss et al 2010).

Με βάση την έρευνα της Nüesch (2018) επιλέχθηκε ένα πρωτόκολλο που θα αξιολογούσε την αξιοπιστία του μηχανήματος κατά τη βάρδια με διαφορά μιας ώρας (την ίδια ημέρα) και σε διάστημα μιας εβδομάδας. Η μέτρηση της εγκυρότητας αποφασίστηκε να διεξαχθεί έπειτα απο το τελευταίο πέρασμα στο δαπεδοεργόμετρο, πραγματοποιώντας δέκα έγκυρα περάσματα στο δυναμοδάπεδο Kistler. Οι μετρήσεις για τη σύγκριση των μηχανημάτων ήταν σημαντικό να πραγματοποιηθούν την ίδια ημέρα και ώρα προς αποφυγή αποκλίσεων στα αποτελέσματα.



Εικόνα 4.1: Ερευνητικός σχεδιασμός για αξιοπιστία και εγκυρότητα

4.1 ΔΕΙΓΜΑ

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν συνολικά 44 υγιείς εθελοντές εκ των οποίων οι 18 ήταν άντρες και οι 26 γυναίκες, ηλικίας 18 έως 29 ετών. Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας έλαβαν μέρος και οι 44 εθελοντές, ενώ για τον έλεγχο της εγκυρότητας συμμετείχαν 20 από τους παραπάνω εθελοντές (8 άντρες /12 γυναίκες). Για να συμμετέχουν στην έρευνα οι ενδιαφερόμενοι θα έπρεπε να πληρούν τα παρακάτω κριτήρια :

- Να μην είχαν υποστεί τραυματισμό η χειρουργείο, τους τελευταίους έξι μήνες.
- Να μην είχαν μυοσκελετικές ή νευρολογικές παθήσεις που επηρεάζουν την βάδιση.
- Να μην είχαν ιστορικό καρδιοαναπνευστικής πάθησης.

Η επιλογή των εθελοντών έγινε μέσω ανακοίνωσης που απευθυνόταν στους φοιτητές του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Οι εθελοντές για να συμμετέχουν στην έρευνα προσήλθαν στο Εργαστήριο Αξιολόγησης Υγείας και Ποιότητας Ζωής του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Πριν ξεκινήσει η έρευνα οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν για την διαδικασία, τους κινδύνους και τα οφέλη που προσφέρει αυτή η μελέτη, και υπέγραψαν το έντυπο συναίνεσης εθελοντή. Τα προσωπικά στοιχεία των εθελοντών, συλλέχθηκαν μόνο για λόγους επικοινωνίας και δεν χρησιμοποιήθηκαν για κανένα άλλο λόγο στην μελέτη ή στη διάχυση των αποτελεσμάτων, ενώ η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων τους έγινε με ξεχωριστό κωδικό για τον κάθε ένα. Τέλος η ερευνητική εργασία είναι εγκεκριμένη από την Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Αριθμ. Πρωτ.:378, Λαμία 23-3-2023).

4.2 ΕΡΓΑΛΕΙΑ

4.2.1 ΔΑΠΕΔΟΕΡΓΟΜΕΤΡΟ H/P COSMOS PLUTO MED:

Το δαπεδοεργόμετρο H/P Cosmos Treadmill Pluto Med αποτελεί ένα σύστημα ανάλυσης βάδισης, ισορροπίας και τρεξίματος. Είναι ένας ηλεκτρικός διάδρομος με λογισμικό h/p Cosmos Treadmill Pluto Med με Zebris - ανάλυση κίνησης και εμβιομηχανικών παραμέτρων, της h/p/cosmos sports & Medical GmbH.

Η επιφάνεια τρεξίματος είναι 150cm x 50cm και έχει εύρος ταχύτητας από 0,5 έως και 18 km/h. Διαθέτει επτά επίπεδα επιτάχυνσης/επιβράδυνσης με σκοπό την αύξηση/μείωση της ταχύτητας του ιμάντα όπως και την δυνατότητα για αντίστροφη κίνηση του. Ο διάδρομος μπορεί να αποκτήσει κλίση από 0% έως +_20%. Στις 6 LCD οθόνες του απεικονίζονται πληροφορίες για την ταχύτητα, την κλίση, την καλυπτόμενη απόσταση, τον χρόνο, το μεταβολικό ισοδύναμο (MET), την ενεργειακή κατανάλωση, την ισχύ αλλά και τον μετρούμενο καρδιακό ρυθμό. Το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο της πλατφόρμας είναι 250kg. Με σκοπό την διατήρηση φυσιολογικού αισθήματος τρεξίματος διαθέτει ένα ειδικό σύστημα απορρόφησης κραδασμών.



Εικόνα 4.2: Τιμές που εμφανίζονται στον πίνακα του διαδρόμου κατά την μέτρηση.

Όσον αφορά την πλατφόρμα κατανομής πίεσης έχει διαστάσεις 101,6cm x 47,4cm και 6720 αισθητήρες με ρυθμό δειγματοληψίας 240Hz. Οι αισθητήρες υψηλής ποιότητας έχουν ενσωματωμένους αισθητήρες χωρητικής αντίστασης, βρίσκονται κάτω από τον ιμάντα του διαδρόμου και καταγράφουν την κατανομή της πίεσης, αναλύουν τον κύκλο βάρδισης και τη στατική ισορροπία.(Mandalidis et al 2022).

Το παραπάνω λογισμικό διαθέτει, χρονικά συγχρονισμένη παρουσίαση βίντεο εικόνων και κατανομής της πίεσης. Σχετικά με τις παραμέτρους της πίεσης υπάρχει τρισδιάστατη

απεικόνιση της κατανομής της, καθώς και εμφάνιση σε εικόνες, της μέγιστης τιμής της, της συνολικής δύναμης που ασκείται και του κέντρου της πίεσης (COP). Τα δεδομένα εξάγονται σε μορφή CSV των δεδομένων εκτύπωσης και σε μορφή XML των μετρούμενων τιμών.

Τέλος, είναι δυνατή και η εικονική εκπαίδευση ασθενών, με τη χρήση αυτού του διαδρόμου αφού το λογισμικό του επιτρέπει τον εξεταζόμενο να κινείται σε εικονικό περιβάλλον (πχ. δάσος) και να ολοκληρώνει διάφορες δοκιμασίες όπως πέρασμα εμποδίων.

4.2.2 ΔΥΝΑΜΟΔΑΠΕΔΟ KISTLER



Εικόνα 4.3: Δυναμοδάπεδο Kistler που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της εγκυρότητας

Για να ελεγχθεί η εγκυρότητα του δαπεδοεργομέτρου που αξιολογείται πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων με το δυναμοδάπεδο Kistler, το οποίο αποτελεί ένα έγκυρο εργαλείο αξιολόγησης της βάδισης. Αρχικά το δυναμοδάπεδο αποτελεί ένα εργαλείο καταγραφής πιέσεων και δυνάμεων κατά τη βάδιση, το τρέξιμο και άλλων λειτουργικών δοκιμασιών και διαθέτει πλατφόρμες με αισθητήρες πιεζοηλεκτρικής δύναμης στις τέσσερις γωνίες της κάθε πλατφόρμας. Συγκεκριμένα καταγράφει, με χρήση του λογισμικού Bioware, δυνάμεις σε τρισδιάστατο επίπεδο (κάθετες, οριζόντιες, πλαγιοπλάγιες), το κέντρο πίεσης και χωροχρονικές παραμέτρους σε καθορισμένες συχνότητες καταγραφής (1000 Hz).

Η κάθε πλατφόρμα καταγράφει ένα βήμα ενώ μπορούν να γίνουν και συνδυασμοί μέχρι και σε τρεις πλατφόρμες για ανάλυση του κύκλου βάδισης. Κατά την βάδιση υπάρχει ταυτόχρονη καταγραφή δεδομένων στον υπολογιστή και κάμερες σε κάθε γωνία για την ανάλυση της κίνησης. Αυτό το μηχάνημα χρησιμοποιείται για εμβιομηχανική ανάλυση λειτουργικών κινήσεων αλλά και ως μια μέθοδος αξιολόγησης της ισορροπίας ή άλλων ορθοπεδικών και νευρολογικών παθολογιών. Επιπλέον είναι χρήσιμο στην αξιολόγηση και αποκατάσταση των αθλητών.

4.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

4.3.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΟΚΙΜΗΣ – ΕΠΑΝΑΔΟΚΙΜΗΣ

Προκειμένου να ελεγχθεί η αξιοπιστία του δαπεδοεργομέτρου H/P Cosmos Pluto Med επιλέχθηκε ένα πρωτόκολλο δοκιμής – επαναδοκιμής (test-retest), από τους ερευνητές, που θα εξέταζε την μακροπρόθεσμη και την βραχυπρόθεσμη αξιοπιστία Συνολικά έλαβαν χώρα τρεις μετρήσεις, που οι πρώτες δύο είχαν διαφορά μίας ώρας και η τελευταία περίπου μία εβδομάδα από τη δεύτερη.

Για την συλλογή των δεδομένων οι εθελοντές, εφόσον πληρούσαν τα κριτήρια, εισέρχονταν στην αίθουσα του Εργαστηρίου Αξιολόγησης Υγείας και Ποιότητας της Ζωής του Ανθρώπου, ενημερώνονταν για την διαδικασία και υπέγραφαν το ανάλογο έντυπο συναίνεσης. Οι ερευνητές για την διασφάλιση της αξιοπιστίας, την αποφυγή πιθανών ερευνητικών λαθών και του αποσυντονισμού των συμμετεχόντων είχαν μεριμνήσει την ύπαρξη ησυχίας στο χώρο. Επίσης οι δοκιμαζόμενοι είχαν την εντολή να βαδίζουν ήρεμοι, με χαλαρά χέρια και κοιτώντας ευθεία. Σε όλες τις προσπάθειες ήταν υποχρεωτική η αθλητική ενδυμασία. η αφαίρεση περιττών αντικειμένων που προσθέτουν βάρος στον ασθενή, και η χρήση ίδιων αθλητικών παπουτσιών.

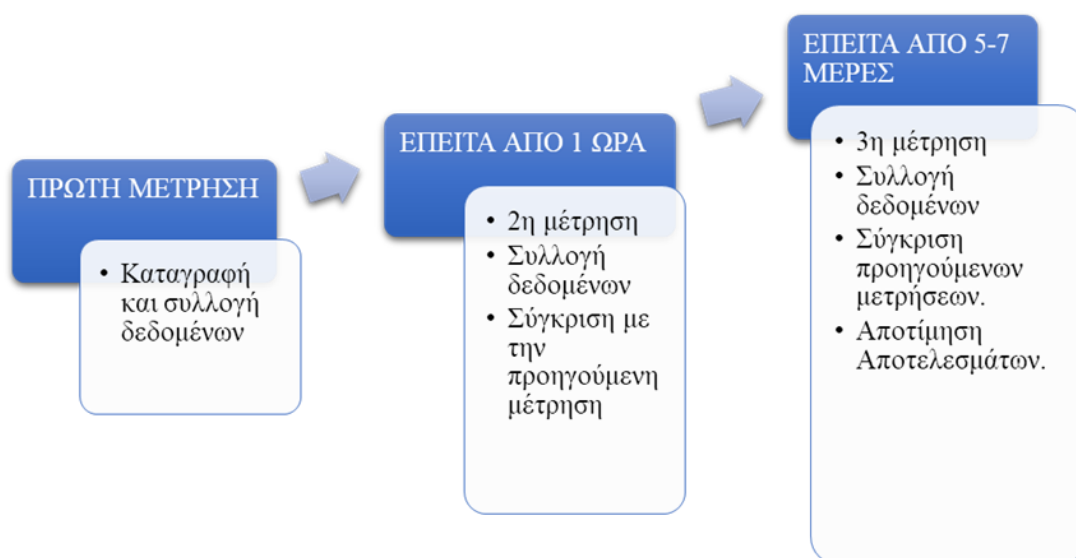
Πριν την έναρξη της βάδισης γινόταν εισαγωγή των στοιχείων τους, όπως ονοματεπώνυμο, ημερομηνία γέννησης, βάρος, ύψος και ξεχωριστό προσωπικό κωδικό στο πρόγραμμα Zebris και έπειτα τους δινόταν η εντολή να σταθούν στον ιμάντα για βαθμονόμηση και προσαρμογή του συστήματος. Μόλις ολοκληρωνόταν η ρύθμιση του μηχανήματος ο ερευνητής ανέβαζε την ταχύτητα του διαδρόμου και ξεκινούσε η διαδικασία.

Για την εξοικείωση τους με το εργαλείο αξιολόγησης διενεργούσαν βάρδια 2 λεπτών σε μια φυσιολογική ταχύτητα των 5 km/h (Kiss 2010). Το δίλεπτο αυτό μετρήθηκε από χρονόμετρο κινητού, χωρίς ηχητική σήμανση κατά τη λήξη του χρόνου. Στη συνέχεια, δίχως την ενημέρωση των συμμετεχόντων για το πέρας των 2 λεπτών εξοικείωσης, και δίχως τη διακοπή της βάρδιας τους, γινόταν η συλλογή των παραμέτρων με διάρκεια 120 δευτερόλεπτα, στην ίδια ταχύτητα. Με το τέλος της καταγραφής των παραμέτρων, μειωνόταν η ταχύτητα του διαδρόμου μέχρι να φτάσει τα 0 km/h και ολοκληρωνόταν η διαδικασία. Αυτή αποτελεί την πρώτη μέτρηση των συμμετεχόντων, συνολικής διάρκειας τεσσάρων λεπτών.

Στο τέλος κάθε δοκιμασίας, εμφανιζόταν το αρχείο με τις μέσες τιμές των παραμέτρων για τη χρονική διάρκεια των δύο λεπτών σε μορφή pdf. Ακολουθούσε εξαγωγή και αποθήκευση της εκάστοτε μέτρησης με τον ξεχωριστό προσωπικό κωδικό του κάθε εθελοντή.

Μετέπειτα επαναλήφθηκε δεύτερη μέτρηση, με διαφορά μίας ώρας, εφαρμόζοντας ακριβώς το ίδιο πρωτόκολλο, με σκοπό τη συγκέντρωση πληροφοριών για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του διαδρόμου σε βραχυπρόθεσμο χρόνο (Nüesch et al 2018).

Για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας του διαδρόμου σε μακροπρόθεσμο χρόνο επαναλήφθηκε η παραπάνω διαδικασία μετά από πέντε έως επτά ημέρες.. Αυτό επιτεύχθηκε με την εφαρμογή του πρωτοκόλλου των δύο λεπτών εξοικείωσης και των 120 δευτερολέπτων συλλογής δεδομένων που αναλύθηκε παραπάνω.



Εικόνα 4.4: Ερευνητική πορεία για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας του διαδρόμου

Τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια αυτών των τριών μετρήσεων σε pdf, αναλύθηκαν από τους ερευνητές και οι συγκρίσιμες τιμές μεταφέρθηκαν σε ανάλογα στατιστικά προγράμματα προς διερεύνηση τους.



Εικόνα 4.5: Δοκιμασία βάδισης στο δαπεδοεργόμετρο H/P Cosmos Pluto Med

4.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

Με σκοπό τον έλεγχο της εγκυρότητας του διαδρόμου, χρησιμοποιήθηκε ένα άλλο εργαλείο αξιολόγησης βάδισης, το δυναμοδάπεδο Kistler. Οι εθελοντές μετά το πέρας της τελευταίας δοκιμασίας βάδισης στο δαπεδοεργόμετρο, κατευθύνονταν στο εργαστήριο Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης που βρίσκεται το δυναμοδάπεδο. Κατά την δοκιμασία οι συμμετέχοντες έπρεπε να κάνουν 10 έγκυρα περάσματα στο δυναμοδάπεδο με σκοπό την συλλογή των αποτελεσμάτων. Το συγκεκριμένο εργαλείο διαθέτει δύο πλατφόρμες καταγραφής πίεσης επομένως καταγράφει δύο βήματα του εκάστοτε δοκιμαζόμενου.

Για να εξασφαλιστεί η εγκυρότητα της δοκιμασίας και η σωστή σύγκριση μεταξύ των δύο εργαλείων, οι δοκιμαζόμενοι θα έπρεπε να έχουν σταθερή ταχύτητα βάδισης, η οποία θα είναι ίδια με την ταχύτητα που είχαν στο δαπεδοεργόμετρο. Ο αριθμός βημάτων ανά λεπτό είχε

προσδιοριστεί από την τελευταία μέτρηση στο δαπεδοεργόμετρο και χρησιμοποιούνταν στην δοκιμασία στο δυναμοδάπεδο. Η τιμή αυτή σημειωνόταν στην εφαρμογή μετρονόμου στο κινητό, Metronome Beats της Stonekick, η οποία με ακουστικό ερέθισμα συντόνιζε τον ρυθμό βάδισης του κάθε δοκιμαζόμενου. Έτσι οι διαφορές στο μήκος βήματος και κατά επέκταση στον ρυθμό βάδισης που προκύπτουν από το βάρος, την ηλικία και το ύψος αποφεύχθηκαν.

Κατά την είσοδο των εθελοντών στο εργαστήριο Ανθρώπινης Δραστηριότητας και Αποκατάστασης ο ερευνητής επεξηγούσε την δοκιμασία. Οι εθελοντές αρχικά συντόνισαν το ρυθμό της βάδισης τους με τον μετρονόμο, πραγματοποιώντας ένα βήμα σε κάθε χτύπο του μετρονόμου. Στην συνέχεια τους ζητήθηκε το βήμα τους να είναι εντός της περιμέτρου της πλατφόρμας πίεσης, καθώς κάθε απόκλιση από αυτή θεωρούταν άκυρη προσπάθεια. Εφόσον διεξάγονταν δυο δοκιμαστικές προσπάθειες ξεκινούσε η καταγραφή των δέκα έγκυρων προσπαθειών, με συνεχόμενη βάδιση σε σταθερό ρυθμό.

Κατά την διάρκεια της δοκιμασίας οι εθελοντές προσαρμόζονται στον εκάστοτε ρυθμό βάδισης και δεν υπάρχει καμία παύση μέχρι να γίνουν και τα 10 περάσματα. Πριν κάθε πέραςμα στη πλατφόρμα ο ερευνητής ενεργοποιούσε το λογισμικό και ξεκινούσε η περίοδος καταγραφής των δυνάμεων η οποία ρυθμίστηκε στα τρία δευτερόλεπτα. Καθώς διεξαγόταν η δοκιμασία, ο ερευνητής έλεγχε ταυτόχρονα τον συγχρονισμό του ρυθμού βάδισης του εθελοντή με τον μετρονόμο και το πάτημα στην πλατφόρμα.

Έγκυρη προσπάθεια θεωρούνταν όταν το βήμα βρισκόταν εντός της πλατφόρμας και όταν η αλληλουχία των βημάτων ήταν πρώτα το δεξί πόδι στην πρώτη πλατφόρμα και έπειτα το αριστερό στην δεύτερη πλατφόρμα. Οποιαδήποτε προσπάθεια δεν ακολουθούσε τους παραπάνω κανονισμούς σημειωνόταν άκυρη και δεν καταγραφόταν (Barela et al. 2014).

Με το τέλος της δοκιμασίας, οι έγκυρες 10 προσπάθειες που συλλέχθηκαν από το λογισμικό αποθηκεύονταν σε ξεχωριστό αρχείο για τον κάθε δοκιμαζόμενο προς αποτίμηση και σύγκριση με τα δεδομένα του δαπεδοεργομέτρου.

4.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η στατιστική ανάλυση έγινε μέσω του IBM SPSS Statistics version 29. Όλα τα δεδομένα ακολουθούν την κανονική κατανομή. Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Intraclass Correlation Coefficient (ICC), το Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης (SEM) το οποίο υπολογίστηκε από τον τύπο $SEM = \sqrt{Residual\ error}$ και η Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά (SDD), η οποία υπολογίστηκε από τον τύπο $SDD = \frac{1,96 * \sqrt{2} * \sqrt{SEM}}{Grand\ mean} * 100$.

Για την εγκυρότητα χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία ζευγαρωτών παρατηρήσεων (Paired samples t-test) και ο συντελεστής συσχέτισης Pearson r. Οι τιμές του συντελεστών συσχέτισης Pearson r από 0 έως 0,19 μπορούν να χαρακτηριστούν ως κακές, από 0,20 έως 0,39 ως φτωχές, από 0,40 έως 0,59 ως μέτριες, από 0,60 έως 0,79 ως καλές και από 0,80 έως 1 ως άριστες (Fowler et al. 2013). Οι τιμές του συντελεστή ICC που είναι μικρότερες από 0,5 θεωρείται ότι αποδεικνύουν φτωχή αξιοπιστία, από 0,5 έως 0,75 μέτρια αξιοπιστία, από 0,75 έως 0,90 καλή αξιοπιστία και από 0,90 έως 1 άριστη αξιοπιστία (Koo et al. 2016). Επίπεδο σημαντικότητας θεωρήθηκε το $\alpha=0,05$.

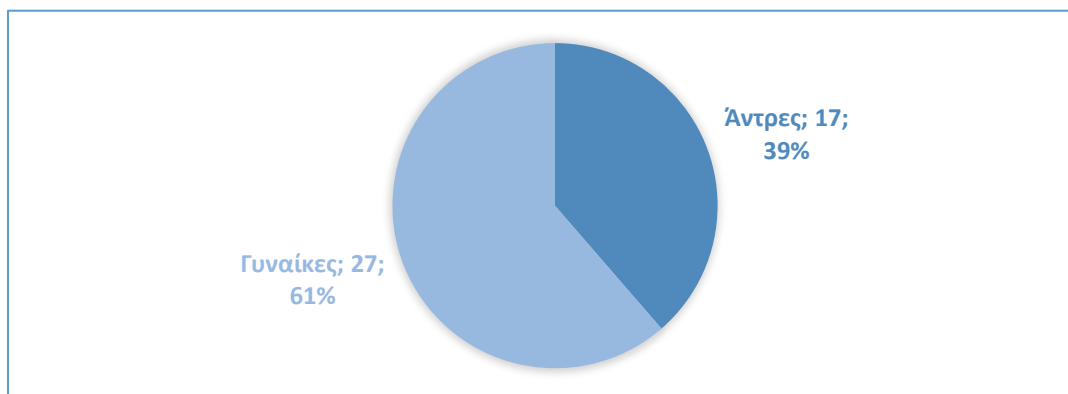
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Όσον αφορά τη μελέτη της αξιοπιστίας δοκιμής επαναδοκιμής, σε βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο χρονικό διάστημα, συμμετείχαν συνολικά N=44 άτομα, 27 γυναίκες και 17 άνδρες. Ειδικότερα ο μέσος όρος της ηλικίας είναι $21,82 \pm 1,53$ έτη, του ύψους $1.70,23 \pm 9,02$ μέτρα και βάρους $70,39 \pm 13,67$ κιλά (Πίνακας 5.1).

Πίνακας 5.1: Δημογραφικά στοιχεία μελέτης αξιοπιστίας

Χαρακτηριστικά	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
Ηλικία (y)	21,82	1,53	19	29
Ύψος (m)	1.70,23	9,02	1.53	1.87
Βάρος (kg)	70,39	13,67	43	105
y=έτη, m=μέτρα, kg=κιλά				

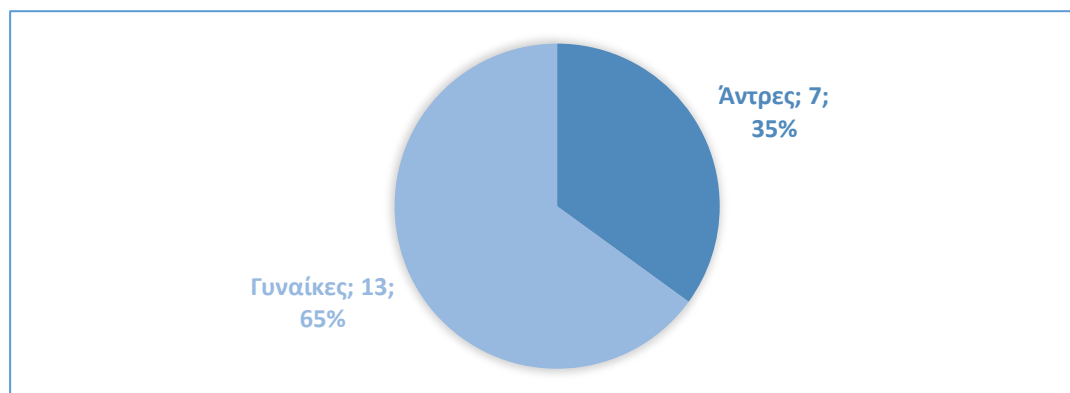


Εικόνα 5.1: Δημογραφικά στοιχεία μελέτης αξιοπιστίας σε μορφή γραφήματος

Στην μελέτη της εγκυρότητας, η οποία αφορά την σύγκριση του διαδρόμου και του δυναμοδαπέδου Kistler συμμετείχαν συνολικά N=20 άτομα, 13 γυναίκες και 7 άνδρες. Συγκεκριμένα ο μέσος όρος της ηλικίας τους είναι $21 \pm 1,13$ έτη, ύψους $1,69 \pm 9,95$ μέτρα και βάρους $71 \pm 13,01$ (Πίνακας 5.2).

Πίνακας 5.2: Δημογραφικά στοιχεία μελέτης εγκυρότητας

Χαρακτηριστικά	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη τιμή
Ηλικία (y)	21	1,13	20	23
Ύψος (m)	1.69	9,95	1.53	1.87
Βάρος (kg)	71	13,01	50	95
y=έτη, m= μέτρα, kg=κιλά				



Εικόνα 5.2: Δημογραφικά στοιχεία μελέτης εγκυρότητας σε μορφή γραφήματος

5.2 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ

5.2.1 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΥΚΛΟΥ ΒΑΔΙΣΗΣ

5.2.1.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Οι γεωμετρικοί παράμετροι που αναλύθηκαν ως προς την αξιοπιστία του H/P Cosmos Treadmill Pluto Med ήταν η στροφή του ποδιού σε μοίρες, το μήκος βήματος, το μήκος διασκελισμού και το πλάτος βήματος σε εκατοστά.

Όσον αφορά τις πραγματικές τιμές των παραπάνω παραμέτρων, καταγράφηκαν οι μέσοι όροι των συμμετεχόντων για κάθε μέτρηση ξεχωριστά (Πίνακας 5.3). Συγκεκριμένα η στροφή του ποδιού εμφάνισε μέσο όρο $5,64 \pm 4,82$ μοίρες στο αριστερό πόδι ενώ $6,81 \pm 4,77$ μοίρες στο δεξί, κατά τη 1η μέτρηση. Στη μέτρηση έπειτα απο μία ώρα, δηλαδή τη 2η μέτρηση, καταγράφηκε μέσος όρος στροφής ποδιού $5,66 \pm 4,96$ μοίρες αριστερά και $7,02 \pm 4,86$ μοίρες

δεξιά. Στη 3η μέτρηση το αριστερό πόδι παρουσίασε μέσο όρο στροφής ποδιού $5,88 \pm 5,35$ μοίρες και το δεξί $7,08 \pm 5,05$ μοίρες.

Το μήκος βήματος εμφάνισε μέσο όρο $71,98 \pm 3,19$ εκατοστά στο αριστερό πόδι και $72,16 \pm 3,06$ εκατοστά στο δεξί, κατά τη 1η μέτρηση. Στη μέτρηση έπειτα απο μία ώρα, δηλαδή τη 2η μέτρηση, καταγράφηκε μέσος όρος στροφής ποδιού $72,11 \pm 3,45$ εκατοστά αριστερά και $72,45 \pm 3,11$ εκατοστά δεξιά. Στη 3η μέτρηση το αριστερό πόδι παρουσίασε μέσο όρο στροφής ποδιού $72,43 \pm 3,1$ εκατοστά και το δεξί $72,52 \pm 2,98$ εκατοστά.

Στο πλάτος βήματος παρουσιάστηκε μέσος όρος 1ης μέτρησης $10,16 \pm 2,39$ εκατοστά, 2ης μέτρησης $9,64 \pm 2,28$ εκατοστά και 3ης $9,82 \pm 2,52$ εκατοστά. Η τελευταία γεωμετρική παράμετρος της ανάλυσης βάδισης αποτελεί το μήκος διασκελισμού και εμφάνισε στη 1η μέτρηση μέσο όρο $144,11 \pm 6,06$ εκατοστά, στη 2η $144,52 \pm 6,29$ εκατοστά και στη 3η μέτρηση $144,91 \pm 5,8$ εκατοστά.

Πίνακας 5.3: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις γεωμετρικών παραμέτρων βάδισης.

Πραγματικές Τιμές Παραμέτρων	1 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο ±Τ.Α)		2 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο ±Τ.Α)		3 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο ±Τ.Α)	
Στροφή Ποδιού (°)	5,64 (±4,82)	6,81 (±4,77)	5,66 (±4,96)	7,02 (±4,86)	5,88 (±5,35)	7,08 (±5,05)
Μήκος Βήματος (cm)	71,98 (±3,19)	72,16 (±3,06)	72,11 (±3,45)	72,45 (±3,11)	72,43 (±3,1)	72,52 (±2,98)
Πλάτος Βήματος (cm)	10,16 (±2,39)		9,64 (±2,28)		9,82 (±2,52)	
Μήκος Διασκελισμού (cm)	144,11 (±6,06)		144,52 (±6,29)		144,91 (±5,8)	
(°)= μοίρες, (cm)= εκατοστά, Α/Δ= Αριστερό/Δεξί, Μ.Ο.=Μέσος Όρος, Τ.Α.=Τυπική Απόκλιση						

Ο ICC της στροφής ποδιού αριστερά ανάμεσα στις 3 μετρήσεις είναι ίσος με 0,98, το SEM ίσο με 0,7 μοίρες ενώ η SDD ίση με 33,8% Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε

ICC ίσο με 0,99, SEM ίσο με 0,56 μοίρες και SDD ίση με 27,78%. Ανάμεσα στην 2η και στη 3η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,98, SEM ίσο με 0,78 μοίρες και SDD ίση με 37,3%.

Ο ICC της στροφής ποδιού δεξιά ανάμεσα στις 3 μετρήσεις είναι ίσος με 0,98, το SEM ίσο με 0,75 μοίρες ενώ η SDD ίση με 29,8%. Αν δεν λάβουμε υπόψιν την 3η μέτρηση τότε έχουμε βελτιωμένο ICC ίσο με 0,99, μικρότερο SEM ίσο με 0,48 μοίρες αλλά και SDD ίση με 19,2%. Ανάμεσα στην 2η και στη 3η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,97, SEM ίσο με 0,83 και SDD ίση με 32,7% (Πίνακας 5.4).

Πίνακας 5.4: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Στροφής Ποδιού

Στροφή Ποδιού	ICC	SEM (°)	SDD (%)	Grand Mean
Στροφή Ποδιού Α, 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,98	0,7	33,8	5,72
Στροφή Ποδιού Α, 1^η – 2^η μέτρηση	0,99	0,56	27,78	5,65
Στροφή Ποδιού Α, 2^η – 3^η μέτρηση	0,98	0,78	37,3	5,77
Στροφή Ποδιού Δ, 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,98	0,75	29,8	6,97
Στροφή Ποδιού Δ, 1^η – 2^η μέτρηση	0,99	0,48	19,2	6,92
Στροφή Ποδιού Δ, 2^η – 3^η μέτρηση	0,97	0,83	32,7	7,05
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστη Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Ο ICC του μήκους βήματος αριστερά ανάμεσα στις 3 μετρήσεις είναι ίσος με 0,95, το SEM ίσο με 0,75 εκατοστά ενώ η SDD ίση με 2,9%. Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,97, SEM ίσο με 0,6 εκατοστά και SDD ίσο με 2,3%. Αν συμπεριληφθεί μόνο η 2η και η 3η μέτρηση τότε έχουμε μειωμένο ICC ίσο με 0,95, αυξημένο SEM ίσο με 0,74 εκατοστά και αυξημένη SDD ίση με 2,9%, σε σχέση με τις προηγούμενες τιμές.

Ανάμεσα και στις 3 μετρήσεις ο ICC του μήκους βήματος δεξιά είναι ίσος με 0,94, το SEM ίσο με 0,76 εκατοστά ενώ η SDD ίση με 2,9% Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,96, SEM ίσο με 0,62 εκατοστά και SDD ίση με 2,4%. Ανάμεσα στην 2η και στη 3η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,93, SEM ίσο με 0,82 εκατοστά και SDD ίση με 3,2% (Πίνακας 5.5).

Πίνακας 5.5: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μήκους Βήματος

Μήκος Βήματος	ICC	SEM (cm)	SDD (%)	Grand Mean
Μήκος Βήματος, Α, 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,95	0,75	2,9	72,17
Μήκος Βήματος, Α, 1^η – 2^η μέτρηση	0,97	0,6	2,3	72,05
Μήκος Βήματος, Α, 2^η – 3^η μέτρηση	0,95	0,74	2,9	72,27
Μήκος Βήματος, Δ, 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,94	0,76	2,9	72,38
Μήκος Βήματος, Δ, 1^η – 2^η μέτρηση	0,96	0,62	2,4	72,31
Μήκος Βήματος, Δ, 2^η – 3^η μέτρηση	0,93	0,82	3,2	72,49
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Το μήκος διασκελισμού ανάμεσα στις 3 μετρήσεις εμφάνισε ICC ίσο με 0,96, SEM ίσο με 1,27 εκατοστά και SDD ίση με 2,4% Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,97, SEM ίσο με 1,03 εκατοστά και SDD ίσο με 2%. Αν συμπεριληφθεί μόνο η 2η και η 3η μέτρηση τότε έχουμε ICC ίσο με 0,96, αυξημένο SEM ίσο με 1,24 εκατοστά και SDD ίση με 2,4% (Πίνακας 5.6).

Πίνακας 5.6: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μήκους Διασκελισμού

Μήκος Διασκελισμού	ICC	SEM (cm)	SDD (%)	Grand Mean
Μήκος Διασκελισμού, 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,96	1,27	2,4	144,52
Μήκος Διασκελισμού, 1 ^η – 2 ^η μέτρηση	0,97	1,03	2	144,32
Μήκος Διασκελισμού, 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,96	1,24	2,4	144,72
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Ανάμεσα στις 3 μετρήσεις, το πλάτος βήματος εμφάνισε ICC ίσο με 0,92, SEM ίσο με 0,67 εκατοστά και SDD ίση με 18,8%. Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,95, SEM ίσο με 0,54 εκατοστά και SDD ίσο με 15,1%. Αν συμπεριληφθεί μόνο η 2η και η 3η μέτρηση τότε έχουμε ICC ίσο με 0,92, αυξημένο SEM ίσο με 0,67 εκατοστά και SDD ίση με 19,1% (Πίνακας 5.7).

Πίνακας 5.7: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Πλάτους Βήματος

Πλάτος Βήματος	ICC	SEM (cm)	SDD (%)	Grand Mean
Πλάτος Βήματος, 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,92	0,67	18,8	9,87
Πλάτος Βήματος, 1 ^η – 2 ^η μέτρηση	0,95	0,54	15,1	9,9
Πλάτος Βήματος, 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,92	0,67	19,1	9,73
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

5.2.1.2 ΦΑΣΕΙΣ ΚΥΚΛΟΥ ΒΑΔΙΣΗΣ

Οι παράμετροι που αναλύθηκαν ως προς την αξιοπιστία του H/P Cosmos Treadmill Pluto Med στη κατηγορία των φάσεων της βάδισης ήταν η φάση αιώρησης επί τοις εκατό, η φάση μονής στήριξης επί τοις εκατό και η διπλή φάση στήριξης επί τοις εκατό.

Αναφορικά με τις πραγματικές τιμές των παραμέτρων αυτών πραγματοποιήθηκε καταγραφή τους και υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους (Πίνακας 5.8). Αρχικά, ο μέσος όρος της φάσης αιώρησης επί τοις εκατό κατά τη 1^η μέτρηση υπολογίστηκε 37,17(±1,15)% στο αριστερό πόδι και 37(±1,13)% στο δεξί. Κατά τη 2^η μέτρηση καταγράφηκε μέσος όρος 37,27(±1,06)% στο αριστερό και 37,17(±1,03)% στο δεξί πόδι ενώ κατά τη 3^η μέτρηση μέσος όρος 37,28(±1,07)% αριστερά και 37,25(±1)% δεξιά.

Για την φάση μονής στήριξης επί τοις εκατό βρέθηκε μέσος όρος 1^{ης} μέτρησης αριστερά 62,83(±1,15)% και δεξιά 63(±1,13)%, της 2^{ης} μέτρησης μέσος όρος αριστερού άκρου 62,73(±1,05)%, δεξιού άκρου 62,83(±1,03)%, και μέσος όρος 3^{ης} μέτρησης στο αριστερό 62,73(±1,07)% και στο δεξί πόδι 62,75(±1)%.

Η διπλή φάση στήριξης επί τοις εκατό εμφάνισε μέσο όρο 1^{ης} μέτρησης 25,83(±2,21)%, 2^{ης} μέτρησης 25,56(±1,99)% και 3^{ης} μέτρησης 25,47(±1,99)%.

Πίνακας 5.8: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις των φάσεων του κύκλου βάδισης.

Πραγματικές Τιμές Παραμέτρων	1 ^η μέτρηση,		2 ^η μέτρηση,		3 ^η μέτρηση,	
	Α/Δ		Α/Δ		Α/Δ	
	(Μ.Ο ±Τ.Α)		(Μ.Ο ±Τ.Α)		(Μ.Ο ±Τ.Α)	
Φάση Αιώρησης (%)	37,17	37	37,27	37,17	37,28	37,25
	(±1,15)	(±1,13)	(±1,06)	(±1,03)	(±1,07)	(±1)
Μονή Φάση Στήριξης (%)	62,83	63	62,73	62,83	62,73	62,75
	(±1,15)	(±1,13)	(±1,05)	(±1,03)	(±1,07)	(±1)
Διπλή Φάση Στήριξης (%)	25,83		25,56		25,47	
	(±2,21)		(±1,99)		(±1,99)	
(%)= επί τοις εκατό, Α/Δ= Αριστερό/Δεξί, Μ.Ο.=Μέσος Όρος, Τ.Α.=Τυπική Απόκλιση						

Ο ICC της φάση αιώρησης επί τοις εκατό, αριστερά, ανάμεσα στις 3 μετρήσεις είναι ίσος με 0,9, το SEM ίσο με 0,35% ενώ η SDD ίση με 3% Ανάμεσα στη 1^η και στη 2^η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,96, SEM ίσο με 0,22% και SDD ίσο με 2,3%. Αν συμπεριληφθεί μόνο η 2^η και η 3^η μέτρηση τότε έχουμε μειωμένο ICC ίσο με 0,89, SEM ίσο με 0,35 εκατοστά και αυξημένη SDD ίση με 2,6%, σε σχέση με την προηγούμενη τιμή της.

Ανάμεσα και στις 3 μετρήσεις ο ICC της φάσης αιώρησης επί τοις εκατό, δεξιά, είναι ίσος με 0,87, το SEM ίσο με 0,22% ενώ η SDD ίση με 2,8% Ανάμεσα στη 1^η και στη 2^η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,96, SEM ίσο με 0,21 εκατοστά και SDD ίση με 3%. Ανάμεσα στην 2^η και στη 3^η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,85, SEM ίσο με 0,4% και SDD ίση με 1,8% (Πίνακας 5.9).

Πίνακας 5.9: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Φάσης Αιώρησης

Φάση Αιώρησης (%)	ICC	SEM (%)	SDD (%)	Grand Mean
Φάση Αιώρησης, Δ 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,9	0,35	3	37,24
Φάση Αιώρησης, Δ 1^η – 2^η μέτρηση	0,96	0,22	1,7	37,22
Φάση Αιώρησης, Δ 2^η – 3^η μέτρηση	0,89	0,35	2,6	37,27
Φάση Αιώρησης, Δ 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,87	0,38	2,8	37,14
Φάση Αιώρησης, Δ 1^η – 2^η μέτρηση	0,96	0,21	3	37,09
Φάση Αιώρησης, Δ 2^η – 3^η μέτρηση	0,85	0,4	1,8	37,21
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Ο ICC της μονής φάσης στήριξης, επί τοις εκατό, αριστερά ανάμεσα στις 3 μετρήσεις είναι ίσος με 0,9, το SEM ίσο με 0,35% ενώ η SDD ίση με 1,5% Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,96, SEM ίσο με 0,23% και SDD ίσο με 1%. Αν συμπεριληφθεί μόνο η 2η και η 3η μέτρηση τότε έχουμε μειωμένο ICC ίσο με 0,89, αυξημένο SEM ίσο με 0,35% και αυξημένη SDD ίση με 1%, σε σχέση με τις προηγούμενες τιμές.

Ανάμεσα και στις 3 μετρήσεις ο ICC της μονής φάσης στήριξης, επί τοις εκατό, δεξιά είναι ίσος με 0,87, το SEM ίσο με 0,38% ενώ η SDD ίση με 1,7% Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,96, SEM ίσο με 0,21% και SDD ίση με 0,9%. Ανάμεσα στην 2η και στη 3η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,85, SEM ίσο με 0,4% και SDD ίση με 1,8% (Πίνακας 5.10).

Πίνακας 5.10: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Φάσης Μονής Στήριξης

Φάση Μονής Στήριξης (%)	ICC	SEM (%)	SDD (%)	Grand Mean
Φάση Μονής Στήριξης , Δ 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,9	0,35	1,5	62,76
Φάση Μονής Στήριξης , Δ 1 ^η – 2 ^η μέτρηση	0,96	0,23	1	62,78
Φάση Μονής Στήριξης , Δ 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,89	0,35	1,5	62,73
Φάση Μονής Στήριξης , Δ 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,87	0,38	1,7	62,86
Φάση Μονής Στήριξης , Δ 1 ^η – 2 ^η μέτρηση	0,96	0,21	0,9	62,91
Φάση Μονής Στήριξης , Δ 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,85	0,4	1,8	62,97
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Στο σύνολο της 1^{ης}, 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης ο ICC της διπλής φάσης στήριξης επί τις εκατό είναι ίσος με 0,9, το SEM ίσο με 0,64% ενώ η SDD ίση με 6,9%. Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,97, SEM ίσο με 0,38% και SDD ίση με 4,1%. Ανάμεσα στην 2η και στη 3η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,9, SEM ίσο με 0,64% και SDD ίση με 6,9% (Πίνακας 5.11).

Πίνακας 5.11: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Διπλής Φάσης Στήριξης

Διπλή Φάση Στήριξης (%)	ICC	SEM (%)	SDD (%)	Grand Mean
Διπλή Φάση Στήριξης , 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,9	0,64	6,9	25,62
Διπλή Φάση Στήριξης , 1 ^η – 2 ^η μέτρηση	0,97	0,38	4,1	25,7
Διπλή Φάση Στήριξης , 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,9	0,64	6,9	25,52
A= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

5.2.1.3 ΧΡΟΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Οι χρονικοί παράμετροι του κύκλου βάδισης που μελετήθηκαν ως προς την αξιοπιστία τους ήταν ο χρόνος βήματος, ο χρόνος διασκελισμού και ο ρυθμός της βάδισης.

Ο μέσος όρος των πραγματικών τιμών για τον χρόνο βήματος (Πίνακας 5.12), στο αριστερό πόδι, καταγράφηκε στη 1^η μέτρηση με 0,52(±0,22) δευτερόλεπτα, στη 2^η μέτρηση 0,52(±0,24) δευτερόλεπτα αλλά και στη 3^η μέτρηση με 0,52(±0,21) δευτερόλεπτα. Για τον χρόνο βήματος, του δεξιού ποδιού, ο μέσος όρος της 1^{ης} μέτρησης υπολογίστηκε στα 0,52(±0,22) δευτερόλεπτα, της 2^{ης} μέτρησης στα 0,52(±0,23) δευτερόλεπτα όπως και της 3^{ης} στα 0,52(±0,2) δευτερόλεπτα.

Για την επόμενη χρονική παράμετρο, επομένως τον χρόνο διασκελισμού βρέθηκε ο μέσος όρος των πραγματικών τιμών της 1^{ης} μέτρησης 1,03(±0,43) δευτερόλεπτα, της 2^{ης} μέτρησης 1,04(±0,45) δευτερόλεπτα και 3^{ης} μέτρησης 1,04(±0,41) δευτερόλεπτα.

Η τελευταία παράμετρος αυτή της κατηγορίας είναι ο ρυθμός βάδισης που υπολογίζεται σε βήματα ανά λεπτό. Στη 1^η μέτρηση εμφανίστηκε μέσος όρος 116,43(±5) βήματα/λεπτό, στη 2^η μέτρηση 116,11(±5,15) βήματα/λεπτό και στη 3^η μέτρηση 115,82(±4,67) βήματα/λεπτό.

Πίνακας 5.12: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Χρονικών Παραμέτρων Βάδισης

Πραγματικές Τιμές Παραμέτρων	1 ^η μέτρηση,		2 ^η μέτρηση,		3 ^η μέτρηση,	
	Α/Δ		Α/Δ		Α/Δ	
	(Μ.Ο ±Τ.Α)		(Μ.Ο ±Τ.Α)		(Μ.Ο ±Τ.Α)	
Χρόνος Βήματος (sec)	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
	(±0,22)	(±0,22)	(±0,24)	(±0,23)	(±0,21)	(±0,2)
Χρόνος Διασκελισμού (sec)	1,03 (±0,43)		1,04 (±0,45)		1,04 (±0,41)	
Ρυθμός Βήματος (βήματα/λεπτό)	116,43 (±5)		116,11 (±5,15)		115,82 (±4,67)	
(sec)= δευτερόλεπτα, Α/Δ= Αριστερό/Δεξί, Μ.Ο.=Μέσος Όρος, Τ.Α.=Τυπική Απόκλιση						

Ο ICC του χρόνου βήματος αριστερά ανάμεσα στις 3 μετρήσεις είναι ίσος με 0,92. Μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης παρουσιάστηκε ICC ίσος με 0,96 και μεταξύ 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης ICC ίσος με 0,89. Η SDD και το SEM είναι όλα μηδενικά.

Για τον χρόνο βήματος δεξιά, ανάμεσα στις 3 μετρήσεις, καταγράφηκε ICC ίσος με 0,87. Μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης παρουσιάστηκε ICC ίσος με 0,96 και μεταξύ 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης ICC ίσος με 0,85. Η SDD και το SEM είναι όλα μηδενικά (Πίνακας 5.13).

Πίνακας 5.13: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Χρόνου Βήματος

Χρόνος Βήματος	ICC	SEM (sec)	SDD (%)	Grand Mean
Χρόνος Βήματος, Α, 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,92	0	0	0,52
Χρόνος Βήματος, Α, 1^η – 2^η μέτρηση	0,96	0	0	0,52
Χρόνος Βήματος, Α, 2^η – 3^η μέτρηση	0,89	0	0	0,52
Χρόνος Βήματος, Δ, 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,87	0	0	0,52
Χρόνος Βήματος, Δ, 1^η – 2^η μέτρηση	0,96	0	0	0,52
Χρόνος Βήματος, Δ, 2^η – 3^η μέτρηση	0,85	0	0	0,52
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Ο χρόνος διασκελισμού μεταξύ της 1^{ης} της 2^{ης} και της 3^{ης} μέτρησης παρουσίασε ICC ίσο με 0,95. Ανάμεσα στη 1^η και τη 2^η καταγράφηκε ICC ίσος με 0,97 και ανάμεσα στη 2^η και στην 3^η ICC ίσος με 0,95. Όπως παραπάνω, στη παράμετρο αυτή έχουμε μηδενικά SEM και SDD (Πίνακας 5.14).

Πίνακας 5.14: Αποτελέσματα Χρόνου Διασκελισμού

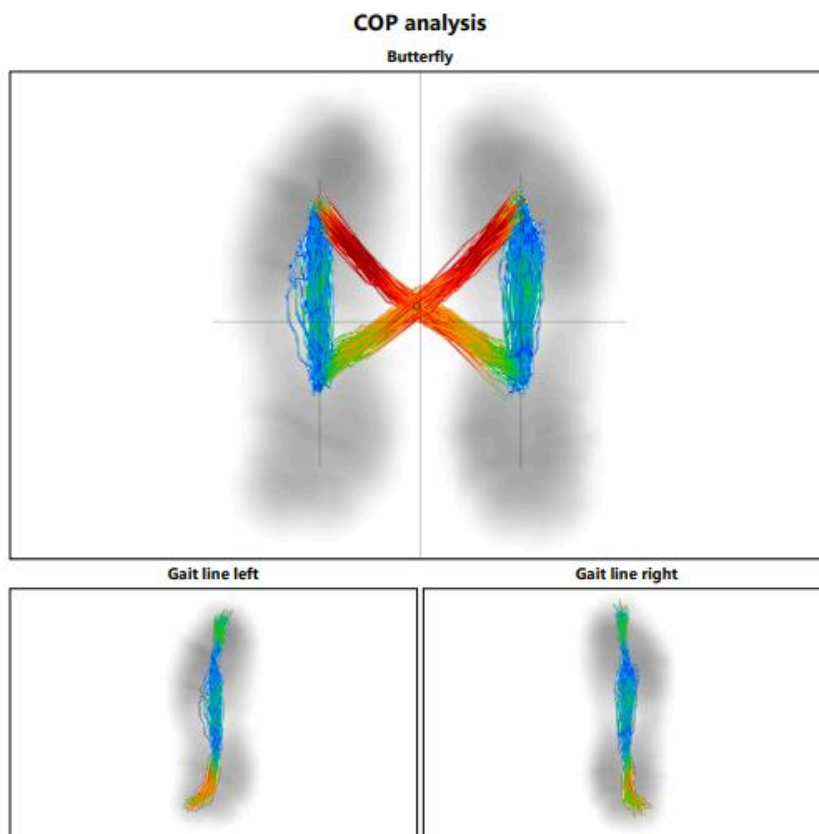
Χρόνος Διασκελισμού	ICC	SEM (sec)	SDD (%)	Grand Mean
Χρόνος Διασκελισμού, 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,95	0	0	1,04
Χρόνος Διασκελισμού, 1^η – 2^η μέτρηση	0,97	0	0	1,03
Χρόνος Διασκελισμού, 2^η – 3^η μέτρηση	0,95	0	0	1,04
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Όσον αφορά τον ρυθμό βάδισης, το ICC των τριών μετρήσεων ισούται με 0,95, το SEM ίσο με 1,14 βήματα/λεπτό και η SDD ίση με 2,7%. Ανάμεσα στη 1^η και τη 2^η μέτρηση καταγράφηκαν ICC ίσο με 0,97, SEM ίσο με 0,9 βήματα/λεπτό και SDD ίση με 2,1%. Μεταξύ 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης είχαμε μειωμένο ICC ίσο με 0,95, αυξημένο SEM ίσο με 1,16 και αυξημένο SDD ίσο με 2,8%, σε σχέση με τις προηγούμενες τιμές που αναφέρθηκαν (Πίνακας 5.15).

Πίνακας 5.15: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ρυθμού Βάδισης

Ρυθμός Βάδισης	ICC	SEM (steps/min)	SDD (%)	Grand Mean
Ρυθμός Βάδισης, 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,95	1,14	2,7	116,12
Ρυθμός Βάδισης, 1^η – 2^η μέτρηση	0,97	0,9	2,1	116,27
Ρυθμός Βάδισης, 2^η – 3^η μέτρηση	0,95	1,16	2,8	115,97
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

5.2.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΚΕΝΤΡΟΥ ΒΑΡΟΥΣ ΠΙΕΣΗΣ (COP)



Εικόνα 5.3: Αναπαράσταση Κέντρου Βάρους Πίεσης και γραμμών βάδισης από το σύστημα Zebris.

Στη κατηγορία αυτή αναλύθηκαν δύο βασικοί παράμετροι προς μελέτη της αξιοπιστίας και συγκεκριμένα το μήκος γραμμής βάδισης και η μονή γραμμή στήριξης. Οι δύο αυτοί παράμετροι εμφανίζονται και αναλύονται στα παρακάτω σχήματα (butterfly και gait line δεξιά/αριστερά) που απεικονίζονται στο σύστημα Zebris και χρησιμεύουν στην ευρύτερη ανάλυση του κέντρου βάρους της πίεσης (COP).

Κατά τον υπολογισμό των μέσων όρων των πραγματικών τιμών (Πίνακας 5.16), του μήκους γραμμής βάδισης, στο αριστερό πόδι των δοκιμαζομένων, καταγράφηκε κατά τη 1^η μέτρηση 259,96(±20,50) χιλιοστά, κατά τη 2^η μέτρηση 260(±20,52) χιλιοστά και κατά τη 3^η μέτρηση 259,84(±20,06) χιλιοστά. Στο δεξί πόδι βρέθηκαν μέσοι όροι στη 1^η μέτρηση 259,71(±20,3) χιλιοστά, στη 2^η μέτρηση 259,68(±20,29) χιλιοστά και στη 3^η 258,82(±20,48) χιλιοστά.

Οι μέσοι όροι της μονής γραμμής στήριξης αριστερού ποδιού υπολογίστηκαν στη 1^η μέτρηση 117,07(±16,44) χιλιοστά, στην μέτρηση μετά από μία ώρα, δηλαδή της 2^{ης} μέτρησης 117,54(±15,66) χιλιοστά και στην μέτρηση μετά από μία βδομάδα, επομένως της 3^{ης} μέτρησης 117,55(±15,83) χιλιοστά. Η μονή γραμμή στήριξης δεξιού ποδιού εμφάνισε μέσο όρο 1^{ης} μέτρησης 116,63(±16,44) χιλιοστά, 2^{ης} μέτρησης 116,84(±15,74) χιλιοστά και 3^{ης} μέτρησης 117,32(±15,33) χιλιοστά.

Πίνακας 5.16: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις παραμέτρων που συσχετίζονται με το κέντρο βάρους της πίεσης.

Πραγματικές Τιμές Παραμέτρων	1 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο ±Τ.Α)		2 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο ±Τ.Α)		3 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο ±Τ.Α)	
Μήκος Γραμμής Βάδισης (mm)	259,96 (±20,50)	259,71 (±20,3)	260 (±20,52)	259,68 (±20,29)	259,84 (±20,06)	258,82 (±20,48)
Μονή Γραμμή Στήριξης (mm)	117,07 (±16,44)	116,63 (±16,44)	117,54 (±15,66)	116,84 (±15,74)	117,55 (±15,83)	117,32 (±15,33)
(mm)= χιλιοστά, Α/Δ= Αριστερό/Δεξί, Μ.Ο.=Μέσος Όρος, Τ.Α.=Τυπική Απόκλιση						

Κατά την ανάλυση της αξιοπιστίας του μήκους γραμμής βάδισης βρέθηκε ICC, στο αριστερό πόδι, ανάμεσα και στις 3 μετρήσεις ίσος με 0,99, το SEM ίσο με 1,32 χιλιοστά ενώ η SDD ίση με 4,4%. Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,99, SEM ίσο με 1,18 χιλιοστά και SDD ίσο με 1,3%. Αν συμπεριληφθεί μόνο η 2^η και η 3^η μέτρηση τότε έχουμε μειωμένο ICC ίσο με 0,99, αυξημένο SEM ίσο με 1,21 χιλιοστά και αυξημένη SDD ίση με 1,3%, σε σχέση με τις προηγούμενες τιμές.

Το αριστερό πόδι, στο σύνολο της 1^{ης}, της 2^{ης} και της 3^{ης} μέτρησης, εμφάνισε ICC μήκους γραμμής βάδισης 0,99, SEM 2,25 χιλιοστά και SDD 2,4%. Μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης ICC 0,99, SEM 1,54 χιλιοστά και SDD 1,6%. Αν συμπεριληφθεί μόνο η 2^η και η 3^η μέτρηση τότε έχουμε ICC ίσο με 0,99, SEM 2,29 χιλιοστά και SDD 2,4% (Πίνακας 5.17).

Πίνακας 5.17: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μήκους Γραμμής Βάδισης

Μήκος Γραμμής Βάδισης	ICC	SEM (mm)	SDD (%)	Grand Mean
Μήκος Γραμμής Βάδισης, Α, 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,99	1,32	4,4	259,93
Μήκος Γραμμής Βάδισης, Α, 1^η - 2^η μέτρηση	0,99	1,18	1,3	259,97
Μήκος Γραμμής Βάδισης, Α, 2^η - 3^η μέτρηση	0,99	1,21	1,3	259,92
Μήκος Γραμμής Βάδισης, Δ, 1^η - 2^η - 3^η μέτρηση	0,99	2,25	2,4	259,42
Μήκος Γραμμής Βάδισης, Δ, 1^η - 2^η μέτρηση	0,99	1,54	1,6	259,69
Μήκος Γραμμής Βάδισης, Δ, 2^η - 3^η μέτρηση	0,99	2,29	2,4	259,28
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Η τελευταία παράμετρος της κατηγορίας κέντρου βάρους της πίεσης (COP), αποτελεί η μονή γραμμή στήριξης ξεχωριστά για το κάθε πόδι. Στο αριστερό πόδι, ανάμεσα και στις 3 μετρήσεις εμφανίστηκε ICC ίσο με 0,96, το SEM ίσο με 2,46 χιλιοστά ενώ η SDD ίση με 7,3%. Ανάμεσα στη 1η και στη 2η μέτρηση έχουμε ICC ίσο με 0,98, SEM ίσο με 2,46 χιλιοστά και SDD ίσο με 5,8%. Αν συμπεριληφθεί μόνο η 2^η και η 3^η μέτρηση τότε έχουμε μειωμένο ICC ίσο με 0,96, αυξημένο SEM ίσο με 3,3 χιλιοστά και αυξημένη SDD ίση με 7,8%, σε σχέση με τις προηγούμενες τιμές.

Το ICC της μονής γραμμής στήριξης, για το δεξί πόδι, ανάμεσα στη 1^η, τη 2^η και τη 3^η μέτρηση υπολογίστηκε 0,95, το SEM 3,42 χιλιοστά και η SDD 8,1%. Μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης ICC 0,97, SEM 3,02 χιλιοστά και SDD 7,2%. Αν συμπεριληφθεί μόνο η 2^η και η 3^η μέτρηση τότε έχουμε ICC ίσο με 0,95, SEM 3,34 χιλιοστά και SDD 7,9% (Πίνακας 5.18).

Πίνακας 5.18: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μονής Γραμμής Στήριξης

Μονή Γραμμή Στήριξης	ICC	SEM (mm)	SDD (%)	Grand Mean
Μονή Γραμμή Στήριξης, Α, 1 ^η - 2 ^η - 3 ^η μέτρηση	0,96	3,1	7,3	117,39
Μονή Γραμμή Στήριξης, Α, 1 ^η - 2 ^η μέτρηση	0,98	2,46	5,8	117,30
Μονή Γραμμή Στήριξης, Α, 2 ^η - 3 ^η μέτρηση	0,96	3,3	7,8	117,54
Μονή Γραμμή Στήριξης, Δ, 1 ^η - 2 ^η - 3 ^η μέτρηση	0,95	3,42	8,1	116,93
Μονή Γραμμή Στήριξης, Δ, 1 ^η - 2 ^η μέτρηση	0,97	3,02	7,2	116,73
Μονή Γραμμή Στήριξης, Δ, 2 ^η - 3 ^η μέτρηση	0,95	3,34	7,9	117,08
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

5.2.3 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΚΑΙ ΠΙΕΣΕΩΝ

5.2.3.1 ΧΡΟΝΟΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΠΟΔΙΟΥ- ΠΟΣΟΣΤΟ ΧΡΟΝΟΥ ΑΛΛΑΓΗΣ ΠΟΔΙΟΥ

Ο χρόνος αλλαγής ποδιού κατά τη βάδιση αποτελεί μια από τις βασικές παραμέτρους του διαδρόμου στη κατηγορία ανάλυσης δυνάμεων και πιέσεων. Ο μέσος όρος της πρώτης μέτρησης του αριστερού ποδιού είναι 0,21 ($\pm 0,35$) δευτερόλεπτα, της δεύτερης μέτρησης 0,22 ($\pm 0,39$) δευτερόλεπτα και της τρίτης μέτρησης 0,22 ($\pm 0,36$) δευτερόλεπτα. Ο ICC των τριών μετρήσεων είναι άριστος με τιμή 0,95, ο SEM 0,00 δευτερόλεπτα και το ποσοστό SDD 0,0%. Στην παραπάνω παράμετρο η τιμή του SEM και του SDD είναι μηδενική καθώς δεν μπορούν να υπολογιστούν για τόσο μικρό χρονικό διάστημα όσο τα κλάσματα δευτερολέπτου (Πίνακας 5.19). Όσον αφορά το δεξί πόδι ο μέσος όρος της πρώτης μέτρησης ισούται με 0,20 ($\pm 0,36$) δευτερόλεπτα, της δεύτερης μέτρησης με 0,21 ($\pm 0,38$) δευτερόλεπτα και της τρίτης μέτρησης πάλι με 0,21 ($\pm 0,41$) δευτερόλεπτα. (Πίνακας 5.21). Ο ICC των τριών μετρήσεων

είναι μικρότερος στο δεξί πόδι με τιμή 0,90 ενώ ο SEM και ο SDD έχουν τιμή 0,00 και 0,00% (Πίνακας 5.19).

Για το ποσοστό του χρόνου αλλαγής αριστερού ποδιού ο μέσος όρος των πρώτων μετρήσεων, είναι 32,9% ($\pm 5,40\%$), των δεύτερων μετρήσεων 33,7% ($\pm 5,97\%$) και των τρίτων μετρήσεων 34% ($\pm 5,69\%$) (Πίνακας 5.21). Ο ICC για τις τρεις μετρήσεις είναι ίσος με 0,96, το SEM είναι ίσο με 1,15 και το ποσοστό SDD είναι ίσο με 9,5%. Επιπλέον η μέση τιμή του ποσοστού του χρόνου αλλαγής δεξιού ποδιού, κατά τη πρώτη μέτρηση ισούται με 32,2% ($\pm 5,22\%$), κατά τη δεύτερη μέτρηση με 33,2% ($\pm 5,73\%$) και κατά τη τρίτη μέτρηση ισούται με 33,6% ($\pm 6,09\%$). Τέλος ο ICC των τριών μετρήσεων εμφανίζεται μειωμένος σε σχέση με το αριστερό πόδι και ισούται με 0,92, ο SEM ισούται με 1,50 και ο SDD ισούται με 12,3%. (Πίνακας 5.20).

Πίνακας 5.19: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Χρόνου Αλλαγής Ποδιού

Χρόνος Αλλαγής Ποδιού	ICC	SEM (sec)	SDD (%)	GRAND MEAN
Χρόνος αλλαγής, Α 1 ^η -2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,95	0,00	0,00	0,21
Χρόνος αλλαγής, Α 1 ^η -2 ^η μέτρηση	0,96	0,00	0,00	0,21
Χρόνος αλλαγής, Α 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,94	0,00	0,00	0,22
Χρόνος αλλαγής, Δ 1 ^η -2 ^η 3 ^η μέτρηση	0,90	0,00	0,00	0,21
Χρόνος αλλαγής, Δ 1 ^η -2 ^η μέτρηση	0,92	0,00	0,00	0,21
Χρόνος αλλαγής, Δ 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,89	0,00	0,00	0,22
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.20: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ποσοστού Χρόνου Αλλαγής Ποδιού

Ποσοστό χρόνου αλλαγής ποδιού	ICC	SEM (%)	SDD (%)	GRAND MEAN
Ποσοστό χρόνου αλλαγής, Α 1η-2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,95	1,16	9,3	34,44
Ποσοστό χρόνου αλλαγής, Α 1 ^η -2 ^η μέτρηση	0,95	1,13	9,2	34,16
Ποσοστό χρόνου αλλαγής, Α 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,97	1,22	9,7	34,85
Ποσοστό χρόνου αλλαγής, Δ 1 ^η -2 ^η 3 ^η μέτρηση	0,92	1,50	12,3	33,55
Ποσοστό χρόνου αλλαγής, Δ 1 ^η -2 ^η μέτρηση	0,92	1,38	11,4	33,24
Ποσοστό χρόνου αλλαγής, Δ 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,93	1,61	13,2	34,02
Α= Αριστερά, Δ= Δεξιά, ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.21: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Χρόνου Αλλαγής Ποδιού και του Ποσοστού του

Πραγματικές τιμές παραμέτρων	1 ^η μέτρηση,		2 ^η μέτρηση,		3 ^η μέτρηση,	
	Α/Δ		Α/Δ		Α/Δ	
	(Μ.Ο. ±Τ.Α.)		(Μ.Ο. ±Τ.Α.)		(Μ.Ο. ±Τ.Α.)	
ΧΡΟΝΟΣ ΑΛΛΑΓΗΣ ΠΟΔΙΟΥ (sec)	0,21 (±0,35)	0,21 (±0,36)	0,22 (±0,39)	0,22 (±0,38)	0,22 (±0,36)	0,21 (±0,41)
ΠΟΣΟΣΤΟ ΧΡΟΝΟΥ ΑΛΛΑΓΗΣ ΠΟΔΙΟΥ(%)	32,93 (±5,40)	32,26 (±5,22)	33,71 (±5,97)	33,20 (±5,73)	33,95 (±5,69)	33,68 (±6,09)
(°)= επί τοις εκατό, Α/Δ= Αριστερό/Δεξί, (sec)= δευτερόλεπτα Μ.Ο.= Μέσος Όρος Τ.Α.= Τυπική Απόκλιση						

5.2.3.2 ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ

Κατά την βάρδιση ο διάδρομος κατέγραφε την μέγιστη δύναμη στα δύο πόδια, σε Newton. Οι μέσοι όροι των πραγματικών τιμών για αυτή τη παράμετρο φαίνονται στον Πίνακα 5.25, ενώ τα αποτελέσματα της αξιοπιστίας διαχωρίζονται με βάση το πρόσθιο (Πίνακας 5.22), το μέσο (Πίνακας 5.23) και το οπίσθιο τμήμα (Πίνακας 5.24) του ποδιού. Συγκεκριμένα ο μέσος όρος της μέγιστης δύναμης στο αριστερό πρόσθιο πόδι κατά τη πρώτη μέτρηση είναι 739.92 ($\pm 144,47$) N, κατά τη δεύτερη μέτρηση 735.44 ($\pm 142,57$) N και κατά την τρίτη μέτρηση 731.48 ($\pm 141,92$) N. Ο ICC των τριών μετρήσεων είναι άριστος με τιμή 0,94 το SEM είναι ίσο με 32,00 και το SDD ίσο με 12,1%. Ο μέσος όρος της μέγιστης δύναμης του αριστερού μέσου ποδιού στην πρώτη μέτρηση είναι 417.16 ($\pm 128,45$) N, στην δεύτερη μέτρηση 414.19 ($\pm 125,94$) N και στην τρίτη μέτρηση 411.03 ($\pm 130,60$) N, με τον ICC των τριών μετρήσεων να είναι άριστος 0,97, το SEM είναι ίσο με 20,00 και το SDD είναι ίσο με 13,6%. Τέλος ο μέσος όρος της μέγιστης δύναμης του αριστερού οπίσθιου ποδιού της πρώτης μέτρησης είναι 466.82 ($\pm 98,03$) N, της δεύτερης μέτρησης 463.63 ($\pm 99,10$) N και της τρίτης μέτρησης 458.91 ($\pm 90,66$) N, με το ICC των τριών μετρήσεων να είναι ίσο με 0,93, το SEM είναι ίσο με 25,00 και το SDD ίσο με 15,00.

Ο μέσος όρος της μέγιστης δύναμης που κατέγραψε ο διάδρομος στο δεξί πρόσθιο πόδι κατά τη πρώτη μέτρηση είναι 736.01 ($\pm 144,99$) N, κατά τη δεύτερη μέτρηση είναι 729.75 ($\pm 142,76$) N και κατά τη τρίτη μέτρηση είναι 725.10 ($\pm 142,45$) N με το ICC να έχει τιμή 0,94, το SEM είναι ίσο με 31,50 και το SDD ίσο με 12%. Ο μέσος όρος στο δεξί μέσο πόδι κατά τη πρώτη μέτρηση είναι 427.34 (132,34) N, κατά τη δεύτερη μέτρηση είναι 424.25 ($\pm 130,84$) N και κατά τη τρίτη μέτρηση είναι 417.61 ($\pm 134,89$) N, με το ICC να έχει τιμή ίση με 0,97, το SEM είναι ίσο με 18,74 και το SDD είναι ίσο με 12,6%. Τέλος ο μέσος όρος του δεξί οπίσθιου ποδιού όσον αφορά την πρώτη μέτρηση είναι 459.69 ($\pm 86,33$) N, κατά τη δεύτερη μέτρηση 455.60 N και κατά τη τρίτη μέτρηση 458.91 N, με το ICC και των τριών μετρήσεων να είναι ίσο με 0,91, το SEM είναι ίσο με 23,00 και το SDD είναι ίσο με 14%.

Πίνακας 5.22: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστης Δύναμης Πρόσθιου Ποδιού

Μέγιστη Δύναμη Πρόσθιου Ποδιού	ICC	SEM (N)	SDD	GRAND MEAN
Μέγιστη δύναμη ΑΡ πρόσθιου ποδιού 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,94	32,00	12,1	731,86
Μέγιστη δύναμη ΑΡ πρόσθιου ποδιού 1 ^η – 2 ^η μέτρηση	0,94	33,12	12,4	738,60
Μέγιστη δύναμη ΑΡ πρόσθιου ποδιού 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,93	35,30	13,5	725,75
Μέγιστη δύναμη ΔΕ πρόσθιου ποδιού 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,94	31,50	12,0	728,19
Μέγιστη δύναμη ΔΕ πρόσθιου ποδιού 1 ^η -2 ^η μέτρηση	0,94	32,90	12,4	734,56
Μέγιστη δύναμη ΔΕ πρόσθιου ποδιού 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,94	33,50	12,9	721,54
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.23: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστη Δύναμης Μέσου Ποδιού

Μέγιστη Δύναμη Μέσου Ποδιού	ICC	SEM (N)	SDD (%)	GRAND MEAN
Μέγιστη δύναμη ΑΡ μέσου ποδιού 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,97	20,00	13,6	407,00
Μέγιστη δύναμη ΑΡ μέσου ποδιού 1 ^η – 2 ^η μέτρηση	0,97	19,40	13,00	411,54
Μέγιστη δύναμη ΑΡ μέσου ποδιού 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,97	21,60	14,9	402,68
Μέγιστη δύναμη ΔΕ μέσου ποδιού 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,97	18,74	12,6	411,70
Μέγιστη δύναμη ΔΕ μέσου ποδιού 1 ^η -2 ^η μέτρηση	0,97	19,90	13,2	417,67
Μέγιστη δύναμη ΔΕ μέσου ποδιού 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,97	19,60	13,3	407,02
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.24: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστη Δύναμης Οπίσθιου Ποδιού

Μέγιστη Δύναμη Οπίσθιου Ποδιού	ICC	SEM (N)	SDD (%)	GRAND MEAN
Μέγιστη δύναμη, AP οπίσθιου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,93	25,00	15,0	466,17
Μέγιστη δύναμη , AP οπίσθιου ποδιού 1^η – 2^η μέτρηση	0,91	30,23	17,8	472,00
Μέγιστη δύναμη, AP οπίσθιου ποδιού 2^η-3^η μέτρηση	0,95	22,30	13,4	459,96
Μέγιστη δύναμη, ΔΕ οπίσθιου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,91	23,00	14,0	455,70
Μέγιστη δύναμη, ΔΕ οπίσθιου ποδιού 1^η-2^η μέτρηση	0,90	26,80	16,1	462,23
Μέγιστη δύναμη, ΔΕ οπίσθιου ποδιού 2^η-3^η μέτρηση	0,93	21,40	13,2	462,23
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.25: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Μέγιστων Δυνάμεων Ποδιού

Πραγματικές τιμές παραμέτρων	1 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο. ±Τ.Α.)		2 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο. ±Τ.Α.)		3 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο. ±Τ.Α.)	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (N)	739,92 (±144,57)	736,01 (±144,99)	735,44 (±142,57)	729,757 (±142,76)	731,48 (±141,92)	725,10 (±142,45)
ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΜΕΣΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (N)	417,16 (±128,45)	427,34 (±132,34)	414,20 (±125,94)	424,252 (±130,84)	411,03 (±130,60)	417,61 (±134,89)
ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (N)	466,82 (±98,03)	459,70 (±86,33)	463,63 (±99,10)	455,607 (±93,42)	458,91 (±90,66)	458,91 (±86,40)
(N)= Newton, Α/Δ= Αριστερό/Δεξί, (sec)= δευτερόλεπτα, Μ.Ο.= Μέσος Όρος, Τ.Α.= Τυπική Απόκλιση						

5.2.3.3 ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΙΕΣΗ

Ο εξοπλισμένος διάδρομος παρέχει επίσης την δυνατότητα καταγραφής πίεσης, το οποίο είναι μέτρο καταγραφής δύναμης που εφαρμόζεται κάθετα σε μια επιφάνεια ανά μονάδα εμβαδού της επιφάνειας αυτής. Η μονάδα μέτρησης της πίεσης σε διεθνές επίπεδο είναι το Pascal (Pa), και αντιστοιχεί σε δύναμη 1 Newton για κάθε 1 τετραγωνικό μέτρο. Στο μηχάνημα καταγράφεται η μονάδα N/cm² σε όλες τις μετρήσεις.

Ο μέσος όρος της μέγιστης πίεσης του αριστερού πρόσθιου ποδιού κατά την πρώτη μέτρηση είναι ίσος με 19,04 (±4,10) N/cm², κατά τη δεύτερη μέτρηση είναι ίσος με 18,68 (±3,67) N/cm² και κατά την τρίτη μέτρηση ίσος με 18,57 (±3,66) N/cm². Ο ICC των τριών μετρήσεων είναι άριστος καθώς ισούται με 0,95, το SEM ισούται με 0,84 και ο SDD ισούται με 12%. Όσον αφορά το αριστερό μέσο πόδι ο μέσος όρος της πρώτης μέτρησης ισούται με

14,95 ($\pm 3,82$) N/cm², της δεύτερης μέτρησης με 14,91 ($\pm 3,83$) N/cm² και της τρίτης μέτρησης με 14,83 ($\pm 3,60$) N/cm², ενώ ο ICC των τριών μετρήσεων είναι ίσος με 0,97, το SEM είναι ίσο με 0,73 και ο SDD ίσος με 13,4%. Τέλος ο μέσος όρος του αριστερού οπίσθιου ποδιού κατά τη πρώτη μέτρηση ισούται με 18,04 ($\pm 4,38$) N/cm², κατά τη δεύτερη μέτρηση με 18,03 ($\pm 4,47$) N/cm² και κατά την τρίτη μέτρηση με 17,82 ($\pm 4,28$) N/cm², ενώ ο ICC ισούται με 0,94, ο SEM ισούται με 0,92 και το SDD ισούται με 14,1%.

Ο μέσος όρος μέγιστης πίεσης του δεξιού προσθίου ποδιού κατά τη πρώτη προσπάθεια αντιστοιχεί σε 19,25 ($\pm 4,24$) N/cm², κατά τη δεύτερη προσπάθεια σε 18,60 (3,69) N/cm² και κατά τη τρίτη προσπάθεια σε 18,49 ($\pm 3,64$) N/cm². Ο ICC των τριών μετρήσεων είναι ίσος με 0,89, ο SEM είναι ίσος με 1,22 και ο SDD έχει ποσοστό 17,4%. Επιπλέον η μέση τιμή του δεξιού μέσου ποδιού κατά τη πρώτη προσπάθεια ισούται με 15,51 ($\pm 3,47$) N/cm², κατά τη δεύτερη προσπάθεια με 15,46 ($\pm 3,54$) N/cm² και κατά την τρίτη προσπάθεια με 15,23 ($\pm 3,37$) N/cm², ενώ ο ICC των τριών μετρήσεων αντιστοιχεί σε 0,94 το SEM είναι ίσο με 0,90 και ο SDD ισούται με 16,3%. Τέλος ο μέσος όρος του δεξιού οπίσθιου ποδιού κατά την πρώτη μέτρηση ισούται με 18,61 ($\pm 4,56$) N/cm², κατά την δεύτερη μέτρηση ισούται με 18,47 ($\pm 4,39$) N/cm² και η τρίτη μέτρηση ισούται με 18,13 (4,38) N/cm², ενώ ο ICC των τριών μετρήσεων είναι ίσος με 0,94, το SEM είναι ίσο με 1.00 και το SDD είναι ίσο με 14.7%.

Οι μέσοι όροι των πραγματικών τιμών της μέγιστης πίεσης καταγράφονται αναλυτικά στον Πίνακα 5.28, ενώ τα αποτελέσματα της αξιοπιστίας διαχωρίζονται με βάση το πρόσθιο (Πίνακας 5.26), το μέσο (Πίνακας 5.27) και το οπίσθιο τμήμα (Πίνακας 5.28) του ποδιού.

Πίνακας 5.26: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστη Πίεσης Πρόσθιου Ποδιού

Μέγιστη Πίεση Πρόσθιου Ποδιού	ICC	SEM	SDD	GRAND MEAN
Μέγιστη πίεση, ΑΡ πρόσθιου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,95	0,84	12,0	19.447
Μέγιστη πίεση, ΑΡ πρόσθιου ποδιού 1^η – 2^η μέτρηση	0,94	1,00	13,6	19.69
Μέγιστη πίεση, ΑΡ πρόσθιου ποδιού 2^η-3^η μέτρηση	0,95	0,80	11,4	19.204
Μέγιστη πίεση, ΔΕ πρόσθιου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,89	1,22	17,4	19.499
Μέγιστη πίεση, ΔΕ πρόσθιου ποδιού 1^η-2^η μέτρηση	0,86	1,50	20,8	19.738
Μέγιστη πίεση, ΔΕ πρόσθιου ποδιού 2^η-3^η μέτρηση	0,93	1,00	14,4	19.156
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.27: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστης Πίεσης Μέσου Ποδιού

Μέγιστη Πίεση Μέσου Ποδιού	ICC	SEM	SDD	GRAND MEAN
Μέγιστη πίεση ΑΡ, μέσου ποδιού 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,97	0,73	13,4	15,20
Μέγιστη πίεση ΑΡ, μέσου ποδιού 1 ^η – 2 ^η μέτρηση	0,97	0,80	14,5	15,28
Μέγιστη πίεση ΑΡ, μέσου ποδιού 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,97	0,73	13,6	15,11
Μέγιστη πίεση ΔΕ, μέσου ποδιού 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,94	0,90	16,3	15,46
Μέγιστη πίεση ΔΕ, μέσου ποδιού 1 ^η -2 ^η μέτρηση	0,96	0,81	14,4	15,66
Μέγιστη πίεση ΔΕ, μέσου ποδιού 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,90	1,10	19,9	15,34
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.28: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Μέγιστης Πίεσης Μέσου Ποδιού

Μέγιστη Πίεση Οπίσθιου Ποδιού	ICC	SEM	SDD	GRAND MEAN
Μέγιστη πίεση, AP οπίσθιου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,94	0,92	14,1	18.057
Μέγιστη πίεση, AP οπίσθιου ποδιού 1^η – 2^η μέτρηση	0,93	1,02	15,6	18.215
Μέγιστη πίεση, AP οπίσθιου ποδιού 2^η -3^η μέτρηση	0,94	0,95	14,7	17.887
Μέγιστη πίεση, ΔΕ οπίσθιου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,94	1,00	14,7	18.578
Μέγιστη πίεση, ΔΕ οπίσθιου ποδιού 1^η-2^η μέτρηση	0,93	1,11	16,4	18.808
Μέγιστη πίεση, ΔΕ οπίσθιου ποδιού 2^η-3^η μέτρηση	0,93	1,11	16,8	18.354
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.29: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Μέγιστων Πιέσεων στο Πόδι

Πραγματικές τιμές Παραμέτρων	1 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο. ±Τ.Α.)		2 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο. ±Τ.Α.)		3 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο. ±Τ.Α.)	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΙΕΣΗ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (N/cm²)	19,04 (±4,10)	19,25 (±4,24)	18,68 (±3,67)	18,60 (±3,69)	18,56 (±3,66)	18,49 (±3,64)
ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΙΕΣΗ ΜΕΣΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (N/cm²)	14,95 (±3,82)	15,51 (±3,47)	15,47 (±3,83)	14,25 (±3,54)	14,83 (±3,60)	15,23 (±3,37)
ΜΕΓΙΣΤΗ ΠΙΕΣΗ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (N/cm²)	18,04 (±4,38)	18,59 (±4,56)	18,03 (±4,47)	18,35 (±4,39)	17,81 (±4,18)	18,10 (±4,38)
(N/cm2)= Newton ανά τετραγωνικό εκατοστό, Α/Δ= Αριστερό/Δεξί, (sec)= δευτερόλεπτα, Μ.Ο.= Μέσος Όρος, Τ.Α.=Τυπική Απόκλιση						

5.2.3.4 ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΤΗΣ ΦΑΣΗΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

Η παραπάνω παράμετρος καταγράφεται από τον διάδρομο H/P cosmos Pluto Med και αντιστοιχεί στο ποσοστό της μέγιστης δύναμης με βάση τον χρόνο της φάσης στήριξης. Ο μέσος όρος της παραμέτρου του αριστερού πρόσθιου ποδιού κατά την πρώτη μέτρηση είναι 76,24 (±1,60) % , κατά την δεύτερη μέτρηση 76,21 (±1,60) % και κατά την τρίτη μέτρηση 76,35 (±1,57) %, ενώ ο ICC των τριών μετρήσεων έχει τιμή 0,94, ο SEM έχει τιμή 0,43 και ο SDD έχει ποσοστό 1,6%. Όσον αφορά το μέσο πόδι η μέση τιμή κατά την πρώτη μέτρηση είναι ίση με 24,31 (±3,29) %, κατά τη δεύτερη μέτρηση είναι ίση με 24,12 (±3,02) % και κατά την τρίτη μέτρηση 24,06 (±2,60) %.Επιπλέον, η τιμή του ICC για τις τρεις μετρήσεις ισούται με 0,89, ο SEM ισούται με 1,08 και ο SDD ισούται με 12,2%.

Τέλος ο μέσος όρος του οπίσθιου ποδιού κατά τη πρώτη μέτρηση ισούται με 9,34 (±1,46) %, κατά τη δεύτερη μέτρηση ισούται με 9,26 (±1,54)% και κατά την τρίτη μέτρηση ισούται με 9,39 (±1,59)%, ενώ ο ICC των τριών μετρήσεων εμφανίζεται μειωμένος σε σχέση

με το πρόσθιο πόδι με τιμή 0,89, ο SEM ισούται με 0,54 και ο SDD εμφανίζει το μεγαλύτερο ποσοστό λάθους σε σχέση με το πρόσθιο και μέσο πόδι με τιμή 15,8%.

Επιπροσθέτως ο μέσος όρος της συγκεκριμένης παραμέτρου όσον αφορά το δεξί πρόσθιο πόδι κατά την πρώτη μέτρηση είναι ίσος με 76,23 ($\pm 1,52$)%, κατά τη δεύτερη μέτρηση είναι ίσος με 76,22 ($\pm 1,47$)% και κατά την τρίτη μέτρηση είναι ίσος με 76,58 ($\pm 1,64$)%. Ο ICC των τριών μετρήσεων είναι άριστος με τιμή 0,94, ο SEM έχει τιμή 0,43 και ο SDD έχει ποσοστό 1,6%. Ο μέσος όρος του δεξιού μέσου ποδιού κατά τη πρώτη προσπάθεια είναι ίσος με 23,96 ($\pm 2,42$)%, κατά τη δεύτερη προσπάθεια είναι ίσος με 24,00 ($\pm 2,34$)% και κατά τη τρίτη προσπάθεια είναι ίσος με 24,02 ($\pm 2,31$)%, ενώ ο ICC των τριών μετρήσεων εμφανίζεται μειωμένος 0,80, ο SEM ισούται με 0,40 και ο SDD ισούται με ποσοστό 2,5%. Τέλος η μέση τιμή του δεξιού οπίσθιου ποδιού κατά τη πρώτη προσπάθεια είναι ίση με 9,23 (1,46)%, κατά τη δεύτερη προσπάθεια είναι ίση με 9,21 ($\pm 1,54$)% και κατά την τρίτη προσπάθεια είναι ίση με 9,40 (1,59)%, ενώ ο ICC των τριών μετρήσεων αντιστοιχεί σε 0,93, ο SEM ισούται με 0,42 και ο SDD ισούται με ποσοστό 12,3%.

Για το ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης έχουν καταγραφεί αναλυτικά παρακάτω οι πραγματικές τιμές (Πίνακας 5.33) και τα αποτελέσματα της αξιοπιστίας, που διαχωρίζονται με βάση το πρόσθιο (Πίνακας 5.30), το μέσο (Πίνακας 5.31) και το οπίσθιο τμήμα (Πίνακας 5.32) του ποδιού.

Πίνακας 5.30: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ποσοστού Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης Πρόσθιου Ποδιού

Ποσοστό Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης Πρόσθιου Ποδιού	ICC	SEM	SDD	GRAND MEAN
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΑΡ πρόσθιου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,94	0,43	1,6	76,06
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΑΡ πρόσθιου ποδιού 1^η – 2^η μέτρηση	0,96	0,33	1,2	75,99
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΑΡ πρόσθιου ποδιού 2^η-3^η μέτρηση	0,95	0,41	1,5	76,13
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΔΕ πρόσθιου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,81	0,70	2,5	76,20
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΔΕ πρόσθιου ποδιού 1^η-2^η μέτρηση	0,94	0,40	1,3	76,01
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΔΕ πρόσθιου ποδιού 2^η-3^η μέτρηση	0,80	0,74	2,7	76,33
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.31: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ποσοστού Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης Μέσου Ποδιού

Ποσοστό Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης Μέσου Ποδιού	ICC	SEM	SDD	GRAND MEAN
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΑΡ μέσου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,89	1,08	12,2	24,535
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΑΡ μέσου ποδιού 1^η – 2^η μέτρηση	0,95	0,80	9,00	24,68
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΑΡ μέσου ποδιού 2^η-3^η μέτρηση	0,89	0,98	11,1	24,40
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΔΕ μέσου ποδιού 1^η – 2^η – 3^η μέτρηση	0,80	0,86	9,6	24,57
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΔΕ μέσου ποδιού 1^η-2^η μέτρηση	0,87	0,73	8,2	24,60
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΔΕ μέσου ποδιού 2^η-3^η μέτρηση	0,80	0,83	9,3	24,56
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

Πίνακας 5.32: Αποτελέσματα Αξιοπιστίας Ποσοστού Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης Οπίσθιου Ποδιού

Ποσοστό Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης Οπίσθιου Ποδιού	ICC	SEM	SDD	GRAND MEAN
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΑΡ οπίσθιου ποδιού 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,89	0,54	15,8	9,40
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΑΡ οπίσθιου ποδιού 1 ^η – 2 ^η μέτρηση	0,93	0,40	11,7	9,38
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΑΡ οπίσθιου ποδιού 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,82	0,69	20,3	9,42
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΔΕ οπίσθιου ποδιού 1 ^η – 2 ^η – 3 ^η μέτρηση	0,93	0,42	12,3	9,33
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΔΕ οπίσθιου ποδιού 1 ^η -2 ^η μέτρηση	0,97	0,26	7,9	9,27
Ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης ΔΕ οπίσθιου ποδιού 2 ^η -3 ^η μέτρηση	0,89	0,51	15,2	9,37
ICC= Ενδοταξικός Συντελεστής Συσχέτισης, SEM= Σταθερό Σφάλμα Μέτρησης, SDD=Ελάχιστα Ανιχνεύσιμη Αλλαγή				

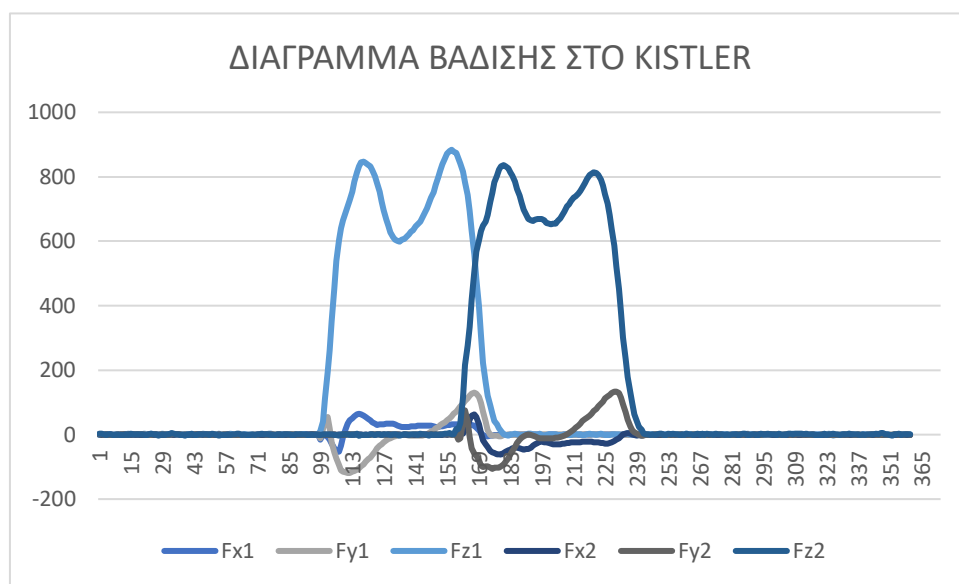
Πίνακας 5.33: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Ποσοστών Μέγιστης Δύναμης της Φάσης Στήριξης

Πραγματικές τιμές Παραμέτρων	1 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο. ±Τ.Α.)		2 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο. ±Τ.Α.)		3 ^η μέτρηση, Α/Δ (Μ.Ο. ±Τ.Α.)	
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΦΑΣΗΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΡΟΣΘΙΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (%)	76,24 (±1,60)	76,23 (±1,52)	76,21 (±1,60)	76,22 (±1,47)	76,35 (±1,57)	76,57 (±1,64)
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΦΑΣΗΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΜΕΣΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (%)	24,32 (±3,29)	23,96 (±2,42)	24,12 (±3,02)	24,00 (±2,34)	24,06 (±2,60)	24,02 (±2,31)
ΠΟΣΟΣΤΟ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΦΑΣΗΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (%)	9,34 (±1,62)	9,23 (±1,46)	9,27 (±1,46)	9,21 (±1,54)	9,39 (±1,67)	9,39 (±1,59)
(%)= επί τοις εκατό, Α/Δ= Αριστερό/Δεξί, (sec)= δευτερόλεπτα, Μ.Ο.= Μέσος Όρος, Τ.Α.= Τυπική Απόκλιση						

5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

Για την εξέταση της εγκυρότητας του H/P Cosmos Pluto Med integrated Treadmill system, όπως προαναφέρθηκε, έγινε σύγκριση με το δυναμοδάπεδο Kistler. Στη συγκεκριμένη μελέτη πραγματοποιείται σύγκριση των μέγιστων δυνάμεων κατά τη διάρκεια επαφής, για το κάθε πόδι ξεχωριστά.

Στη περίπτωση του H/P Cosmos Pluto Med διαδρόμου χρησιμοποιήθηκε η παράμετρος μέγιστης δύναμης επαφής για το τμήμα του πρόσθιου ποδιού, καθώς και οι είκοσι συμμετέχοντες, στον έλεγχο της εγκυρότητας, εμφάνισαν τη μέγιστη δύναμη κατά τη διάρκεια επαφής του πρόσθιου τμήματος του ποδιού τους. Στο δυναμοδάπεδο Kistler η μέγιστη δύναμη υπολογίστηκε από τον μέσο όρο των 10 προσπαθειών, όπου για κάθε προσπάθεια γινόταν εύρεση της μέγιστης δύναμης για το κάθε πόδι ξεχωριστά με τη χρήση του υπολογιστικού συστήματος Excel (Εικόνα 5.4).



Εικόνα 5.4: Διάγραμμα Βάδισης στο Δυναμοδάπεδο δεξιού και αριστερού ποδιού

Για την μέγιστη δύναμη στο αριστερό πόδι, η συσχέτιση για τη μέγιστη δύναμη αριστερά ανάμεσα στο H/P Cosmos Pluto Med integrated Treadmill system και το δυναμοδάπεδο Kistler είναι άριστη με $r = 0,905$ ($p < 0,001$). Για την μέγιστη δύναμη στο δεξί πόδι η συσχέτιση είναι επίσης άριστη με το $r = 0,930$ ($p < 0,001$) (Πίνακας 5.34).

Πίνακας 5.34: Αποτελέσματα δοκιμασίας συσχέτισης μεταξύ δαπεδοεργομέτρου και δυναμοδαπέδου

	ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) H/P COSMOS	ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΔΕΞΙΑ) H/P COSMOS
ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) KISTLER	0,905	
p	<0,001	
ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΔΕΞΙΑ) KISTLER		0,930
p		<0,001

Κατά την δοκιμασία ζευγαρωτών παρατηρήσεων (paired samples t-test) μεταξύ δαπεδοεργομέτρου και δυναμοδαπέδου, για την μέγιστη δύναμη επαφής, παρατηρήθηκε ότι στο δεξί πόδι εμφανίστηκαν μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με το αριστερό και μάλιστα στατιστικά σημαντικές. Πιο συγκεκριμένα ο μέσος όρος της μέγιστης δύναμης επαφής του δεξιού ποδιού είναι ίσος με 125,02 Newton ενώ του αριστερού ποδιού είναι ίσος με 115,19 Newton ($p < 0,001$) (Πίνακας 5.35).

Πίνακας 5.35: Μέσοι Όροι και Τυπικές Αποκλίσεις Σύγκρισης H/P Cosmos με Kistler για τη Μέγιστη Δύναμη του κάθε ποδιού

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΜΟΔΑΠΕΔΟΥ ΜΕ ΔΑΠΕΔΟΕΡΓΟΜΕΤΡΟ	Μέσος όρος (N)	Τυπική Απόκλιση	P
ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΠΟΔΙ)	115,19	89,74	<0,001
ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΗ (ΔΕΞΙ ΠΟΔΙ)	125,02	85,97	<0,001

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ορθή αξιολόγηση της βάδισης είναι πολύ σημαντική στην οργάνωση ενός άρτιου φυσικοθεραπευτικού πλάνου. Η συγκεκριμένη έρευνα αποτελεί μία από τις ελάχιστες έρευνες που ελέγχουν την αξιοπιστία του δαπεδοεργομέτρου H/p Cosmos Pluto Med με σύστημα Zebris μακροπρόθεσμα και βραχυπρόθεσμα. Επιπροσθέτως είναι η πρώτη έρευνα που συγκρίνει το συγκεκριμένο δαπεδοεργόμετρο με το Kistler force plate και δίνει δεδομένα για την εγκυρότητα του.

Τα αποτελέσματα αξιοπιστίας της παραπάνω έρευνας συμφωνούν με τα αποτελέσματα της Nüesch et al (2018). Η μελέτη της Nüesch έδειξε άριστη αξιοπιστία στην αξιολόγηση βάδισης, στα 5 χιλιόμετρα ανά ώρα κατά την διάρκεια της ημέρας, τόσο σε χωροχρονικές παραμέτρους όσο και σε παραμέτρους μέγιστης δύναμης και πίεσης. Αξίζει να τονιστεί πως βρέθηκε χαμηλότερη αξιοπιστία μόνο στην παράμετρο της μέγιστης πίεσης στο μέσο πόδι με ICC >0,73. Επιπλέον η αξιοπιστία παρέμεινε άριστη και στην αξιολόγηση βάδισης μετά από μια βδομάδα ωστόσο ήταν χαμηλότερη σε σύγκριση με την αξιοπιστία εντός ημέρας. Κάποιες διαφορές μεταξύ των δύο ερευνών είναι πως η Nüesch αξιολόγησε τα δεδομένα μόνο του δεξιού ποδιού και αξιολόγησε την αξιοπιστία σε διαφορετικές ταχύτητες του διαδρόμου, όπως τα 6 και τα 9 χιλιόμετρα ανά ώρα.

Με βάση τα δεδομένα που προέκυψαν από την αξιολόγηση του κύκλου βάδισης, το δαπεδοεργόμετρο κρίνεται ένα αξιόπιστο εργαλείο αξιολόγησης, καθώς το ICC των μετρήσεων ήταν >0,80 (πολύ καλή αξιοπιστία) και σε πολλές παραμέτρους η τιμή του ICC ήταν >0,90 (άριστη αξιοπιστία). Επιπροσθέτως στις χωρικές παραμέτρους η αξιοπιστία ήταν υψηλότερη σε σύγκριση με τις χρονικές παραμέτρους και τις παραμέτρους δύναμης και πίεσης. Κατά την σύγκριση των αποτελεσμάτων με το δυναμοδάπεδο φάνηκε και η εγκυρότητα του εργαλείου με τον δείκτη συσχέτισης να ισούται με $r=0,905$ στο αριστερό πόδι και $r=0,93$ στο δεξί πόδι. Τα δεδομένα αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την ολοκλήρωση της έρευνας και την επιτέλεση του σκοπού της και για αυτό τον λόγο θα αναλυθούν εκτενώς παρακάτω.

6.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ

6.1.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΒΑΔΙΣΗΣ

Στη συγκεκριμένη κατηγορία ανήκουν οι γεωμετρικές παράμετροι, στροφή ποδιού, μήκος βήματος, μήκος διασκελισμού και πλάτος βήματος. Επίσης ανήκουν οι παράμετροι των φάσεων του κύκλου βάδισης και συγκεκριμένα, η φάση αιώρησης, η μονή φάση στήριξης και η διπλή φάση στήριξης. Επιπλέον, εντάσσονται οι χρονικοί παράμετροι του χρόνου βήματος, του χρόνου διασκελισμού και του ρυθμού βήματος το λεπτό, αλλά και οι παράμετροι κέντρου πίεσης, δηλαδή το μήκος γραμμής βάδισης και η μονή γραμμή στήριξης, σε δεξί και αριστερό πόδι. Τέλος στη κατηγορία αυτή θα αξιολογηθούν και οι παράμετροι χρόνου αλλαγής ποδιού και ποσοστού χρόνου αλλαγής ποδιού.

Η αξιολόγηση της στροφής ποδιού εμφάνισε άριστη αξιοπιστία ανάμεσα σε 1η και 2η, ανάμεσα σε 2η και 3η αλλά και ανάμεσα και στο σύνολο των τριών μετρήσεων και στο αριστερό και στο δεξί πόδι. Το ICC του αριστερού ποδιού ήταν ελαφρώς καλύτερο σε σχέση με αυτό του δεξιού ανάμεσα στη 2η και τη 3η μέτρηση χρονικής διαφοράς μίας βδομάδας. Αξιοσημείωτο να σημειωθεί είναι ότι σε αριστερό και δεξί πόδι το ICC, όταν η 3^η μέτρηση δεν λαμβανόταν υπόψη, εμφάνιζε καλύτερες τιμές. Η τιμές των SEM ανάμεσα στα δύο πόδια είχαν μικρή απόκλιση. Οι τιμές των SDD εμφάνισαν υψηλότερες τιμές στο αριστερό πόδι σε σχέση με το δεξί σε αντίθεση με τα Grand Mean όπου το δεξί πόδι παρουσίασε μεγαλύτερες τιμές. Στην έρευνα της Nüesch et al (2018) η στροφή ποδιού εμφάνισε άριστο ICC ίσο με 0,96 αλλά ελαφρώς χαμηλότερο σε σχέση με τα ICC της παρούσας έρευνας για αυτή τη παράμετρο.

Όσον αφορά το μήκος βήματος κατά την αξιολόγηση του εμφάνισε άριστη αξιοπιστία σε όλες τις δοκιμασίες μεταξύ των μετρήσεων με ελαφρώς ικανοποιητικότερους δείκτες ICC στο αριστερό πόδι το οποίο και είχε μικρότερο Grand Mean. Οι τιμές των SDD κυμαίνονταν μεταξύ 2,3 έως 3,2%. Ο δείκτης αξιοπιστίας ICC στην έρευνα της Nüesch ισούται με 0,97, που είναι παραπλήσιος με τις τιμές των ICC που υπολογίστηκαν στη παρούσα έρευνα.

Το μήκος διασκελισμού αλλά και το πλάτος βήματος κατά την αξιολόγηση τους εμφάνισαν και αυτά υψηλούς δείκτες αξιοπιστίας βραχυπρόθεσμα, μακροπρόθεσμα αλλά και στο σύνολο όλων των δοκιμασιών. Όταν συγκρινόταν η 1^η με τη 2^η μέτρηση τα αποτελέσματα ήταν καλύτερα. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλετε στην μικρή χρονική διάρκεια διαλλείματος μεταξύ των μετρήσεων και επομένως στην διεξαγωγή της διαδικασίας βάδισης στο διάδρομο

με πολύ παρόμοια δεδομένα. Το πλάτος βήματος με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας της Nüesch εμφάνισε ICC ίσο με 0,9, μικρότερο σε σχέση με τα ICC της παρούσας έρευνας ενώ το ICC του μήκους διασκελισμού παρουσιάστηκε κοινό και στις δύο έρευνες.

Για την φάση αιώρησης παρατηρείται καλή αξιοπιστία. Στο δεξί και στο αριστερό πόδι έχουμε καλύτερη αξιοπιστία αν συγκρίνουμε μόνο τη 1^η με την 2^η μέτρηση, ενώ ο χαμηλότερος δείκτης αξιοπιστίας ICC εμφανίζεται μεταξύ 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης δηλαδή όταν συγκρίνουμε τις παραμέτρους σε διάστημα μίας βδομάδας (μακροπρόθεσμα). Η έρευνα της Nüesch εμφάνισε ελαφρώς καλύτερη τιμή ICC που ισούται με 0,92 σε σχέση με τη παρούσα έρευνα. Η υψηλότερη τιμή SEM για την φάση αιώρησης εμφανίστηκε στη σύγκριση της 2^{ης} με τη 3^η μέτρηση στο δεξί πόδι ενώ η χαμηλότερη στη σύγκριση 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης στο ίδιο πόδι.

Η φάση μονής στήριξης αλλά και η διπλή φάση στήριξης παρουσιάζουν άριστη αξιοπιστία στο σύνολο των δοκιμασιών τους. Ειδικότερα στη φάση μονής στήριξης έχουμε τον υψηλότερο δείκτη ICC μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης που είναι κοινός σε δεξί και αριστερό πόδι (ICC = 0,96). Οι τιμές των SDD κυμαίνονται μεταξύ 0,9 έως 1,8 τοις εκατό, με την σύγκριση της φάσης μονής στήριξης του δεξιού ποδιού, μεταξύ 2^{ης} και 3^{ης} μέτρησης, να εμφανίζει την υψηλότερη τιμή.

Ο υψηλότερος δείκτης αξιοπιστίας για τη διπλή φάση στήριξης παρατηρείται μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης. Στις παραμέτρους που καταγράφονται ξεχωριστά τα δύο άκρα, δηλαδή στη φάση αιώρησης και στη μονή φάση στήριξης, παρατηρείται καλύτερη αξιοπιστία στο αριστερό άκρο.

Όσον αφορά τους δείκτες αξιοπιστίας ICC της διπλής φάσης στήριξης, της φάσης μονής στήριξης και της φάσης αιώρησης, στην έρευνα της Nüesch, εμφανίστηκαν ελαφρώς υψηλότεροι σε σχέση με την παρούσα έρευνα.

Ο χρόνος βήματος εμφάνισε άριστη αξιοπιστία ειδικά ανάμεσα σε 1η και 2η μέτρηση, σε δεξί και αριστερό πόδι. Παρόλα αυτά το αριστερό άκρο στο σύνολο των δοκιμασιών του εμφάνισε μεγαλύτερες τιμές ICC σε σχέση με το δεξί.

Ο χρόνος διασκελισμού και ο ρυθμός βάδισης το λεπτό εμφάνισαν κοινές τιμές ICC που υποδείκνυαν άριστη αξιοπιστία. Μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} μέτρησης βλέπουμε ότι παρουσιάζεται υψηλότερη αξιοπιστία σε σχέση με τις άλλες δύο δοκιμασίες. Το παρόν

φαινόμενο πιθανώς συμβαίνει διότι η διαφορά χρόνου μεταξύ 1^{ης} και 2^{ης} μέτρησης ήταν μία ώρα σε αντίθεση με τη 2^η και τη 3^η μέτρηση, που είχαν διαφορά χρόνου επτά ημέρες. Στο διάστημα των επτά ημερών μεσολαβούν εξωτερικοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τη βάρδιση του δοκιμαζόμενου και επομένως την αξιοπιστία.

Το μήκος γραμμής βάρδισης σε αριστερό και δεξί σκέλος εμφάνισαν άριστη αξιοπιστία πολύ κοντά στη μονάδα. Ο δείκτης αξιοπιστίας βελτιωνόταν και σε αυτή τη κατηγορία όταν απομονωνόταν η 3η μέτρηση και υπολογιζόταν η βραχυπρόθεσμη αξιοπιστία. Η μονή γραμμή στήριξης για τις μετρήσεις που διεξήχθησαν στο δεξί πόδι εμφάνισε άριστη αξιοπιστία. Το αριστερό πόδι εμφάνισε επίσης άριστη αξιοπιστία και ελαφρώς καλύτερη από το δεξί.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων που αφορούν τον χρόνο αλλαγής του αριστερού ποδιού μαρτυρούν άριστη αξιοπιστία με το ICC των τριών μετρήσεων να ισούται με 0,95. Ο χρόνος αλλαγής του δεξί ποδιού μαρτυρά επίσης καλή αξιοπιστία με τιμή ICC 0,90 ωστόσο είναι λιγότερο αξιόπιστο σε σχέση με το αντίθετο πόδι. Επιπλέον το ποσοστό χρόνου αλλαγής αριστερού ποδιού εμφανίζει άριστη αξιοπιστία με ICC 0,96 ενώ το δεξί εμφανίζει λιγότερη αξιοπιστία με ICC 0,92.

Παρατηρείται πως και στις δύο παραμέτρους το δεξί πόδι, σε σύγκριση με το αριστερό, εμφανίζει ελαφρώς λιγότερη αξιοπιστία με διαφορά 0,5 και 0,4 ενώ το ποσοστό ανίχνευσης λάθους (SEM) και η ελάχιστη ανιχνεύσιμη αλλαγή (SDD) είναι μεγαλύτερη στο δεξί πόδι. Αξίζει να αναφερθεί πως η αξιοπιστία παρέμεινε άριστη (ICC = >0,90) σε όλες τις μετρήσεις εκτός από την 2^η με τη 3^η δοκιμασία του χρόνου αλλαγής του δεξιού ποδιού που εμφάνισαν ICC ίσο με 0,89, το οποίο μπορεί να είναι μέσα στο όριο του λάθους μέτρησης.

Το παραπάνω γεγονός μας οδηγεί στη διαπίστωση, πως για όλες τις παραμέτρους που εξετάστηκαν, το αριστερό πόδι εμφανίζει μεγαλύτερη αξιοπιστία. Οι διαφορές μεταξύ ICC τις περισσότερες φορές εμφανίζουν μικρή απόκλιση, όταν συγκρίνουμε δεξί με αριστερό πόδι, φαινόμενο που μπορεί να αποδοθεί στα όρια του λάθους της μέτρησης. Ωστόσο, παράγοντες όπως η πλευρίωση του εκάστοτε δοκιμαζόμενου ή άλλοι εξωτερικοί παράγοντες που προκαλούν διαφορές σε αριστερό και δεξί πόδι, μπορούν να δικαιολογήσουν τα αποτελέσματα που καλούνται να διερευνηθούν σε περαιτέρω έρευνες.

6.1.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΗΣ

Στη συγκεκριμένη κατηγορία ανήκουν οι παράμετροι, μέγιστη πίεση, μέγιστη δύναμη και το ποσοστό μέγιστης δύναμης της φάσης στήριξης του πρόσθιου, μέσου και οπίσθιου ποδιού σε δεξί και αριστερό πόδι.

Ο εξοπλισμένος διάδρομος κατέγραψε την μέγιστη πίεση σε N/cm^2 για το πρόσθιο, το μέσο και το οπίσθιο πόδι. Τελικά με βάση τα αποτελέσματα φάνηκε πως η καταγραφή της μέγιστης πίεσης έχει άριστη αξιοπιστία με ICC μεγαλύτερο από 0.90 τόσο κατά τις μετρήσεις με διαφορά μιας ώρας όσο και κατά τις μετρήσεις με διαφορά επτά ημερών.

Στην συγκεκριμένη παράμετρο παρατηρήθηκε πως η ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (SDD) κυμαίνεται μεταξύ 13 – 19,9%. Η μέγιστη τιμή αξιοπιστίας ήταν στο μέσο πόδι, η οποία ισούται με ICC 0,97 και δεν συμφωνεί με τα αποτελέσματα της Nüesch et al (2018) καθώς, το ICC στο μέσο πόδι στην μελέτη τους ισούται με 0,73. Αν εξαιρεθεί αυτό το αποτέλεσμα, οι υπόλοιπες τιμές ICC είναι άριστες και στις δύο μελέτες.

Η ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (SDD) είχε μεγαλύτερο ποσοστό στις τιμές του πρόσθιου ποδιού και το μικρότερο ποσοστό αντιστοιχεί στην τιμή του μέσου ποδιού. Επιπλέον το σταθερό σφάλμα μέτρησης έχει μεγαλύτερες τιμές στο πρόσθιο πόδι σε σχέση με το μέσο και το οπίσθιο.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της μέγιστης δύναμης έδειξαν άριστη αξιοπιστία σε όλα τα τμήματα που αφορούν το πόδι δηλαδή πρόσθιο, μέσο και οπίσθιο. Συγκεκριμένα ο ICC ήταν μεγαλύτερος του 0,9 σε όλες τις μετρήσεις και στο δεξί και στο αριστερό πόδι. Επιπλέον δεν φάνηκε διαφορά των ICC ανάμεσα στο δεξί και αριστερό πόδι όπως σε μερικές μετρήσεις παραπάνω. Οι τιμές ICC στο πρόσθιο, μέσο και οπίσθιο πόδι συμφωνούν με τις τιμές στην έρευνα της Nüesch.

Η ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (SDD) κυμαίνεται σε μικρότερο ποσοστό σε σχέση με την μέγιστη πίεση ενώ το εύρος που καταγράφηκε ήταν από 12% έως 17,8%. Επιπλέον η ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (SDD) της μέγιστης δύναμης του πρόσθιου ποδιού διατηρήθηκε σε πολύ χαμηλά ποσοστά. Αντιθέτως οι τιμές που αφορούν το μέσο και το οπίσθιο πόδι ήταν

με μεγάλη διαφορά υψηλότερες σε σχέση με το πρόσθιο πόδι. Το σταθερό σφάλμα μέτρησης (SEM), του οπίσθιου ποδιού είχε την χαμηλότερη τιμή ενώ του μέσου ποδιού την μεγαλύτερη.

Η ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (SDD) είχε μεγαλύτερο ποσοστό στις τιμές του πρόσθιου ποδιού και το μικρότερο ποσοστό αντιστοιχεί στην τιμή του μέσου ποδιού. Επιπλέον το σταθερό σφάλμα μέτρησης έχει μεγαλύτερες τιμές στο πρόσθιο πόδι σε σχέση με το μέσο και το οπίσθιο.

Τέλος καταγράφηκε από τον εξοπλισμένο διάδρομο το ποσοστό μέγιστης δύναμης κατά την φάση στήριξης. Κατά την αξιολόγηση παρατηρήθηκε άριστη αξιοπιστία στο ποσοστό του αριστερού πρόσθιου ποδιού. Από την άλλη πλευρά η αξιοπιστία του δεξιού πρόσθιου ποδιού ήταν καλή με μειωμένο ICC καθώς ήταν ίση με 0,80 στο πρόσθιο και οπίσθιο πόδι και μόνο στο μέσο πόδι ήταν άριστη, χωρίς να υπάρχει κάποιο προφανές αίτιο που να δικαιολογεί τις συγκεκριμένες τιμές. Η αξιοπιστία του μέσου ποδιού ήταν καλή και η χαμηλότερη σχετικά με το πρόσθιο και το οπίσθιο πόδι.

Παρατηρήθηκε μια πτώση της τιμής ICC του δεξιού πρόσθιου ποδιού κατά την σύγκριση της 1^{ης} -2^{ης} -3^{ης} μέτρησης και την σύγκριση της 2^{ης} -3^{ης} μέτρησης που ισούται με 0,80. Η ίδια πτώση παρατηρείται στο δεξί μέσο πόδι κατά την σύγκριση της 1^{ης} -2^{ης} -3^{ης} μέτρησης και την σύγκριση της 2^{ης} -3^{ης} μέτρησης.

Η ελάχιστη ανιχνεύσιμη διαφορά (SDD) είναι μικρότερη στο πρόσθιο πόδι και αυξάνεται στο μέσο και το οπίσθιο πόδι, ενώ το οπίσθιο έχει την μεγαλύτερη τιμή. Όσον αφορά το σταθερό σφάλμα μέτρησης έχει την μικρότερη τιμή στο δεξί και αριστερό οπίσθιο πόδι και την μεγαλύτερη στο μέσο πόδι.

6.2 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

Η σύγκριση του δαπεδοεργομέτρου H/P Cosmos Pluto Med με το δυναμοδάπεδο Kistler εμφάνισε υψηλό δείκτη συσχέτισης όπως προαναφέρθηκε. Τα αποτελέσματα της δοκιμασίας ζευγαρωτών παρατηρήσεων (paired samples t-test) μεταξύ των δύο εργαλείων, για την μέγιστη δύναμη επαφής, έδειξαν ότι στο δεξί πόδι εμφανίστηκαν μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με το αριστερό. Συγκεκριμένα εμφανίστηκε μέση τιμή $115,19 \pm 89,74$ N στις μετρήσεις του αριστερού

ποδιού, ενώ $125,02 \pm 85,97$ N σε αυτές του δεξιού. Επιπροσθέτως, οι πραγματικές τιμές μεταξύ δαπεδοεργομέτρου και δυναμοδαπέδου εμφάνισαν διαφορές, με τις τιμές των μέγιστων δυνάμεων του δυναμοδαπέδου να είναι υψηλότερες.. Ο δείκτης συσχέτισης Pearson, εμφανίστηκε μεγαλύτερος στο δεξί πόδι ($r=0,93$) σε σχέση με το αριστερό ($r=0,905$), όμως και με τις δύο τιμές να πλησιάζουν τη μονάδα και να παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση.

Τα τελικά αποτελέσματα της αξιολόγησης της εγκυρότητας του δαπεδοεργομέτρου μπορεί να επηρεάστηκαν από τις διαφορές των πρωτοκόλλων της εκάστοτε δοκιμασίας. Ειδικότερα, κατά τη δοκιμασία στο δαπεδοεργόμετρο υπήρχε συνεχόμενη καταγραφή της βάδισης για δύο λεπτά σε αντίθεση με το δυναμοδάπεδο όπου διεξάγονταν δέκα έγκυρα περάσματα και συλλεγόταν ο μέσος όρος των μετρήσεων. Επίσης η ταχύτητα του δαπεδοεργομέτρου ήταν ρυθμισμένη και σταθερή, ενώ στο δυναμοδάπεδο η ταχύτητα καθοριζόταν από τον συγχρονισμό του δοκιμαζόμενου με τον μετρονόμο, αφήνοντας περιθώριο λάθους στα αποτελέσματα. Η πλευρίωση των εθελοντών δεν εξετάστηκε στη παρούσα έρευνα και προς το παρόν δεν υπάρχουν σχετικές έρευνες για τη σύγκριση μεταξύ δυναμοδαπέδου Kistler και δαπεδοεργομέτρου H/P Cosmos Pluto Med αφήνοντας το πεδίο αυτό διαθέσιμο προς περαιτέρω διερεύνηση.

6.3 ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η μεθοδολογία της παραπάνω έρευνας βασίστηκε στην μελέτη της Nüesch et al (2018). Επιλέχθηκε ο έλεγχος αξιοπιστίας βάδισης με διαφορά μιας ώρας εντός ημέρας και μιας εβδομάδας, σε ταχύτητα 5 χιλιομέτρων. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια δυο λεπτών βάδισης αφού προηγήθηκαν 2 λεπτά εξοικείωσης με τον διάδρομο. Οι εθελοντές επιλέχθηκαν μέσω διαδικτυακής ανακοίνωσης, και αποκλείστηκαν όσοι δοκιμαζόμενοι είχαν κάποιο πρόσφατο τραυματισμό και μυοσκελετικές ή νευρολογικές παθήσεις.

Για τον έλεγχο της εγκυρότητας και τη σύγκριση με το δυναμοδάπεδο η αρθρογραφία ήταν ελλιπής. Επιλέχθηκε η καταγραφή της μέγιστης κάθετης δύναμης του δεξιού και αριστερού ποδιού, για 10 περάσματα, με σταθερή ταχύτητα βάδισης 5 χιλιομέτρων. Η διατήρηση της σταθερής ταχύτητας βάδισης των εθελοντών έγινε με μετρονόμο από εφαρμογή στο κινητό, με βάση τον αριθμό βημάτων που καταγραφόταν από το δαπεδοεργόμετρο για κάθε

δοκιμαζόμενο. Στην συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των 10 περασμάτων από το δυναμοδάπεδο και συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα με την μέγιστη δύναμη που καταγράφηκε στον διάδρομο.

6.4 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Είναι φανερό το γεγονός πως το δαπεδοεργόμετρο είναι ένα εύχρηστο εργαλείο με υψηλή αξιοπιστία και εγκυρότητα. Όμως υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί που πρέπει να αναφερθούν. Η συνεχόμενη βάδιση των ασθενών δίχως την χρήση αθλητικού υποδήματος, μπορεί να αποτελέσει ένα ασυνήθιστο γεγονός για τους εθελοντές, οπότε στη παρούσα έρευνα επιλέχθηκε η χρήση υποδημάτων για διασφάλιση ενός φυσιολογικού προτύπου βάδισης. Ο κάθε εξεταζόμενος φορούσε διαφορετικό τύπο αθλητικού υποδήματος τον οποίο διατηρούσαν και στις τρεις μετρήσεις για την διασφάλιση ίδιων συνθηκών. Η χρήση διαφορετικού αθλητικού υποδήματος από τον κάθε εξεταζόμενο για τη διεξαγωγή των μετρήσεων μπορεί να επηρέαζε τις δυνάμεις επαφής με τον διάδρομο ή το κέντρο βάρους της πίεσης, γεγονός που δεν ελέγχθηκε στη παρούσα έρευνα.

Επίσης, η δεύτερη με τη τρίτη μέτρηση στο δαπεδοεργόμετρο διεξαγόntonταν με διαφορά μίας εβδομάδας, χρονικό πλαίσιο που επιλέχθηκε με βάση το πρωτόκολλο της Nüesch et al (2018). Στο διάστημα της μίας εβδομάδας, σε αντίθεση με το διάστημα μίας ώρας υπάρχουν πολλοί εξωτερικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τον δοκιμαζόμενο και να αλλάξουν τις τιμές της τελικής του μέτρησης. Για την εξασφάλιση ίδιων συνθηκών στο διάστημα μίας εβδομάδας μεταξύ των μετρήσεων ζητήθηκε από τους δοκιμαζόμενους να ενημερώσουν για οποιονδήποτε εξωτερικό ή εσωτερικό παράγοντα που μπορεί να επηρέαζε τη βάδιση τους, γεγονός που δεν προέκυψε στη παρούσα έρευνα.

Στη συνέχεια, υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στο δυναμοδάπεδο Kistler. Με την διεξαγωγή της τελευταίας μέτρησης στο δαπεδοεργόμετρο συλλεγόταν ο αριθμός βημάτων ανά λεπτό του εκάστοτε δοκιμαζόμενου από το σύστημα Zebbris, και ρυθμιζόταν στο μετρονόμο, προς διασφάλιση ίδιων συνθηκών. Όμως οι δοκιμαζόμενοι συχνά αδυνατούσαν να συντονιστούν με τους χτύπους του μετρονόμου, γεγονός που επηρέαζε τη τελική ταχύτητα με την οποία διεξαγόταν ο βηματισμός τους στις δύο πλάκες

του δυναμοδαπέδου. Για την εξακρίβωση αυτής της παρατήρησης, υπολογίστηκε ο ρυθμός βάδισης που κατέγραφε το δυναμοδάπεδο Kistler, ξεχωριστά για κάθε εθελοντή, και για τις δέκα έγκυρες προσπάθειες. Έπειτα απο σύγκριση των μέσων όρων ρυθμού βήματος με τον μέσο όρο του ρυθμού βήματος απο την τελευταία μέτρηση του δαπεδοεργομέτρου, για κάθε εθελοντή, διαπιστώθηκε πως υπήρχε μια τυπική απόκλιση των δέκα βημάτων ανά λεπτό. Το γεγονός αυτό μπορεί να επηρέασε τις μέγιστες δυνάμεις επαφής με το εκάστοτε εργαλείο.

Τέλος, η βάδιση στον διάδρομο έχει σημαντικές διαφορές με τη βάδιση στο έδαφος. Ο ιμάντας του διαδρόμου προωθεί τον βηματισμό σε αντίθεση με το έδαφος στο οποίο υπάρχουν τριβές και αντιστάσεις. Η σύγκριση επομένως του δαπεδοεργομέτρου με ένα εργαλείο που βρίσκεται στο έδαφος, όπως είναι το δυναμοδάπεδο, είναι εφικτή αφού υπολογίζουν κοινές παραμέτρους, αλλά θα πρέπει να αναλυθούν και οι περαιτέρω αντιστάσεις που μπορεί να επηρεάζουν σε κάποιο βαθμό τα αποτελέσματα.

6.5 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΈΡΕΥΝΑ

Αρχικά είναι σημαντικό να διεξαχθεί μια μελλοντική έρευνα πάνω στο δαπεδοεργόμετρο η οποία θα αξιολογεί την αξιοπιστία και την εγκυρότητα σε μεγαλύτερες και μικρότερες ταχύτητες βάδισης και τρεξίματος σε υγιείς ενήλικες.

Επιπλέον, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μια έρευνα σε ενήλικες με παθήσεις που επηρεάζουν την βάδιση, όπως ο πρηνισμός του άκρου ποδιού, ή η αστάθεια γόνατος και να αξιολογηθεί εάν εντοπίζονται αλλαγές στις παραμέτρους που καταγράφονται στο δαπεδοεργόμετρο, σε σχέση με υγιείς εθελοντές. Επομένως θα ελεγχθεί εάν ο διάδρομος εντοπίζει διαφορές στις παραμέτρους βάδισης σε εθελοντές με παθολογία και σε εθελοντές χωρίς παθολογία και κατ' επέκταση αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαγνωστικό εργαλείο.

Παράλληλα ο διάδρομος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως μέσο αξιολόγησης πριν και μετά την θεραπευτική παρέμβαση, ώστε να καταγραφεί οποιαδήποτε αλλαγή στις παραμέτρους. Με αυτόν τον τρόπο αξιολογείται η αποτελεσματικότητα μιας θεραπευτικής παρέμβασης και κατά επέκταση η δυνατότητα εφαρμογής της στην κλινική πράξη. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να διεξάγονται μελέτες στις οποίες χρησιμοποιούνται νέες θεραπευτικές παρεμβάσεις και

πρωτόκολλα αποκατάστασης, που θα ανταποκρίνονται στις ανάγκες των ασθενών. Επομένως η αποτελεσματικότητα τους πρέπει να ελέγχεται από αξιόπιστα και έγκυρα εργαλεία.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι πλέον σαφές πως το δαπεδοεργόμετρο H/C Cosmos Pluto Med είναι ένα εργαλείο προηγμένης τεχνολογίας που έχει τη δυνατότητα να συνδυάζει τις λειτουργίες του διαδρόμου με τις λειτουργίες ενός δυναμοδαπέδου. Τα οφέλη του και οι τρόποι χρήσης του ποικίλουν, χωρίς να αγνοούνται οι περιορισμοί που υπάρχουν.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, το δαπεδοεργόμετρο H/P Cosmos Pluto Med κρίνεται ένα αξιόπιστο εργαλείο κατά την αξιολόγηση των παραμέτρων βάδισης. Συγκεκριμένα μετά την καταγραφή των δεδομένων για τον έλεγχο της βραχυπρόθεσμης και μακροπρόθεσμης αξιοπιστίας, σε ταχύτητα βάδισης 5 χιλιομέτρων ανά ώρα, φάνηκε άριστη αξιοπιστία. Η αξιοπιστία ήταν υψηλότερη στις χωρικές παραμέτρους και χαμηλότερη στις παραμέτρους δύναμης, πίεσης, κέντρου πίεσης και στις χρονικές. Επιπροσθέτως διαπιστώθηκε, με μικρή διαφορά, πως οι μετρήσεις στο αριστερό πόδι ήταν πιο αξιόπιστες σε σχέση με το δεξί.

Το δαπεδοεργόμετρο θεωρείται έγκυρο για τη παράμετρο που ελέγχθηκε, δηλαδή τη μέγιστη κατακόρυφη δύναμη επαφής. Οι δείκτες συσχέτισης Pearson αποδεικνύουν το παραπάνω γεγονός, καθώς και για το δεξί και για το αριστερό πόδι έχουμε τιμές που πλησιάζουν την μονάδα. Επίσης, στο δεξί πόδι παρουσιάστηκαν μεγαλύτερες δυνάμεις, συγκριτικά με το αριστερό. Ο διάδρομος επομένως είναι ένα εργαλείο που μπορεί να ελέγξει ικανοποιητικά τις μέγιστες δυνάμεις του εκάστοτε δοκιμαζόμενου. Η σύγκριση του με το δυναμοδάπεδο παρόλα αυτά έχει κάποιους περιορισμούς, που με την διεξαγωγή περαιτέρω ερευνών πιθανότατα να μπορούν να αποφευχθούν.

Συμπεραίνοντας, το δαπεδοεργόμετρο θεωρείται ένα αξιόπιστο και έγκυρο εργαλείο αξιολόγησης των παραμέτρων της βάδισης. Η ερευνητική χρήση του μπορεί να επιφέρει σημαντικά αποτελέσματα για την φυσικοθεραπευτική αξιολόγηση ασθενών και η κλινική χρήση του μπορεί να συνεισφέρει στην διερεύνηση ποικίλων παθολογιών που συσχετίζονται με τις παραμέτρους της βάδισης που αναλύθηκαν.

8. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Aroojis, A., Sagade, B., Chand, S., 2021. Usability and Reliability of the Edinburgh Visual Gait Score in Children with Spastic Cerebral Palsy Using Smartphone Slow-Motion Video Technology and a Motion Analysis Application: A Pilot Study. *Indian J Orthop* 55, 931–938. <https://doi.org/10.1007/s43465-020-00332-y>
- Asmussen, M.J., Kaltenbach, C., Hashlamoun, K., Shen, H., Federico, S., Nigg, B.M., 2019. Force measurements during running on different instrumented treadmills. *Journal of Biomechanics* 84, 263–268. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.12.025>
- Barela, A.M.F., de Freitas, P.B., Celestino, M.L., Camargo, M.R., Barela, J.A., 2014. Ground reaction forces during level ground walking with body weight unloading. *Braz J Phys Ther* 18, 572–579. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0058>
- Belli, A., Bui, P., Berger, A., Geyssant, A., Lacour, J.R., 2001. A treadmill ergometer for three-dimensional ground reaction forces measurement during walking. *J Biomech* 34, 105–112. [https://doi.org/10.1016/s0021-9290\(00\)00125-1](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(00)00125-1)
- Braun, B.J., Veith, N.T., Hell, R., Döbele, S., Roland, M., Rollmann, M., Holstein, J., Pohlemann, T., 2015. Validation and reliability testing of a new, fully integrated gait analysis insole. *J Foot Ankle Res* 8, 54. <https://doi.org/10.1186/s13047-015-0111-8>
- Bravi, M., Massaroni, C., Santacaterina, F., Di Tocco, J., Schena, E., Sterzi, S., Bressi, F., Miccinilli, S., 2021. Validity Analysis of WalkerView™ Instrumented Treadmill for Measuring Spatiotemporal and Kinematic Gait Parameters. *Sensors (Basel)* 21, 4795. <https://doi.org/10.3390/s21144795>
- Eltoukhy, M., Oh, J., Kuenze, C., Signorile, J., 2017. Improved kinect-based spatiotemporal and kinematic treadmill gait assessment. *Gait & Posture* 51, 77–83. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.10.001>
- Fernández-González, P., Koutsou, A., Cuesta-Gómez, A., Carratalá-Tejada, M., Miangolarra-Page, J.C., Molina-Rueda, F., 2020. Reliability of Kinovea® Software and Agreement with a Three-Dimensional Motion System for Gait Analysis in Healthy Subjects. *Sensors (Basel)* 20, 3154. <https://doi.org/10.3390/s20113154>
- Giacomozzi, C., 2010. Appropriateness of plantar pressure measurement devices: A comparative technical assessment. *Gait & Posture* 32, 141–144. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.03.014>
- Item-Glatthorn, J.F., Casartelli, N.C., Maffiuletti, N.A., 2016. Reproducibility of gait parameters at different surface inclinations and speeds using an instrumented treadmill system. *Gait & Posture* 44, 259–264. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.12.037>
- Kalron, A., Achiron, A., 2013. Postural control, falls and fear of falling in people with multiple sclerosis without mobility aids. *J Neurol Sci* 335, 186–190. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2013.09.029>

- Kanko, R.M., Laende, E.K., Davis, E.M., Selbie, W.S., Deluzio, K.J., 2021. Concurrent assessment of gait kinematics using marker-based and markerless motion capture. *Journal of Biomechanics* 127, 110665. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110665>
- Kiss, R.M., 2010. Comparison between kinematic and ground reaction force techniques for determining gait events during treadmill walking at different walking speeds. *Medical Engineering & Physics* 32, 662–667. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2010.02.012>
- Klamroth, S., Steib, S., Gaßner, H., Goßler, J., Winkler, J., Eskofier, B., Klucken, J., Pfeifer, K., 2016. Immediate effects of perturbation treadmill training on gait and postural control in patients with Parkinson's disease. *Gait Posture* 50, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.08.020>
- Klöpfer-Krämer, I., Brand, A., Wackerle, H., Müßig, J., Kröger, I., Augat, P., 2020. Gait analysis - Available platforms for outcome assessment. *Injury* 51 Suppl 2, S90–S96. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.11.011>
- Koo, T.K., Li, M.Y., 2016. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine* 15, 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Longo, U.G., De Salvatore, S., Carnevale, A., Tecce, S.M., Bandini, B., Lalli, A., Schena, E., Denaro, V., 2022. Optical Motion Capture Systems for 3D Kinematic Analysis in Patients with Shoulder Disorders. *Int J Environ Res Public Health* 19, 12033. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912033>
- Maathuis, K.G.B., van der Schans, C.P., van Iperen, A., Rietman, H.S., Geertzen, J.H.B., 2005. Gait in children with cerebral palsy: observer reliability of Physician Rating Scale and Edinburgh Visual Gait Analysis Interval Testing scale. *J Pediatr Orthop* 25, 268–272. <https://doi.org/10.1097/01.bpo.0000151061.92850.74>
- Mandalidis, D., Kafetzakis, I., 2022. Differences between Systems Using Optical and Capacitive Sensors in Treadmill-Based Spatiotemporal Analysis of Level and Sloping Gait. *Sensors* 22, 2790. <https://doi.org/10.3390/s22072790>
- Medeiros, A., Leme, L., Srivastava, G., 2022. An Introduction to Wearable Sensor Technology. pp. 189–198. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81473-1_9
- Muro-de-la-Herran, A., Garcia-Zapirain, B., Mendez-Zorrilla, A., 2014. Gait Analysis Methods: An Overview of Wearable and Non-Wearable Systems, Highlighting Clinical Applications. *Sensors (Basel)* 14, 3362–3394. <https://doi.org/10.3390/s140203362>
- Nüesch, C., Overberg, J.-A., Schwameder, H., Pagenstert, G., Mündermann, A., 2018. Repeatability of spatiotemporal, plantar pressure and force parameters during treadmill walking and running. *Gait & Posture* 62, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.03.017>
- Paolini, G., Della Croce, U., Riley, P.O., Newton, F.K., Casey Kerrigan, D., 2007. Testing of a tri-instrumented-treadmill unit for kinetic analysis of locomotion tasks in static and dynamic loading conditions. *Med Eng Phys* 29, 404–411. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2006.04.002>

- Park, E.S., Joo, J.-W., Kim, S.A., Rha, D.-W., Jung, S.J., 2015. Reliability and Validity of the Upper Limb Physician's Rating Scale in Children with Cerebral Palsy. *Yonsei Medical Journal* 56, 271–276. <https://doi.org/10.3349/ymj.2015.56.1.271>
- Read, H.S., Hazlewood, M.E., Hillman, S.J., Prescott, R.J., Robb, J.E., 2003. Edinburgh Visual Gait Score for Use in Cerebral Palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics* 23, 296.
- Saumur, T.M., Mathur, S., Nestico, J., Perry, S.D., Mochizuki, G., Mansfield, A., 2021. Test-retest reliability of force plate-derived measures of reactive stepping. *Journal of Biomechanics* 115, 110185. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110185>
- TarniȚă, D., 2016. Wearable sensors used for human gait analysis. *Rom J Morphol Embryol* 57, 373–382.
- Van Alsenoy, K., Thomson, A., Burnett, A., 2019. Reliability and validity of the Zebris FDM-THQ instrumented treadmill during running trials. *Sports Biomech* 18, 501–514. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1452966>
- van der Kruk, E., Reijne, M.M., 2018. Accuracy of human motion capture systems for sport applications; state-of-the-art review. *Eur J Sport Sci* 18, 806–819. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1463397>
- Vassis, K., Trigkas, P., 2016. «Κλινική Ανάλυση Βάδισης: Μέθοδοι, χαρακτηριστικά & ο ρόλος της στην Φυσικοθεραπεία». <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20460.77442>
- Viehweger, E., Pfund, L.Z., Hélix, M., Rohon, M.-A., Jacquemier, M., Scavarda, D., Jouve, J.-L., Bollini, G., Loundou, A., Simeoni, M.-C., 2010. Influence of clinical and gait analysis experience on reliability of observational gait analysis (Edinburgh Gait Score Reliability). *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 53, 535–546. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2010.09.002>
- Wren, T.A.L., Rethlefsen, S.A., Healy, B.S., Do, K.P., Dennis, S.W., Kay, R.M., 2005. Reliability and validity of visual assessments of gait using a modified physician rating scale for crouch and foot contact. *J Pediatr Orthop* 25, 646–650. <https://doi.org/10.1097/01.mph.0000165139.68615.e4>