



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# **Κινητική και κινηματική ανάλυση πρόσθιας και οπίσθιας βάδισης**

## **Μελέτη εμβιομηχανικών προσαρμογών και ασυμμετριών σε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ**

**Μπερλέμη Αικατερίνη Α.Μ.1848**

**Νασσάνι Τάρεκ Α.Μ. 1926**

**ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

**κ.Τσέπης Ηλίας**

**Αίγιο - 2017**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πρόσθια βάδιση είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας μας ενώ η οπίσθια βάδιση χρησιμοποιείται μόνο για κάποια βήματα. Όμως στον αθλητισμό όπως παραδείγματος χάρη στο ποδόσφαιρο ή το μπάσκετ κλπ. υπάρχει ακόμα και τέξιμο προς τα πίσω. Αυτό σε συνδυασμό με τον πιο σύνηθες ταυματισμό της ποδοκνημικής, που είναι το διάστρεμμα, μας κέντρησε το ενδιαφέρον για την παρούσα μελέτη. Ο στόχος της πτυχιακής είναι η μελέτη των εμβιομηχανικών προσαρμογών της άρθρωσης της ποδοκνημικής και η σύγκριση αυτών μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας βάδισης σε άτομα με χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής. Η χρήση της οπίσθιας βάδισης ως μέθοδος στον τομέα της αποκατάστασης είναι κάτι που χρησιμοποιείται ήδη από την δεκαετία του 1990. Ένας επιπλέον στόχος είναι αν η οπίσθια βάδιση θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σαν μια επιπλέον αξιολόγηση ανάμεσα στο υγιές και πάχον πόδι. Στην μελέτη δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση, όσο το δυνατόν στην πιο πρόσφατη, βιβλιογραφική και αρθρογραφική τεκμηρίωση. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στις μετρήσεις αλλά και σε ολόκληρη την διαδικασία συγγραφής ήταν αυστηρή. Οι δυσκολίες κατά την διάρκεια της διεκπεραίωσης της μελέτης ήταν η εκμάθηση από την αρχή του συστήματος τρισδιάστατης απεικόνισης (cortex) και οι συνθήκες όπου γίνονταν οι μετρήσεις. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι η παρακάτω πτυχιακή δεν βασίζεται απλά σε μετρήσεις και αποτελέσματα αλλά σε ένα συνονθύλευμα παραμέτρων οι οποίες είναι το σύστημα τρισδιάστατης απεικόνισης (cortex), τα ερωτηματολόγια, ο υπέρηχος, η κλινική εξέταση, το δυναμοδάπεδο (force platform), η εξαγωγή, η οργάνωση και η ανάλυση των αποτελεσμάτων, και η βιβλιογραφική και αρθρογραφική μελέτη-ανασκόπηση.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ:** Ο συνηθέστερος τραυματισμός σε αστάθεια ποδοκνημικής είναι το διάστρεμμα το οποίο πολλές φορές εάν δεν αποκατασταθεί άρτια είναι πιθανό να οδηγήσει σε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής. Ένα διάστρεμμα είναι πιθανό να προκληθεί τόσο σε μια αθλητική δραστηριότητα όσο και στην απλή καθημερινότητα. Ανάλογα το μέγεθος της βλάβης μπορεί να προκαλέσει πόνο οίδημα και άλλα δυσάρεστα συμπτώματα στον ασθενή. Η μέθοδος της αποκατάστασης, η υπομονή και η θέληση του ασθενή είναι τελικά αυτές που οδηγούν σε μια άριστη αποκατάσταση. Διαφορετικά ο κίνδυνος του επανατραυματισμού και μιας χρόνιας αστάθειας ποδοκνημικής μοιάζει να είναι το πιο πιθανό σενάριο

**ΣΚΟΠΟΣ :** Η παρούσα ερευνητική προσπάθεια έχει ως στόχο την μελέτη των εμβιομηχανικών προσαρμογών της άρθρωσης της ποδοκνημικής και τη σύγκριση αυτών μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας βάδισης σε άτομα με χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής. Επίσης να ελεγχθεί κατά πόσο η κινητικότητα της ποδοκνημικής στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την οπίσθια βάδιση, αποτελεί μια πιο ευαίσθητη μέθοδο αποκάλυψης λειτουργικών ασυμμετριών από τον έλεγχο στην κανονική βάδιση προς τα εμπρός.

**ΜΕΘΟΔΟΣ:** Μελετήθηκαν 30 ενήλικες ηλικιακού εύρους 18-21, ύψους 1,53-1,86 μέτρα και βάρους 42-90 κιλά. Υπήρχαν δύο ομάδες, η ομάδα ελέγχου (υγιείς) και η πειραματική ομάδα (άτομα με χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής). Η ομάδα ελέγχου αποτελείται από 10 γυναίκες και 7 άνδρες, και η πειραματική ομάδα από 8 γυναίκες και 5 άνδρες. Πραγματοποιήθηκε λήψη ιστορικού, συμπλήρωση ερωτηματολογίου από τους παθολογικούς, κλινική εξέταση, διαγνωστικός υπέρηχος και αξιολόγηση ισορροπίας μέσω του δυναμοδάπεδου. Στην συνέχεια έγινε 5λεπτη προθέρμανση οπίσθιας βάδισης, τοποθέτηση ειδικών ανακλαστήρων και τέλος οι μετρήσεις πρόσθιας και οπίσθιας βάδισης. Από τις μετρήσεις λήφθηκαν μέσου του συστήματος τρισδιάστατης κινηματικής ανάλυσης σε συνδυασμό με δυναμοδάπεδο δεδομένα για την ανάλυση της φάσης σήριξης. Στο τελικό στάδιο έγινε η εξαγωγή, οργάνωση και ανάλυση δεδομένων

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ:** Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας δείχνουν ότι η Μ.Γ.Υ. της Ο.Ε. μειώθηκε σημαντικά στην οπίσθια βάδιση από 28° σε 24° (p=0,000). Επίσης φαίνεται ότι η Μ.Γ.Υ. του παθολογικού ποδιού της Π.Ο. αυξήθηκε σημαντικά στην οπίσθια βάδιση από 26° σε 37° (p=0,000). Ακόμη ένα αποτέλεσμα είναι ότι η Μ.Γ.Υ. του υγιούς ποδιού της Π.Ο. δεν μεταβλήθηκε σημαντικά από 31° σε 32° (p=0,632). Σε μια άλλη συσχέτιση διαπιστώθηκε πρώτον ότι η μεταβολή μεταξύ της πρόσθιας και της οπίσθιας βάδισης διέφερε σημαντικά μεταξύ της μεταβολής της ομάδας ελέγχου του πάσχοντος ποδιού (p=0,000) και δέν διέφερε σημαντικά με απο την μεταβολή του υγιούς ποδιού (p=0,070) της πειραματικής ομάδας. Δεύτερον διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μεταβολής της πρόσθιας και της οπίσθιας βάδισης μεταξύ του πάσχοντος και υγιούς ποδιού (p= 0,001). Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μέσου όρου της διαφοράς υγιούς-παθολογικού στην πρόσθια και διαφοράς υγιούς-παθολογικού στην οπίσθια.

( $p=0.001$ ). Ενώ δεν βρέθηκε μεταξύ της μεταβολής από πρόσθια σε οπίσθια βάδιση του κυρίαρχου & μεταβολής του μη-κυρίαρχου ποδιού της ομάδας ελέγχου ( $p=0.224$ ). Η ANOVA έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ της Ο.Ε. και των δυο ποδιών της Π.Ο. ( $F= 31,723$ ,  $p= 0,000$ ). Η μετα-ANOVA ανάλυση κατέδειξε ότι η Π.Ο. διέφερε σημαντικά από το πάσχον πόδι ( $p= 0,000$ ) και όχι από το υγιές ( $p=0,070$ ), ενώ υπήρξε σημαντική διαφορά και μεταξύ του πάσχοντος και του υγιούς ποδιού ( $p= 0,000$ ).

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ:** Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης υποστηρίζουν ότι οι προσαρμογές σε μετωπιαίο επίπεδο της ποδοκνημικής με χρόνια αστάθεια κατά την βάδιση βελτιώνονται λόγω της καθημερινότητας ενώ στην οπίσθια βάδιση για τον ακριβώς αντίθετο λόγο παραμένουν ίδιες. Το μη τραυματισμένο πόδι σε σύγκριση με το τραυματισμένο είχε μικρότερη μεταβολή της διαφοράς πρόσθιας με οπίσθιας βαδίσσης και έτσι πιθανότατα η οπίσθια βάδιση μπορεί να εντοπίσει το παθολογικό σκέλος. Αλλά και να διαφοροποιεί μεταξύ ενός ατόμου με χρόνια αστάθεια και ενός ατόμου φυσιολογικού.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους όσους βοήθησαν για τη εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Πιο συγκεκριμένα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε:

- ❖ Τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Ηλία Τσέπη BSc, PT, MSc, PhD, για την υπεύθυνη καθοδήγησή του σε όλα τα στάδια της εργασίας.
- ❖ Τον κύριο Δρ.Χαράλαμπο Ματζάρογλου, M.D. ,PhD, ορθοπαιδικό χειρουργό στο πανεπιστημιακό νοσοκομείο πατρών, ο οποίος πραγματοποίησε την πιστοποίηση ποσοτικά της βλάβης του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου μέσω του διαγνωστικού υπερήχου.
- ❖ Τον Δρ. Παναγιώτη Γκρίλια, PT, MSc, PhD, επίκουρο καθηγητή φυσικοθεραπείας, για τις πολύτιμες συμβουλές που μας έδωσε κατά το σχεδιασμό της έρευνας.
- ❖ Όλους όσους συμμετείχαν εθελοντικά στην έρευνα, οι οποίοι τυγχάνει να είναι και φοιτητές της σχολής.
- ❖ Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας για την στήριξη καθώς και για την συμπαράστασή τους καθόλη την διάρκεια της εργασίας

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	i
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	ii
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	iv
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	v
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ</b>	vii
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ</b>	ix
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ</b>	ix
<b>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	2
1.1 Σκοπός και χρησιμότητα έρευνας	4
1.2 Ερευνητικά ερωτήματα	4
1.3 Οριοθετήσεις και περιορισμοί	4
1.4 Μεταβλητές της έρευνας και συμβολισμοί	5
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ</b>	
2.1 Ανατομία ποδοκνημικής	6
2.2 Νευροφυσιολογία	8
2.2.1 Νευρομυϊκή συναρμογή	8
2.2.2 Ιδιοδεκτικότητα	9
2.2.3 Κιναισθησία	9
2.2.4 Ισορροπία	9
2.2.5 Αντανακλαστική δραστηριότητα	10
<b>3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ</b>	
3.1 Άξονες κίνησης	11
3.2 Κινήσεις ποδοκνημικής	12
3.3 Ορισμοί	13
3.4 Δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους	13
3.5 Στατική και δυναμική ισορροπία	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΒΑΔΙΣΗ</b>	
4.1 Ορισμός φυσιολογικής βάδισης	15
4.2 Ορισμός κύκλου βάδισης	15
4.3 Παράδειγμα κύκλου βάδισης	15
4.4 Χαρακτηριστικά βάδισης	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΑ ΑΣΤΑΘΕΙΑ</b>	
5.1 Διάστρεμμα	17
5.1.1 Ορισμός κάκωσης	17
5.1.2 Μηχαισμός κάκωσης	17
5.1.3 Κλινικά σημεία και επούλωση	17
5.1.4 Διάγνωση	18
5.1.5 Ταξινόμηση διαστρεμμάτων	18
5.1.6 Επιδημιολογία	19
5.1.7 Επιπτώσεις	20
5.1.8 Πρόγνωση	21
5.1.9 Πρόγραμμα αποκατάστασης	21

5.1.10 Προοδευτικότητα προγράμματος αποκατάστασης	22
5.2 Χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής	23
5.2.1 Επιδημιολογία	23
5.2.2 Αίτια	24
5.2.3 Διάγνωση	25
5.2.4 Αντιμετώπιση	25

## **ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

6.1 Δείγμα	27
6.2 Στοιχεία/σημεία αποκλεισμού – Κριτήρια ομάδας ελέγχου	28
6.3 Εργαλεία μελέτης	29
6.3.1 Motion Analysis	30
6.3.2 Force Platform	32
6.3.3 Μετρονόμος	33

### **7. ΠΕΙΡΑΜΑ**

7.1 Εξοικείωση	34
7.2 Προετοιμασία συστήματος	37
7.3 Αξιολόγηση	37
7.3.1 Κλινική εξέταση	38
7.4 Αρχείο	39
7.5 Προετοιμασία εξεταζόμενου	39
7.6 Δοκιμασίες	40
7.7 Εξαγωγή δεδομένων	42
7.8 Οργάνωση Αρχείων δεδομένων	43
7.9 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	44
--------------------------------	----

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	46
--------------------------------	----

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	48
---------------------	----

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	51
------------------	----

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

<b>Εικόνα 1.1</b>	Εκπαίδευση οπίσθιας βάδισης	3
<b>Εικόνα 2.1</b>	Σύνδεσμοι ποδοκνημικής	7
<b>Εικόνα 2.2</b>	Μηχανισμοί μυϊκής αντανάκλασης	10
<b>Εικόνα 3.1</b>	Άξονες ποδοκνημικής	11
<b>Εικόνα 3.2</b>	Κινήσεις ποδοκνημικής	12
<b>Εικόνα 4.1</b>	Κατανομή φορτίσεων κατα την φάση στήριξης	15
<b>Εικόνα 4.2</b>	Παράδειγμα κύκλου βάδισης δεξιού κάτω άκρου	16
<b>Εικόνα 5.1.1</b>	Μηχανισμός κάκωσης πρόσθιου αστραγάλο - περνιαίου σύνδεσμος (ATFL)	17
<b>Εικόνα 5.1.2</b>	Talar tilt test	19
<b>Εικόνα 5.1.3</b>	Ταξινόμηση βαθμών διαστρέμματος ποδοκνημικής	20
<b>Εικόνα 5.2.1</b>	Εμφάνιση χρόνιου πόνου στην ποδοκνημική	24
<b>Εικόνα 6.1</b>	Κάμερες ανάλυσης κίνησης Osprey	30
<b>Εικόνα 6.2</b>	Ανακλαστήρες σε χαμηλό φωτισμό (Markers)	31
<b>Εικόνα 6.3</b>	Ανακλαστήρες(Markers) και κράνος	31
<b>Εικόνα 6.4</b>	Στιγμιότυπο οθόνης έναρξης λογισμικού	32
<b>Εικόνα 6.5</b>	AMTI MiniAmp MSA-6 Ενισχυτής και ρυθμιστής δυναμοδαπέδου	33
<b>Εικόνα 6.6</b>	Μετρονόμος κατά την διάρκεια μιας μέτρησης	33
<b>Εικόνα 7.1</b>	Δρομολογητής συγχρωτισμού καμερών και	34



	δυναμοδαπέδου	
<b>Εικόνα 7.2</b>	T-frame & L-frame επάνω στην πλατφόρμα του δυναμοδαπέδου	35
<b>Εικόνα 7.3</b>	Τελική φάση Calibration	36
<b>Εικόνα 7.4</b>	ενδείξεις βαθμονόμησης	36
<b>Εικόνα 7.5</b>	Βήματα για βαθμονόμηση (calibration)	37
<b>Εικόνα 7.6</b>	Δοκιμασία οπίσθιας βάρδισης (left heel off - right toe strike)	39
<b>Εικόνα 7.7</b>	Βήματα για τον ορισμό Marker σκελετού	40
<b>Εικόνα 7.8</b>	Marker cubic join function	40
<b>Εικόνα 7.9</b>	Παράθυρο Presentation Graphs	41
<b>Εικόνα 7.10</b>	Τελικά αρχεία εξαγωγής	41
<b>Εικόνα 7.11</b>	Αλγόριθμος διαχωρισμού αρχείων	42
<b>Εικόνα 7.12</b>	Αρχείο excel με τις 6 δοκιμασίες ενός ατόμου για την οπίσθια βάρδιση στο αριστερό πόδι	42

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 5.1.1</b>	Ενδεικτικό προοδευτικό πρόγραμμα συντηρητικής αποκατάστασης διαστρέμματος ποδοκνημικής	23
<b>Πίνακας 6.1</b>	Χαρακτηριστικά της ερευνητικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου	27
<b>Πίνακας 8.1</b>	Σύγκριση μεταξύ των διαφορών πρόσθιας με οπίσθιας βάρδισης της ομάδας ελέγχου, των διαφορών πρόσθιας με οπίσθιας βάρδισης του πάσχοντος ποδιού και μεταξύ των διαφορών πρόσθιας με οπίσθιας βάρδισης του υγιούς. (Paired t-test)	44
<b>Πίνακας 8.2</b>	Σύγκριση μεταξύ μέσου όρου της διαφοράς υγιούς-παθολογικού στην πρόσθια και διαφοράς υγιούς-παθολογικού στην οπίσθια βάρδιση. (Paired t-test)	45
<b>Πίνακας 8.3</b>	Συγκρίσεις των διαφορών της μεταβολής ανάμεσα σε πρόσθια και οπίσθια βάρδιση του κυρίαρχου & μη-κυρίαρχου ποδιού της Ομάδας ελέγχου. Και των διαφορών της μεταβολής ανάμεσα σε πρόσθια και οπίσθια βάρδιση του πάσχοντος & υγιούς ποδιού της πειραματικής ομάδας. (Paired t-test)	45

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

<b>Διάγραμμα 3.1</b>	Κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης εδάφους κατά την φάση στήριξης δεξιού και αριστερού άρκου	14
----------------------	--	----

# ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η βάδιση αποτελεί την θεμελιώδη δεξιότητα κι εκείνο το μέσο με το οποίο ο άνθρωπος από τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξής του, αποκτά γνώσεις και εξερευνά το περιβάλλον. Ως μέσο άσκησης θεωρείται πολύ αποτελεσματική και ταυτόχρονα ανέξοδη. Αποτελεί μία δυναμική, ρυθμική και αερόβια δραστηριότητα κατά την οποία ενεργοποιούνται μεγάλες ομάδες σκελετικών μυών, ενώ παράλληλα ενισχύει το καρδιαγγειακό σύστημα, αφού αυξάνει τη κυκλοφορία του αίματος. Μία εναλλακτική μορφή άσκησης σχετικά με το βάδισμα ή καλύτερα μια παραλλαγή του βαδίσματος είναι η πίσω βάδιση (backwards walking, reverse walking, retro walking or backwards gait). Η οπίσθια βάδιση είναι μια κίνηση της καθημερινότητας όπως όταν απομακρυνόμαστε από τον νεροχύτη της κουζίνας με οπίσθια βήματα, αλλά περισσότερο την συναντάμε στον αθλητισμό (μπάσκετ, τένις, ποδόσφαιρο). Έχει χρησιμοποιηθεί από καιρό σε αθλητικά προγράμματα προπόνησης και έχει ενσωματωθεί στην αποκατάσταση ως μέθοδος αύξησης της αντοχής των τετρακέφαλων, μειώνοντας ταυτόχρονα τις συμπιεστικές δυνάμεις της άρθρωσης γύρω από το γόνατο (Flynn Connery et al 1994). Ακόμη μια έρευνα του Cipriani et al.(1995) πραγματοποίησε μια ηλεκτρομυογραφική και κινηματική ανάλυση της οπίσθιας βάδισης σε τρία επίπεδα του διαδρόμου. Η αποτελεσματικότητα της οπίσθιας βάδισης έχει εξεταστεί στην πρόοδο του βηματισμού των ασθενών μετά από εγκεφαλικό επεισόδιο(Yea-Ru Yang, Jyh-Geng Yen et al 2005). Επίσης έχει γίνει έρευνα σε υγιή νεαρά άτομα η οποία σύγκρινε τις φυσικές επιδόσεις μεταξύ της προπόνησης της πρόσθιας και οπίσθιας βάδισης .Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι το οπίσθιο τρέξιμο ή το περπάτημα μπορεί να ενσωματωθεί σε προγράμματα γυμναστικής για διατήρηση ή και ως μέρος του προγράμματος αποκατάστασης για τη βελτίωση των αερόβιων και αναερόβιων ικανοτήτων, καθώς και της λειτουργικότητας των κάτω άκρων (Katcanathu ,Alabdulwahad et al 2016). Η οπίσθια βάδιση έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στη βελτίωση της λειτουργικής αντοχής των κάτω άκρων, των αερόβιων και αναερόβιων δυνατοτήτων των φυσιολογικών υγιή ατόμων (Shaji John Kachanathu, 2016). Μελέτη έχει δείξει ότι το περπάτημα προς τα πίσω μπορεί να ενισχύσει τη σταθερότητα κατά τη διάρκεια μιας δύσκολης προσπάθειας ισορροπίας για τους υγιείς νεότερους και ηλικιωμένους μη πτωχούς πληθυσμούς. Οι συνέπειες αυτής της παρέμβασης για όσους βρίσκονται σε κίνδυνο πτώσεων μπορεί να είναι ακόμη πιο αξιοσημείωτες ( Dufek, Merce et. al. 2009). Οι Gondhalekar & Vasant (2013) βρήκαν ότι η οπίσθια βάδιση σαν συμπληρωματική της συμβατικής θεραπείας έχει καλύτερα αποτελέσματα σε ασθενείς με οξεία έξαρση σε χρόνια οστεοαρθρίτιδα γόνατος από ότι μόνη της η συμβατική θεραπεία. Έχει διαπιστωθεί ότι κατά την οπίσθια βάδιση ο καρδιακός ρυθμός τείνει να αυξάνεται συγκριτικά με την προς τα εμπρός βάδιση που πραγματοποιείται στον ίδιο ρυθμό, γεγονός που υποδηλώνει ότι υπάρχουν μεγαλύτερα καρδιοαναπνευστικά οφέλη σε συντομότερο χρονικό διάστημα. Οι Flynn Connery et al (1994) στην μελέτη τους που αφορούσε σύγκριση καρδιοαναπνευστικών αποκρίσεων στην πρόσθια και την οπίσθια βάδιση βρήκαν ότι η οπίσθια βάδιση προκαλεί μεγαλύτερη μεταβολική ζήτηση και καρδιοπνευμονική απόκριση από την πρόσθια. Επίσης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ένας τραυματισμένος αθλητής μπορεί να συνεχίσει την άσκηση προς τα πίσω για την διατήρηση της καρδιαγγειακής του ικανότητας .

Πέρα από τα οφέλη που προσφέρει η οπίσθια βάδιση, πρέπει να τονίσουμε και τους κινδύνους της. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως η οπίσθια βάδιση είναι μία κίνηση που απαιτεί καλή ικανότητα ισορροπίας καθώς η κατεύθυνσή της περιορίζει το

οπτικό πεδίο ελλοχεύουν κίνδυνοι πτώσης στο έδαφος ή σε άλλα αντικείμενα. Ένας συνήθης τραυματισμός που συμβαίνει κατά την βόδιση στην καθημερινότητα από μια απλή απροσεξία ή και στον αθλητισμό από μια ανώμαλη προσγείωση είναι το διάστρεμμα. Ως διάστρεμμα ορίζεται η βίαιη διάταση των συνδέσμων και του θυλάκου. Η ηλικία από δέκα έως δεκαεννέα ετών συνδέεται με υψηλότερα ποσοστά διαστρεμάτων αστραγάλου. Το ήμισυ όλων των διαστρεμμάτων του αστραγάλου εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της αθλητικής δραστηριότητας (Owens, Waterman, 2010). Μια άλλη έρευνα έδειξε ότι το ποσοστό 10% έως και 30% των ατόμων μετά από ένα οξύ διάστρεμμα ποδοκνημικής διαπιστώθηκε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής (Peterseal. 1991). Η παρούσα πτυχιακή ασχολείται με την χρόνια αστάθεια από διάστρεμμα στον πρόσθιο αστραγαλοπεριοναίο που σύμφωνα με τους Ferran & Maffulli (2006) είναι ο ασθενέστερος από τους έξω πλάγιους συνδέσμους και ο πιο συχνά τραυματισμένος. Πιο συγκεκριμένα συγκρίθηκαν οι μεταβολές που προκαλεί η χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής τόσο ανάμεσα στους υγιείς και τους τραυματισμένους όσο και στην πρόσθια και οπίσθια βόδιση.



**Εικόνα 1.1** Εκπαίδευση οπίσθιας βόδισης. Τροποποιημένη από RehabTechnology.

<http://www.rehabtechnology.com.au/landice/landice-L8-rehabilitation-medical-treadmill>

## 1.1 Σκοπός και χρησιμότητα της έρευνας

Το διάστρεμμα είναι ένας συχνός τραυματισμός που συμβαίνει τόσο στην καθημερινότητα όσο και σε αθλητικές δραστηριότητες. Ανάλογα το βαθμό συντελεί σε μειωμένη αθλητική απόδοση, μπορεί να οδηγήσει σε απουσία του αθλητή από τον αγωνιστικό χώρο, έως και σε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής. Πρωταρχικός στόχος της πτυχιακής εργασίας ήταν η μεγιστοποίηση των γνώσεων σχετικά με εμβιομηχανικές προσαρμογές της άρθρωσης της ποδοκνημικής και η σύγκριση αυτών μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας βάδισης σε άτομα με χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής. Η χρησιμότητα της παρούσας έρευνας έγκειται στη βελτίωση των γνώσεων για την οπίσθια βάδιση και ειδικότερα στις προσαρμογές που έχουν προκληθεί από μια χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής. Σκοπός της εργασίας ήταν να ελεγχθεί κατά πόσο η κινητικότητα της ποδοκνημικής στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την οπίσθια βάδιση αποτελεί μια πιο ευαίσθητη μέθοδο αποκάλυψης λειτουργικών ασυμμετριών από τον έλεγχο στην κανονική βάδιση προς τα εμπρός. Στα πλαίσια αυτά έγινε: πρώτον σύγκριση μεταξύ της πρόσθιας βάδισης και της οπίσθιας βάδισης ως προς τη Μέγιστη Γωνία Υπτιασμού για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα και δεύτερον σύγκριση των διαφορών (Diff) μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας βάδισης για την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα.

## 1.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Σύμφωνα με τους σκοπούς της έρευνας διατυπώθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- A) Ποιες είναι οι μεταβολές της μέγιστης γωνίας υπτιασμού στην άρθρωση της ποδοκνημικής από την προσθία στην οπίσθια βάδιση και αν αυτές είναι σημαντικές;
- B) Αν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταβολών πρόσθιας και οπίσθιας της Μ.Γ.Υ.
- Γ) Αν η οπίσθια βάδιση αποτελεί μέθοδο αποκάλυψης χρόνιας αστάθειας ποδοκνημικής;

## 1.3 Οριοθετήσεις και περιορισμοί

Η παρούσα έρευνα έχει τους ακόλουθους περιορισμούς και οριοθετήσεις :

- Τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα είχαν υποστεί τραυματισμό τουλάχιστον 3 μήνες πριν.
- Τα άτομα που δοκιμάστηκαν δεν είχαν υποστεί επανατραυματισμό μέχρι να ολοκληρωθεί η διαδικασία των μετρήσεων τόσο στη υγιές όσο και στη παθολογικό ομάδα.
- Τα άτομα δεν είχαν υποστεί επανατραυματισμό στην ποδοκνημική τους τους τελευταίους τρεις μήνες.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ερμηνεύονται από τους ακόλουθους

περιορισμούς:

- Οι μετρήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών εμπεριέχουν ένα αναπόφευκτο σφάλμα μέτρησης.
- Η καταγραφή του ιστορικού τραυματισμών έγινε με ειδικό ερωτηματολόγιο πριν τη δοκιμασία του εξεταζόμενου.

## 1.4 Μεταβλητές της έρευνας και συμβολισμοί

### Μεταβλητές ανθρωπομετρικού προφίλ

- |                      |    |
|----------------------|----|
| • Χρονολογική ηλικία | ΧΗ |
| • Σωματικό βάρος     | ΣΒ |
| • Σωματικό ύψος      | ΣΥ |

### Μεταβλητές έρευνας

- |   |              |
|---|--------------|
| • Περιφέρεια μεσότητας αριστερής κνήμης | A-ΠΜΚ        |
| • Περιφέρεια μεσότητας αριστερού μηρού  | A-ΠΜΜ        |
| • Περιφέρεια μεσότητας δεξιάς κνήμης    | Δ-ΠΜΚ        |
| • Περιφέρεια μεσότητας δεξιού μηρού     | Δ-ΠΜΣ        |
| • Δείκτης μάζας σώματος                 | ΔΜΣ<br>ΜΠΑΠΣ |

### Romberg test

- |                      |     |
|----------------------|-----|
| • Στατική μονοποδική | ΣΜ  |
| • Στατική διποδική   | ΣΔ  |
|                      | ΜΓΥ |

### Μέγιστη Γωνία Υπτιασμού (ποδοκνημικής)

- |   |                    |
|---|--------------------|
| • Κυρίαρχο Ο.Ε. - πρόσθια βάδιση                            | Front-Ctrl-DOM     |
| • Μη κυρίαρχο Ο.Ε. - πρόσθια βάδιση                         | Front-Ctrl-nDOM    |
| • Κυρίαρχο Ο.Ε. - οπίσθια βάδιση                            | Retro-Ctrl-DOM     |
| • Μη κυρίαρχο Ο.Ε. - οπίσθια βάδιση                         | Retro-Ctrl-nDOM    |
| • Μέσος όρος Ο.Ε. - πρόσθια βάδιση                          | mean-Ctrl-F        |
| • Μέσος όρος Ο.Ε. - οπίσθια βάδιση                          | mean-Ctrl-R        |
| • Τραυματισμένο Π.Ο. - πρόσθια βάδιση                       | Front-Exp-Inj      |
| • Τραυματισμένο Π.Ο. - οπίσθια βάδιση                       | Retro-Exp-Inj      |
| • Υγιές Π.Ο. - πρόσθια βάδιση                               | Front-Exp-Int      |
| • Υγιές Π.Ο. - οπίσθια βάδιση                               | Retro-Exp-Int      |
| • Διαφορά πρόσθιας-οπίσθιας Ο.Ε.                            | Diff-M-Control     |
| • Διαφορά πρόσθιας-οπίσθιας τραυματισμένου άκρου Π.Ο.       | Diff-Exp-Inj-FR    |
| • Διαφορά πρόσθιας-οπίσθιας υγιούς άκρου Π.Ο.               | Diff-Exp-Int-FR    |
| • Διαφορά τραυματισμένου-υγιούς άκρου Π.Ο. πρόσθιας βάδισης | Diff-Exp-Inj-Int-F |
| • Διαφορά τραυματισμένου-υγιούς άκρου Π.Ο. οπίσθιας βάδισης | Diff-Exp-Inj-Int-R |

Ctrl= Control, Exp=Experimental, Ο.Ε.=Ομάδα Ελέγχου, Π.Ο.=Πειραματική Ομάδα, Diff= Difference, R=retro, F=front, Inj=Injured leg, Int=Intact leg, DOM=Dominant leg, nDom=Non Dominant leg, mean=μέσος όρος.

\* Οι μεταβλητές της δυναμικής εμβιομηχανικής (βάδισης) αφορούν την φάση στήριξης μόνο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

#### 2.1 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΠΟΔΟΚΝΙΜΙΚΗΣ

##### ΟΣΤΑ

Ο σκελετός του άκρου ποδός διακρίνεται σε τρεις ομάδες οστών : α)στα οστά του ταρσού, β)στα οστά του μεταταρσίου και γ)τα οστά των φαλαγγών δακτύλων.

α)Στην κεντρική ομάδα των οστών του ταρσού συγκαταλέγονται δύο ογκώδη οστά η πτέρνα και ο αστράγαλος. Ενδιάμεσο οστό του ταρσού που παρεμβάλλεται μεταξύ της κεντρικής και της περιφερικής ομάδας των οστών του ταρσού είναι το σκαφοειδές. Η περιφερική ομάδα των οστών του ταρσού αποτελείται από το κυβοειδές οστό, τα τρία σφηνοειδή οστά (το έξω, το ενδιάμεσο και το έσω). β)Στον άκρο πόδα υπάρχουν πέντε μετατάρσια, που από έσω προς τα έξω χαρακτηρίζονται πρώτο έως πέμπτο. γ)Τέλος υπάρχουν οι φάλαγγες που είναι τα οστά των δακτύλων. Κάθε δάκτυλο έχει τρεις (κεντρική, μέση και περιφερική) εκτός από το μεγάλο δάκτυλο που έχει μόνο δύο (Grey's Anatomy Εκδόσεις Πασχαλίδη 2007).

##### ΑΡΘΡΩΣΕΙΣ

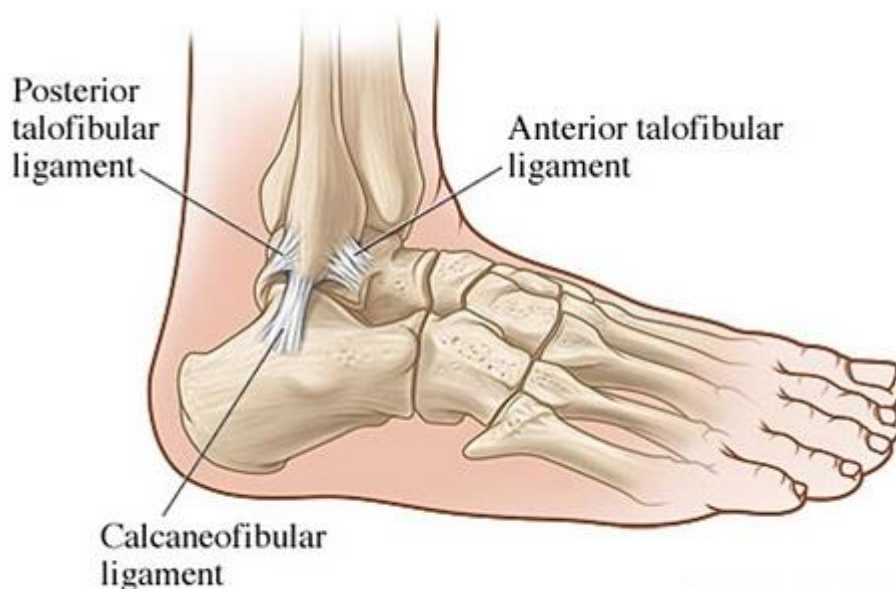
Ο όρος ποδοκνημική άρθρωση ειδικά αποδίδεται στην αστραγαλοκνημιαία άρθρωση που είναι η άρθρωση μεταξύ του αστραγάλου και του περιφερικού τμήματος της κνήμης και της περόνης. Στις αρθρώσεις του άκρου πόδα συγκαταλέγονται η αστραγαλοπτερνική ή υπαστραγαλική, οι μεσοτάρσιες, οι τάρσομετατάρσιες, οι μεσομετατάρσιες και οι δακτυλικές διαρθρώσεις (Grey's Anatomy Εκδόσεις Πασχαλίδη 2007).

##### ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

Η ποδοκνημική είναι μια άρθρωση με αρθρικό υμένα , θύλακο και συνδέσμους. Οι σύνδεσμοι που παρέχουν στατική στήριξη στην άρθρωση από την εξωτερική πλευρά (έξω πλάγιος) είναι ο πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος σύνδεσμος (Εικ. 2.1), ο περονοπτερνικός (περονοσκαφοειδής) σύνδεσμος και ο οπίσθιος αστραγαλοπερονιαίος. Το σύμπλεγμα του δελτοειδούς συνδέσμου(έσω πλάγιος), που αποτελείται από τον πρόσθιο και οπίσθιο κνημαστραγαλικό σύνδεσμο, τον κνημοπτερνικό σύνδεσμο και τον κνημοσκαφοειδή σύνδεσμο, παρέχει στήριξη από τα έσω. Ο πρόσθιος και οπίσθιος κάτω κνημοπερονιαίος σύνδεσμος καθώς και ο



μεσόστεος υμένες παρέχουν επιπλέον στήριξη στην ποδοκνημική άρθρωση (Grey's Anatomy - 2007).



**Εικόνα 2.1** Σύνδεσμοι ποδοκνημικής. Τροποποιημένη από new health advisor (2017)

<http://www.newhealthadvisor.com/images/1HT03322/Anterior%20Talofibular%20Ligament.jpg>

## ΜΥΕΣ

Οι μύες που καταφύονται και δρουν στον άκρο πόδα ευθύνονται για τον δυναμικό έλεγχο της ποδοκνημικής. Στην ποδοκνημική δεν υπάρχουν μύες που να δρουν μόνο σε μια άρθρωση. Οι περωναίοι μύες είναι μείζονος σημασία γιατί είναι υπεύθυνοι για τον πρηνισμό της ποδοκνημικής και επομένως για την αντίσταση στον υππιασμό. Πιο αναλυτικά για την πραγματοποίηση της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής δρουν ο μακρός εκτείνων των δακτύλων, ο μακρός εκτείνων το μεγάλο δάκτυλο, ο πρόσθιος κνημιαίος και ο τρίτος περωναίος. Η πελματιαία κάμψη της ποδοκνημικής πραγματοποιείται από τον γαστροκνήμιο, τον υποκνημίδιο, τους περωναίους, τον μακρό καμπτήρα των δακτύλων και του μεγάλου δακτύλου, τον οπίσθιο κνημιαίο και τον μακρό πελματικό. Για τον υππιασμό συντελεί ο πρόσθιος και ο οπίσθιος κνημιαίος, ο μακρός εκτείνων και καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου και ο μακρός καμπτήρας των δακτύλων. Τέλος τον πρηνισμό πραγματοποιούν οι περωναίοι και ο μακρός εκτείνων των δακτύλων (Grey's Anatomy, 2007).

## ΝΕΥΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το νευρικό σύστημα του ανθρώπου διαιρείται στο εγκεφαλονωτιαίο – κεντρικό νευρικό σύστημα (Κ.Ν.Σ.) και στο αυτόνομο νευρικό σύστημα – περιφερικό νευρικό σύστημα (Π.Ν.Σ.). Οι λειτουργίες του νευρικού συστήματος είναι να δέχεται και να μεταφέρει αισθητικές πληροφορίες από το εξωτερικό περιβάλλον και το υπόλοιπο σώμα μέσω της κεντρομόλου μοίρας του περιφερικού νευρικού συστήματος στο Κ.Ν.Σ.

Το Κεντρικό νευρικό σύστημα περιλαμβάνει τον εγκέφαλο και νωτιαίο μυελό, ο ρόλος του είναι να επεξεργάζεται τις πληροφορίες που προσλαμβάνει και να απαντά στα ερεθίσματα που δέχεται. Ο εγκέφαλος αποτελείται από το στέλεχος (προμήκης μυελός, γέφυρα και μεσεγκέφαλος), την παρεγκεφαλίδα και το πρόσθιο εγκέφαλο (εγκεφαλικά ημισφαίρια, θάλαμος και υποθάλαμος). Ο φλοιός του μετωπιαίου λοβού είναι κινητικός μας φλοιός ο οποίος συμμετέχει στην αντίληψη και την γέννηση των κινήσεων που απαιτούν επιδεξιότητα. Η παρεγκεφαλίδα συντονίζει τις κινήσεις περιλαμβανομένων αυτών που αφορούν την στάση και την ισορροπία του σώματος. Ο θάλαμος συμμετέχει στον έλεγχο συντονισμού των σκελετικών μυών. (FitzGerald, Gruenauer & Mtui, Κλινική Νευροανατομία και Νευροεπιστήμες, 2009).

Το περιφερικό νευρικό σύστημα αποτελείται από τα εγκεφαλικά και τα νωτιαία νεύρα μαζί με τα γάγγλια. Τα περιφερικά νεύρα που νευρώνουν τους μύες της κνήμης και του άκρου πόδα είναι το κνημιαίο νεύρο (Ο4 έως Ι3), το επιπολής περνιαίο νεύρο (Ο5 έως Ι2), το εν τω βάθει περνιαίο νεύρο (Ο4 έως Ι1). Τα περιφερικά νεύρα που νευρώνουν τους μύες της ποδοκνημικής είναι το εν τω βάθει περνιαίο νεύρο, το έσω πελματιαίο νεύρο (κλάδος του κνημιαίου νεύρου Ι2,Ι3), το έξω πελματιαίο νεύρο (Ι1 έως Ι3) (Σταύρος Τ. Πλέσσας, Φυσιολογία του Ανθρώπου, 2010)

## **2.2 ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ**

### **2.2.1 ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗ ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ**

Η σύσπαση του μυός πραγματοποιείται μέσω της νευρικής αλλά και της μυϊκής συνεργασίας. Η επιτυχής εκτέλεση μιας κίνησης εξαρτάται από το πλήθος των καταγεγραμμένων κινητικών εμπειριών στην κινητική μνήμη και το επίπεδο ωρίμανσης του νευρικού συστήματος. Όσον αφορά το μυϊκό κομμάτι εν ολίγοις ο μύς αποτελείται με σειρά από το εσωτερικό προς το εξωτερικό από μυϊκά νημάτια, μυϊκά ινίδια, μυϊκές ίνες και μυϊκές δεσμίδες. Η αρμονική συνεργασία αγωνιστών και συναγωνιστών να παράγουν δύναμη και ανταγωνιστών να χαλαρώνουν κατά τη μυϊκή προσπάθεια οδηγεί σε μια ομαλή σύσπαση. Τα νεύρα βρίσκονται μόνο στο περιφερικό νευρικό σύστημα. Τα νεύρα αποτελούνται από πολλούς νευρώνες. Ο νευρώνας αποτελείται από πυρήνα, σώμα, δενδρίτες, νευράξονα (κόμβοι Ranvier, έλυτρο μύελινης, κύτταρα Schwann) και νευραξονικές απολήξεις. Η μετάδοση της διέγερσης τόσο σε επίπεδο εγκεφαλικού κέντρου όσο και σε επίπεδο σύναψης του

νεύρου με τον μυ, γίνεται με ουσίες που ονομάζονται νευροδιαβιβαστές. Η νευρομυϊκή συναρμογή είναι η συνεργασία νεύρων και μυών που οδηγεί σε ικανότητα ελέγχου, προσαρμογής και μεταβολής των κινήσεων καθώς και η εκμάθηση νέων δεξιοτήτων. Σε περίπτωση τραυματισμού κομμάτι της νευρομυϊκής συναρμογής χάνεται και χρειάζεται επανεκπαίδευση εκ νέου (Νευρολογία Adams and Victor's Εκδόσεις Πασχαλίδη 2003).

### **2.2.2 ΙΔΙΟΔΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ**

Η ιδιοδεκτικότητα αποτελεί μέρος του αιθουσαίου συστήματος ισορροπίας. Παρέχει τη γνώση του πού και με ποιόν τρόπο βρίσκεται το σώμα μας στο χώρο καθώς και με ποιόν τρόπο κινείται σε αυτόν. Είναι η απόκτηση ενός ερεθίσματος από περιφερικούς υποδοχείς και η μετατροπή του σε νευρικό σήμα, το οποίο διαβιβάζεται και επεξεργάζεται από το κεντρικό νευρικό σύστημα. Συμπεριλαμβάνει την αντίληψη της θέσης στο χώρο, τη κιναισθησία, την ισορροπία και τη μυϊκή αντανάκλαστική δραστηριότητα. Η αισθητική πληροφορία που προσφέρει η ιδιοδεκτικότητα, μαζί με άλλες που παρέχονται από το νευρικό σύστημα προκαλούν κινητικές αντιδράσεις οι οποίες είναι βασικές για συντονισμένα κινητικά πατέντα και λειτουργική σταθερότητα (Νευρολογία Adams and Victor's Εκδόσεις Πασχαλίδη 2003).

### **2.2.3 ΚΙΝΑΙΣΘΗΣΙΑ**

Είναι η αίσθηση μέσω της οποίας αντιλαμβανόμαστε τις κινήσεις του σώματος. Καθιστά το άτομο ικανό να ανιχνεύει την μυϊκή τάση (δύναμη), την κίνηση καθώς και την θέση των άκρων με κλειστά μάτια. Με τον τρόπο αυτό αντιλαμβάνεται την αίσθηση των μελών του σώματος στο χώρο και στον χρόνο (πότε αυτά κινούνται). Τέλος μέσω της κιναισθησίας μπορείς να αντιληφθείς και τις μηχανικές ιδιότητες των αντικειμένων (π.χ. βάρος) (Νευρολογία Adams and Victor's Εκδόσεις Πασχαλίδη 2003).

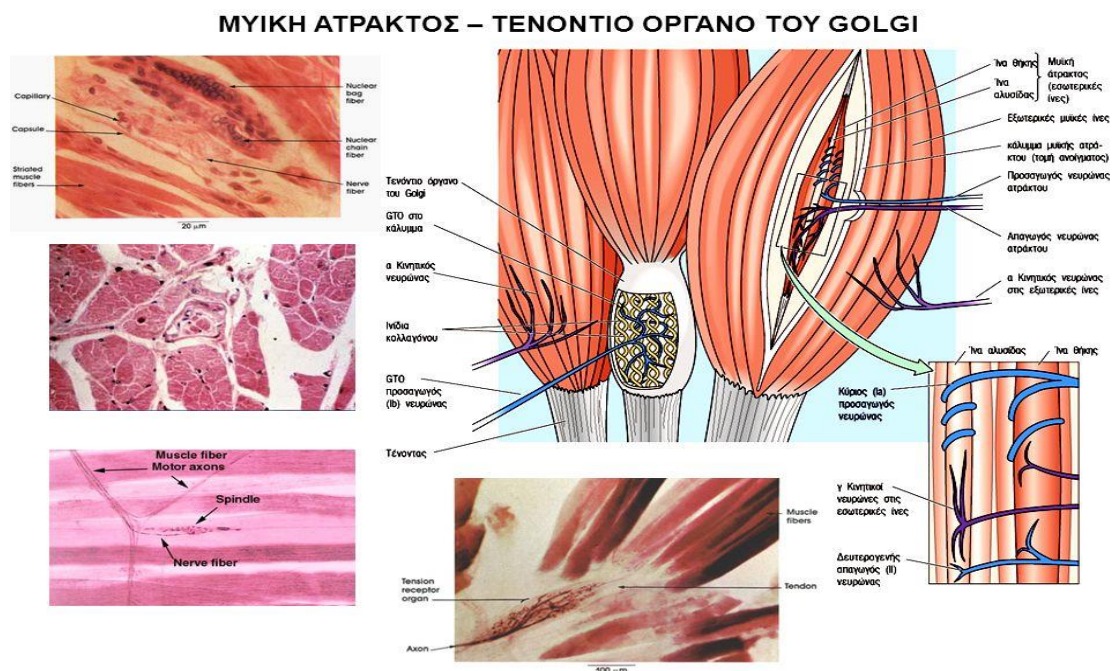
### **2.2.4 ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ**

Η ισορροπία είναι η ικανότητα ενός σώματος να διατηρήσει την στάση του ( με ή χωρίς εκούσια προσπάθεια) δηλαδή να διατηρήσει το κέντρο βάρους εντός της βάσης στήριξης είτε κατά την δυναμική δραστηριότητα (βάδιση, άλμα, τρέξιμο) είτε στατικά (καθιστή, όρθια θέση, μονοποδικά κλπ.). Για την αποφυγή της διατάραξης της ισορροπίας το σώμα έχει τις εξής στρατηγικές: της ποδοκνημικής άρθρωσης, του ισχίου και του βήματος. Σύμφωνα με τον Νεύτωνα ως πρώτη προϋπόθεση για την ισορροπία είναι το άθροισμα των δυνάμεων που ασκούνται σε ένα σώμα να ισούται με το μηδέν, και ως δεύτερη προϋπόθεση είναι η συνισταμένη ροπή που ασκείται να ισούται με το μηδέν. Παράγοντες που επηρεάζουν την ισορροπία είναι η μυϊκή αδυναμία, τα ιδιοδεκτικά ελλείμματα και τα ελλείμματα εύρους τροχιάς κίνησης (Νευρολογία Adams and Victor's Εκδόσεις Πασχαλίδη 2003).

## 2.2.5 ΑΝΤΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Το τενόντιο όργανο του Golgi, εντοπίζεται στους συνδέσμους, προσαρμόζεται αργά σε ένα μηχανικό παρέχει πληροφορίες στο κεντρικό νευρικό σύστημα σχετικά με την τάση των τενόντων (που αναπτύσσεται στα άκρα του μυ) και τις αλλαγές σε αυτή. Είναι ανενεργό όταν οι αρθρώσεις είναι σταθερές.

Η νευρομυϊκή άτρακτος είναι υπεύθυνη για την διαβίβαση πληροφοριών στο κεντρικό νευρικό σύστημα σχετικά με το μέγεθος της αλλαγής στο μήκος των μυών, τον ρυθμό συστολής των μυών τη ταχύτητα και την αίσθηση της θέσης (Νευρολογία Adams and Victor's Εκδόσεις Πασχαλίδη 2003).



**Εικόνα 2.2** Μηχανισμοί μυϊκής αντανάκλασης. Τροποποιημένη από Κωνσταντίνου

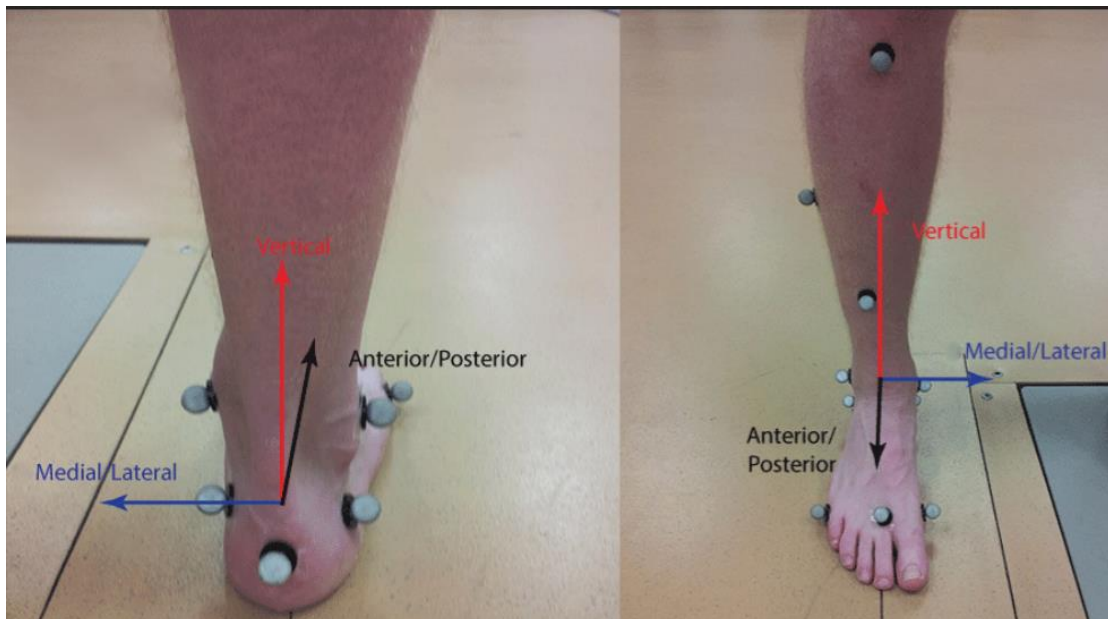
<http://slideplayer.gr/user/1296526>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

#### 3.1 ΑΞΟΝΕΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

Οι τρεις κύριοι άξονες του αρθρικού συμπλέγματος είναι: ο μετωπιαίος άξονας στο οβελιαίο επίπεδο που ελέγχει τις κινήσεις κάμψης - έκτασης. Ο κατακόρυφος άξονας στο εγκάρσιο επίπεδο και ελέγχει τις κινήσεις απαγωγής προσαγωγής. Αυτές είναι δυνατές μόνο όταν το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη. Ο προσθιοπίσθιος άξονας στο μετωπιαίο επίπεδο και ελέγχει τις κινήσεις της έσω και έξω ανάσπασης. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην ποδοκνημική δεν πραγματοποιείται ξεκάθαρα πρηνισμός και υππιασμός χωρίς στροφές και ούτε το αντίστροφο. Ο πρηνισμός είναι μια σύνθετη κίνηση που πραγματοποιείται από ραχιαία κάμψη, απαγωγή και ανάσπαση έξω χείλους. Τέλος ο υππιασμός που είναι και αυτό μια σύνθετη κίνηση αποτελείται από πελματιαία κάμψη, προσαγωγή και ανάσπαση έσω χείλους (Κινησιολογία Carol A.Oats Εκδόσεις Gotsis 2010).

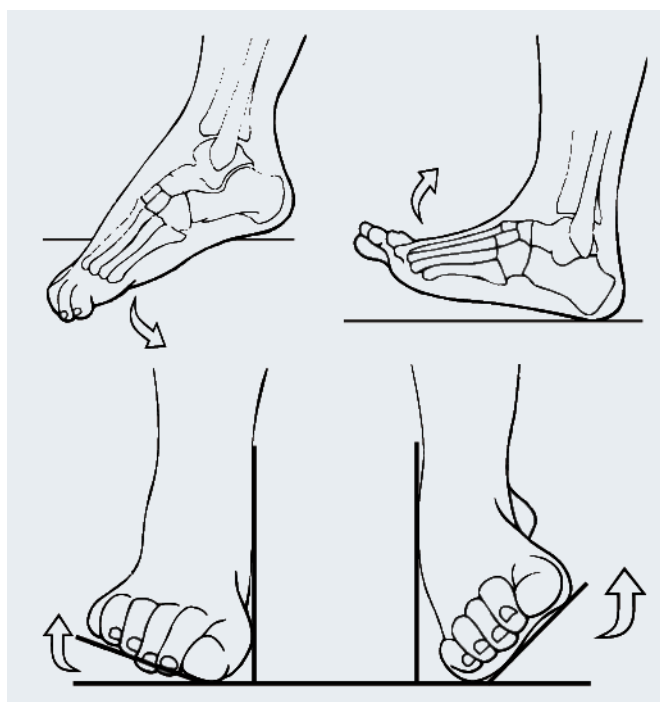


**Εικόνα 3.1** Άξονες ποδοκνημικής. Τροποποιημένη από Dr. Ricard

<http://web.uta.edu/faculty/ricard/BarefootRunning.html>

### 3.2 ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ

Ανατομική θέση: Η θέση αναφοράς επιτυγχάνεται όταν το πέλμα του ποδιού είναι κάθετο στον άξονα της κνήμης. Η ραχιαία κάμψη είναι η κίνηση κατά την οποία η ράχη του ποδιού πλησιάζει την πρόσθια επιφάνεια της κνήμης. Αντιστρόφως η πελματιαία κάμψη είναι η κίνηση της ράχης του ποδιού μακριά από την πρόσθια επιφάνεια της κνήμης έτσι που το πόδι τείνει σε μια ευθεία με την κνήμη (Κινησιολογία Carol A. Oatis Εκδόσεις Gotsis 2010).



**Εικόνα 3.2** Κινήσεις ποδοκνημικής. Τροποποιημένο από Κουμαριανός (1994)  
[http://repfiles.kallipos.gr/html\\_books/9942/05.html](http://repfiles.kallipos.gr/html_books/9942/05.html)

Το παθητικό εύρος της άρθρωσης στην κίνηση της ραχιαίας κάμψης με το γόνατο σε κάμψη είναι 20°, την πελματιαία κάμψη είναι 50°, στην ανάσπαση έσω χείλους είναι 20°, και στην ανάσπαση έξω είναι 10°. Αυτές οι τιμές παρουσιάζουν ιδιαίτερη μεταβλητότητα, η οποία οφείλεται εν μέρει στο μέγεθος που ωθεί την άρθρωση στο τελικό εύρος.

### **3.3 ΟΡΙΣΜΟΙ**

#### **ΚΙΝΗΤΙΚΗ**

Η κινητική αφορά όλες τις δυνάμεις (μάζα, επιτάχυνση), τις ροπές και την μηχανική ισχύ που παράγεται κατά την διάρκεια μιας κίνησης. Το δυναμοδάπεδο (force platform) χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη για την λήψη αυτών των δεδομένων.

#### **ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΗΣ**

Η κινηματική ασχολείται με την ταχύτητα και τις γωνίες, και διακρίνεται σε γραμμική και γωνιακή χρησιμοποιήθηκε μέσω του τρισδιάστατου συστήματος καταγραφής της Motion Analysis. Η πιο απλή εφαρμογή της κινηματικής είναι η μελέτη της μεταφορικής κίνησης των σημειακών σωμάτων (γραμμική κινηματική). Η περιγραφή της περιστροφής (περιστροφική κινηματική) είναι πιο πολύπλοκη. Η περιγραφή της κίνησης ενός μηχανικού στερεού γίνεται χρησιμοποιώντας τόσο γραμμική όσο και περιστροφική κινηματική (κινηματική του στερεού σώματος)

#### **ΔΥΝΑΜΗ**

Είναι η αιτία που προκαλεί κάθε μεταβολή της κίνησης ή της γεωμετρίας των σωμάτων.

#### **ΡΟΠΗ**

Ροπή δυνάμεως ως προς σημείο είναι το διανυσματικό φυσικό μέγεθος που έχει μέτρο ίσο προς το γινόμενο της δύναμης επί την (κάθετη) απόσταση της δύναμης από το σημείο.

#### **ΤΑΧΥΤΗΤΑ**

ταχύτητα ενός σώματος ορίζεται ο ρυθμός μεταβολής της θέσης του ως προς το χρόνο.

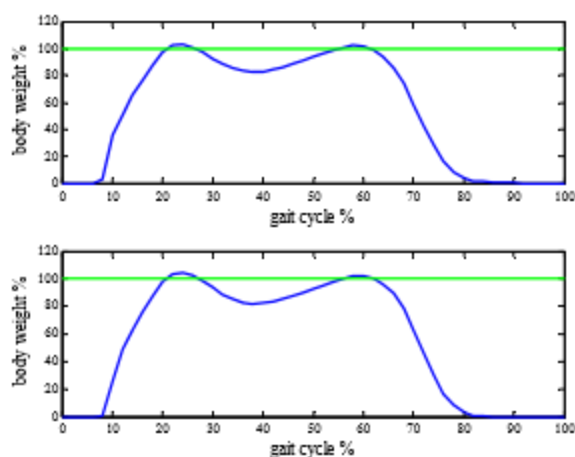
#### **ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ**

Εκφράζει φυσικά (ή περιγράφει) τον ρυθμό αλλαγής της ταχύτητας ενός σώματος (δηλαδή το πόσο γρήγορα αυτό αλλάζει την ταχύτητά του, σε μία τυχαία χρονική στιγμή).

### **3.4 ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΔΑΦΟΥΣ**

Με κάθε διασκελισμό, κάθε πόδι εφαρμόζει ένα φορτίο στο έδαφος και το έδαφος το ωθεί προς τα πάνω, εφαρμόζοντας μια δύναμη αντίδρασης του εδάφους σε κάθε πόδι. Το μέγεθος και η κατεύθυνση της δύναμης αντίδρασης του εδάφους μεταβάλλεται σε όλη τη διάρκεια της φάσης στήριξης του κάθε ποδιού και σχετίζεται άμεσα με την επιτάχυνση του κέντρου μάζας του σώματος. Το κέντρο μάζας του σώματος ανεβαίνει και κατεβαίνει καθώς το άτομο κινείται από την διπλή στήριξη, όπου το κέντρο μάζας βρίσκεται χαμηλά, προς την μονοποδική στήριξη, όπου το κέντρο μάζας βρίσκεται ψηλά. Ομοίως, το κέντρο μάζας μετακινείται πλάγια από

πλευρά σε πλευρά καθώς το άτομο μεταβαίνει από την στήριξη στο δεξί προς την στήριξη στο αριστερό πόδι. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους τυπικά περιγράφεται από μια κατακόρυφη δύναμη καθώς επίσης και από μια προσθιο-οπίσθια και μετωπιαία διατμητική δύναμη. Η δύναμη αντίδρασης του εδάφους μετράται άμεσα με το δυναμοδάπεδο που εφαρμόζεται στην επιφάνεια της βάδισης. Η κατακόρυφη δύναμης αντίδρασης του εδάφους κάτω από κάθε πόδι χαρακτηρίζεται από μια καμπύλη με δύο κορυφές (Διαγραμμα 3.1). Οι δύο κορυφές είναι μεγαλύτερες από το 100% του σωματικού βάρους και εμφανίζονται όταν το σώμα επιταχύνεται προς τα πάνω.



**Διάγραμμα 3.1** Κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης εδάφους κατά την φάση στήριξης δεξιού και αριστερού άκρου. Τροποποιημένο από <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2009/budapest/SMO/SMO17.pdf>

### 3.5 ΣΤΑΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ

Ο πρώτος νόμος του Νεύτωνα καθορίζει τις συνθήκες της στατικής ισορροπίας ( $\Sigma \text{δυνάμεις} = 0$ ,  $\Sigma \text{ροπών} = 0$ ), η οποίες δηλώνουν ότι ένα αντικείμενο παραμένει σε ηρεμία (ή σε σταθερή κίνηση) εκτός εάν ενεργεί επάνω του μία εξωτερική δύναμη. Ο δεύτερος νόμος του Νεύτωνα για την κίνηση,  $\Sigma \text{δυνάμεις} = \text{μάζα} \times \text{επιτάχυνση}$ , δηλώνει ότι η δύναμη που ασκείται σε ένα σώμα είναι ανάλογη της προς την επιτάχυνση του σώματος αυτού. Η συγκεκριμένες σχέσεις μεταξύ επιταχύνσεων, δυνάμεων και ροπών μπορούν να καθοριστούν με την εφαρμογή των αρχών της δυναμικής ισορροπίας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΒΑΔΙΣΗ

#### 4.1 Ορισμός φυσιολογικής βάδισης

Φυσιολογική Βάδιση είναι η σειρά των σύνθετων ρυθμικών κινήσεων του κορμού και των άκρων, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την πρόσθια μετατόπιση του κέντρου βάρους.

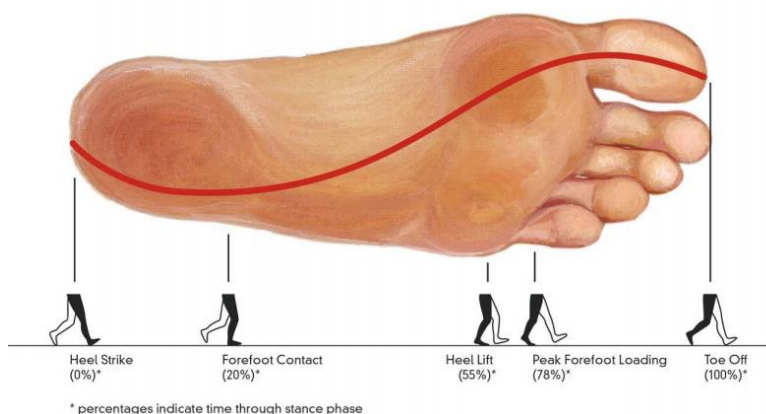
#### 4.2 Ορισμός κύκλου βάδισης

Κύκλος Βάδισης είναι η ενιαία ακολουθία ενεργειών ενός άκρου.

Ξεκινά από την στιγμιαία επαφή του άκρου με το έδαφος και τελειώνει με την επόμενη επαφή του εδάφους του ίδιου άκρου. Αποτελείται από φάση στήριξης και φάση αιώρησης

#### 4.3 Παράδειγμα κύκλου βάδισης

Παράδειγμα βάδισης χρησιμοποιώντας το δεξιό άκρο ως το σκέλος αναφοράς, ο κύκλος βάδισης αρχίζει όταν ο δεξιός άκρος πόδας έρχεται σε επαφή με το έδαφος και ολοκληρώνεται όταν αυτός έρχεται πάλι σε επαφή με το έδαφος. Κατά συνέπεια, ένας κύκλος βάδισης αποτελείται από τον χρόνο στον οποίο το σκέλος αναφοράς βρίσκεται στο έδαφος (στήριξη) και τον χρόνο που αιωρείται (αιώρηση). Η φάση στήριξης αποτελεί περίπου το 60 της εκατό του κύκλου βάδισης ενώ η φάση αιώρησης το 40% (Κινησιολογία Carol A.Oatis, 2010).



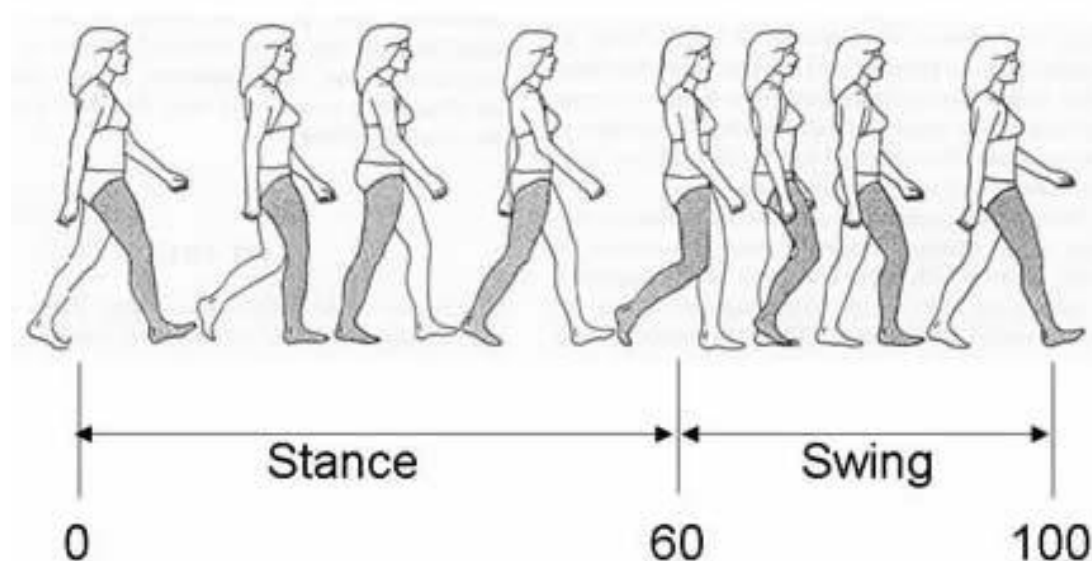
**Εικόνα 4.1** Κατανομή φορτίσεων στην φάση στήριξης.

## 4.4 Χαρακτηριστικά βάδισης

Ο κύκλος βάδισης εξαρτάται από Μήκος διασκελισμού, Μήκος βήματος, Πλάτος βήματος, Ρυθμό, Ταχύτητα, Χρόνος στήριξης (διπλής και μονοποδικής), Χρόνος αιώρησης, Χρόνος διασκελισμού, Νευρομυϊκό συντονισμό και ηλικία.

- Το μήκος διασκελισμού είναι η απόσταση μεταξύ της αρχικής επαφής του ενός άκρου ποδός και της επόμενης αρχικής επαφής του ίδιου άκρου ποδός.
- Το μήκος βήματος είναι η απόσταση μεταξύ της αρχικής επαφής του ενός άκρου ποδός και της επόμενης αρχικής επαφής του αντίθετου άκρου ποδός.
- Το πλάτος βήματος είναι γνωστό ως βάση στήριξης και αφορά την κάθετη απόσταση μεταξύ παρόμοιων σημείων και στους δύο άκρους πόδες, μετρούμενη σε δύο διαδοχικά βήματα.
- Η γωνία του άκρου ποδός είναι η γωνία μεταξύ του επιμήκους άξονα του άκρου ποδός και της κατεύθυνσης της προώθησης.
- Η ταχύτητα είναι η απόσταση/χρόνος, συνήθως δίνεται σε m/sec και ο ρυθμός είναι τα βήματα ανά λεπτό.
- Ο χρόνος διασκελισμού είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα από την αρχική επαφή του ενός ποδιού μέχρι την επόμενη αρχική επαφή του ίδιου ποδιού.
- Χρόνος αιώρησης είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα που το σκέλος αναφοράς βρίσκεται στο έδαφος κατά την διάρκεια ενός κύκλου βάδισης.
- Χρόνος διπλής στήριξης είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα κατά την διάρκεια του κύκλου βάδισης που και τα δύο πόδια βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος.
- Χρόνος μονοποδικής στήριξης είναι ο χρόνος σε δευτερόλεπτα κατά την διάρκεια του κύκλου βάδισης που το ένα πόδι βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος. (Κινησιολογία Carol A.Oatis, 2010).

### Gait Cycle



Εικόνα 4.2 Παράδειγμα κύκλου βάδισης δεξιού κάτω άκρου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΑ ΑΣΤΑΘΕΙΑ

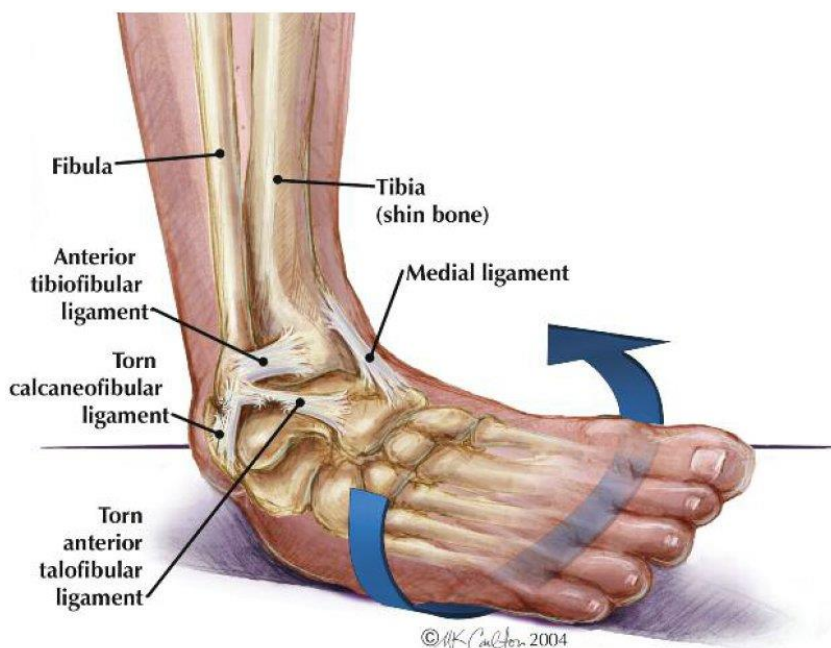
#### 5.1 Διάστρεμμα

##### 5.1.1 Ορισμός κάκωσης

Ως διάστρεμμα ορίζεται η βίαιη διάταση των συνδέσμων και του θυλάκου, των μαλακών μορίων δηλαδή που συγκρατούν μια άρθρωση στατικά.

##### 5.1.2 Μηχανισμός κάκωσης

Η πιο σταθερή θέση της ποδοκνημικής είναι εκείνη της ραχιαίας κάμψης. Καθώς το άκρο φέρεται σε ραχιαία κάμψη, ο αστράγαλος ολισθαίνει προς τα πίσω και το ευρύτερο τμήμα ενσφηνώνεται μέσα στην κνημοπερνιαία γλήνη της ποδοκνημικής. Αντίθετα, καθώς η ποδοκνημική φέρεται σε πελματιαία κάμψη, ο αστράγαλος μετατοπίζεται προς τα εμπρός και η ποδοκνημική καθίσταται λιγότερο σταθερή, γεγονός που εξηγεί το λόγο για τον οποίο τα περισσότερα διαστρέμματα περιλαμβάνουν στο μηχανισμό κάκωσής τους και κάποιο βαθμό πελματιαίας κάμψης. Πιο συγκεκριμένα ο πρόσθιος αστραγαλοπερνιαίος σύνδεσμος είναι ο σύνδεσμος που υφίσταται συχνότερα κάκωση και ακολουθεί ο περνοπτερικός σύνδεσμος. Τα διαστρέμματα τόσο του ενός όσο και του άλλου οφείλονται σε ένα μηχανισμό συνδυασμένου υππιασμού και πελματιαίας κάμψης.



Εικόνα 5.1.1 Μηχανισμός κάκωσης πρόσθιου αστράγαλο - περνιαίου σύνδεσμος (ATFL).

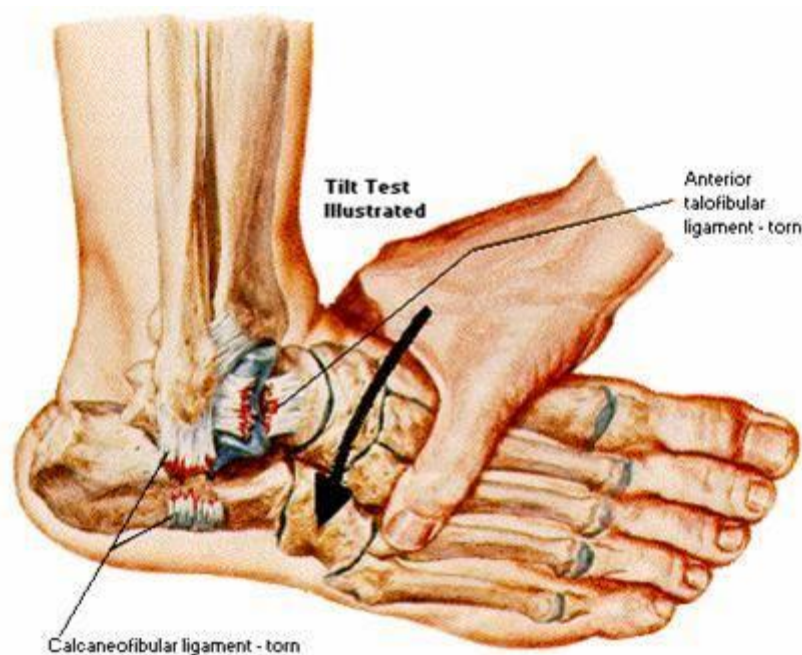
### 5.1.3 Κλινικά σημεία και επούλωση

Τα κλινικά σημεία και συμπτώματα σχετίζονται με τα στάδια της επούλωσης. Η διαδικασία της επούλωσης χαρακτηρίζεται από μια φυσιολογική ακολουθία γεγονότων και μπορεί να διακριθεί σε τρία στάδια το φλεγμονώδες ή οξύ στάδιο, το υποξύ στάδιο (παραγωγικό ή στάδιο της επιδιόρθωσης) και το στάδιο της ανακατασκευής ή ωρίμανσης . Αρχικά στο οξύ στάδιο συνυπάρχουν πόνος στην ηρεμία και αύξηση του κατά τις δραστηριότητες, απώλεια της λειτουργίας, ευαισθησία στη ψηλάφηση, αύξηση του οιδήματος, αύξηση της προφύλαξης, αυξημένη θερμοκρασία, μυϊκός σπασμός, περιορισμένο και επώδυνο εύρος τροχιάς κίνησης και αστάθεια κατά τις δυναμικές δοκιμασίες. Ύστερα στο υποξύ στάδιο συναντάται μείωση του πόνου, ευαισθησίας στην ψηλάφηση , οιδήματος, θερμοκρασίας, σπασμού, της προφύλαξης, αύξηση της λειτουργίας, του εύρους κίνησης με μείωση του πόνου, μείωση της αστάθειας κατά τις δυναμικές διαδικασίες. Τέλος σε ένα μεταγενέστερο στάδιο όπου η επούλωση είναι σε στάδιο ωρίμανσης συναντάται απουσία σημείων και συμπτωμάτων φλεγμονής, αύξηση λειτουργίας και αύξηση εύρους κίνησης (η παρουσία των συμπτωμάτων καθώς και ο βαθμός εξαρτώνται από τη βαρύτητα του διαστρέμματος ιδίως όσον αφορά την λειτουργία και την αστάθεια) . Η φάση της ωρίμανσης μπορεί να διαρκέσει περισσότερο από έναν χρόνο, αν και οι ασθενείς επιστρέφουν τυπικά αρκετά νωρίτερα στο προηγούμενο επίπεδο των δραστηριοτήτων (Ορθοπαιδική αποκατάσταση στην κλινική πράξη, Brotzman, Farr, Stevens et al. 2011).

### 5.1.4 Διάγνωση

Ο καθορισμός της βαρύτητας ενός διαστρέμματος μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από μια λεπτομερή κλινική εξέταση η οποία αποτελείται από την ψηλάφηση των έξω πλάγιων συνδέσμων (πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου και περονοπτερονικού συνδέσμου), την δοκιμασία πρόσθιας συρταροειδούς ολίσθησης άκρου πόδα (έλεγχος του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου), την διαδικασία ραϊβότητας (Talar tilt test) η οποία ελέγχει τον ίδιο σύνδεσμο με την προηγούμενη, έλεγχος ακεραιότητας κάτω κνημοπερονιαίας συνδέσμου(εκτέλεση παθητικά πρηνισμού ποδοκνημικής άρθρωσης και υπό αντίσταση) και τέλος δοκιμασία συμπίεσης (έλεγχος κάτω κνημοπερονιαίας συνδέσμου) . Το διάστρεμμα μπορεί να ποσοτικοποιηθεί εν μέρει όπως έγινε και στη έρευνα μέσω της χρήσης διαγνωστικού υπερήχου από αρμόδιο ιατρό. Επίσης με μια απλή ακτινογραφία η με μια δυναμική ακτινοσκόπηση, και στα δυο πόδια για σύγκριση με την υγιή πλευρά ,(ποδοκνημική σε έξω στροφή) μπορεί να διαπιστωθεί αν έχει επηρεαστεί η κάτω κνημοπερονιαία συνδέσμου. Η ρήξη της κνημοπερονιαίας συνδέσμου υπάρχει σε ένα υψηλό διάστρεμμα της ποδοκνημικής. Ακόμη μπορεί να υπάρχει αστάθεια υπαστραγαλικής λόγω κάκωσης του περονοπερονιαίου συνδέσμου. Τέλος δεν

αποκλείονται κατάγματα στα οστά της ποδοκνημικής ή άλλου είδους κακώσεις (σε μαλακά μέρη και ιστούς).Γενικά ο εξεταστής θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη του ορισμένες επιπλέον κακώσεις που μπορεί να συνοδεύουν το διάστρεμμα. Η ανεύρεση και η αξιολόγηση συνολικά των κακώσεων είναι σπουδαία για μια στοχευμένη θεραπεία μέσω ενός εξατομικευμένου προγράμματος αποκατάστασης (Εφαρμοσμένη αθλητική φυσικοθεραπεία, Φουσέκης Ltd 2015)



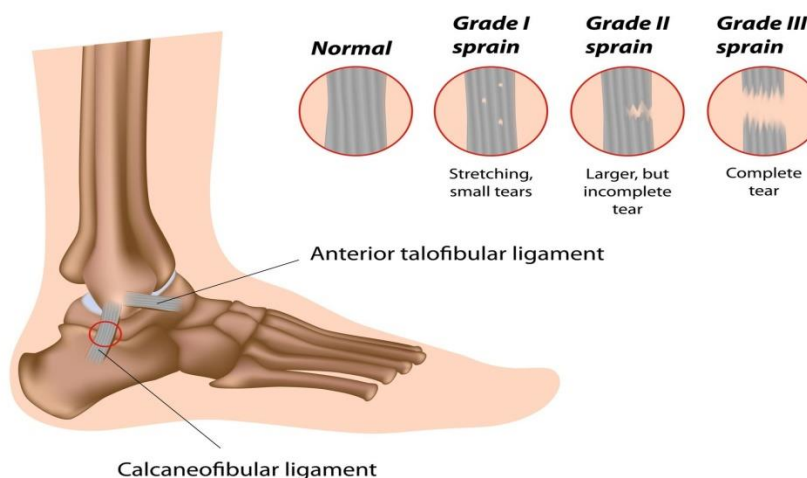
**Εικόνα 5.1.2** Talar tilt test. Τροποποιημένη από Sinoe Medical Association.

<http://www.sinoemedicalassociation.org/orthopedicsurgery/0519e4f0.png>

### 5.1.5 Ταξινόμηση διαστρεμμάτων

Η βαρύτητα ενός διαστρέμματος της ποδοκνημικής τυπικά ταξινομείται σε τρεις βαθμούς, ανάλογα με το μέγεθος της συνδεσμικής βλάβης. Η έκταση της ιστικής κάκωσης, της αστάθειας της άρθρωσης, καθώς και η δυσλειτουργία αυξάνονται αντίστοιχα με τον βαθμό του διαστρέμματος. Έτσι λοιπόν τα διαστρέμματα 1<sup>ου</sup> βαθμού περιλαμβάνουν διάταση των ινών των συνδέσμων και θεωρούνται ελαφρές κακώσεις. Τα διαστρέμματα 2<sup>ου</sup> βαθμού έχουν σαν αποτέλεσμα τη μερική ρήξη των συνδεσμικών ινών και θεωρούνται μέτριας βαρύτητας. Τέλος τα διαστρέμματα 3<sup>ου</sup> βαθμού περιλαμβάνουν σημαντική ρήξη των συνδεσμικών ινών και θεωρούνται βαριές κακώσεις.

## Lateral ankle sprain



**Εικόνα 5.1.3** Ταξινόμηση βαθμών διαστρέμματος ποδοκνημικής.

### 5.1.6 Επιδημιολογία

Τα διαστρέμματα της ποδοκνημικής είναι συχνές κακώσεις στα δραστήρια άτομα με την συχνότητα τους να εκτιμάται στα 61 διαστρέμματα ανά 10.000 άτομα κάθε χρόνο (Mafulli και Ferran 2008). Αποτελούν τη συνηθέστερη κάκωση στους αθλητές επιπέδου γυμνασίου ή κολλεγίου, καθώς συνιστούν έως και το 30%. Των αθλητικών κακώσεων (Hasskai συν.2010). Η ηλικία μεταξύ των 10 και των 19 ετών σχετίζεται με την μεγαλύτερη συχνότητα διαστρεμμάτων. Τα μισά διαστρέμματα συμβαίνουν κατά τις αθλητικές δραστηριότητες. Παρόλο που οι περισσότερες από τις αθλητικές κακώσεις αυτές ανταποκρίνονται καλά στην συντηρητική θεραπεία, η χρόνια αστάθεια και η δυσλειτουργία είναι γνωστοί κίνδυνοι. Σε μια μελέτη 202 κορυφαίων αθλητών του στίβου με διαστρέμματα μυών έξω συνδέσμων της ποδοκνημικής, οι (Μαλλιάρόπουλος και συν., 2009) διαπίστωσαν ότι το 18% υπέστη ένα δεύτερο διάστρεμμα μέσα σε 24 μήνες. Τα ελαφρά οξέα διαστρέμματα (βαθμού 1 και 2) συνδέονταν με μεγαλύτερο κίνδυνο νέας κάκωσης από ότι τα βαρύτερα (βαθμού 3). Λόγω της πιθανότητας νέας κάκωσης, της χρόνιας δυσλειτουργίας και της σημασίας που έχει η φυσιολογική λειτουργία της ποδοκνημικής στους δραστήριους ανθρώπους, είναι σημαντική η σωστή αντιμετώπιση των διαστρεμμάτων με ένα πλήρες πρόγραμμα αποκατάστασης.

### 5.1.7 Επιπτώσεις

Η κάκωση υφίστανται στους έξω συνήθως συνδέσμους αυτό όμως δεν αποκλείει την περίπτωση τραυματισμού των έσω συνδέσμων ή κάποιας συνοδής κάκωσης της ποδοκνημικής. Το διάστρεμμα ανάλογα τον βαθμό του προκαλεί πόνο, αυξημένη θερμοκρασία και σημεία φλεγμονής, μυϊκό σπασμό, μειωμένη ή και απώλεια λειτουργικότητας, περιορισμένο και επώδυνο εύρος τροχιάς και αστάθεια(Εμβιομηχανική, ανατομική και λειτουργική αστάθεια). Λειτουργική αστάθεια: οι τραυματισμένοι ιστοί αποτυγχάνουν να στείλουν ικανοποιητική ανατροφοδότηση στο κεντρικό νευρικό σύστημα, συντελώντας στην μείωση νευρομυϊκού συντονισμού η οποία με την σειρά της οδηγεί σε μειωμένη αισθητικοκινητική πληροφόρηση και άρα μειωμένη ιδιοδεκτικότητα και ισορροπία. Μπορεί να υπάρχει μηχανική αστάθεια δηλαδή παθολογική χαλάρωση των αρθρώσεων. Αυτό τυπικά οριοθετείται από το τεστ Talar tilt το οποίο είναι θετικό σε απόκλιση μεγαλύτερη από 10° σε σύγκριση με την ετερόπλευρη ποδοκνημική. Αυτά πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη στο πρόγραμμα αποκατάστασης διαφορετικά μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολική αύξηση των φορτίων στην άρθρωση και σε μείωση της αντανεκλαστικής δραστηριότητας. Τα παραπάνω μπορούν να οδηγήσουν το άτομο σε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής. Αξίζει να σημειωθεί ότι όταν υπάρχει λειτουργική αστάθεια δεν υπάρχει απαραίτητα μηχανική αστάθεια. (Ορθοπαιδική αποκατάσταση στην κλινική πράξη, (Ορθοπαιδική αποκατάσταση στην κλινική πράξη, Brotzman, Farr, Stevens et al. 2011).

### 5.1.8 Πρόγνωση

Η αποκατάσταση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και όχι μόνο από τον βαθμό της κάκωσης. Αν η αστάθεια της ποδοκνημικής προέρχεται μόνο από μια μικρή η μεσαία βλάβη του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου η πρόγνωση δείχνει να είναι καλή. Αν όμως εμφανιστεί κάποια επιπλοκή ή υποτροπή τότε η πρόγνωση αλλάζει. Σε περίπτωση που τα πράγματα είναι πιο περίπλοκα και συνυπάρχει ρήξη μεγάλου βαθμού με κάποιο κάταγμα τότε η πρόγνωση δεν είναι καλή και η αποκατάσταση είναι αργή. Αν η κάκωση συνοδεύεται από χόνδρινη βλάβη τότε μετά από πολλά χρόνια το πιο πιθανό είναι εμφάνιση αρθρίτιδας (Ορθοπαιδική αποκατάσταση στην κλινική πράξη, Brotzman, Farr, Stevens et al. 2011).

### 5.1.9 Στόχοι προγράμματος αποκατάστασης

Ένα διάστρεμμα οδηγεί σε εμβιομηχανική, ανατομική και λειτουργική αστάθεια. Οι στόχοι που ακολουθούν δίνουν έμφαση στη θεραπεία των διαστρεμμάτων της ποδοκνημικής που δεν συνοδεύονται από άλλες σημαντικές κακώσεις. Το πρώτο 48ώρο ακολουθείται πέρα από την προστασία της άρθρωσης το λεγόμενο RICE το οποίο σημαίνει ξεκούραση (rest), πάγο (ice), συμπίεση με περίδεση (compression) και ανάρροπη θέση (elevation).

## Οξεία φάση

Κατά την οξεία φάση, πρωταρχικοί στόχοι του προγράμματος αποκατάστασης είναι η προστασία των ιστών που έχουν υποστεί κάκωση από περαιτέρω βλάβη, η επιτάχυνση της επούλωσης των ιστών, ο περιορισμός του πόνου, του οιδήματος και του σπασμού, διατήρηση της λειτουργίας των ιστών που δεν έχουν υποστεί κάκωση και διατήρηση της συνολικής φυσικής κατάστασης του σώματος.

## Υποξεία φάση

Κατά την υποξεία φάση οι πρωταρχικοί στόχοι του προγράμματος αποκατάστασης είναι η πρόληψη της περαιτέρω κάκωσης, ο περιορισμός του πόνου και της φλεγμονής, η επιτάχυνση της επούλωσης των ιστών, αποκατάσταση εύρους κίνησης και ελαστικότητας, νευρομυϊκού ελέγχου, μυϊκής ισχύος και της αντοχής, της ιδιοδεκτικότητας, της ευκινησίας και του συντονισμού. Τέλος η διατήρηση της συνολικής φυσικής κατάστασης του σώματος.

## Στάδιο ωρίμανσης

Κατά το στάδιο της ωρίμανσης οι πρωταρχικοί στόχοι του προγράμματος αποκατάστασης είναι η πρόληψη της νέας κάκωσης ή υποτροπής, αποκατάσταση εύρους κίνησης και ελαστικότητας, βελτίωση της μυϊκής ισχύος, της αντοχής, της δύναμης, της ιδιοδεκτικότητας, της ευκινησίας, του συντονισμού και των λειτουργικών (ειδικών για κάθε άθλημα) ικανοτήτων. Τέλος η διατήρηση της συνολικής φυσικής κατάστασης του σώματος.

### **5.1.10 Προοδευτικότητα προγράμματος αποκατάστασης**

Θα πρέπει να τονιστεί η προοδευτικότητα των ασκήσεων για την διεκπεραίωση ενός επιτυχημένου προγράμματος θεραπείας στην αποκατάσταση ενός διαστρέμματος. Η προοδευτικότητα επιτυγχάνεται με την σταδιακή αύξηση των επαναλήψεων αλλά και των σετ, με ασκήσεις κλειστής και ανοιχτής κινητικής αλυσίδας, με την βαθμιαία αύξηση της αντίστασης, της δύναμης και της αντοχής, με απλές ασκήσεις ισορροπίας π.χ. μονοποδική που στην συνέχεια γίνονται πιο σύνθετες (χρήση αφρωδών υλικών, ασκήσεις BOSU), ασκήσεις με ανοιχτά και κλειστά μάτια κλπ. Εν κατακλείδι αν μετά από ένα διάστημα παραμένουν χρόνια συμπτώματα θα πρέπει να πραγματοποιηθεί περαιτέρω έλεγχος. Τα εμμένοντα συμπτώματα είναι δυνατόν να οφείλονται σε πολλές συνοδές κακώσεις όπως π.χ. κάκωση της συνδέσμωσης που έχει διαφύγει της προσοχής (Ορθοπαιδική αποκατάσταση στην κλινική πράξη, Brotzman, Farr, Stevens et al. 2011)



**Πίνακας 5.1.1.** Ενδεικτικό προοδευτικό πρόγραμμα συντηρητικής αποκατάστασης διαστρέμματος ποδοκνημικής.

Τροποποιημένο από <https://image.slidesharecdn.com/anklesprain-150408093010-conversion-gate01/95/ankle-sprain-20-638.jpg?cb=1430787388>

## Πρόγραμμα Συντηρητικής Αποκατάστασης

Max. protection phase	Mod. Protection phase	Min. protection phase	Return to activity
1-3 Days	4-10 Days	11-21 Days	3-8 weeks
<ul style="list-style-type: none"> <li>PRICE formula</li> <li>Protection with a splint</li> <li>Icing every 2 hours during 1<sup>st</sup> 48 hours</li> <li>Elevation to reduce swelling</li> <li>Gentle mobilization to inhibit pain</li> <li>Partial WB with crutches</li> <li>Muscle-setting Techniques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Non weight bearing AROM</li> <li>Cross-fiber massage</li> <li>Grade 2 joint mobilization</li> <li>Toa curls</li> <li>Seated calf stretches</li> <li>Endurance training</li> <li>strengthening exercises of intrinsic foot muscles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Weight bearing as tolerated</li> <li>Initiate Eccentric ex.</li> <li>Toe walks</li> <li>Subtalar mobilization</li> <li>Tape or Brace for sports or other strenuous activities</li> <li>Proprioception/ balance board ex</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ Weight bearing as tolerated</li> <li>Agility drills.</li> <li>Adv. Exercises Static—dynamic</li> <li>Isokinetic resistance training</li> <li>Specific sport training</li> <li>Protective bracing for participation into a sports</li> </ul>

Caroline, Kyrner, and Colby Lyn Allen. "Therapeutic Exercise Foundation and techniques." FA. Davis, Philadelphia (1988).

## 5.2 Χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής

### 5.2.1 Επιδημιολογία

Σε ποσοστό 10% έως και 30% των ατόμων μετά από ένα οξύ διάστρεμμα ποδοκνημικής διαπιστώθηκε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής (Peter set al. 1991). Ο εμμένων πόνος, τα υποτροπιάζοντα διαστρέμματα και τα επαναλαμβανόμενα επεισόδια αστάθειας της ποδοκνημικής είναι τυπικά συμπτώματα χρόνιας αστάθειας ποδοκνημικής. Η χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής δεν περιορίζει μόνο τις δραστηριότητες, αλλά σχετίζεται και με αυξημένο κίνδυνο εκφύλισης (Ορθοπαιδική αποκατάσταση στην κλινική πράξη, Brotzman, Farr, Stevens et al. 2011).



**Εικόνα 5.2.1** Εμφάνιση χρόνιου πόνου στην ποδοκνημική.

### **5.2.2 Αίτια**

Τόσο μηχανικοί όσο και λειτουργικοί παράγοντες που σχετίζονται με την αρχική κάκωση έχουν ενοχοποιηθεί ότι συμβάλλουν στην χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής (Mafulliet, Ferran 2008). Στους μηχανικούς παράγοντες περιλαμβάνονται η παθολογική χαλαρότητα, ο αρθροκινητικός περιορισμός, οι εκφυλιστικές αλλοιώσεις και οι αλλοιώσεις του αρθρικού υμένα. Αυτό τυπικά οριοθετείται από την δοκιμασία Talar tilt (θετικό άνω 10 μοιρών) και την πρόσθια συρτάροειδής δοκιμασία (θετικό άνω των 10 χιλιοστών) σε σύγκριση με το υγιές. Στους λειτουργικούς παράγοντες περιλαμβάνονται οι διαταραχές της ιδιοδεκτικότητας και της αίσθησης της άρθρωσης στο χώρο, οι διαταραχές του νευρομυϊκού ελέγχου, οι διαταραχές του ελέγχου στάσης και τα ελλείμματα της μυϊκής ισχύος. Η ύπαρξη λειτουργικής αστάθειας δεν συνάδει απαραίτητα με την ύπαρξη μηχανικής αστάθειας. Μια άλλη ταξινόμηση, από τους Bonnel Toullec et al.(2010), των παραγόντων κινδύνου ανάπτυξης χρόνιας αστάθειας είναι σε ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες. Εν συντομία, οι ενδογενείς παράγοντες συγκροτούν ατομικά δεδομένα, ουσιαστικά μορφολογικά, με τις παραλλαγές τους (οστά, συνδέσμους και στάση) και τους εξωγενείς παράγοντες με περιβαλλοντικά δεδομένα (μηχανισμός τραυματισμού που συμβαίνει σε αθλητικούς ή / και επαγγελματικούς χώρους).

### **5.2.3 Διάγνωση**

Η εκτίμηση ενός ασθενούς με χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής ξεκινά με την λήψη του ιστορικού. Η κλινική εξέταση μπορεί να διαπιστώσει μόνο ελάχιστη εκχύμωση και οίδημα κατά μήκος της αρθρικής γραμμής . Άλλα μέσα για την διάγνωση της χρόνιας αστάθειας ποδοκνημικής είναι η ακτινογραφία και η μαγνητική τομογραφία που αποκλείει άλλες πιθανές αιτίες πόνου. Η χρήση δυναμικών ακτινογραφιών είναι αμφίβολης αξίας λόγω της μεγάλης διακύμανσης που χαρακτηρίζει την χαλάρωση της φυσιολογικής ποδοκνημικής, συνήθως χρειάζεται σύγκριση με την φυσιολογική πλευρά.

### **5.2.4 Αντιμετώπιση**

Αρχικά χρησιμοποιείται η συντηρητική θεραπεία για την αντιμετώπιση των ελλειμμάτων ιδιοδεκτικότητας και ισορροπίας . Χρησιμοποιείται η επίδεση με ταινία και νάρθηκοποίηση της ποδοκνημικής αν και δεν έχει καθοριστεί ακόμα η αποτελεσματικότητά της. Αν η συντηρητική, ενδυνάμωση των μυών γύρω από την άρθρωση ,ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας κλπ., θεραπεία δεν καταφέρει να αντιμετωπίσει τα συμπτώματα υπάρχει ένδειξη για χειρουργική ανακατασκευή – επιδιόρθωση ή για σταθεροποίηση με τενοντόδεση (μη ανατομική επιδιόρθωση).Η ανατομική επιδιόρθωση έχει σαν στόχο την αποκατάσταση της φυσιολογικής ανατομίας και μηχανικής της άρθρωσης και την διατήρηση της κίνησης στην ποδοκνημική και υπαστραγαλική άρθρωση. Σε περίπτωση μεγάλου βαθμού βλάβης η διάταξη των έξω πλάγιων συνδέσμων στο παρελθόν χρησιμοποιούταν η σταθεροποίηση με τενοντόδεση (Ορθοπαιδική αποκατάσταση στην κλινική πράξη, Brotzman, Farr, Stevens et al. 2011).

## ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### ΜΕΘΟΛΟΓΙΑ

#### 6.1 Δείγμα

Το δείγμα αποτελείται από 30 άτομα χωρίζεται στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα (άτομα με χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής). Η ομάδα ελέγχου αποτελείται από 10 γυναίκες και 7 άνδρες και η πειραματική ομάδα από 8 γυναίκες και 5 άνδρες. Το ηλικιακό εύρος των ομάδων είναι 18-21. (πίνακας 2)

Πίνακας 6.1 Χαρακτηριστικά της ερευνητικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου.

Όνομα	Παθ. Άκρο	Βάρος (kg)	Ύψος (cm)	Δ.Μ.Σ.	Ομάδα	Κυρ. Άκρο
Α Π	-	66	163	24.8	Ο.Ε.	Δ
ΑΘ. Τ	-	49	155	20.4	Ο.Ε.	Δ
Α Ε	Α	72.5	174	23.9	Π.Ο.	Δ
Α Ν	-	63	160	24.6	Ο.Ε.	Δ
Α Π	-	48	153	20.5	Ο.Ε.	Δ
Α Λ	-	60	170	20.8	Ο.Ε.	Α
Α Α	-	83	170	28.7	Ο.Ε.	Δ
Α Κ	-	69	166	25	Ο.Ε.	Α
ΑΡ. Τ	Α	57.4	163	21.6	Π.Ο.	Δ
Β Μ	Δ	80	175	26.1	Π.Ο.	Δ
Β Λ	Δ	61	160	23.8	Π.Ο.	Δ
Γ Κ	-	70	174	23.1	Ο.Ε.	Δ
Γ Γ	Δ	75	177.5	23.8	Π.Ο.	Α
Γ Τ	-	90	186	26	Ο.Ε.	Δ
Γ Σ	-	56	162	21.3	Ο.Ε.	Δ
Δ Κ	Α	70	169	24.5	Π.Ο.	Δ
Ε Δ	-	54	160	21.1	Ο.Ε.	Δ
Ε Π	Α	77	164	28.3	Π.Ο.	Δ
Ζ Γ	-	50	156	20.5	Ο.Ε.	Δ
Η Γ	Δ	84	180	25.9	Π.Ο.	Α
Κ Σ	Α	61	177.5	19.4	Π.Ο.	Α
Μ Ν	-	76.5	162	29	Ο.Ε.	Α
Μ Ρ	Δ	65	170	22.5	Π.Ο.	Δ
Μ Μ	Α	52	158	20.8	Π.Ο.	Δ
Ν Λ	-	84	170	29	Ο.Ε.	Α
Π Σ	-	54.4	156	22.4	Ο.Ε.	Δ
Σ Μ	-	67	175	21.9	Ο.Ε.	Δ
Σ Κ	Δ	69	169	24.2	Π.Ο.	Δ
Τ Ν	-	65	175	21.2	Ο.Ε.	Α
Μ Ζ	Α	42	160	16.4	Π.Ο.	Α

\*Τρία άτομα στην πειραματική ομάδα είχαν ιστορικό διαστρεμμάτων και στις δύο ποδοκνημικές αλλά σημαντική διαφορά μεταξύ των συμπτωμάτων, σημαντική διαφορά στο τεστ του πρόσθιου συρταριού στην τελική αίσθηση και στον βαθμό, αλλά και σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα του διαγνωστικού υπερήχου. Οπότε συμπερασματικά μπαίνουν στην πειραματική ομάδα.

## 6.2 Στοιχεία/σημεία αποκλεισμού – Κριτήρια ομάδας ελέγχου

### Σημεία αποκλεισμού

- ❖ Πρόσφατα συμπτώματα στην ποδοκνημική (τελευταίες 5-10 ημέρες):
  - Πόνος
  - Οίδημα
  - Φλεγμονή
  - Σημαντικά περιορισμένο εύρος τροχιάς
  
- ❖ Ιστορικό με κάκωση κάτω άκρων:
  - Ρήξη χιαστού χωρίς μετεγχειρητική αποκατάσταση.
  - Ρήξη αχίλλειου τένοντα 2<sup>ου</sup>/3<sup>ου</sup> βαθμού.
  - Οποιαδήποτε κάκωση-ρήξη μαλακών στοιχείων (μυών, μηνίσκων κλπ.) της άρθρωσης του γόνατος ή ισχίου με ή χωρίς αποκατάσταση τις τελευταίες 6-8 εβδομάδες, ή οποιαδήποτε άλλη κάκωση.
  - Κάταγμα με χωρίς μετεγχειρητική αποκατάσταση.  
σε:
    - κνήμη
    - περόνη
    - μηριαίο
    - λεκάνη
    - άκρος πόδας
  
- ❖ Ανατομικές ανωμαλίες:
  - Πλατυποδία
  - Κοιλοποδία
  - Υπέρμετρα αυξημένο εύρος τροχιάς στην πελματιαία και στην ραχιαία κάμψη.
  
- ❖ Ζάλη λόγω οπίσθιας βάδισης.
  
- ❖ Σημαντικές ασυμμετρίες:
  - Στην διάμετρο των μηρών ή κνημών.
  - Στην ελαστικότητα μεταξύ των τετρακέφαλων, των γαστροκνημίων ή οπίσθιων μηριαίων μυών.
  - Ανισοσκελία
  
- ❖ Χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής και στα δύο άκρα.

### Κριτήρια ομάδας ελέγχου

- ❖ Η έλλειψη όλων των στοιχείων αποκλεισμού και :
  - Η έλλειψη ιστορικού πολλαπλών διαστρεμμάτων.
  - Παλιότερο από 2 χρόνια διάστρεμμα και μόνο ήπιου βαθμού (με ελάχιστα συμπτώματα).

## **6.3 Εργαλεία μελέτης**

### Εργαλεία Αξιολόγησης

- Μεζούρα Ύψους.
- Μεζούρα διαμέτρων.
- Ζυγαριά.
- Δυναμοδάπεδο. Το οποίο χρησιμοποιείται και στις δοκιμασίες συνδυαστικά.
- Ερωτηματολόγιο και Καρτέλα Ιστορικού.
- Ψηφιακή κάμερα.

### Εργαλεία Προετοιμασίας

- Διάδρομος.
- Μετρονόμος.

### Εργαλεία Δοκιμασίας

- Μετρονόμος.
- Δυναμοδάπεδο (AMTI).
- Σύστημα τρισδιάστατης απεικόνισης (motion analysis - Osprey).

### 6.3.1 Motion Analysis

Η Motion Analysis Corporation είναι ο μεγαλύτερος κατασκευαστής συστημάτων οπτικών οργάνων υψηλής απόδοσης που δοκιμάζουν και μετρούν την κίνηση των αντικειμένων. Τα συστήματά τους συνδυάζουν ιδιόκτητο υλικό, λογισμικό και ηλεκτρο-οπτικές τεχνικές με τον τυπικό εξοπλισμό υπολογιστή και κάμερες. Αυτά τα συστήματα αξιολογούν την κίνηση σε μια ευρεία ποικιλία εφαρμογών: Παραγωγή Κινούμενων Σχέσεων, Ανάλυση Κινήσεων και Βιομηχανική. Το σύστημα που χρησιμοποιήθηκε είναι το Osprey Digital RealTime Systems το οποίο αποτελείται από τις ψηφιακές κάμερες Osprey μαζί με το λογισμικό Cortex. Οι Monaghan, Delahunt & Caulfield (2006) χρησιμοποίησαν 3D Motion Analysis σε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής συγκρίνοντας υγιείς και παθολογικά άτομα κατά την διάρκεια της βάδισης.

#### Κάμερες και Markers



#### Camera Specifications

Resolution:	640 x 480
Frame Rate:	250 sensor/250 camera
Frame size:	.3 MP
FOV:	76° x 61° @ 4mm zoom 29° x 22° @ 12mm zoom
Lens:	4-12mm zoom

**Εικόνα 6.1** Κάμερες ανάλυσης κίνησης Osprey. Τροποποιημένη από Motion Analysis.

Στον χώρο του εργαστηρίου είναι εγκαταστημένες 8 ακίνητες κάμερες του συστήματος σε ορισμένες θέσεις και στερεωμένες με μεταλλικές βάσεις στις θέσεις αυτές. Οι θέσεις έχουν επιλεγεί από εξειδικευμένα άτομα της εταιρείας με σκοπό την ιδανικότερη εκμετάλλευση των διαστάσεων του εργαστηρίου και κατά συνέπεια την καλύτερη κάλυψη του όγκου του χώρου των δοκιμασιών. Ο μεγάλος αριθμός των καμερών επιτρέπει στο λογισμικό να συμπληρώσει κενά της πορείας των Markers κατά την διάρκεια της κίνησης τους στον χώρο, αν η μία κάμερα σε κάποιο σημείο δεν έχει ορατότητα π.χ. του ανακλαστήρα marker 1, οι άλλες κάμερες το «βλέπουν», και μέσω τρισδιάστατης μαθηματικής ανάλυσης υπολογίζει το λογισμικό τέτοια κενά. Δεν παύει να υπάρχει πιθανότητα σφάλματος όμως. Οι κάμερες λειτουργούν με αισθητήρα ευαίσθητο σε υπέρυθρη ακτινοβολία και έχουν ακριβώς γύρω από τον φακό λάμπες που εκπέμπουν υπέρυθρο φως. Το διάφραγμα, ο βαθμός μεγέθυνσης και το επίπεδο εστίασης είναι όλα μηχανικά ρυθμιζόμενα.



## Ανακλαστήρες

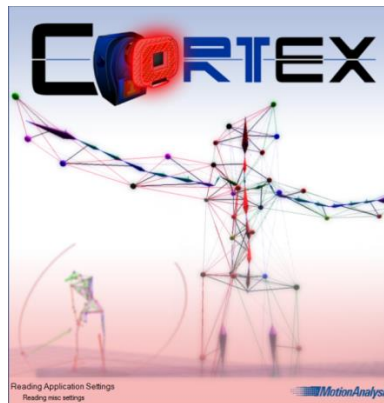
Ο ρόλος των ανακλαστήρων (Markers) είναι εξίσου σημαντικός ως εργαλείο καταγραφής. Είναι σε σχήμα σφαίρας με διάμετρο 2 εκατοστών και περιβάλλονται από ειδικό υπεραντακλαστικό υλικό στην επιφάνεια τους. Έτσι ο χώρος μπορεί να έχει χαμηλότερο φωτισμό έως σχεδόν μηδαμινό και να βλέπει το σύστημα καθαρά τον εξεταζόμενο. Το υπέρυθρο που εκπέμπει η κάθε κάμερα αντανακλά πάνω στα Markers και έτσι ο αισθητήρας αντιλαμβάνεται μόνο αυτά. Ένα όμως μικρό μειονέκτημα είναι ότι οποιοδήποτε αντανακλαστικό υλικό θα φαίνεται επίσης μέσα στο σύστημα, οπότε πάντα συνίσταται να βγάζουν τα άτομα ότι τυχόν φοράνε από κολιέ, βραχιόλια ή ρολόγια μεταλλικά ή γυαλιστερά. Αφού η διαδικασία γινόταν χωρίς παπούτσια και πρέπει να το πούμε αυτό στην προετοιμασία του ατόμου ίσως μέχρι και υποδήματα με έντονο χρώμα. Ο αριθμός των markers για το HelenHays είναι 32. Η τοποθέτηση των markers στο κεφάλι γινόταν με την βοήθεια ενός πλαστικού κράνους (εικόνα 7.3).



**Εικόνα 6.2** Ανακλαστήρες σε χαμηλό φωτισμό (Markers). Αίθουσα εμβιομηχανικής – Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Παράρτημα Αιγίου.



**Εικόνα 6.3** Ανακλαστήρες(Markers) και κράνος.



**Εικόνα 6.4** στιγμιότυπο οθόνης έναρξης λογισμικού.

### Λογισμικό Cortex

Ένα από τα πολλά προγράμματα-λογισμικά που διαθέτει η Motion Analysis ως εργαλεία διαχείρισης παραμέτρων συστήματος κινητικής, κινηματικής καταγραφής, ανάλυσης της κίνησης και της φυσικής των αντικειμένων. Απαιτεί μια βασική γνώση χρήσης υπολογιστών αλλά αρκετό χρόνο και απασχόληση για την εξοικείωση με αυτό. Μαζί με το σύστημα υπάρχει και ένας δρομολογητής (router) της National Instruments (εικόνα 8.1) ο οποίος δέχεται όλα τα καλώδια από τις κάμερες, τις συγχρονίζει με το δυναμοδάπεδο και μεταφέρει τα δεδομένα στον υπολογιστή. Διαθέτει δυνατότητα ζωντανής αναπαράστασης αλλά και ποιοτικής καταγραφής της οποίας η συχνότητα φτάνει έως τα 2000fps. Έχει επίσης την δυνατότητα συγχρονισμού του συστήματος των καμερών με δεύτερο σύστημα η εργαλείο όπως στην συγκεκριμένη μελέτη με το δυναμοδάπεδο (force platform). Αξίζει να σημειωθεί ότι το λογισμικό μπορεί να λειτουργεί χωρίς να ανοίξουν οι κάμερες απαραίτητα, σε περίπτωση που θελήσει κανείς να κάνει μετανάλυση τωρινά ή παλαιά αρχεία προηγούμενων μετρήσεων.

#### **6.3.2 Force Platform**

Το δυναμοδάπεδο (force platform) είναι όργανο που καταγράφει την δύναμη αντίδρασης του εδάφους όταν κάποιο σώμα η αντικείμενο έρθει σε επαφή με την πλατφόρμα του. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της παραμόρφωσης ειδικών αισθητήρων που βρίσκονται κάτω από μια πλατφόρμα η οποία δέχεται τα φορτία. Η δύναμη αντίδρασης αναλύεται σε τρεις συνιστώσες, την κατακόρυφη, την εγκάρσια και την μετωπιαία, και από αυτές υπολογίζονται οι συντεταγμένες του κέντρου πίεσης. Το πρωτόκολλο καταγραφής καθώς και οι μεταβλητές που επιλέγονται για εξέταση εξαρτώνται από το είδος της κίνησης που μελετάται. Όλα τα μηχανικά φορτία που δέχεται η πλατφόρμα μεταφράζονται σε ψηφιακή μορφή και μετατρέπονται στην τελική μορφή τους η οποία παρουσιάζεται σε διαγράμματα στο αντίστοιχο λογισμικό.

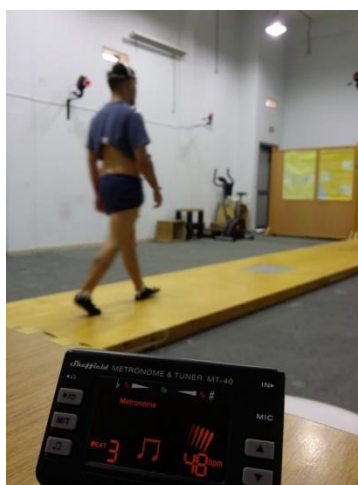
Συγχρονισμένο με τις κάμερες, μηδενισμένο και έτοιμο χρήση. Δέχεται την μεταβολή των δυνάμεων που εφαρμόζονται πάνω στην επιφάνεια σε συχνότητα που μπορεί να φτάσει μέχρι και 2000fps, στους 3 άξονες X, Y, Z. Το λογισμικό τελικά δίνει την ταχύτητα της μεταβολής και την επιτάχυνσή της.



**Εικόνα 6.5** AMTI MiniAmp MSA-6 Ενισχυτής και ρυθμιστής δυναμοδαπέδου.  
Αίθουσα εμβιομηχανικής – Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Παράρτημα Αιγίου.

### 6.3.3 Μετρονόμος

Ο μετρονόμος χρησιμοποιήθηκε με σκοπό την διατήρηση του ρυθμού της φυσιολογικής βάδισης και της συγκέντρωσης του ατόμου στην διαδικασία. Το ηχητικό αυτό ερέθισμα βοήθησε στην διατήρηση της ταχύτητας της βάδισης κατά την διάρκεια του ζεστάματος ώστε να προσαρμοστεί το κεντρικό νευρικό σύστημα πιο εύκολα στο πρότυπο της οπίσθιας βάδισης. Αλλά και κατά την διάρκεια των δοκιμασιών για την διατήρηση αυτής της προσαρμογής όσο το δυνατόν περισσότερο. Ο μετρονόμος ήταν ρυθμισμένος σε συχνότητα 48 τόνους το λεπτό, μια καλή συχνότητα σχετικά με το δείγμα της μελέτης, τόση ώστε τα άτομα να εκτελούν μια βάδιση φυσιολογική ταχύτητας.



**Εικόνα 6.6** Μετρονόμος κατά την διάρκεια μιας μέτρησης.  
Αίθουσα εμβιομηχανικής – Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Παράρτημα Αιγίου.]

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

## ΠΕΙΡΑΜΑ

### 7.1 Εξοικείωση

Οι ακόλουθες διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν στην αίθουσα εμβιομηχανικής, του παραρτήματος Αιγίου, τμήμα Φυσικοθεραπείας, Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας. Πριν την έναρξη της διαδικασίας εισαγωγής των δοκιμαζόμενων, έγινε η εξοικείωση για την διαδικασία προετοιμασίας του συστήματος και η εξοικείωση στην εφαρμογή των ανακλαστήρων στις σωστές θέσεις τους, πράγμα που ουσιαστικά θεωρείται το σημαντικότερο στάδιο. Η εξοικείωση αυτή έχει δύο άτομα ως δείγμα της. Οποιαδήποτε ασυμμετρία ή παραμόρφωση από την σωστή (αντιπροσωπευτική) θέση στην εφαρμογή των ανακλαστήρων θα καταλήξει σε ψευδές προσαρμογές στα στοιχεία της κάθε καταγραφής μέσα στο λογισμικό, πράγμα που δεν μπορεί να διακριθεί ως σφάλμα σε επόμενο στάδιο. Μέσω αυτών των δυο δοκιμασιών ξεκαθαρίστηκε και ορίστηκε η σειρά με την οποία θα μπουν τα στάδια της κάθε φάσης της δοκιμασίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα άτομα που συμμετείχαν σε αυτές τις δύο δοκιμασίες αποκλείστηκαν από τις άλλες δύο ομάδες, και αναφέρονται ως ομάδα εξοικείωσης, της οποίας τα στοιχεία αποθηκεύονται στα πλαίσια της μελέτης αλλά δεν συμπεριλαμβάνονται σε μετέπειτα στάδια (στατιστική ανάλυση).

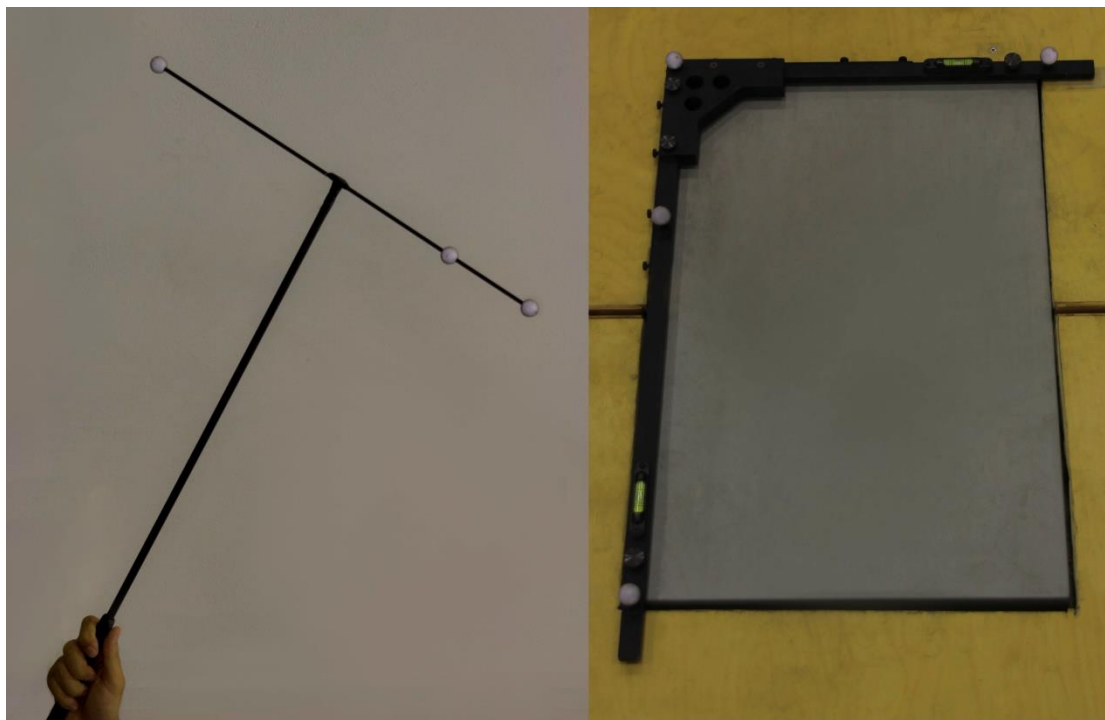
### 7.2 Προετοιμασία συστήματος

Αρχικά, αφού ανοίξει ο υπολογιστής, ο δρομολογητής (router) και το δυναμοδάπεδο, πατιέται το κουμπί “zero” του δυναμοδαπέδου το οποίο ορίζει τις μηδενικές δυνάμεις για αυτόν. Εισάγεται το dongle, και γίνεται έναρξη του Cortex.



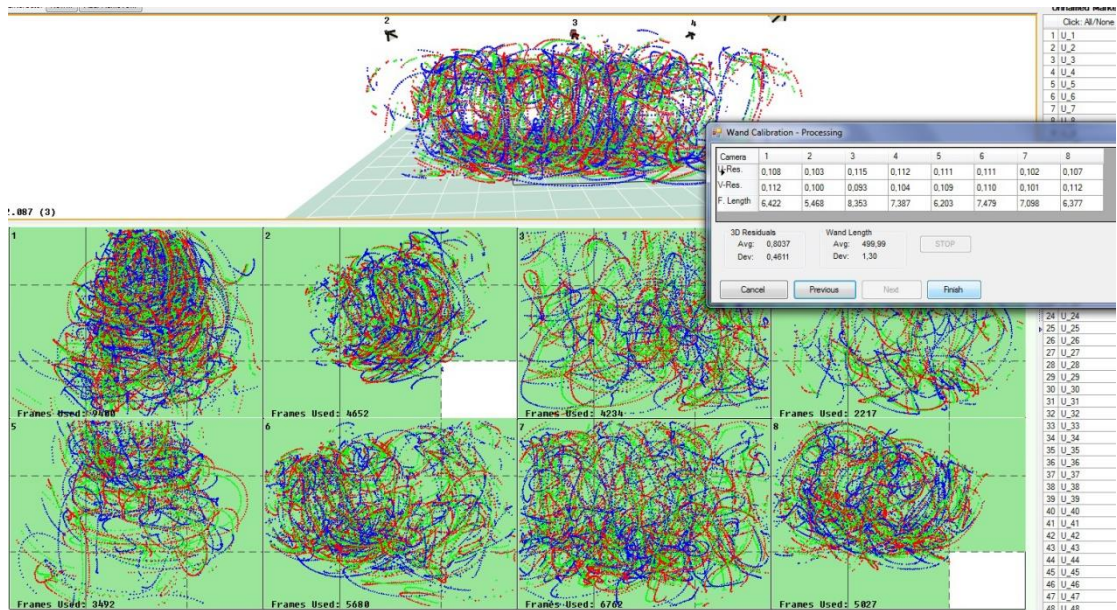
**Εικόνα 7.1** Δρομολογητής συγχρονισμού καμερών και δυναμοδαπέδου. Αίθουσα εμβιομηχανικής – Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Παράρτημα Αιγίου.

Αρχικά εισάγεται το βασικό αρχείο εγκατάστασης στο λογισμικό. Χρησιμοποιούνται 2 εργαλεία, το L-frame, και το T-frame (Εικ 7.2). Το L-frame τοποθετείται στην γωνία της πλατφόρμας του δυναμοδαπέδου όπου εφαρμόζει ιδανικά πάνω στην πίσω αριστερή γωνία του (επίσης ορισμένη στο λογισμικό). Έτσι ξεκινάει η βαθμονόμηση του συστήματος μέσω μιας τυπικής διαδικασίας, η οποία πραγματοποιείται κάθε φορά που ανοίγει το σύστημα.



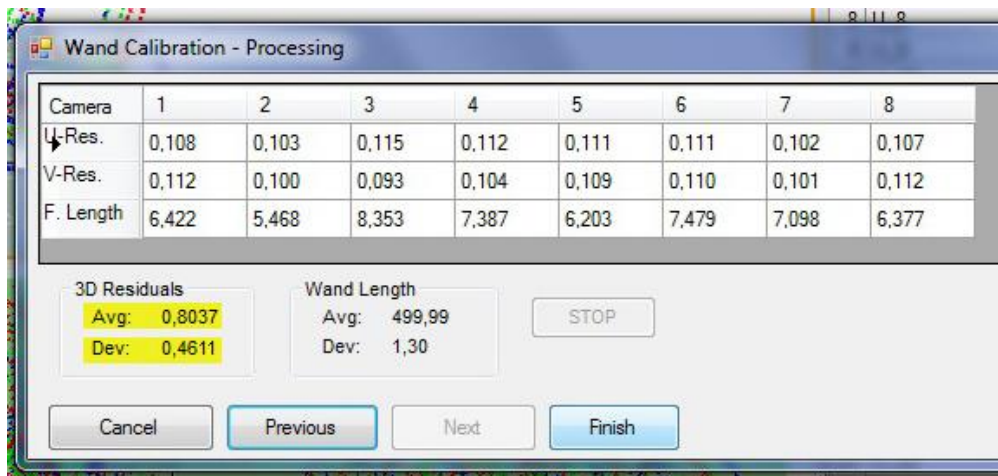
**Εικόνα 7.2** T-frame & L-frame επάνω στην πλατφόρμα του δυναμοδαπέδου.

Πάνω στο L-frame βρίσκονται 4 ανακλαστήρες. Το λογισμικό χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο αρχείο με τις πληροφορίες για την θέση του κάθε Marker στις τρεις διαστάσεις του χώρου, αναγνωρίζει και ορίζει το κεντρικό σημείο του όγκου μέσα στον οποίο θα γίνει η καταγράφη. Το σημείο αυτό αντιπροσωπεύεται στους άξονες  $x,y,z : 0,0,0$ . Επόμενο βήμα είναι η σάρωση του όγκου με το δεύτερο εργαλείο, το T-frame, το οποίο έχει 3 ανακλαστήρες πάνω του. Το λογισμικό τα αναγνωρίζει και αναλύει την κίνηση του στον χώρο. Για ένα χρονικό διάστημα που ορίζεται από τον χρήστη, απαιτείται όσο το πιο δυνατόν καλή, ομαλή και ολική κάλυψη του όγκου. Το λογισμικό στην δυσδιάστατη αναπαράσταση των καμερών χωρίζει την οθόνη σε 8 παράθυρα και το κάθε ένα αντιστοιχεί σε κάθε κάμερα. το χρώμα της κάθε οθόνης αμέσως αλλάζει σε πράσινο αφού περάσουν οι ανακλαστήρες από το αντίστοιχο σημείο στον πραγματικό χώρο. Έτσι προχωράει το άτομο σαρώνοντας τον χώρο με το T-frame μέχρι να γίνουν όλα τα παράθυρα των καμερών πράσινα.

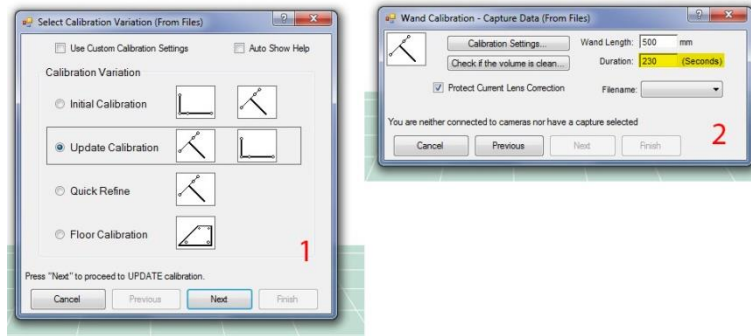


**Εικόνα 7.3** Τελική φάση Calibration.

Για αυτήν την διαδικασία συνήθως απαιτείται και έτσι ορίζεται περίπου 120-180sec χρόνος ενεργοποίησης. Όταν το Avg. (Average) είναι κάτω από 1 και το Dev. (Deviation) είναι κοντά στην μισή τιμή του Avg. τότε η βαθμονόμηση είναι αποδεκτή (Εικ.8.5). Έτσι το σύστημα είναι έτοιμο και βαθμονομομισμένο.



**Εικόνα 7.4** Ενδείξεις βαθμονόμησης.



**Εικόνα 7.5** Βήματα για βαθμονόμηση (calibration).

Η διαδικασία αυτή με τα δύο βήματά της γίνεται πριν κάθε μέτρηση και διαρκεί περίπου 4-5 λεπτά.

## 7.3 Αξιολόγηση

- ❖ Το ερωτηματολόγιο CAI (Chronic ankle instability) συμπληρώθηκε από την πειραματική ομάδα.
- ❖ Βιομετρικά χαρακτηριστικά, συγκεκριμένα :
  - ύψος, βάρος από τα οποία υπολογίζεται ο δείκτης μάζας σώματος (BMI)
  - διάμετροι στους μηρούς και κνήμες
  - ηλικία
- ❖ Καρτέλα Ιστορικού

### 7.3.1 Κλινική εξέταση

- ❖ Γενική επισκόπηση  
 Η επισκόπηση της ποδοκνημικής άρθρωσης και του άκρου ποδός περιλαμβάνει δύο βήματα. Ξεκινά με την παρατήρηση της ποδοκνημικής άρθρωσης και του άκρου ποδός. Η επισκόπηση της ποδικής καμάρας παρέχει πληροφορίες σχετικά με τους μηχανισμούς στήριξης του κορμού. Η επιπέδωση της ποδικής καμάρας δηλώνει πλατυποδία. Η πεσμένη καμάρα αυξάνει τον πρηνισμό κατά την όρθια στάση. (Leaman & Cook, Φυσικοθεραπεία Ορθοπαιδική Χειροθεραπεία, 2015)  
 Στη συνέχεια σε μια γενική παρατήρηση του σώματος του ατόμου για

οποιασδήποτε ασυμμετρία στην σπονδυλική στήλη ή στα κάτω άκρα. Επίσης για την μείωση παραγόντων που επηρεάζουν την εμβιομηχανική της βάδισης.

❖ Φυσική εξέταση

-Ενεργητικές φυσιολογικές κινήσεις.

-Παθητικές φυσιολογικές κινήσεις. Ο σκοπός της εξέτασης των παθητικών φυσιολογικών κινήσεων είναι η αναπαραγωγή συμπτωματολογίας του ασθενούς.

-Ψηλάφηση.

❖ Δοκιμασία Πρόσθιας Συρταροειδούς ολίσθησης άκρου πόδα (Anterior drawer test)

Με τη διαδικασία αυτή ελέγχεται η εγκυρότητα του πρόσθιου αστραγαλο-περνιαίου. Ο εξεταστής πραγματοποιεί οπισθοπρόσθια μετατόπιση του άκρου πόδα, με την κνήμη σταθεροποιημένη και την ποδοκνημική άρθρωση σε πελματιαία κάμψη 20°. Ο έλεγχος του πρόσθιου αστραγάλο-περνιαίου και των πρόσθιων θυλακικών στοιχείων είναι θετικός σε περίπτωση πρόσθιας μετατόπισης >5mm σε σχέση με το υγιές. Στην συνέχεια πραγματοποιείται σύγκριση μεταξύ των δύο ποδοκνημικών. Στο τεστ αυτό αξιολογείται ο βαθμός / το βάθος της κίνησης (ελαστικότητα) και η τελική αίσθηση (βιολογική κατάσταση συνδέσμου).

❖ Απεικονιστική διάγνωση μέσω υπερήχου. (B-K Medical - REF Mini Focus 1402)

Όπου ελέγχεται στα δύο άκρα ο σύνδεσμος υπό μέγιστη τάση.

❖ Τεστ ισοροπίας πάνω στο δυναμοδάπεδο (force platform) με την συγκεκριμένη σειρά:

- Romberg δυποδικό για την γενική αξιολόγηση της ισοροπίας του ατόμου.
- Romberg μονοποδικό στο τραυματισμένο άκρο της πειραματικής ομάδας .
- Romberg μονοποδικό στο υγιές άκρο.
- Romberg μονοποδικό και δυποδικό πραγματοποιήθηκε στην ομάδα ελέγχου.

\*Ο λόγος που για την πειραματική ομάδα πρώτα γινόταν Romberg στο παθολογικό πόδι είναι με σκοπό την ελαχιστοποίηση του στοιχείου εξοικείωσης.

## 7.4 Αρχείο

❖ Λήψη φωτογραφιών πρόσθιας, οπίσθιας και πλάγιας άποψης των ατόμων με και χωρίς τους ανακλαστήρες.

❖ Ερωτηματολόγιο.

❖ Ολικές Καρτέλες γραπτές και σε μορφή word που περιέχουν βασικά στοιχεία, βιομετρικά και περιληπτικά τα ιστορικά, συμπτώματα, και τα δεδομένα του υπερήχου.

❖ Αποτελέσματα cortex.

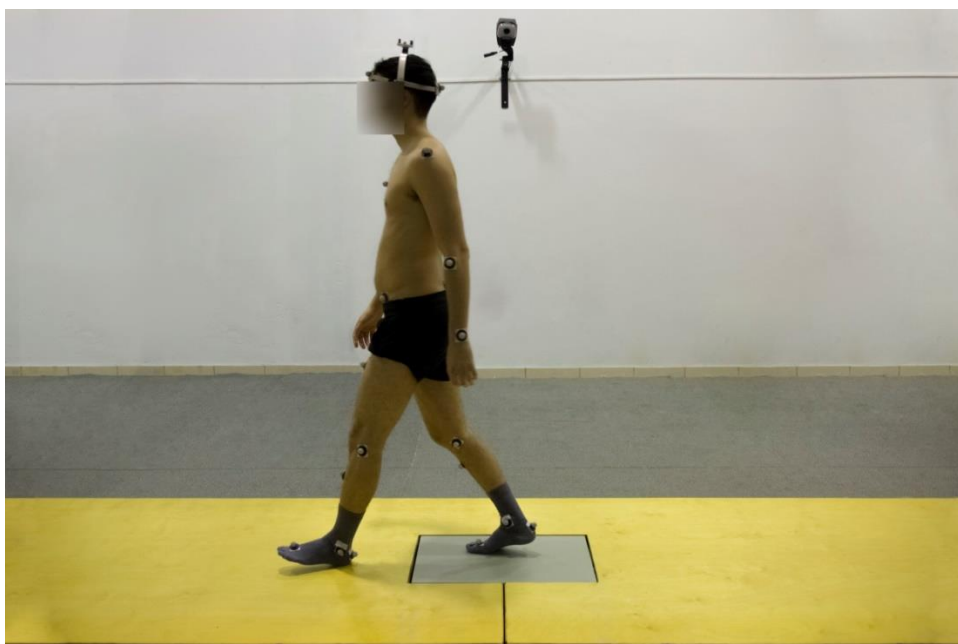


## 7.5 Προετοιμασία εξεταζόμενου

Ανεβαίνει ο εξεταζόμενος σε διάδρομο και κάνει ένα ζέσταμα 5 λεπτών οπίσθιας βάρδισης με σκοπό την πιο εύκολη προσαρμογή τους. Αφού τελειώσει το ζέσταμα, τοποθετηθούν οι ανακλαστήρες (markers), και ληφθούν φωτογραφίες, δίνονται οδηγίες για την υπενθύμιση και τον τονισμό της ελεύθερης και όσο το δυνατόν απλής-φυσιολογικής βάρδισης για την προσοχή στον ρυθμό του μετρονόμου και της ανάγκης για πάτημα στην πλατφόρμα.

## 7.6 Δοκιμασίες

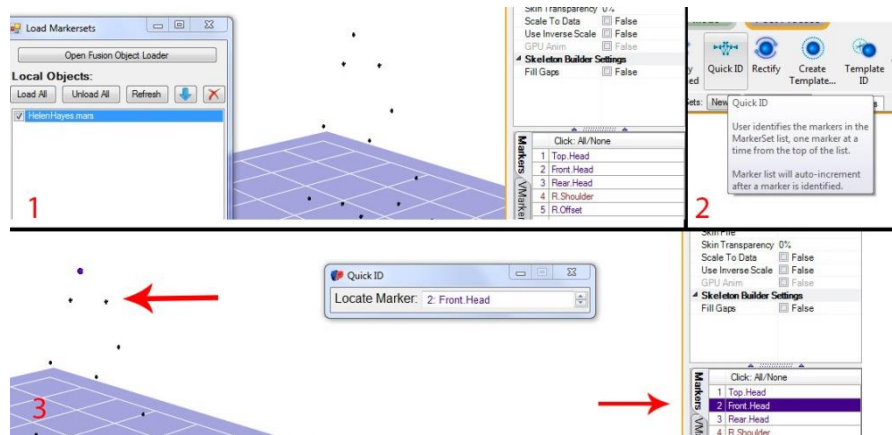
Γίνονται συνολικά 24 δοκιμασίες. Η σειρά των δοκιμασιών είναι: πρώτα 12 δοκιμασίες για την οπίσθια βάρδιση 6 για κάθε άκρο, και ύστερα άλλες 12 για την τυπική βάρδιση. Κατά την διάρκεια των δοκιμασιών χρησιμοποιείται ο μετρονόμος. Ορίζεται ένα σταθερό σημείο εκκίνησης ξεχωριστά για κάθε άτομο υπολογισμένο ώστε να πετύχει σε ολόκληρη την φάση στήριξης με ένα του βήμα εντός του δυναμοδάπεδου. Για 6 δοκιμασίες ξεκινάει με το δεξί και για 6 με το αριστερό πόδι ώστε να πετύχει αντίστοιχα το δεξί ή αριστερό πόδι στην πλατφόρμα του δυναμοδαπέδου. Ο μετρονόμος λειτουργεί και τον ακολουθεί ο εξεταζόμενος στην στην πρόσθια και στην οπίσθια βάρδιση για την διατήρηση μιας ταχύτητας, και ενός ρυθμού. Οι εξεταζόμενοι συνεχώς ελέγχονται για τυχόν κουνημένα από την θέση τους Markers.



**Εικόνα 7.6** Δοκιμασία οπίσθιας βάρδισης (left heel off - right toe strike). Αίθουσα εμβιομηχανικής – Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Παράρτημα Αιγίου.

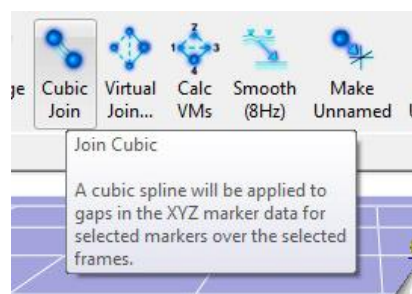
## 7.7 Εξαγωγή δεδομένων

Η εξαγωγή συγκεκριμένων στοιχείων της κάθε κίνησης είναι μεν απλή διαδικασία αλλά απαιτεί χρόνο και προσοχή, πρέπει να αναγνωρίζεται το κάθε marker σε ποιο σημείο αντιστοιχεί, και αυτό επιτυγχάνεται με την εισαγωγή ενός MarkerSet από τα αρχεία του λογισμικού (συγκεκριμένα το HelenHayes MarkerSet).Γίνεται επιλογή του κάθε (Marker) και αντιστοίχιση του στο σωστό σημείο του σώματος του ατόμου από προκαθορισμένη λίστα (Εικ. 8.7).



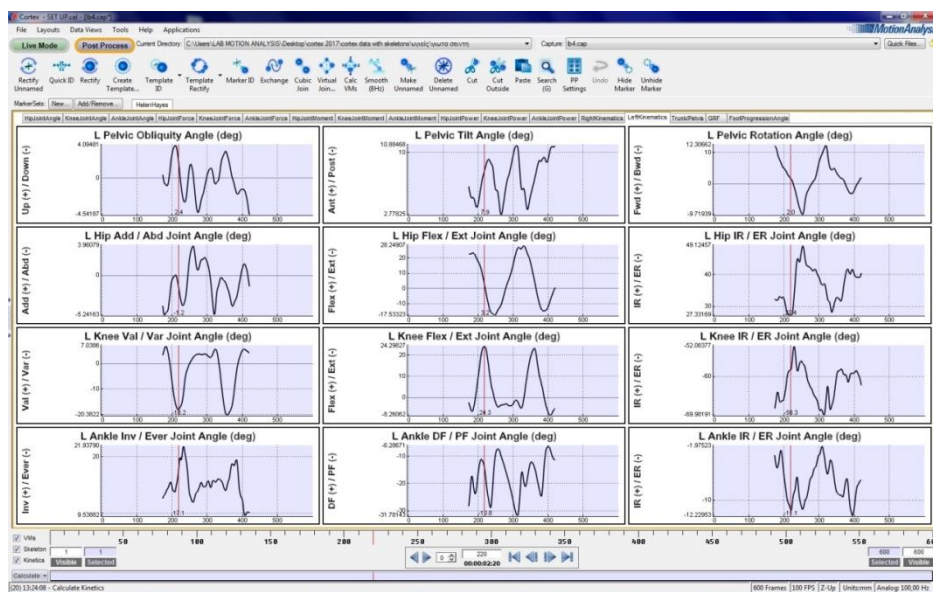
Εικόνα 7.7 Βήματα για τον ορισμό Marker σκελετού.

Έπειτα το λογισμικό είναι ικανό να δημιουργήσει έναν σκελετό που αναπαριστά το αντίστοιχο άτομο. Αφού εισαχθεί το MarkerSet, οριστεί το κάθε marker, και υπολογιστούν οι αρθρώσεις, ο σκελετός, τα φορτία και ότι άλλο διαθέτει το λογισμικό για ανάλυση, αναγνωρίζονται από το cortex για ένα καρέ (frame). Στη συνέχεια με την επιλογή “rectify” επεξεργάζονται και αναγνωρίζονται για όλη την καταγραφή (σύνολο των frames). Το μειονέκτημα στην επεξεργασία αυτή είναι ότι πάντα υπάρχει πιθανότητα σφαλμάτων, και έτσι πρέπει να γίνεται έλεγχος όλων των marker για κάθε καταγραφή – δοκιμασία σε κάθε καρέ εντός του χρονικού διαστήματος στο οποίο θα γίνει ανάλυση της κίνησης. Το πιο συχνό σφάλμα που παρουσιάζει το λογισμικό είναι η ανταλλαγή των marker, πράγμα που λύνεται με την επιλογή “exchange” για κάθε καρέ στο οποίο έχουν ανταλλαχθεί. Αφού τελειώσει η διαδικασία διόρθωσης σφαλμάτων πρέπει οπωσδήποτε να συμπληρωθούν τυχόν κενά στην πορεία κίνησης των markers και αυτό γίνεται εύκολα με την επιλογή “cubic join” (Εικ. 8.10).

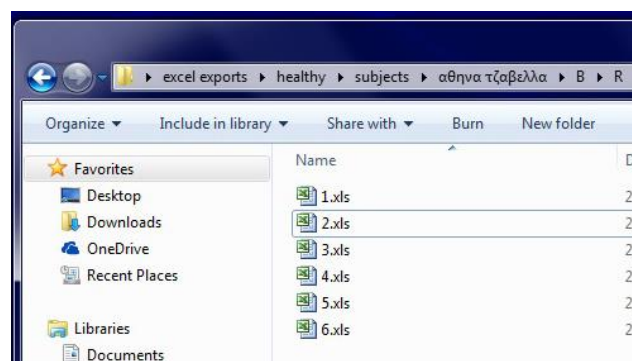


Εικόνα 7.8 Marker cubic join function.

Σε αυτό το στάδιο η καταγραφή είναι έτοιμη για ανάλυση και εξαγωγή. Το παράθυρο Presentation Graphs (Εικ. 8.10) είναι η επιλογή που θεωρήθηκε πιο άνετη για την ανασκόπηση και εξαγωγή των δεδομένων της μελέτης, διότι προσφέρει την άνεση για την ακριβή επιλογή των δεδομένων αλλά επίσης δίνει απλοποιημένα δεδομένα των οποίων η αναγνώριση είναι εύκολη. Το είδος των τελικών αρχείων τροποποιείται (από .ts σε .xls) ώστε να είναι προσβάσιμα από το Office Excel. Και έτσι εξαγώνται 12 αρχεία για κάθε άτομο έτοιμα για στατιστική ανάλυση.



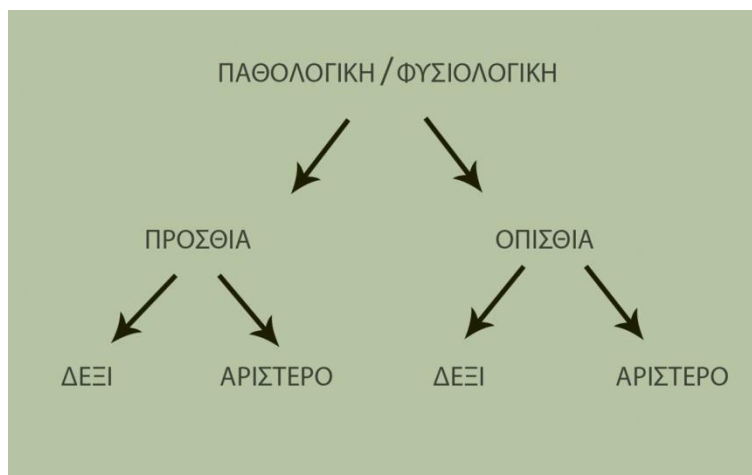
**Εικόνα 7.9** Παράθυρο Presentation Graphs.



**Εικόνα 7.10** Τελικά αρχεία εξαγωγής.

## 7.8 Οργάνωση Αρχείων - Δεδομένων

Ο τρόπος ομαδοποίησης των αρχείων εξαρτήθηκε από τον μέθοδο χωρισμού των ομάδων των δεδομένων, και έτσι μοιράστηκαν τα excel αρχεία σε δύο κύριους φακέλους (Πειραματική Ομάδα - Ομάδα Ελέγχου). Μέσα στον κάθε φάκελο υπήρχε ο διαχωρισμός μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας βάδισης και στον κάθε ένα από τα τελευταία ήταν ο χωρισμός μεταξύ δεξιού και αριστερού άκρου (Δ - Α). Η οργάνωση των αρχείων φαίνεται καλύτερα στο παρακάτω δέντρο (Εικ. 8.11)



Εικόνα 7.11 Αλγόριθμος διαχωρισμού αρχείων.

Μέσα στο κάθε αρχείο τελικά συμπεριέχονται δεδομένα για την φάση στήριξης (η φάση που αφορά την μελέτη) αλλά και δεδομένα πριν και μετά από αυτήν, έτσι πρέπει τώρα να καθαριστούν και να σβηστούν αυτά ώστε να αναλυθεί μόνο η φάση στήριξης. Από το αρχείο του κάθε ατόμου, για κάθε προσπάθεια, για κάθε άκρο, υπολογίζεται ο μέσος όρος των 6 δοκιμασιών για για την μέγιστη γωνία υππιασμού. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ένα από τα τελικά αρχεία Excel

frames	Series
381	24.790562
382	24.528172
383	24.14003
384	23.573664
385	22.815578
386	21.925903
387	21.007145
388	20.141407
389	19.366346
390	18.696493
391	18.146933
392	17.727098
393	17.424006
394	17.203978
395	17.029602
396	16.881525
397	16.770329

Εικόνα 7.12 Αρχείο excel με τις 6 δοκιμασίες ενός ατόμου για την οπίσθια βάδιση στο αριστερό πόδι.

## 7.9 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Από την επεξεργασία των αρχικών δεδομένων παρήχθησαν δεκαεννέα σειρές μεταβλητών της γωνίας υππιασμού κατά την φάση στήριξης: αυτές είναι 10

Front-Ctrl-DOM, Front-Ctrl-nDOM, Mean-Front-Ctrl, Front-Exp-Inj, Front-Exp-Int, Retro-Ctrl-DOM, Retro-Ctrl-nDOM, Mean,Retro-Ctrl, Retro-Exp-Inj, Retro-Exp-Int

Υπολογίστηκαν μέσω του IBM SPSS Statistics V20 οι μέσοι όροι των μεταβλητών (Front-Ctrl-DOM), (Front-ctrl-nDOM) και (Retro-Ctrl-Dom), (Retro-Ctrl-nDOM), οί δύο μεταβλητές αυτές (οι δύο μέσοι όροι: mean-Ctrl-F, mean-Ctrl-R) αντιπροσωπεύουν την πρόσθια και οπίσθια ομάδα ελέγχου αντίστοιχα. Η διαφορά (Diff) μεταξύ τους αντιπροσωπεύει την μεταβολή της ΜΓΥ μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας βάρδισης. Για την μεταβολή αυτή δημιουργήθηκε επόμενη σειρά μεταβλητής η οποία ονομάστηκε (Diff-M-Control). Υπολογίστηκε επίσης σειρά μεταβλητής (Diff-Exp-Inj-FR), η μεταβολή μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας βάρδισης των τραυματισμένων άκρων της πειραματικής ομάδας, και μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας των μη τραυματισμένων άκρων πειραματικής ομάδας (Diff-Exp-Int-FR). Υπολογίστηκαν επίσης οι διαφορές μεταξύ τραυματισμένου και υγιούς σκέλους για την πρόσθια βάρδιση της πειραματικής ομάδας (Diff-Inj-Int-F) και τραυματισμένου και υγιούς σκέλους για την οπίσθια βάρδιση της πειραματικής ομάδας (Diff-Inj-Int-R). Τέλος, υπολογίστηκαν διαφορές μεταξύ Πρόσθιας και οπίσθιας βάρδισης για το κυρίαρχο σκέλος της Ο.Ε. (Diff-FR-DOM) και μεταξύ πρόσθιας και οπίσθιας βάρδισης για το μη κυρίαρχο σκέλος (Diff-FR-nDOM). Στις συγκρίσεις που ακολουθούν χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος του κυρίαρχου και μη κυρίαρχου της ομάδας ελέγχου. Ο λόγος που έγινε αυτό ήταν επειδή οι συσχετίσεις των διαφορών της μεταβολής από πρόσθια σε οπίσθια βάρδιση του κυρίαρχου & μεταβολής του μη-κυρίαρχου ποδιού της ομάδας ελέγχου έδειξαν ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p$  ,224), που σημαίνει ότι η μεταβολή στην οπίσθια βάρδιση της μέγιστης γωνίας υππιασμού μεταξύ κυρίαρχου και μη κυρίαρχου στην ομάδα ελέγχου είναι σχεδόν συμμετρική. Για κάθε σειρά μεταβλητών υπολογίστηκαν μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις και πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση των διαφορών μέσω student t- test μεταξύ των εξής μεταβλητών:

- mean-Ctrl-F - mean-Ctrl-R. (Paired)
- Front-Exp-Inj - Retro-Exp-Inj. (Paired)
- Front-Exp-Int - Retro-Exp-Int. (Paired)
- Diff-M-Control - Diff-Exp-Inj-FR. (Unpaired)
- Diff-M-Control - Diff-Exp-Int-FR. (Unpaired)
- Diff-Exp-Inj-FR - Diff-Exp-Int-FR. (Paired)
- Diff-Inj-Int-F - Diff-Inj-Int-R. (Paired)
- Diff-FR-DOM – Diff-FR-nDOM. (Paired)

Επίσης η εξέταση των μεταβολών από την πρόσθια στην οπίσθια βάρδιση ως προς τη Μέγιστη Γωνία Υππιασμού (ΜΓΥ) για την ΟΕ στο πάσχον πόδι και στο υγιές πόδι, έγινε με σύγκριση ANOVA. Η μετά-ANOVA ανάλυση έγινε με Bonferonni.

Η στατιστική σημαντικότητα για όλες τις στατιστικές αναλύσεις ελέγχθηκε στο επίπεδο πιθανότητας σφάλματος  $\alpha = 0.05$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

**Πίνακας 8.1** Σύγκριση μεταξύ των διαφορών πρόσθιας με οπίσθιας βάρδισης της ομάδας ελέγχου. Και των διαφορών του πάσχοντος ποδιού πρόσθιας με οπίσθιας βάρδισης και σύγκριση μεταξύ των διαφορών του υγιούς πρόσθιας με οπίσθιας βάρδισης. (Unpaired t-test).

Συγκρίσεις Διαφορά Πρόσθια- Οπίσθια	Βαθμοί ελευθερίας	Στατιστικό t	P
ΟΕ πρόσθια-οπίσθια	16	t=5,711	,000**
Πάσχον πρόσθια- οπίσθια	12	t=5,301	,000**
Υγιές πρόσθια- οπίσθια	12	t=5,491	,632

Από την ανάλυση των μεταβλητών mean-Ctrl-F και mean-Ctrl-R προκύπτει ότι η μέγιστη γωνία υπτιασμού της ομάδας ελέγχου μειώθηκε σημαντικά στην οπίσθια βάρδιση από 28° σε 24°. Από την ανάλυση των μεταβλητών Front-Exp-Inj και Retro-Exp-Inj προκύπτει ότι η μέγιστη γωνία υπτιασμού της πειραματικής ομάδας αυξήθηκε σημαντικά στην οπίσθια βάρδιση από 26° σε 37°. Από την ανάλυση των μεταβλητών Front-Exp-Int και Retro-Exp-Int προκύπτει ότι η μέγιστη γωνία υπτιασμού της πειραματικής ομάδας δεν μεταβλήθηκε σημαντικά από 31° σε 32°.

Πραγματοποιήθηκε ANOVA που έδειξε ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταβολών της ΟΕ και των δυο μεταβολών των δυο ποδιών της Π.Ο. ( $F= 31,723$ ,  $p= 0,000$ ). Η μετα-ANOVA ανάλυση (post hoc) κατέδειξε ότι η ΠΟ διέφερε σημαντικά από το πάσχον πόδι ( $p= 0,000$ ) και όχι από το υγιές ( $p=0,070$ ), ενώ υπήρξε σημαντική διαφορά και μεταξύ του πάσχοντος και του υγιούς ποδιού ( $p= 0,000$ ). Χρησιμοποιήθηκε post-hoc Bonferroni που είναι ευρέως χρησιμοποιούμενο και έδειξε μη σημαντική (αλλά με τάση  $p=0,070$ ) τη σύγκριση με υγιές.

**Πίνακας 8.2** Σύγκριση μεταξύ μέσου όρου της διαφοράς υγιούς-παθολογικού στην πρόσθια και μέσου όρου διαφοράς υγιούς-παθολογικού στην οπίσθια βάδιση. (Paired t-test)

Συγκρίσεις	Βαθμοί ελευθερίας	Στατιστικό t	P
Διαφορά Πάσχον – Υγιές			
Πρόσθια – Οπίσθια	12	-4,013	,001**

Από το T. Test μεταξύ Diff-Inj-Int-F - Diff-Inj-Int-R διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ μέσου όρου της διαφοράς υγιούς-παθολογικού στην πρόσθια και διαφοράς υγιούς-παθολογικού στην οπίσθια.

**Πίνακας 8.3** Συγκρίσεις των διαφορών της μεταβολής ανάμεσα σε πρόσθια και οπίσθια βάδιση του κυρίαρχου & μη-κυρίαρχου ποδιού της Ομάδας ελέγχου. Και των διαφορών της μεταβολής ανάμεσα σε πρόσθια και οπίσθια βάδιση του πάσχοντος & υγιούς ποδιού της πειραματικής ομάδας. (Paired t-test)

Συγκρίσεις	Βαθμοί ελευθερίας	Στατιστικό t	P
Διαφορά ΕΜΠΡΟΣ-ΠΙΣΩ Κυρίαρχο – Μη Κυρίαρχο	16	1,266	,224
Διαφορά ΕΜΠΡΟΣ-ΠΙΣΩ Πάσχον – Υγιές	12	-4,013	,001**

Από την ανάλυση των μεταβλητών Diff-FR-DOM, Diff-FR-nDOM προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της διαφοράς Πρόσθια-Οπίσθια του κυρίαρχου και Πρόσθια-Οπίσθια μη κυρίαρχου σκέλους της ομάδας ελέγχου. Επίσης από την ανάλυση των μεταβλητών Diff-Exp-Inj-FR, Diff-Exp-Int-FR προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της διαφοράς Πρόσθια-Οπίσθια του πάσχοντος σκέλους και Πρόσθια-Οπίσθια υγιούς σκέλους της πειραματικής ομάδας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έχουν πραγματοποιηθεί διάφορες έρευνες σχετικά με την οπίσθια βάδιση. Μέχρι σήμερα όμως δεν έχει πραγματοποιηθεί καμία σχετικά με την κινητική και κινηματική ανάλυση της πρόσθιας και οπίσθιας βάδισης σε χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής. Σκοπός της έρευνας ήταν πρώτον η βελτίωση των γνώσεων και ο έλεγχος των προσαρμογών της Μ.Γ.Υ. της ποδοκνημικής στο μετωπιαίο επίπεδο κατά την οπίσθια βάδιση. Δεύτερον αν η οπίσθια βάδιση αποτελεί πιο ευαίσθητη μέθοδο αποκάλυψης λειτουργικών ασυμμετριών από τον έλεγχο στην πρόσθια βάδιση. Χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος του κυρίαρχου και μη κυρίαρχου της ομάδας ελέγχου ως αντιπροσωπευτική μεταβλητή της Ο.Ε. Καθώς η μεταβολή από πρόσθια σε οπίσθια βάδιση του κυρίαρχου & η μεταβολή του μη-κυρίαρχου ποδιού της ομάδας ελέγχου έδειξαν ότι δεν υπήρχε διαφορά ( $p=0.224$ ).

Οι αρχικές υποθέσεις στο ερώτημα, Α) Ποιες είναι οι μεταβολές της μέγιστης γωνίας υππιασμού στην άρθρωση της ποδοκνημικής από την προσθία στην οπίσθια βάδιση και αν αυτές είναι σημαντικές;, αποτελούσαν 1) ότι η Μ.Γ.Υ στην Ο.Β. του πάσχοντος της πειραματικής ομάδας θα αυξανόταν ως συνέπεια της αστάθειας, 2) το υγιές της πειραματικής θα συμπεριφερόταν ως φυσιολογικό και 3) ότι η Μ.Γ.Υ στην Ο.Β. της ομάδας ελέγχου θα παρουσίαζε μείωση.

Τα ευρήματα της παρούσας έρευνας αποδεικνύουν (1<sup>η</sup> υπόθεση) ότι η μέγιστη γωνία υππιασμού του παθολογικού άκρου της πειραματικής ομάδας αυξήθηκε σημαντικά στην οπίσθια βάδιση. Πιθανή αιτιολογία: η πρόσθια βάδιση είναι κομμάτι της καθημερινότητας του ανθρώπου και έτσι το κεντρικό νευρικό σύστημα έχει καταφέρει να επαναφέρει το μεγαλύτερο μέρος του φυσιολογικού προτύπου βάδισης. Όσον αφορά την οπίσθια βάδιση το άτομο καλείται να κάνει κάτι που δεν είναι τόσο σύνθηες στη καθημερινότητα του και έτσι η παρουσία της χρόνιας αστάθειας, δηλαδή η αύξηση της γωνίας υππιασμού, είναι πιο εμφανής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι προσαρμογές σε μετωπιαίο επίπεδο κατά την βάδιση βελτιώνονται λόγω της καθημερινότητας ενώ στην οπίσθια βάδιση για τον ακριβώς αντίθετο λόγο παραμένουν ίδιες.

Η μέγιστη γωνία υππιασμού του φυσιολογικού άκρου της πειραματικής ομάδας (2<sup>η</sup> υπόθεση) δεν μεταβλήθηκε σημαντικά. Πιθανή εξήγηση αυτού: το υγιές πόδι του τραυματισμένου ατόμου για να μειωθούν τα φορτία και οι ροπές στο παθολογικό πόδι χρησιμοποιείται περισσότερο. Αυτό σημαίνει ότι ο νευρομυϊκός έλεγχος, η νευρομυϊκή συναρμογή, η ισορροπία και γενικά η ιδιοδεκτικότητα σημειώνουν μικρή βελτίωση λόγω της αυξημένης χρήσης. Δεν αποκλείεται αυτό να είναι ένα τυχαίο εύρημα. Το μη τραυματισμένο πόδι σημείωσε βελτίωση στην ισορροπία όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, όμως ήταν μικρή και αυτό φαίνεται στη σύγκριση του με την ομάδα ελέγχου, άρα πιθανότατα η οπίσθια βάδιση μπορεί να εντοπίσει το παθολογικό σκέλος ως συμπληρωματική αξιολόγηση.

Πιθανή ερμηνεία της μείωσης της γωνίας υππιασμού της ομάδας ελέγχου στην οπίσθια βάδιση (3<sup>η</sup> υπόθεση) αποτελεί το διαφορετικό πρότυπο βάδισης. Κατά την πρόσθια βάδιση η έναρξη της φάσης στήριξης ξεκινά με ραχιαία κάμψη και επαφή



της πτέρνας με το δάπεδο (heel strike) .Η κατανομή των φορτίων συνεχίζεται προς το έξω χείλος του άκρου ποδός και τέλος προς το μεγάλο δάχτυλο, δηλαδή πραγματοποιείται μια κίνηση μικρού υππιασμού. Ενώ αντίθετα κατά την οπίσθια βάδιση η έναρξη της φάσης στήριξης ξεκινά με πελματιαία κάμψη και την επαφή πρώτα του μεγάλου δαχτύλου και μετά των δακτύλων με το δάπεδο (toe strike). Η κατανομή των φορτίων συνεχίζεται προς τη καμάρα του άκρου ποδός και τέλος προς τη πτέρνα, δηλαδή πραγματοποιείται μια κίνηση πρηνισμού.

Οι αρχικές υποθέσεις στο ερώτημα, Β) Αν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταβολών πρόσθιας και οπίσθιας της Μ.Γ.Υ.; , ήταν ότι θα υπήρξουν σημαντικές διαφορές πρώτον μεταξύ της ομάδας ελέγχου και το παθολογικό της Π.Ο. και δεύτερον μεταξύ του υγιούς και του παθολογικού. Δεν υπήρχε υπόθεση για το αν θα υπάρξει σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας ελέγχου και το υγιές πόδι της πειραματικής ομάδας. Τα τελικά αποτελέσματα δείχνουν ότι η μεταβολή από πρόσθια σε οπίσθια βάδιση διέφερε σημαντικά μεταξύ της ομάδας ελέγχου και του πάσχοντος ποδιού πράγμα που ήταν αναμενόμενο. Επιπρόσθετα δεν διέφερε η μεταβολή μεταξύ της ομάδας ελέγχου και του υγιούς ποδιού της πειραματικής ομάδας. Ακόμη, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μεταβολής της πρόσθιας και της οπίσθιας βάδισης του πάσχοντος και υγιούς ποδιού που ήταν αναμενόμενο.

Η αρχική υπόθεση στο ερώτημα, Γ) Αν η οπίσθια βάδιση αποτελεί μια μέθοδο αποκάλυψης την χρόνια αστάθεια ποδοκνημική;, ήταν ότι μπορεί να διακριθεί. Η μεταβολή από πρόσθια σε οπίσθια βάδιση διέφερε σημαντικά μεταξύ της ομάδας ελέγχου και του πάσχοντος ποδιού πράγμα που ήταν αναμενόμενο. Καθώς και η μεταβολής της πρόσθιας και της οπίσθιας βάδισης του πάσχοντος και υγιούς ποδιού. Καταδικνυουν ότι η οπίσθια βάδιση αποκαλύπτει ποιο άτομο έχει χρόνια αστάθεια μεταξύ δύο ατόμων αλλά και στο ίδιο άτομο ποιο από τα δύο πόδια έχει χρόνια αστάθεια ποδοκνημικής.

Στην παρούσα μελέτη η πιθανότητα σφάλματος έπαιξε κύριο και σημαντικό ρόλο στον ορισμό και σχηματισμό της μεθοδολογίας, ευαίσθητο σημείο είναι η τοποθέτηση των Marker. Αν γίνει σφάλμα στην τοποθέτηση τους έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή των στοιχείων της κάθε αντίστοιχης καταγραφής. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι υπήρχαν πολλά κριτήρια αποκλεισμού για να επιτευχθεί η ομοιογένεια του δείγματος. Όσον αφορά τις δυσκολίες που αντιμετωπίστηκαν ήταν ο μικρός αριθμός ερευνών για την οπίσθια βάδιση. Αυτό από μόνο του δείχνει την ανάγκη για περισσότερες μελέτες σε κάτι που είναι γνωστό ήδη από την δεκαετία του 1990.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Adams & Victor's: ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ, 2<sup>η</sup> ελληνική έκδοση ΙΑΤΡΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ (2003). ISBN 960-399-143-0.
- 2) Bonnel F, Toullec E, Mabit C, Tourne Y, Sofcot. Chronic ankle instability: biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions. *Orthop Traumatol Surg Res.* 96(4):424-32, 2010.
- 3) Carol A. Oatis: ΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ – Η Μηχανική και η Παθομηχανική της Ανθρώπινης Κίνησης, 2<sup>η</sup> Έκδοση (2012): 893-922, 989-1012.
- 4) Caroline, Kyrner and C. L. Allen. "Therapeutic Exercise Foundation and techniques." FA. Davis, Philadelphia (1998)
- 5) Chad E. Cook: Φυσικοθεραπεία Ορθοπαιδική Χειροθεραπεία, Εκδόσεις Δ. Λαγός, 2<sup>η</sup> Έκδοση (2015): 454. ISBN 0-13-802173-2.
- 6) Daniel J. Cipriani, Charles W. Armstrong, Shannon Gaul, Backward Walking at Three Levels of Treadmill Inclination: An Electromyographic and Kinematic Analysis, 1995.
- 7) Bonnel F., Toullec E., Mabit C., Tourné Y., Chronic ankle instability: Biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions, *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, Volume 96, Issue 4, June 2010, Pages 493-502
- 8) Flynn TW & Connery SM., Comparison of cardiopulmonary responses to forward and backward walking and running, *Medicine and Science in Sports and Exercise* [01 Jan 1994, 26(1):89-94].
- 9) Gauri Arun Gondhalekar and Medha Vasant Deo. Retrowalking as an Adjunct to Conventional Treatment Versus Conventional Treatment Alone on Pain and Disability in Patients with Acute Exacerbation of Chronic Knee Osteoarthritis: A Randomized Clinical Trial. *The American Journal of the Medical Sciences*, 2013 Feb; 5(2): 108–112.
- 10) Janet S. Dufek, et. Al., effects of backward walking on balance and lower extremity walking kinematics in healthy young and older adults, 2009.
- 11) Jay Hertel. Sensorimotor Deficits with Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. Department of Human Services, University of Virginia, Exercise and Sport Injury Lab, 2008

- 12) Jay Hertel, Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *J Athl Train.* 2002 Oct-Dec; 37(4): 364–375.
- 13) Gunnar O. Andreasson, The effect of external ankle support in chronic lateral ankle joint instability: An electromyographic study, 1992.
- 14) Katcanathu Alabdul wahad et al. An analysis of physical performance between backward and forward walking training in young healthy individuals, 2016, Volume: 16, Issue: 1, Page: 68-73.
- 15) Kenneth Monaghan, Eamonn Delahunt, Brian Caulfield, Ankle function during gait in patients with chronic ankle instability compared to controls. *Clinical biomechanics.* Volume 21, Issue 2, February 2006, Pages 168-174
- 16) Lovfvenberg R, Karrholm J, Sundelin G, Ahlgren O. Prolonged reaction time in patients with chronic lateral instability of the ankle. *Am J Sports Med.* 23:414-417, 1995.
- 17) Gauffin H. Knee and Ankle Kinesiology and Joint Instability [master's thesis]. Linköping, Sweden: Linköping University; 1991.
- 18) Ground Reaction Forces in Gait: Statistical Analysis and Interpretation TEA MARASOVIĆ, MOJMIL CECIĆ, VLASTA ZANCHI. Laboratory for Biomechanics and Control Systems Faculty of Electrical Engineering, Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Split.
- 19) Turlough M. J., FitzGerald, Gregory Gruenuer & Estomih Mtui, Κλινική Νευροανατομία και Νευροεπιστήμες, Έκδοσεις Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ, 2009: 219-240. ISBN 978-960-399-842-6.
- 20) Richard L. Drake, Wayne Vogl, Adam W. M. Mitchell: Gray's Anatomy, Εκδόσεις Π.Χ. ΠΑΣΧΑΛΙΔΗΣ Α.Ε. (2007). ISBN 960-399-414-6.
- 21) Yang YR, Yen JG, Wang RY, Yen LL, Lieu FK. Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: A randomized controlled trial. *Sage Journal*, 2005.
- 22) Σταύρος Τ. Πλέσσας: Φυσιολογία Του Ανθρώπου, Εκδόσεις ΦΑΡΜΑΚΟΝ, 1<sup>η</sup> Έκδοση (2010): 487-488, 513-521. ISBN 978-960-89-84-5-4-7.
- 23) Waterman BR1, Owens BD, Davey S, Zacchilli MA, Belmont PJ Jr., The epidemiology of ankle sprains in the United States, *J Bone Joint Surg Am.* 2010 Oct 6;92(13):2279-84. doi: 10.2106/JBJS.I.01537.
- 24) Ferran NA1, Maffulli N.,Epidemiology of sprains of the lateral ankle ligament complex.,*Foot Ankle Clin.* 2006 Sep;11(3):659-62.

- 25) Burnett R., David & Campbell-Kyureghyan, Naira & Topp, Robert & Quesada, Peter. (2015). Research Article Biomechanics of Lower Limbs during Walking among Candidates for Total Knee Arthroplasty with and without Low Back Pain. BioMed Research International. 2015. 10.1155/2015/142562.

# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ CAI (Chronic ankle instability)

Όνομα: πόνυμο: \_\_\_\_\_

Τραυματισμένο πόδι: \_\_\_\_\_

Με αυτό το ερωτηματολόγιο, θέλουμε να τεκμηριώσουμε τις πιθανές επιπτώσεις που επιφέρει στην ποδοκνημική σας η αστάθεια που έχετε. Οι παρακάτω ερωτήσεις αναφέρονται σε δυσκολίες/προβλήματα που ίσως να έχετε λόγω αστάθειας της ποδοκνημικής σας, καθώς εκτελείτε διάφορες δραστηριότητες.

Διαβάστε κάθε ερώτηση προσεκτικά. Απαντήστε σε κάθε μια από αυτές βάζοντας (✓) στην απάντηση που περιγράφει καλύτερα την παρούσα κατάσταση σας (συγκρίνοντας με την προ τραυματισμού περίοδο). Αν μια ερώτηση δεν ισχύει, κατά τη γνώμη σας, σημειώστε την απάντηση «δεν ισχύει».

Προσπαθήστε να μην αφήσετε αναπάντητα ερωτήματα. Το κάθε ερωτηματολόγιο είναι προσωπικό, οπότε μην συμβουλευέστε άλλους.

1. Φοβάσαι το γεγονός να υποστείς ξανά διάστρεμμα στην ποδοκνημική σου άρθρωση;

Καθόλου     Λίγο     Μέτρια     Πολύ     Πάρα πολύ

2. Σε ποιο βαθμό δυσκολεύεται να πραγματοποιήσεις «κοψίματα» ή αλλαγές κατεύθυνσης (βάδιση, τρέξιμο, άλματα) λόγω του προβλήματος αστάθειας στην ποδοκνημική σου;

Κανένα     Μερικό     Μέτριο     Μεγάλο     Αδυνατά να εκτελέσω

3. Πόσο συχνά χρησιμοποιείς υλοστηρικτικά βοηθήματα για την άρθρωσή σου, όταν κάνεις άσκηση ή συμμετέχεις σε κάποια φυσική δραστηριότητα;

- Ποτέ     Σπάνια     Μερικές φορές     Συχνά     Πάντα
- Δεν ισχύει

4. Πόσο συχνά αποφεύγεις να εκτελείς κάποιες δραστηριότητες (περπάτημα, τρέξιμο, άλματα, «κοψίματα»), λόγω της αστάθειας στην ποδοκνημική σου;

- Καθόλου     Σπάνια     Μερικές φορές     Συχνά     Συνέχεια

5. Σε ποιο βαθμό δυσκολεύεται να περπατήσεις σε ανώμαλο έδαφος λόγω του προβλήματος αστάθειας στην ποδοκνημική σου;

- Κανένα     Μερικό     Μέτριο     Μεγάλο
- Αδυνατώ να εκτελέσω     Δεν ισχύει

6. Σε ποιο βαθμό έχει μειωθεί η γενική ποιότητα της συμμετοχής σου στα αθλήματα ή σε δραστηριότητες αναψυχής ως αποτέλεσμα της αστάθειας της άρθρωσης, όταν το συγκρίνεις με το προ-τραυματισμού επίπεδό σου;

- καθόλου     ελαφρώς     μετρίως     έντονα
- Εξαιρετικά     Δεν ισχύει

7. Πόσο ασταθή νιώθεις την ποδοκνημική σου άρθρωση;

- Καθόλου     Ελαφρώς     Αρκετά     Έντονα

Πολύ έντονα

8. Σε ποιο βαθμό δυσκολεύεσαι να εκτελέσεις άλματα λόγω του προβλήματος αστάθειας στην ποδοκνημική σου;

Κανένα  Μερικό  Μέτριο  Μεγάλο

Αδυνατώ να εκτελέσω  Δεν ισχύει

9. Σε ποιο βαθμό δυσκολεύεσαι να τρέξεις σε ομαλό έδαφος λόγω του προβλήματος αστάθειας στην ποδοκνημική σου;

Κανένα  Μερικό  Μέτριο  Μεγάλο

Αδυνατώ να εκτελέσω  Δεν ισχύει

10. Σε ποιο βαθμό δυσκολεύεσαι να τρέξεις σε ανώμαλο έδαφος λόγω του προβλήματος αστάθειας στην ποδοκνημική σου;

Κανένα  Μερικό  Μέτριο  Μεγάλο

Αδυνατώ να εκτελέσω  Δεν ισχύει

11. Πόσο συχνά τραυματίζεται ακόμη η ποδοκνημική σου;

Όχι πια  Σπάνια  Μερικές φορές  Συχνά

Συνέχεια



12. Αν υποστεί διάστρεμμα η ποδοκνημική σου άρθρωση, πόσο συχνά εμφανίζονται τα συμπτώματα όπως πόνος, δυσκαμψία και οίδημα;

Δεν εμφανίζονται  Σπάνια  Μερικές φορές  Συχνά

Πάντα  Δεν ισχύει

13. Κατά πόσο σε απασχολεί το πρόβλημα στην άρθρωσή σου;

Καθόλου  Ελαφρώς  Αρκετά  Πολύ

Πάρα πολύ

14. Σε ποιο βαθμό έχει επηρεαστεί η συμμετοχή σου σε κάποια αθλήματα ή κάποιες δραστηριότητες αναψυχής, λόγω του προβλήματος αστάθειας στην ποδοκνημική σου άρθρωση, εν συγκρίσει με το προ-τραυματισμού επίπεδο;

Καθόλου  Ελαφρώς  Αρκετά  Πολύ

Δεν συμμετέχω πια  Δεν ισχύει

## ΚΑΡΤΕΛΑ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ

ΟΝΟΜΑ

ΕΠΩΝΥΜΟ

<p style="text-align: center;">Ποδοκνημηκές</p> <p>Πόνος :</p> <p>Κριγμός :</p> <p>Αστάθεια:</p>	<p>Διάστρεμμα :</p> <p>Αντιμετώπιση :</p> <p>Άλλοι τραυματισμοί :</p>	
<p>Δεξίς Υπέρηχος</p>	<p>Αριστερός Υπέρηχος</p>	
<p>Υψος :</p> <p>Βάρος :</p> <p>Ηλικία :</p> <p>Έτος :</p>	<p style="text-align: center;">Διάμετρος</p> <p>Δ. Μηρού :</p> <p>Δ. Κνήμης :</p> <p>A. Μηρού :</p> <p>A. Κνήμης :</p>	<p>Κατάσταση Αρθρώσεων Κ.Α.</p> <p>Πόνος :</p> <p>Αστάθεια a:</p> <p>Κριγμός :</p> <p>Ε.Τ. :</p>

Πρόσθιο Συρτάρη : <input checked="" type="checkbox"/> *	Μονοποδικές : <input checked="" type="checkbox"/> *	Romberg : <input checked="" type="checkbox"/> *
--	---	---

# ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΟΣ ΥΠΕΡΗΧΟΣ

