



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η επίδραση της κόπωσης στην ισορροπιστική
ικανότητα και στη βραχυπρόθεσμη απόδοση σε
άτομα με ή χωρίς ιστορικό συνδεσμικού
τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση**

Σπουδάστρια: Καρκατσέλου Αικατερίνη

Εποπτεύων Καθηγητής: Δρ. Γκρίλιας Παναγιώτης

ΑΙΓΙΟ- 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι συνδεσμικοί τραυματισμοί στην ποδοκνημική άρθρωση είναι οι συνηθέστεροι τραυματισμοί στον αθλητισμό και γενικά στις σωματικές δραστηριότητες. Μετά από τον τραυματισμό του νευρικού και μυοσκελετικού ιστού είναι πιθανόν να εμφανιστούν ιδιοδεκτικές ελλείψεις και μπορεί να εκδηλωθούν ως μειωμένη αίσθηση της θέσης της άρθρωσης. Η λειτουργική αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης σαν όρος υποδεικνύει το υποκειμενικό αίσθημα του να «φεύγει» η άρθρωση από τη θέση της μετά από επανειλημμένα επεισόδια διαστρέμματος. Η παθογένεια της λειτουργικής αστάθειας της ποδοκνημικής άρθρωσης θεωρείται ότι περιλαμβάνει μηχανικές, μυϊκές και αισθητικοκινητικές ανεπάρκειες. Τα άτομα με ιστορικό διαστρέμματος έχουν πολλά ελλείματα στην δύναμη των μυών πέριξ της άρθρωσης και έχουν αυξημένη αστάθεια στην δοκιμασία της ισορροπίας με μονοποδική στήριξη σε σταθερή ή ασταθή επιφάνεια. Τα ευρήματα αυτά μας κέντρισαν το ενδιαφέρον για την παρούσα μελέτη. Στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη της ισορροπιστικής ικανότητας και της βραχυπρόθεσμης απόδοσης των ατόμων που έχουν υποστεί διάστρεμμα στην ποδοκνημική άρθρωση έπειτα από μια συνθήκη κόπωσης. Πρωταρχικό ερώτημα της μελέτης αυτής ήταν εάν η δοκιμασία κόπωσης θα επιδρούσε και θα είχε ως αποτέλεσμα στην μείωση της ισορροπιστικής ικανότητας και της νευρομυϊκής απόδοσης και δεύτερον, εάν θα επιδρούσε περισσότερο αρνητικά στα επικρατούν προς την πάθηση άκρα. Επίσης, ιδιαίτερη σημασία είχε η μελέτη των διποδικών αλλά και των μονοποδικών διαστρεμμάτων και οι διαφορές μεταξύ τους στην ισορροπιστική ικανότητα και στην νευρομυϊκή απόδοση. Στη μελέτη δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση, όσο το δυνατόν, στην πιο πρόσφατη βιβλιογραφική και αρθρογραφική τεκμηρίωση. Η αξιολόγηση των διαδικασιών έγινε με σύγχρονα και αξιόπιστα μηχανήματα ενώ τα αποτελέσματα ελέγχθηκαν για το επίπεδο της στατιστικής τους σημαντικότητας. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι η παρακάτω έρευνα βασίζεται σε ένα σύνολο παραμέτρων, οι οποίες είναι το δυναμοδάπεδο AMTI Force Platform, ο ηλεκτρονικός τάπητας αλμάτων προγράμματος Chronojump BoscoSystem, τα ερωτηματολόγια, η εξαγωγή-οργάνωση-καταγραφή-ανάλυση των αποτελεσμάτων και η βιβλιογραφική και αρθρογραφική μελέτη-ανασκόπηση.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η μυϊκή κόπωση, που ορίζεται ως οξεία εξασθένηση της ικανότητας παραγωγής μέγιστης δύναμης, ανεξάρτητα από το εάν η ίδια η εργασία μπορεί ακόμα να διεξαχθεί με επιτυχία, έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει τις μηχανικές ιδιότητες του μυός και το ιδιοδεκτικό σύστημα που απαιτείται για τη σταθερότητα της στάσης. Έχει παρατηρηθεί ότι η ισορροπία του σώματος διαταράσσεται όταν η δυσκολία της δοκιμασίας αυξάνεται, για παράδειγμα, μειώνοντας την ανταπόκριση από ένα ή περισσότερα αισθητήρια συστήματα ή μειώνοντας την αποτελεσματικότητα του νευρομυϊκού συστήματος με κόπωση. Η κόπωση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει την αστάθεια, παρόμοια με και χωρίς όραση, ανεξάρτητα από την στάση του σώματος.

ΣΚΟΠΟΣ: Η έρευνα που διεξήχθη είχε σκοπό να εξετάσει την επίδραση της κόπωσης στην ισορροπιστική ικανότητα και στη βραχυπρόθεσμη νευρομυϊκή απόδοση σε άτομα με ή χωρίς ιστορικό συνδεσμικού τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση.

ΜΕΘΟΔΟΣ: Το δείγμα που μελετήθηκε αποτελούνταν από 34 ενήλικες (15 άνδρες+19 γυναίκες). Το δείγμα χωρίστηκε σε τρεις ομάδες. Την ομάδα ελέγχου (5 άνδρες+6 γυναίκες), την ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα (3 άνδρες+9 γυναίκες) και την ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα (7 άνδρες+4 γυναίκες). Πραγματοποιήθηκε λήψη ιστορικού, συμπλήρωση ερωτηματολογίων, αξιολόγηση της ισορροπίας (single leg balance, ανοικτά και κλειστά μάτια) μέσω του δυναμοδάπεδου, αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης απόδοσης με επιτόπια άλματα με τη χρήση ηλεκτρονικού τάπητα και καταγραφή της μέγιστης απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης σε όλους τους συμμετέχοντες. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε μια συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης με την χρήση μιας λειτουργικής δοκιμασίας (Square-hop test) έως την εξάντληση και έπειτα επαναλήφθηκαν οι αρχικές συνθήκες αξιολόγησης ισορροπίας και νευρομυϊκής απόδοσης. Στο τελικό στάδιο έγινε η εξαγωγή, η οργάνωση και η ανάλυση των δεδομένων.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Ύστερα από στατιστική ανάλυση βρέθηκε ότι στο σύνολο των δοκιμαζόμενων η κόπωση επέδρασε αρνητικά στην μετατόπιση του ποδιού στήριξης κατά την μονοποδική ισορροπία στο δυναμοδάπεδο, ειδικά στον προσθιοπίσθιο άξονα Y που επηρεάζεται περισσότερο από τα άτομα σε συνδεσμικό τραυματισμό, με στατιστικά σημαντική διαφορά $p=0.002$. Στην ισορροπιστική ικανότητα με κλειστά μάτια η επίδραση της κόπωσης ήταν καθοριστική σε όλες τις ομάδες, με την μεγαλύτερη ελάττωση χρόνου διατήρησης της στάσης να σημειώνεται στα άτομα με διποδικά διαστρέμματα στα επικρατούντα προς την πάθηση άκρα, με 55% μείωση χρόνου μετά την κόπωση και στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση $p=0.000$. Η κόπωση επέφερε μείωση στην βραχυπρόθεσμη απόδοση σε όλες τις ομάδες, με τις μεγαλύτερες διαφορές στο ύψος του άλματος να παρατηρούνται στην δοκιμασία του μονοποδικού άλματος ($p\leq 0.001$).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ: Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης υποστηρίζουν ότι ο νέος τρόπος πρόκλησης μυϊκής κόπωσης με την προσαρμοσμένη λειτουργική δοκιμασία Square Hop test προτείνεται σαν εναλλακτικός, έγκυρος και λειτουργικός τρόπος πρόκλησης κόπωσης στους μύες που ευθύνονται για την σταθερότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης. Η επίδραση της κόπωσης στην ισορροπιστική ικανότητα και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση ήταν καθοριστική σε όλους τους δοκιμαζόμενους, ανεξαρτήτου ομάδας.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρόλογος	i
Περίληψη	ii
Πίνακας Περιεχομένων	iii
Περιεχόμενα Εικόνων	v
Περιεχόμενα Πινάκων	vi
Περιεχόμενα Διαγραμμάτων	vi
Κεφάλαιο 1 ^ο : Εισαγωγή	1
1.1 Σκοπός και χρησιμότητα έρευνας	2
1.2 Ερευνητικά ερωτήματα	3
1.3 Περιορισμοί	3
1.4 Μεταβλητές της έρευνας και συντομογραφίες.....	4
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	
Κεφάλαιο 2 ^ο : Ανατομικά στοιχεία και Εμβιομηχανική ποδοκνημικής άρθρωσης.....	5
2.1 Ανατομία Ποδοκνημικής άρθρωσης	5
2.2 Άξονες κίνησης	8
2.3 Κινήσεις ποδοκνημικής άρθρωσης	9
Κεφάλαιο 3 ^ο : Ισορροπιστική ικανότητα	10
3.1 Ισορροπία	10
3.2 Κινησθησία και ιδιοδεκτικότητα	11
3.3 Κινητικός έλεγχος και ισορροπιστική ικανότητα	12
3.4 Μέθοδοι αξιολόγησης ισορροπιστικής ικανότητας	14
Κεφάλαιο 4 ^ο : Διαστρέμματα.....	16
4.1 Ορισμός κάκωσης	16
4.2 Επιδημιολογία	17
4.3 Μηχανισμοί κάκωσης	18
4.4 Κλινικά σημεία	19
4.5 Διάγνωση και Ταξινόμηση διαστρέμματος	19
4.6 Επιπτώσεις και Πρόγνωση	21
4.7 Χρόνια αστάθεια	21
4.8 Προγράμματα αποκατάστασης	22

Κεφάλαιο 5^ο : Απόδοση και Ισορροπιστική ικανότητα υπό συνθήκες κόπωσης.....	29
5.1 Ορισμός και κατηγορίες απόδοσης και κόπωσης	29
5.2 Φυσιολογικές αποκρίσεις κόπωσης	30
5.3 Επιδράσεις της κόπωσης στην ισορροπία.....	31
5.4 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης και αξιολόγησης κόπωσης.....	34
5.5 Αξιολόγηση της απόδοσης.....	38

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 6^ο : Μεθοδολογία	39
6.1 Δείγμα – Κριτήρια επιλογής	39
6.2 Όργανα και εξοπλισμός	39
6.3 Πειραματικός σχεδιασμός.....	41
Πειραματική Διαδικασία	42
6.4 Προκαταρτικές μετρήσεις	42
6.5 Εξοικείωση και προετοιμασία εξεταζόμενων–1 ^η Συνεδρία.....	42
6.6 Κύριες πειραματικές συνθήκες	44
6.6.1 Δοκιμασία αξιολόγησης μονοποδικής ισορροπίας.....	44
6.6.2 Δοκιμασία αξιολόγησης βραχυπρόθεσμης απόδοσης.....	45
6.6.3 Συνθήκη κόπωσης.....	47
Κεφάλαιο 7^ο : Αποτελέσματα	48
7.1 Εξαγωγή δεδομένων και στατιστική επεξεργασία	48
7.2 Αποτελέσματα έρευνας	50
7.3 Συζήτηση – Συμπεράσματα	62
ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ	68
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	71
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	72

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 Κάκωση ποδοκνημικής άρθρωσης κατά τη διάρκεια αθλητικής δραστηριότητας. (Προσαρμοσμένο από www.physio-kinisi.gr/διαστρεμμα-ποδοκνημικης-και-αμεση-απ/).....	2
Εικόνα 2.1 Ο άκρος πόδας και συνδεσμική του κάλυψη. (Προσαρμοσμένο από www.getgoing-getrunning.com/2013/06/26/ankle-injury-rehabilitation-commences/)	6
Εικόνα 2.2 Οι περονιαίοι μύες. (Προσαρμοσμένο από www.docplayer.gr/1962427-Antimetopisi-tis-astatheias-tis-podoknimikis-arthrosis.html)	7
Εικόνα 2.3 Οι άξονες κίνησης στην ποδοκνημική άρθρωση. (Προσαρμοσμένο από www.aneskey.com/ankle-and-foot/)	8
Εικόνα 2.4 Οι κινήσεις της ποδοκνημικής άρθρωσης. (Προσαρμοσμένο από www.http://bjdonline.org/the-foot-ankle/)	9
Εικόνα 3.1 AMTI Force Platform - Single Leg Balance test. Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος.	15
Εικόνα 3.2 Chronojump BoscoSystem - Εφαρμογή hop test. Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος)	15
Εικόνα 4.1 Διάστρεμμα στην ποδοκνημική άρθρωση. (Προσαρμοσμένο από www.muscleclinic.co.uk/factors-involved-in-recovery-times-for-soft-tissue-injuries/).....	16
Εικόνα 4.2 Διάστρεμμα κάκωσης υπτιασμού και πρηνισμού στην ποδοκνημική άρθρωση. (Προσαρμοσμένο από http://www.drallenmassihi.com/ankle-sprain-and-strains/)	18
Εικόνα 4.3 Ταξινόμηση διαστρεμμάτων σύμφωνα με τον βαθμό συνδεσμικής κάκωσης. (Προσαρμοσμένο από http://fitstopphysicaltherapy.com/2016/02/what-is-a-sprain-and-what-can-i-do-about-it/)	20
Εικόνα 4.4 Πρωτόκολλο Κ.Α.Π.Α. - Κρυοθεραπεία, Ανάπαυση, Πιεστική επίδεση, Ανάρροπη θέση. (Προσαρμοσμένο από www.yourphysio.org.uk/new-pain-problem/managing-a-soft-tissue-injury/)	23
Εικόνα 4.5 Αποκατάσταση συνδεσμικού τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση. (Προσαρμοσμένο από http://chelseaeatstreats.com/lets-talk-half-marathons/cure-your-ankle-sprain/)	24
Εικόνα 5.1 Μηχανισμός παραγωγής μεταβολικών ουσιών έπειτα από μυϊκή κόπωση. (Προσαρμοσμένο από https://backyardbrains.com/experiments/fatigue)	30
Εικόνα 6.1 Όργανα και εξοπλισμός. (Προσαρμοσμένο από https://summitmedsci.co.uk/products/amti-optima-hps/ , www.casio-intl.com/in/en/wat/watch_detail/HS-80TW-1/ , http://www.sciencetech.gr/product_info.php/cPath/1_3_180/products_id/953 , λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος).....	40
Εικόνα 6.2 Καταγραφή σωματομετρικών χαρακτηριστικών με μεζούρα. (Προσαρμοσμένο από www.behmmjc.com/limb-length-discrepancy/ & www.iconspng.com/image/38996/height-measurement)	41
Εικόνα 6.3 Ποσοτική αξιολόγηση της απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης με πελματιαία και ραχιαία κάμψη άκρου ποδός σε συγκεκριμένο ρυθμό. Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος.....	43
Εικόνα 6.4 Αξιολόγηση της ισορροπιστικής ικανότητας μονοποδικά στο δυναμοδάπεδο. Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος.....	45

Εικόνα 6.5 Αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης απόδοσης μονοποδικά στον ηλεκτρονικό τάπητα αλμάτων. Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος.	46
Εικόνα 6.6 Κόπωση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης με το Square Hop test. Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο (Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος).....	47
Εικόνα 7.1 Οι άξονες Y και X στο δυναμοδάπεδο. Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος.....	49

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1.1 Ειδικά πρωτόκολλα προπόνησης/παρέμβασης για πρόληψη τραυματισμών στην ποδοκνημική άρθρωση.	25
Πίνακας 4.1.2 Ειδικά πρωτόκολλα προπόνησης/παρέμβασης για πρόληψη τραυματισμών στην ποδοκνημική άρθρωση.	26
Πίνακας 4.2.1 Ειδικά πρωτόκολλα προπόνησης/παρέμβασης για αποκατάσταση τραυματισμών στην ποδοκνημική άρθρωση.	27
Πίνακας 4.2.1 Ειδικά πρωτόκολλα προπόνησης/παρέμβασης για αποκατάσταση τραυματισμών στην ποδοκνημική άρθρωση.	28
Πίνακας 5.1.1 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης και επίδραση της κόπωσης στην ισορροπιστική ικανότητα.	32
Πίνακας 5.1.2 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης και επίδραση της κόπωσης στην ισορροπιστική ικανότητα.	33
Πίνακας 5.2.1 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης και αξιολόγηση/ποσοτικοποίηση της κόπωσης.	36
Πίνακας 5.2.2 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης και αξιολόγηση/ποσοτικοποίηση της κόπωσης.	37
Πίνακας 7.1 Διαχωρισμός του δείγματος σύμφωνα με τα ερωτηματολόγια και το ιστορικό τραυματισμών κάτω άκρων.....	49

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Σχήμα 7.1.1 Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες Y και ABS.....	50
Σχήμα 7.1.2 Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες X, Y και ABS.....	51
Σχήμα 7.2.1 Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με μονοποδικά διαστρέμματα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες Y και ABS.....	52
Σχήμα 7.2.2 Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με μονοποδικά διαστρέμματα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στον άξονα X	52
Σχήμα 7.2.3 Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα στα τραυματισμένα κάτω άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες X, Y και ABS.....	53

Σχήμα 7.3.1 Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες X,Y και ABS.....	54
Σχήμα 7.3.2 Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες Y και ABS.....	54
Σχήμα 7.3.3 Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα στα επικρατές προς την πάθηση άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες Y και ABS.....	55
Σχήμα 7.3.4 Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα στα μη επικρατές προς την πάθηση άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες X,Y και ABS.....	55
Σχήμα 7.4.1 Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες X,Y και ABS.....	56
Σχήμα 7.4.2 Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα ελέγχου στα κυρίαρχα άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στον άξονα X.....	57
Σχήμα 7.4.3 Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα ελέγχου στα μη κυρίαρχα άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στους άξονες X και Y.....	57
Σχήμα 7.5.1 Η μείωση του χρόνου στήριξης πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία μονοποδικής ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα.....	58
Σχήμα 7.5.2 Η μείωση του χρόνου στήριξης πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία μονοποδικής ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα.....	59
Σχήμα 7.5.3 Η μείωση του χρόνου στήριξης πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία μονοποδικής ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ομάδα ελέγχου.....	59
Σχήμα 7.6.1 Η μείωση του ύψους πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία του μονοποδικού άλματος.....	60
Σχήμα 7.6.2 Η μείωση του ύψους πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία του μονοποδικού άλματος.....	61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ικανότητα του ατόμου να εκτελεί κάποια εργασία ή αθλητική δραστηριότητα υπό συνθήκες κόπωσης είναι μεγάλης σημασίας. Η κόπωση, που ορίζεται ως οξεία εξασθένηση της ικανότητας παραγωγής μέγιστης δύναμης, φαίνεται πως είναι υπεύθυνη για την απευαισθητοποίηση των μυϊκών ατράκτων και των προσαγωγών οδών προς το κεντρικό νευρικό σύστημα, προκαλώντας επιβράδυνση της αντανακλαστικής κίνησης του ατόμου σε εξωτερικές αλλαγές και διαταραχές. Ο αντίκτυπος αυτός στο κεντρικό νευρικό σύστημα αυξάνει την προδιάθεση για τραυματισμό (Yalfani et al., 2017). Έχει παρατηρηθεί ότι η ισορροπία του σώματος διαταράσσεται όταν η δυσκολία της δοκιμασίας αυξάνεται, για παράδειγμα, μειώνοντας την ανταπόκριση από ένα ή περισσότερα αισθητήρια συστήματα ή μειώνοντας την αποτελεσματικότητα του νευρομυϊκού συστήματος με κόπωση. Η κόπωση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει την αστάθεια, παρόμοια με και χωρίς όραση, ανεξάρτητα από την στάση του σώματος (Bisson et al., 2010). Η λειτουργική αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης σαν όρος υποδεικνύει το υποκειμενικό αίσθημα του να «φεύγει» η άρθρωση από τη θέση της μετά από επανειλημμένα επεισόδια διαστρέμματος. Η παθογένεια της λειτουργικής αστάθειας της ποδοκνημικής άρθρωσης θεωρείται ότι περιλαμβάνει μηχανικές, μυϊκές και αισθητικοκινητικές ανεπάρκειες (Kaminski et al., 2003). Οι συνδεσμικοί τραυματισμοί στην ποδοκνημική άρθρωση είναι οι πιο συνήθεις τραυματισμοί στον αθλητισμό και γενικά στις σωματικές δραστηριότητες. Μετά από τον τραυματισμό του νευρικού και μυοσκελετικού ιστού είναι πιθανόν να εμφανιστούν ιδιοδεκτικές ελλείψεις και μπορεί να εκδηλωθούν ως μειωμένη αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (Willems et al., 2002). Έπειτα από ερευνητικές μελέτες διαπιστώθηκε πως τα άτομα με ιστορικό διαστρέμματος έχουν πολλά ελλείματα στην δύναμη των μυών πέριξ της άρθρωσης και έχουν αυξημένη αστάθεια στην δοκιμασία της ισορροπίας με μονοποδική στήριξη σε σταθερή ή ασταθή επιφάνεια (Cleland et al., 2013). Συνοψίζοντας, η επίδραση της μυϊκής κόπωσης της ποδοκνημικής άρθρωσης στην ισορροπιστική ικανότητα και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον να διερευνηθεί, όχι μόνο σε υγιή άτομα αλλά, ειδικότερα σε άτομα που έχουν υποστεί στο παρελθόν συνδεσμικούς τραυματισμούς.

1.1 Σκοπός και χρησιμότητα έρευνας

Πρωταρχικός σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν κατά πόσο η μυϊκή κόπωση μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ισορροπία του ατόμου, ανεξάρτητα εάν έχει υποστεί στο παρελθόν συνδεσμικό τραυματισμό στην ποδοκνημική άρθρωση. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται ένας νέος τρόπος για την πρόκληση της μυϊκής κόπωσης, χρησιμοποιώντας μια λειτουργική δοκιμασία αξιολόγησης ισορροπίας ως δοκιμασία κόπωσης, προσομοιάζοντας στις πραγματικές συνθήκες που προκαλείται ένας συνδεσμικός τραυματισμός. Η σύγκριση αυτών των δεδομένων σε ένα σύνολο ατόμων διαφορετικής κατηγορίας (υγιά από συνδεσμικούς τραυματισμούς, άτομα με μονοποδικά διαστρέμματα και άτομα με διποδικά διαστρέμματα) δημιουργεί πολλά ερωτήματα που παίρνουν απάντηση στην παρούσα μελέτη. Η χρησιμότητα της συγκεκριμένης έρευνας έγκειται στην ολοκλήρωση των γνώσεων γύρω από την επίδραση της κόπωσης στην ισορροπιστική ικανότητα του ατόμου και η ενημέρωση για την πρόληψη μυοσκελετικών τραυματισμών στον χώρο του αθλητισμού και όχι μόνο.



Εικόνα 1.1 Κάκωση ποδοκνημικής άρθρωσης κατά τη διάρκεια αθλητικής δραστηριότητας

1.2 Ερευνητικά ερωτήματα

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

- Η δοκιμασία κόπωσης είχε ως αποτέλεσμα την κόπωση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης;
- Η δοκιμασία κόπωσης που υποβλήθηκαν οι δοκιμαζόμενοι είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της ισορροπιστικής ικανότητας και νευρομυϊκής απόδοσης;
- Η δοκιμασία κόπωσης επέδρασε περισσότερο αρνητικά στο πάσχον άκρο έναντι του υγιούς σε άτομα που είχαν υποστεί διαστρέμματα στο ένα πόδι;
- Η δοκιμασία κόπωσης επέδρασε περισσότερο αρνητικά στο επικρατούν προς την πάθηση άκρο έναντι του μη επικρατούντος προς την πάθηση άκρου σε άτομα που είχαν υποστεί διαστρέμματα και στα 2 πόδια;
- Η ύπαρξη ιστορικού διαστρέμματος στο παρελθόν έναντι της μη ύπαρξης διαστρέμματος έχει ως αποτέλεσμα μειωμένη ισορροπιστική ικανότητα και νευρομυϊκή απόδοση;
- Το πόδι που είναι πιο ασταθές έναντι του πιο σταθερού παρουσιάζει διαφορές ως προς την ισορροπιστική ικανότητα και νευρομυϊκή απόδοση σε άτομα που είχαν υποστεί διαστρέμματα και στα 2 πόδια;

1.3 Περιορισμοί

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ερμηνεύονται από τους παρακάτω περιορισμούς :

- Η καταγραφή του ιστορικού τραυματισμού έγινε με ειδικό ερωτηματολόγιο πριν τη δοκιμασία του εξεταζόμενου.
- Το ιστορικό, ο αριθμός και η σοβαρότητα του κάθε τραυματισμού κρίθηκε σύμφωνα με την υποκειμενικότητα του εκάστοτε εξεταζόμενου.

- Στα άτομα που είχαν υποστεί διαστρέμματα και στα δύο πόδια η επιλογή του επικρατούντος προς την πάθηση άκρου έγινε με την συμπλήρωση ερωτηματολογίου που κρίθηκε σύμφωνα με την υποκειμενικότητα του εκάστοτε εξεταζόμενου.
- Η αξιολόγηση της νευρομυϊκής απόδοσης έγινε σε διαφορετική τοποθεσία από την δοκιμασία κόπωσης και ισορροπιστικής ικανότητας, με αποτέλεσμα στην επανεξέταση της μετά την συνθήκη κόπωσης να έχει χρονική διαφορά 2-4 λεπτά σε σχέση με την αξιολόγηση της ισορροπίας, που ήταν απευθείας μετά την συνθήκη κόπωσης.

1.4 Μεταβλητές της έρευνας και συντομογραφίες

Μέσος όρος: M.O.

Τυπική Απόκλιση: S.D.

1Leg: Ομάδα με μονοποδικά διαστρέμματα ποδοκνημικής.

2Leg: Ομάδα με διποδικά διαστρέμματα ποδοκνημικής.

Control: Ομάδα ελέγχου

Πάσχον μέλος: Στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα το κάτω άκρο που έχει υποστεί συνδεσμικό τραυματισμό.

Υγιές μέλος: Στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα το κάτω άκρο που δεν έχει υποστεί συνδεσμικό τραυματισμό.

Επικρατούν ως προς την πάθηση: Στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα το κάτω άκρο που είναι πιο επιβαρυνμένο από συνδεσμικούς τραυματισμούς σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο αστάθειας και το ιστορικό συνδεσμικών τραυματισμών στην ποδοκνημική.

Μη επικρατούν ως προς την πάθηση: Στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα το κάτω άκρο που είναι λιγότερο επιβαρυνμένο από συνδεσμικούς τραυματισμούς σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο αστάθειας και το ιστορικό συνδεσμικών τραυματισμών στην ποδοκνημική.

Κυρίαρχο μέλος: Στην ομάδα ελέγχου το κάτω άκρο που είναι επικρατέστερο σύμφωνα με το τεστ πλευρίωσης.

Μη Κυρίαρχο μέλος: Στην ομάδα ελέγχου το κάτω άκρο που δεν είναι επικρατέστερο σύμφωνα με το τεστ πλευρίωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ

2.1 Ανατομία ποδοκνημικής άρθρωσης

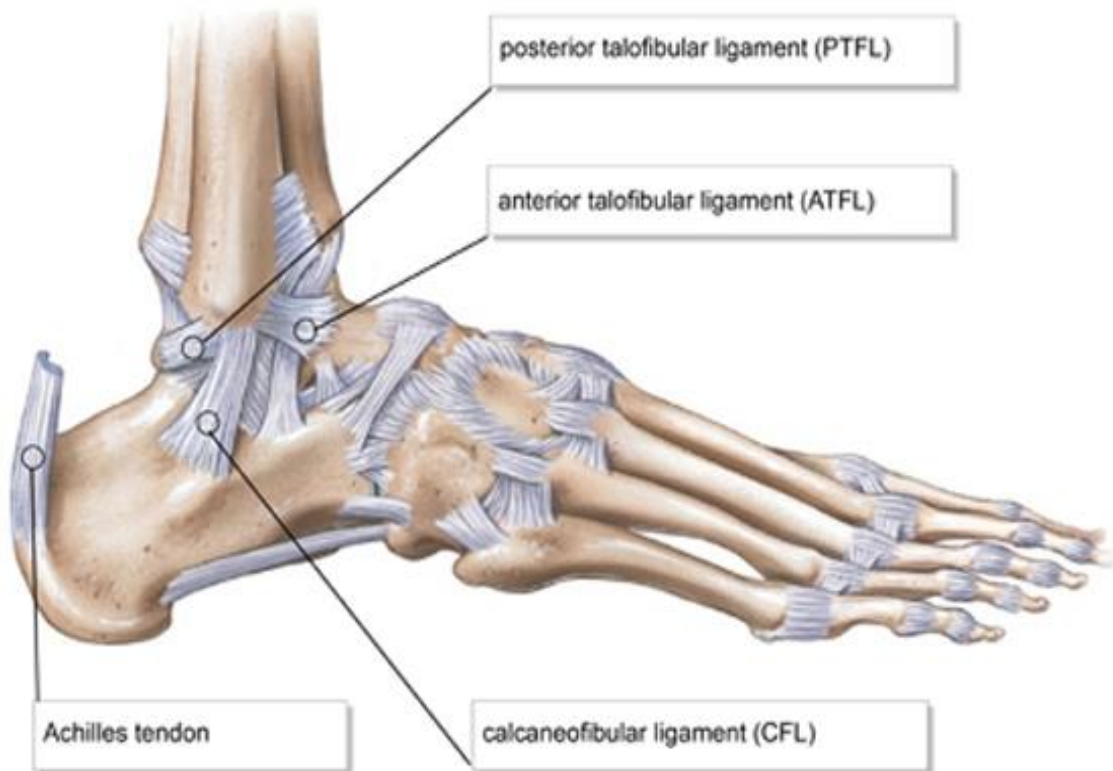
Η ανατομική περιοχή της κνήμης αποτελείται από τα οστά της κνήμης και της περόνης. Το οστό της κνήμης αρθρώνεται με τους κονδύλους του μηριαίου οστού προς τα πάνω και με τον αστράγαλο προς τα κάτω, μεταδίδοντας το βάρος του σώματος. Η περόνη λειτουργεί κυρίως ως θέση πρόσφυσης μυών, αλλά είναι επίσης σημαντική για την σταθερότητα της ποδοκνημικής διάρθρωσης (Moore, 2013).

Το άνω ή κάτω μέρος πέρας της κνήμης είναι μικρότερο από το εγγύς άκρο, επεκτεινόμενο μόνο προς τα έσω· η έσω επέκταση εκτείνεται κάτω από το υπόλοιπο της διάφυσης ως το έσω σφυρό. Η κάτω επιφάνεια της διάφυσης και η έξω επιφάνεια του έσω σφυρού αρθρώνονται με τον αστράγαλο και καλύπτονται με αρθρικό χόνδρο. Ο αστράγαλος είναι το δεύτερο μεγαλύτερο οστό του ταρσού και το κύριο φορτιζόμενο οστό της άρθρωσης που συνδέει την κνήμη με το πόδι. Η περόνη δεν υποστηρίζει το βάρος του σώματος. Αυτή χρησιμεύει κυρίως για προσφύσεις μυών, χορηγώντας κατάφυση για ένα μυ και έκφυση για οκτώ μύες. Το κάτω άκρο μεγεθύνεται και επεκτείνεται προς τα έξω και προς τα κάτω ως το έξω σφυρό. Τα σφυρά σχηματίζουν τα έξω τοιχώματα της ορθογώνιας γλήνης, που αποτελεί το άνω στοιχείο της διάρθρωσης των σφυρών ή ποδοκνημικής διάρθρωσης, και χορηγούν πρόσφυση για τους συνδέσμους που σταθεροποιούν αυτήν την διάρθρωση (Moore, 2013).

Η άρθρωση των σφυρών ή ποδοκνημική διάρθρωση είναι μια γίγγλυμη ή γωνιώδης διάρθρωση. Αυτή εντοπίζεται στο κάτω άκρο της κνήμης και της περόνης και στην άνω μοίρα του αστραγάλου. Τα σφυρά γραπώνουν τον αστράγαλο σφιχτά καθώς αυτός κινείται μέσα στη γλήνη ή στο δίκρανο των σφυρών κατά τη διάρκεια των κινήσεων της διάρθρωσης.

Η ποδοκνημική διάρθρωση είναι σχετικά ασταθής κατά τη διάρκεια της πελματιαίας κάμψης επειδή η τροχιλία είναι στενότερη προς τα πίσω, και επομένως, βρίσκεται σχετικά χαλαρά μέσα στη γλήνη ή στο δίκρανο των σφυρών. Κατά τη διάρκεια της πελματιαίας κάμψης γίνονται οι περισσότερες κακώσεις της ποδοκνημικής διάρθρωσης (Moore, 2013).

Η ποδοκνημική διάρθρωση ενισχύεται προς τα έξω από τον έξω πλάγιο σύνδεσμο των σφυρών, μια σύνθετη δομή που αποτελείται από τρεις πλήρως ξεχωριστούς συνδέσμους: από τον πρόσθιο αστραγαλοπερονικό σύνδεσμο, τον οπίσθιο αστραγαλοπερονικό σύνδεσμο και τον πτερνοπερονικό σύνδεσμο. Ο πρόσθιος αστραγαλοπερονικός σύνδεσμος είναι ο πιο επιρρεπής και με μεγαλύτερη συχνότητα σύνδεσμος με ρήξη κατά τη διάρκεια των διαστρεμμάτων της ποδοκνημικής άρθρωσης, είτε με μερική ρήξη είτε με πλήρη ρήξη, προκαλώντας αστάθεια της ποδοκνημικής διάρθρωσης (Moore, 2013).

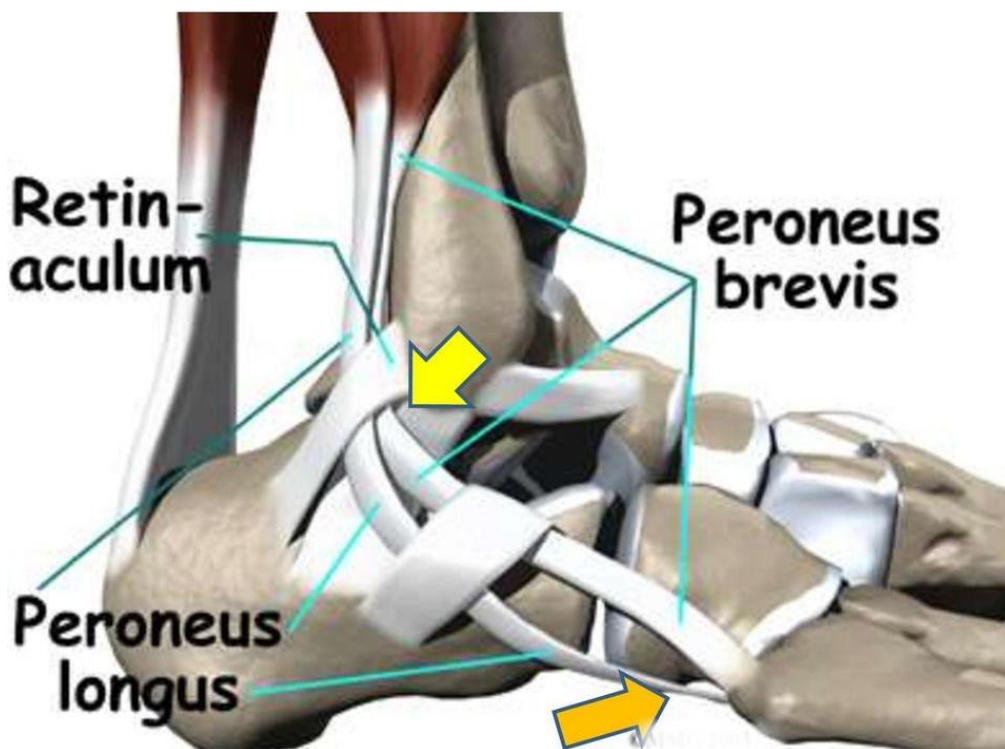


Εικόνα 2.1 Ο άκρος πόδας και συνδεσμική του κάλυψη.

Όσον αφορά στους μύες που κινούν την ποδοκνημική άρθρωση, κανένας μυς δεν προσφύεται στον αστράγαλο (Φαχαντίδου-Τσιλιγκιρογλου, 1989). Συγκεντρωτικά, στο πρόσθιο διαμέρισμα της κνήμης περιέχονται οι ραχιαίοι εκτείνοντες της ποδοκνημικής διάρθρωσης, στο οπίσθιο διαμέρισμα της κνήμης υπάρχουν ο γαστροκνήμιος, ο υποκνημίδιος και οι πελματιαίοι καμπτήρες των δακτύλων, και τέλος, στο έξω διαμέρισμα της κνήμης είναι οι πρηνιστές μύες του άκρου ποδός.

Ως πρηνιστές, οι περωναίοι μύες δρουν κατά την υπαστραγαλική και τις εγκάρσιες ταρσαίες διαρθρώσεις. Από την ουδέτερη θέση, μόνο μερικές μοίρες πρηνισμού είναι δυνατές. Στην πράξη, η κύρια λειτουργία των πρηνιστών του άκρου ποδός δεν είναι η ανύψωση του έξω χείλους αλλά η σταθεροποίηση του έσω χείλους του άκρου ποδός για την υποστήριξη της φάσης αποκόλλησης των δακτύλων από το έδαφος κατά το βάδισμα, ιδιαίτερα δε κατά το τρέξιμο και η αντίσταση σε υπερβολικό υπτιασμό του άκρου ποδός. Κατά την όρθια στάση (και ιδιαίτερα όταν γίνεται ισορροπία μόνο στο ένα πόδι), οι περωναίοι μύες συσπώνται για να αντισταθούν στην προς τα έσω παρέκκλιση (Moore, 2013).

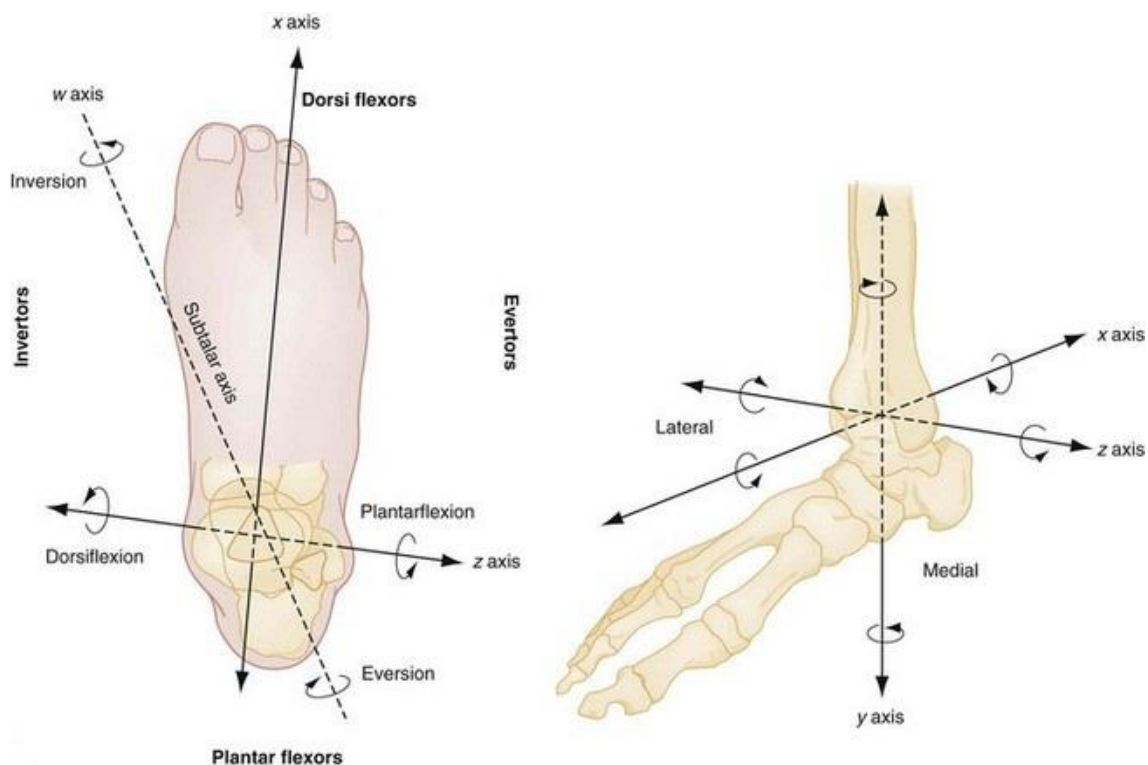
Οι Konradsen et al. (1998) υποστήριξαν ότι οι περωναίοι μύες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην προστασία των τραυμάτων του αστραγάλου, επειδή είναι οι κύριοι αγωνιστές του ποδιού και αστραγάλου, οι οποίοι μπορούν να αντισταθούν σε κινήσεις υπτιασμού που μπορεί να οδηγήσουν σε τραυματισμό. Τα ελλείμματα των μυϊκών λειτουργιών που έχουν αναφερθεί στους περιφερειακούς μυς μετά από τραυματισμό του αστραγάλου περιλαμβάνουν μειωμένη ενεργοποίηση των μυών κατά τη διάρκεια βηματισμού και άλματος, μειωμένη μυϊκή δύναμη και συνεχώς αυξημένο χρόνο αντίδρασης των μυών σε προσομοιωμένα διαστρέμματα.



Εικόνα 2.2 Οι περωναίοι μύες

2.2 Άξονες κίνησης

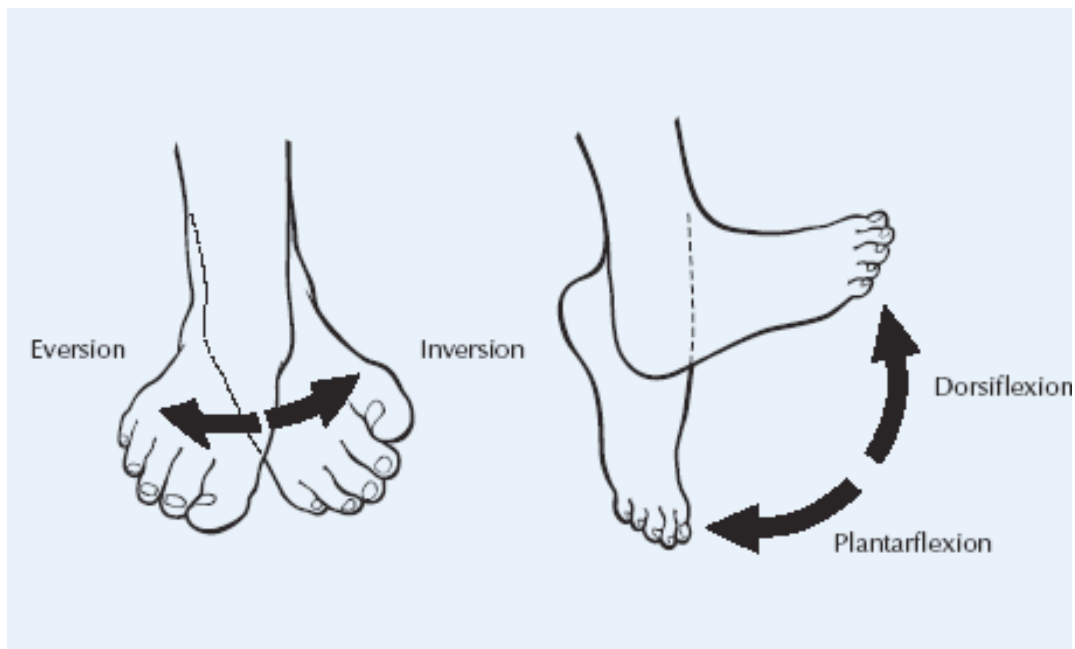
Στην εξέταση της ανθρώπινης κίνησης είναι χρήσιμο να καθορίσουμε ένα σύστημα αξόνων πάνω στο σώμα, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει περιγραφή της κίνησης των μελών του σώματος ως προς αυτό το σύστημα. Θεωρώντας το κέντρο της μάζας του σώματος ως σημείο αναφοράς, το σταθερό σύστημα αξόνων του σώματος είναι το XYZ, όπου: X (προσθιοπίσθιος άξονας ή οβελιαίος) είναι αυτός που διαπερνά το σώμα από πίσω προς τα εμπρός, Y (εγκάρσιος άξονας ή μετωπιαίος) είναι αυτός που διαπερνά το σώμα δεξιά προς τα αριστερά και Z (επιμήκης άξονας) είναι ο άξονας που διαπερνά το σώμα κατά μήκος του από κάτω προς τα επάνω (Κόλλιας, 2007). Ο μετωπιαίος άξονας είναι κάθετος στο οβελιαίο επίπεδο. Περιστροφή στο μετωπιαίο επίπεδο λαμβάνει χώρα στον οβελιαίο άξονα και περιστροφή στο εγκάρσιο επίπεδο λαμβάνει χώρα στον επιμήκη άξονα. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι καθένας από τους τρεις αυτούς άξονες σχετίζεται άμεσα με το επίπεδο στο οποίο είναι κάθετος (Hall, 2005). Στον προσθιοπίσθιο άξονα ρυθμίζονται οι κινήσεις από την αστραγαλοκνημιαία άρθρωση ενώ από τον εγκάρσιο οι κινήσεις από την αστραγαλοπτερνική άρθρωση (Eils & Rosenbaum, 2001).



Εικόνα 2.3 Οι άξονες κίνησης στην ποδοκνημική άρθρωση.

2.3 Κινήσεις ποδοκνημικής άρθρωσης

Οι κύριες κινήσεις της ποδοκνημικής άρθρωσης είναι οι ραχιαία κάμψη και η πελματιαία κάμψη του άκρου ποδός, οι οποίες γίνονται γύρω από τον εγκάρσιο άξονα που περνάει μέσω του αστραγάλου. Η ραχιαία κάμψη παράγεται από τους μυς του πρόσθιου διαμερίσματος της κνήμης ενώ η πελματιαία κάμψη παράγεται από τους μυς του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης (Moore, 2013). Οι κινήσεις του άκρου πόδα που συμβαίνουν πολύ συχνά στο μετωπιαίο επίπεδο είναι η ανάσπαση έσω και έξω χείλους. Η προς τα έξω στροφή του πέλματος του ποδιού λέγεται ανάσπαση έξω χείλους, ενώ η προς τα έσω στροφή λέγεται ανάσπαση έσω χείλους. Οι όροι απαγωγή και προσαγωγή χρησιμοποιούνται επίσης για να περιγράψουν προς τα έξω και προς τα έσω κίνηση όλου του κάτω άκρου. Οι όροι πρηνισμός και υπτιασμός χρησιμοποιούνται συχνά για να περιγράψουν την κίνηση που λαμβάνει χώρα στην ποδοκνημική άρθρωση. Ο πρηνισμός αποτελείται από συνδυασμό ανάσπασης έξω χείλους, απαγωγής και ραχιαίας κάμψης, ενώ ο υπτιασμός αποτελείται από συνδυασμό ανάσπασης έσω χείλους, προσαγωγής και πελματιαίας κάμψης (Hall, 2005).



Εικόνα 2.4 Οι κινήσεις της ποδοκνημικής άρθρωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΙΣΟΡΡΟΠΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

3.1 Ισορροπία

Η σταθερότητα της στάσης, η λεγόμενη ισορροπία, ορίζεται ως η ικανότητα διατήρησης του κέντρου βάρους εντός της βάσης στήριξης. Η ισορροπία των δυνάμεων που ασκούνται στο μυοσκελετικό σύστημα έχει ως αποτέλεσμα την ισορροπία του ατόμου στην όρθια θέση και την ευθυτενή στάση σε σχέση με τη βαρύτητα. Η ισορροπία διακρίνεται περαιτέρω σε δύο κατηγορίες, την στατική και δυναμική. Οι στατικές στάσεις παρατηρούνται με το σώμα σε ηρεμία σε αντίθεση με τις δυναμικές, που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια των κινήσεων (Hoogenboom et al., 2016). Σύμφωνα με τον νόμο του Νεύτωνα, για να είναι ένα άτομο σε ισορροπία είναι είτε ακίνητο είτε κινείται με σταθερή ταχύτητα. Για να βρίσκεται ένα σώμα σε κατάσταση στατικής ισορροπίας πρέπει η συνισταμένη των κατακόρυφων και οριζόντιων δυνάμεων, καθώς και των ροπών, να είναι μηδέν. Σύμφωνα με την αρχή του D' Alembert, τα σώματα που βρίσκονται σε κίνηση θεωρούνται ότι είναι σε δυναμική ισορροπία με όλες τις δυνάμεις που επιδρούν να προκαλούν ίσες και αντίθετα κατευθυνόμενες δυνάμεις αδράνειας (Hall, 2005).

Τρία περιφερικά αισθητικά συστήματα είναι σημαντικά για τον έλεγχο της στάσης και της ισορροπίας: οι υποδοχείς όρασης, το αιθουσαίο σύστημα και οι σωματικοαισθητικοί υποδοχείς. Η ισορροπία διατηρείται κυρίως από τις κινήσεις στην ποδοκνημική άρθρωση, στο γόνατο και στο ισχίο και μπορεί να διαταραχθεί όταν το κέντρο της ισορροπίας δεν μπορεί να προσδιοριστεί από τους υποδοχείς. Και τα τρία αυτά συστήματα συνεργούν και είναι εξίσου σημαντικά για την διατήρηση της στάσης. Οι μηχανοϋποδοχείς παρέχουν πληροφορίες και στα 3 συστήματα ενισχύοντας την ρύθμιση της ισορροπίας (Bernier and Perrin, 1998). Ένα σημαντικό μέρος του αισθητικο-κινητικού ελέγχου του αστραγάλου είναι η μυϊκή δραστηριότητα γύρω από την άρθρωση της ποδοκνημικής, η οποία συμβάλλει στην σταθερότητα της.

Η σημασία των περονιαίων στην προστασία των τραυματισμών του αστραγάλου διατυπώθηκε από τους Konradsen et al. (1998) και βασίζεται στην αντανακλαστική αντίδραση τους σε κινήσεις υππιασμού, προλαμβάνοντας έναν τραυματισμό στην άρθρωση. Σε άτομα με ιστορικό επαναλαμβανόμενων διαστρεμμάτων παρατηρούνται ελλείμματα μυϊκών λειτουργιών στους περονιαίους μυς, όπως μειωμένη ενεργοποίηση κατά την εκτέλεση αθλητικών δοκιμασιών, μειωμένη μυϊκή δύναμη και αύξηση του χρόνου αντίδρασης σε δοκιμασία προσομοίωσης διαστρέμματος. Αυτά τα ελλείμματα φαίνεται να σχετίζονται με την απώλεια της αισθητηριακής λειτουργίας του αστραγάλου, λόγω της διαταραχής των μηχανικών υποδοχέων εντός των συνδέσμων και των μυών της άρθρωσης (Strom et al., 2016). Όσον αφορά στο προσθιοπίσθιο επίπεδο, η ισορροπία επιτυγχάνεται με μια συνεχή αλληλεπίδραση των καμπτήρων και των εκτεινόντων μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης (Κόλλιας, 2007).

3.2 Κιναισθησία και ιδιοδεκτικότητα

Η ιδιοδεκτικότητα είναι το σύνολο των πληροφοριών που δέχεται το κεντρικό νευρικό σύστημα από τους αρθρικούς, μυοτενόντιους και δερματικούς ιδιοϋποδοχείς. Με την βοήθεια της ιδιοδεκτικότητας είναι ικανή η αντίληψη της θέσης όλων των μελών του σώματος ως προς το χώρο, αλλά και ως προς το ίδιο το σώμα. Η κιναισθησία αναφέρεται στην αίσθηση της κίνησης της άρθρωσης ή της επιτάχυνσης και επιτυγχάνεται όταν η ιδιοδεκτικότητα εμπλουτιστεί με πληροφορίες από το αιθουσαίο και οπτικό σύστημα. Η αλληλουχία αυτών των δύο μηχανισμών έχει μεγάλη σημασία, συμπληρώνοντας το ένα το άλλο, καθώς και η αποτελεσματική συνεργασία του νευρικού και του μυϊκού συστήματος ορίζεται νευρομυϊκός έλεγχος (Φουσέκης, 2015). Σύμφωνα με τους Beard et al.(1993) η ιδιοδεκτικότητα αποτελείται από τρία στοιχεία: τη στατική επίγνωση της θέσης της άρθρωσης, την κιναισθητική επίγνωση και την αντανακλαστική αντίδραση κλειστού βρόγχου που απαιτείται για την ρύθμιση του μυϊκού τόνου και της δραστηριότητας. Οι Ben Moussa Zouita et al. (2013) διαπίστωσαν ότι η καλή ιδιοδεκτικότητα είναι σημαντική για την προώθηση της δυναμικής και λειτουργικής σταθερότητας στον αθλητισμό και στις καθημερινές δραστηριότητες.

Οι ασκήσεις ιδιοδεκτικής προπόνησης μπορούν να σταθεροποιήσουν αποτελεσματικά έναν ασταθές αστράγαλο πέρα από τον μυϊκό και τον ορθοστατικό έλεγχο. Η διάρθρωση της ποδοκνημικής παίζει έναν αναπόσπαστο ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας.

Η ιδιοδεκτικότητα μπορεί ως εκ τούτου να θεωρηθεί ως μια σύνθετη νευρομυϊκή διαδικασία η οποία περιλαμβάνει τόσο αισθητικά όσο και κινητικά νευρικά σήματα για τη διατήρηση της σταθερότητας και του προσανατολισμού κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων. Η προσθήκη προγράμματος ιδιοδεκτικής εκπαίδευσης σε άτομα με αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση κατέδειξε σημαντική μείωση της υποκειμενικής αστάθειας και των λειτουργικών αποτελεσμάτων (Postle et al.,2012).

3.3 Κινητικός έλεγχος και ισορροπιστική ικανότητα

Η φυγόκεντρη αντίδραση που παράγεται λόγω των ιδιοδεκτικών πληροφοριών ονομάζεται νευρομυϊκός έλεγχος. Γενικά, υπάρχουν δύο μηχανισμοί κινητικού ελέγχου που εμπλέκονται στην ερμηνεία των κεντρομόλων πληροφοριών και στο συντονισμό της φυγόκεντρης απάντησης. Το σύστημα κινητικού ελέγχου κλειστού βρόγχου δίνει έμφαση στον απαραίτητο ρόλο των αντιδραστικών πληροφοριών για τον σχεδιασμό, την εκτέλεση και την τροποποίηση της δράσης. Ο μηχανισμός ανάδρασης (feedback) του κινητικού ελέγχου βασίζεται στις αντανakλαστικές οδούς, ώστε να ρυθμίζεται διαρκώς η μυϊκή ενεργοποίηση. Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του συστήματος ανάδρασης κλειστού βρόγχου είναι ότι χρειάζεται πολύ χρόνο για την επεξεργασία και την απάντηση ενός ερεθίσματος. Επομένως, τα μοντέλα αυτά φαίνεται να ισχύουν περισσότερο για βραδείες κινήσεις ή για κινήσεις που απαιτούν μεγάλη ακρίβεια. Μια πρόσφατη θεωρία δίνει έμφαση στο σύστημα ανοικτού βρόγχου, που επικεντρώνεται στον σχεδιασμό σχεδίου δράσης ως προετοιμασία για την κίνηση που παράγεται από το κέντρο του εγκεφαλικού φλοιού. Αυτή η ικανότητα προετοιμασίας των μυών πριν από την κίνηση ονομάζεται έλεγχος πρόσθιας τροφοδότησης (feed-forward). Οι προηγούμενες αισθητικές εμπειρίες μιας δραστηριότητας χρησιμοποιούνται για τον εκ των προτέρων προγραμματισμό των προτύπων μυϊκής ενεργοποίησης.

Οι προ ενεργοποιημένοι μύες έχουν μεγάλη σημασία για τη δυναμική σταθερότητα των αρθρώσεων. Επομένως, το σύστημα κινητικού ελέγχου λειτουργεί με πρόσθια τροφοδότηση ώστε να αποστείλει κάποια σήματα πριν την κίνηση για να προετοιμάσει το σύστημα για την επερχόμενη κινητική εντολή (Hoogenboom et al., 2016).

Σύμφωνα με τους Kiss et al. (2018) η ισορροπιστική ικανότητα μπορεί να υποδιαιρεθεί σε 4 τύπους. Την στατική ισορροπία σταθερής κατάστασης (διατήρηση της στάσης σε καθιστή ή όρθια θέση), την δυναμική ισορροπία σταθερής κατάστασης (διατήρηση ισορροπίας κατά το περπάτημα), την προληπτική ισορροπία (την πρόβλεψη μίας προβλεπόμενης διαταραχής της ισορροπίας) και την αντιδραστική ισορροπία (αντιστάθμιση μιας απρόβλεπτης διαταραχής ισορροπίας). Αυτές οι κατηγορίες αντιπροσωπεύουν διάφορους τύπους ισορροπίας που συνδέονται ελάχιστα μεταξύ τους και παρουσιάζουν μικρού μεγέθους συσχετισμούς. Από την άλλη πλευρά, η απόδοση της ισορροπιστικής ικανότητας έχει χρησιμοποιηθεί ως γενική ιδιότητα, υποδηλώνοντας ότι οι διάφοροι τύποι ισορροπίας είναι άρρηκτα αλληλένδετες.

Διάφοροι μηχανικοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν την ισορροπιστική ικανότητα ενός σώματος. Σύμφωνα με τον δεύτερο νόμο του Νεύτωνα, όσο μεγαλύτερη μάζα διαθέτει ένα αντικείμενο, τόσο μεγαλύτερη δύναμη απαιτείται για να προκαλέσει μια επιτάχυνση. Όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της τριβής με την επιφάνεια, τόσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη για να ξεκινήσει και να διατηρηθεί μια κίνηση. Όσον αφορά στην βάση στήριξης, όταν η γραμμή δράσης του βάρους ενός σώματος κινείται έξω από τη βάση στήριξης, δημιουργείται μια ροπή που τείνει να προκαλέσει μετακίνηση του σώματος. Όσο μεγαλύτερη η βάση στήριξης, τόσο μικρότερη η πιθανότητα μετακίνησης. Η οριζόντια θέση του κέντρου βάρους σε σχέση με τη βάση στήριξης μπορεί επίσης να επηρεάσει την σταθερότητα. Όσο πιο κοντά, τόσο μικρότερη η διαταραχή της ισορροπίας. Το ύψος του κέντρου βάρους σε σχέση με τη βάση στήριξης μπορεί επίσης να επηρεάσει τη σταθερότητα. Όσο ψηλότερα, τόσο μεγαλύτερη η ενδεχόμενη ροπή που θα διαταράξει τη θέση του σώματος (Hall, 2005).

Παρόλο που όλες αυτές οι αρχές σταθερότητας ισχύουν σε γενικές γραμμές, η εφαρμογή τους στο ανθρώπινο σώμα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας υπόψη ότι η ισορροπιστική ικανότητα επηρεάζεται και από νευρομυϊκούς παράγοντες.

3.4 Μέθοδοι αξιολόγησης ισορροπιστικής ικανότητας

Η εκτίμηση της στατικής ισορροπίας στους αθλητές γινόταν παραδοσιακά με τη δοκιμασία Romberg σε όρθια θέση. Η δοκιμασία αυτή βέβαια έχει χαμηλό δείκτη ποσοτικής εκτίμησης καθώς στηρίζεται στην αντίληψη του εξεταστή και όχι σε αντικειμενικά κριτήρια. Αντί της δοκιμασίας Romberg συνιστάται η χρήση μιας ποιοτικής κλινικής δοκιμασίας που ονομάζεται Σύστημα Βαθμολόγησης Σφάλματος Ισορροπίας, όπου πραγματοποιούνται συνολικά 6 δοκιμές σε τρεις διαφορετικές στάσεις και σε 2 διαφορετικές επιφάνειες. Τα αποτελέσματα των δοκιμασιών της ισορροπίας χρησιμοποιούνται καλύτερα με τη σύγκριση με μετρήσεις βασικού επιπέδου. Η εκτίμηση της ημιδυναμικής και δυναμικής ισορροπίας πραγματοποιείται μέσω λειτουργικών δοκιμασιών, όπως οι δοκιμασίες αναπήδησης (hopping tests), χρονομετρημένες δοκιμασίες βάρδισης (timed up and go test), τα χρονομετρημένα λακτίσματα (kick test) και γενικά δοκιμασίες δυναμικής ισορροπίας. Ο στόχος των περισσότερων είναι να μειωθεί το μέγεθος της βάσης στήριξης για να εκτιμηθεί η ικανότητα του εξεταζόμενου να ελέγχει την ευθυτενή στάση κατά την κίνηση (Hoogenboom et al., 2016). Οι Fernandes et al. (2016) υποστήριξαν ότι τα hopping tests χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση λειτουργικών τραυματισμών και συγκεκριμένα για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας, καθώς υπάρχει σχέση μεταξύ της βαθμολογίας των δοκιμασιών αλμάτων με την μετατόπιση του κέντρου βάρους κατά τη διάρκεια της κίνησης.

Οι λειτουργικές δοκιμασίες δεν απαιτούν ακριβό εξοπλισμό, ενώ συνδυάζουν πολλές παραμέτρους του νευρομυϊκού ελέγχου. Δοκιμασίες όπως τα μονοποδικά άλματα χρησιμοποιούνται συχνά για την αξιολόγηση του νευρομυϊκού ελέγχου. (Φουσεύκης, 2015). Η τεχνολογική πρόοδος έχει προσφέρει στην ιατρική κοινότητα εμπορικά διαθέσιμα συστήματα ισορροπίας για την ποσοτική εκτίμηση και την προπόνηση της στατικής και της δυναμικής ισορροπίας. Τα συστήματα αυτά αποτελούν μια εύκολη και προσιτή μέθοδο ποσοτικής εκτίμησης και εξάσκησης της λειτουργικής ισορροπίας μέσω της ανάλυσης της σταθερότητας της στάσης (Hoogenboom et al., 2016).

Ο έλεγχος της στάσης μπορεί να αξιολογηθεί σε ένα δυναμοδάπεδο με στατική ή δυναμική ισορροπία και οι δοκιμασίες ισορροπίας στο ένα πόδι (single leg balance test) είναι ιδανικές μέθοδοι αξιολόγησης για αυτό το σκοπό σε άτομα με ισορροπιστικά ελλείμματα.

Είναι ένα βέλτιστο εργαλείο καθώς παρέχει ποσοτικές πληροφορίες σχετικά με τις χρονοχωρικές μεταβολές του κέντρου μάζας του σώματος για την διατήρηση της ισορροπίας

στους κάθετους και οριζόντιους άξονες, υπολογίζοντας παράλληλα τις ταλαντώσεις στο κέντρο της στάσης και στους άξονες κίνησης (Fernandes et al., 2016).

Οι περισσότεροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν τεχνολογία δυναμοδαπέδων με λογισμικό υπολογιστή. Καθώς ο εξεταζόμενος ισορροπεί πάνω στην επίπεδη και άκαμπτη επιφάνεια του δυναμοδαπέδου, υπολογίζεται η θέση του κέντρου των κάθετων δυνάμεων που ασκούνται σε σχέση με τον χρόνο. Το κέντρο των κάθετων δυνάμεων αποτελούν ένα έμμεσο μέτρο της ταλάντωσης της στάσης (Hoogenboom et al., 2016).



Εικόνα 3.1

AMTI Force Platform
(Single Leg Balance test)



Εικόνα 3.2

Chronojump BoscoSystem
(Εφαρμογή hop test)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΔΙΑΣΤΡΕΜΜΑΤΑ

4.1 Ορισμός κάκωσης

Ο σύνδεσμος είναι μια ανθεκτική και σχετικά ανελαστική ταινία ιστού που παρέχει έλεγχο της θέσης του ενός αρθρούμενου οστού ως προς το άλλο κατά την φυσιολογική κίνηση της άρθρωσης και αποτελεί την πηγή ιδιοδεκτικών πληροφοριών, δηλαδή της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης μέσω ελεύθερων νευρικών απολήξεων ή μηχανοϋποδοχέων. Αν σε μια άρθρωση ασκηθεί φορτίο που την αναγκάζει να κινηθεί πέρα από τα φυσιολογικά της όρια ή επίπεδα κίνησης, είναι πιθανή η κάκωση του συνδέσμου. Το διάστρεμμα συνίσταται σε βλάβη ενός συνδέσμου που στηρίζει μια άρθρωση (Hoogenboom et al., 2016). Οι συνδεσμικές κακώσεις στην ποδοκνημική άρθρωση προκαλούνται από υπερδιάταση λόγω μιας υψηλής εφελκυστικής φόρτισης και παρατηρούνται σε αθλήματα με εκρηκτικές και υπερμέγιστες φορτίσεις, όπως προσγειώσεις από άλματα, απότομες αλλαγής κατεύθυνσης και άθληση σε ανομοιογενές έδαφος (Φουσέκης, 2015).



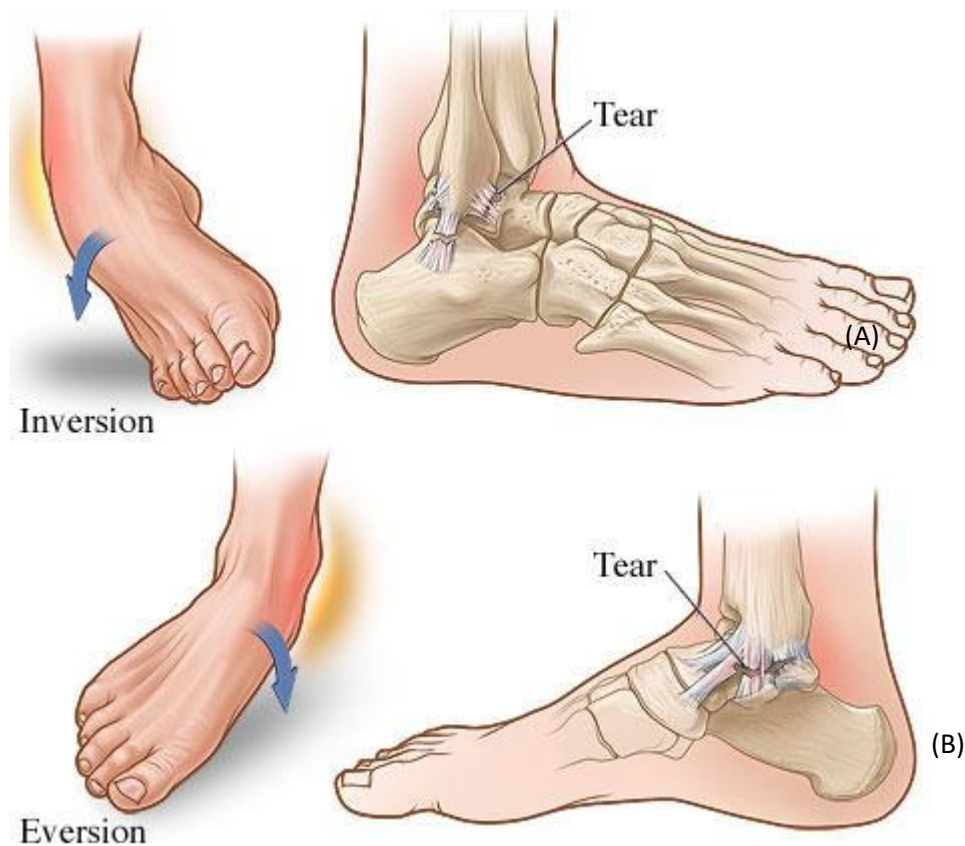
Εικόνα 4.1 Διάστρεμμα στην ποδοκνημική άρθρωση.

4.2 Επιδημιολογία

Τα διαστρέμματα της ποδοκνημικής άρθρωσης συναντώνται πολύ συχνά. Αναλογούν στο 15% των αθλητικών κακώσεων, με το 40% των διαστρεμμάτων να οδηγεί σε χρόνια αστάθεια. Στο σύνολο των διαστρεμμάτων της ποδοκνημικής, το 85% συμβαίνει στον έξω πλάγιο σύνδεσμο, το 5% στην κνημοπερονιαία συνδέσμωση και ένα μικρό ποσοστό βλέπουμε στις έσω δομές της άρθρωσης (Χατζηπαύλου & Κοντάκης, 2003). Σύμφωνα με τους Maffulli and Ferran (2008) το διάστρεμμα της ποδοκνημικής θεωρείται συχνή κάκωση στα δραστήρια άτομα, με τη συχνότητα να εκτιμάται στα 61 διαστρέμματα ανά 10.000 άτομα κάθε χρόνο. Τα μισά διαστρέμματα συμβαίνουν κατά τις αθλητικές δραστηριότητες. Παρόλο που οι κακώσεις αυτές ανταποκρίνονται καλά σε συντηρητική θεραπεία, ο κίνδυνος να οδηγήσει σε χρόνια αστάθεια και δυσλειτουργίες είναι μεγάλος (Brotzman & Manske, 2015). Σύμφωνα με τους Janssen et al. (2011), έπειτα από έρευνα στην Ολλανδία, υπολογίστηκε ότι γίνονται περίπου 3,5 εκατομμύρια οξείς αθλητικοί τραυματισμοί σε ένα σύνολο από 11 εκατομμύρια αθλούμενων ετησίως. Από αυτά, τα 600.000 γίνονται στην άρθρωση της ποδοκνημικής, με τα 510.000 να είναι διαστρέμματα. Ο κίνδυνος επανατραυματισμού διπλασιάζεται για τουλάχιστον έναν χρόνο μετά τον πρώτο τραυματισμό. Για παράδειγμα, στο άθλημα του ποδοσφαίρου, ο αριθμός τραυματισμών είναι από 10 έως και 53,9 ανά 1000 ώρες άθλησης, με τον μεγαλύτερο επιπολασμό να τον έχουν οι αρθρώσεις του μηρού και της ποδοκνημικής, φτάνοντας το 14-17% να είναι διαστρέμματα. Οι σύνδεσμοι που τραυματίζονται συχνότερα είναι αυτοί που βρίσκονται στην έξω πλευρά της άρθρωσης (πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος, περνοπερονιαίος και λιγότερο ο οπίσθιος αστραγαλοπερονιαίος), καθώς και αυτοί της κατώτερης κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης. Η επιδημιολογική εμφάνιση των συνδεσμικών κακώσεων συνάδει με τον μηχανισμό κάκωσης και τη σχετική αντοχή του κάθε συνδέσμου, με ασθενέστερο τον πρόσθιο αστραγαλοπερονιαίο και να ακολουθούν ο οπίσθιος αστραγαλοπερονιαίος, ο περνοπερονιαίος και ο δελτοειδής σύνδεσμος, ο οποίος είναι ο ισχυρότερος της περιοχής (Φουσέκης, 2015).

4.3 Μηχανισμοί κάκωσης

Μια ποδοκνημική άρθρωση με διάστρεμμα αποτελεί σχεδόν πάντοτε μια κάκωση υππιασμού, περιλαμβάνοντας το στρίψιμο του άκρου ποδός που φέρει βάρος (βίαιος υππιασμός) το οποίο βρίσκεται σε πελματιαία κάμψη. Ο έξω σύνδεσμος υφίσταται συνηθέστερα κάκωση επειδή είναι ασθενέστερος του έσω και είναι ο σύνδεσμος ο οποίος ανθίσταται στον υππιασμό της ποδοκνημικής διάρθρωσης. Ο πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος σύνδεσμος – μέρος του έξω συνδέσμου- είναι ο πιο επιρρεπής, προκαλώντας αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση (Moore, 2013). Τα διαστρέμματα τόσο του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου όσο και του πτερνοπερονιαίου οφείλονται σε ένα μηχανισμό συνδυασμένου υππιασμού και πελματιαίας κάμψης. Ο λιγότερο πιθανός μηχανισμός του πρηνισμού μπορεί να προκαλέσει κάκωση στο σύμπλεγμα του δελτοειδούς συνδέσμου (Brotzman & Manske, 2015). Η κάκωση της κατώτερης κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης προκαλείται από υπερβολική φόρτιση σε συνθήκες μέγιστης ραχιαίας κάμψης και πρηνισμού άκρου πόδα (Φουσέκης, 2015).



Εικόνα 4.2 Διάστρεμμα υππιασμού (α) και πρηνισμού (β) στην ποδοκνημική άρθρωση.

4.4 Κλινικά σημεία

Η κλινική εικόνα μίας συνδεσμικής κάκωσης εξαρτάται από την ένταση του τραυματισμού και το τμήμα του συστήματος που τραυματίστηκε. Οι συνήθεις εκδηλώσεις είναι πόνος που χαρακτηριστικά αυξάνεται κατά τις κινήσεις που διατείνουν το σύνδεσμο, καθώς και σημαντικού βαθμού οίδημα των μαλακών μορίων της περιοχής, αίμαρθρο και ποικίλη αστάθεια της περιοχής. Επίσης παρατηρείται δυσκολία στη βάρδια και αδυναμία κινήσεως εάν συνυπάρχει οστικός τραυματισμός. Στην περιοχή τραυματισμού παρατηρείται διόγκωση λόγω συλλογής υγρού και η κίνηση δυσχεραίνεται. Σε μια βίαιου τύπου φόρτιση της άρθρωσης δε συμβαίνει συνήθως μεμονωμένος τραυματισμός συνδέσμου, καθώς τόσο τα ενεργητικά στοιχεία (μύες), που σε φυσιολογικές συνθήκες αντιμετωπίζουν πρώτα τις φορτίσεις, όσο και τα παθητικά (σύνδεσμοι, τένοντες, θύλακες) στοιχεία της άρθρωσης θα εμφανίζουν ποικίλου βαθμού βλάβη (Φουσέκης, 2015).

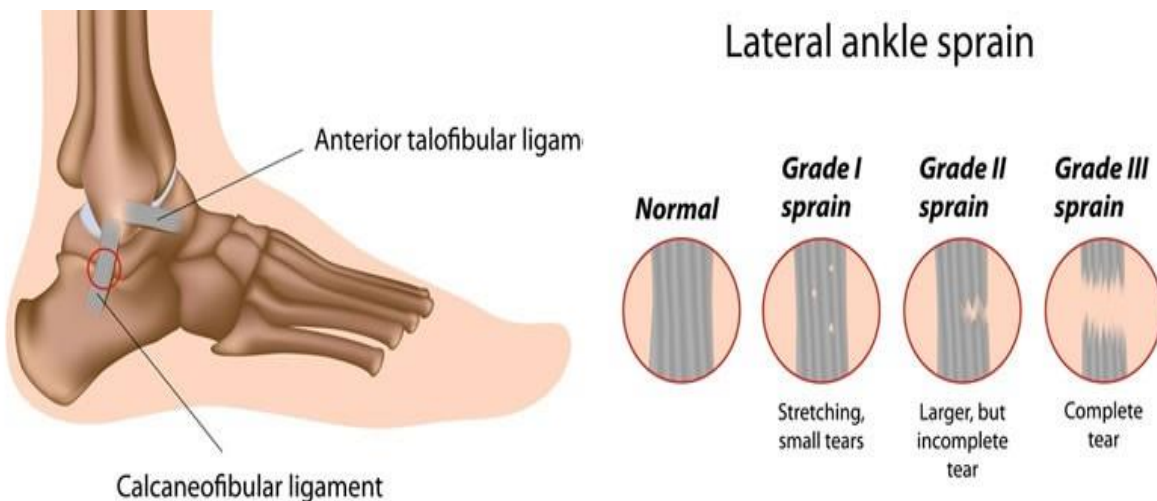
4.5 Διάγνωση και ταξινόμηση διαστρέμματος

Όσον αφορά στη διάγνωση, ο καθορισμός της βαρύτητας ενός διαστρέμματος μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο μέσα από μια λεπτομερή κλινική εξέταση. Μετά από κάκωση της ποδοκνημικής άρθρωσης, γίνεται ψηλάφηση των έξω πλάγιων συνδέσμων και του δελτοειδούς συνδέσμου επί τα εντός. Αρχικά, γίνεται η ψηλάφηση του εγγύς πέρατος της περόνης κοντά στο γόνατο για να αποκλειστεί κάταγμα τύπου Maisonneuve. Έπειτα, πραγματοποιείται η ειδική δοκιμασία συμπίεσης mortise για να αποκλειστεί η ρήξη της κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης, καθώς και δοκιμασία έξω στροφής (Cotton) για τον έλεγχο κάκωσης της κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης (Brotzman & Manske, 2015). Με την πρόσθια συρταροειδή δοκιμασία (Anterior drawer test) ελέγχεται η ακεραιότητα του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου. Ο έλεγχος για κάκωση είναι θετικός όταν υπάρχει πρόσθια μετατόπιση μεγαλύτερη από 5 χιλιοστά σε σχέση με το υγιές σκέλος. Τέλος, με τη δοκιμασία ραιβότητας (Talar tilt test) που ελέγχεται η ακεραιότητα του πρόσθιου πτεροπερονιαίου συνδέσμου, όπου κατά τον υπτιασμό της πτέρνας εάν αυξηθεί η αστάθεια κατά 5° -10° σε σύγκριση με το υγιές σκέλος, τότε ο έλεγχος είναι θετικός.

Όσον αφορά στην ταξινόμηση των διαστρεμμάτων, που προκύπτει από την λεπτομερή διάγνωση, διακρίνονται σε 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} βαθμού συνδεσμικών κακώσεων.

Τα διαστρέμματα 1^{ου} βαθμού περιλαμβάνουν διάταση των ινών των συνδέσμων και θεωρούνται ήπιες κακώσεις. Τα διαστρέμματα 2^{ου} βαθμού έχουν σαν αποτέλεσμα τη μερική ρήξη των συνδεσμικών ινών και θεωρούνται μέτριας βαρύτητας. Τα διαστρέμματα 3^{ου} βαθμού περιλαμβάνουν πλήρη ρήξη των συνδεσμικών ινών και θεωρούνται βαριές κακώσεις (Brotzman & Manske, 2015).

- Στην συνδεσμική κάκωση 1^{ου} βαθμού παρατηρείται διεύρυνση του μεσάρθριου διαστήματος μικρότερη των 5 χιλιοστών και είναι πιθανόν να εμφανιστεί μικρή μόνο ή και καθόλου αστάθεια.
- Στην συνδεσμική κάκωση 2^{ου} βαθμού παρατηρείται διεύρυνση του μεσάρθριου διαστήματος μεταξύ 5-10 χιλιοστών και λόγω του σημαντικού ποσοστού ρήξης συνδέσμων, οδηγεί σε ικανού βαθμού αστάθεια της άρθρωσης.
- Στην συνδεσμική κάκωση 3^{ου} βαθμού η διακοπή της συνέχειας των συνδέσμων έχει ως συνέπεια την διεύρυνση του μεσάρθριου διαστήματος μεγαλύτερη των 10 χιλιοστών και την έντονη αστάθεια στην ποδοκνημική διάρθρωση (Φουσέκης, 2015).



Εικόνα 4.3 Ταξινόμηση διαστρεμμάτων σύμφωνα με τον βαθμό συνδεσμικής κάκωσης.

4.6 Επιπτώσεις και πρόγνωση

Οι επιπτώσεις που μπορεί να έχει μια συνδεσμική κάκωση στην ποδοκνημική άρθρωση, καθώς και η πρόγνωση όσον αφορά στην αποθεραπεία της, εξαρτάται απόλυτα από την ένταση του τραυματισμού (βαθμός συνδεσμικής κάκωσης) και τα συνοδά προβλήματα σε ενεργητικά και παθητικά στοιχεία της άρθρωσης (Φουσέκης, 2015). Ανεξάρτητα από το βαθμό της κάκωσης, ο τραυματισμός θα περάσει από το οξύ στάδιο, όπου η χρονική του διάρκεια ποικίλει ανάλογα με τη βαρύτητα του διαστρέμματος από 48 έως και 72 ώρες. Σύμφωνα με τους Hoffman and Payne (1995), οι τραυματισμοί στους σύνδεσμους μιας άρθρωσης μπορούν να τραυματίσουν τους αισθητικούς μηχανοϋποδοχείς, αποδιοργανώνοντας τους ιδιοδεκτικούς υποδοχείς της περιοχής. Παρόλο που οι κακώσεις αυτές ανταποκρίνονται καλά σε συντηρητική θεραπεία, ο κίνδυνος να οδηγήσουν σε χρόνια αστάθεια και συνοδές δυσλειτουργίες είναι μεγάλος (Brotzman & Manske, 2015). Ο κίνδυνος επανατραυματισμού διπλασιάζεται για τουλάχιστον ένα χρόνο μετά τον πρώτο τραυματισμό, κατά τον οποίο είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για την εμφάνιση χρόνιας αστάθειας στην ποδοκνημική άρθρωση (Janssen et al., 2011).

4.7 Χρόνια αστάθεια

Η λειτουργική αστάθεια του αστραγάλου ορίζεται ως η μειωμένη ιδιοδεκτικότητα, η μειωμένη δύναμη και η έλλειψη ορθοστατικού και νευρομυϊκού ελέγχου, με ή χωρίς ρήξη συνδέσμου. Περίπου το 40% θα αναπτύξουν αστάθεια μετά από ένα διάστρεμμα στην ποδοκνημική άρθρωση (Wikstrom et al., 2007). Άτομα με αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση εμφανίζουν μεγαλύτερο χρόνο αντίδρασης μυϊκά σε μια αιφνίδια αλλαγή στάσης σε σύγκριση με υγιή άτομα. Αυτές οι νευρομυϊκές διαφορές μπορούν να προκαλέσουν την επανεμφάνιση της κάκωσης και να οδηγήσουν σε χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης (Rozzi et al., 1999). Σύμφωνα με τους McCriskin et al. (2015), αν ένα διάστρεμμα δεν αντιμετωπιστεί σωστά, μπορεί να εμφανίσει επαναλαμβανόμενη αστάθεια, χρόνιο πόνο, οστεοχόνδρινες βλάβες στην άρθρωση, πρώιμη δευτεροπαθή οστεοαρθρίτιδα και άλλες χρόνιες δυσλειτουργίες.

Τόσο μηχανικοί όσο και λειτουργικοί παράγοντες έχουν ενοχοποιηθεί ότι συμβάλουν στην χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής. Η παθολογική χαλαρότητα, οι αλλοιώσεις του αρθρικού υμένα και οι εκφυλιστικές αλλοιώσεις ανήκουν στους μηχανικούς παράγοντες, ενώ στους λειτουργικούς περιλαμβάνονται οι διαταραχές της ιδιοδεκτικότητας και της αίσθησης θέσης της άρθρωσης στο χώρο, οι διαταραχές νευρομυϊκού ελέγχου καθώς και ελλείμματα μυϊκής ισχύος (Brotzman & Manske, 2015). Οι McCriskin et al. (2015) παρουσίασαν και κάποιους άλλους παράγοντες εμφάνισης αστάθειας, όπως το αυξημένο βάρος, το γυναικείο φύλο, την κακή ευθυγράμμιση της άρθρωσης και τις υψηλού κινδύνου εμφάνισης διαστρέμματος δραστηριότητες.

Η εκτίμηση ενός ασθενούς με χρόνια αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση απαιτεί την προσεκτική λήψη λεπτομερούς ιστορικού για την εκτίμηση της κύριας δυσλειτουργίας, του μηχανισμού της κάκωσης και του επιπέδου δραστηριότητας του ατόμου. Δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη εξέταση που να πιστοποιεί την χρόνια αστάθεια αλλά τα συμπτώματα, η κλινική εικόνα και τα συνοδά προβλήματα συμπληρώνουν την διάγνωση της (Brotzman & Manske, 2015).

4.8 Προγράμματα αποκατάστασης

Η αρχική προσέγγιση σε οποιονδήποτε οξύ τραυματισμό περιλαμβάνει το πρωτόκολλο Κ.Α.Π.Α., δηλαδή Κρυσοθεραπεία, Ανάπαυση, Πιεστική επίδεση, Ανάρροπη θέση του μέλους. Η εφαρμογή Κ.Α.Π.Α. γίνεται στην πρώτη φάση της κάκωσης, της φλεγμονώδους αντίδρασης, για τον έλεγχο της φλεγμονής, την απορρόφηση και τον περιορισμό του οιδήματος. Έχει τεκμηριωθεί ότι το μη αντιμετωπίσιμο οίδημα οδηγεί σε ατροφία μυών, δυσκαμψία αρθρώσεων και προοδευτική απώλεια ελαστικότητας των συνδέσμων, κάτι που θα δυσκόλευε την αποκατάσταση ενός διαστρέμματος και θα οδηγούσε σε χρόνιες δυσλειτουργίες.

Η διάρκεια και η ένταση της φάσεως της άσηπτης φλεγμονής είναι ανάλογη προς το μέγεθος της τραυματικής βλάβης. Από την βαρύτητα της κάκωσης εξαρτάται η χρονική διάρκεια εφαρμογής Κ.Α.Π.Α., όπου 1^{ου} βαθμού τραυματισμοί μπορεί να χρειαστούν μόνο για 24 ώρες ενώ σοβαρότερες κακώσεις μπορεί να χρειαστούν έως και 72 ώρες.

Στόχος της πρώιμης αντιμετώπισης είναι να ελαττωθεί η οξεία αντίδραση στον τραυματισμό, επιταχύνοντας την διαδικασία επούλωσης, με στόχο την γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη αποκατάσταση (Φουσέκης, 2015).



Εικόνα 4.4 Κ.Α.Π.Α. (Κρυοθεραπεία, Ανάπαυση, Πιεστική επίδραση, Ανάρροπη θέση)

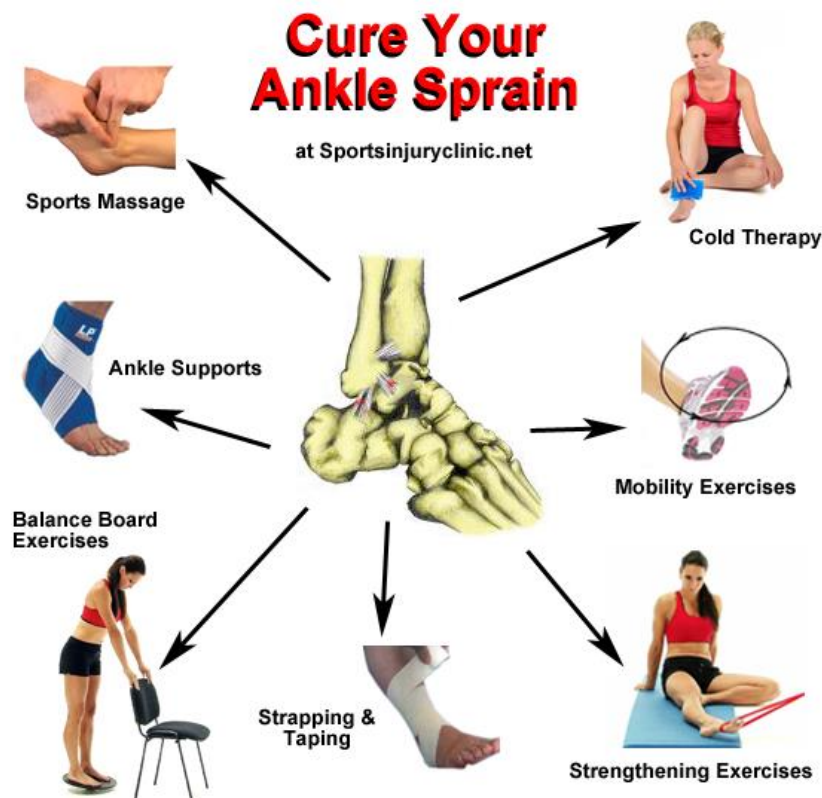
Όπως διατύπωσαν στην έρευνα τους οι Mattacola & Dwyer (2002), στη πρώτη φάση της αποκατάστασης πρέπει να περιλαμβάνονται ασκήσεις κινητοποίησης και αύξησης εύρους κίνησης, καθώς και ισομετρικές και ισοτονικές ασκήσεις ενδυνάμωσης των μυών της άρθρωσης. Η επιθετική μάλαξη στο υποξύ στάδιο της αποκατάστασης θα οδηγήσει σε ταχύτερη μείωση του οιδήματος (Φουσέκης, 2015). Κρίσιμο ρόλο στην πλήρη αποκατάσταση έχει η ιδιοδεκτική προπόνηση και η δυναμική σταθεροποίηση της ποδοκνημικής άρθρωσης τόσο για την επαναφορά στις προηγούμενες δραστηριότητες όσο και στην πρόληψη για αποφυγή επανατραυματισμού (Hung, 2015).

Στην έρευνα των Lee & Lin (2008), μετά από προπόνηση 12 εβδομάδων σε πλατφόρμα BAPS (Biomechanical Ankle Platform System), υπήρξε βελτίωση την ισοροπιστικής ικανότητας σε άτομα με λειτουργική αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση. Οι Sefton et al. (2011) παρατήρησαν βελτίωση της δυναμικής ισοροπίας, της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης, καλύτερη και ταχύτερη αντίδραση σε προσομοιωμένο διάστρεμμα σε άτομα με χρόνια αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση μετά από πρόγραμμα ισοροπιστικών ασκήσεων 6 εβδομάδων.

Σε έρευνα που έγινε σε υγιή άτομα (Hoffman & Payne , 1995) παρατηρήθηκε ότι 10 εβδομάδες προπόνησης σε δίσκο ισοροπίας μείωσε την αστάθεια στάσης, όπως επίσης παρόμοια έρευνα έδειξε ότι τα ίδια αποτελέσματα είχε και σε άτομα με ασταθείς αρθρώσεις (Rozzi et al., 1999).

Όσον αφορά στην πρόληψη του επανατραυματισμού, πολλές έρευνες έχουν τοποθετηθεί, δείχνοντας ότι η ιδιοδεκτική προπόνηση έχει πια εδραιωθεί σε ένα πρωτόκολλο αποκατάστασης τραυματισμών της ποδοκνημικής άρθρωσης και αποτελεί κριτήριο για να επιστρέψει ένας ασθενής στις καθημερινές του δραστηριότητες (Wees et al., 2006; Riva et al., 2016; Eils et al., 2010). Στους αθλητές και συγκεκριμένα σε ομάδα από γυναίκες παίχτριες του βόλεϋ που είχαν υποστεί συνδεσμικό τραυματισμό στην ποδοκνημική άρθρωση την προηγούμενη σεζόν, ο συνδυασμός προπόνησης τεχνικής μαζί με ισορροπιστική προπόνηση ήταν αποτελεσματικός για την πρόληψη επανατραυματισμού (Stasinopoulos, 2004). Παρόμοια, σε αθλητές μπάσκετ εφαρμόστηκε πρόγραμμα ισορροπιστικής προπόνησης διάρκειας 5-10 λεπτών, 3 φορές την εβδομάδα για 5,5 μήνες συνολικά το οποίο είχε ως αποτέλεσμα να μειωθούν αρκετά τα διαστρέμματα την σεζόν που ακολούθησε (Cumps et al., 2007).

Οι ασκήσεις ενδυνάμωσης παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποκατάσταση, επαναφέροντας το άτομο στην προηγούμενη φυσική κατάσταση πριν τον τραυματισμό. Οι Mattacola & Dwyer (2002) στην έρευνα τους έδειξαν πως 6 εβδομάδες προπόνησης δύναμης, εκτός από την ενδυνάμωση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης, βοήθησαν στην καλύτερη αίσθηση της θέσης της άρθρωσης και ως συνέπεια και στην ισορροπιστική ικανότητα. (Πιν. 4.1.1 και Πιν. 4.1.2).



Εικόνα 4.5 Αποκατάσταση συνδεσμικού τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση.

Τέλος, άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση των συνδεσμικών κακώσεων περιλαμβάνουν την ηλεκτροθεραπεία για την μείωση του πόνου και την επανεκπαίδευση του μυϊκού ιστού καθώς και την χρήση laser και υπερήχου για την επιτάχυνση της επούλωσης (Φουσέκης, 2015).

Τα προγράμματα αποκατάστασης (και ειδικότερα τα προγράμματα ενδυνάμωσης, ιδιοδεκτικότητας και νευρομυϊκού συντονισμού) πρέπει να πληρούν συγκεκριμένες προϋποθέσεις σύμφωνα με την αρχή της προοδευτικότητας της επιβάρυνσης για να έχουν αποτέλεσμα (Πιν. 4.2.1 και Πιν. 4.2.2).

Πίνακας 4.1.1 Ειδικά πρωτόκολλα προπόνησης/παρέμβασης για πρόληψη τραυματισμών στην ποδοκνημική άρθρωση.

<u>A/A</u>	<u>Συγγραφέας (Έτος)</u>	<u>Συμμετέχοντες (Δείγμα)</u>	<u>Ειδικό πρωτόκολλο προπόνησης/παρέμβασης</u>	<u>Αποτελέσματα</u>
1	Eils & Rosenbaum (2001)	30 (18Γ-12Α) με αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση	12 ασκήσεις ισοροπίας και ιδιοδεκτικότητας, 20 λεπτά την εβδομάδα, για 6 εβδομάδες.	Βελτίωση αίσθηση θέσης άρθρωσης, μυϊκή αντίδραση και πρόληψη τραυματισμών.
2	Stasinopoulos (2004)	52 αθλήτριες της πετοσφαίρισης με ιστορικό τουλάχιστον 1 διαστρέμματος	3 Γκρουπ: 1ο Προπόνηση βελτίωσης τεχνικής προσαγωγής, 2ο Προπόνηση ιδιοδεκτικότητας, 3ο Χρήση ορθοπαικών μέσων . Χρόνος παρέμβασης 30 λεπτά καθημερινά για μία αθλητική σεζόν	Μείωση εμφάνισης διαστρεμμάτων. Η μέθοδος τεχνικής και ιδιοδεκτικής προπόνησης αποτελεσματικότερη μέθοδος πρόληψης τραυματισμών.
3	Verhagen et al. (2004)	1127 αθλητές πετοσφαίρισης (483Α- 644Γ) χωρισμένοι σε 2 γκρουπ	Γκρουπ παρέμβασης(641 άτομα) ολοκλήρωσαν πρόγραμμα με προοδευτικές ασκήσεις ισοροπίας για 36 εβδομάδες, 1 φορά την εβδομάδα από 20 λεπτά την φορά. Το γκρουπ ελέγχου δεν συμμετείχε σε κανένα πρόγραμμα παρέμβασης.	Μείωση εμφάνισης διαστρεμμάτων στο γκρουπ παρέμβασης.
4	Cumps et al. (2007)	50 αθλητές καλαθοσφαίρισης (34Α-16Γ) χωρισμένα σε 2 γκρουπ	Γκρουπ παρέμβασης(26 άτομα) ολοκλήρωσαν πρόγραμμα με προοδευτικές ασκήσεις ισοροπίας για 22 εβδομάδες, 3 φορές την εβδομάδα από 5-10 λεπτά την φορά. Το γκρουπ ελέγχου δεν συμμετείχε σε κανένα πρόγραμμα παρέμβασης.	Πρόληψη τραυματισμών και μείωση εμφάνισης τους στο γκρουπ παρέμβασης σε σύγκριση με το γκρουπ ελέγχου.

Πίνακας 4.1.2 Ειδικά πρωτόκολλα προπόνησης/παρέμβασης για πρόληψη τραυματισμών στην ποδοκνημική άρθρωση.

<u>A/A</u>	<u>Συγγραφέας (Έτος)</u>	<u>Συμμετέχοντες (Δείγμα)</u>	<u>Ειδικό πρωτόκολλο προπόνησης/παρέμβασης</u>	<u>Αποτελέσματα</u>
5	Eils et al. (2010)	198 αθλητές καλαθοσφαίρισης χωρισμένοι σε 2 γκρουπ	Το γκρουπ παρέμβασης (96 άτομα) ολοκλήρωσαν πρόγραμμα με προοδευτικές ασκήσεις ισορροπίας, σχεδιασμένες για το άθλημα. Χρόνος παρέμβασης μία αθλητική σεζόν, 1 φορά την εβδομάδα, 20 λεπτά την φορά. Το γκρουπ ελέγχου (102 άτομα) δεν συμμετείχε σε κανένα πρόγραμμα παρέμβασης.	Γκρουπ παρέμβασης: 7 τραυματισμούς, Γκρουπ Ελέγχου:21. Μείωση εμφάνισης τραυματισμού κατά 35%.
6	Janssen et al. (2014)	384 αθλητικά ενεργοί χωρισμένοι σε 3 γκρουπ	1 ^ο γκρουπ (122): 8 εβδομάδες προπόνησης νευρομυϊκής συναισθηματικής. 2 ^ο γκρουπ(126): υποστήριξη με επιστραγαλίδες. 3 ^ο γκρουπ(136) : Συνδυασμός Προπόνηση: 8 εβδομάδες, 3 φορές /εβδομάδα, 30 λεπτά/προπόνηση με δίσκο ισορροπίας, 6 προοδευτικές ασκήσεις	Μείωση Διαστρεμμάτων Ποδοκνημικής σε ένα χρόνο : 27% γκρουπ προπόνησης, 15% γκρουπ υποστήριξης με επιστραγαλίδες, 19% Γκρουπ Συνδυασμού
7	Riva et al. (2016)	55 αθλητές καλαθοσφαίρισης	Για 6 σεζόν οι αθλητές ακολούθησαν ένα πρωτόκολλο προπόνησης με ιδιοδεκτικές ασκήσεις, προοδευτικά δυσκολότερες ανά διατία.	81% μείωση διαστρεμμάτων σε σύγκριση της πρώτης διατίας με την Τρίτη. 72,2% βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας.

Πίνακας 4.2.1 Ειδικά πρωτόκολλα προπόνησης/παρέμβασης για αποκατάσταση τραυματισμών στην ποδοκνημική άρθρωση.

<u>A/A</u>	<u>Συγγραφείς (Έτος)</u>	<u>Συμμετέχοντες (Δείγμα)</u>	<u>Ειδικό πρωτόκολλο προπόνησης/παρέμβασης</u>	<u>Αποτελέσματα</u>
1	Bernier & Perrin (1998)	45	<p>Προπόνηση Ισορροπίας 3 φορές /εβδομάδα, 10 λεπτά/ προπόνηση για 6 εβδομάδες.</p> <p>1^η εβδομάδα : 15 δευτερόλεπτα κάθε άσκηση, 45 δευτερόλεπτα το διάλειμμα.</p> <p>Σταθερή επιφάνεια: μάτια ανοιχτά, μάτια κλειστά, μετακίνηση αντικειμένων από το έδαφος. Επιφάνεια με κλίση (Tilt board): Ραχιαία –πλευματιαία κάμψη με ανοικτά μάτια, κλειστά μάτια, Πρηνισμό- Υπτιασμό με μάτια ανοικτά, μάτια κλειστά. Διαγώνια κίνηση με μάτια ανοικτά, μάτια κλειστά.</p> <p>2^η εβδομάδα : 20 δευτερόλεπτα κάθε άσκηση, 40 δευτερόλεπτα το διάλειμμα. Ότι και την 1^η εβδομάδα. Πρόσθεση Δίσκου ισορροπίας, μάτια ανοικτά, 2φορές</p> <p>3^η εβδομάδα : 25 δευτερόλεπτα κάθε άσκηση, 35 δευτερόλεπτα το διάλειμμα. Ότι και την 2^η εβδομάδα. Πρόσθεση Δίσκου ισορροπίας , Πλευματιαία και Ραχιαία κάμψη, μάτια κλειστά. Βγαίνει η άσκηση με tilt board, διαγώνια κίνηση, μάτια ανοικτά και κλειστά.</p> <p>4^η εβδομάδα: 30 δευτερόλεπτα κάθε άσκηση, 30 δευτερόλεπτα το διάλειμμα. Σταθερή επιφάνεια: μάτια κλειστά μετακίνηση αντικειμένων από το έδαφος. Tilt board: Ραχιαία και πλευματιαία κάμψη, μάτια ανοικτά, μάτια κλειστά. Δίσκο ισορροπίας: μάτια ανοικτά x 2 , μάτια κλειστά x 2.</p> <p>5^η εβδομάδα: 30 δευτερόλεπτα κάθε άσκηση, 30 δευτερόλεπτα το διάλειμμα. Ότι και την 4^η εβδομάδα. Πρόσθεση δίσκου ισορροπίας, μάτια κλειστά x2, Functional hop, μάτια ανοικτά x 2.</p> <p>6^η εβδομάδα: 30 δευτερόλεπτα κάθε άσκηση, 30 δευτερόλεπτα το διάλειμμα. Σταθερή επιφάνεια: μάτια κλειστά, μετακίνηση αντικειμένων από το έδαφος. Tilt board : Ραχιαία και πλευματιαία κάμψη , μάτια ανοικτά, μάτια κλειστά. Δίσκο ισορροπίας: μάτια ανοικτά x 2, μάτια κλειστά x 2. Functional hop: μάτια ανοικτά x 2, μάτια κλειστά x 2.</p>	<p>Οι δείκτες ισορροπίας(σε οβελιαίο και μετωπιαίο επίπεδο) βελτιώθηκαν μετά από 6 εβδομάδες προπόνησης με ισορροπία. Καμία επίδραση στην αίσθηση θέσης της άρθρωσης.</p>
2	Docherty et al (1998)	20 άτομα με αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση.	<p>Προπόνηση Ενδυνάμωσης για 6 εβδομάδες.</p> <p><u>Εβδομάδα 1:</u> 3 φορές / εβδομάδα για 10 λεπτά /προπόνηση, μπλε λάστιχο (extra heavy), 3 x 10 επαν. Ραχιαία κάμψη, Πλευματιαία κάμψη, Πρηνισμό, Υπτιασμό.</p> <p><u>Εβδομάδα 2:</u> 3 φορές / εβδομάδα για 10 λεπτά /προπόνηση, μπλε λάστιχο (extra heavy), 4 x 10 επαν. Ραχιαία κάμψη, Πλευματιαία κάμψη, Πρηνισμό, Υπτιασμό.</p> <p><u>Εβδομάδα 3:</u> 3 φορές / εβδομάδα για 10 λεπτά /προπόνηση, μαύρο λάστιχο (special heavy), 3 x 10 επαν. Ραχιαία κάμψη, Πλευματιαία κάμψη, Πρηνισμό, Υπτιασμό.</p> <p><u>Εβδομάδα 4:</u> 3 φορές / εβδομάδα για 10 λεπτά /προπόνηση, μαύρο λάστιχο (special heavy), 4 x 10 επαν. Ραχιαία κάμψη, Πλευματιαία κάμψη, Πρηνισμό, Υπτιασμό.</p> <p><u>Εβδομάδα 5:</u> 3 φορές / εβδομάδα για 10 λεπτά /προπόνηση, σσημί λάστιχο (super heavy), 3 x 10 επαν. Ραχιαία κάμψη, Πλευματιαία κάμψη, Πρηνισμό, Υπτιασμό.</p> <p><u>Εβδομάδα 6:</u> 3 φορές / εβδομάδα για 10 λεπτά /προπόνηση, σσημί λάστιχο (super heavy), 4 x 10 επαν. Ραχιαία κάμψη, Πλευματιαία κάμψη, Πρηνισμό, Υπτιασμό.</p>	<p>Το πρόγραμμα ενδυνάμωσης 6 εβδομάδων των μυών της ποδοκνημικής βελτίωσε την δύναμη στους ραχιαίους και πρηνισμούς και πρηνισμό , ενώ βελτίωσε την αίσθηση θέσης της άρθρωσης στην πλευματιαία κάμψη και υπτιασμό.</p>

Πίνακας 4.2.2 Ειδικά πρωτόκολλα προπόνησης/παρέμβασης για αποκατάσταση τραυματισμών στην ποδοκνημική άρθρωση.

<u>A/A</u>	<u>Συγγραφείς (Έτος)</u>	<u>Συμμετέχοντες (Δείγμα)</u>	<u>Ειδικό πρωτόκολλο προπόνησης/παρέμβασης</u>	<u>Αποτελέσματα</u>
3	Sekir et al (2007)	24 άτομα με μονοποδική αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση.	Το Cybex Norm isokinetic system χρησιμοποιήθηκε για το πρόγραμμα ισοκINETIKής προπόνησης. Κάθε άσκηση πραγματοποιήθηκε για 3 σετ των 15 επαναλήψεων σε 120 /s. Το πρόγραμμα πραγματοποιήθηκε για 6 εβδομάδες, 3 φορές /εβδομάδα.	Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε είχε θετική επίδραση στην αντοχή, ιδιοδεκτικότητα, ισορροπία και λειτουργική σταθερότητα σε αθλητές με αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση.
4	Lee & Lin (2008)	12 άτομα με μονοποδική αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση	12 εβδομάδες με προπόνηση BAPS, 20 λεπτά/προπόνηση, 3 φορές/εβδομάδα με προοδευτική επιβάρυνση.	Η νευρομυϊκή ικανότητα μαζί με την ενισχυμένη λειτουργική σταθερότητα των αρθρώσεων, καθώς η ιδιοδεκτικότητα του αστραγάλου επέδειξε θετικές βελτιώσεις μετά την προπόνηση.
5	Han et al. (2009)	40 άτομα με χρόνια αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση	Πρόγραμμα ισορροπίας χρησιμοποιώντας λάστιχα σε σύγκριση με ομάδα χωρίς παρέμβαση, 3 φορές/ εβδομάδα για 4 εβδομάδες. 4 ασκήσεις με λάστιχα: κάμψη ισχίου, προσαγωγή ισχίου και απαγωγή ισχίου. Σε κάθε άσκηση εκτελούνται 3 σετ από 15 επαναλήψεις, με το αστάθες πόδι στο έδαφος και το λάστιχο στο άλλο πόδι.	Η ισορροπία βελτιώθηκε μετά από 4 εβδομάδες με ελαστικούς μίαντες. Οι προσαρμογές διατηρήθηκαν για 4 εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση του προγράμματος.
6	Sefton et al. (2011)	21 άτομα. 12 με χρόνια αστάθεια και 9 υγιή.	6 εβδομάδες προπόνηση ισορροπίας, 3 φορές την εβδομάδα με δίσκο ισορροπίας και προοδευτικότητα στις ασκήσεις.	Βελτιωμένη δυναμική ισορροπία και αίσθηση της θέσης της άρθρωσης σε σύγκριση με το γκρουπ ελέγχου.
7	Smith et al. (2012)	40 άτομα με αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση. 2 γκρουπ.	Ασκήσεις Ενδυναμωσης: 3 φορές /εβδομάδα, για 6 εβδομάδες χρησιμοποιώντας λάστιχα Thera-Band και Multiaxial Ankle Exerciser (MAE) με προοδευτικότητα στις ασκήσεις.	Η προπόνηση δύναμης στην ποδοκνημική αύξησε τη δύναμη αλλά δεν βελτίωσε τον δείκτη αίσθησης της δύναμης.
8	Ben Mousa Zouita et al. (2013)	384 άτομα χωρισμένα σε 3 γκρουπ.	1 ^ο γκρουπ: 8 εβδομάδες προπόνησης νευρομυϊκής συναρμογής. 2 ^ο γκρουπ: υποστήριξη με επιστραγαλίδα. 3 ^ο γκρουπ Συνδυασμός. Προπόνηση: 8 εβδομάδες, 3 φορές /εβδομάδα, 30 λεπτά/προπόνηση. Δίσκος ισορροπίας, 6 προοδευτικές ασκήσεις	Μείωση Διαστρεμμάτων Ποδοκνημικής σε ένα χρόνο : 27% γκρουπ προπόνησης, 15% γκρουπ υποστήριξης με επιστραγαλίδα, 19% Γκρουπ Συνδυασμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΙΣΟΡΡΟΠΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΥΠΟ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΟΠΩΣΗΣ

5.1 Ορισμός και κατηγορίες απόδοσης και κόπωσης

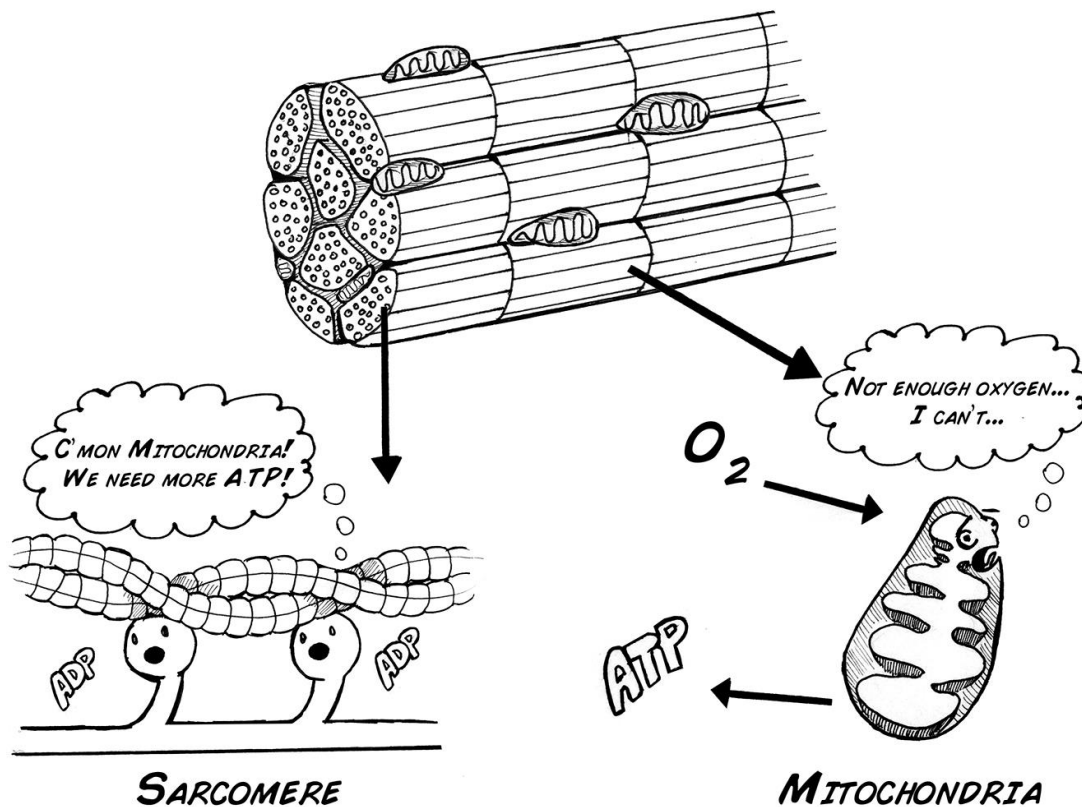
Η μυϊκή κόπωση ορίζεται ως η οξεία εξασθένηση της απόδοσης των μυών λόγω της φυσικής δραστηριότητας (Alman & Rice, 2002). Η κόπωση των μυών σχετίζεται με τη μείωση της έντασης ή της δύναμης μετά από επαναλαμβανόμενες μυϊκές συστολές. Διακρίνεται σε κεντρική και περιφερική κόπωση, όπου η κεντρική οφείλεται στην μειωμένη λειτουργική ικανότητα του νευρικού συστήματος (άσκηση μακράς διάρκειας με υπομέγιστη ένταση), ενώ η περιφερική οφείλεται στην μειωμένη ικανότητα απόδοσης του μυός (άσκηση μικρής διάρκειας με υψηλή ένταση). Επομένως, μπορεί να προκύψει όχι μόνο εξαιτίας των περιφερειακών μεταβολών στο επίπεδο του μυός, αλλά και επειδή το κεντρικό νευρικό σύστημα δεν καταφέρνει να οδηγήσει επαρκώς τους κινητικούς νευρώνες (Gandevia, 2001).

Η ικανότητα ταχείας ανάπτυξης δύναμης εκλαμβάνεται και ως ισχύς, αφού σχετίζεται με την ικανότητα παραγωγής έργου στη μονάδα του χρόνου. Η ικανότητα αυτή σχετίζεται άμεσα με την αθλητική απόδοση. Η ισχύς μπορεί να μετρηθεί κάτω από διαφορετικές συνθήκες όπως πολυαρθρικές κινήσεις ή σε επαναλαμβανόμενες προσπάθειες. Κατά τη διάρκεια μιας προσπάθειας αξιολογείται είτε η μέγιστη είτε η μέση τιμή της ισχύος. Ως μέγιστη απόδοση δύναμης ορίζεται η δύναμη που παράγεται κατά την εκτέλεση μιας άσκησης (Κέλλης, 2008).

Η αλτική ικανότητα αποτελεί σημαντικό παράγοντα της επίδοσης, με το κατακόρυφο άλμα να αποτελεί μια δοκιμασία μέτρησης της ισχύος. Από τις 3 μεθόδους αξιολόγησης (ισομετρία, ισokinηση, ισοτονική άσκηση) η ισοτονική πιστεύεται ότι εμφανίζει την υψηλότερη σχέση με την επίδοση, καθώς αποτελείται από πολυαρθρικές ασκήσεις προσομοιάζοντας την αθλητική κίνηση και εμπεριέχει διαστήματα επιτάχυνσης και επιβράδυνσης, όπως η ανθρώπινη κίνηση (Κέλλης, 2008).

5.2 Φυσιολογικές αποκρίσεις κόπωσης

Η μυϊκή κόπωση τροποποιεί τόσο το περιφερικό ιδιοδεκτικό σύστημα όσο και την κεντρική επεξεργασία της ιδιοδεκτικότητας. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια της τοπικής μυϊκής κόπωσης, αλγούποδοχείς ενεργοποιούνται από μεταβολικά προϊόντα της μυϊκής συστολής που περιλαμβάνουν βραδυκίνη (Mense & Meyer, 1988), αραχιδονικό οξύ και προσταγλανδίνη E2, κάλιο και γαλακτικό οξύ (Rotto & Kaufman, 1988). Αυτοί οι μεταβολίτες και οι φλεγμονώδεις ουσίες έχουν άμεση επίπτωση στον τρόπο εκφόρτωσης των μυϊκών ατράκτων που αντιπροσωπεύουν το περιφερικό συστατικό της κόπωσης (Pedersen et al., 1998).



Εικόνα 5.1 Μηχανισμός παραγωγής μεταβολικών ουσιών έπειτα από μυϊκή κόπωση.

5.3 Επιδράσεις της κόπωσης στην ισορροπία

Σύμφωνα με τους Wikstrom et al. (2004), ο νευρομυϊκός έλεγχος παίζει σημαντικό ρόλο στη δυναμική σταθερότητα των αρθρώσεων και στην εγγενή προστασία του σώματος από τραυματισμούς, και η νευρομυϊκή κόπωση μπορεί να επηρεάσει τον έλεγχο και τη σταθερότητα. Θεωρητικά, η εντοπισμένη κόπωση των μυών μπορεί να διαταράξει τον μηχανισμό ανάδρασης (feedback) και να μεταβάλει τη συνειδητή επίγνωση της θέσης της άρθρωσης. Η μυϊκή κόπωση μπορεί να επηρεάσει άμεσα και έμμεσα τον νευρομυϊκό έλεγχο. Το άμεσο αποτέλεσμα είναι η επιδείνωση ή η διαταραχή της αναμενόμενης μάθησης της αίσθησης θέσης της άρθρωσης. Έμμεσα, η μυϊκή κόπωση οδηγεί σε αυξημένη χαλαρότητα των αρθρώσεων που προκαλεί αλλοιώσεις στην κινητική της άρθρωσης και την αίσθηση της θέσης (Forestier et al., 2002). Σε έρευνα πάνω στην επίδραση της κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής στην ισορροπία (Vuillermé et al., 2002) τα αποτελέσματα έδειξαν πως η κόπωση οδήγησε σε σημαντική πρόσθια μετατόπιση της μέσης θέσης του κέντρου πίεσης, της μέσης ταχύτητας και της διασποράς του κέντρου μετατοπίσεων πίεσης. Η μυϊκή κόπωση μπορεί να θέσει τα άτομα σε υψηλότερο κίνδυνο για απώλεια της ισορροπίας, ειδικά όταν εκτελούν παράλληλα καθήκοντα. Σε έρευνες που χρησιμοποίησαν την μονοποδική ισορροπία ως εξέταση της ισορροπιστικής ικανότητας, τα κυριότερα αποτελέσματα έδειξαν ότι η κόπωση του αστραγάλου και του ισχίου αύξησε τη κυμαινόμενη μεταβλητότητα και την ταχύτητα ταλάντωσης σε νέους υγιείς ενήλικες και η ισορροπιστική ικανότητα κατά τη διάρκεια της όρθιας στάσης ήταν φτωχότερη μετά την κόπωση, όπως αποδεικνύεται από τον μειωμένο χρόνο μονοποδικής ισορροπίας και από την αυξημένη ταλάντωση στην στάση του σώματος (Bisson et al., 2011; Helbostad et al., 2010; Cetin et al., 2008). Οι Behan et al. (2018), χρησιμοποιώντας ένα προσομοιωμένο τεστ κόπωσης ως προς το άθλημα (ποδόσφαιρο), κατέληξαν ότι η κόπωση οδήγησε σε διατάραξη της ισορροπίας των αθλητών. Στην έρευνα των Bisson et al. (2010) η κόπωση των πελματιαίων καμπτήρων επηρέασε κυρίως τις μεταβλητές της στάσης του σώματος κατά τη διάρκεια των μονοποδικών και διποδικών ισορροπιών. Συμπερασματικά, η μείωση της σταθερότητας της στάσης με μυϊκή κόπωση των πελματιαίων καμπτήρων μυών δεν εξαρτάται από τη δυσκολία της στάσης του σώματος. Η επίδραση της κόπωσης δεν αυξάνεται με τη δυσκολία της δοκιμασίας, εκτός εάν η βάση στήριξης είναι μικρή και οι οπτικές πληροφορίες έχουν αφαιρεθεί. (Πιν. 5.1.1 & Πιν. 5.1.2)

Πίνακας 5.1.1 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης και επίδραση της κόπωσης στην ισορροπιστική ικανότητα.

<u>A/A</u>	<u>Συγγραφέας (Έτος)</u>	<u>Συμμετέχοντες (Δείγμα)</u>	<u>Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης</u>	<u>Επίδραση κόπωσης στην ισορροπία</u>
1	Forestier et al. (2001)	8 άτομα	Κόπωση του πρόσθιου κνημιάου με ισομετρική σύσπαση έως την εξάντληση. Η ισομετρική σύσπαση έγινε με τη χρήση δυναμόμετρου στο 70% της μέγιστης σύσπασης για 40 δευτερόλεπτα σύσπασης και 40 δευτερόλεπτα διάλειμμα έως την εξάντληση.	Η αίσθηση της θέσης του αστραγάλου μειώνεται μετά από ένα πρωτόκολλο κόπωσης.
2	Vuillerme et al. (2002)	9 άτομα	Κόπωση των πελματιαίων καμπτήρων με ισομετρική σύσπαση έως την εξάντληση. Η ισομετρική σύσπαση έγινε με την εκούσια στάση στις μύτες των ποδιών.	Σημαντική πρόσθια μετατόπιση της μέσης θέσης του κέντρου πίεσης και αυξημένου εύρους, μέσης ταχύτητας και διασποράς του κέντρου μετατοπίσεως πίεσης.
3	Augustsson et al. (2006)	19 άτομα χωρισμένα σε 2 γκρουπ.	Η κόπωση προκλήθηκε από την επαναλαμβανόμενη έκταση και κάμψη του γόνατος πρώτα στο 80% του 1RM μέχρι την εξάντληση και έπειτα στο 50% έως την εξάντληση.	Η κόπωση επήρασε στην κινηματική τεχνική του λειτουργικού τεστ αξιολόγησης, ενεργοποιώντας διαφορετικά τους μύες που ευθύνονται για την ισορροπία της στάσης.
4	Cetin et al. (2008)	30 άτομα (14Α-16Γ)	Κόπωση με τη χρήση του StairMaster για τους μύες του γόνατος και της ποδοκνημικής. Για του μυς του ισχίου χρησιμοποιήθηκε ισοκινητικό δυναμόμετρο.	Η ισορροπία επηρεάζεται από την κόπωση των μυών της ποδοκνημικής, του γόνατος και του ισχίου. Στην συγκεκριμένη έρευνα κυρίως επηρεάστηκε η στατική ισορροπία.
5	Bisson et al. (2010)	23 άτομα (11Α-12Γ)	Κόπωση των πελματιαίων καμπτήρων με ισομετρική σύσπαση έως την εξάντληση. Η ισομετρική σύσπαση έγινε με την εκούσια στάση στις μύτες των ποδιών.	Η κόπωση των πελματιαίων καμπτήρων επηρέασε κυρίως τις μεταβλητές της στάσης του σώματος κατά τη διάρκεια των μονοποδικών και διποδικών ισορροπιών εξίσου.

Πίνακας 5.1.2 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης και επίδραση στην ισορροπιστική ικανότητα.

A/A	<u>Συγγραφέας</u> (Έτος)	<u>Συμμετέχοντες</u> (Δείγμα)	<u>Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης</u>	<u>Επίδραση κόπωσης στην</u> <u>ισορροπία</u>
6	Bisson et al. (2011)	28 άτομα χωρισμένα σε 2 γκρουπ	Το πρωτόκολλο κόπωσης με Biodex περιείχε την εναλλαγή των μέγιστων ισοκνημικών συστολών σε έκταση και κάμψη των μυών της ποδοκνημικής και των μυών του ισχίου για όσο το δυνατόν περισσότερες επαναλήψεις.	Η κόπωση του αστραγάλου και του ισχίου αύξησε την ταλάντωση κατά τη στάση και την ταχύτητα ταλάντωσης κατά τη μονοποδική ισορροπία.
7	Yalfani et al. (2017)	24 άτομα (12 με χρόνια αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση- 12 υγιή)	Στο πρωτόκολλο κόπωσης των γλουτιαίων μυών κάθε συμμετέχων κλήθηκε να σηκώσει και να χαμηλώσει το πόδι σε μια συγκεκριμένη γωνία αναφοράς με ένα ρυθμό 60 κτύπων ανά λεπτό, όπως παρέχεται από ένα ψηφιακό μετρονόμο.	Η κόπωση των γλουτιαίων μυών επιφέρει αλλαγές στους δείκτες που καθορίζουν την ισορροπιστική ικανότητα σε άτομα με χρόνια αστάθεια που μπορεί να οδηγήσει σε τραυματισμό.
8	Behan et al. (2018)	15 αθλητές ποδοσφαίρου	Η κόπωση προκλήθηκε με το Modified Loughborough Intermittent Shuttle Test, ένα προσαρμοσμένο τεστ κόπωσης ως προς το άθλημα (ποδόσφαιρο).	Η κόπωση με την συγκεκριμένη μέθοδο επέφερε 11% αύξηση στο κέντρο πίεσης στο προσθιοπίσθιο επίπεδο κατά την μέτρηση της ισορροπιστικής ικανότητας
9	Malmir et al. (2018)	20 άτομα	Το πρωτόκολλο κόπωσης των περνιαίων μυών έγινε με την χρήση ισοκνημικού δυναμόμετρου Biodex, χρησιμοποιώντας παρατεταμένη απαγωγή και ανάσπαση έξω χείλους στην ποδοκνημική άρθρωση.	Στην αξιολόγηση της προσαρμογής από άλλα σε δυναμοδάπεδο αυξήθηκε ο χρόνος σταθεροποίησης κατά την προσαύξηση.

5.4 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης και αξιολόγησης κόπωσης

Ο υπολογισμός του δείκτη κόπωσης εξαρτάται από το είδος του πρωτοκόλλου που εφαρμόζεται. Οι τρόποι επίτευξης των πρωτοκόλλων κόπωσης διαφέρουν ανάλογα με τη δοκιμασία και τα μέσα που χρησιμοποιούνται. Στην ανασκόπηση των Helbostad et al. (2010) διαπιστώθηκε πως στο σύνολο των πρωτοκόλλων κόπωσης οι δοκιμαζόμενοι ολοκληρώνουν το πρωτόκολλο κόπωσης όταν είναι: α) είτε ανήμποροι να σηκώσουν το βάρος τους σε όλο το εύρος της κίνησης, β) οι επιδόσεις μειώνονται κάτω από ένα προκαθορισμένο όριο σε τρεις διαδοχικές επαναλήψεις, γ) οι συμμετέχοντες εξαντλούνται σύμφωνα με κλίμακα για την υποκειμενική βαθμολόγηση του επιπέδου κόπωσης και δ) βασίζονται σε έναν προκαθορισμένο αριθμό επαναλήψεων ή χρονική διάρκεια. Η σχετική πτώση της δύναμης, κυμαίνεται μεταξύ 50 και 70% του μέγιστου επιπέδου προ-κόπωσης. Στην έρευνα των Bisson et al. (2011) το πρωτόκολλο κόπωσης έγινε με Biodex και περιείχε την εναλλαγή των μέγιστων ισοκινητικών συστολών σε έκταση και κάμψη των μυών της ποδοκνημικής και των μυών του ισχίου για όσο το δυνατόν περισσότερες επαναλήψεις μέχρις ότου η ροπή για τρεις διαδοχικές συστολές μειώθηκε κάτω από το 50% των μέγιστων εθελοντικών συστολών και για τις δύο μυϊκές ομάδες. Η επίτευξη της κόπωσης με ισομετρική άσκηση εφαρμόστηκε σε αρκετές έρευνες, όπου η μυϊκή κούραση στους μύες των οπίσθιων κνημιαίων των δύο ποδιών προκλήθηκε μέχρι τη μέγιστη εξάντληση ζητώντας από τους δοκιμαζόμενους να παραμείνουν όσο το δυνατόν περισσότερο στις μύτες των ποδιών, διατηρώντας μια ισομετρική πελματιαία κάμψη των δύο ποδιών. Η κόπωση επιτεύχθηκε όταν τα άτομα δεν ήταν πλέον σε θέση να διατηρήσουν τη στάση στις μύτες των ποδιών. Σε όλο το πρωτόκολλο κόπωσης, επιτράπηκε στους δοκιμαζόμενους να ασκήσουν μια ελαφριά επαφή σε μια καρέκλα τοποθετημένη κοντά τους, όταν ήταν απαραίτητο, για να αποφευχθεί η απώλεια ισορροπίας (Bisson et al., 2010; Vuillerme et al., 2002). Με την μέθοδο της επαναληψιμότητας αξιολογήθηκε η κόπωση στην έρευνα των Forestier et al. (2002), όπου για την διαδικασία κόπωσης, προκλήθηκε μυϊκή κόπωση στους ραχιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής (πρόσθιο κνημιαίο) του δεξιού ποδιού. Το δεξί άκρο επελέγη επειδή στις καθημερινές δραστηριότητες συχνά ζητείται για εργασίες ακριβείας και ελέγχου (π.χ. κατά την οδήγηση). Το δεξιό πόδι στηρίχθηκε σε ένα δάπεδο και ασφαλίστηκε με τη βοήθεια ενός ιμάντα Velcro πάνω στη ράχη του ποδιού. Σε αυτή τη θέση, αξιολογήθηκε η μέγιστη ισομετρική εθελοντική συστολή (MVC) του πρόσθιου κνημιαίου για κάθε δοκιμαζόμενο χρησιμοποιώντας δυναμόμετρο. Στη συνέχεια, οι δοκιμαζόμενοι έλαβαν οδηγίες να διατηρήσουν την ένταση ίση με το 70% της MVC τους για 40 δευτερόλεπτα με ίδιο χρόνο διαλείμματος μετά από κάθε δοκιμή. Το σήμα του μετρητή τάσης του δυναμόμετρου

παρουσιάστηκε μπροστά στον εξεταζόμενο μέσω μίας οθόνης για την παροχή οπτικής ανάδρασης της δύναμης. Έγιναν επίσης δυνατές, λεκτικές ενθαρρύνσεις. Το επίπεδο κόπωσης επιτεύχθηκε όταν τα άτομα δεν ήταν σε θέση να διατηρήσουν την μυϊκή συστολή για περισσότερο από 15 δευτερόλεπτα. Με παρόμοιο τρόπο αξιολόγησαν την κόπωση οι Wikstrom et al. (2004) όπου η κόπωση προκλήθηκε χρησιμοποιώντας συνεχείς μειομετρικές συσπάσεις των πελματιαίων και των ραχιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής με τις ίδιες ταχύτητες. Η κόπωση καθορίστηκε ως το σημείο στο οποίο οι ροπές της πελματικής και ραχιαίας κάμψης μειώθηκαν κάτω από το 50% των αντίστοιχων μέγιστων τιμών ροπής για 3 διαδοχικές επαναλήψεις. Με την κλασική κλίμακα Borg (μια κλίμακα με δείκτες από 6 έως 20) έγινε ο υπολογισμός του δείκτη κόπωσης σε έρευνα όπου κάθε συμμετέχων κλήθηκε να σηκώσει και να χαμηλώσει το πόδι σε μια συγκεκριμένη γωνία αναφοράς με ένα ρυθμό 60 κτύπων ανά λεπτό που δόθηκε από ένα ψηφιακό μετρονόμο μέχρι να αναφέρει μια βαθμολογία της κλίμακας άσκησης borg δείκτη 19 ή μεγαλύτερου (Yalfani et al., 2017). Οι Powers et al. (2004) διατύπωσαν πως η ηλεκτρομυογραφία χρησιμοποιείται συνήθως για την αξιολόγηση της κόπωσης. Εξέτασαν την κόπωση των μυών χρησιμοποιώντας τη μέση συχνότητα ισχύος του σήματος EMG. Είναι γενικά αποδεκτό ότι η ταχύτητα διάδοσης των μυϊκών ινών μειώνεται με την κόπωση. Καθώς η ταχύτητα μετάδοσης επιβραδύνεται, υπάρχει μετατόπιση του φάσματος ισχύος σήματος EMG και μείωση της μέσης συχνότητας αυτού του φάσματος. Έτσι, μια παρατηρούμενη μείωση στη μέση συχνότητα ισχύος δείχνει την κόπωση των μυών.

Οι Behan et al. (2018) χρησιμοποίησαν ένα πρωτόκολλο κόπωσης με τη χρήση ενός λειτουργικού τεστ (Loughborough Intermittent Shuttle Test) που προσομοιάζει στο αγώνισμα του δείγματος (ποδόσφαιρο) και εξέτασαν την επιρροή του στην ισορροπιστική ικανότητα. Σύμφωνα και με την έρευνα των Betty et al. (2018), όπου σύγκριναν την επίτευξη κόπωσης με εκούσιες συσπάσεις των μυών έναντι σε ηλεκτρικά διεγερμένες συσπάσεις, αποκαλύπτεται ότι οι μηχανισμοί του ορθοστατικού ελέγχου διαμορφώνονται ανάλογα με τη φύση των μυϊκών συσπάσεων, με τις εκούσιες συσπάσεις να υπερτερούν ως προς την αποτελεσματικότητα (Πιν. 5.2.1 & Πιν. 5.2.2). Λαμβάνοντας υπόψιν τις παραπάνω έρευνες, θα μπορούσε μια λειτουργική δοκιμασία αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας προσομοιωμένη στις ανάγκες μιας έρευνας να αποτελέσει έναν τρόπο επίτευξης μυϊκής κόπωσης. Το Square Hop Test, με βαθμό αξιοπιστίας ICC 0.90 (Yalfani et al., 2017), και με αξιολογούμενες ιδιότητες την δυναμική σταθεροποίηση, την νευρομυϊκή συναρμογή και την αντοχή (Φουσέκης, 2015), με την μέθοδο της επαναληψιμότητας θα μπορούσε να αποτελέσει έναν τρόπο επίτευξης μυϊκής κόπωσης στους μύες που ευθύνονται για την σταθεροποίηση της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Πίνακας 5.2.1 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης και αξιολόγηση/ποσοτικοποίηση της κόπωσης.

<u>A/A</u>	<u>Συγγραφείς (Έτος)</u>	<u>Συμμετέχοντες (Δείγμα)</u>	<u>Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης</u>	<u>Αξιολόγηση/ποσοτικοποίηση της κόπωσης</u>
1	Forestier et al. (2001)	8 άτομα	Κόπωση του πρόσθιου κνημιάδιου με ισομετρική σύσπαση έως την εξάντληση.	Η ισομετρική σύσπαση έγινε με τη χρήση δυναμόμετρου στο 70% της μέγιστης σύσπασης για 40 δευτερόλεπτα σύσπασης και 40 δευτερόλεπτα διάλειμμα έως να μην μπορούν να συνεχίσουν την άσκηση για πάνω από 15 δευτερόλεπτα.
2	Vuillierme et al. (2002)	9 άτομα	Κόπωση των πελματιαίων καμπτήρων με ισομετρική σύσπαση έως την εξάντληση. Η ισομετρική σύσπαση έγινε με την εκούσια στάση στις μύτες των ποδιών μέχρι να μην μπορεί να διατηρήσει αυτήν την θέση ο εξεταζόμενος, ακόμη και όταν είχε προφορικές ενθαρρύνσεις να το κάνει (εξάντληση).	Η ισομετρική σύσπαση έγινε με την εκούσια στάση στις μύτες των ποδιών μέχρι να μην μπορεί να διατηρήσει αυτήν την θέση ο εξεταζόμενος, ακόμη και όταν είχε προφορικές ενθαρρύνσεις να το κάνει (εξάντληση).
3	Wikstrom et al. (2004)	20 άτομα (8Α-12Γ)	Η κόπωση πραγματοποιήθηκε με ισοκίνητικό δυναμόμετρο με τους δοκιμαζόμενους να εκτελούν μειομετρικά πελματιαία και ραχιαία κάμψη της ποδοκνημικής έως την εξάντληση. Ακολούθησε κόπωση με τη χρήση λειτουργικών δοκιμασιών μέχρι την εξάντληση (6 ασκήσεις με 2 shuttle run και 4 hop tests).	Ισοκίνητικό δυναμόμετρο: η ροπή για τρεις διαδοχικές συστολές μειώθηκε κάτω από το 50% των μέγιστων εθελοντικών συστολών. Λειτουργικές δοκιμασίες: ο χρόνος ολοκλήρωσης των ασκήσεων αυξήθηκε κατά 50%.
4	Powers et al. (2004)	38 άτομα με αυτοπροσδιοριζόμενη αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση (22Α-16Γ)	Η μέθοδος πρόκλησης κόπωσης ήταν απροσδιόριστη.	Εξετάστηκε η κόπωση των περονιαίων μυών χρησιμοποιώντας τη μέση συχνότητα ισχύος του σήματος ηλεκτρομυογράφου. Μια παρατηρούμενη μείωση στη μέση συχνότητα ισχύος υποδείκνυε την κόπωση των μυών.

Πίνακας 5.2.2 Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης και αξιολόγηση/ποσοτικοποίηση της κόπωσης.

<u>A/A</u>	<u>Συγγραφείς (Έτος)</u>	<u>Συμμετέχοντες (Δείγμα)</u>	<u>Εργαστηριακοί μέθοδοι πρόκλησης κόπωσης</u>	<u>Αξιολόγηση/ποσοτικοποίηση της κόπωσης</u>
5	Cetin et al. (2008)	30 άτομα (14Α-16Γ)	Κόπωση με τη χρήση του StairMaster για τους μύες του γόνατος και της ποδοκνημικής.	Η κόπωση στο StairMaster προκλήθηκε με την μέτρηση των βημάτων στον ρυθμό του 70% της μέγιστης προσληψής οξυγόνου του εξεταζόμενου μέχρι την πτώση του αριθμού βημάτων κάτω του 50% της αρχικής μέτρησης.
6	Bisson et al. (2010)	23 άτομα (11Α-12Γ)	Κόπωση των πελματιαίων καμπτήρων με ισομετρική σύσπαση έως την εξάντληση. Η ισομετρική σύσπαση έγινε με την εκούσια στάση στις μύτες των ποδιών μέχρι να μην μπορεί να διατηρήσει αυτήν την θέση ο εξεταζόμενος, ακόμη και όταν είχε προφορικές ενθαρρύνσεις να το κάνει (εξάντληση).	Η ισομετρική σύσπαση έγινε με την εκούσια στάση στις μύτες των ποδιών μέχρι να μην μπορεί να διατηρήσει αυτήν την θέση ο εξεταζόμενος, ακόμη και όταν είχε προφορικές ενθαρρύνσεις να το κάνει (εξάντληση).
7	Bisson et al. (2011)	28 άτομα χωρισμένα σε 2 γκρουπ	Το πρωτόκολλο κόπωσης με Biodex περιείχε την εναλλαγή των μέγιστων ισοκνητικών συστολών σε έκταση και κάμψη των μυών της ποδοκνημικής και των μυών του ισχίου για όσο το δυνατόν περισσότερες επαναλήψεις.	Η διαδικασία κόπωσης συνεχίστηκε μέχρις ότου η ροπή για τρεις διαδοχικές συστολές μειώθηκε κάτω από το 50% των μέγιστων εθελοντικών συστολών και για τις δύο μνίκες ομάδες.
8	Malmir et al. (2018)	20 άτομα	Το πρωτόκολλο κόπωσης των περωναίων μυών έγινε με την χρήση ισοκνητικού δυναμόμετρου Biodex, χρησιμοποίησαν παρατεταμένη απαγωγή και ανάσπαση έξω χείλους στην ποδοκνημική άρθρωση.	Η διαδικασία κόπωσης συνεχίστηκε μέχρις ότου η ροπή για τρεις διαδοχικές συστολές μειώθηκε κάτω από το 50% των μέγιστων εθελοντικών συστολών.

5.5 Αξιολόγηση της απόδοσης

Στην έρευνα των Augustsson et al. (2006) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι το πρωτόκολλο κόπωσης σε συνδυασμό με τη δοκιμασία μονοποδικού κατακόρυφου άλματος ήταν μια αξιόπιστη μέθοδος για τη διερεύνηση της λειτουργικής απόδοσης των ατόμων υπό συνθήκες κόπωσης. Περαιτέρω, τα άτομα χρησιμοποίησαν μια προσαρμοσμένη στρατηγική άλματος, η οποία χρησιμοποίησε μικρότερη συμμετοχή του ισχίου, δημιουργώντας περισσότερες δυνάμεις για τις αρθρώσεις γόνατος και αστραγάλου κατά τη διάρκεια της απογείωσης και μικρότερη συμμετοχή της άρθρωσης του ισχίου κατά την προσγείωση κάτω από συνθήκη κόπωσης.

Επειδή το άλμα αποτελεί μια πολυαρθρική κίνηση η οποία περιλαμβάνει δραστηριότητες μυών που πλησιάζουν περισσότερο αυτές που παρατηρούνται σε καθημερινές κινήσεις, θα μπορούσε να υποτεθεί ότι η σχέση της απόδοσης σε μια δοκιμασία άλματος εμφανίζει υψηλή συσχέτιση με την επίδοση (Κέλλης, 2008). Επίσης, επειδή το ύψος του άλματος εμφανίζει υψηλή συσχέτιση με την ισχύ, ορισμένοι ερευνητές κρίνουν ότι η χρήση των εξισώσεων είναι περιττή και συστήνουν την απλή μέτρηση του ύψους του άλματος (Vandewalle et al., 1987). Για την καταγραφή έγκυρων μετρήσεων προτείνεται η χρήση ενός λεπτού ηλεκτρονικού δαπέδου (τεχνική Bosco), το οποίο καταγράφει τη χρονική διάρκεια της πτήσης του άλματος και υπολογίζει με ακρίβεια και αξιοπιστία (Παναγή & Σόντη, 2018) το ύψος πτήσης, το παραγόμενο έργο και την ισχύ (Κέλλης, 2008).

Το ποσοστό της ισχύος το οποίο μεταφέρεται μέσω του γαστροκνημίου μυός από το γόνατο στην ποδοκνημική, σύμφωνα με μαθηματικούς υπολογισμούς, συνεισφέρει στην συνολική ροπή γύρω από την άρθρωση κατά 26% κατά την εκτέλεση στατικού άλματος με το ένα πόδι και 22% κατά την εκτέλεση άλματος με τα δύο πόδια. Με την έναρξη του άλματος παρατηρείται έντονη κίνηση γύρω από την ποδοκνημική άρθρωση η οποία συνοδεύεται από ενεργοποίηση του γαστροκνημίου και υποκνημίδιου. Τη στιγμή της απογείωσης παρατηρείται γενική ενεργοποίηση όλων των μυών με πρωταγωνιστές τους εκτείνοντες του γόνατος, τον γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο. Η ενεργοποίηση των μυών της ποδοκνημικής συμβαδίζει με την ανάπτυξη υψηλής ροπής γύρω από την άρθρωση κατά την ενεργητική πελματιαία κάμψη πριν και κατά τη διάρκεια της απογείωσης. Λίγο πριν το άτομο προσγειωθεί στο έδαφος παρατηρείται σημαντική προενεργοποίηση από τους μύες της ποδοκνημικής (κύρια τους πελματιαίους καμπτήρες) με στόχο την αύξηση της σκληρότητας της άρθρωσης και την αποφυγή τραυματισμών (Spagale et al., 1999).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

6.1 Δείγμα – Κριτήρια επιλογής

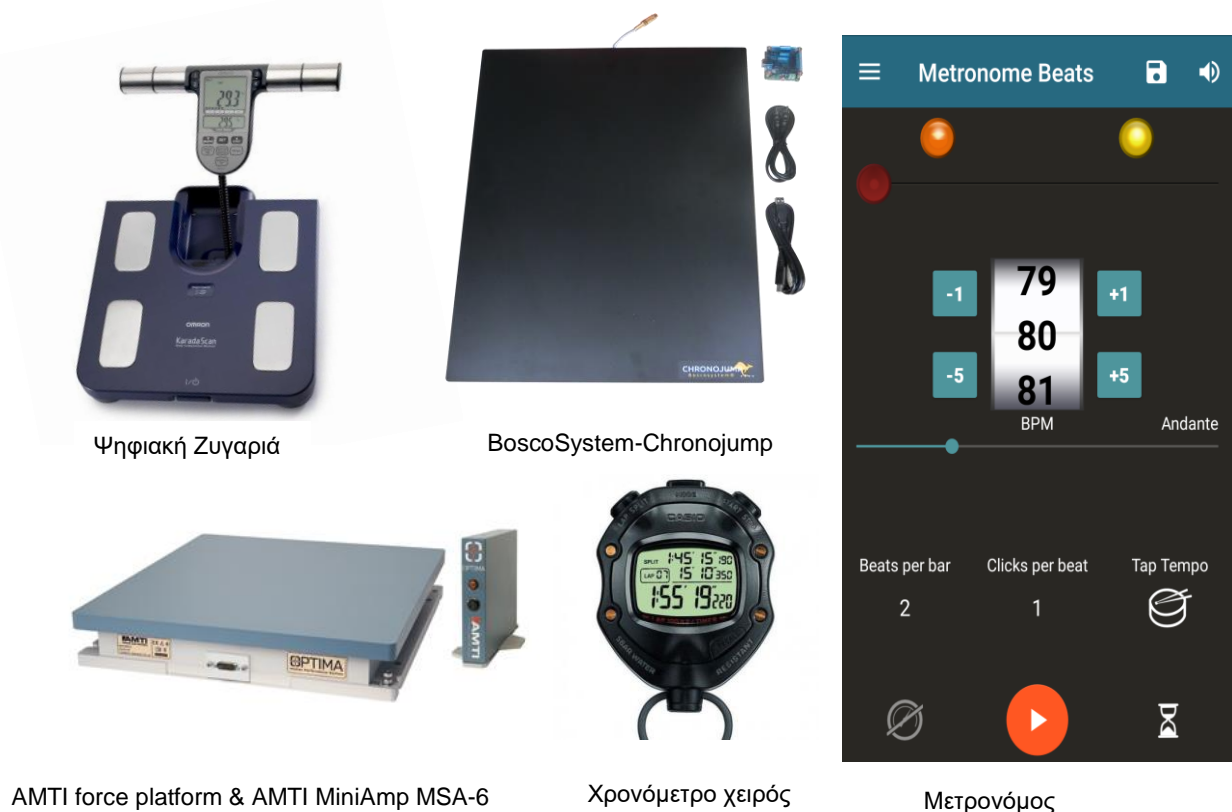
Το δείγμα της έρευνας απαρτίζεται από 34 ενήλικες, 15 άνδρες και 19 γυναίκες, ηλικίας 18 έως 28 (M.O: 21.82, S.D: 3.19). Το δείγμα χωρίστηκε σύμφωνα με το ιστορικό συνδεσμικού τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση σε 3 ομάδες: την ομάδα ελέγχου (Control), αποτελούμενη από 11 άτομα, που δεν είχαν υποστεί ποτέ τους συνδεσμικό τραυματισμό, την δεύτερη ομάδα (1Leg) της οποίας τα άτομα είχαν υποστεί συνδεσμικό τραυματισμό στο ένα πόδι, αποτελούμενη από 12 άτομα, και τέλος την τρίτη ομάδα με 11 άτομα που είχαν υποστεί συνδεσμικό τραυματισμό και στα 2 κάτω άκρα (2Leg). Τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα, σύμφωνα με την καρτέλα ιστορικού που λήφθηκε, δεν παρουσίαζαν κάποιο μυοσκελετικό πρόβλημα, ούτε είχαν πρόσφατο τραυματισμό στα κάτω άκρα κατά το τελευταίο 2μηνο. Έπειτα από τον έλεγχο του ιστορικού, αποκλείστηκαν άτομα από τις 2 πειραματικές ομάδες που δεν είχαν παρουσιάσει έντονα συμπτώματα τραυματισμού ή/και αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση. Οι μετρήσεις λάμβαναν χώρα πάντα πριν από κάποια σωματική άσκηση/ προπόνηση των εξεταζόμενων και αφού απείχαν από οποιαδήποτε αθλητική δραστηριότητα για διάστημα άνω των 24 ωρών. Τέλος, μεταξύ των τριών μετρήσεων απείχε χρονικό διάστημα άνω των 72 ωρών για να αποφευχθεί το φαινόμενο εμφάνισης καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης.

6.2 Όργανα και εξοπλισμός

Για την ολοκλήρωση των δοκιμασιών του ερευνητικού πρωτοκόλλου χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός για την καταγραφή των σωματομετρικών στοιχείων του κάθε δοκιμαζόμενου, όργανα μετρήσεων των εργαστηριακών δοκιμασιών και εξοπλισμός καταγραφής εικόνων και βίντεο των δοκιμασιών για επανέλεγχο και ανάλυση. Ο εξοπλισμός για την καταγραφή των σωματομετρικών στοιχείων αποτελούνταν από μια ψηφιακή ζυγαριά - λιπομετρητή (Omron BF511), μια μεζούρα ως επιτοίχιο αναστημόμετρο, μια μεζούρα για την μέτρηση των

διαμέτρων του σώματος του κάθε εξεταζόμενου, καθώς και τα ερωτηματολόγια πλευρίωσης, ιστορικού τραυματισμών και το έντυπο συγκατάθεσης. Χρησιμοποιήθηκε μια βιντεοκάμερα (Panasonic SDR-S26) μαζί με τρίποδο στήριξης για την καταγραφή βίντεο και την λήψη φωτογραφιών κατά την εκτέλεση των δοκιμασιών.

Για την ακριβή καταγραφή των δυνάμεων αντίδρασης και την ανάλυση σε 3 συνιστώσες (κατακόρυφη, εγκάρσια, μετωπιαία) χρησιμοποιήθηκε δυναμοδάπεδο AMTI σε συνδυασμό με τον ενισχυτή και ρυθμιστή δυναμοδαπέδου AMTI MiniAmp MSA-6, συνδεδεμένος με ηλεκτρονικό υπολογιστή για την μεταφορά των δεδομένων. Με την χρήση του ηλεκτρονικού τάπητα αλμάτων BoscoSystem-Chronojump (διαστάσεων 594x420mm) και του ηλεκτρονικού αποκωδικοποιητή Chronoric 3, μετρήθηκε η ισχύς και το ύψος του κάθε άλματος των δοκιμαζόμενων. Ο αποκωδικοποιητής συνδέεται μέσω καλωδίου USB με ηλεκτρονικό υπολογιστή για την καταγραφή των δεδομένων. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε χρονόμετρο χειρός (Casio HS-80TW) για την τήρηση των χρονικών περιθωρίων των δοκιμασιών και μετρονόμος για την διατήρηση συγκεκριμένου ρυθμού κατά την εξέταση της μέγιστης απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

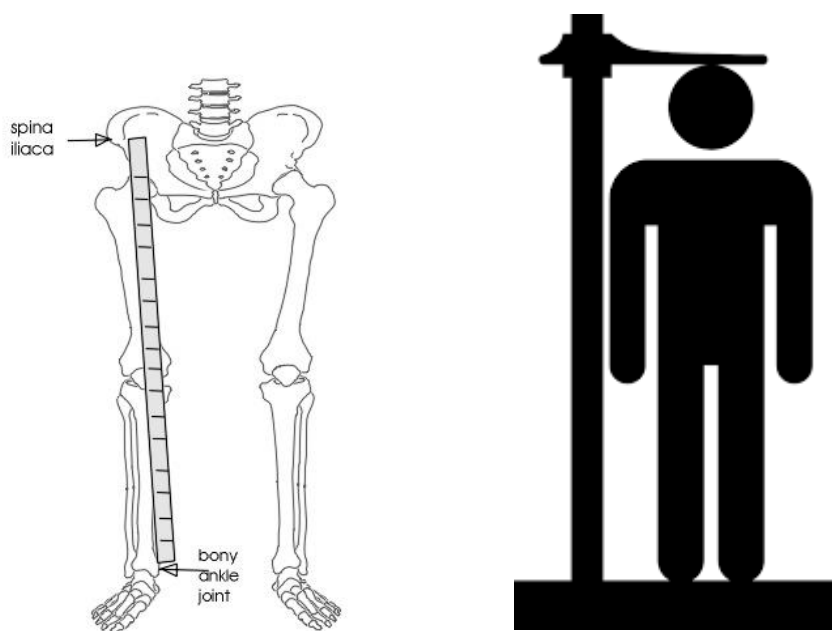


Εικόνα 6.1 Όργανα και εξοπλισμός

6.3 Πειραματικός σχεδιασμός

Πριν την έναρξη της διαδικασίας του πειράματος υπήρξε συγκέντρωση των υποψήφιων δοκιμαζόμενων, όπου ενημερώθηκαν προφορικά για την συμμετοχή τους στην έρευνα. Οι εν λόγω δοκιμαζόμενοι, αφού ελέγχθηκε ότι πληρούν τα κριτήρια συμμετοχής, υπέγραψαν το έντυπο συγκατάθεσης και συμφώνησαν να συμμετάσχουν εθελοντικά στην έρευνα.

Η πειραματική διαδικασία περιελάμβανε 3 συνεδρίες για κάθε δοκιμαζόμενο σε τρεις διαφορετικές ημέρες με κενό διάστημα μεταξύ τους στις 3 ημέρες το ελάχιστο και 7 το μέγιστο, σε συγκεκριμένη ώρα πραγματοποίησής τους, για την αποφυγή του φαινομένου εμφάνισης καθυστερημένης μυϊκής κόπωσης. Η πρώτη συνεδρία περιελάμβανε την καταγραφή των σωματομετρικών στοιχείων του κάθε δοκιμαζόμενου (βάρος, ύψος, δείκτης μάζας σώματος, μήκος κάτω άκρων), την επίδειξη και δοκιμή των δοκιμασιών που ακολούθησαν κατά τις επόμενες 2 συνεδρίες, καθώς και τη μέτρηση της μέγιστης απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης και των 2 ποδιών. Στις επόμενες 2 μετρήσεις αξιολογήθηκε η ισοροπιστική ικανότητα και η βραχυπρόθεσμη απόδοση του ενός ποδιού πριν και έπειτα από την εφαρμογή συνθήκης κόπωσης των μυών στην ποδοκνημική άρθρωση, ένα μέλος για κάθε συνεδρία. Όσον αφορά στο πόδι εκκίνησης στις μετρήσεις, η σειρά επιλογής πραγματοποιήθηκε με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο.



Εικόνα 6.2 Καταγραφή σωματομετρικών χαρακτηριστικών με μεζούρα

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

6.4 Προκαταρκτικές μετρήσεις

Κατά την πρώτη από τις 3 συνεδρίες έγινε η ενημέρωση των δοκιμαζόμενων σχετικά με τον σκοπό και την διαδικασία της έρευνας. Ενημερώθηκαν αναλυτικά για τις συνθήκες που επρόκειτο να ακολουθήσουν κατά την διάρκεια των μετρήσεων. Οι δοκιμαζόμενοι συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο αστάθειας της ποδοκνημικής άρθρωσης (μεταφρασμένο από την έρευνα των Caffrey et al., 2009), το ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση της πλευρίωσης των κάτω άκρων και έπειτα ακολούθησαν οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις. Οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις περιελάμβαναν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, σωματική σύσταση, σωματικό ανάστημα) που μετρήθηκαν με την βοήθεια ψηφιακής ζυγαριάς και με επιτοίχιο αναστημόμετρο. Επίσης μετρήθηκε το μήκος των κάτω σκελών κάθε δοκιμαζόμενου με την χρήση μεζούρας, μετρώντας την απόσταση από την άνω λαγόνια άκανθα έως το έσω σφυρό του κάτω άκρου, ενώ βρισκόταν σε ύπτια θέση και με πλήρη έκταση γόνατος.

Στο τέλος της πρώτης συνεδρίας, μετά την εξοικείωση με τις δοκιμασίες αξιολόγησης και την συνθήκη κόπωσης που θα αναλυθούν παρακάτω, καθορίστηκαν οι μέρες και ώρες των επόμενων 2 κύριων συνεδριών για κάθε δοκιμαζόμενο. Το διάστημα μεταξύ των 3 συνεδριών τηρήθηκε αυστηρά στις 3 μέρες το ελάχιστο και 7 το μέγιστο, σε συγκεκριμένη ώρα πραγματοποίησής τους, για την διασφάλιση της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων.

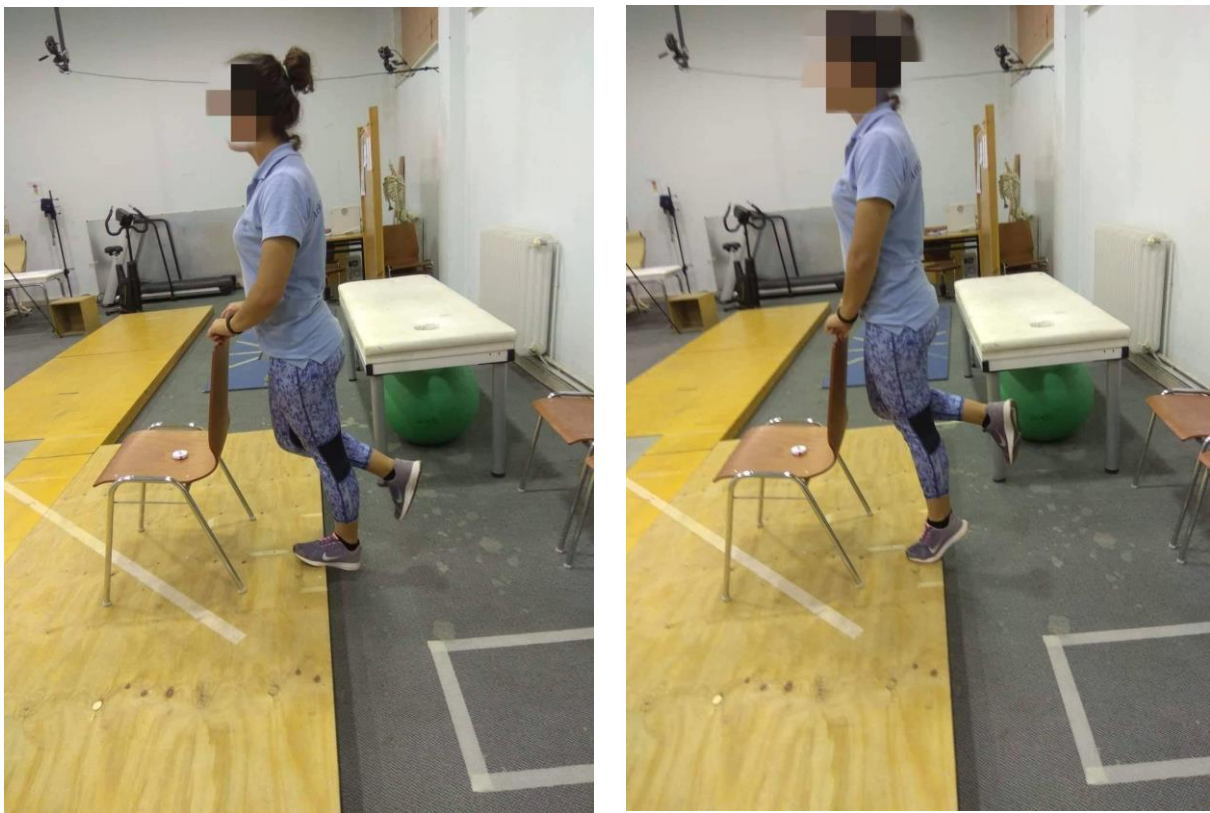
6.5 Εξοικείωση και προετοιμασία εξεταζόμενων – 1^η Συνεδρία

Η προετοιμασία του κάθε εξεταζόμενου για κάθε μια από τις 3 συνεδρίες περιείχε πρόγραμμα προθέρμανσης των κάτω άκρων συνολικής διάρκειας 8 λεπτών που περιελάμβανε αερόβια άσκηση (τρέξιμο ή δυναμικό βάδισμα), περπάτημα στις μύτες και στις φτέρνες των ποδιών, πρόσθια και οπίσθια προβολή ποδιών εναλλάξ και ημικαθίσματα.

Κατά την διάρκεια της πρώτης συνεδρίας, έπειτα από τις προκαταρκτικές μετρήσεις και την προθέρμανση, ακολούθησε η επίδειξη και η δοκιμή των δοκιμασιών που επρόκειτο να ακολουθηθούν κατά τις επόμενες δυο συνεδρίες, που ήταν η μονοποδική ισορροπία με

ανοικτά και κλειστά μάτια, η δοκιμασία αξιολόγησης της βραχυπρόθεσμης απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης και η συνθήκη κόπωσης με το Square Hop test.

Στο τέλος της πρώτης συνεδρίας αξιολογήθηκε ποσοτικά η απόδοση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης για κάθε πόδι. Ο εξεταζόμενος στεκόταν μονοποδικά σε σκαλοπάτι ύψους 10 cm από το έδαφος εκτελώντας επαναλαμβανόμενα πελματιαία και ραχιαία κάμψη άκρου ποδός σε συγκεκριμένο ρυθμό που δινόταν από μετρονόμο, στα 80 bpm (40 πελματιαίες κάμψεις στο λεπτό). Ο εξεταζόμενος είχε τη δυνατότητα να ασκήσει μια ελαφριά επαφή σε μια καρέκλα τοποθετημένη κοντά του, όταν ήταν απαραίτητο, για να αποφευχθεί η απώλεια ισορροπίας. Η εξέταση τερματιζόταν όταν ο εξεταζόμενος δεν μπορούσε να κρατήσει τον ρυθμό του μετρονόμου για 4 κύκλους είτε όταν δεν μπορούσε να εκτελέσει 2 συνεχόμενες εθελοντικές συσπάσεις σε όλο το εύρος της κίνησης. Έγιναν επίσης δυνατές, λεκτικές ενθαρρύνσεις κατά την διάρκεια της δοκιμασίας για να επιτευχθεί η μέγιστη εθελοντική προσπάθεια. Ο αριθμός των επαναλήψεων καταγράφηκε για το κάθε πόδι ξεχωριστά, έπειτα από διάλειμμα 4 λεπτών. Η παραπάνω δοκιμασία έλαβε μέρος μετά από την συνθήκη κόπωσης του εκάστοτε εξεταζόμενου μέλους για να διαπιστωθεί η κόπωση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.



Εικόνα 6.3 Ποσοτική αξιολόγηση της απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης με πελματιαία και ραχιαία κάμψη άκρου ποδός σε συγκεκριμένο ρυθμό.

6.6 Κύριες πειραματικές συνθήκες

Κατά την πρώτη συνεδρία, όπως αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, έγινε η εξοικείωση του δοκιμαζόμενου με τις πειραματικές διαδικασίες και η αξιολόγηση της απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης ποσοτικά. Στην δεύτερη και τρίτη συνεδρία ακολούθησαν οι κύριες πειραματικές συνθήκες, ένα μέλος για κάθε συνεδρία.

6.6.1 Δοκιμασία αξιολόγησης μονοποδικής ισορροπίας

Η αξιολόγηση της ισορροπιστικής ικανότητας μονοποδικά πραγματοποιήθηκε με το Single Leg Balance test πάνω στο δυναμοδάπεδο AMTI Force Platform. Ο δοκιμαζόμενος ήταν σε όρθια θέση με το εξεταζόμενο πόδι πάνω στο δυναμοδάπεδο, με τα χέρια του τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες και το βλέμμα του σε ένα συγκεκριμένο στόχο που είχε τοποθετηθεί σε σταθερό σημείο 2,5 μέτρα μακριά (Bisson et al., 2010). Η διαδικασία ολοκληρωνόταν όταν ο δοκιμαζόμενος μπορούσε να διατηρήσει την ισορροπία του για 20 δευτερόλεπτα πάνω στο δυναμοδάπεδο. Στην περίπτωση που έχανε επαφή με το δυναμοδάπεδο, άφηνε τα χέρια του από τις λαγόνιες ακρολοφίες είτε χανόταν το βλέμμα του από το στόχο, η μέτρηση θεωρούταν λήξασα. Η διαδικασία επαναλήφθηκε μία ακόμα φορά και έπειτα πραγματοποιήθηκε το ίδιο τεστ με τα μάτια κλειστά, εκτός δυναμοδαπέδου, με χρονόμετρο χειρός άλλες δύο φορές. Η δοκιμασία σταματούσε όταν ο δοκιμαζόμενος συμπλήρωνε 20 δευτερόλεπτα ή αποτύγγανε να κρατήσει την ισορροπία του. Και οι δύο συνθήκες επαναλήφθηκαν τόσο πριν όσο και ακριβώς μετά τη συνθήκη κόπωσης.



Εικόνα 6.4 Αξιολόγηση της ισορροπιστικής ικανότητας μονοποδικά στο δυναμοδάπεδο.

6.6.2 Δοκιμασία αξιολόγησης βραχυπρόθεσμης απόδοσης

Η αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης εξετάστηκε με πρόγραμμα Chronojump BoscoSystem ακριβώς μετά την αξιολόγηση της ισορροπιστικής ικανότητας. Οι δοκιμαζόμενοι ήταν σε μονοποδική στήριξη με το ένα πόδι στο κέντρο του ηλεκτρονικού τάπητα αλμάτων διαστάσεων 594 x 420 mm με τα χέρια τους τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες για σταθεροποίηση, και εκτέλεσαν μονοποδικό άλμα με στόχο να φτάσουν όσο πιο ψηλά μπορούν, ξεκινώντας με το γόνατο σε μικρή κάμψη. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε 5 φορές. Να σημειωθεί ότι εξεταζόμενο πόδι ήταν το πόδι στήριξης. Η δοκιμασία αυτή εκτελέστηκε για το πόδι εξέτασης της πρώτης κύριας συνεδρίας, που είχε οριστεί με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο, ενώ στην επόμενη αξιολογήθηκε το άλλο. Έπειτα, οι δοκιμαζόμενοι με τα δύο πόδια στον ηλεκτρονικό τάπητα αλμάτων με τα χέρια τους τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες για σταθεροποίηση εκτελούσαν άλμα με στόχο να φτάσουν όσο πιο ψηλά μπορούν, ξεκινώντας με τα γόνατα σε μικρή κάμψη. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε, ακριβώς μετά τα μονοποδικά άλματα, 3 φορές.

Τέλος, μετά τα διποδικά άλματα, εκτελέστηκε ένα τριπλό διποδικό άλμα που περιείχε τρία διποδικά άλματα συνεχόμενα, χωρίς διάλειμμα και με την οδηγία να τα εκτελέσουν όσο πιο γρήγορα μπορούν και όσο το δυνατόν πιο ψηλά. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε, και για τις 3 μετρήσεις, να μην χάσουν οι δοκιμαζόμενοι την ισορροπία τους, δηλαδή να μην αφήσουν τα χέρια τους από τις λαγόνιες ακρολοφίες και επιπρόσθετα να μην χάσει επαφή κανένα πόδι με τον ηλεκτρονικό τάπητα αλμάτων, καθώς στην περίπτωση αυτή η μέτρηση θεωρούταν άκυρη και επαναλήφθηκε. Η συνθήκη αυτή πραγματοποιήθηκε πριν την συνθήκη κόπωσης καθώς και μετά από αυτήν για να συγκριθούν τα αποτελέσματα μεταξύ τους.



Εικόνα 6.5 Αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης απόδοσης μονοποδικά και διποδικά στον ηλεκτρονικό τάπητα αλμάτων.

6.6.3 Συνθήκη κόπωσης

Η κόπωση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης πραγματοποιήθηκε με το Square Hop τεστ κατά την δεύτερη και την τρίτη συνεδρία. Ο δοκιμαζόμενος τοποθετήθηκε έξω από ένα τετράγωνο κουτί διαστάσεων 30 x 35 cm που έχουμε διαγράψει στο έδαφος με ταινία κόκκινου χρώματος. Ζητήθηκε από τον εξεταζόμενο να εκτελεί μονοποδικά άλματα μέσα και έξω από το κουτί προς όλες τις κατευθύνσεις ,είτε στη φορά του ρολογιού είτε αντιστρόφως, για 30 δευτερόλεπτα με διάλειμμα 30 δευτερολέπτων, 5 φορές. Έγιναν επίσης δυνατές, λεκτικές ενθαρρύνσεις κατά την διάρκεια της δοκιμασίας για να επιτευχθεί η μέγιστη εθελοντική προσπάθεια. Σε κάθε διάλειμμα ο εξεταζόμενος εκτιμούσε το στάδιο της κόπωσης του με ένα νούμερο από το 1 έως το 10 στην κλίμακα μέτρησης Modified Borg Scale. Όταν ο εξεταζόμενος έδειχνε από το νούμερο 8 και παραπάνω, σταματούσε το τεστ και εξεταζόταν ποσοτικά η κόπωση των μυών της ποδοκνημικής. Όταν η ποσοτική κόπωση δεν ήταν 50% και παρακάτω της αρχικής μέτρησης που έλαβε μέρος στην πρώτη συνεδρία, τότε η κόπωση θεωρούταν ως μη γενόμενη και επαναλαμβάνονταν η συνθήκη κόπωσης από την αρχή.



Εικόνα 6.6 Κόπωση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης με το Square Hop test.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

7.1 Εξαγωγή δεδομένων και στατιστική επεξεργασία

Εκτός από τον διαχωρισμό του δείγματος σε 3 ομάδες (1Leg, 2Leg, Control) έγινε και ο διαχωρισμός των κάτω άκρων σε κάθε ομάδα μετά τον έλεγχο του ιστορικού συνδεσμικών τραυματισμών, το ερωτηματολόγιο αστάθειας της ποδοκνημικής άρθρωσης και το ερωτηματολόγιο πλευρίωσης (Πιν 6.1). Συγκεκριμένα, για την ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα (1Leg) τα κάτω άκρα διαχωρίστηκαν ως προς το πάσχον και το υγιές πόδι με την συμπλήρωση του ιστορικού τραυματισμών. Για την ομάδα με τα διαστρέμματα και στα δύο πόδια (2Leg) ο διαχωρισμός έγινε ως προς το επικρατούν προς την πάθηση και το μη επικρατούν προς την πάθηση άκρο με την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου αστάθειας στην ποδοκνημική άρθρωση. Τέλος, για την ομάδα ελέγχου (Control) αφού συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο πλευρίωσης ο διαχωρισμός έγινε ως προς το κυρίαρχο και μη κυρίαρχο πόδι.

Στα πλαίσια της ερευνητικής εργασίας έγινε στατιστική ανάλυση με T-test για τις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, τόσο εντός των ομάδων (πριν και μετά) όσο και μεταξύ των ομάδων (1Leg, 2Leg, Control), με ορισμένο επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p \leq 0.05$. Συγκεκριμένα στις δοκιμασίες ισορροπιστικής ικανότητας έγινε με ανοικτά μάτια στο δυναμοδάπεδο, με κλειστά μάτια εκτός δυναμοδαπέδου με τη χρήση χρονομέτρου αλλά και στη δοκιμασία αξιολόγησης της βραχυπρόθεσμης απόδοσης με Chronojump BoscoSystem.

Από το δυναμοδάπεδο AMTI, για κάθε προσπάθεια, έγινε εξαγωγή 12 μεταβλητών κατά τη δοκιμασία της ισορροπιστικής ικανότητας με μονοποδική στήριξη (Single Leg Balance test) που μετράνε την μετατόπιση και την ταχύτητα της μετατόπισης του ποδιού στήριξης (Mean Cop X, Mean Cop Y, Mean Cop ABS, sd Mean Cop X, sd Mean Cop Y, sd Mean Cop ABS, Velocity Mean Cop X, Velocity Mean Cop Y, Velocity Mean Cop ABS, sd Velocity Mean Cop X, sd Velocity Mean Cop Y, sd Velocity Mean Cop ABS). Έπειτα από την σύγκριση κάθε προσπάθειας, η ανάλυση των δεδομένων έγινε με την καλύτερη τιμή από κάθε μεταβλητή και σε απόλυτη τιμή.

Στην εξαγωγή των δεδομένων του δυναμοδάπεδου, ο άξονας X αντιπροσωπεύει τον εγκάρσιο άξονα, ο άξονας Y τον προσθιοπίσθιο άξονα ενώ η μεταβλητή ABS την συνολική απόσταση μετατόπισης του κέντρου πίεσης.



Εικόνα 7.1 Οι άξονες Y και X στο δυναμοδάπεδο.

Στην αξιολόγηση της ισορροπιστικής ικανότητας με κλειστά μάτια και με μονοποδική στήριξη (Single Leg Balance test) καταγράφηκε η καλύτερη προσπάθεια από τις 2 επαναλήψεις και συγκρίθηκε στα τελικά αποτελέσματα. Στην βραχυπρόθεσμη απόδοση επιλέχθηκε η καλύτερη προσπάθεια από τις 5 στο μονοποδικό άλμα, πριν και μετά, για την μεταξύ τους σύγκριση. Η ίδια διαδικασία ακολούθησε και για τα διποδικά άλματα και το τριπλό συνεχόμενο διποδικό άλμα.

Πίνακας 7.1 Διαχωρισμός του δείγματος σύμφωνα με τα ερωτηματολόγια και το ιστορικό τραυματισμών κάτω άκρων.

ΟΜΑΔΑ: 2Leg

ΔΕΙΓΜΑ	ΠΛΕΥΡΙΩΣΗ	Επικρατούν προς την πάθηση			Μη επικρατούν προς την πάθηση		
		ΠΟΔΙ	ΠΡΟΣΦΑΤΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ	ΠΟΔΙ	ΠΡΟΣΦΑΤΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ
FS1	(+10)	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-6 μήνες	4	ΔΕΞΙ	1-6 μήνες	8
FS2	(-3)	ΔΕΞΙ	6-12 μήνες	1	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-6 μήνες	1
FS3	(+7)	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	< μήνα	2+	ΔΕΞΙ	>2 χρόνια	1
FS4	(+5)	ΔΕΞΙ	< μήνα	2+	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	< μήνα	2+
MS1	(+5)	ΔΕΞΙ	< μήνα	6	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	< μήνα	5
MS2	(+6)	ΔΕΞΙ	1-6 μήνες	3	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	6-12 μήνες	2
MS3	(+7)	ΔΕΞΙ	6-12 μήνες	3+	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-2 χρόνια	2
MS4	(-2)	ΔΕΞΙ	1-6 μήνες	5+	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-6 μήνες	5+
MS5	(+9)	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-6 μήνες	5+	ΔΕΞΙ	6-12 μήνες	3+
MS6	(+2)	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	>2 χρόνια	3	ΔΕΞΙ	>2 χρόνια	2
MS7	(+2)	ΔΕΞΙ	< μήνα	3	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-2 χρόνια	3

ΟΜΑΔΑ: 1Leg

ΔΕΙΓΜΑ	ΠΛΕΥΡΙΩΣΗ	Επικρατούν προς την πάθηση		
		ΠΟΔΙ	ΠΡΟΣΦΑΤΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ
FS1	(+16)	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-6 μήνες	2+
FS2	(+9)	ΔΕΞΙ	< μήνα	3
FS3	(+5)	ΔΕΞΙ	1-2 χρόνια	2
FS4	(+3)	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-6 μήνες	2+
FS5	(+15)	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-6 μήνες	3+
FS6	(+7)	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	< μήνα	10+
FS7	(+7)	ΑΡΙΣΤΕΡΟ	1-2 χρόνια	2+
FS8	(+5)	ΔΕΞΙ	1-6 μήνες	2+
FS9	(+20)	ΔΕΞΙ	< μήνα	7
MS1	(+10)	ΔΕΞΙ	1-6 μήνες	2+
MS2	(+16)	ΔΕΞΙ	1-6 μήνες	3+
MS3	(+13)	ΔΕΞΙ	>2 χρόνια	1

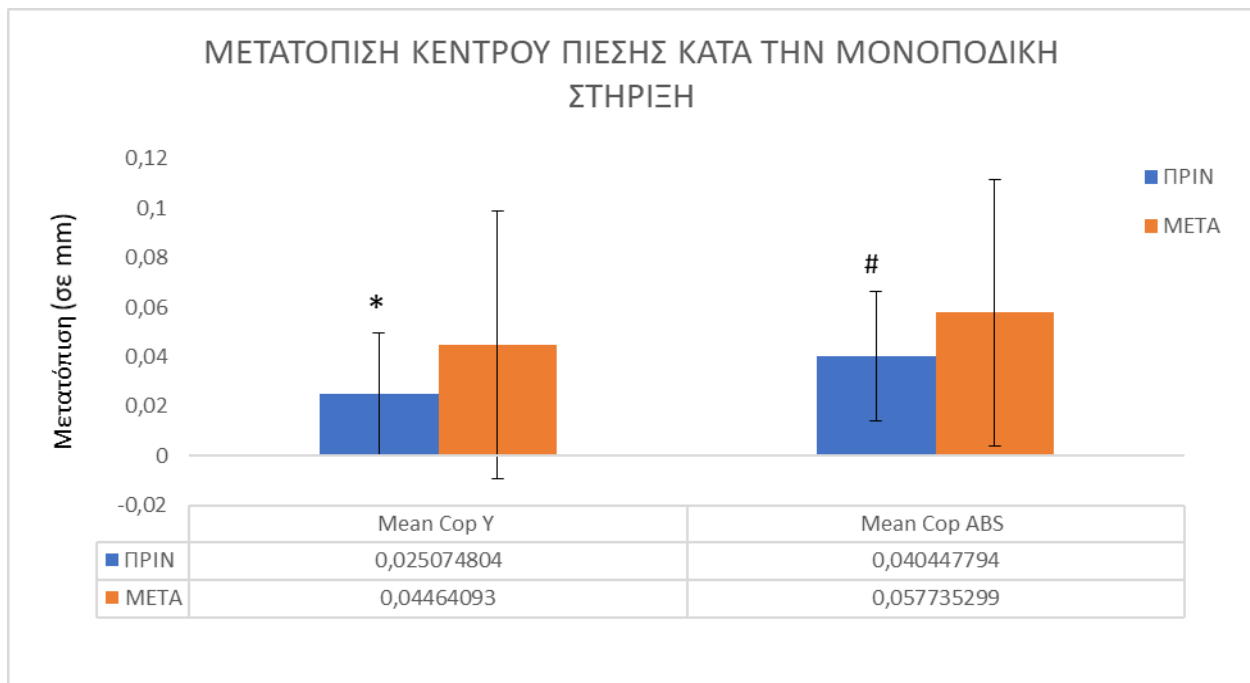
ΟΜΑΔΑ: Control

ΔΕΙΓΜΑ	ΠΛΕΥΡΙΩΣΗ
FS1	(+2)
FS2	(+3)
FS3	(+13)
FS4	(+8)
FS5	(+5)
FS6	(+14)
MS1	(-4)
MS2	(+9)
MS3	(-15)
MS4	(+9)
MS5	(+17)

7.2 Αποτελέσματα έρευνας

Οι δοκιμαζόμενοι που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν ηλικίας 18 έως 28 ετών (Μ.Ο: 21.82, S.D: \pm 3.19). Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ήταν: το σωματικό ανάστημα με μέσο όρο τα 170.5 εκατοστά (S.D: \pm 8.73), η σωματική μάζα με μέσο όρο τα 67.3 κιλά (S.D: \pm 9.70) και ο δείκτης μάζας σώματος (Δ.Μ.Σ) με μέσο όρο 24 (S.D: \pm 2). Επίσης μετρήθηκε το μήκος του δεξιού κάτω άκρου με μέσο όρο τα 87.16 εκατοστά (S.D: \pm 5.25) και του αριστερού κάτω άκρου με μέσο όρο 87.09 εκατοστά (S.D: \pm 5.15) αντίστοιχα. Με την συμπλήρωση του ιστορικού συνδεσμικού τραυματισμού και του ερωτηματολογίου πλευρίωσης κάτω άκρων το δείγμα διαχωρίστηκε στις αντίστοιχες ομάδες.

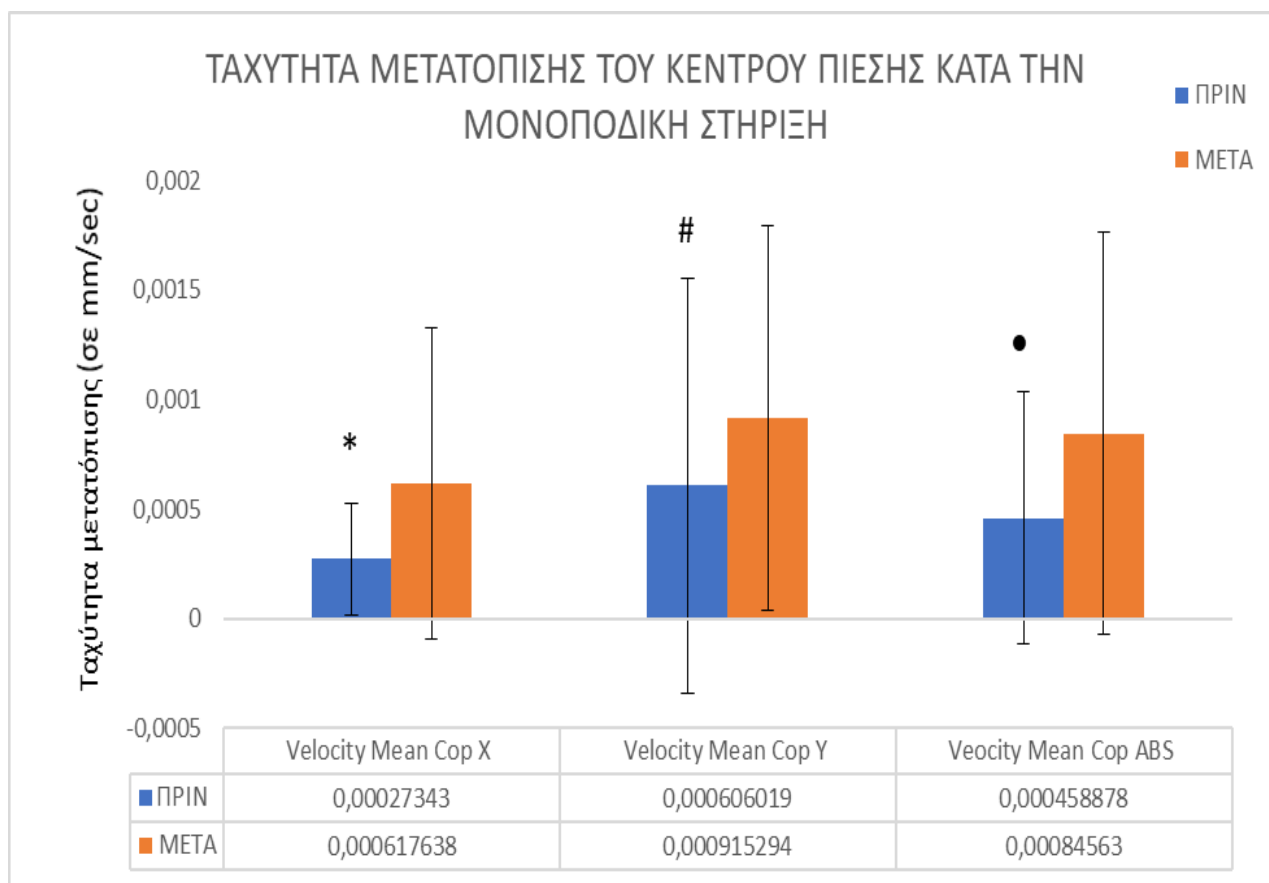
Στην ισορροπιστική ικανότητα με μονοποδική στήριξη (Single Leg Balance test) πάνω στο δυναμοδάπεδο η επίδραση της κόπωσης ήταν καθοριστική. Στο σύνολο των δοκιμαζόμενων, ανεξάρτητα από την κατηγοριοποίηση τους σε ομάδες σύμφωνα με τους τραυματισμούς τους, η κόπωση επέδρασε αρνητικά στην μετατόπιση του ποδιού στήριξης στον άξονα Y και στην συνολική απόσταση μετατόπισης ABS, καθώς και στην ταχύτητα της μετατόπισης σε όλους τους άξονες (X, Y, ABS) κατά τη διάρκεια της μονοποδικής στήριξης (Σχήμα 7.1.1 και 7.1.2).



Σχήμα 7.1.1: Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

*: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Y.

#: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στην μεταβλητή ABS.



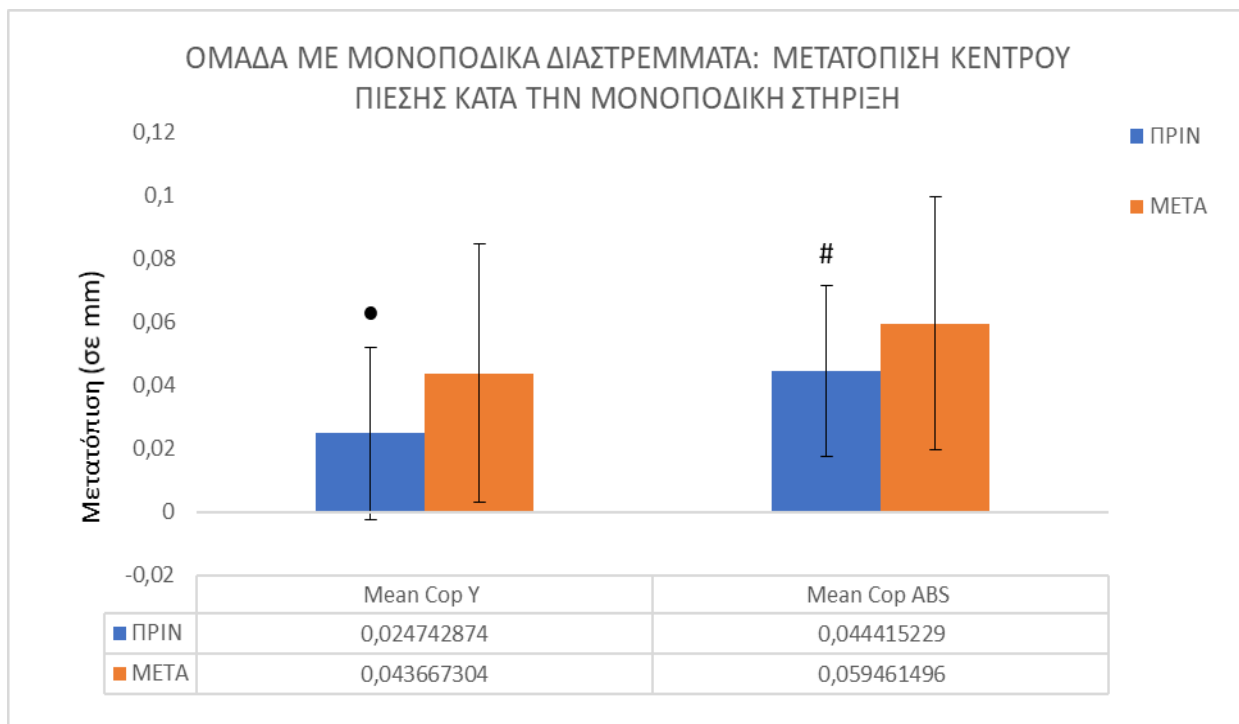
Σχήμα 7.1.2: Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

*: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα X.

#: $p=0.04$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Y.

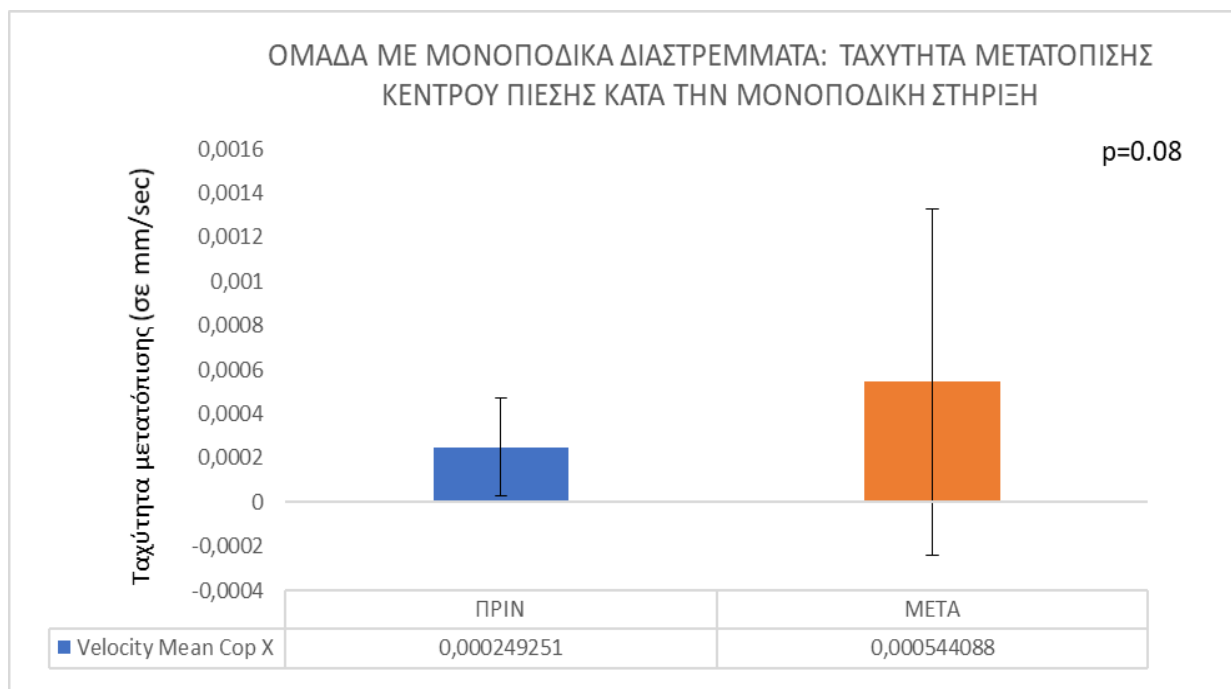
•: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στην μεταβλητή ABS.

Κατά τον διαχωρισμό του δείγματος σε ομάδες (1Leg, 2Leg, Control) η κόπωση επέδρασε σε κάθε ομάδα διαφορετικά. Στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα (1Leg), στην σύγκριση και των δύο κάτω άκρων πριν και μετά την κόπωση, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p \leq 0.05$) στον άξονα μετατόπισης Y και τη μεταβλητή ABS, ενώ με $p=0.08$ παρουσίασε διαφορά στην ταχύτητα μετατόπισης του άξονα X (Σχήμα 7.2.1 και 7.2.2). Κατά τον διαχωρισμό των άκρων της ομάδας αυτής σε πάσχον και υγιές, παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά σε όλους τους άξονες μετατόπισης του κέντρου πίεσης μεταξύ των μετρήσεων πριν και μετά την κόπωση στα πάσχοντα κάτω άκρα. Αντίθετα, στα υγιή κάτω άκρα δεν παρουσιάστηκε σε κανένα άξονα στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων πριν και μετά της συνθήκης κόπωσης (Σχήμα 7.2.3).

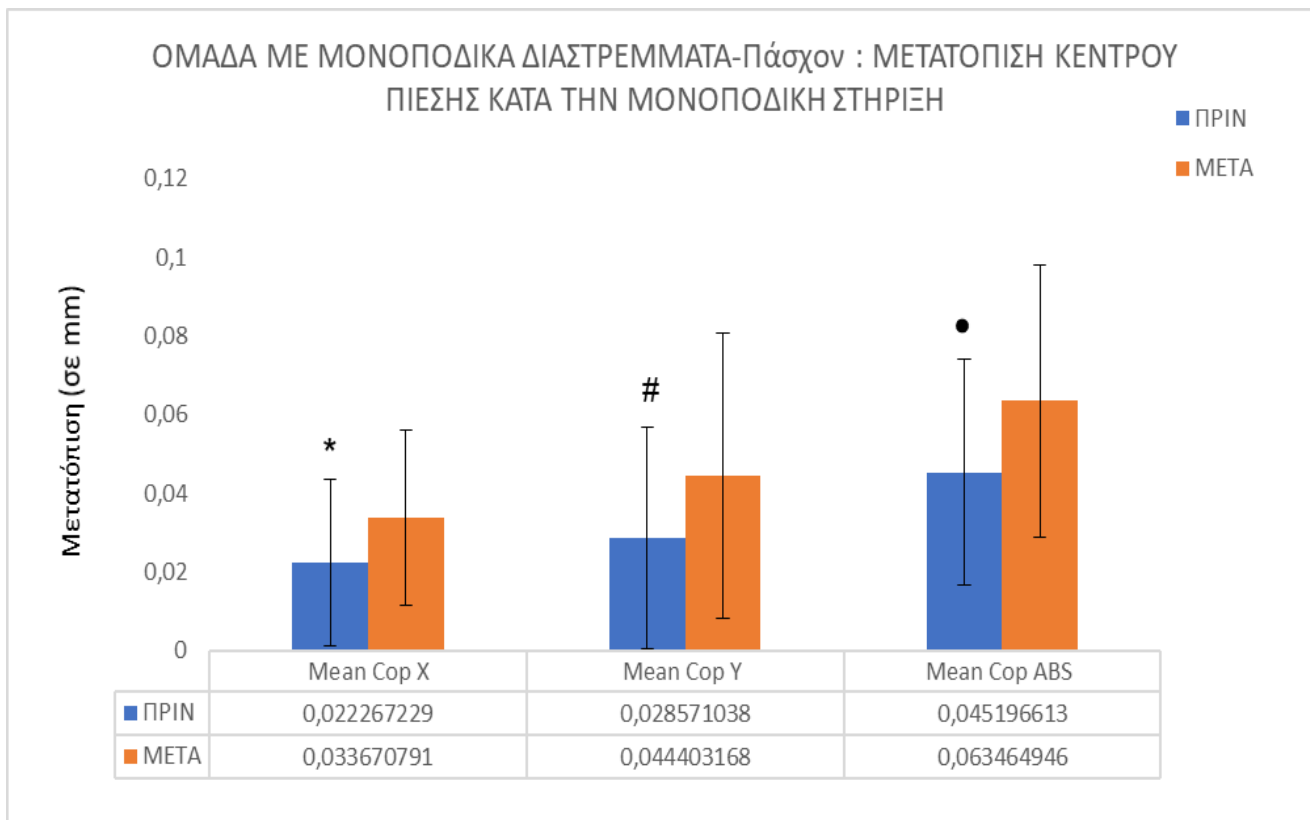


Σχήμα 7.2.1: Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

- : $p=0.02$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Y.
- #: $p=0.01$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στην μεταβλητή ABS.



Σχήμα 7.2.2: Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στον άξονα X με $p=0.08$.



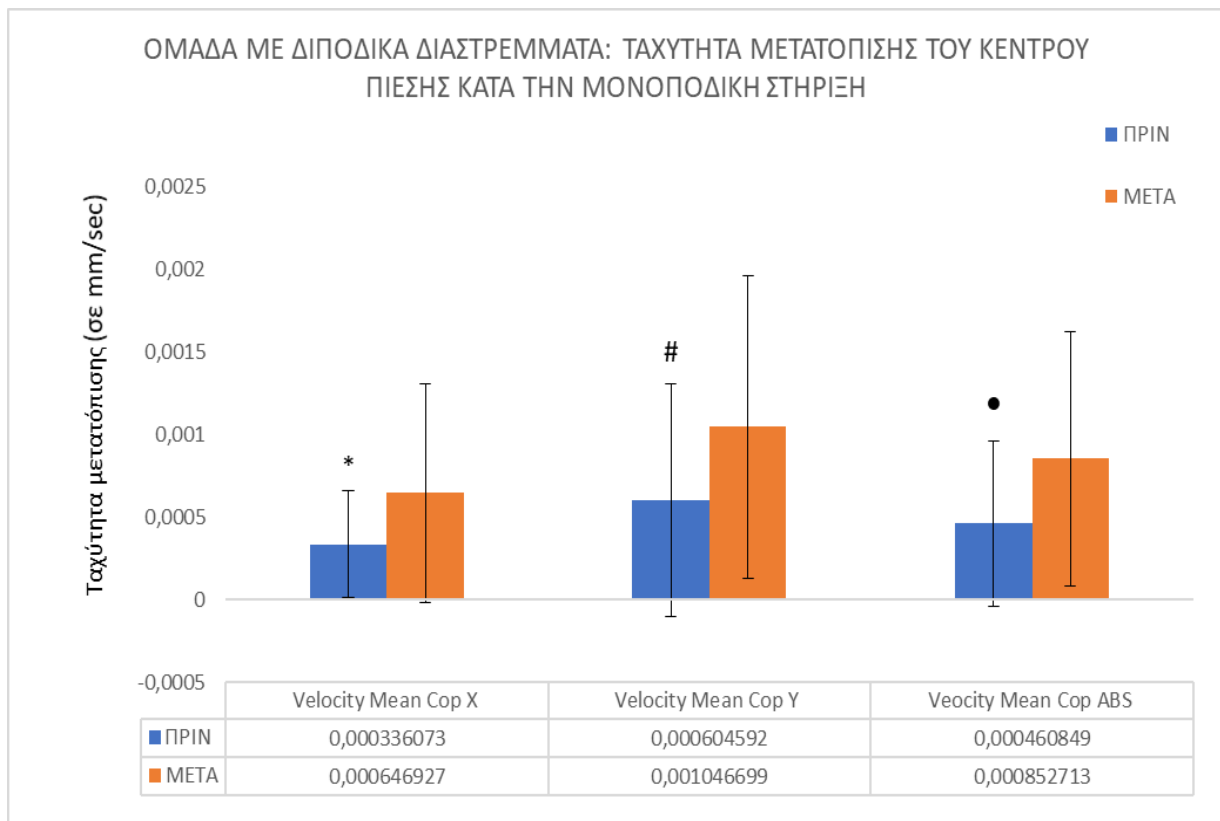
Σχήμα 7.2.3: Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα στα τραυματισμένα κάτω άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

*: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Χ.

#: $p=0.01$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Υ.

•: $p=0.02$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στην μεταβλητή ABS.

Στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα (2Leg), στην σύγκριση και των δύο κάτω άκρων πριν και μετά την κόπωση, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά σε όλους τους άξονες της ταχύτητας μετατόπισης και στην συνολική μετατόπιση κέντρου πίεσης ABS ενώ διαφορά $p=0.06$ υπήρχε στον άξονα μετατόπισης Υ (Σχήμα 7.3.1 και 7.3.2). Κατά τον διαχωρισμό των κάτω άκρων της ομάδας αυτής σε επικρατούντα προς την πάθηση και μη επικρατούντα προς την πάθηση κάτω άκρα, παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην μετατόπιση του άξονα Υ στα επικρατούντα προς την πάθηση άκρα ενώ για τα μη επικρατούντα παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά όλοι οι άξονες στην ταχύτητα μετατόπισης (Σχήμα 7.3.3 και 7.3.4).

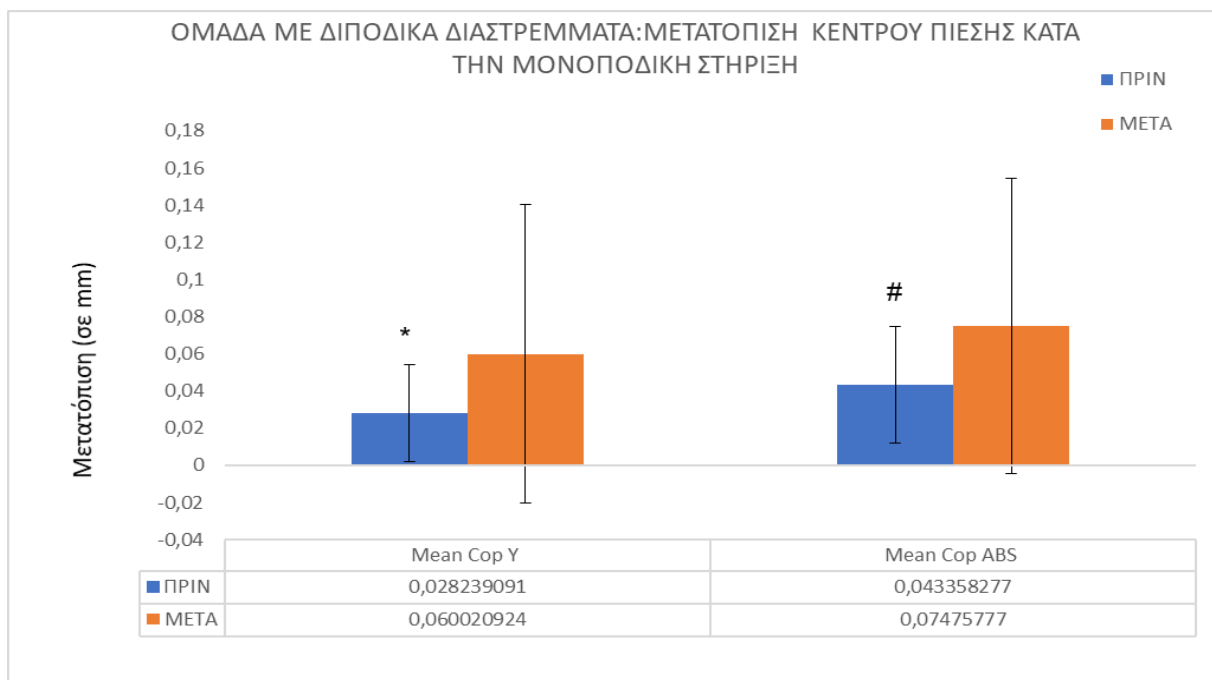


Σχήμα 7.3.1: Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

*: $p=0.05$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Χ.

#: $p=0.01$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Υ.

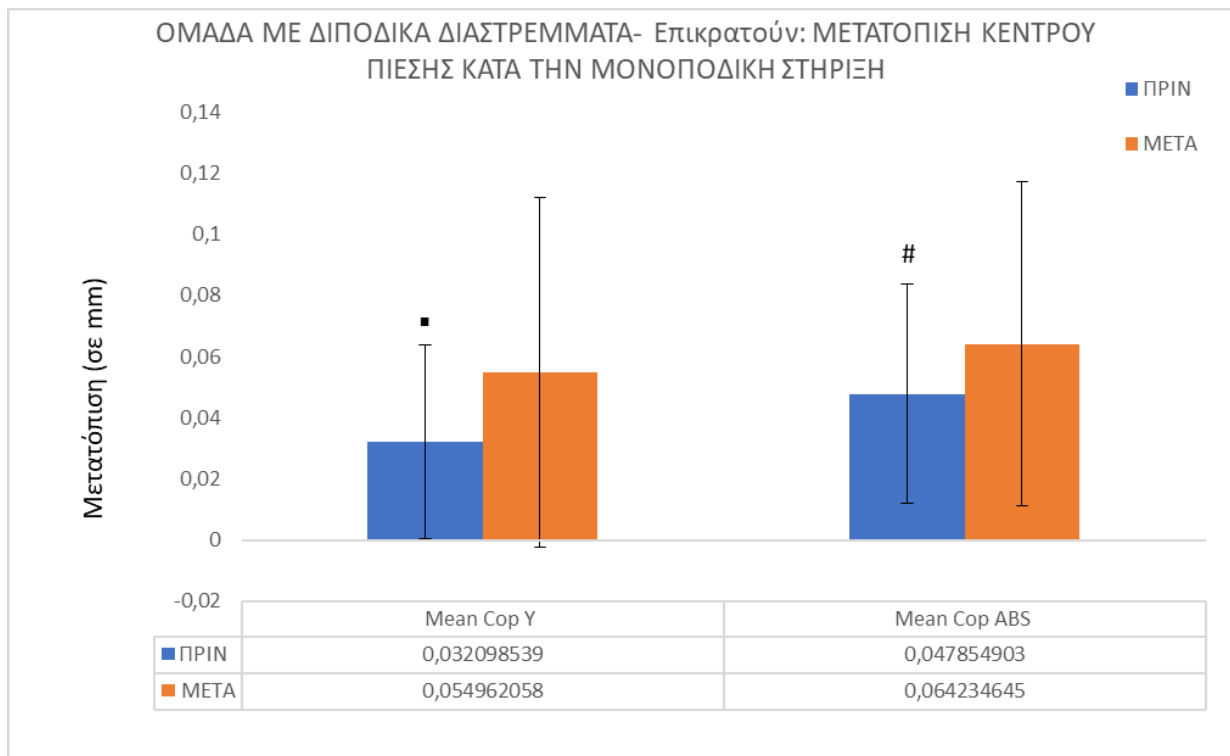
•: $p=0.01$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στην μεταβλητή ABS.



Σχήμα 7.3.2: Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

*: $p=0.06$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Υ.

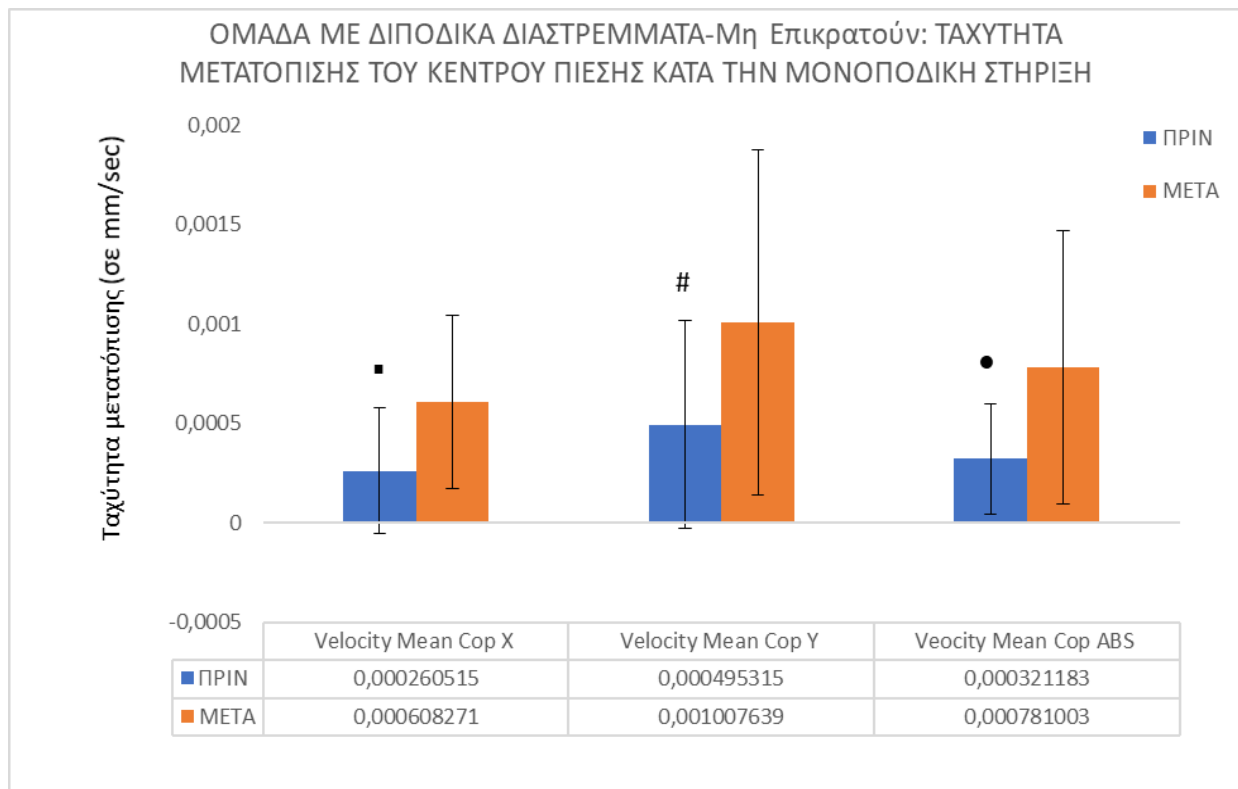
#: $p=0.05$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στην μεταβλητή ABS.



Σχήμα 7.3.3: Η μετατόπιση του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα στα επικρατούντα προς την πάθηση άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

*: $p=0.03$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Y.

#: $p=0.07$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στην μεταβλητή ABS.



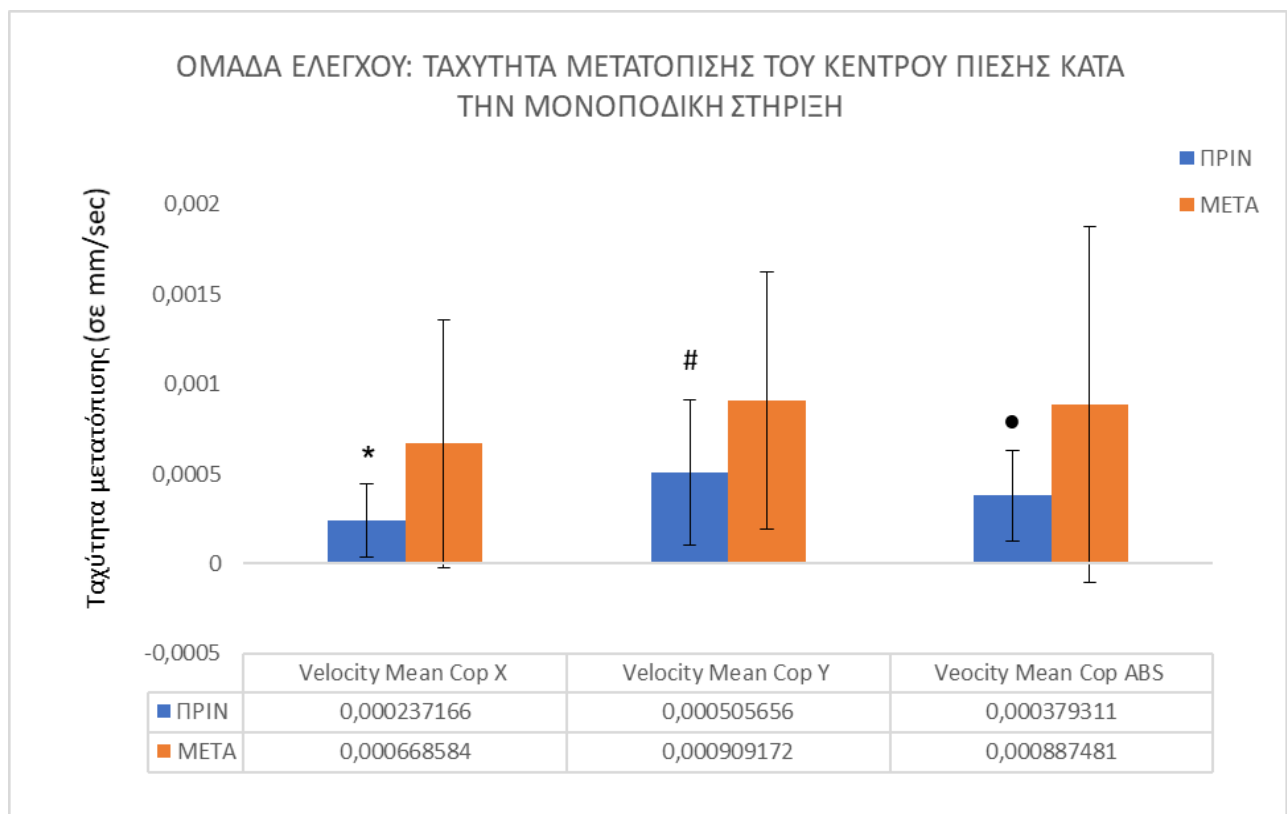
Σχήμα 7.3.4: Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα στα μη επικρατούντα προς την πάθηση άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

*: $p=0.03$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα X.

#: $p=0.02$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Y.

●: $p=0.02$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στην μεταβλητή ABS.

Στην ομάδα ελέγχου (Control), στην σύγκριση και των δύο κάτω άκρων πριν και μετά την κόπωση, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά σε όλους τους άξονες της ταχύτητας μετατόπισης (Σχήμα 7.4.1). Κατά τον διαχωρισμό των κάτω άκρων της ομάδας αυτής σε κυρίαρχα και μη κυρίαρχα κάτω άκρα σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο πλευρίωσης, στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μόνο στον άξονα X της ταχύτητας μετατόπισης για το κυρίαρχο πόδι, ενώ για το μη κυρίαρχο παρατηρήθηκε $p=0.067$ για την ταχύτητα μετατόπισης στον άξονα Y και $p=0.08$ για την ταχύτητα μετατόπισης στον άξονα X (Σχήμα 7.4.2 και 7.4.3).

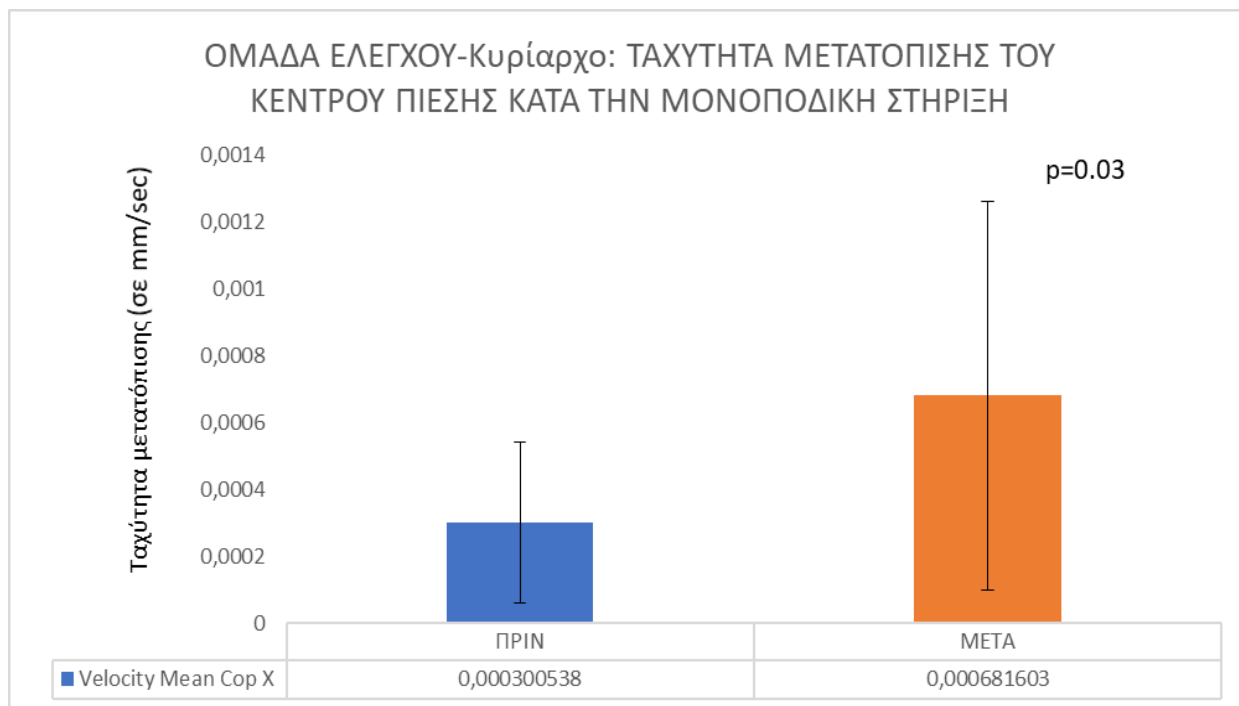


Σχήμα 7.4.1: Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα ελέγχου πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

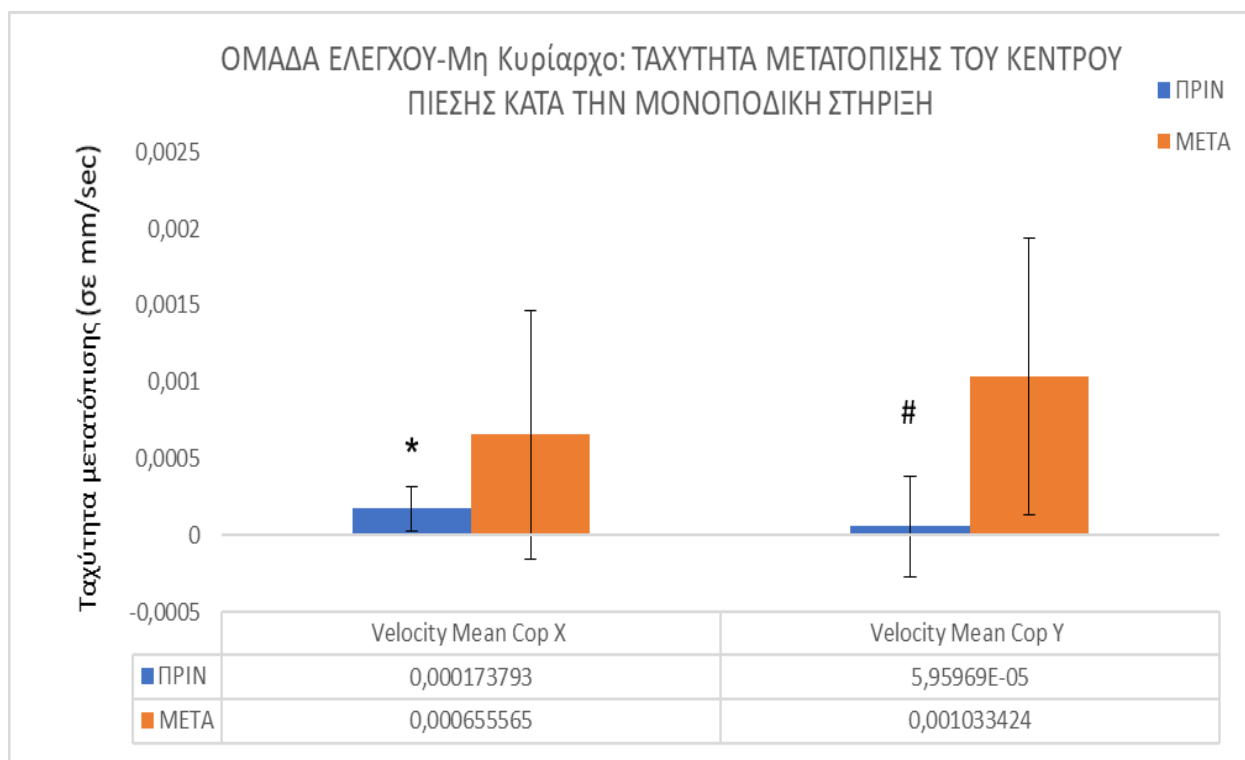
*: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα X.

#: $p=0.03$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Y.

•: $p=0.03$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στην μεταβλητή ABS.



Σχήμα 7.4.2: Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα ελέγχου στα κυρίαρχα άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης στον άξονα Χ με $p=0.03$.

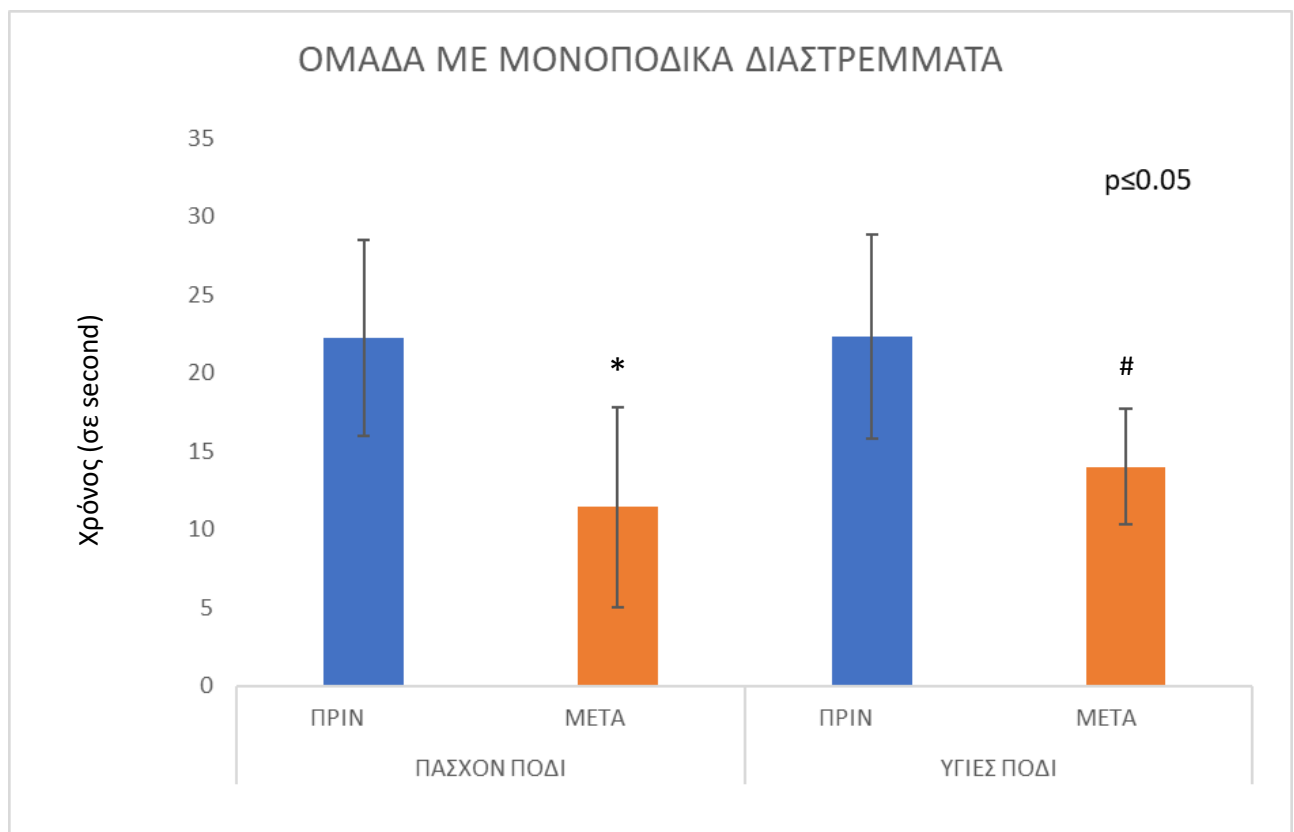


Σχήμα 7.4.3: Η ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης κατά την μονοποδική ισορροπία στην ομάδα ελέγχου στα μη κυρίαρχα άκρα πριν και μετά από την συνθήκη κόπωσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης.

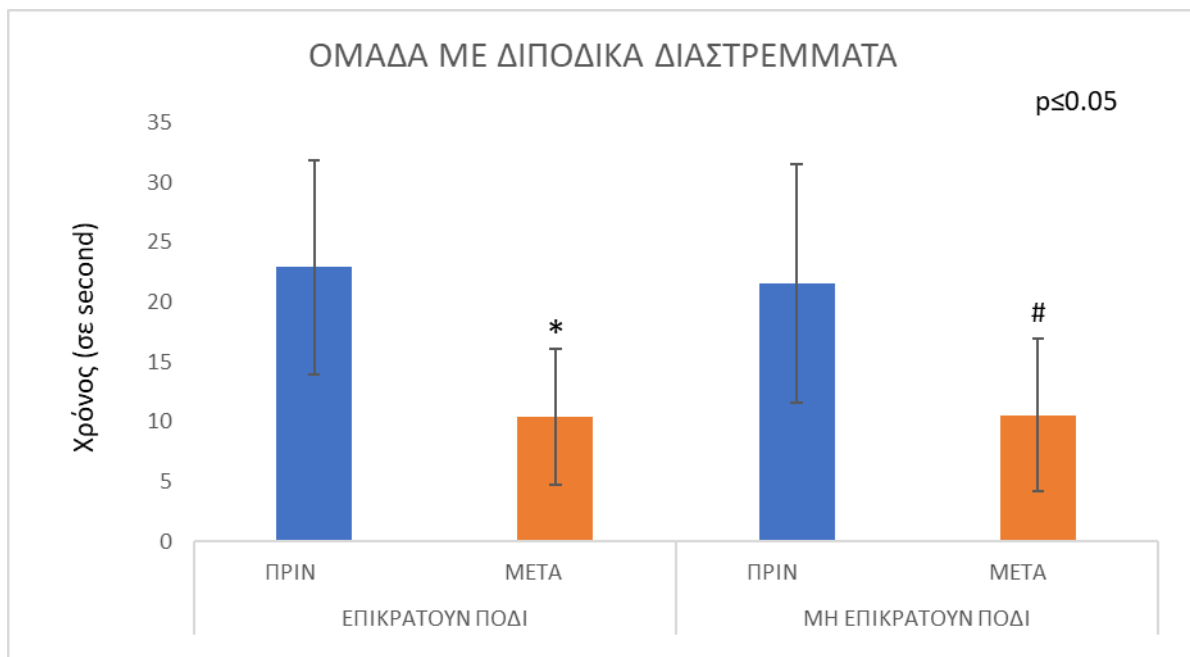
*: $p=0.08$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Χ.

#: $p=0.06$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στον άξονα Υ.

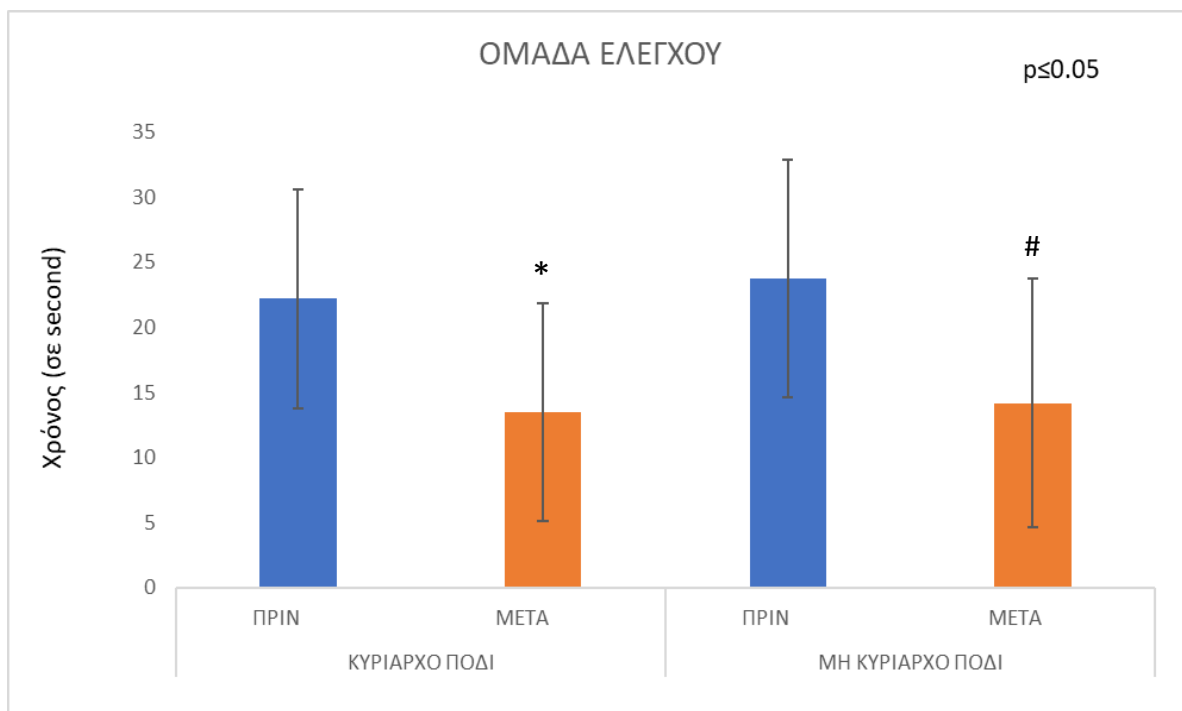
Στην ισορροπιστική ικανότητα με μονοποδική στήριξη (Single Leg Balance test) με κλειστά μάτια, χρησιμοποιώντας χρονόμετρο, η επίδραση της κόπωσης ήταν καθοριστική σε όλες τις ομάδες με στατιστικά σημαντική διαφορά πολύ μικρότερη του 0.05. Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη μείωση σε χρόνο παρουσιάστηκε στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα (2Leg), όπου στα επικρατούντα προς την πάθηση πόδια ο χρόνος ελαττώθηκε κατά 55% μετά την κόπωση σε σύγκριση με την αρχική αξιολόγηση προ κόπωσης. Στα μη επικρατούντα άκρα η μείωση ήταν 51% (Σχήμα 7.5.1). Στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα (1Leg), τα πάσχοντα άκρα είχαν μείωση 49% από την αρχική μέτρηση και 37% στα υγιή κάτω άκρα (Σχήμα 7.5.2). Τέλος στην ομάδα ελέγχου (Control) παρουσιάστηκε μείωση 39% στα κυρίαρχα άκρα και 40% στα μη κυρίαρχα άκρα (Σχήμα 7.5.3).



Σχήμα 7.5.1: Η μείωση του χρόνου στήριξης πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία μονοποδικής ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα.
 *: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο πάσχον σκέλος.
 #: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο υγιές σκέλος.

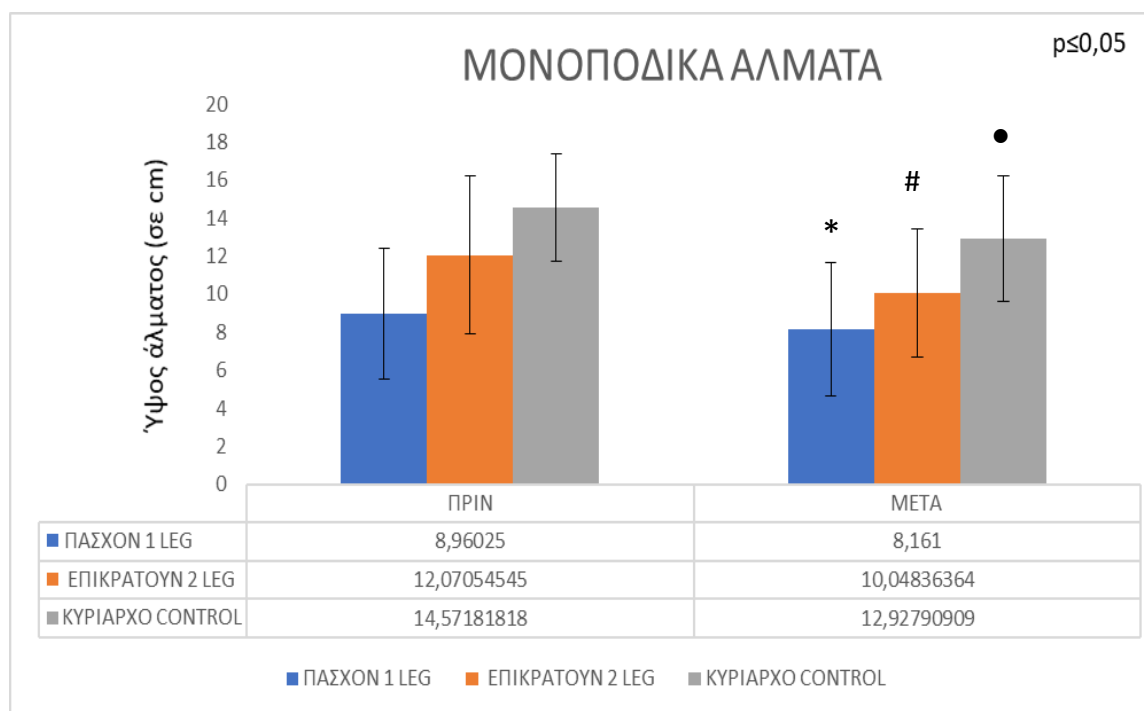


Σχήμα 7.5.2: Η μείωση του χρόνου στήριξης πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία μονοποδικής ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα.
 *: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο επικρατούν σκέλος.
 #: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο μη επικρατούν σκέλος.



Σχήμα 7.5.3: Η μείωση του χρόνου στήριξης πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία μονοποδικής ισορροπίας με κλειστά μάτια στην ομάδα ελέγχου.
 *: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο κυρίαρχο σκέλος.
 #: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο μη κυρίαρχο σκέλος.

Στο ερώτημα εάν η κόπωση έφερε μείωση στην βραχυπρόθεσμη απόδοση, όπως ήταν φυσιολογικό, παρουσιάστηκε σε όλες τις ομάδες σημαντική μείωση και σε όλες τις δοκιμασίες μείωση του ύψους του άλματος, αλλά τη μεγαλύτερη διαφορά παρουσίασε η δοκιμασία του μονοποδικού άλματος με στατιστικά σημαντική διαφορά λιγότερο του 0.05. Συγκεκριμένα στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα το πάσχον πόδι παρουσίασε μείωση 9% στο ύψος του μονοποδικού άλματος μετά την κόπωση ενώ το υγιές 11%. Στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα το επικρατούν προς την πάθηση πόδι παρουσίασε την μεγαλύτερη μείωση με 17% στο ύψος του μονοποδικού άλματος μετά την κόπωση ενώ το μη επικρατούν 14%. Τέλος, η ομάδα ελέγχου παρουσίασε πτώση 11% στα κυρίαρχα και 10% στα μη κυρίαρχα κάτω άκρα μετά την συνθήκη κόπωσης (Σχήμα 7.6.1 και 7.6.2).

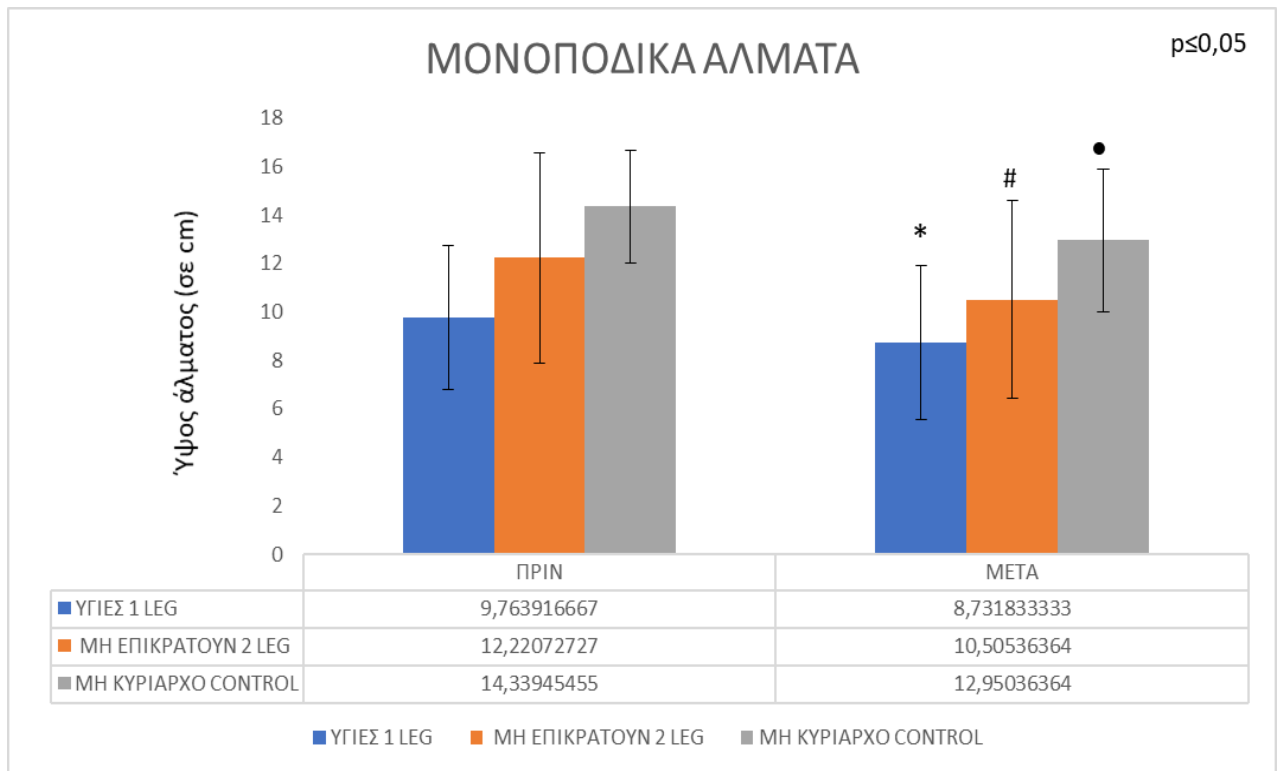


Σχήμα 7.6.1: Η μείωση του ύψους πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία του μονοποδικού άλματος.

*: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο πάσχον σκέλος.

#: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο επικρατούν σκέλος.

•: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο κυρίαρχο σκέλος.



Σχήμα 7.6.2: Η μείωση του ύψους πριν και μετά την κόπωση κατά την δοκιμασία του μονοποδικού άλματος.

*: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο υγιές σκέλος.

#: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο μη επικρατούν σκέλος.

•: $p=0.00$ ανάμεσα στην αρχική και τελική αξιολόγηση του δείγματος στο μη κυρίαρχο σκέλος.

7.3 Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που διατυπώθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο απαντήθηκαν τα 6 ερευνητικά ερωτήματα που είχαν τεθεί εξ αρχής. Ένα από τα κύρια ερωτήματα ήταν εάν ο νέος τρόπος για την πρόκληση της μυϊκής κόπωσης με τη προσαρμοσμένη λειτουργική δοκιμασία Square Hop test θα είχε αποτέλεσμα την κόπωση των μυών της ποδοκνημικής σε όλους τους δοκιμαζόμενους, καθώς δεν είχε εφαρμοστεί παρόμοιος τρόπος σε καμία σχετική έρευνα. Εκτός από τις υποκειμενικές εκτιμήσεις της κόπωσης με την κλίμακα Modified Borg Scale (Yalfani et al., 2017) από τον δοκιμαζόμενο και την ποσοτική απόδοση των μυών της ποδοκνημικής, όπου μετά την συνθήκη κόπωσης έπεφτε στο 50% της αρχικής μέτρησης (Augustsson et al., 2006; Cetin et al., 2008; Yalfani et al., 2017), η κόπωση αξιολογήθηκε επιπλέον με το αξιόπιστο εργαλείο μέτρησης Chronojump (Παναγή & Σόντη, 2018). Η δοκιμασία αξιολόγησης βραχυπρόθεσμης απόδοσης με μονοποδικά άλματα έδειξε πως η κόπωση επετεύχθη στο απόλυτο, καθώς το ύψος του μονοποδικού άλματος μειώθηκε σημαντικά σε όλες τις ομάδες μετά την συνθήκη κόπωσης, ανεξάρτητα από το ιστορικό συνδεσμικού τραυματισμού, με στατιστικά σημαντική διαφορά πολύ λιγότερη του 0.05.

Το κυρίαρχο ερευνητικό ερώτημα ήταν εάν η δοκιμασία κόπωσης που υποβλήθηκαν οι δοκιμαζόμενοι είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της νευρομυϊκής απόδοσης και ισορροπιστικής ικανότητας. Όσον αφορά στην νευρομυϊκή απόδοση, όπως διατυπώθηκε παραπάνω, σε όλες τις ομάδες υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ($p \leq 0.05$) μετά την κόπωση, οπότε η μείωση της νευρομυϊκής απόδοσης ήταν επιτυχής.

Η ισορροπιστική ικανότητα με μονοποδική στήριξη μετρήθηκε με δύο τρόπους · με ανοικτά μάτια στο δυναμοδάπεδο και με κλειστά μάτια εκτός δυναμοδαπέδου ως προς τον χρόνο με την χρήση χρονομέτρου χειρός. Στην ανάλυση των αποτελεσμάτων της ισορροπιστικής ικανότητας με κλειστά μάτια η επίδραση της κόπωσης ήταν καθοριστική σε όλες τις ομάδες με στατιστικά σημαντική διαφορά πολύ μικρότερη του 0.05 (Salavati et al., 2007; Bisson et al., 2010). Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη μείωση σε χρόνο παρουσιάστηκε στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα (2Leg), όπου η μείωση στα επικρατούντα προς την πάθηση πόδια ήταν 55% μετά την κόπωση σε σύγκριση με την αρχική αξιολόγηση πριν την κόπωση. Στα μη επικρατούντα άκρα η μείωση ήταν 51%. Στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα (1Leg), τα πάσχοντα άκρα είχαν μείωση 49% από την αρχική μέτρηση και 37% στα υγιή κάτω άκρα. Τέλος, στην ομάδα ελέγχου (Control) παρουσιάστηκε μείωση 39% στα κυρίαρχα άκρα και 40% στα μη κυρίαρχα άκρα.

Όσον αφορά στην ισορροπιστική ικανότητα στο δυναμοδάπεδο, η κόπωση στο σύνολο του δείγματος επηρέασε αρνητικά την μετατόπιση του ποδιού στήριξης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y και στη μεταβλητή ABS, καθώς και την ταχύτητα μετατόπισης σε όλους τους άξονες (προσθιοπίσθιο, εγκάρσιο και ABS). Αυτά τα αποτελέσματα έρχονται να συμπληρώσουν στην υπάρχουσα βιβλιογραφία και αρθρογραφία τους ισχυρισμούς ότι η κόπωση των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης αυξάνει την αστάθεια και μπορεί να οδηγήσει σε συνδεσμικό τραυματισμό στην περιοχή (Forestier et al., 2002; Vuillerme et al., 2003; Cetin et al., 2008; Helbostad et al., 2010; Bisson et al., 2011).

Σύμφωνα με το δείγμα της παρούσας έρευνας, μας δόθηκε η δυνατότητα να ερευνήσουμε την επίδραση της κόπωσης στην ισορροπιστική ικανότητα σε άτομα που είχαν υποστεί στο παρελθόν συνδεσμικό τραυματισμό είτε στο ένα είτε και στα δύο κάτω άκρα.

Στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα, το πάσχον κάτω άκρο επηρεάστηκε αρνητικά από την κόπωση στην ισορροπιστική ικανότητα σε όλους τους άξονες μετατόπισης, με περισσότερη επίδραση τον εγκάρσιο άξονα X ($p=0.00$) και ακολούθησε ο προσθιοπίσθιος άξονας ($p=0.01$) και η μεταβλητή ABS ($p=0.02$). Επίσης εξετάστηκε το υγιές άκρο, στο οποίο παρόλο που υπήρχε μείωση στην ισορροπιστική ικανότητα, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά, ισχυροποιώντας την αρχική υπόθεση και παράλληλα απαντώντας το ερευνητικό ερώτημα ότι το πάσχον άκρο επηρεάστηκε περισσότερο από την κόπωση απ' ότι το υγιές.

Στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα, τα επικρατούντα προς την πάθηση άκρα επηρεάστηκαν αρνητικά από την κόπωση στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ($p=0.03$), ενώ στη μεταβλητή ABS ήταν ελάχιστα εκτός ορίων για το επίπεδο σημαντικότητας ($p=0.07$). Το αποτέλεσμα της έρευνας συμπίπτει με την υπάρχουσα αρθρογραφία που υποδεικνύει πως ο προσθιοπίσθιος άξονας επηρεάζεται περισσότερο από τα διαστρέμματα στην ποδοκνημική άρθρωση (Eils & Rosenbaum, 2001; Bisson et al., 2011). Στα κάτω άκρα που είχαν υποστεί συνδεσμικό τραυματισμό αλλά ήταν τα μη επικρατούντα προς την πάθηση άκρα παρουσιάστηκε σε όλους τους άξονες στατιστικά σημαντική διαφορά στην ταχύτητα μετατόπισης του ποδιού στήριξης (προσθιοπίσθιο άξονα: $p=0.02$, εγκάρσιο άξονα: $p=0.03$, μεταβλητή ABS: $p=0.02$). Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν πως τα άτομα αυτά πιθανόν να έχουν μειωμένη δύναμη στους μύες της ποδοκνημικής που ευθύνονται για την σταθεροποίηση της άρθρωσης, καθώς σύμφωνα με την βιβλιογραφία, τα επαναλαμβανόμενα διαστρέμματα μπορούν να οδηγήσουν σε μειωμένη δύναμη αυτών των μυών (Brotzman & Manske, 2015; Wikstrom et al., 2004; Strom et al. 2016).

Έτσι, η μειωμένη δύναμη των μυών που συγκρατούν την άρθρωση με τα ελλείματα νευρομυϊκού ελέγχου σε συνδυασμό με την επίδραση της κόπωσης μπορούν να προκαλέσουν την επανεμφάνιση της κάκωσης (Janssen et al., 2011). Ειδικά σε συγκεκριμένα αθλήματα που περιέχουν αλλαγές κατεύθυνσης και επιβαρύνουν τους μύες που συγκρατούν την άρθρωση στη θέση της (όπως καλαθοσφαίριση, ποδόσφαιρο, χειροσφαίριση, κτλ.) έχουν μεγαλύτερα ποσοστά εμφάνισης του συγκεκριμένου τραυματισμού και όταν εξασκούνται από αθλητές που πάσχουν από αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση, θεωρούνται δραστηριότητες υψηλού κινδύνου εμφάνισης διαστρέμματος (McCriskin et al., 2015). Στην ομάδα ελέγχου στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0.03$) παρουσίασαν στον εγκάρσιο άξονα μόνο στην ταχύτητα μετατόπισης και μόνο τα κυρίαρχα κάτω άκρα, σύμφωνα με το ερωτηματολόγιο πλευρίωσης.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των 3 ομάδων μεταξύ τους βλέπουμε ότι στον προσθιοπίσθιο άξονα, όπου παρουσιάζονται οι περισσότερες διαφορές στα άτομα με αστάθεια στην ποδοκνημική άρθρωση σύμφωνα με την υπάρχουσα αρθρογραφία, επηρεάστηκαν περισσότερο οι ομάδες που είχαν συνδεσμικό τραυματισμό (1Leg-πάσχον και 2Leg) απαντώντας το ερώτημα εάν η κόπωση επέδρασε περισσότερο αρνητικά στα πάσχοντα άκρα για την ομάδα 1Leg και στα επικρατούντα προς την πάθηση άκρα για την ομάδα 2Leg έναντι των υγιών και μη επικρατούντων προς την πάθηση κάτω άκρων αντίστοιχα. Στην σύγκριση της ισορροπιστικής ικανότητας πριν την κόπωση μεταξύ του πάσχοντος και υγιούς κάτω άκρου για την ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα και το επικρατούν με το μη επικρατούν προς την πάθηση κάτω άκρο για την ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφορά στην ισορροπιστική ικανότητα και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση, αποτέλεσμα αντίθετο με την πλειοψηφία παρόμοιων ερευνών (McKay et al., 2001; Malliaropoulos et al., 2009).

Για την αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης με το πρόγραμμα Chronojump BoscoSystem στον ηλεκτρονικό τάπητα αλμάτων, εκτός από τα μονοποδικά άλματα, εκτελέστηκαν και τα διποδικά άλματα. Μόνο στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα φάνηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, αλλά και πάλι οι διαφορές στο ύψος του άλματος σε σχέση με τα μονοποδικά άλματα δεν ήταν εξίσου μεγάλες. Είναι πολύ πιθανό, επειδή σε κάθε συνεδρία προκαλούσαμε κόπωση μόνο στο ένα από τα δύο σκέλη, το ξεκούραστο μέλος να εξισορροπούσε την απώλεια δύναμης του ποδιού που είχε υποστεί κόπωση κατά το διποδικό άλμα, αλλάζοντας την τεχνική του άλματος συνολικά. Σε σχετική έρευνα των Augustsson et al. (2006) αποδείχθηκε πως μετά από συνθήκη κόπωσης, η τεχνική του ατόμου κατά το άλμα προσαρμόστηκε και άλλαξε ως προς τις ανάγκες της κίνησης για να βγάλει εις πέρας την δοκιμασία που του είχε ανατεθεί.

Οι κύριοι περιορισμοί στην συγκεκριμένη έρευνα ήταν πως το ιστορικό, ο αριθμός και η σοβαρότητα του κάθε τραυματισμού στο δείγμα μας κρίθηκε σύμφωνα με την υποκειμενικότητα του εκάστοτε εξεταζόμενου και δεν ελέγχθηκε με κάποιον αξιόπιστο τρόπο. Επίσης, η κόπωση των μυών της ποδοκνημικής πιστοποιήθηκε με δύο διαφορετικούς τρόπους αλλά δεν πραγματοποιήθηκε με κάποιο αξιόπιστο εργαλείο ή μέθοδο για να θεωρηθεί ότι το πρωτόκολλο κόπωσης είχε υψηλό βαθμό αξιοπιστίας (ICC).

Έπειτα από την εκπόνηση της έρευνας και την ανάλυση των αποτελεσμάτων, με την εμπειρία που αποκτήθηκε, θα μπορούσαν να δοθούν πιθανές ερμηνείες των αποτελεσμάτων και προτάσεις για μελλοντικές έρευνες στο συγκεκριμένο πεδίο.

Για την ορθότητα, την εγκυρότητα και την αξιοπιστία μιας έρευνας, ο εκάστοτε ερευνητής οφείλει να δίνει ιδιαίτερη προσοχή στην μέθοδο και στις παραμέτρους που επιλέγει να εφαρμόσει στους δοκιμαζόμενους. Μελετώντας την αρθρογραφία, ένας τρόπος πρόκλησης κόπωσης που χρησιμοποιείται ευρέως είναι με ισοκινητικά δυναμόμετρα. Όμως, αυτός ο τρόπος δεν προσομοιάζει σε αθλητικές ή ανθρώπινες κινήσεις της καθημερινότητας και πολλές φορές τα αποτελέσματα δεν είναι τα επιθυμητά χωρίς να δικαιολογούνται. Η επιλογή μιας μεθόδου κόπωσης με μια δοκιμασία, όπως στην δικιά μας περίπτωση, που προσομοιάζει στην κίνηση που συνήθως οδηγεί σε συνδεσμικό τραυματισμό στην ποδοκνημική άρθρωση (πελματιαία κάμψη και υππιασμό), επιτυγχάνει την κόπωση των μυών που ευθύνονται για την σταθεροποίηση της άρθρωσης. Ειδικά για τους περωναίους μύες, που η αντανακλαστική αντίδραση τους σε κινήσεις υππιασμού μπορούν να προλάβουν ένα σοβαρό τραυματισμό της ποδοκνημικής άρθρωσης, είναι πολύ δύσκολη έως αδύνατη η απομόνωση τους κατά την εθελούσια σύσπαση. Η πλάγια κίνηση και η μετατόπιση του βάρους του σώματος προς όλες τις κατευθύνσεις κατά την εκτέλεση του Square Hop test επιτυγχάνει την κόπωση τους και συνολικά την κόπωση των μυών που ευθύνονται για την σταθεροποίηση της ποδοκνημικής άρθρωσης. Επομένως, ο νέος τρόπος για την πρόκληση της μυϊκής κόπωσης με την προσαρμοσμένη λειτουργική δοκιμασία Square Hop test προτείνεται σαν εναλλακτικό, έγκυρο και λειτουργικό τρόπο για την επίτευξη της κόπωσης των μυών που ευθύνονται για την σταθερότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Ως προς την στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στα αποτελέσματα, ένα μεγαλύτερο δείγμα θα μπορούσε να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα λάθους και θα αποτύπωνε χωρίς αποκλίσεις πιο εμπειριστατωμένα αποτελέσματα σε κάθε μεταβλητή. Επίσης η χρονική επέκταση της δοκιμασίας Single Leg Balance test στο δυναμοδάπεδο πιθανώς να έδινε πιο απόλυτους και ξεκάθαρους δείκτες ως προς την μετατόπιση του κέντρου πίεσης και ίσως να ακολουθούσαν από στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση σε όλες τις μεταβλητές.

Ο μικρός χρόνος παραμονής στο δυναμοδάπεδο με μονοποδική στήριξη (30 δευτερόλεπτα) μπορεί να μην ήταν επαρκής για την αποτύπωση της αστάθειας με μετατόπιση μετρώμενη σε mm. Παρόμοια έρευνα χρησιμοποίησε 60 δευτερόλεπτα στο δυναμοδάπεδο (Powers et al., 2004) σε αντίθεση με την πλειοψηφία των ερευνών που εκτελούν 30 ή ακόμη και 20 δευτερόλεπτα, οδηγώντας πιθανόν σε ακριβέστερα αποτελέσματα ως προς την μετατόπιση του κέντρου πίεσης.

Ο λόγος που τα αποτελέσματα ήταν τόσο ξεκάθαρα ως προς την μειωμένη ισορροπιστική ικανότητα μετά την κόπωση πιθανώς να οφείλονται στο γεγονός, σύμφωνα με το ιστορικό, πως η πλειοψηφία των δοκιμαζόμενων δεν ακολούθησε ένα φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα για την αποκατάσταση του τραυματισμού ή ακολούθησε ένα ελλιπές πρόγραμμα. Σύμφωνα με την αρθρογραφία, η παράλειψη της αρχικής προσέγγισης ενός οξέος τραυματισμού για τον έλεγχο της φλεγμονής και του οιδήματος μπορεί να δυσκολέψει την αποκατάσταση ενός διαστρέμματος οδηγώντας σε χρόνιες δυσλειτουργίες (Φουσέκης, 2015). Τα προγράμματα αποκατάστασης που περιέχουν ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας και ενδυνάμωσης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην επαναφορά του ατόμου στην προηγούμενη φυσική κατάσταση πριν τον τραυματισμό και ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο επανεμφάνισης συνδεσμικού τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση (Bernier & Perrin, 1998; Docherty et al., 1998; Eils & Rosenbaum, 2001; Stasinopoulos, 2003; Sekir et al., 2006; Lee & Lin, 2008; Han et al., 2009; Sefton et al., 2011; Smith et al., 2012).

Ως προς την ποιότητα του δείγματος, θα μπορούσε να εφαρμοστεί ο ίδιος πειραματισμός σε άτομα που είχαν υποστεί συνδεσμικό τραυματισμό στην ποδοκνημική άρθρωση και είχαν ή δεν είχαν ακολουθήσει ένα πλήρες φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα αποκατάστασης. Έτσι θα μπορούσε να φανεί η διαφορά πριν και μετά το φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα αποκατάστασης καθώς και η μεταξύ τους διαφοροποίηση μετά την συνθήκη κόπωσης, δίνοντας επιπρόσθετα ποσοστά επανεμφάνισης της κάκωσης έπειτα από ένα χρονικό διάστημα 6-12 μηνών.

Ως προς την μεθοδολογία, θα μπορούσε να εφαρμοστεί μυϊκή κόπωση στο ίδιο δείγμα, μετρώντας και αξιολογώντας την μέγιστη μυϊκή δύναμη μετά την κόπωση με ηλεκτρομυογραφία και να συγκριθούν τα άτομα που είχαν υποστεί συνδεσμικό τραυματισμό στο παρελθόν με υγιή άτομα. Πιθανών με αυτόν τον τρόπο να καταγραφούν διαφοροποιήσεις στην δύναμη των μυών που στηρίζουν την ποδοκνημική άρθρωση μεταξύ των δοκιμαζόμενων.

Βάση των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας μπορούν να εφαρμοστούν παρόμοια λειτουργικά τεστ κόπωσης, προσομοιωμένα στο εκάστοτε άθλημα, για την αξιολόγηση παραμέτρων που μπορεί να έχουν επηρεαστεί έπειτα από συνδεσμικούς τραυματισμούς στην ποδοκνημική άρθρωση, υποδεικνύοντας πιθανώς “κρυμμένα” ελλείμματα.

Καταλήγοντας, η ισορροπιστική ικανότητα επηρεάζεται από την κόπωση, στα άτομα δε με ιστορικό τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση μπορεί να επιφέρει μεγαλύτερη αρνητική επίπτωση στην ισορροπία, τόσο με ανοικτά όσο με κλειστά μάτια.

ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Allman, B., & Rice, C.** 2002, Neuromuscular fatigue and aging: central and peripheral factors. *Muscle Nerve.*, 25(6): 785-96.
2. **Augustsson, J., Thomeé, R., Lindén, C., Folkesson, M., Tranberg, R., & Karlsson, J.** 2006, Single-leg hop testing following fatiguing exercise: reliability and biomechanical analysis. *Scand J Med Sci Sports.*, 16(2): 111-20.
3. **Beard, D.J., Kyberd, P.J., Fergusson, C.M., & Dodd, CA.** 1993, Proprioception after rupture of the anterior cruciate ligament. An objective indication of the need for surgery? *J Bone Joint Surg Br.*, 75(2):311-5.
4. **Behan, F., Willis, S., Pain, M., & Folland, J.** 2018, Effects of football simulated fatigue on neuromuscular function and whole-body response to disturbances in balance. *Scand J Med Sci Sports.*, 28(12):2547-2557.
5. **Ben Moussa Zouita, A., Majdoub, O., Ferchichi, H., Grandy, K., Dziri, C., & Ben Salah, F.Z.** 2013, The effect of 8-weeks Proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Ann Phys Rehabil Med.*, 56(9-10):634-43.
6. **Bernier, J., & Perrin, D.** 1998, Effect of Coordination Training on Proprioception of the Functionally Unstable Ankle. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 27(4):264-75.
7. **Betty, H., Frédéric, N., Antony, C., Sacha, Z., & Thierry, P.** 2018, Voluntary and electrically-induced muscle fatigue differently affect postural control mechanisms in unipedal stance. *Exp Brain Res.*, 1–11.
8. **Bisson, E.J., Chopra, S., Azzi, E., Morgan, A., & Bilodeau, M.** 2010, Acute effects of fatigue of the plantarflexor muscles on different postural tasks. *Gait Posture.*, 32(4):482-6.
9. **Bisson, E.J., McEwen, D., Lajoie, Y., & Bilodeau, M.** 2011, Effects of ankle and hip muscle fatigue on postural sway and attentional demands during unipedal stance. *Gait Posture*, 33(1):83-7.
10. **Caffrey, E., Docherty, C., Schrader, J., & Klossner, J.** 2009, The ability of 4 single-limb hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 39(11):799-806.
11. **Cetin, N., Bayramoglu, M., Aytar, A., Surenkok, O., & Yemisci, O.U.** 2008, Effects of Lower-Extremity and Trunk Muscle Fatigue on Balance. *The Open Sports Medicine Journal*, 2:16-22.
12. **Cleland, J.A., Mintken, P.E., McDevitt, A., Bieniek, M.L., Carpenter, K.J., Kulp, K., & Whitman, J.M.** 2013, Manual physical therapy and exercise versus supervised home exercise in the management of patients with inversion ankle sprain: a multicenter randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 43(7):443-55
13. **Cumps, E., Verhagen, E., & Meeusen, R.** 2007, Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2):212–219.
14. **Docherty, C., Moore, J., & Arnold, B.** 1998, Effects of Strength Training on Strength Development and Joint Position Sense in Functionally Unstable Ankles. *Journal of athletic training*, 33(4):310–314.
15. **Eils, E., & Rosenbaum, D.** 2001, A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.*, 33(12):1991-8.
16. **Eils, E., Schröter, R., Schröder, M., Gerss, J., & Rosenbaum, D.** 2010, Multistation proprioceptive exercise program prevents ankle injuries in basketball. *Med Sci Sports Exerc.*, 42(11):2098-105.

17. **Fernandes, T.L., Rodrigues Felix, E.C., Bessa, F., Natália, M.S., Sugimoto, L.D., D'Andrea Greve, J.M., & Hernandez, A.J.** 2016, Evaluation of static and dynamic balance in athletes with anterior cruciate ligament injury – A controlled study. *Clinics (Sao Paulo)*, 71(8):425–429.
18. **Forestier, N., Teasdale, N., & Nougier, V.** 2002, Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans. *Med Sci Sports Exerc.*,34(1):117-22.
19. **Gandevia, S.** 2001, Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev.*, 81(4):1725-89.
20. **Han, K., Ricard, M., & Fellingham, G.** 2009, Effects of a 4-week exercise program on balance using elastic tubing as a perturbation force for individuals with a history of ankle sprains. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 39(4):246-55.
21. **Helbostad, J.L., Sturnieks, D.L., Menant, J., Delbaere, K., Lord, S.R., & Pijnappels, M.** 2010, Consequences of lower extremity and trunk muscle fatigue on balance and functional tasks in older people: a systematic literature review. *BMC Geriatr.*, 10:56.
22. **Hoffman, M., & Payne, G.** 1995, The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 21(2):90-3.
23. **Hung, Y.** 2015, Neuromuscular control and rehabilitation of the unstable ankle. *World journal of orthopedics*, 6(5):434–438.
24. **Janssen, K.W., van Mechelen, W., & Verhagen, E.A.** 2014, Bracing superior to neuromuscular training for the prevention of self-reported recurrent ankle sprains: a three-arm randomised controlled trial. *British Journal of sports medicine*, 48(16):1235-9.
25. **Janssen, K.W., van Mechelen, W., & Verhagen, E.A.** 2011, Ankles back in randomized controlled trial (ABrCt): braces versus neuromuscular exercises for the secondary prevention of ankle sprains. Design of a randomised controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.*, 12:210.
26. **Kaminski, T., Buckley, B., Powers, M., Hubbard, T., Ortiz, C., & Mattacola, C.** 2003, Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *Br J Sports Med.* 37(5):410–415.
27. **Kiss, R., Schedler, S., & Muehlbauer, T.** 2018, Associations Between Types of Balance Performance in Healthy Individuals Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Physiol.*, 9:1366.
28. **Konradsen, L., Olesen, S., & Hansen, H.M.** 1998, Ankle sensorimotor control and eversion strength after acute ankle inversion injuries. *Am J Sports Med.*, 26(1):72-7.
29. **Lee, A., & Lin, W.** 2008, Twelve-week biomechanical ankle platform system training on postural stability and ankle proprioception in subjects with unilateral functional ankle instability. *Clinical Biomechanics (Bristol Avon)*, 23(8):1065-72.
30. **Maffulli, N., & Ferran, N.** 2008, Management of acute and chronic ankle instability. *J Am Acad Orthop Surg.*, 16(10):608-15.
31. **Mailuhu, A., Verhagen, E., van Ochten, J., Bindels, P., & Bie, S.** 2015, The trAPP-study: cost-effectiveness of an unsupervised e-health supported neuromuscular training program for the treatment of acute ankle sprains in general practice: design of a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.*, 16:78.
32. **Malliaropoulos, N., Ntessalen, M., Papacostas, E., Longo, U.G., & Maffulli, N.** 2009, Reinjury after acute lateral ankle sprains in elite track and field athletes. *Am J Sports Med.*, 37(9):1755-61.
33. **Mattacola, C., & Dwyer, M.** 2002, Rehabilitation of the Ankle After Acute Sprain or Chronic Instability. *Journal of athletic Training*, 37(4):413–429.
34. **McKay, G.D., Goldie, P.A., Payne, W.R., & Oakes, B.M.** 2001, Ankle Injuries in basketball: injury rate and risk factors. *British Journal of Sports Medicine*, 35:103-108.

35. **McCriskin, B., Cameron, K., Orr, J., & Waterman, B.** 2015, Management and prevention of acute and chronic lateral ankle instability in athletic patient populations. *World Journal of Orthopedics*, 6(2):161-71.
36. **Mense, S., & Meyer, H.** 1988, Bradykinin-induced modulation of the response behavior of different types of feline group III and IV muscle receptors. *J Physiol.*, 398:49–63.
37. **Pedersen, J., Ljubisavljevic, M., Bergenheim, M., & Johansson, H.** 1998, Alterations in information transmission in ensembles of primary muscle spindle afferents after muscle fatigue in heteronymous muscle. Elsevier Ltd, 84(3):953-959.
38. **Postle, K., Pak, D., & Smith T.O.** 2012, Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults: A systematic literature and meta-analysis. *Man Ther.*, 17(4):285-91.
39. **Powers, M., Buckley, B., Kaminski, T., Hubbard, T., & Ortiz, C.** 2004, Six Weeks of Strength and Proprioception Training Does Not Affect Muscle Fatigue and Static Balance in Functional Ankle Instability. *Journal of Sport Rehabilitation*, 13(3):201-227.
40. **Riva, D., Bianchi, R., Rocca, F., & Mamo, C.** 2016, Proprioceptive Training and Injury Prevention in a Professional Men's Basketball Team: A Six-Year Prospective Study. *J Strength Cond Res*, 30(2):461-75.
41. **Rotto, D., & Kaufman, M.** 1988, Effect of metabolic products of muscular contraction on discharge of group III and IV afferents. *J Appl Physiol*, 64(6):2306-13.
42. **Rozzi, S., Lephart, S., Sterner, R., & Kuligowski, L.** 1999, Balance training for persons with functionally unstable ankles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29(8):478-86.
43. **Salavati, M., Moghadam, M., Ebrahimi, I., & Arab, A.M.** 2007, Changes in postural stability with fatigue of lower extremity frontal and sagittal plane movers. *Gait Posture*, 26(2):214-8.
44. **Sefton, J.M., Yarar, C., Hicks-Little, C.A., Berry, J.W., & Cordova, M.L.** 2011, Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 41(2):81-9.
45. **Sekir, U., Yildiz, Y., Hazneci, B., Ors, F., & Aydin, T.** 2007, Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 15(5):654-64.
46. **Smith, B.I., Docherty, C.L., Simon, J., Klossner, J., & Schrader, J.** 2012, Ankle strength and force sense after a progressive, 6-week strength-training program in people with functional ankle instability. *Journal of athletic training*, 47(3):282-8.
47. **Spägle, T., Kistner, A., & Gollhofer, A.** 1999, Modelling, simulation and optimisation of a human vertical jump. *Journal of Biomechanics*, 32(5):521-30.
48. **Stasinopoulos, D.** 2004, Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. *British Journal of Sports Medicine*, 38(2):182-5.
49. **Strom, M., Thorborg, K., Bandholm, T., Tang, L., Zebis, M., Nielsen, K., & Bencke, J.** 2016, Ankle joint control during Single-Legged Balance using common balance training devices - Implications for rehabilitation strategies. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(3):388–399.
50. **Van der Wees, P.J., Hendriks, E.J., Lenssen, A.F., Stomp, D.J., Dekker, J., & de Bie, R.A.** 2006, Effectiveness of exercise therapy and manual mobilisation in ankle sprain and functional instability: a systematic review. *The Australian Journal of Physiotherapy*, 52(1):27-37.
51. **Vandewalle, H., Peres, G., & Monod, H.** 1987, Standard Anaerobic Exercise Tests. *Sports Medicine*, 4(4):268-89.

52. **Verhagen, E., van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., & van Mechelen, W.** 2004, The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med.*, 32(6):1385-93.
53. **Vuillerme, N., Forestier, N., & Nougier, V.** 2002, Attentional demands and postural sway: the effect of the calf muscles fatigue. *Med Sci Sports Exerc.*, 34(12):1907-12.
54. **Wikstrom, E., Powers, M., & Tillman, M.** 2004, Dynamic Stabilization Time After Isokinetic and Functional Fatigue. *J Athl Train.*, 39(3):247-253.
55. **Wikstrom, E., Tillman, M., Chmielewski, T., Cauraugh, J., & Borsa, P.** 2007, Dynamic Postural Stability Deficits in subjects with Self-Reported Ankle Instability. *Med Sci Sports Exerc.*, 39(3):397-402.
56. **Willems, T., Witvrouw, E., Verstuyft, J., Vaes, P., & De Clercq, D.** 2002, Proprioception and Muscle Strength in Subjects with a History of Ankle Sprains and Chronic Instability. *J Athl Train.*, 37(4):487-493.
57. **Yalfani, A., Gandomi, F., & Kohboomi, M.** 2017, The Effect of G-Max and G-Med Muscles Fatigue on Functional Performance and Balance in Athletes with and without Chronic Ankle Instability. *Asian J Sports Med.*, 8(3):1-6.
58. **Παναγή, Π., & Σόντη, Α.,** 2018, Έλεγχος εγκυρότητας και αξιοπιστίας του chronojump στην κλινική αξιολόγηση του κάτω άκρου. Α δημοσίευτη πτυχιακή εργασία, Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, Αίγιο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. **Brotzman, B., & Manske, R.** 2015. Ορθοπαιδική Αποκατάσταση στην κλινική πράξη. Μετάφραση -Επιμέλεια από τα Αγγλικά Τριανταφυλλόπουλος, Γ. 2η Έκδοση, Αθήνα: Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας.
2. **Hall, S.** 2005. Εμβιομηχανική. Μετάφραση από τα Αγγλικά Κατσουλάκης, Κ. & Παραδείσης, Γ. 4η Έκδοση, Αθήνα: Εκδόσεις Παρισιάνου.
3. **Hoogenboom, B., Voight, M., & Prentice, W.** 2016. Φυσικοθεραπευτικές παρεμβάσεις στο μυοσκελετικό σύστημα · Τεχνικές για θεραπευτικές ασκήσεις. Μετάφραση από τα Αγγλικά Τριανταφυλλόπουλος, Γ., Αθήνα: Κωνσταντάρας Ιατρικές εκδόσεις.
4. **Moore, K., Dalley, A., & Agur, A.** 2013. Κλινική Ανατομία. Μετάφραση από τα Αγγλικά Αρβανίτης, Λ. 2η Έκδοση. Κύπρος: Broken Hill Publishers LTD.
5. **Κέλλης, Ε.,** 2008. Νευρο-Μηχανικές Αρχές Αξιολόγησης της Μυϊκής Δύναμης. Αθήνα: Εκδόσεις Τελέθριον.
6. **Κόλλιας, Η.,** 2007. Βιοκινητική της αθλητικής κίνησης. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουλίδη,
7. **Φαχαντίδου - Τσιλιγκιρογλου, Α.,** 1989. Η Ανατομία του Ανθρώπινου Σώματος. Θεσσαλονίκη: University Studio Press
8. **Φουσέκης, Κ.,** 2015. Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία. Κύπρος: Broken Hill Publishers LTD.
9. **Χατζηπαύλου, Α., & Κοντάκης, Γ.,** 2003. Κακώσεις των οστών και των αρθρώσεων. Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ιατρικές Εκδόσεις Πασχαλίδης.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Έντυπο Συγκατάθεσης

Έντυπο Συγκατάθεσης

Έντυπο συγκατάθεσης

Η έρευνα στην οποία πρόκειται να προσυπογράψετε την εθελοντική σας συμμετοχή, αποτελεί ερευνητική εργασία στα πλαίσια των προπτυχιακών σπουδών μου στο Τμήμα Φυσικοθεραπείας του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας στο Αίγιο Αχαΐας, υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. Παναγιώτη Γκρίλια.

Ανθρωπομετρήσεις:

Οι ανθρωπομετρήσεις που θα υποβληθείτε, θα περιλαμβάνουν τη μέτρηση του σωματικού αναστήματος, της σωματικής μάζας και το μήκος των κάτω άκρων. Η συμμετοχή σας στις παραπάνω μετρήσεις, δεν εγκυμονούν κανένα απολύτως κίνδυνο για τη σωματικής σας ακεραιότητα.

Κύριες Πειραματικές Μετρήσεις:

Η συμμετοχή σας στην πειραματική διαδικασία απαιτεί 3 συνολικά επισκέψεις στο ΤΕΙ σε διάστημα 10 ημερών (1 επίσκεψη ανά 3 ημέρες) σε προκαθορισμένη ώρα και ημέρα. Η πρώτη επίσκεψη περιλαμβάνει την εξοικείωση σας με τις διαδικασίες αξιολόγησης της ισορροπίας και της βραχυπρόθεσμης απόδοσης, καθώς και την μέτρηση της απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης. Κατά την πραγματοποίηση των επόμενων 2 κύριων πειραματικών μετρήσεων, σε κάθε επίσκεψη σας στο εργαστήριο θα σας ζητηθεί να εκτελέσετε μια διαδικασία αξιολόγησης ισορροπίας και της βραχυπρόθεσμης απόδοσης του ενός ποδιού πριν και έπειτα από την εφαρμογή συνθήκης κόπωσης των μυών στην ποδοκνημική άρθρωση. Η σειρά επιλογής του εξεταζόμενου μέλους θα πραγματοποιηθεί με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο. Οι διαδικασίες είναι οι εξής:

1. **Αξιολόγηση Ισορροπίας:** Εφαρμογή ισορροπίας μονοποδικά με ανοικτά μάτια σε δυναμοδάπεδο για 20 δευτερόλεπτα, δύο φορές. Έπειτα εξετάζεται η ισορροπία μονοποδικά με κλειστά μάτια με χρονόμετρο χειρός, δύο φορές.
2. **Αξιολόγηση Βραχυπρόθεσμης απόδοσης:** Εφαρμογή 5 μονοποδικών αλμάτων πάνω σε δυναμοδάπεδο και 3 αλμάτων με τα δύο πόδια πάνω σε δυναμοδάπεδο
3. **Αξιολόγηση απόδοσης των μυών στην ποδοκνημική άρθρωση:** Εφαρμογή του μέγιστου αριθμού επαναλήψεων ακροστασιών μονοποδικά, μία φορά για κάθε μέλος.
4. **Συνθήκη κόπωσης:** Εφαρμογή του Square Hop test μονοποδικά για 30 δευτερόλεπτα διάλειμμα μέχρι να επέλθει η κόπωση.

Η συμμετοχή σας στην πειραματική διαδικασία δεν θέτει σε κίνδυνο τη σωματική υγεία σας. Είναι υποχρέωσή σας, ωστόσο, να μην αποκρύψετε οποιαδήποτε πληροφορία γνωρίζετε και σχετίζεται τόσο με την τωρινή κατάσταση της υγείας σας όσο με οποιοδήποτε πρόβλημα κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Σας τονίζουμε ότι μπορείτε να διακόψετε τη συμμετοχή σας στο πείραμα οποιαδήποτε στιγμή αισθανθείτε αδιαθεσία, πόνο ή για οποιοδήποτε λόγο εσείς κρίνετε σοβαρό.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι εμπιστευτικά για χρήση δική σας και της ερευνητικής ομάδας. Σε περίπτωση δημοσιοποίησης των δεδομένων, αυτή θα είναι ανώνυμη. Για οποιαδήποτε ερώτηση ή παρατήρηση θα είμαι στη διάθεσή σας.

Σας ευχαριστούμε πολύ Παναγιώτης Δ. Γκρίλιας, PT, MSc, Καρκατσέλου Αικατερίνη.

Διάβασα το παραπάνω κείμενο και κατανόησα πλήρως τις διαδικασίες στις οποίες θα υποβληθώ. Συναινώ να συμμετάσχω αβίαστα και διατηρώ το δικαίωμα να σταματήσω ή να αποσυρθώ, σύμφωνα με την προσωπική μου κρίση. Δηλώνω ότι είμαι υγιής και δεν ταλαιπωρούμαι από σύνδρομα ή ασθένειες που πιθανόν να θέσουν την υγεία και τη ζωή μου σε κίνδυνο κατά τη διάρκεια διεξαγωγής όλων των πειραματικών μετρήσεων.

Όνομα δοκιμαζόμενου

Όνομα ερευνητή

Όνομα μάρτυρα

Υπογραφή

Υπογραφή

Υπογραφή

Ερωτηματολόγιο πλευρίωσης

Ερωτηματολόγιο WFQ-R (Greek)

(Ελληνική Έκδοση)

ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ

Το ερωτηματολόγιο αυτό έχει συνταχθεί με σκοπό την αξιολόγηση της πλευρίωσης του κάτω άκρου, δηλαδή ποιου άκρου χρησιμοποιείτε για συγκεκριμένες δραστηριότητες. Παρακαλούμε απαντήστε σε κάθε μια από τις πιο κάτω ερωτήσεις επιλέγοντας μια απάντηση που περιγράφει καλύτερα την χρήση του κάθε άκρου για διάφορες δραστηριότητες. Για κάθε ερώτηση πιθανόν να σας αντιπροσωπεύουν περισσότερες των μία απαντήσεων αλλά παρακαλούμε επιλέξτε **μόνο** την απάντηση που σας αντιπροσωπεύει καλύτερα.

1. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να κλοτσήσεις μια ακίνητη μπάλα σε έναν στόχο ευθεία μπροστά σου;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

2. Εάν έπρεπε να σταθείς σε ένα πόδι, ποιο πόδι θα ήταν αυτό;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

3. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να στρώσεις την άμμο στην παραλία;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

4. Εάν έπρεπε να ανέβεις πάνω σε μια καρέκλα, ποιο πόδι θα έβαζες πρώτο πάνω στην καρέκλα;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

5. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να πατήσεις ένα γρήγορα κινούμενο έντομο;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

6. Εάν έπρεπε να ισορροπήσεις στο ένα πόδι πάνω σε μια γραμμή τρένου, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

WFQ-R-GREEK

Translated into Greek by: Kaprelí, E.; Stavridis, G. Billis, V.; Strimpakos, N.; Athanasopoulos, S.
Technological Educational Institute (T.E.I) of Lamia, Department of Physiotherapy, Lamia, Greece
Sports Physiotherapy Laboratory, Department of Sports Medicine and Biology of Exercise, National & Kapodistrian University of Athens,

Ερωτηματολόγιο πλευρίωσης

7. Εάν ήθελες να σηκώσεις ένα βόλο με τα δάκτυλα του ποδιού σου, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

8. Εάν έπρεπε να κάνεις κουτσό με το ένα πόδι, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

9. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να μπορέσεις να χώσεις ένα φυτάρι μέσα στο έδαφος;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

10. Όταν κάποιος στέκεται όρθιος σε θέση ανάπαυσης, αρχικά βάζει το περισσότερο από το βάρος του σώματός του σε ένα πόδι, αφήνοντας το άλλο ελαφρά λυγισμένο. Σε ποιο πόδι θα έβαζες το περισσότερο βάρος σου πρώτα;

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
+1	Συνήθως δεξί
+2	Πάντα δεξί

ΟΔΗΓΙΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Το ερωτηματολόγιο αυτό αποτελείται από 10 ερωτήματα στα οποία ο εξεταζόμενος καλείται να απαντήσει προφορικά. Το κάθε ερώτημα αναφέρεται σε μια δραστηριότητα και ο εξεταζόμενος καλείται να απαντήσει εάν την πραγματοποιεί με κάποιο συγκεκριμένο κάτω άκρο. Υπάρχουν 5 είδη απαντήσεων: (α) αριστερό πάντα, (β) αριστερό συνήθως, (γ) και τα δύο, (δ) δεξί συνήθως και (ε) δεξί πάντα, που βαθμολογούνται με μια κλίμακα από το -2 έως το +2 αντίστοιχα. Τα μισά από αυτά τα ερωτήματα (ερωτήματα 1, 3, 5, 7 και 9) αξιολογούν την προτίμηση χρησιμοποίησης του ενός κάτω άκρου για τον επιδέξιο χειρισμό ενός αντικειμένου (όπως η κλοτσιά μιας μπάλας, η ανύψωση ενός μάρμαρου με το πόδι κλπ) και το άθροισμα των απαντήσεων αποδίδει βαθμολογία πλευρίωσης κίνησης WFQ_M (mobility), λαμβάνοντας τιμές από -10 έως +10. Τα υπόλοιπα ερωτήματα (ερωτήματα 2, 4, 6, 8 και 10) αξιολογούν την προτίμηση χρησιμοποίησης του ενός κάτω άκρου για την διασφάλιση στήριξης κατά τη διεξαγωγή μιας δραστηριότητας (όπως η στάση σε ένα πόδι ισορροπώντας πάνω στην ράγα του σιδηροδρόμου κλπ) και το άθροισμα των απαντήσεων αποδίδει βαθμολογία πλευρίωσης σταθεροποίησης WFQ_S (stability), λαμβάνοντας τιμές από -10 έως +10. Άτομα τα οποία έχουν θετικό άθροισμα απαντήσεων θεωρούνται άτομα με δεξιά πλευρίωση κάτω άκρου, ενώ άτομα τα οποία έχουν αρνητικό άθροισμα απαντήσεων θεωρούνται άτομα με αριστερή πλευρίωση κάτω άκρου.

WFQ_{total}

Τελική
βαθμολογία (-20
έως +20)

WFQ_M

Τελική
βαθμολογία (-10
έως +10)

WFQ_S

Τελική
βαθμολογία (-10
έως +10)

WFQ-R-GREEK

Translated into Greek by: Kapreli, E.; Stavridis, G. Billis, V.; Strimpakos, N.; Athanasopoulos, S.
Technological Educational Institute (T.E.I) of Lamia, Department of Physiotherapy, Lamia, Greece
Sports Physiotherapy Laboratory, Department of Sports Medicine and Biology of Exercise, National & Kapodistrian University of Athens,

Καρτέλα ιστορικού

ΙΣΤΟΡΙΚΟ

ΕΠΩΝΥΜΟ :

ΟΝΟΜΑ :

ΗΛΙΚΙΑ :

ΥΨΟΣ :

ΒΑΡΟΣ:

ΔΕΞΙ ΠΟΔΙ

Πόσες φορές :

Πόσο καιρό πριν :

Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση :

ΑΡΙΣΤΕΡΟ ΠΟΔΙ

Πόσες φορές :

Πόσο καιρό πριν :

Φυσικοθεραπευτική αντιμετώπιση :

ΦΥΣΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ / ΑΘΛΗΜΑ : Ναι Όχι

Αν ναι, περιγράψτε παρακάτω το άθλημα ή τη δραστηριότητα που κάνετε και πόσες φορές την εβδομάδα αθλείστε

.....

.....

.....

Στοιχεία Επικοινωνίας

Τηλέφωνο/ κινητό :

E-mail :

Ερωτηματολόγιο αστάθειας ποδοκνημικής άρθρωσης

ΑΣΤΑΘΕΙΑ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ

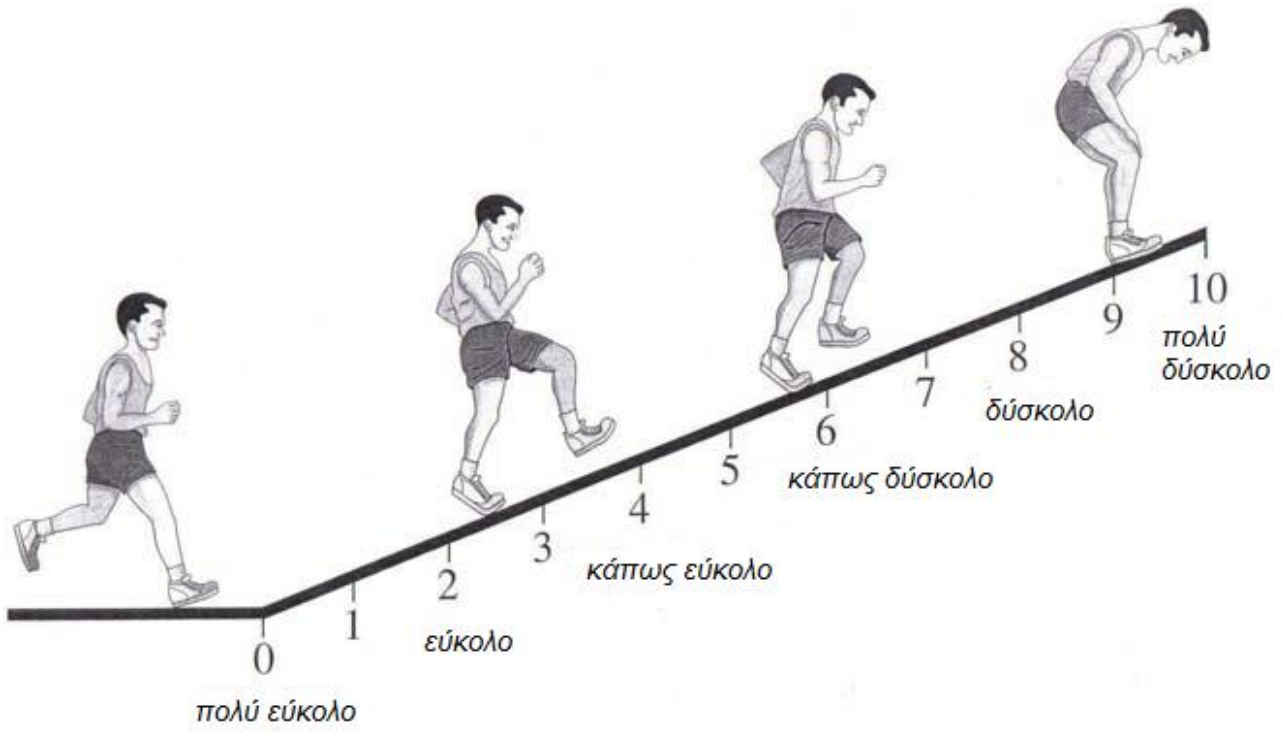
Αυτή η φόρμα θα χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστεί ο βαθμός αστάθειας στην ποδοκνημική άρθρωση. Παρακαλώ απαντήστε σε όλα τα ερωτήματα που βρίσκονται σε αυτή τη φόρμα. Εάν έχετε ερωτήσεις, μην διστάσετε να ρωτήσετε τον υπεύθυνο της έρευνας. Ευχαριστούμε για τη συμμετοχή σας.

ΟΝΟΜ/ΜΟ :

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟ ΜΕΛΟΣ :

1. Έχεις πάθει ποτέ διάστρεμμα στην ποδοκνημική άρθρωση ; Ναι ___ Όχι ___
2. Έχεις ζητήσει ιατρική βοήθεια για ένα διάστρεμμα ; Ναι ___ Όχι ___
Εάν ναι ,
2 α. Τι βαθμού διάστρεμμα ήταν ;
1^ο ___ 2^ο ___ 3^ο ___
3. Είχες χρησιμοποιήσει ποτέ βοηθήματα (όπως οι πατερίτσες) γιατί δεν μπορούσες να υποδεχτείς το βάρος λόγω του διαστρέμματος ; Ναι ___ Όχι ___
Εάν ναι,
3 α. Στο χειρότερο διάστρεμμα, πόσες μέρες χρειάστηκες το βοήθημα ;
1-3 ημέρες ___ 4-7 ημέρες ___ 1-2 εβδομάδες ___ 2-3 εβδομάδες ___ >3 εβδομάδες ___
4. Έχεις νιώσει ποτέ το αίσθημα να " φεύγει " ο αστράγαλος από τη θέση του ; Ναι ___ Όχι ___
Εάν ναι,
4 α . Πότε έγινε τελευταία φορά ;
< 1 μήνα ___ 1-6 μήνες πριν ___ 6-12 μήνες πριν ___ 1-2 χρόνια πριν ___ >2 χρόνια ___
5. Νιώθεις την ποδοκνημική σου ασταθή όταν περπατάς σε επίπεδη επιφάνεια ; Ναι ___ Όχι ___
6. Νιώθεις την ποδοκνημική σου ασταθή όταν περπατάς σε ανώμαλη επιφάνεια ; Ναι ___ Όχι ___
7. Νιώθεις την ποδοκνημική σου ασταθή όταν αθλείσαι ; Ναι ___ Όχι ___
8. Νιώθεις την ποδοκνημική σου ασταθή όταν ανεβαίνεις τις σκάλες ; Ναι ___ Όχι ___
9. Νιώθεις την ποδοκνημική σου ασταθή όταν κατεβαίνεις τις σκάλες ; Ναι ___ Όχι ___

Modified Borg Scale



Σωματομετρικά στοιχεία δείγματος

ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΩΝ

A/A	ΠΑΣΧΟΝ ΑΚΡΟ	ΣΩΜΑΤΙΚΗ ΜΑΖΑ (kg)	ΣΩΜΑΤΙΚΟ ΑΝΑΣΤΗΜΑ (cm)	Δ.Μ.Σ	ΜΗΚΟΣ ΔΕΞΙΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (cm)	ΜΗΚΟΣ ΑΡΙΣΤΕΡΟΥ ΠΟΔΙΟΥ (cm)	ΟΜΑΔΑ	ΚΥΡΙΑΡΧΟ ΠΟΔΙ
1	A	55.7	153	23.8	76	76	1LEG	Δ
2	Δ	54.7	157	22.2	75	75	1LEG	Δ
3	Δ	61.4	167	22	82	82	1LEG	Δ
4	A	74	164	27.5	84	84	1LEG	Δ
5	A	59.8	163	22.5	82	82	1LEG	Δ
6	A	89.5	173	29.9	88	88	1LEG	Δ
7	A	76	172	25.7	90	90	1LEG	Δ
8	A	61.9	158	24.9	82.5	83	1LEG	Δ
9	Δ	67.2	171	23	87	87	1LEG	Δ
10	Δ	67.8	166	24.6	85	85	1LEG	Δ
11	Δ	81.4	175	26.6	91	91	1LEG	Δ
12	Δ	112.7	189	31.5	93	93	1LEG	Δ
13	A+Δ	70.4	166	25.5	88.5	89	2LEG	Δ
14	A+Δ	56.7	178	17.9	92	92	2LEG	A
15	A+Δ	66.5	163	25	81	81	2LEG	Δ
16	A+Δ	62.5	167	22.4	87	87	2LEG	Δ
17	A+Δ	88.6	187	25.3	93	93	2LEG	Δ
18	A+Δ	97.3	173	32.5	90	90	2LEG	Δ
19	A+Δ	92.2	176	29.8	90	90	2LEG	Δ
20	A+Δ	76.1	181	23.2	94	94	2LEG	A
21	A+Δ	96.4	177	30.8	93	93	2LEG	Δ
22	A+Δ	103.3	186	29.9	96	96	2LEG	Δ
23	A+Δ	81.7	174	27	89	89	2LEG	Δ
24	–	56	164	20.8	84	84	CONTROL	Δ
25	–	50.6	162	19.3	81	81	CONTROL	Δ
26	–	69.3	169	24.3	83	83	CONTROL	Δ
27	–	61	164	22.7	84	84	CONTROL	Δ
28	–	61.2	163	23	85	85	CONTROL	Δ
29	–	59	162	22.9	84	84	CONTROL	Δ
30	–	68.7	176	22.2	90	90	CONTROL	A
31	–	78	180	23.3	94	94	CONTROL	Δ
32	–	64.2	174	21.2	90	90	CONTROL	A
33	–	65.1	169	22.8	89	89	CONTROL	Δ
34	–	73.3	180	23.9	92.5	92.5	CONTROL	Δ

M.O	67,3	170,5	24	87,1	87
S.D	9,7	8,7	2	5,2	5,1