



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ**  
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΤΜΗΜΑΤΙΚΗΣ ΕΜΒΥΘΙΣΗΣ ΣΕ ΚΡΥΟ  
ΝΕΡΟ ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ  
ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΑΤΟΜΑ ΜΕ/Η ΧΩΡΙΣ  
ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΣΥΝΔΕΣΜΙΚΟΥ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΣΤΗΝ  
ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗ ΑΡΘΡΩΣΗ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΠΑΠΑΘΑΝΑΣΙΟΥ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ  
ΦΩΤΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΓΚΡΙΛΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΑΙΓΙΟ-2019**

## Πρόλογος – Ευχαριστίες

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 ελλείμματα στην δύναμη των μυών περίξ 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. Πρωταρχικό ερώτημα της μελέτης αυτής ήταν εάν η εμβύθιση και των δυο άκρων σε παγωμένο νερό επιδρά στην ισορροπιστική ικανότητα και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση και 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. Η ερευνητική ιδέα ανήκει στον Δρ. Γκρίλια Παναγιώτη. Το ερευνητικό πρωτόκολλο της παρούσας εργασίας σχεδιάστηκε από τον Δρ. Γκρίλια Παναγιώτη.

## Περίληψη

Εισαγωγή: Ο συνδεδεστικός τραυματισμός της ποδοκνημικής άρθρωσης, κοινώς διάστρεμμα, αποτελεί μία από τις συχνότερες κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος κυρίως σε άτομα με έντονη αθλητική δραστηριότητα. Η συνδεδεστική κάκωση μπορεί να προκαλέσει χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής άρθρωσης και κατ' επέκταση ελλείμματα τόσο στην ισορροπιστική ικανότητα όσο και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση.

Σκοπός: Η έρευνα που διεξήχθη έχει σκοπό επιδράσεις της τμηματικής εμπύθισης σε κρύο νερό στην ισορροπιστική ικανότητα και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση σε άτομα με/η χωρίς ιστορικό συνδεδεστικού τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση.

Μέθοδος: Το δείγμα αποτέλεσαν 35 άτομα (12 γυναίκες και 23 άνδρες). Το δείγμα χωρίστηκε σε 3 ομάδες. Συγκεκριμένα η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από 12 άτομα που είχαν υποστεί κάκωση της ποδοκνημικής άρθρωσης και στα δυο άκρα, η δεύτερη ομάδα αποτελείται από 11 άτομα που είχαν υποστεί κάκωση στο ένα άκρο και τέλος την τρίτη ομάδα αποτέλεσαν 12 άτομα χωρίς ιστορικό συνδεδεστικής κάκωσης. Και οι 3 ομάδες πραγματοποίησαν τις ίδιες κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης και τις ίδιες συνθήκες παρέμβασης. Πριν τις κλινικές δοκιμασίες πραγματοποιήθηκε λήψη των σωματομετρικών στοιχείων για κάθε εξεταζόμενο (ύψος, βάρος, δείκτης μάζας σώματος και περίμετρος γαστροκνημίας). Επιπλέον μετρήθηκε η θερμοκρασία του δέρματος με ειδικό θερμόμετρο σε 3 διαφορετικά σημεία. Η στατική ισορροπία αξιολογήθηκε μέσω μονοποδικών/διποδικών στηρίξεων εντός και εκτός δυναμοδαπέδου (Force Platform) τόσο με ανοιχτά όσο και κλειστά μάτια. Η βραχυπρόθεσμη απόδοση αξιολογήθηκε μέσω 5 μονοποδικών αλμάτων σε πλατφόρμα αντίδρασης εδάφους (Chronojump). Μετέπειτα ακολούθησε η παρέμβαση εμπύθισης σε παγωμένο νερό θερμοκρασίας  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$  για 15 λεπτά. Τέλος, έγινε επαναξιολόγηση του κάθε δοκιμαζόμενου με επανάληψη των προ-εμπύθισης διαδικασιών. Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω T-Test τόσο εντός των ομάδων όσο και ανάμεσα στις ομάδες για τις κύριες παραμέτρους.

Αποτελέσματα: Ύστερα από στατιστική ανάλυση βρέθηκε ότι στο σύνολο των δοκιμαζόμενων η παρέμβαση της εμφύθισης σε κρύο νερό επέδρασε θετικά στην μετατόπιση του ποδιού στήριξης κατά την μονοποδική ισορροπία στο δυναμοδάπεδο. Συγκεκριμένα μετά την σύγκριση των κατηγοριών μεταξύ των ομάδων του τραυματισμένου άκρου των μονοποδικών ατόμων σε σχέση με το επικρατές άκρο ως προς την πάθηση για τους διποδικούς βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p=0,0365$ ) στην ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον εγκάρσιο άξονα X και ( $p=0,0355$ ) στην τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης στον εγκάρσιο άξονα X. Περισσότερο επηρεάστηκε το επικρατές άκρο. Κατά την διποδική στήριξη στο δυναμοδάπεδο μετά την σύγκριση των κατηγοριών μεταξύ των ομάδων των μονοποδικών ατόμων και των υγιών ατόμων βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p=0,0157$ ) στο κέντρο πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y, ( $p=0,00314$ ) στην συνολική απόσταση μετατόπισης του κέντρου πίεσης, ( $p=0,00335$ ) στην τυπική απόκλιση της συνολικής απόστασης μετατόπισης του κέντρου πίεσης, ( $p=0,0488$ ) στην τυπική απόκλιση ταχύτητας στον εγκάρσιο άξονα X και τέλος ( $p=0,0144$ ) στην τυπική απόκλιση συνολικής απόστασης μετατόπισης του κέντρου πίεσης. Περισσότερο επηρεάστηκαν οι μονοποδικοί. Όσο αφορά την μονοποδική στήριξη εκτός δυναμοδαπέδου μετά την σύγκριση των κατηγοριών μεταξύ τους βρέθηκε ότι στην ομάδα των υγιών ατόμων για το επιδέξιο άκρο μειώθηκε κατά 9,25 sec μετά την διαδικασία της εμφύθισης με ( $p=0,00067$ ) και για την ομάδα των διποδικών ατόμων το επικρατές άκρο μειώθηκε 10,59 sec μετά την εμφύθιση με ( $p=0,000457$ ). Τέλος μετά την σύγκριση των κατηγοριών μεταξύ των ομάδων όσο αφορά στην μείωση της βραχυπρόθεσμης απόδοσης παρουσιάστηκε σε όλες τις ομάδες στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση. Συγκεκριμένα στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα το τραυματισμένο άκρο παρουσίασε μείωση 0,801 cm μετά την εμφύθιση με ( $p=0,0041$ ). Έπειτα στην ομάδα των υγιών ατόμων το επιδέξιο άκρο παρουσίασε μείωση 1,951 cm μετά την εμφύθιση με ( $p=0,00769$ ). Τέλος στην ομάδα των διποδικών ατόμων το επικρατές άκρο παρουσίασε μείωση 1,193 cm μετά την εμφύθιση με ( $p=0,000106$ ).

Συμπεράσματα: Συμπεραίνοντας λοιπόν η επίδραση της εμφύθισης σε κρύο νερό στην ισορροπιστική ικανότητα και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση ήταν καθοριστική σε όλους τους δοκιμαζόμενους ανεξαρτήτου ομάδας προκαλώντας μείωση σε όλες τις παραμέτρους για όλες τις ομάδες.

## Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος- Ευχαριστίες .....	2
Περίληψη.....	3
Πίνακας Περιεχομένων.....	5
Περιεχόμενα Εικόνων.....	8
Περιεχόμενα Πινάκων.....	9
Περιεχόμενα Διαγραμμάτων.....	10
<b>Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup> : Εισαγωγή.....</b>	<b>14</b>
1.1 Σκοπός και Χρησιμότητα Έρευνας.....	15
1.2 Ερευνητικά Ερωτήματα.....	15
1.3 Περιορισμοί.....	16
1.4 Μεταβλητές της Έρευνας και Συνομογραφίες.....	16
<b>Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup> : Ανατομικά στοιχεία Άκρου Ποδός.....</b>	<b>18</b>
2.1 Ανατομία Ποδοκνημικής Αρθρωσης.....	18
2.1.1 Άκρος Πόδας.....	18
2.1.2 Οστά Ταρσού.....	18
2.1.3 Μετατάρσια.....	19
2.1.4 Φάλαγγες.....	19
2.2 Αρθρώσεις Άκρου Ποδός.....	20
2.2.1 Ποδοκνημική Αρθρωση.....	20
2.2.1.1 Συνδεσμική Ενίσχυση.....	20
2.2.2 Υπαστραγαλική Αρθρωση.....	21
2.2.3 Αστραγαλοσκαφοειδής Αρθρωση.....	21
2.2.4 Πτερνοκυβοειδής Αρθρωση.....	22
2.2.5 Ταρσομετατάρσιες Αρθρώσεις.....	22
2.2.6 Μεταταρσιοφαλαγγικές Αρθρώσεις.....	23
2.2.7 Μεσοφαλαγγικές Αρθρώσεις.....	23
2.3 Μυική Ενίσχυση.....	24
<b>Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Συνδεσμικός Τραυματισμός Της Ποδοκνημικής Αρθρωσης...26</b>	<b>26</b>
3.1 Ορισμός.....	26
3.2 Παθομηχανική και Μηχανισμός Κάκωσης.....	26
3.3 Κλινικά Σημεία και Συμπτώματα.....	28
3.4 Διάγνωση.....	29

3.5 Ψηλάφηση Συνδέσμων και Οστών.....	29
3.6 Κλινικές Δοκιμασίες Αξιολόγησης.....	30
3.7 Επιδημιολογικά στοιχεία.....	31
<b>Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup> : Ορισμός και Μέθοδοι Κρυοθεραπείας.....</b>	<b>32</b>
4.1 Επιδράσεις Κρυοθεραπείας.....	34
4.2 Επιδράσεις Κρυοθεραπείας σε Ισορροπία, Ιδιοδεκτικότητα, έλεγχο και απόδοση .....	35
<b>Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup> : Πρόψυξη (Precooling).....</b>	<b>43</b>
5.1 Αντενδείξεις και Επιπλοκές Κρυοθεραπείας.....	48
<b>Κεφάλαιο 6<sup>ο</sup> : Φυσικοθεραπευτική Αντιμετώπιση.....</b>	<b>49</b>
6.1 Πρωτόκολλο Αποκατάστασης στο Οξύ Στάδιο.....	50
6.2 Πρωτόκολλο Αποκατάστασης στο Υποξύ Στάδιο.....	52
6.3 Πρωτόκολλο Αποκατάστασης στο Χρόνιο Στάδιο.....	54
<b>Κεφάλαιο 7<sup>ο</sup> : Ισορροπιστική Ικανότητα.....</b>	<b>55</b>
7.1 Ορισμός .....	55
7.2 Συστήματα Ισορροπίας.....	55
7.3 Στρατηγικές Κίνησης.....	57
7.4 Αξιολόγηση Ισορροπιστικής Ικανότητας.....	58
7.5 Κλινικές Δοκιμασίες Στατικής Ισορροπίας.....	58
7.6 Κλινικές Δοκιμασίες Δυναμικής Ισορροπίας.....	60
<b>Κεφάλαιο 8<sup>ο</sup> : Αξιολόγηση Στατικής και Δυναμικής Ισορροπίας.....</b>	<b>62</b>
8.1 Ισορροπία και Συνδεσμική Κάκωση Ποδοκνμικής.....	64
<b>ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
<b>Κεφάλαιο 9<sup>ο</sup> : Μέθοδος Έρευνας.....</b>	<b>70</b>
9.1 Δείγμα.....	70
9.2 Πειραματικός Σχεδιασμός.....	70
9.3 Δοκιμασία Αξιολόγησης Ισορροπιστικής Ικανότητας.....	71
9.4 Δοκιμασία Αξιολόγησης Βραχυπρόθεσμης Απόδοσης.....	73
9.5 Μέθοδος Μέτρησης Θερμοκρασίας Δέρματος.....	74
<b>Κεφάλαιο 10<sup>ο</sup> : Κύριες Πειραματικές Συνθήκες.....</b>	<b>75</b>
10.1 Εμβύθιση Κάτω Άκρων σε Κρύο Νερό.....	75
<b>Κεφάλαιο 11<sup>ο</sup> : Ανάλυση Μέσω EXCEL.....</b>	<b>76</b>
<b>Κεφάλαιο 12<sup>ο</sup> : Αποτελέσματα.....</b>	<b>77</b>
12.1 Εξαγωγή Δεδομένων και Στατιστική Ανάλυση.....	77

12.2 Αποτελέσματα Έρευνας.....	78
12.3 Αποτελέσματα Αξιολόγησης Μονοποδικής Στήριξης Εντός Δυναμοδαπέδου .....	80
12.4 Αποτελέσματα Αξιολόγησης Διποδικής Στήριξης Εντός Δυναμοδαπέδου.....	96
12.5 Αποτελέσματα Αξιολόγησης Μονοποδικής Στήριξης Εκτός Δυναμοδαπέδου.....	106
12.6 Αποτελέσματα Αξιολόγησης Μονοποδικών Αλμάτων σε Ηλεκτρονικό Τάπητα.....	109
12.7 Συζήτηση-Αποτελέσματα.....	115
<b>Κεφάλαιο 13<sup>ο</sup> : Παράρτημα.....</b>	<b>123</b>
13.1 Έντυπο Συγκατάθεσης.....	123
13.2 Ερωτηματολόγιο Πλευρίωσης .....	124
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>126</b>

## Περιεχόμενα Εικόνων

Εικόνα 2.1 Οστά άκρου πόδα.....	19
(Προσαρμοσμένο από <a href="https://www.orthosoma.gr/traumatology/pathiseis-podos/anatomia-podiou/">https://www.orthosoma.gr/traumatology/pathiseis-podos/anatomia-podiou/</a> )	
Εικόνα 2.2 Σύνδεσμοι ποδοκνημικής άρθρωσης.....	23
(Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.fysikotherapieia-larissa.gr/2016/12/12/diastremma-podoknimikis/">http://www.fysikotherapieia-larissa.gr/2016/12/12/diastremma-podoknimikis/</a> )	
Εικόνα 2.3 Μυική ενίσχυση ποδοκνημικής άρθρωσης.....	25
(Προσαρμοσμένο από <a href="https://www.goudelis.gr/el/content/%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%B9">https://www.goudelis.gr/el/content/%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%B9</a> )	
Εικόνα 3.1 Συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής και βαθμοί κάκωσης.....	29
(Προσαρμοσμένο από <a href="https://www.bodyheal.com.au/blog/different-types-of-ankle-sprains-symptoms-treatment-options">https://www.bodyheal.com.au/blog/different-types-of-ankle-sprains-symptoms-treatment-options</a> )	
Εικόνα 4.1 (α) Ψυχρό επίθεμα.....	33
(Προσαρμοσμένο από <a href="https://www.medi-shop.gr/el/hot-cold-pads/chattanooga-colpac-cold-pack">https://www.medi-shop.gr/el/hot-cold-pads/chattanooga-colpac-cold-pack</a> )	
(β) Ψυκτικό σπρέι.....	33
(Προσαρμοσμένο από <a href="https://gagas.gr/gr-perfects-freeze-spray-%CF%88%CF%85%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF-%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B5%CF%85-200ml-34563.html">https://gagas.gr/gr-perfects-freeze-spray-%CF%88%CF%85%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF-%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B5%CF%85-200ml-34563.html</a> )	
(γ) Κρύο δινόλουτρο.....	33
(Προσαρμοσμένο από <a href="https://www.serinth.gr/fysikotherapieia/eksoplismos-fysikotherapeftiriou/whirlpool">https://www.serinth.gr/fysikotherapieia/eksoplismos-fysikotherapeftiriou/whirlpool</a> )	
Εικόνα 6.1 Εφαρμογή ψυχρού επιθέματος σε οξύ στάδιο.....	51
(Προσαρμοσμένο από <a href="https://www.123rf.com/photo_44613935_woman-with-ice-pack-on-ankle.html">https://www.123rf.com/photo_44613935_woman-with-ice-pack-on-ankle.html</a> )	
Εικόνα 6.2 Ασκήσεις ενδυνάμωσης ποδοκνημικής άρθρωσης.....	53
(Προσαρμοσμένο από <a href="http://www.physiokoukaki.gr/services/akros-podas/syndesmikes-kakosis-diastrammata/">http://www.physiokoukaki.gr/services/akros-podas/syndesmikes-kakosis-diastrammata/</a> )	
Εικόνα 7.1 Δοκιμασία μονοποδικής στήριξης (Single Leg Stance).....	59
(Προσαρμοσμένο από <a href="https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fi.ytimg.com%2Fvi%2FA9pi7_JRgwQ%2Fmaxresdefault.jpg&amp;imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.youtube.co">https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fi.ytimg.com%2Fvi%2FA9pi7_JRgwQ%2Fmaxresdefault.jpg&amp;imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.youtube.co</a>	



[m%2Fwatch%3Fv%3DA9pi7\\_JRgwQ&docid=0s0q9QKA13RszM&tbid=Abq1fh94bZrHJM%3A&vet=10ahUKEwirmuq9hrfiAhWDAGMBHQWEDhMQMwg\\_KAEwAQ..i&w=1280&h=720&bih=657&biw=1366&q=single%20leg%20stance&ved=0ahUKEwirmuq9hrfiAhWDAGMBHQWEDhMQMwg\\_KAEwAQ&iact=mrc&uact=8 \)](https://www.researchgate.net/publication/312807201/figure/fig1/figure-fig1/312807201_1230670854)

Εικόνα 7.2 Δοκιμασία Modified Star Excursion Balance Test.....61

(Προσαρμοσμένο από [https://www.researchgate.net/figure/Performance-of-the-Star-Excursion-Balance-Test-using-the-right-leg-as-the-stance-limb-in\\_fig1\\_230670854](https://www.researchgate.net/figure/Performance-of-the-Star-Excursion-Balance-Test-using-the-right-leg-as-the-stance-limb-in_fig1_230670854) )

Εικόνα 8.1 Δυναμοδάπεδο (Force Platform).....63

(Προσαρμοσμένο από [https://www.researchgate.net/figure/Subject-s-position-on-force-platform-Outcome-measures-for-center-of-pressure-CoP-are\\_fig1\\_262823810](https://www.researchgate.net/figure/Subject-s-position-on-force-platform-Outcome-measures-for-center-of-pressure-CoP-are_fig1_262823810))

Εικόνα 9.1 Αξιολόγηση της ισορροπιστικής ικανότητας μονοποδικά στο δυναμοδάπεδο.....72

Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος Μονοποδική στήριξη (α) , Διποδική στήριξη (β) , Μονοποδική στήριξη με κλειστά μάτια. (γ).

Εικόνα 9.2 Αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης απόδοσης μονοποδικά στον ηλεκτρονικό τάπητα αλμάτων.....73

Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο Εργαστήριο Ανθρώπινης Αξιολόγησης και Αποκατάστασης, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος. Φάση αιώρησης (α), Φάση προσγείωσης (β).

Εικόνα 9.3 Μέτρηση θερμοκρασίας δέρματος με ψηφιακό υπέρυθρο laser.....74

Λήψη φωτογραφίας κατά την διάρκεια των μετρήσεων στο γυμναστήριο, Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος.

Εικόνα 9.4 Δοκιμασία εμπύθισης κάτω άκρων σε κρύο νερό.....75

Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδος.

## **Περιεχόμενα Πινάκων**

Πίνακας 2.1 Μεταναστεύσαντες μύες.....24

Πίνακας 4.1 Οι επιδράσεις της κρυοθεραπείας σε ισορροπία, ιδιοδεκτικότητα, νευρομυϊκό έλεγχο και απόδοση.....37

Πίνακας 5.1 Επιδράσεις της πρόψυξης σε θερμοκρασία σώματος και δέρματος και απόδοση.....45

Πίνακας 8.1 Επιδράσεις κρυοθεραπείας στην στατική και δυναμική ισορροπία...67

## Περιεχόμενα Διαγραμμάτων

ΣΧΗΜΑ 12.1: Μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X του υγιούς ποδιού. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	80
ΣΧΗΜΑ 12.2: Συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS του υγιούς ποδιού. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	81
ΣΧΗΜΑ 12.3: Τυπική απόκλιση της μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X των υγιών ατόμων. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	82
ΣΧΗΜΑ 12.4: Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS του επιδέξιου άκρου. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	83
ΣΧΗΜΑ 12.5: Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y του επικρατούς άκρου. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	84
ΣΧΗΜΑ 12.6: Συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS του μη επικρατούς άκρου. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	85
ΣΧΗΜΑ 12.7: Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y στο μη επικρατές άκρο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	86
ΣΧΗΜΑ 12.8: Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y του μη επικρατούς άκρου. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	87
ΣΧΗΜΑ 12.9: Τυπική απόκλιση συνολικής μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στο τραυματισμένο και στο υγιές μέλος. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	88
ΣΧΗΜΑ 12.10: Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X ανάμεσα στο επικρατές και στο μη επικρατές άκρο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	89
ΣΧΗΜΑ 12.11: Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X ανάμεσα στο τραυματισμένο και το επικρατές. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	90
ΣΧΗΜΑ 12.12: Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X ανάμεσα στο τραυματισμένο και το επικρατές. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	91
ΣΧΗΜΑ 12.13: Μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ανάμεσα στο υγιές και το μη επιδέξιο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	92
ΣΧΗΜΑ 12.14: Συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στο υγιές και το μη επιδέξιο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	93
ΣΧΗΜΑ 12.15: Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στο μη επιδέξιο και το μη επικρατές. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	94
ΣΧΗΜΑ 12.16: Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y ανάμεσα στο μη επιδέξιο και το μη επικρατές. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	95

ΣΧΗΜΑ 12.17: Συνολική μετατόπιση κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS των μονοποδικών. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	96
ΣΧΗΜΑ 12.18: Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X των μονοποδικών. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	97
ΣΧΗΜΑ 12.19: Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα των μονοποδικών. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	98
ΣΧΗΜΑ 12.20: Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS μονοποδικών. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	99
ΣΧΗΜΑ 12.21: Μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y των υγιών. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	100
ΣΧΗΜΑ 12.22: Μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	101
ΣΧΗΜΑ 12.23: Συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	102
ΣΧΗΜΑ 12.24: Τυπική απόκλιση της συνολικής μετατόπισης του κέντρου πίεσης της μεταβλητής ABS ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	103
ΣΧΗΜΑ 12.25: Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	104
ΣΧΗΜΑ 12.26: Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	105
ΣΧΗΜΑ 12.27: Υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το επιδέξιο άκρο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	106
ΣΧΗΜΑ 12.28: Υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το μη επιδέξιο άκρο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση..	107
ΣΧΗΜΑ 12.29: Διποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά την παρέμβαση για το επικρατές άκρο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	108
ΣΧΗΜΑ 12.30: Μονοποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το τραυματισμένο άκρο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	109
ΣΧΗΜΑ 12.31: Μονοποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το υγιές άκρο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	110
ΣΧΗΜΑ 12.32: Υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το επιδέξιο άκρο. Το * συμβολίζει $p \leq 0.05$ μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....	111

ΣΧΗΜΑ 12.33: Υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το μη επιδέξιο άκρο. Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση..112

ΣΧΗΜΑ 12.34: Διποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το επικρατές άκρο. Τα

ο \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....113

ΣΧΗΜΑ 12.35: Διποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης. Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.....114

# ΠΡΩΤΟ ΜΕΡΟΣ

## Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή

Η συνδεσμική κάκωση της ποδοκνημικής άρθρωσης, κοινώς διάστρεμμα, αποτελεί την πιο συχνή μορφή κάκωσης κυρίως σε άτομα με έντονη αθλητική δραστηριότητα καθώς αποτελεί το 30% των αθλητικών κακώσεων. Η σοβαρότητα του τραυματισμού αξιολογείται λαμβάνοντας υπόψιν την εντόπιση, τον μηχανισμό κάκωσης καθώς και το μέγεθος της ιστικής βλάβης που έχει υποστεί η περιοχή. Για την σωστή και έγκαιρη διάγνωση υπάρχει πληθώρα κλινικών δοκιμασιών και τεχνικών που πιστοποιούν την ύπαρξη συνδεσμικής κάκωσης, αποκλείοντας ταυτόχρονα την πιθανότητα ύπαρξης σοβαρότερου τραυματισμού.

Η αποκατάσταση της συνδεσμικής κάκωσης της ποδοκνημικής άρθρωσης περιλαμβάνει την επίτευξη στόχων ανάλογα με το στάδιο που βρίσκεται ο ασθενής. Απαραίτητη κρίνεται η χρήση κρυοθεραπείας, η οποία αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της αποκατάστασης τόσο στο οξύ, όσο και στο υποξύ και χρόνια στάδιο, λόγω των ευεργετικών επιδράσεων της στην επούλωση της τραυματισμένης περιοχής. Βέβαια, η χρήση της κρυοθεραπείας δεν περιορίζεται μόνο στην αποκατάσταση ενός τραυματισμού αλλά αναγνωρίζεται ως μια ευρέως διαδεδομένη τεχνική αποθεραπείας αλλά και προθέρμανσης πριν από μια έντονη αθλητική δραστηριότητα.

Παρά όμως τις θετικές επιδράσεις της κρυοθεραπείας, υπάρχει πληθώρα ερευνών που υποστηρίζει ότι η εφαρμογή κρυοθεραπείας μπορεί να επιδράσει αρνητικά στην ισορροπιστική ικανότητα. Δεδομένου ότι η συνδεσμική κάκωση της ποδοκνημικής μπορεί να προκαλέσει χρόνια αστάθεια και κατ' επέκταση ελλείμματα τόσο στην ισορροπιστική ικανότητα όσο και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση, η θετική επίδραση της εφαρμογής κρυοθεραπείας, σε άτομα που έχουν υποστεί τέτοιου είδους τραυματισμό στο παρελθόν, αμφισβητείται ακόμα περισσότερο.

Συνεπώς, στόχος αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι να αναλύσει τις επιδράσεις της τμηματικής εμβύθισης σε κρύο νερό στην ισορροπιστική ικανότητα και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση σε άτομα με/η χωρίς ιστορικό συνδεσμικού τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση.

## 1.1 Σκοπός και χρησιμότητα έρευνας

Πρωταρχικός σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να αναλύσει τις επιδράσεις της τμηματικής εμβύθισης σε κρύο νερό στην ισορροπιστική ικανότητα και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση σε άτομα με/η χωρίς ιστορικό συνδεσμικού τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση. Η σύγκριση αυτών των δεδομένων σε ένα σύνολο ατόμων διαφορετικής κατηγορίας (υγιή 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 κρυοθεραπείας στην ισορροπιστική ικανότητα του ατόμου και στην βραχυπρόθεσμη απόδοσή τους καθώς και η ενημέρωση για την πρόληψη μυοσκελετικών τραυματισμών στον χώρο του αθλητισμού και όχι μόνο.

## 1.2 Ερευνητικά ερωτήματα

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

- Η δοκιμασία εμβύθισης σε παγωμένο νερό που υποβλήθηκαν οι δοκιμαζόμενοι είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της ισορροπιστικής ικανότητας και νευρομυϊκής απόδοσης;
- Η δοκιμασία εμβύθισης σε παγωμένο νερό επέδρασε περισσότερο αρνητικά στο πάσχον άκρο έναντι του υγιούς σε άτομα που είχαν υποστεί διαστρέμματα στο ένα πόδι;
- Η δοκιμασία εμβύθισης σε παγωμένο νερό 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 εμβύθισης και ισορροπιστικής ικανότητας, με αποτέλεσμα στην επανεξέταση της μετά την συνθήκη εμβύθισης να έχει χρονική διαφορά 2-4 λεπτά σε σχέση με την αξιολόγηση της ισορροπίας, που ήταν απευθείας μετά την συνθήκη εμβύθισης.

### 1.4 Μεταβλητές της έρευνας και συντομογραφίες

Μέσος όρος: M.O.

Τυπική Απόκλιση: S.D.

Μονοποδικοί: Ομάδα με μονοποδικά διαστρέμματα ποδοκνημικής.

Διποδικοί: Ομάδα με διποδικά διαστρέμματα ποδοκνημικής.

Υγιείς: Ομάδα ελέγχου

Τραυματισμένο 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 χρονικό διάστημα που έχει περάσει από το τελευταίο διάστρεμμα καθώς και τον



αριθμό των διαστρεμμάτων σε κάθε πόδι μέσω του ερωτηματολογίου αστάθειας της ποδοκνημικής άρθρωσης

Μη επικρατούν ως προς την πάθηση: Στην ομάδα με τα διποδικά διαστρέμματα το κάτω άκρο που είναι λιγότερο επιβαρυνόμενο από συνδεσμικούς τραυματισμούς σύμφωνα με το χρονικό διάστημα που έχει περάσει από το τελευταίο διάστρεμμα καθώς και τον αριθμό των διαστρεμμάτων σε κάθε πόδι μέσω του ερωτηματολογίου αστάθειας της ποδοκνημικής άρθρωσης.

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

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

## **Κεφάλαιο 2. Ανατομικά στοιχεία άκρου ποδός**

### **2.1 Ανατομία ποδοκνημικής άρθρωσης**

#### **2.1.1 Άκρος Πόδας**

Ως άκρος πόδας ορίζεται η περιοχή του κάτω άκρου που βρίσκεται περιφερικότερα από την ποδοκνημική άρθρωση και αποτελείται από τον ταρσό, τα μετατάρσια και τα δάκτυλα. Στο πόδι υπάρχουν τρεις ομάδες οστών: τα οστά του ταρσού, τα μετατάρσια και οι φάλαγγες (*Richard L. Drake et al., 2005*).

#### **2.1.2 Οστά Ταρσού**

Ο ταρσός αποτελείται από επτά οστά, τα οποία είναι τοποθετημένα σε δύο ομάδες: μία κεντρική και μια περιφερική ομάδα. Μεταξύ των δύο ομάδων βρίσκεται ένα ενδιάμεσο ταρσίο οστό στην έσω επιφάνεια του ποδιού.

Η κεντρική ομάδα των οστών του ταρσού περιλαμβάνει δύο ογκώδη οστά, τον αστράγαλο και την πτέρνα:

Ο αστράγαλος είναι το οστό του ποδιού που βρίσκεται σε υψηλότερη θέση και στηρίζεται πάνω στη πτέρνα. Προς την άνω πλευρά ενώνεται με την κνήμη και την περόνη και συμβάλλει στο σχηματισμό της ποδοκνημικής άρθρωσης, ενώ προς τα εμπρός αρθρώνεται με το σκαφοειδές οστό στην έσω επιφάνεια του ποδιού. Ο αστράγαλος λόγω της δομής του, μεταφέρει ολόκληρο το βάρος του σώματος προς το πόδι.

Η πτέρνα είναι ένα μακρόστενο τετράπλευρο οστό και αποτελεί το μεγαλύτερο οστό του ταρσού. Βρίσκεται κάτω από τον αστράγαλο, τον οποίο και υποβαστάζει. Προς την πίσω πλευρά συνδέεται με το κυβοειδές οστό (περιφερική ομάδα οστών του ταρσού) ενώ προς την μπροστινή πλευρά σχηματίζει το σκελετικό υπόστρωμα της πτέρνας. (*Platzer W., 2005*)

Η περιφερική ομάδα των οστών του ταρσού περιλαμβάνει το κυβοειδές οστό και τα τρία σφηνοειδή οστά.

Το κυβοειδές οστό αρθρώνεται προς τα εμπρός με τις βάσεις των δύο προς τα έξω μεταταρσίων ενώ προς τα πίσω συνδέεται με τη πτέρνα. Τα τρία σφηνοειδή οστά, το έσω, το ενδιάμεσο και το έξω, συνδέονται προς τα εμπρός με τις βάσεις των τριών προς τα έσω μεταταρσίων, ενώ προς τα πίσω αρθρώνονται με το σκαφοειδές οστό.

Ανάμεσα στην κεντρική και στην περιφερική ομάδα των οστών του ταρσού βρίσκεται το σκαφοειδές οστό, το οποίο συνδέεται προς τα εμπρός και πλάγια με την περιφερική ομάδα των ταρσιαίων οστών, ενώ προς τα πίσω αρθρώνεται με τον αστράγαλο.

### 2.1.3 Μετατάρσια

Το πόδι αποτελείται από πέντε μετατάρσια τα οποία χαρακτηρίζονται ως μακρά και κυρτά ραχιαία οστά με το πρώτο μετατάρσιο να αντιστοιχεί στο μεγάλο δάκτυλο και το πέμπτο, στο μικρό δάκτυλο. Κάθε μετατάρσιο αποτελείται από μια κεφαλή, ένα μακρόστενο σώμα (διάφυση) και μία βάση. Η κεφαλή κάθε μεταταρσίου συνδέεται με τη πρώτη κεντρική φάλαγγα του δακτύλου. Η κεφαλή του πρώτου μεταταρσίου συνδέεται επίσης με δυο σησαμοειδή οστά. Η βάση του μεταταρσίου συνδέεται με ένα ή περισσότερα από τα οστά της περιφερικής ομάδας των ταρσιαίων οστών. Τα πλάγια των βάσεων του δεύτερου έως και του πέμπτου μεταταρσίου αρθρώνονται μεταξύ τους.

### 2.1.4 Φάλαγγες

Οι φάλαγγες αποτελούν τον σκελετό των δακτύλων. Κάθε δάκτυλο αποτελείται από μια κεντρική, μια μέση και μια περιφερική ή ονυχοφόρο φάλαγγα εκτός από το μεγάλο δάκτυλο, το οποίο διαθέτει μόνο κεντρική και περιφερική. Κάθε φάλαγγα αποτελείται από την βάση, την διάφυση και την κεφαλή. Η βάση κάθε κεντρικής φάλαγγας συνδέεται με τη κεφαλή του αντίστοιχου μεταταρσίου. Η κεφαλή κάθε περιφερικής φάλαγγας διαπλατύνεται και σχηματίζει ένα ημισεληνοειδές όγκωμα στην πελματιαία επιφάνεια της κορυφής του δακτύλου.



Εικόνα 2.1: Οστά άκρου ποδός

## **2.2 Αρθρώσεις Άκρου Ποδός**

### **2.2.1 Ποδοκνημική άρθρωση**

Ο αστράγαλος αρθρώνεται με τη κνήμη και τη περόνη, σχηματίζοντας την ποδοκνημική άρθρωση. Το περιφερικό κάτω άκρο της κνήμης συνδέεται με το περιφερικό κάτω άκρο της περόνης με την βοήθεια ισχυρών συνδέσμων. Κνήμη και περόνη σχηματίζουν μια βαθιά επιπιοειδή αρθρική επιφάνεια, την αρθρική γλήνη. Η αρθρική γλήνη σχηματίζεται προς τα άνω, από την κάτω επιφάνεια της κνήμης, προς τα έσω, από το έσω σφυρό της κνήμης και προς τα έξω, από το έξω σφυρό της περόνης. Η επιπιοειδής αυτή αρθρική γλήνη προσαρμόζεται στην άνω κυρτή επιφάνεια του αρθρικού τμήματος του αστραγάλου. Η ποδοκνημική άρθρωση επιτρέπει κυρίως τις κινήσεις ραχιαίας και πελματιαίας κάμψης του ποδιού, σε σχέση με τη κνήμη.

#### **2.2.1.1 Συνδεσμική ενίσχυση ποδοκνημικής άρθρωσης**

Η ποδοκνημική άρθρωση ενισχύεται συνδεσμικά από τον έσω και τον έξω πλάγιο σύνδεσμο :

Έσω πλάγιος σύνδεσμος: Ο έσω πλάγιος ή δελτοειδής σύνδεσμος είναι ο μεγαλύτερος και ισχυρότερος σύνδεσμος που ενισχύει την ποδοκνημική άρθρωση και έχει τριγωνικό σχήμα. Εκφύεται από το έσω σφυρό και καταφύεται κάτω από τη γραμμή που εκτείνεται από το φύμα του σκαφοειδούς προς τα εμπρός έως το έσω φύμα του αστραγάλου προς τα πίσω. Υποδιαιρείται σε τέσσερις μοίρες : την κνημοσκαφοειδή, την κνημοπτερνική, την οπίσθια κνημαστραγαλική και την πρόσθια κνημαστραγαλική μοίρα. Η κνημοσκαφοειδής μοίρα του δελτοειδούς συνδέσμου αποτελείται από το τμήμα που καταλήγει μπροστά από το φύμα του σκαφοειδούς και από το χείλος του πελματιαίου πτερνοσκαφοειδούς συνδέσμου. Η κνημοπτερνική μοίρα εντοπίζεται κεντρικότερα και καταλήγει στην πτέρνα, στο υπέρισμα του αστραγάλου. Η οπίσθια κνημαστραγαλική μοίρα καταλήγει στην έσω πλευρά, στο έσω φύμα του αστραγάλου. Τέλος, η πρόσθια κνημαστραγαλική μοίρα εντοπίζεται βαθύτερα από την κνημοπτερνική και την κνημοσκαφοειδή μοίρα και καταλήγει στην έσω επιφάνεια του αστραγάλου.

Έξω πλάγιος σύνδεσμος: Ο έξω πλάγιος σύνδεσμος της ποδοκνημικής άρθρωσης αποτελείται από τρεις διαφορετικούς συνδέσμους τον πρόσθιο αστραγαλοπερονικό, τον οπίσθιο αστραγαλοπερονικό και τον περνοπερονικό σύνδεσμο. Ο πρόσθιος αστραγαλοπερονικός σύνδεσμος είναι μικρός σε μήκος, εκφύεται από το πρόσθιο χείλος του έξω σφυρού και καταφύεται στην παρακείμενη περιοχή του αστραγάλου. Ο οπίσθιος αστραγαλοπερονικός σύνδεσμος εκφύεται από το σφυριαίο βόθρο της έσω επιφάνειας του έξω σφυρού και καταφύεται στην οπίσθια απόφυση του αστραγάλου. Ο περνοπερονικός σύνδεσμος εκφύεται από το σφυριαίο βόθρο της οπίσθιας έσω επιφάνειας του έξω σφυρού και καταφύεται κάτω από το φύμα της έξω επιφάνειας της πτέρνας.

### **2.2.2 Υπαστραγαλική άρθρωση**

Η οπίσθια αρθρική γλήνη της πτέρνας και η κάτω επιφάνεια του αστραγάλου αρθρώνονται με την αντίστοιχη οπίσθια αρθρική γλήνη του αστραγάλου και την άνω επιφάνεια της πτέρνας, σχηματίζοντας έτσι την υπαστραγαλική άρθρωση.

Η υπαστραγαλική άρθρωση ενισχύεται συνδεσμικά από τον έσω, τον έξω, τον οπίσθιο και τον μεσόστεο αστραγαλοπερονικό σύνδεσμο.

Στην υπαστραγαλική άρθρωση επιτρέπονται διολισθητικές και στροφικές κινήσεις που ενισχύουν την ανάσπαση και την κατάσπαση του άκρου ποδός.

### **2.2.3 Αστραγαλοσκαφοειδής άρθρωση**

Η αστραγαλοσκαφοειδής άρθρωση πρόκειται για μια σύνθετη άρθρωση, στην οποία η κεφαλή του αστραγάλου συνδέεται με την πτέρνα και τον πελματιαίο περνοσκαφοειδή σύνδεσμο προς τα πάνω και με το σκαφοειδές οστό προς τα εμπρός.

Η αστραγαλοσκαφοειδής άρθρωση ενισχύεται συνδεσμικά από τον μεσόστεο αστραγαλοπερονικό σύνδεσμο προς τα πίσω, από τον αστραγαλοσκαφοειδή σύνδεσμο προς τα πάνω, από τον δισχιδή σύνδεσμο (ο οποίος έχει το σχήμα Υ και βρίσκεται πάνω από την άρθρωση) και από τον πελματιαίο περνοσκαφοειδή σύνδεσμο προς τα κάτω. Ο τελευταίος πρόκειται για ένα παχύ πλατύ σύνδεσμο που βρίσκεται μεταξύ του υπερείσματος του αστραγάλου προς τα πίσω και του σκαφοειδούς οστού προς τα εμπρός. Ο ρόλος αυτού του συνδέσμου είναι η υποστήριξη της κεφαλής του

αστραγάλου, η συμμετοχή στην αστραγαλοπτεροσκαφοειδή άρθρωση και η αντίσταση στην πτώση της έσω ποδικής καμάρας.

Στην αστραγαλοσκαφοειδή άρθρωση επιτρέπονται κυρίως διολισθητικές και στροφικές κινήσεις που σε συνδυασμό με τις κινήσεις της υπαστραγαλικής άρθρωσης ενισχύει την κίνηση της ανάσπασης και της κατάσπασης. Επιπλέον, η αστραγαλοσκαφοειδής άρθρωση συμμετέχει στον πρηνισμό και τον υπτιασμό του ποδιού.

#### **2.2.4 Πτεροκυβοειδής άρθρωση**

Η πτεροκυβοειδής άρθρωση είναι διάρθρωση και αποτελείται από την αρθρική επιφάνεια της πρόσθιας επιφάνειας της πτέρνας και από την αντίστοιχη αρθρική επιφάνεια της οπίσθιας επιφάνειας του κυβοειδούς.

Η πτεροκυβοειδής άρθρωση ενισχύεται συνδεσμικά από τον δισχιδή, τον πελματιαίο πτεροκυβοειδή σύνδεσμο και τον μακρό πελματιαίο σύνδεσμο.

Ο πελματιαίος πτεροκυβοειδής σύνδεσμος είναι ένας πλατύς, μικρού μήκους αλλά πολύ ισχυρός σύνδεσμος που συνδέει το πρόσθιο φύμα της πτέρνας με τη κάτω επιφάνεια του κυβοειδούς. Ο ρόλος του συνδέσμου είναι η ενίσχυση της πτεροκυβοειδούς άρθρωσης και η διατήρηση της έξω ποδικής καμάρας με τη βοήθεια του μακρού πελματιαίου συνδέσμου.

Ο μακρός πελματιαίος σύνδεσμος πρόκειται για τον μακρύτερο σύνδεσμο του πέλματος του ποδιού και βρίσκεται κάτω από το πελματιαίο πτεροκυβοειδή σύνδεσμο. Ο ρόλος του συνδέσμου είναι η ενίσχυση της πτεροκυβοειδούς άρθρωσης και η αντίσταση στην πτώση της ποδικής καμάρας.

Στην πτεροκυβοειδή άρθρωση επιτρέπονται κυρίως διολισθητικές και περιστροφικές κινήσεις που συμμετέχουν στην ανάσπαση και την κατάσπαση του ποδιού αλλά και στον υπτιασμό και πρηνισμό του πρόσθιου τμήματος του ποδιού σε σχέση με το οπίσθιο.

#### **2.2.5 Ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις**

Τα μετατάρσια αρθρώνονται με τα αντίστοιχα οστά του ταρσού σχηματίζοντας τις ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις, που χαρακτηρίζονται ως επίπεδες.

Στις ταρσομετατάρσιες αρθρώσεις επιτρέπονται περιορισμένες διολισθητικές κινήσεις που συμμετέχουν στον υπτιασμό και πρηνισμό του ποδιού.

## 2.2.6 Μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις

Οι σφαιρικές κεφαλές των μεταταρσίων αρθρώνονται με τις αντίστοιχες βάσεις των κεντρικών φαλαγγών των δακτύλων σχηματίζοντας τις μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις, που χαρακτηρίζονται ως ελλειψοειδείς διαρθρώσεις.

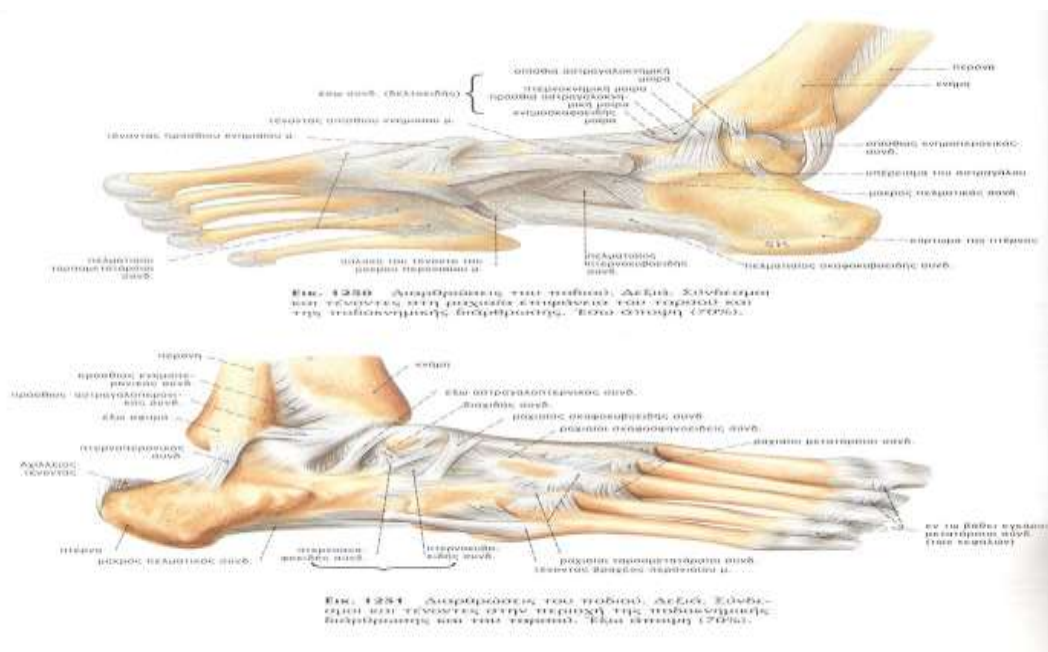
Οι μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις ενισχύονται συνδεσμικά από τους έσω και έξω πλάγιους συνδέσμους καθώς και από τους πελματιαίους συνδέσμους.

Στις μεταταρσιοφαλαγγικές αρθρώσεις επιτρέπεται η κάμψη, η έκταση, η περιορισμένη απαγωγή, η προσαγωγή, η στροφή και η περιαγωγή (κυκλική κίνηση γύρω από τον επιμήκη άξονα του δακτύλου)

## 2.2.7 Μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις

Οι μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις χαρακτηρίζονται ως σφαιροειδείς αρθρώσεις στις οποίες επιτρέπεται κυρίως η κάμψη και η έκταση.

Οι μεσοφαλαγγικές αρθρώσεις ενισχύονται συνδεσμικά από τους έσω και έξω πλάγιους συνδέσμους καθώς και από τους πελματιαίους συνδέσμους.



**Εικόνα 2.2: Σύνδεσμοι ποδοκνημικής άρθρωσης**

(<http://www.fysikotherapeia-larissa.gr/2016/12/12/diastrema-podoknimikis/>)

## 2.3 Μυική ενίσχυση

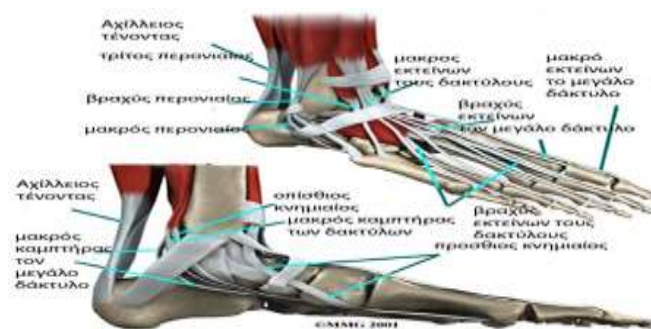
Η ποδοκνημική περιλαμβάνει 22 μύες όπου οι 11 από τους 22 είναι αυτόχθονες μύες, δηλαδή βρίσκονται εξολοκλήρου μέσα στο πόδι. Οι υπόλοιποι 11 είναι μεταναστεύσαντες μύες.

**Πίνακας 2.1** Μεταναστεύσαντες μύες

Μύες	Έκφυση	Κατάφυση	Ενέργεια	Νεύρωση
Πρόσθιος κνημιαίος	Έξω επιφάνεια της κνήμης	Έσω επιφάνεια του έσω σφηνοειδούς και του πρώτου μεταταρσίου	Ραχιαία κάμψη - ανάσπαση έσω χείλους	Εν τω βάθει περνιαίο νεύρο (O4-O1)
Μακρός εκτείνωντα δάκτυλα	Ανώτερα 3/4 της πρόσθιας επιφάνειας της περόνης και αντίστοιχη επιφάνεια του έξω κνημιαίου κονδύλου	Βάση δεύτερη και τρίτης φάλαγγα των τεσσάρων έξω δακτύλων	Ραχιαία κάμψη - ανάσπαση έξω χείλους	Εν τω βάθει περνιαίο νεύρο (O4-O1)
Μακρός εκτείνωντο μεγάλο δάκτυλο	Ραχιαία επιφάνεια της 2ης φάλαγγας του μεγάλου δάκτυλου	Έσω και πρόσθια επιφάνεια της περόνης	Ραχιαία κάμψη - ανάσπαση έξω χείλους - έκταση του μεγάλου δακτύλου	Εν τω βάθει περνιαίο νεύρο (O4-O1)
Τρίτος περνιαίος	Κατώτερο τμήμα της έσω επιφάνειας της περόνης	Ραχιαία έσω επιφάνεια της βάσης του 5ου μεταταρσίου	Ραχιαία κάμψη - ανάσπαση έξω χείλους	Εν τω βάθει περνιαίο νεύρο (O4-O1)
Μακρός περνιαίος	Ανώτερο τμήμα της έξω επιφάνειας της περόνης, κεφαλή περόνης, και έξω κνημιαίος κόνδυλος	Κάτω επιφάνεια έσω σφηνοειδούς και βάση 1ου μεταταρσίου	Πελματιαία κάμψη - ανάσπαση έξω χείλους	Επιπολής περνιαίο νεύρο (O4-I1)
Βραχύς περνιαίος	Κατώτερα 2/3 της έξω επιφάνειας της διάφυσης της περόνης	Έξω φύμα της βάσης του 1ου μεταταρσίου	Πελματιαία κάμψη - ανάσπαση έξω χείλους	Επιπολής περνιαίο νεύρο (O4-I1)
Γαστροκνήμιος	Έσω κεφαλή : οπίσθια επιφάνεια του κάτω τμήματος	Μέσω του πτερνικού τένοντα, στην	Πελματιαία κάμψη	Κνημιαίο νεύρο (I1-I2)



	του μηριαίου οστού Έξω κεφαλή : ανώτερο τμήμα της οπίσθιας επιφάνειας του έξω μηριαίου κονδύλου	οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας		
Υποκνημίδιος	Ιγνυακή γραμμή και έσω χείλος κνήμης και οπίσθια επιφάνεια της κεφαλής της περόνης	Μέσω του πτερνικού τένοντα, στην οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας	Πελματιαία κάμψη	Κνημιαίο νεύρο (I1-I2)
Οπίσθιος κνημιαίος	Άνω οπίσθια επιφάνεια των 2/3 της κνήμης και της περόνης	Κυβοειδές, σκαφοειδές, πτέρνα και τα τρία σφηνοειδή	Πελματιαία κάμψη - ανάσπαση έσω χείλους	Κνημιαίο νεύρο (O5-I1)
Μακρός καμπτήρας των δακτύλων	Έσω πλευρά της οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης	Πελματιαία επιφάνεια των βάσεων των τελικών φαλαγγών των τεσσάρων έξω πλάγιων δακτύλων	Πελματιαία κάμψη - ανάσπαση έσω χείλους - κάμψη δακτύλων	Κνημιαίο νεύρο (O5-I1)
Μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου	Οπίσθια επιφάνεια της περόνης	Πελματιαία επιφάνεια της 2ης φάλαγγας του μεγάλου δακτύλου	Πελματιαία κάμψη - ανάσπαση έσω χείλους - κάμψη μεγάλου δακτύλου	Κνημιαίο νεύρο (O4-O2)



**Εικόνα 2.3 Μυϊκή ενίσχυση**

(<https://www.goudelis.gr/el/content/%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%B9>)

## Κεφάλαιο 3. Συνδεσμικός τραυματισμός της ποδοκνημικής άρθρωσης

### 3.1 Ορισμός

Ο συνδεσμικός τραυματισμός της ποδοκνημικής άρθρωσης, κοινώς διάστρεμμα, αποτελεί μία από τις συχνότερες κακώσεις του μυοσκελετικού συστήματος κυρίως σε άτομα με έντονη αθλητική δραστηριότητα. Ως διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης ορίζεται η κάκωση που προέρχεται από υπερδιάταση ή ρήξη των συνδεσμικών ινών και διαταράσσει τον προσανατολισμό και την ακεραιότητα τους. Η κατασκευή των συνδεσμικών ινών παρουσιάζει μεγάλη αντοχή σε φορτία αλλά όταν το εφαρμοζόμενο φορτίο είναι μεγαλύτερο από αυτό που μπορεί να αντέξει ο σύνδεσμος και με κατεύθυνση διαφορετική από αυτήν των συνδεσμικών ινών τότε αυτές είτε υπερδιατείνονται είτε αποκόπτονται.

### 3.2 Παθομηχανική και μηχανισμός κάκωσης

Η ταξινόμηση του διαστρέμματος της ποδοκνημικής άρθρωσης γίνεται με βάση την εντόπιση και το μηχανισμό κάκωσης αλλά και με βάση το μέγεθος της ιστικής βλάβης (*Hoogenboom B. et al., 2014*). Όσο αναφορά την εντόπιση, οι κακώσεις των συνδέσμων της ποδοκνημικής χωρίζονται σε δυο κατηγορίες :

- ✓ Κάκωση έξω πλάγιου συνδέσμου: Το διάστρεμμα υπτιασμού της ποδοκνημικής αποτελεί το συχνότερο είδος τραυματισμού και προκαλεί κάκωση των έξω συνδέσμων. Συγκεκριμένα, ο πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος χαρακτηρίζεται ως ο πιο αδύναμος από τους τρεις έξω πλάγιους συνδέσμους και υφίσταται συχνότερα κάκωση. Η βασική λειτουργία του είναι η αντίσταση στο πρόσθιο υπεξάρθρημα αστραγάλου και μπορεί να τραυματιστεί σε θέση υπτιασμού, πελματιαίας κάμψης και έσω στροφής (*Kelikian H. et al., 1985*).

Ο περνοπερονιαίος και ο οπίσθιος αστραγαλοπερονιαίος σύνδεσμος είναι επίσης πιθανόν να υποστούν κάκωση λόγω της αύξησης της δύναμης. Τέλος, ο δελτοειδής σύνδεσμος μπορεί να τραυματιστεί κατά τη διάρκεια ενός διαστρέμματος υπτιασμού λόγω παγίδευσης του μεταξύ του έσω σφυρού και της πτέρνας.

- ✓ Κάκωση έσω πλαγίου συνδέσμου: Το διάστρεμμα πρηνισμού της ποδοκνημικής χαρακτηρίζεται ως πιο σπάνιο λόγω της ανατομίας των οστών και της συνδεσμικής ενίσχυσης της περιοχής. Συγκεκριμένα, ο υπέρμετρος πρηνισμός αποτρέπεται χάρη στην ισχύ και το πάχος του δελτοειδούς συνδέσμου αλλά και στη θέση του έξω σφυρού (το έξω σφυρό εντοπίζεται πιο περιφερικά συγκριτικά με το έσω). Παρόλα αυτά, το διάστρεμμα πρηνισμού, αν και σπανιότερο, θεωρείται σοβαρότερο καθώς απαιτείται μεγαλύτερο χρονικό διάστημα για την επούλωση και την αποκατάσταση του (*Pagliano J., 1988*).
  
- ✓ Κάκωση συνδέσμων: Οι μεμονωμένες κακώσεις στον πρόσθιο και οπίσθιο κνημοπερονιαίο σύνδεσμο ορίζονται ως διάστρεμμα συνδέσμων ή άπω κνημοπερονιαίας άρθρωσης. Οι παραπάνω σύνδεσμοι υφίστανται ρήξη σε θέση έξω στροφής ή βίαιης ραχιαίας κάμψης. Ο συγκεκριμένος τύπος διαστρέμματος συνδυάζεται συνήθως με βαρύ διάστρεμμα έσω ή έξω πλάγιων συνδέσμων (*Tiberio D., 1988*). Όσον αφορά την αποκατάστασή του, το πρωτόκολλο θεραπείας είναι φαινομενικά το ίδιο με εκείνο του διαστρέμματος υπτιασμού ή πρηνισμού, με τη βασική διαφορά πως η επούλωση του είναι πιο χρονοβόρα και η περίοδος ακινητοποίησης είναι μεγαλύτερη.

Ανεξάρτητα από τον εντοπισμό ή τον μηχανισμό κάκωσης, το διάστρεμμα ποδοκνημικής διακρίνεται σε τρεις βαθμούς ανάλογα με την έκταση της συνδεσμικής βλάβης (*Brotzman S. et al., 2015*) :

- Κάκωση I βαθμού: Το διάστρεμμα I βαθμού περιλαμβάνει διάταση των συνδεσμικών ινών και χαρακτηρίζεται ως ελαφριά κάκωση.
  
- Κάκωση II βαθμού: Το διάστρεμμα II βαθμού περιλαμβάνει μερική ρήξη των συνδεσμικών ινών και χαρακτηρίζεται ως μέτρια κάκωση.
  
- Κάκωση III βαθμού: Το διάστρεμμα III βαθμού περιλαμβάνει σημαντική ή πλήρη ρήξη των συνδεσμικών ινών και θεωρείται βαριά κάκωση.

### 3.3 Κλινικά σημεία και συμπτώματα

Η κλινική εικόνα που σχετίζεται με το διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης κατηγοριοποιείται με βάση το βαθμό της κάκωσης:

Κατά την κάκωση I βαθμού παρουσιάζεται:

- Ήπιος πόνος
- Μικρής έκτασης οίδημα
- Εντοπισμένη ευαισθησία
- Ικανότητα πλήρους φόρτισης
- Μειωμένη δυσλειτουργία
- Απουσία αστάθειας

Κατά την κάκωση II βαθμού παρουσιάζεται:

- Μέτριος πόνος,
- Ήπιο ή μέτριο οίδημα
- Εντοπισμένη και διάχυτη ευαισθησία
- Πόνος κατά τη φόρτιση / ανταλγικό βάδισμα
- Μέτρια δυσλειτουργία
- Ελαφριά έως μέτρια αστάθεια

Κατά την κάκωση III βαθμού παρουσιάζεται:

- Έντονος πόνος
- Σοβαρού βαθμού οίδημα
- Εντοπισμένη και διάχυτη ευαισθησία
- Περιορισμένη έως καμία δυνατότητα πλήρους φόρτισης χωρίς υποστηρικτικό μηχανισμό
- Μέτρια έως σοβαρή δυσλειτουργία

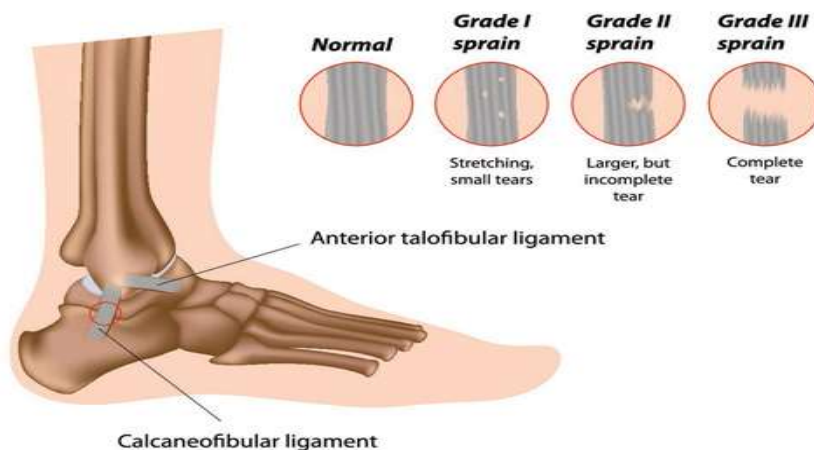
- Μέτρια έως σοβαρή αστάθεια

### 3.4 Διάγνωση

Ο καθορισμός του βαθύτητας της συνδεσμικής κάκωσης μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από μια λεπτομερή κλινική εξέταση που περιλαμβάνει την ψηλάφηση μαλακών μορίων και οστών αλλά και μια σειρά κλινικών δοκιμασιών που θα πιστοποιήσουν την διάγνωση. Μία ακτινολογική απεικόνιση θα εξαλείψει την πιθανότητα ύπαρξης άλλων κακώσεων όπως αποσπαστικά κατάγματα, βλάβες στον αρθρικό χόνδρο της κνήμης καθώς και εξάρθρηματα / υπεξάρθρηματα αστραγάλου.

### 3.5 Ψηλάφηση συνδέσμων και οστών

- Ψηλάφηση τόσο των έξω πλάγιων συνδέσμων (πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος και περνοπερονιαίος σύνδεσμος) όσο και του δελτοειδούς συνδέσμου επί τα εντός
- Ψηλάφηση του εγγύς πέρατος της περόνης κοντά στην περιοχή του γόνατος, ώστε να αποκλείσει τη πιθανότητα κατάγματος Maisonneuve (ρήξη του μεσόστεου υμένα και κάταγμα του εγγύς πέρατος της περόνης)
- Ψηλάφηση της βάσης του πέμπτου μεταταρσίου για τον αποκλεισμό πιθανότητας αποσπαστικού κατάγματος λόγω της έλξης του βραχέως περονιαίου.



**Εικόνα 3.1:Συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής και βαθμοί κάκωσης**  
(<https://www.bodyheal.com.au/blog/different-types-of-ankle-sprains-symptoms-treatment-options>)

### 3.6 Κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης

- Δοκιμασία πρόσθιας συρταροειδούς ολίσθησης άκρου πόδα – Anterior drawer test: Με τη συγκεκριμένη δοκιμασία γίνεται έλεγχος της ακεραιότητας του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου. Ο εξεταστής εκτελεί οπισθοπρόσθια ολίσθηση του άκρου πόδα με την κνήμη σταθεροποιημένη και την ποδοκνημική άρθρωση σε 20 πελματιαία κάμψη. Η δοκιμασία είναι θετική σε περίπτωση πρόσθιας μετατόπισης άνω των 5mm συγκριτικά με το υγιές μέλος (*Safran M. et al., 1999*).
- Δοκιμασία ραιβότητας – Talar tilt test: Με τη δοκιμασία ραιβότητας γίνεται έλεγχος της ακεραιότητας του πρόσθιου περνοπερονιαίου συνδέσμου. Ο εξεταστής εκτελεί υπτιασμό της πτέρνας με την ποδοκνημική σε μέση θέση. Η δοκιμασία είναι θετική σε περίπτωση αύξησης της αστάθειας κατά 5 με 10 συγκριτικά με το υγιές. Αν η δοκιμασία πραγματοποιηθεί με πελματιαία κάμψη, τότε γίνεται έλεγχος και της ακεραιότητας του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου (*Reid D., 1992*).
- Έλεγχος ακεραιότητας κάτω κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης: Ο εξεταστής ελέγχει την ακεραιότητα της κάτω κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης εκτελώντας πρηνισμό της ποδοκνημικής άρθρωσης τόσο παθητικά όσο και με την εφαρμογή αντίστασης. Η δοκιμασία είναι θετική σε περίπτωση αναπαραγωγής πόνου (*Uys H. and Rijke A., 2002*).
- ✓ Δοκιμασία συμπίεσης: Με τη δοκιμασία συμπίεσης γίνεται έλεγχος της κνημοπερονιαίας συνδέσμωσης. Ο εξεταστής συμπιέζει την κνήμη και τη περόνη στη μεσότητα της κνήμης. Η δοκιμασία είναι θετική στη περίπτωση που εμφανιστεί πόνος που υποδηλώνει την ύπαρξη ρήξης της

κνημοπερονιαίας συνδέσμου με επακόλουθη αστάθεια της κνημοπερονιαίας γλήνης (Wright R. et al., 2004).

### 3.7 Επιδημιολογικά στοιχεία

Το διάστρεμμα της ποδοκνημικής άρθρωσης αποτελεί μια από τις συχνότερες κακώσεις σε δραστήρια άτομα και κυρίως σε αθλητές, μια και αποτελεί το 30% των αθλητικών κακώσεων (Hass et al., 2010) και ιδιαίτερα σε αθλήματα που περιλαμβάνουν απότομες αλλαγές κατεύθυνσης και προσγείωση από άλματα όπως το ποδόσφαιρο και η καλαθοσφαίριση. Συγκεκριμένα, ο αριθμός αγγίζει τα 61 διαστρέμματα ανά 10.000 άτομα το χρόνο (Maffulli και Ferran, 2008) και αναφέρεται σε ηλικίες μεταξύ 10 έως 19 ετών με το 85% περίπου των διαστρεμμάτων να συμβαίνει στην έξω πλευρά (O'Donoghue et al., 1984). Παρά το γεγονός ότι η πλειοψηφία αυτών των τραυματισμών έχει καλή απόκριση στη συντηρητική θεραπεία, η χρόνια αστάθεια και η περιορισμένη λειτουργία συνεχίζουν να αποτελούν κίνδυνο για μια νέα κάκωση. Άλλωστε, το 40% των ατόμων που έχουν υποστεί συνδεσμική κάκωση της ποδοκνημικής, θα οδηγηθούν σε χρόνια αστάθεια της ποδοκνημικής. Σύμφωνα με μια μελέτη (Μαλλιάρόπουλος και συν., 2009) που περιελάμβανε 200 αθλητές που είχαν υποστεί συνδεσμική κάκωση έξω συνδέσμων της ποδοκνημικής, απεδείχθη ότι το 18% των συμμετεχόντων παρουσίασαν δεύτερη κάκωση μέσα σε περίοδο ενός έτους. Επιπλέον, απεδείχθη ότι τα ελαφρά ή μέτρια διαστρέμματα (I έως II βαθμού) είχαν μεγαλύτερο κίνδυνο επανατραυματισμού συγκριτικά με τα βαρύτερα διαστρέμματα (III βαθμού). Επομένως, εξαιτίας του αυξημένου κινδύνου επανατραυματισμού, της χρόνιας δυσλειτουργίας και της μεγάλης σημασίας που έχει η λειτουργικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης για τα δραστήρια άτομα, κρίνεται απαραίτητη η επιλογή ενός πλήρους και κατάλληλου προγράμματος αποκατάστασης.

## Κεφάλαιο 4 . Ορισμός και μέθοδοι κρυοθεραπείας

Ως κρυοθεραπεία ορίζεται η εφαρμογή ενός ψυκτικού μέσου σε μια περιοχή που έχει υποστεί τραυματισμό, για αναλγητικούς ή θεραπευτικούς σκοπούς. Η τεχνική της κρυοθεραπείας αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της αποκατάστασης κυρίως των αθλητικών κακώσεων, τόσο στο οξύ, όσο και στο υποξύ και χρόνιο στάδιο ενός τραυματισμού (Φουσέκης Κ., 2015). Οι πιο διαδεδομένες τεχνικές κρυοθεραπείας που χρησιμοποιούνται ευρέως στην αποκατάσταση μυοσκελετικών κακώσεων περιλαμβάνουν τη χρήση πάγου είτε σε στερεή μορφή είτε σε μορφή τυποποιημένων πακέτων ειδικής γέλης. Άλλες μέθοδοι κρυοθεραπείας είναι η εμβύθιση σε παγωμένο δινόλουτρο, τα εκνεφώματα (spray) χλωριούχου αιθυλίου και τα μηχανήματα παραγωγής κρύου αέρα (Taber C. et al., 1992). Οι παραπάνω τεχνικές μπορούν να εφαρμοστούν είτε στατικά είτε δυναμικά:

- Στατική εφαρμογή κρυοθεραπείας: Η πιο συνηθισμένη μέθοδος στατικής εφαρμογής κρυοθεραπείας είναι η χρήση ψυχρών επιθεμάτων με πάγο (θρυμματισμένο ή σε σχήμα κύβου) ή με ειδική γέλη. Συμβάλλει στη σημαντική μείωση της θερμοκρασίας του τόσο δέρματος όσο και των εν τω βάθει μυϊκών στρωμάτων (Merrick M. et al., 1993). Ειδικότερα, η εφαρμογή των ψυχρών επιθεμάτων για 20' μειώνει τη θερμοκρασία του δέρματος από 13,1° C έως και 20,3° C (Kennet J. et al., 2007) και την ενδομυϊκή θερμοκρασία από 8° C έως 13° C σε βάθος 2 εκατοστών (Zemke J. et al., 1998). Η χρήση ψυχρών επιθεμάτων σε οποιαδήποτε από τις παραπάνω μορφές μπορεί να συνδυαστεί με την συμπιεστική περίδεση της περιοχής με ελαστικό επίδεσμο και με την τοποθέτηση του τραυματισμένου μέλους σε ανάρροπη θέση. Η συγκεκριμένη τεχνική διευκολύνει την φλεβική επαναφορά και καθιστά την εφαρμογή αποτελεσματικότερη. Άλλη μια μορφή στατικής εφαρμογής κρυοθεραπείας είναι η χρήση ψυχρών εκνεφωμάτων (ψυκτικά spray) που συμβάλλει στην επιφανειακή μείωση της θερμοκρασίας του δέρματος και στην σύντομη αναλγησία. Ωστόσο, η συγκεκριμένη τεχνική δεν ενδείκνυται για περιπτώσεις που απαιτείται σημαντική μείωση της θερμοκρασίας και της αιματικής κυκλοφορίας.



- Δυναμική εφαρμογή κρυοθεραπείας: Η δυναμική εφαρμογή της κρυοθεραπείας γίνεται με τη μορφή παγομάλαξης. Η τεχνική αυτή περιλαμβάνει κυκλικές ή ευθύγραμμες κινήσεις πάνω στην τραυματισμένη περιοχή με τη βοήθεια ενός ψυχρού επιθέματος που έχει δημιουργηθεί από την ψύξη νερού μέσα σε χάρτινο ποτήρι. Εφαρμόζεται μέχρι την πρόκληση αιμοδίας και δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 15' καθώς υπάρχει πιθανότητα δερματικής κάκωσης. Ειδικότερα, η τεχνική της παγομάλαξης προκαλεί σημαντική πτώση της θερμοκρασίας αλλά και αναλγησία λόγω της μείωσης της νευρικής αγωγιμότητας. Παρά τις ευεργετικές ιδιότητες της, η συγκεκριμένη τεχνική αντενδείκνυται στο οξύ στάδιο ενός τραυματισμού καθώς μετά την ολοκλήρωση της προκαλείται μια αντιδραστική αύξηση της τοπικής αιματικής κυκλοφορίας. Επομένως, καλό θα ήταν να εφαρμόζεται σε υποξύ και χρόνιο στάδιο σε συνδυασμό με διάταση και ασκήσεις εύρους τροχιάς, ώστε να μειωθεί ο μυϊκός σπασμός και η ανελαστικότητα της τραυματισμένης περιοχής (Nieda K. and Michlovitz S., 1996). Ως σημαντικό μειονέκτημα της παγομάλαξης μπορεί να θεωρηθεί η αδυναμία εφαρμογής συμπίεστικής περιίδεσης αλλά και το γεγονός ότι οι θεραπευτικές της ιδιότητες δεν μπορούν να εισχωρήσουν στα βαθύτερα μυϊκά στρώματα (Bleakley C. et al., 2006). Τέλος, άλλη μια διαδεδομένη μέθοδος δυναμικής εφαρμογής κρυοθεραπείας είναι η εμβύθιση του τραυματισμένου μέλους σε ψυχρό νερό ή σε ψυχρό δινόλουτρο σε συνδυασμό με κινησιοθεραπεία. Όσο αναφορά την εμβύθιση σε παγωμένο δινόλουτρο, η μικρομάλαξη που προκαλείται από την τουρμπίνα του μηχανήματος συμβάλλει μεταξύ άλλων και στη μείωση του οιδήματος.



**Εικόνα 4.1** (α) Ψυχρό επίθεμα (<https://www.medi-shop.gr/el/hot-cold-pads/chattanooga-colpac-cold-pack>), (β) ψυκτικό σπρέϊ (<https://gagas.gr/gr-perfects-freeze-spray-%CF%88%CF%85%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF-%CF%83%CF%80%CF%81%CE%B5%CF%85-200ml-34563.html>) και (γ) κρύο δινόλουτρο

είναι ορισμένα μέσα κρυοθεραπείας (<https://www.serinth.gr/fysikotherapeia/eksoplismos-fysikotherapeftiriou/whirlpool>).

#### 4.1 Επιδράσεις κρυοθεραπείας

Οι θεραπευτικές ιδιότητες της κρυοθεραπείας βασίζονται στις μεταβολές των φυσιολογικών αποκρίσεων του οργανισμού στο ψυχρό ερέθισμα. Επομένως, με την εφαρμογή κρυοθεραπείας επιτυγχάνεται μείωση πόνου (*Nadler S. et al., 2004*), αιματικής ροής και θερμοκρασίας (*Weston M. et al, 1994*), συσσώρευσης οιδήματος και αιματώματος (*Deal N. et al., 2002*) καθώς και μείωση του μεταβολισμού (*Hubbard T. and Denegar C., 2004*) και της νευρικής αγωγιμότητας.

Ειδικότερα, η πρώτη προσαρμογή του οργανισμού μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας είναι η τοπική αγγειοσυστολή. Αυτή η απόκριση προκαλεί μείωση του μεταβολικού ρυθμού και κατ' επέκταση, μείωση των μεταβολικών αναγκών των κυττάρων για οξυγόνο. Έτσι, επιτυγχάνεται η μείωση του κινδύνου επανατραυματισμού/ δευτεροπαθούς υποξέους τραυματισμού και αποφυγή συσσώρευσης οιδήματος και αιματώματος λόγω συνόδων αγγειακών βλαβών. Αναφορικά, έχει αναφερθεί ότι για κάθε 16.7° C μείωση της θερμοκρασίας, το ποσοστό του μεταβολικού ρυθμού μειώνεται κατά 13% (*Starkey C., 2004*).

Μια επιπλέον σημαντική επίδραση της κρυοθεραπείας είναι η μείωση του πόνου λόγω της μειωμένης νευρικής αγωγιμότητας. Συγκεκριμένα, έχει αναφερθεί ότι για κάθε 10° C μείωση της θερμοκρασίας του δέρματος, το ποσοστό της νευρικής αγωγιμότητας των αισθητικών και κινητικών νεύρων μειώνεται κατά 33% και 14% αντίστοιχα (*Algaflly A. and George K., 2007*). Η μείωση της αίσθησης του πόνου μετά την εφαρμογή της κρυοθεραπείας πιθανόν να οφείλεται και στη μείωση της συνολικής λειτουργίας των κινητικών νεύρων και κατ' επέκταση στη μείωση του μυϊκού σπασμού και του κύκλου πόνος - μυϊκός σπασμός - πόνος (*Meeusen R. and Lievens P., 1986*).

Η αποτελεσματικότητα των τεχνικών κρυοθεραπείας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το μέγεθος της περιοχής, η εφαρμοζόμενη μέθοδος, η διάρκεια εφαρμογής, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ιστού και ψυχρού μέσου καθώς και η παρουσία λιπώδους ιστού. Ειδικότερα, το μέγεθος του εφαρμοζόμενου ψυχρού μέσου έχει άμεση σχέση με την αποτελεσματικότητα της τεχνικής καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια στην οποία εφαρμόζεται το ψυχρό μέσο, τόσο μεγαλύτερη ανταλλαγή θερμικής ενέργειας λαμβάνει χώρα (*Seaki, 2002*).

Η διάρκεια της εφαρμογής σε συνδυασμό με την επιλογή του κατάλληλου ψυκτικού μέσου, θα επηρεάσουν επίσης την αποτελεσματικότητα της θεραπείας καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια εφαρμογής, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η προσαρμογή.

Η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ ιστού και ψυχρού μέσου αποτελεί μεταβλητή που πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν στον σχεδιασμό προγραμμάτων κρυοθεραπείας καθώς όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία της περιοχής στην οποία θα εφαρμοστεί το ψυχρό μέσο, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η πτώση της τοπικής θερμοκρασίας.

Τέλος, ο λιπώδης ιστός που δρα ως μονωτικό υλικό, μειώνει τις θεραπευτικές επιδράσεις της κρυοθεραπείας και απαιτείται αύξηση του χρόνου εφαρμογής της (Kannus P. et al., 2003).

#### **4.2 Επιδράσεις κρυοθεραπείας σε ισορροπία, ιδιοδεκτικότητα, νευρομυκικό έλεγχο και απόδοση.**

Η κρυοθεραπεία παρά την πληθώρα των θεραπευτικών της ιδιοτήτων έχει και κάποιες αρνητικές επιπτώσεις. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή κρυοθεραπείας οποιασδήποτε μορφής είναι πιθανόν να επηρεάσει αρνητικά την στατική και δυναμική ισορροπία, την ιδιοδεκτικότητα και τον νευρομυκικό έλεγχο με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο κίνδυνος τραυματισμού. Επιπλέον, σύμφωνα με έρευνες, έχει παρατηρηθεί και η μείωση της απόδοσης σε αθλητές, ανεξάρτητα από την ύπαρξη, ή μη, ιστορικού κάκωσης στο παρελθόν. Βέβαια, ο αριθμός των ερευνών που έχουν αναλύσει την επίδραση της κρυοθεραπείας στους παραπάνω τομείς, δεν είναι μεγάλος και οι απόψεις μεταξύ των ερευνητών δίστανται.

Ο Horper D. και οι συνεργάτες του (1997) μελέτησαν την επίδραση της κρυοθεραπείας στην αίσθηση της θέσης της ποδοκνημικής άρθρωσης σε 49 υγιή άτομα χωρίς ιστορικό τραυματισμού. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε ήταν εμβύθιση του μέλους σε παγωμένο νερό για 15'. Η θερμοκρασία του δέρματος μετρήθηκε με θερμομόμετρο πριν, κατά τη διάρκεια και 30' μετά την εμβύθιση ενώ η αίσθηση της θέσης αξιολογήθηκε με γωνιόμετρο (Pedal Goniometer) πριν και μετά την εμβύθιση.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μείωση της θερμοκρασίας κατά  $15^{\circ}\text{C} + 1.7^{\circ}\text{C}$ , η οποία δεν επανήλθε στα προ-εμβύθισης επίπεδα ακόμα και μετά από 30', ενώ οι συμμετέχοντες ανέφεραν μούδιασμα στο βυθιζόμενο άκρο κατά τα πρώτα 5'-6' της εμβύθισης. Όσον αφορά τη μείωση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης

παρουσιάστηκε μείωση της τάξης του 0.5 ( $p < 0.0499$ ). Ωστόσο το μέγεθος της διαφοράς δεν ήταν σημαντικό. Συμπερασματικά, τα ευρήματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι η εφαρμογή κρυοθεραπείας δεν είναι επιβλαβείς για την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης και δεν υπάρχει κίνδυνος τραυματισμού κατά την επιστροφή στις δραστηριότητες μετά από εφαρμογή κρυοθεραπείας.

Ο Kinzey S. και οι συνεργάτες του (2000) μελέτησαν την επίδραση της κρυοθεραπείας στην απόδοση 19 υγιών και δραστήριων ατόμων κατά την διάρκεια μιας λειτουργικής δοκιμασίας. Η μέθοδος κρυοθεραπείας που εφαρμόστηκε ήταν εμβύθιση του μέλους σε παγωμένο δινόλουτρο για 20' ( $10^{\circ}\text{C}$ ). Η απόδοση αξιολογήθηκε με την εκτέλεση 25 μονοποδικών αλμάτων, χωρισμένα σε πέντε σετ των πέντε επαναλήψεων, σε πλατφόρμα αντίδρασης εδάφους. Συγκεκριμένα, πέντε μονοποδικά άλματα πραγματοποιήθηκαν πριν την εμβύθιση και 20 μονοποδικά άλματα, μετά την εμβύθιση. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της κορυφαίας ώθησης στον κατακόρυφο άξονα ( $p = 0.01$ ). Η κορυφαία δύναμη αντίδρασης εδάφους αυξήθηκε στιγμιαία αλλά στη συνέχεια μειώθηκε ( $p = 0.2$ ). Τέλος, η μέση δύναμη αντίδρασης εδάφους δεν παρουσίασε σημαντική διαφορά ( $p > 0.5$ ). Συμπερασματικά, οι συγγραφείς συνιστούν την αναμονή τουλάχιστον 15' λεπτών μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας για την εκτέλεση λειτουργικών δραστηριοτήτων.

Σε έρευνα του Kernozek T. και των συνεργατών του (2008) αξιολογήθηκε η επίδραση της κρυοθεραπείας στην ισορροπιστική ικανότητα σε άτομα με ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης της ποδοκνημικής άρθρωσης. Το δείγμα αποτέλεσαν 15 άνδρες που έχουν υποστεί διάστρεμμα στο παρελθόν. Το υγιές μέλος αποτέλεσε την ομάδα control και αξιολογήθηκε αντίστοιχα. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν εμβύθιση σε παγωμένο νερό για 20'. Η ισορροπιστική ικανότητα αξιολογήθηκε με την μέτρηση της μέσης-πλάγιας μετατόπισης μέσω της εκτέλεσης μονοποδικών στηρίξεων σε δυναμοδάπεδο (Bertec). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν την εμβύθιση, αμέσως μετά, καθώς και 10' και 20' λεπτά μετά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πλάγια μετατόπιση/ταλάντωση ήταν μεγαλύτερη στο μέλος που είχε υποστεί συνδεσμική κάκωση, συγκριτικά με το υγιές, πριν την εμβύθιση ( $p=0.001$ ), αμέσως μετά ( $p=0.000$ ), καθώς και 10' ( $p=0.000$ ) και 20' ( $p=0.003$ ) μετά.

Συμπερασματικά, η ισορροπιστική ικανότητα των ατόμων με ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης της ποδοκνημικής είναι μειωμένη συγκριτικά με εκείνη των υγιών ατόμων. Η επίδραση ενισχύεται από την εφαρμογή κρυοθεραπείας

**Πίνακας 4.1:** Οι επιδράσεις της κρυοθεραπείας σε ισορροπία, ιδιοδεκτικότητα, νευρομυϊκό έλεγχο και απόδοση.

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	ΔΕΙΓΜΑ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ/ΕΙΣ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
Does ice immersion influence ankle joint position sense ? Hopper D. et al., 1997	49 υγιή άτομα χωρίς ιστορικό τραυματισμού της ποδοκνημικής άρθρωσης.	Εμβύθιση σε παγωμένο νερό για 15'.	α) Μέτρηση θερμοκρασίας πριν, κατά τη διάρκεια και 30' μετά την εμβύθιση β) Μέτρηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης με γωνιόμετρο (Pedal Goniometer) πριν και μετά την εμβύθιση.	α) Μείωσης της θερμοκρασίας κατά $15^{\circ}\text{C} + 1.7^{\circ}\text{C}$ β) Μείωση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης ( $p < 0.0499$ ) μετά την εμβύθιση.
The effects of cryotherapy on ground-reaction forces produced during a functional task. Kinzey S. et al. 2000	15 υγιή και δραστήρια άτομα.	Εμβύθιση σε παγωμένο δινόλουτρο για 20' ( $10^{\circ}\text{C}$ )	Εκτέλεση 25 μονοποδικών αλμάτων σε πλατφόρμα αντίδρασης εδάφους. 5 άλματα πραγματοποιήθηκαν πριν την εμβύθιση και 20 άλματα μετά την εμβύθιση.	Μείωση της κορυφαίας απόδοσης σε κατακόρυφο άξονα ( $p = 0.01$ ) και διατήρηση της μέσης απόδοσης σε κατακόρυφο άξονα ( $p > 0.5$ )
The effect of immersion cryotherapy after a medial-lateral postural sway variability in individuals with lateral ankle sprain. Kernozek T. et al., 2008	15 άνδρες με ιστορικό πρόσφατου συνδεσμικού τραυματισμού στην ποδοκνημική. Το πόδι χωρίς ιστορικό κάκωσης μετρήθηκε αντίστοιχα και αποτέλεσε την ομάδα control.	Εμβύθιση σε παγωμένο νερό για 20'.	Μέτρησης της μέσης-πλάγιας μετατόπισης σε μονοποδική στήριξη με τη χρήση δυναμοδάπεδου (Bertec Force Platform) πριν την εμβύθιση, αμέσως μετά καθώς 10' και 20' μετά.	Αύξησης της μέσης-πλάγιας μετατόπισης/ ταλάντωσης του προσβεβλημένου άκρου συγκριτικά με το υγιές, τόσο πριν, όσο και μετά την εμβύθιση.
The influence of cryotherapy of the ankle on static balance. Saam F. et al., 2008	31 υγιή άτομα χωρισμένα σε δύο ομάδες.	A ομάδα : Εφαρμογή ψυχρού επιθέματος στην περιοχή του αστραγάλου για 10'. B ομάδα : Ανάπαυση.	Αξιολόγηση στατικής ισορροπίας και των δύο ομάδων μέσω εκτέλεσης μονοποδικών στηρίξεων (30 s) σε δυναμοδάπεδο (Force Platform) πριν και μετά την εμβύθιση ή την ανάπαυση αντίστοιχα.	Καμία επίδραση στην στατική ισορροπία.

<p>The effect of cryotherapy on the normal ankle position sense. Khanmohammad i R. et al., 2011</p>	<p>30 υγιείς γυναίκες.</p>	<p>Εμβύθιση σε παγωμένο δινόλουτρο για 15' (6° C). Το σημείο βύθισης ήταν 5 cm πάνω από το σφυρό.</p>	<p>Μέτρηση της θερμοκρασίας πριν την εμβύθιση, αμέσως μετά και 15' μετά. Μέτρηση της θέσης της αίσθησης της άρθρωσης με γωνιόμετρο (Pedal Goniometer) πριν την εμβύθιση, αμέσως μετά και 15' μετά.</p>	<p>Μείωση της θερμοκρασίας του δέρματος που δεν επανήλθε στις προ-εμβύθισης τιμές για τουλάχιστον 15' (p = 0.001) και διατήρηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης.</p>
<p>Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance. Douglas M. et al., 2013</p>	<p>20 υγιή άτομα χωρίς ιστορικό τραυματισμού της ποδοκνημικής τουλάχιστον 6 μήνες πριν την έρευνα.</p>	<p>Εμβύθιση σε παγωμένο νερό για 15' (4,4° C). Το σημείο βύθισης ήταν 5 cm πάνω από το σφυρό.</p>	<p>α) Αξιολόγηση στατικής ισορροπίας με σύστημα Biodex. β) Αξιολόγηση δυναμικής ισορροπίας με μέτρηση της προσθοπίσθιας και μέσης/πλάγιας μετατόπισης με σύστημα Biodex.</p>	<p>Μείωση της δυναμικής ισορροπίας στην μεση-πλάγια μετατόπιση. Διατήρηση της στατικής ισορροπίας.</p>
<p>Postural sway following cryotherapy in healthy adults. Fukuchi et al., 2014</p>	<p>26 υγιή άτομα χωρισμένα σε δύο ομάδες των 13 ατόμων.</p>	<p>A ομάδα : Εμβύθιση σε παγωμένο νερό (11° C) για 20'. B ομάδα (control) : Εμβύθιση σε νερό (26° C) για 20'.</p>	<p>Μέτρηση της προσθοπίσθιας και μέσης-πλάγιας μετατόπισης (και στις δυο ομάδες) μέσω εκτέλεσης διποδικών (70 s) και μονοποδικών (40 s) στηρίξεων σε δυναμοδάπεδο (Force Platform) πριν και μετά την εμβύθιση.</p>	<p>Μείωση της στατικής ισορροπίας στην προσθοπίσθια και μέση-πλάγια μετατόπιση.</p>
<p>Cold water immersion of the ankle decreases neuromuscular response of lower limb after inversion movement. Macedo C. et al., 2014</p>	<p>35 υγιή και δραστήρια άτομα χωρίς ιστορικό τραυματισμού της ποδοκνημικής τουλάχιστον 6 μήνες πριν την έρευνα.</p>	<p>Εμβύθιση σε παγωμένο νερό για 20' (4° C). Το σημείο βύθισης ήταν 20 cm κάτω από το σημείο που ήταν τοποθετημένα τα ηλεκτρόδια.</p>	<p>Μέτρηση της νευρομυικής απάντησης μέσω ηλεκτρομυογραφήματος συνδεδεμένο με πλατφόρμα μετατόπισης (Tilt Platform) Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν την εμβύθιση αμέσως μετά και μετά από 10', 20' και 30'.</p>	<p>Μείωση της νευρομυικής απάντησης που διατηρήθηκε για τουλάχιστον 30' μετά την εμβύθιση.</p>
<p>Dynamic postural stability deficits after cryotherapy to the ankle joint. Fullam K. et al., 2015</p>	<p>29 ελίτ αθλητές σε ομάδα κολεγίου.</p>	<p>Εφαρμογή κρυοθεραπείας με χρήση της συσκευής AirCast Cryo/Cuff Coller για 15'.</p>	<p>Μέτρηση της πρόσθιας, οπίσθιο-πλάγιας και μέσης-οπίσθιας κατεύθυνσης του Star Excursion Balance Test πριν και μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας.</p>	<p>Μείωση αποτελέσματος σε όλες τις κατευθύνσεις του SEBT (p &lt; 0.5) μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας.</p>

Ο Saam F. και οι συνεργάτες του (2008) εξέτασαν την επίδραση της κρυοθεραπείας στην στατική ισορροπία. Το δείγμα αποτέλεσαν 31 άτομα, τα οποία χωρίστηκαν σε δυο ομάδες : μια ομάδα παρέμβασης και μια ομάδα control. Η ομάδα παρέμβασης υπεβλήθη στην εφαρμογή ψυχρού επιθέματος στην περιοχή του αστραγάλου για 10' ενώ η ομάδα ελέγχου αναπαύθηκε. Και στις δύο ομάδες πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας μέσω εκτέλεσης μονοποδικών στηρίξεων σε δυναμοδάπεδο (Force Platform) για 30'' πριν και μετά την εφαρμογή ψυχρού επιθέματος. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν καμία σημαντική διαφορά στην στατική ισορροπία και των δυο ομάδων τόσο πριν, όσο και μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας. Συμπερασματικά, τα 10' εφαρμογής δεν είναι αρκετά ώστε να προκαλέσουν σημαντική μεταβολή και μείωση της ισορροπιστικής ικανότητας.

Σε έρευνα του Khanmohammandi R. και των συνεργατών του (2011) αξιολογήθηκε η επίδραση της κρυοθεραπείας στην αίσθηση της θέσης της ποδοκνημικής άρθρωσης σε 30 υγιείς γυναίκες. Η μέθοδος που εκτελέστηκε ήταν η εμβύθιση σε παγωμένο δινόλουτρο (6° C) για 15' και το σημείο εμβύθισης ήταν 5 cm πάνω από το σφυρό. Η θερμοκρασία του δέρματος μετρήθηκε με ειδικό θερμόμετρο πριν την εμβύθιση, αμέσως μετά, καθώς και 15' μετά, ενώ η αίσθηση της θέσης της ποδοκνημικής άρθρωσης αξιολογήθηκε με την βοήθεια γωνιομέτρου (Pedal Goniometer) στα ίδια χρονικά διαστήματα με την μέτρηση της θερμοκρασίας. Αρχικά, το πόδι του δοκιμαζόμενου μετακινήθηκε παθητικά από την ουδέτερη θέση, στο μέσο εύρος της ραχιαίας (10°) και πελματιαίας (20°) κάμψης της ποδοκνημικής και ζητήθηκε από τον δοκιμαζόμενο να συγκεντρωθεί στη διατήρηση αυτής της θέσης για 3 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια η ίδια δοκιμασία εκτελέστηκε ενεργητικά από τον ίδιο τον δοκιμαζόμενο. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν την μείωση της θερμοκρασίας του δέρματος που διατηρήθηκε ακόμα και μετά από 15' ( $p = 0.001$ ) και τη διατήρηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης (ενεργητικό εύρος πελματιαίας κάμψης :  $p = 0.72$  και παθητικό εύρος πελματιαίας κάμψης :  $p = 0.69$ , ενεργητικό εύρος ραχιαίας κάμψης :  $p = 0.80$  και παθητικό εύρος ραχιαίας κάμψης :  $p = 0.14$ ). Συμπερασματικά, η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης της ποδοκνημικής δεν παρουσίασε σημαντική μεταβολή μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας για 15'.

Ο Douglas M. και οι συνεργάτες του (2013) μελέτησαν την επίδραση της κρυοθεραπείας στην στατική και δυναμική ισορροπία σε 20 υγιή άτομα χωρίς ιστορικό κάκωσης στην ποδοκνημική για τουλάχιστον 6 μήνες πριν την ερεύνα. Οι συμμετέχοντες εξετάστηκαν σε δυο συνθήκες: μια συνθήκη ανάπαυσης σε θερμοκρασία δωματίου και σε μια συνθήκη εφαρμογής κρυοθεραπείας. Η μέθοδος κρυοθεραπείας που εφαρμόστηκε ήταν η εμβύθιση σε παγωμένο νερό (4.4° C) για 15'. Το σύστημα Biodex® Balance System (BBS) χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της στατικής και της δυναμικής ισορροπίας. Κατά τη διάρκεια των στατικών συνθηκών, η κυκλική πλατφόρμα BBS λειτούργησε ως σταθερή πλατφόρμα (Force Platform) επιτρέποντας έτσι τη δοκιμή στατικής ισορροπίας. Η δοκιμή στατικής ισορροπίας προηγήθηκε της δυναμικής δοκιμής ισορροπίας για όλα τα άτομα. Κάθε εξεταζόμενος ολοκλήρωσε μια πρακτική άσκηση/ εξοικείωση για τις στατικές και δυναμικές δοκιμασίες αμέσως πριν από τη μέτρηση. Μετά την εξοικείωση, για τον υπολογισμό των ισορροπιστικών ελλειμμάτων, χρησιμοποιήθηκαν τρεις δοκιμές δέκα δευτερολέπτων, καθεμία χωρισμένη με περίοδο ανάπαυσης 20 δευτερολέπτων. Ο μέσος όρος των τριών μέτρων χρησιμοποιήθηκε για ανάλυση. Επιπλέον, διεξήχθη δοκιμή δυναμικής ισορροπίας στην ίδια πλατφόρμα που ξεκλειδώθηκε για να επιτρέψει την ελεύθερη κίνηση ταυτόχρονα και στις δύο κατευθύνσεις: μέση-πλάγια και προσθοπίσθια μετατόπιση. Η πλατφόρμα επιτρέπει ποικίλα επίπεδα αντοχής σε διαταραχές της κίνησης που κυμαίνονται από 1 έως 8 (8 είναι το λιγότερο περιοριστικό) όπως ορίζεται από τον κατασκευαστή. Αντίθετα με τη μέτρηση της απόκλισης του κέντρου βάρους όπως γίνεται κατά τη διάρκεια των στατικών συνθηκών, αυτή η συσκευή μετρά τον βαθμό κλίσης γύρω από κάθε άξονα κατά τη διάρκεια δυναμικών μετρήσεων. Η δυναμική ισορροπία μετρήθηκε χρησιμοποιώντας το ίδιο πρωτόκολλο με το BBS να είναι σε δυναμική θέση 4 στα 8. Οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν με τους εξεταζόμενους ξυπόλυτους στο κυρίαρχο κάτω άκρο. Όλες οι δοκιμές ισορροπίας ολοκληρώθηκαν με τα χέρια των συμμετεχόντων στα ισχία τους και με ανοιχτά τα μάτια. Οποιοσδήποτε δοκιμές στις οποίες τα χέρια των συμμετεχόντων μετακινήθηκαν από τους γοφούς τους ή το μη-δοκιμασμένο κάτω άκρο που έφτασε στο τέλος αφαιρέθηκαν και επαναλήφθηκαν. Λιγότερο από το 20% των συμμετεχόντων υποχρεούνταν να επαναλαμβάνουν τις δοκιμές λόγω απώλειας ισορροπίας. Τα αποτελέσματα δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών μετά την κρυοθεραπεία και των συνθηκών ελέγχου όσον αφορά την στατική ισορροπία. Όσον αφορά την αξιολόγηση της δυναμικής



ισορροπίας, το ισορροπιστικό έλλειμμα στην μέση-πλάγια κατεύθυνση αυξήθηκε σημαντικά μετά από την εφαρμογή κρυοθεραπείας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η εφαρμογή κρυοθεραπείας έχει αρνητική επίδραση στη δυναμική ισορροπία. Η άμεση επιστροφή στις δραστηριότητες μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας καλό θα ήταν να αποφευχθεί, δεδομένης της μειωμένης δυναμικής ισορροπίας και της πιθανότητας για αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού.

Σύμφωνα με έρευνα του Fukuchi και των συνεργατών του (2014) εξετάστηκε η επίδραση της κρυοθεραπείας στην στατική ισορροπία 26 υγιών ατόμων. Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες των 13 ατόμων και υποβλήθηκαν σε δυο διαφορετικές συνθήκες. Στην πρώτη ομάδα εφαρμόστηκε εμβύθιση σε παγωμένο νερό (11° C) για 20' ενώ στη δεύτερη εφαρμόστηκε εμβύθιση σε χλιαρό νερό (26° C) για 20'. Η αξιολόγηση της ισορροπίας έγινε με μέτρηση της προσθοπίσθιας και μέσης-πλάγιας μετατόπισης (και στις δυο ομάδες) μέσω εκτέλεσης διποδικών (70 s) και μονοποδικών (40 s) στηρίξεων σε δυναμοδάπεδο (Force Platform) πριν και μετά την εμβύθιση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν της μείωση της στατικής ισορροπίας στην προσθοπίσθια και μέση-πλάγια μετατόπιση. Συμπερασματικά, η εφαρμογή κρυοθεραπείας έχει αρνητική επίδραση στην στατική ισορροπιστική ικανότητα και η επιστροφή στη δραστηριότητες που απαιτούν ισορροπία πρέπει να εκτελείται με μεγάλη προσοχή.

Ο Macedo C. και οι συνεργάτες του (2014) μελέτησαν την επίδραση της κρυοθεραπείας στην νευρομυική απάντηση (σε γαστροκνήμιο, πρόσθιο κνημιαίο, μακρύ περνιαίο, ορθό μηριαίο και μέσο γλουτιαίο) 35 υγιών και δραστήριων ατόμων χωρίς ιστορικό κάκωσης της ποδοκνημικής για τουλάχιστον 6 μήνες πριν την έρευνα. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε ήταν η εμβύθιση σε παγωμένο νερό (4° C) για 20'. Η νευρομυική απάντηση μετρήθηκε μέσω ηλεκτρομυογραφήματος συνδεδεμένο με πλατφόρμα μετατόπισης (Tilt Platform) Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν πριν την εμβύθιση αμέσως μετά και μετά από 10', 20' και 30'. Για τη σωστή τοποθέτηση των ηλεκτροδίων, ζητήθηκε από τον εξεταζόμενο να σηκωθεί. Μετά το ξύρισμα και καθαρισμό του δέρματος, τα ηλεκτρόδια σταθεροποιήθηκαν πάνω από τις κοιλίες των μυών. Ένα ηλεκτρόδιο αναφοράς τοποθετήθηκε στο κνημιαίο κύρτωμα με κολλητική ταινία διπλής όψεως και ελαστικό επίδεσμο. Ο εξεταζόμενος στεκόταν όρθιος σε πλατφόρμα μετατόπισης (Tilt Platform) με ανοιχτά μάτια και γυμνά πόδια. Η πλατφόρμα συγχρονίστηκε με τον εξοπλισμό ηλεκτρομυογραφίας και

ενεργοποιήθηκε από ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι προδιαγραφές της συσκευής και η γωνία αναστροφής (30°) βασίστηκαν σε μια συστηματική ανασκόπηση. Η δοκιμασία αποτελείται από έξι κλίσεις, τρεις κινήσεις για κάθε πλευρά, τυχαία. Για την ανάλυση των δεδομένων, εξετάστηκε η μέση τιμή των τριών δοκιμασιών μετά την κλίση της πλατφόρμας για το κυρίαρχο μέλος (που ορίζεται ως το πόδι που το άτομο θα επιλέξει να κλωτσήσει μια μπάλα). Μετά την εμβύθιση, το κάτω άκρο στεγνώθηκε με μια πετσέτα. Η θερμοκρασία επιφανείας του δέρματος μετρήθηκε για να επιβεβαιωθεί η ψύξη. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μείωση της νευρομυκικής απάντησης που διατηρήθηκε για τουλάχιστον 30' μετά την εμβύθιση. Συμπερασματικά, η εμβύθιση σε παγωμένο νερό για 20' έχει αρνητική επίδραση στην νευρομυκική απάντηση και πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στις δραστηριότητες που απαιτούν νευρομυκικό έλεγχο μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας.

Τέλος, μια ακόμη έρευνα του Fullam K. και των συνεργατών του (2015) εξέτασε την επίδραση της κρυοθεραπείας στην δυναμική ισορροπία σε 29 ελίτ αθλητές ομάδας κολεγίου. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η εφαρμογή κρυοθεραπείας με AirCast Cryo/Cuff για 15'. Η δυναμική ισορροπία αξιολογήθηκε με μέτρηση της πρόσθιας, οπίσθιο-πλάγιας και μέσης-οπίσθιας κατεύθυνσης του Star Excursion Balance Test πριν και μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας. Πριν από την επίσημη μέτρηση, οι συμμετέχοντες έλαβαν οδηγίες για τη σωστή εκτέλεση της δοκιμασίας και πραγματοποίησαν 4 δοκιμές σε κάθε κατεύθυνση. Τρεις διαδοχικές δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε κάθε κατεύθυνση σε 2 χρονικά σημεία: πριν και μετά την εμβύθιση. Η δοκιμή ξεκίνησε όταν ο εξεταζόμενος μετακινήθηκε από διποδική σε μονοποδική στήριξη, ενώ η δοκιμή τελείωσε όταν επέστρεψε σε διποδική στήριξη. Μία ταινία μέτρησης 1,5 m τοποθετήθηκε σε κάθε κατεύθυνση για να μετρηθεί η απόσταση. Η απόσταση από το κέντρο μέχρι το σημείο μέγιστης προσέγγισης παρατηρήθηκε οπτικά και σημειώθηκε από έναν από τους ερευνητές. Ο ίδιος ερευνητής ήταν υπεύθυνος για τις μετρήσεις πριν και μετά την εμβύθιση. Κατά τη διάρκεια της επίσημης δοκιμής, εάν οι συμμετέχοντες αφαιρούσαν τα χέρια τους από τους γοφούς τους, δεν επέστρεψαν στην αρχική θέση, έχαναν την ισορροπία τους ή δεν ήταν σε θέση να διατηρήσουν τη μονοποδική στήριξη, η δοκιμή θεωρούνταν ανεπιτυχής. Οι ανεπιτυχείς δοκιμές απορρίφθηκαν και ακολούθησαν συμπληρωματικές δοκιμές. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μείωση του αποτελέσματος σε όλες τις κατευθύνσεις του SEBT ( $p < 0.5$ ) και κατ'επέκταση μείωση της δυναμικής ισορροπίας μετά την εφαρμογή κρυοθεραπείας.

## Κεφάλαιο 5. Πρόψυξη (precooling)

Πρόψυξη (precooling) ονομάζεται η τεχνική κρυοθεραπείας κατά την οποία μειώνεται η θερμοκρασία του σώματος των αθλητών πριν την προπόνηση σε θερμό περιβάλλον, με τη χρήση διάφορων μεθόδων ψύξης (*Costello T. et al., 2012*). Υπάρχουν διάφορες τεχνικές πρόψυξης, οι οποίες αποσκοπούν είτε σε τοπικές είτε σε συστηματικές αλλαγές (*Castle P. et al., 2005*). Κάποιες από αυτές είναι η εμβύθιση σε παγωμένο νερό ή παγωμένο δινόλουτρο, η έκθεση σε ψυχρό αέρα, η πρόψυξη με τη βοήθεια ενός ειδικά διαμορφωμένου γιλέκου στο άνω τμήμα του σώματος, η λήψη παγωμένων διαλυμάτων, αλλά και η άμεση μυϊκή ψύξη.

Η πρόψυξη είναι μια ευρέως αποδεκτή μέθοδος η οποία στοχεύει στην μείωση του αισθήματος της κόπωσης, στην αύξηση της αντοχής κατά τη διάρκεια της αερόβιας και αναερόβιας άσκησης και στην αύξηση της απόδοσης και της απόστασης που μπορεί να διανύσει ο αθλητής (*Marino et al., 2000*). Συγκεκριμένα, η πρόψυξη μειώνει τη θερμοκρασία του σώματος πριν την άσκηση, γεγονός που προσφέρει μεγαλύτερη αποθήκευση θερμότητας, καθώς και καλύτερη απόδοση σε υπομέγιστη άσκηση με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αντοχή σε πολύ θερμό και υγρό περιβάλλον. Ωστόσο τα αποτελέσματα από τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί ποικίλλουν, όσον αφορά την απόδοση των αθλητών. Έρευνες σχετικά με την πρόψυξη επιβεβαιώνουν ότι η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος είναι ένας περιοριστικός παράγοντας κατά τη διάρκεια της άσκησης. Ειδικότερα, στις περισσότερες μελέτες η πρόψυξη λειτουργεί αρνητικά στην απόδοση των αθλητών, χωρίς όμως να σχετίζεται με αυξημένη πιθανότητα τραυματισμού. Αντίθετα, σε άλλες μελέτες τονίζεται η θετική της επίδραση της πρόψυξης στην αντοχή σε θερμό περιβάλλον, κυρίως σε αερόβια αθλήματα. Συγκεκριμένα, φαίνεται ότι η πρόψυξη είναι ωφέλιμη μόνο στις ασκήσεις αντοχής των 30-40 λεπτών, παρά στην άσκηση με διαλείμματα ή στις μικρής διάρκειας άσκηση, με την πιο αποτελεσματική μέθοδο να είναι η εμβύθιση στο παγωμένο νερό (*Duffield R. et al., 2010*). Επιπλέον, σημειώθηκε ότι η μείωση που παρατηρείται στην απόδοση από την πρόψυξη ίσως δεν είναι η ίδια όταν η εφαρμογή γίνει στην άρθρωση και όχι τοπικά στο μυ (*Evans T., 1995*). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένας αθλητής σπάνια θα φτάσει το 100% της απόδοσής του ύστερα από την εφαρμογή κρυοθεραπείας (*Patterson S. et al., 2008*), ενώ πρόσφατες έρευνες συμβουλεύουν ιδιαίτερη προσοχή στην εφαρμογή κρυοθεραπείας λόγω

βραχυπρόθεσμων αλλά δυσμενών αλλαγών στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης, στην μυική δύναμη, την στατική και δυναμική ισορροπία και τη νευρομυική απόδοση (Bleakley C. και Costello J., 2013).

Σε έρευνα του Booth J. και των συνεργατών του (1997) μελετήθηκε η επίδραση της πρόψυξης στην θερμοκρασία, την απόδοση και την αποθήκευση θερμότητας σε μια δοκιμασία τρεξίματος σε θερμό και υγρό περιβάλλον. Οκτώ άτομα κλήθηκαν να εκτελέσουν τη μέγιστη δυνατή απόσταση σε 30 λεπτά, σε ένα ζεστό και υγρό περιβάλλον με θερμοκρασία 32° C και υγρασία 60% μετά από εμβύθιση με κρύο νερό (23°- 24°C). Οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε μετρήσεις θερμοκρασίας δέρματος, σώματος και ορθού, καθώς και σε μέτρηση αποθήκευσης θερμότητας πριν, μετά και κατά τη διάρκεια της άσκησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση της απόστασης που διανύθηκε κατά  $304 \pm 166$  m ( $p < 0,05$ ) και μείωση της μέσης θερμοκρασίας του δέρματος και ορθού κατά 5,9°C και 0,7°C αντίστοιχα ( $p < 0,05$ ) πριν την άσκηση. Η μείωση της ορθικής και μέσης θερμοκρασίας του δέρματος διατηρήθηκε έως και 20'- 25' κατά τη διάρκεια της άσκησης, αντίστοιχα ( $p < 0,05$ ). Η μέση θερμοκρασία του σώματος μειώθηκε από  $36,5^\circ \pm 0,1^\circ$  C έως  $33,8^\circ \pm 0,2^\circ$  C μετά την προψύξη ( $p < 0,05$ ), παρέμεινε χαμηλή κατά τη διάρκεια της άσκησης ( $p < 0,01$ ) και στο τέλος της άσκησης μειώθηκε κατά 0,8° C ( $p < 0.05$ ). Ο ρυθμός αποθήκευσης θερμότητας στο τέλος της άσκησης αυξήθηκε από  $113 \pm 45$  σε  $249 \pm 55$  W ( $p < 0.005$ ). Συμπερασματικά, η εμβύθιση του σώματος σε νερό, ως μέθοδος πρόψυξης, αύξησε την αντοχή και την απόδοση κατά τη διάρκεια της άσκησης σε θερμές και υγρές συνθήκες περιβάλλοντος.

Σύμφωνα με έρευνα του March D και των συνεργατών του (1999) εξετάστηκε η επίδραση της πρόψυξης στην ισχύ και στην απόδοση κατά τη διάρκεια δοκιμασίας ισχύος σε θερμό και υγρό περιβάλλον. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 13 άνδρες ποδηλάτες, καταξιωμένοι σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν δυο δοκιμασίες ισχύος των 70' σε τυπικό ποδήλατο δρόμου τοποθετημένο σε σταθερό εργονομικό μετρητή, σε ζεστό και υγρό περιβάλλον με θερμοκρασία 29° C και ποσοστό υγρασίας που άγγιζε το 80%. Η μια συνθήκη περιελάμβανε την εκτέλεση της δοκιμασία μετά από εμβύθιση σε κρύο νερό, ενώ η δεύτερη συνθήκη περιλάμβανε την εκτέλεση της δοκιμασίας χωρίς πρόψυξη. Οι συνθήκες πραγματοποιήθηκαν με διαφορά δύο ημερών μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν σημαντική αύξηση της μέσης τιμής ισχύος κατά  $3.3 \pm 2.7\%$  από  $581 \pm 57$  W σε  $603 \pm 60$  W. ( $p < 0.005$ ), μετά από την προψύξη. Επιπλέον, σημειώθηκε

μείωση της θερμοκρασίας σώματος και δέρματος, καθώς και μείωση του καρδιακού ρυθμού ( $p < 0.05$ ). Συμπερασματικά, σύμφωνα με την έρευνα, η προψύξη βελτιώνει τις βραχυπρόθεσμες επιδόσεις κατά τη διάρκεια δοκιμασίας ποδηλασίας σε θερμό και υγρό περιβάλλον.

**Πίνακας 5.1:** Επιδράσεις της πρόψυξης σε θερμοκρασία σώματος και δέρματος και απόδοση.

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	ΔΕΙΓΜΑ	ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ/ΕΙΣ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
Improve running performance in hot humid conditions following whole-body pre-cooling. Booth J. et al., 1997	8 άτομα.	30λεπτη δοκιμασία τρεξίματος σε διάδρομο μετά από εμβύθιση σε κρύο νερό ( $23^{\circ}$ - $24^{\circ}$ C), σε θερμό περιβάλλον.	Μέτρηση θερμοκρασίας δέρματος, σώματος και ορθού και μέτρηση αποθήκευσης θερμότητας (heat storage).	Αύξηση της απόστασης που διανύθηκε ( $p < 0.05$ ) Μείωση θερμοκρασίας δέρματος και ορθού ( $p < 0.05$ ) Αύξηση αποθήκευσης θερμότητας ( $p < 0.005$ )
Effect of pre-cooling in high intensity cycling performance. March D. et al., 1999	13 άνδρες ποδηλάτες αναγνωρισμένοι σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.	Δύο δοκιμασίες ισχύος 70' σε ποδήλατο σε θερμό περιβάλλον. 1η συνθήκη : Δοκιμασία μετά από εμβύθιση σε κρύο νερό. 2η συνθήκη : Δοκιμασία	Μέτρηση απόδοσης και ισχύος της μέτρησης θερμοκρασίας σώματος και δέρματος.	Σημαντική αύξηση της μέσης τιμής ισχύος μετά την πρόψυξη ( $p < 0.005$ ) και μείωση της θερμοκρασίας σώματος και δέρματος ( $p < 0.05$ )
Investigations of the effect of the pre-cooling in the physiological responses to soccer-specific intermittent exercise. Drust B. et al., 2000	6 άνδρες ποδοσφαιριστές σε ομάδα κολεγίου.	Τρεις 90λεπτες δοκιμασίες διαλλειμματικής άσκησης σε διάδρομο. 1η συνθήκη : Κρύο ντους για 60' πριν τη δοκιμασία σε συνθήκες εργαστηριακού περιβάλλοντος. 2η συνθήκη : Δοκιμασία χωρίς πρόψυξη. 3η συνθήκη : Δοκιμασία χωρίς πρόψυξη σε θερμό περιβάλλον.	Μέτρηση της θερμοκρασίας του ορθού, μέτρηση κατανάλωσης οξυγόνου, καρδιακού ρυθμού, γαλακτικού οξέος και συγκέντρωσης γλυκόζης πριν και μετά τις δοκιμασίες	Μείωση της ορθικής θερμοκρασίας μετά την πρόψυξη ( $p < 0.05$ ) συγκριτικά με τις δοκιμασίες που εκτελέστηκαν σε φυσιολογικό ή θερμό περιβάλλον χωρίς πρόψυξη. Οι λοιπές φυσιολογικές αποκρίσεις δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά.
Whole-body pre-cooling and heat storage during self-paced cycling performance in warm humid	7 άνδρες.	Δυο 30λεπτες δοκιμασίες ποδηλασίας σε θερμό περιβάλλον. 1η συνθήκη : Εμβύθιση ολόκληρου του σώματος σε κρύο νερό πριν τη	Μέτρηση θερμοκρασίας δέρματος και ορθού και μέτρηση αποθήκευσης	Μείωση θερμοκρασίας δέρματος και ορθού ( $p < 0.05$ ). Αύξηση της αποθήκευσης θερμότητας ( $p < 0.003$ ) και της απόστασης που

conditions. Kay D. et al., 2010		δοκιμασία. 2η συνθήκη : Δοκιμασία	θερμότητας (heat storage).	διανύθηκε.
Impact of upper body pre-cooling during warm-up in subsequent time trial paced cycling in the heat. Katica C. et al., 2017	8 εκπαιδευμένοι άνδρες ποδηλάτες.	Δυο δοκιμασίες ποδηλασίας 16.1 km σε θερμό περιβάλλον. 1η συνθήκη : Προθέρμανση με παγωμένο γιλέκο και ψυχρά επιθέματα. 2η συνθήκη : Απλή προθέρμανση (control)	Μέτρηση της θερμοκρασίας σώματος, δέρματος και της ορθικής θερμοκρασίας πριν την προθέρμανση. Μέτρηση χρόνου ολοκλήρωσης της δοκιμασίας.	Μείωση της μέσης θερμοκρασίας δέρματος και σώματος μετά την πρόψυξη ( $p < 0.005$ ) και διατήρηση της ορθικής θερμοκρασίας ( $p = 0.35$ ). Μείωση του χρόνου ολοκλήρωσης μετά την πρόψυξη συγκριτικά με το control.

Ο Drust B. και οι συνεργάτες του (2000) μελέτησαν την επίδραση της πρόψυξης στις φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού κατά τη διάρκεια μιας διαλείπουσας δοκιμασίας υπό κανονικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν έξι άνδρες ποδοσφαιριστές σε ομάδα πανεπιστημίου οι οποίοι κλήθηκαν να ολοκληρώσουν τρεις 90λεπτες δοκιμασίες διαλείπουσας άσκησης σε διάδρομο. Το πρωτόκολλο ήταν βασισμένο σε πραγματικό αγώνα ποδοσφαίρου. Η πρώτη συνθήκη περιελάμβανε την έκθεση ολόκληρου του σώματος των δοκιμαζομένων σε κρύο ντους ( $26^{\circ}\text{C}$ ) για 60', πριν την εκτέλεση της δοκιμασίας, σε συνθήκες εργαστηρίου ( $20^{\circ}\text{C}$ ). Η δεύτερη συνθήκη περιελάμβανε την εκτέλεση της δοκιμασίας σε συνθήκες εργαστηρίου χωρίς πρόψυξη, ενώ η τρίτη δοκιμασία περιελάμβανε την εκτέλεση της δοκιμασίας σε θερμαινόμενο εργαστήριο χωρίς πρόψυξη ( $26^{\circ}\text{C}$ ). Πριν και μετά τις συνθήκες οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε μετρήσεις της θερμοκρασίας του ορθού, μέτρηση κατανάλωσης οξυγόνου, καρδιακού ρυθμού, γαλακτικού οξέος και συγκέντρωσης γλυκόζης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μείωση θερμοκρασία του ορθού μετά την πρόψυξη ( $-0.6^{\circ}\text{C}$ , εύρος  $-1.5^{\circ}\text{C}$  και  $p < 0.05$ ). Η θερμοκρασία ορθού ήταν σημαντικά χαμηλότερη μετά την πρόψυξη συγκριτικά με τη θερμοκρασία που σημειώθηκε στην δοκιμασία που εκτελέστηκε στο θερμό περιβάλλον (πρόψυξη:  $38.1^{\circ} \pm 0.6^{\circ}\text{C}$ , θερμό περιβάλλον :  $38.6^{\circ} \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ). Όσον αφορά τις λοιπές φυσιολογικές αποκρίσεις δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών συνθηκών. Βάσει της τρέχουσας έρευνας, μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι δεν υπάρχουν αποδείξεις για τα ευεργετικά αποτελέσματα της

πρόψυξης στις φυσιολογικές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια της διαλείπουσας άσκησης σε ποδόσφαιρο υπό φυσιολογικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Σε έρευνα του Kay D. και των συνεργατών του (2010) αναλύθηκε η επίδραση της πρόψυξης πριν από αγώνα ποδηλασίας σε θερμό και υγρό περιβάλλον. Επτά άνδρες κλήθηκαν να ολοκληρώσουν δύο 30λεπτες δοκιμασίες ποδηλασίας σε θερμό περιβάλλον με θερμοκρασία 31° C και ποσοστό υγρασίας που άγγιζε το 60%. Οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε μετρήσεις θερμοκρασίας δέρματος και ορθού αλλά και σε μέτρηση αποθήκευσης θερμότητας (heat storage) πριν και μετά από τις δοκιμασίες. Πριν από την πρώτη δοκιμασία ολόκληρο το σώμα των δοκιμαζομένων βυθίστηκε σε νερό (24° C) ώστε η θερμοκρασία του σώματος να μειωθεί 5-6° C. Η δεύτερη δοκιμασία πραγματοποιήθηκε χωρίς καμία παρέμβαση. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση της θερμοκρασίας του δέρματος και του ορθού ( $p < 0.05$ ) και αύξηση της αποθήκευσης θερμότητας ( $p < 0.003$ ) από  $84 \pm 8.8$  W σε  $153 \pm 13.1$  W. Τέλος, η απόσταση που διανύθηκε σε 30' αυξήθηκε από  $14.9 \pm 0.8$  km σε  $15.8 \pm 0.7$  km ( $p < 0.05$ ). Συμπερασματικά, η πρόψυξη έχει θετική επίδραση στην μείωση της θερμικής καταπόνησης και στην αύξηση της απόδοσης σε θερμό περιβάλλον. Ο Katica C. και οι συνεργάτες του (2017) μελέτησαν την επίδραση της πρόψυξης κατά την διάρκεια της προθέρμανσης πριν από αγώνα ποδηλασίας σε θερμό και υγρό περιβάλλον. Το δείγμα αποτέλεσαν 8 άνδρες ποδηλάτες. Οι δοκιμαζόμενοι ολοκλήρωσαν δυο αγώνες ποδηλασίας 16.1 km με διαφορά 72 ωρών, σε θερμό περιβάλλον με θερμοκρασία  $35.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  και ποσοστό υγρασίας  $43.8 \pm 2.0\%$ . Οι δοκιμαζόμενοι έκαναν 20 λεπτά προθέρμανση πριν τον αγώνα και υποβλήθηκαν σε μετρήσεις θερμοκρασίας σώματος, δέρματος και ορθού πριν και μετά από τις δοκιμασίες. Στον πρώτο αγώνα, η προθέρμανση πραγματοποιήθηκε σε συνδυασμό με εφαρμογή ψυχρών επιθεμάτων (στους ώμους και στο κεφάλι) και παγωμένου γιλέκου (ice vest), ενώ στον δεύτερο αγώνα η προθέρμανση πραγματοποιήθηκε χωρίς την εφαρμογή κάποιου ψυχρού μέσου. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση τόσο της μέσης θερμοκρασίας δέρματος όσο και της μέσης θερμοκρασίας σώματος ( $p < 0.005$ ). Η ορθική θερμοκρασία παρέμεινε σταθερή ( $p = 0.35$ ). Τέλος, ο χρόνος που απαιτήθηκε για την ολοκλήρωση του αγώνα ήταν λιγότερος μετά την παρέμβαση της πρόψυξης, συγκριτικά με το control ( $p = 0.04$ ). Ειδικότερα, μετά την πρόψυξη οι δοκιμαζόμενοι ολοκλήρωσαν την δοκιμασία σε περίπου 29.3', ενώ χωρίς την εφαρμογή ψυχρού μέσου η δοκιμασία ολοκληρώθηκε σε περίπου 30.3'.

Συμπερασματικά, η έρευνα αποδεικνύει ότι σε αγώνες μικρών αποστάσεων σε θερμό περιβάλλον, η εφαρμογή ενός ψυχρού μέσου κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης είναι ωφέλιμη για την απόδοση.

### **5.1 Αντενδείξεις και επιπλοκές κρυοθεραπείας.**

Οι σημαντικότερες αντενδείξεις της κρυοθεραπείας είναι η υπαισθησία/υπερευαισθησία, η αλλεργία στο κρύο, οι διαταραχές του κυκλοφορικού συστήματος και τα καρδιαγγειακά νοσήματα. Αντίστοιχα, οι πιο συχνές επιπλοκές κατά την εφαρμογή κρυοθεραπείας είναι η πρόκληση κρυοπαγήματος και βλάβης επιφανειακού νεύρου λόγω παρατεταμένης έκθεσης σε ψυχρό περιβάλλον. Για την πρόληψη των δυσάρεστων επιπλοκών συνίσταται η αποφυγή της άμεσης επαφής του ψυχρού επιθέματος με το δέρμα σε περιπτώσεις που η εφαρμογή ξεπερνά το χρονικό όριο των 30'. Σε αυτές τις περιπτώσεις συνίσταται η χρήση ενδιάμεσου υλικού όπως νωπή πετσέτα ή αφρώδης επίδεσμος (*Knight K. et al., 2000*).



## Κεφάλαιο 6. Φυσικοθεραπευτική Αντιμετώπιση

Η διαδικασία της επούλωσης του διαστρέμματος της ποδοκνημικής διακρίνεται σε τρία στάδια:

- ✓ Οξύ στάδιο: Το οξύ ή φλεγμονώδες στάδιο ξεκινά αμέσως μετά τον τραυματισμό και διαρκεί 3-5 ημέρες ανάλογα με το βαθμό της κάκωσης. Κατά το στάδιο αυτό, εμφανίζονται τα πρώτα σημεία και συμπτώματα της φλεγμονώδους αντίδρασης όπως ο πόνος, το οίδημα, η αύξηση της θερμοκρασίας και τέλος, η έκπτωση της λειτουργικότητας. Για την μείωση των παραπάνω αποκρίσεων, η αντιμετώπιση περιλαμβάνει ακινητοποίηση, ανάπαυση, παγοθεραπεία, περίδεση και ανάρροπη θέση του σκέλους αμέσως μετά την κάκωση. Αρχικά, συνιστάται μια περίοδος ακινητοποίησης, της οποίας η διάρκεια είναι ανάλογη με τη βαρύτητα της κάκωσης και συνήθως διαρκεί μερικές ημέρες για τα διαστρέμματα I και II βαθμού, ενώ μέχρι 3 εβδομάδες για τα διαστρέμματα III βαθμού. Συγκεκριμένα, συνιστάται ακινητοποίηση της ποδοκνημικής άρθρωσης σε ουδέτερη θέση παρά σε θέση πελματιαίας κάμψης δεδομένου ότι ο πρόσθιος αστραγαλοπερονιαίος σύνδεσμος τείνεται σε πελματιαία κάμψη. Στα διαστρέμματα I και II βαθμού η ακινητοποίηση θα πρέπει να γίνεται σε νάρθηκα της ποδοκνημικής άρθρωσης, ενώ στα διαστρέμματα III βαθμού συνιστάται η ακινητοποίηση της ποδοκνημικής άρθρωσης σε αφαιρούμενο κνημοποδικό γύψινο νάρθηκα ή πλαστικό κηδεμόνα για καλύτερη σταθερότητα και πρώιμη φόρτιση χωρίς πόνο. (*Brotzman et al., 2015*)
- ✓ Υποξύ στάδιο: Το υποξύ ή παραγωγικό στάδιο ξεκινά τυπικά 3 ημέρες μετά τον τραυματισμό και είναι πιθανόν να διαρκέσει έως και 6 εβδομάδες ανάλογα με τον βαθμό της κάκωσης. Κατά το στάδιο αυτό, τα σημεία και τα συμπτώματα αρχίζουν σιγά-σιγά να υποχωρούν καθώς ξεκινά ή επιδιόρθωση των ιστών. Συγκεκριμένα, 7 ημέρες μετά τον τραυματισμό παράγεται μεγάλη ποσότητα κολλαγόνου στους ιστούς και σχηματίζονται αδύναμες και χωρίς οργάνωση ίνες κολλαγόνου. Οι ίνες αυτές σχηματίζουν μια ουλή στη θέση της κάκωσης, που ονομάζεται ουλώδης ιστός. Για την σωστή ευθυγράμμιση των

ινών καθώς και για τον περιορισμό των συμφύσεων, κρίνεται απαραίτητη η άσκηση κάποιου βαθμού τάσης στον νεοσχηματισθέντα ουλώδη ιστό. Επομένως, οι κύριοι στόχοι αυτής της φάσης της αποκατάστασης είναι η περαιτέρω μείωση του οιδήματος, της φλεγμονής και του πόνου καθώς και η βελτίωση της ελαστικότητας, της μυϊκής ισχύος, της αντοχής, της ισορροπίας και της ιδιοδεκτικότητας.

- ✓ Στάδιο ωρίμανσης: Το στάδιο ωρίμανσης ή ανακατασκευής ξεκινά 1 εβδομάδα μετά τον τραυματισμό για τα διαστρέμματα I βαθμού και 3 εβδομάδες μετά τον τραυματισμό για τα διαστρέμματα III βαθμού. Κατά το στάδιο αυτό, οι ιστοί γίνονται ολοένα πιο ισχυροί και οργανωμένοι. Για την αποφυγή της πιθανότητας ανάπτυξης ενός δυσλειτουργικού ουλής, θεωρείται σημαντική η επαρκής φόρτιση του ουλώδους ιστού. Σε αυτό το στάδιο, οι στόχοι για την αποκατάσταση είναι παρόμοιοι με εκείνους του υποξέος σταδίου καθώς περιλαμβάνουν τη βελτίωση της ελαστικότητας, της μυϊκής ισχύος, της αντοχής, της ισορροπίας, της ιδιοδεκτικότητας αλλά και της γενικότερης φυσικής κατάστασης, σε τέτοιο βαθμό ώστε ο ασθενής να επιστρέψει προοδευτικά στις προ-τραυματισμού δραστηριότητες του.

## **6.1 Πρωτόκολλο αποκατάστασης στο οξύ στάδιο :**

### **Στόχοι και μέθοδοι**

#### **A. Προστασία από περαιτέρω κάκωση:**

- Ανάπαυση
- Περίδεση με ταινία, νάρθηκας, γυψονάρθηκας, περιπατητική μπότα (κυρίως για διαστρέμματα II και III βαθμού)
- Βακτηρίες ή περιπατητήρες (κυρίως για διαστρέμματα II και III βαθμού)

#### **B. Επούλωση των ιστών:**

- Παλμικοί υπέρηχοι
- Ανάπαυση
- Προστασία (περίδεση με ταινία, νάρθηκας, περιπατητική μπότα)

Γ. Περιορισμός των σημείων της φλεγμονής:

- Ανάπαυση
- Κρυοθεραπεία
- Συμπίεση (ελαστική περιδέση, ελαστική κάλτσα, συσκευή διαλείπουσας συμπίεσης)
- Ηλεκτρική διέγερση
- Ασκήσεις ποδοκνημικής με ανυψωμένη άρθρωση
- Κινητοποίησης άρθρωσης I βαθμού

Δ. Διατήρηση της λειτουργίας των υγιών ιστών:

- Ανώδυνη παθητική, υποβοηθούμενη και ενεργητική κινησιοθεραπεία
- Ασκήσεις ποδοκνημικής
- Διατάσεις Αχίλλειου τένοντα
- Ασκήσεις αλφαβήτας
- Ασκήσεις σύλληψης πετσέτας

Ε. Διατήρηση της συνολικής φυσικής κατάστασης του σώματος:

- Εργομετρικό ποδήλατο
- Ασκήσεις κάμψης – έκτασης του γόνατος σε ανοιχτή κινητική αλυσίδα
- Ασκήσεις κάμψης – έκτασης – απαγωγής – προσαγωγής του ισχίου σε ανοιχτή κινητική αλυσίδα
- Ασκήσεις κορμού
- Ασκήσεις άνω άκρου



**Εικόνα 6.1:** Εφαρμογή ψυχρού επιθέματος σε οξύ στάδιο

([https://www.123rf.com/photo\\_44613935\\_woman-with-ice-pack-on-ankle.html](https://www.123rf.com/photo_44613935_woman-with-ice-pack-on-ankle.html))

## 6.2 Πρωτόκολλο αποκατάστασης σε υποξύ στάδιο :

### Στόχοι και μέθοδοι

- A. Πρόληψη περαιτέρω κάκωσης:
- Συνέχιση της περίδεσης
  - Βαθμιαία πρόοδος στις ασκήσεις ανάκτησης και διατήρησης της φυσικής κατάστασης
- B. Επούλωση των ιστών:
- Εισαγωγή στη θερμοθεραπεία (θερμά επιθέματα και θερμά δινόλουτρα)
  - Συνεχείς υπέρηχοι
  - Ηλεκτρική διέγερση
  - Κινητοποίηση της άρθρωσης I έως II βαθμού
  - Χειρομαλάξεις
- Γ. Αποκατάσταση εύρους κίνησης και ελαστικότητας:
- Πρόοδος στην ανώδυνη παθητική, υποβοηθούμενη και ενεργητική κινησιοθεραπεία
  - Πελματιαία κάμψη – ραχιαία κάμψη – πρηνισμός – υπτιασμός
  - Ασκήσεις ποδοκνημικής
  - Διατάσεις Αχιλλείου τένοντα
  - Ασκήσεις αλφαβήτας
  - Ασκήσεις σε εμβιομηχανική πλατφόρμα ποδοκνημικής (BAPS) ή κύκλοι σε πολυαξονικό δίσκο ισορροπίας σε καθιστή θέση (πρόοδος σε μερική και πλήρη φόρτιση)
  - Κινητοποιήσεις της άρθρωσης (πρόοδος στους βαθμούς II έως III)
  - Τεχνικές μαλακών μορίων ( χειρομαλάξεις, μυοπεριτονιακή απελευθέρωση)
- Δ. Αποκατάσταση του νευρομυϊκού έλεγχου της μυϊκής ισχύος και αντοχής:
- Ασκήσεις σύλληψης πετσέτας
  - Ασκήσεις σύλληψης βόλων
  - Ισομετρικές ασκήσεις ενδυνάμωσης
  - Πρόοδος σε ισοτονικές ασκήσεις ενδυνάμωσης (αντίσταση με το χέρι, ελαστικές ταινίες)
  - Πρότυπα ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης

- Πρόοδος των ασκήσεων ενδυνάμωσης από τη μερική στη πλήρη φόρτιση (ανυψώσεις πτέρνας και δάκτυλων, καθίσματα, προβολές)

**Ε. Αποκατάσταση της ιδιοδεκτικότητας της ευκινησίας και του συντονισμού:**

- Πρόοδος των δραστηριοτήτων από τη μερική στη πλήρη φόρτιση
- Μετατοπίσεις βάρους (πρόσθιες – οπίσθιες – πλάγιες )
- Άνοδοι και κάθοδοι σε κουτί
- Πρόοδος από δυποδική στήριξη σε στάση tandem και μονοποδική στήριξη
- Πρόοδος από τις στατικές στις δυναμικές δραστηριότητες
- Πρόοδος από τις δραστηριότητες με ανοιχτά σε δραστηριότητες με κλειστά μάτια
- Πρόοδος στις δραστηριότητες με διαταραχές της ισορροπίας
- Πρόοδος στις δραστηριότητες από σταθερή σε ασταθή επιφάνεια
- Βάδισμα προς όλες τις κατευθύνσεις
- Πρόσθιες – πλάγιες – οπίσθιες προβολές
- Βαθμιαία εισαγωγή των λειτουργικών δραστηριοτήτων (βάδισμα, ελαφρύ τρέξιμο, αποφυγή εμποδίων, αναπηδήσεις)

**ΣΤ. Διατήρηση της συνολικής φυσικής κατάστασης του σώματος:**

- Ασκήσεις φυσικής κατάστασης του κορμού και των άνω άκρων
- Στατικό ποδήλατο
- Ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας (καθίσματα, προβολές)
- Κολύμβηση
- Πρόοδος σε δραστηριότητες με πλήρη φόρτιση (βάδισμα, άνοδος κλίμακας, ελαφρύ τρέξιμο)



**Εικόνα 6.2:** Ασκήσεις ενδυνάμωσης ποδοκνημικής άρθρωσης

(<http://www.physiokoukaki.gr/services/akros-podas/syndesmikes-kakosis-diastrammata/>)

## 6.3 Πρωτόκολλο αποκατάστασης σε χρόνιο στάδιο :

### Στόχοι και μέθοδοι

#### A. Πρόληψη υποτροπής της κάκωσης:

- Συνέχιση της περίδεσης με ταινία ή της εφαρμογής νάρθηκα

#### B. Αποκατάσταση του εύρους κίνησης και ελαστικότητας

- Επιθετικότερες διατάσεις: στατικές και δυναμικές διατάσεις χαμηλής φόρτισης και μεγάλης διάρκειας

#### Γ. Βελτίωση της μυικής ισχύος και της αντοχής:

- Συνέχιση των ασκήσεων της υποξιας φάσης με έμφαση στις ισοτονικές ασκήσεις, στις ασκήσεις ιδιοδεκτικής νευρομυικής διευκόλυνσης (PNF) και στις ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας
- Πλειομετρικές ασκήσεις
- Λειτουργικές ασκήσεις ( ελαφρύ τρέξιμο, τρέξιμο, αλλαγές κατεύθυνσης)

#### Δ. Βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας, της ευκινησίας και του συντονισμού:

- Έμφαση στις προχωρημένες δυναμικές ασκήσεις (μονοποδικες στηρίξεις, διαταραχές ισορροπίας, πρόσθιες προβολές, βαθιά καθίσματα σε ασταθή επιφάνεια, ασκήσεις με τα μάτια κλειστά)
- Ασκήσεις με σκοινάκι
- Άλματα

#### Ε. Διατήρηση της συνολικής φυσικής κατάστασης του σώματος:

- Ασκήσεις φυσικής κατάστασης κορμού και άνω άκρων
- Στατικό ποδήλατο
- Ασκήσεις κλειστής κινητικής αλυσίδας
- Κολύμβηση
- Πρόοδος σε δραστηριότητες με πλήρη φόρτιση (βάδισμα, άνοδος κλίμακας, ελαφρύ τρέξιμο)

## Κεφάλαιο 7. Ισορροπιστική ικανότητα

### 7.1 Ορισμός

Ισορροπιστική ικανότητα ονομάζεται η ικανότητα του ατόμου να διατηρεί τη θέση του ενάντια στη δύναμη της βαρύτητας, τόσο όταν στέκεται όσο και κατά την εκτέλεση κάποιας κίνησης καθώς σταθεροποιεί τμήματα του σώματος κατά την μετακίνηση άλλων (Hamilton N., 2003). Επιπλέον, ο όρος ισορροπία αναφέρεται στην ικανότητα του ατόμου να διατηρεί το κέντρο βάρους της μάζας του σώματος του εντός της βάσης στήριξης, καθώς η ισορροπία εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη βάση στήριξης του σώματος, τη θέση του κέντρου βάρους καθώς και τη γραμμή της βαρύτητας. Η ισορροπιστική ικανότητας και η διατήρηση μιας σταθερής θέσης είναι απαραίτητα στοιχεία για την εκτέλεση των περισσότερων κινήσεων ανεξάρτητα από το βαθμό δυσκολίας μιας κίνησης. Η ισορροπία χωρίζεται σε δυο κατηγορίες: την στατική και την δυναμική ισορροπία.

- ✓ Στατική ισορροπία: Ως στατική ισορροπία χαρακτηρίζεται η διατήρηση της σταθερότητας του σώματος όταν αυτό βρίσκεται ακίνητο σε μια θέση. Η σταθερότητα αυτή προκύπτει από την ισομετρική σύσπαση των ορθοστατικών μυών που ευθύνονται για την στάση του σώματος.
- ✓ Δυναμική ισορροπία: Ως δυναμική ισορροπία χαρακτηρίζεται η διατήρηση της σταθερότητας του σώματος όταν αυτό εκτελεί μια κίνηση.

### 7.2 Συστήματα ισορροπίας

Για την διατήρηση της ισορροπίας απαιτείται μια πολύπλοκη συνεργασία μεταξύ του αισθητικού και του μυοσκελετικού συστήματος, η οποία λαμβάνει χώρα εντός του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Το αισθητικό σύστημα αποτελείται από το αιθουσαίο, το οπτικό και το σωματαιοσθητικό-ιδιοδεκτικό σύστημα. Η σταθεροποίηση της στάσης απαιτεί την αφομοίωση πληροφοριών και από τα 3 συστήματα, τα οποία λειτουργούν σαν σύνολο. Βέβαια, η διαταραχή ενός συστήματος αντιρροπίζεται από τα υπόλοιπα. Συγκεκριμένα, όταν ένα από τα συστήματα παρέχει λανθασμένες ή ανεπαρκείς πληροφορίες, όπως στη περίπτωση διαταραχής της οπτικής οξύτητας ή της περιφερικής όρασης, τα υπόλοιπα συστήματα πρέπει να παρέχουν τις ορθές και ακριβείς πληροφορίες για την διατήρηση της ισορροπίας.

- Αιθουσαίο σύστημα: Το αιθουσαίο παρέχει πληροφορίες για τη λειτουργική θέση της κεφαλής και των μελών του σώματος σε σχέση με την επίδραση της βαρύτητας, όπως και για την κίνηση μέσω της γραμμικής και της γωνιακής επιτάχυνσης της κεφαλής. Οι πληροφορίες αυτές παρέχονται από τα περιφερικά αισθητήρια όργανα, τα μάτια, τους μύες και τις αρθρώσεις και αποστέλλονται στο εγκεφαλικό στέλεχος. Εκεί πραγματοποιείται η ταξινόμηση και η προσαρμογή με τις πληροφορίες που προέρχονται από την παρεγκεφαλίδα και τον εγκεφαλικό φλοιό. Η παρεγκεφαλίδα παρέχει πληροφορίες για αυτόματες κινήσεις που η εκμάθησή τους πραγματοποιείται από επαναλαμβανόμενη εκτέλεση συγκεκριμένων κινήσεων. Επιπλέον ο θάλαμος και τα βασικά γάγγλια εξαιτίας της θέσης και του ρόλου τους που έχουν στον ανθρώπινο εγκέφαλο συμμετέχουν μαζί με τα υπόλοιπα συστήματα στον έλεγχο της στατικής και της δυναμικής ισορροπίας.
- Ιδιοδεκτικό σύστημα: Η ιδιοδεκτικότητα ορίζεται ως η ικανότητα αντίληψης της θέσης της άρθρωσης στο χώρο. Το ιδιοδεκτικό – σωματαιοσθητικό σύστημα παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση του μυϊκού συστήματος, όπως είναι το μήκος και η ικανότητα παραγωγής δύναμης του μυός, για τη θέση μας στον χώρο, για την κίνηση του σώματος σε σχέση με τη βάση στήριξης και για την κίνηση και προσανατολισμό των τμημάτων του σώματος του ενός σχετικά με το άλλο, καθώς και πληροφορίες για το περιβάλλον. Τα παραπάνω σωματαιοσθητικά ερεθίσματα προσλαμβάνονται από εξειδικευμένες νευρικές απολήξεις ή μηχανοϋποδοχείς, οι οποίοι εντοπίζονται στο δέρμα (δερματικοί υποδοχείς), στους μυς (μυικές άτρακτοι), στους τένοντες (τενόντια όργανα Golgi), στον αρθρικό θύλακα και στους συνδέσμους. Οι πληροφορίες αυτές, σε συνδυασμό με το αιθουσαίο σύστημα και το οπτικό πεδίο προσφέρουν στο Κεντρικό Νευρικό Σύστημα τις πληροφορίες που χρειάζεται για την τοποθέτηση του μέλους στο χώρο.
- Οπτικό σύστημα: Το οπτικό σύστημα κατατάσσεται στην ιδιοδεκτικότητα καθώς παρέχει πληροφορίες τόσο για το περιβάλλον όσο και για τον προσανατολισμό και την κίνηση του σώματος. Η όραση εκτιμά τον



προσανατολισμό των ματιών και της κεφαλής σε σχέση με τα αντικείμενα του περιβάλλοντος και διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της ισορροπίας. Για παράδειγμα, σε μια σταθερή επιφάνεια, το κλείσιμο των ματιών προκαλεί ελάχιστη ταλάντωση της στάσης, σε υγιή άτομα. Ωστόσο, αν οι σωματοαιθητικές πληροφορίες εμφανίζουν διαταραχή λόγω ιστορικού συνδεσμικής κάκωσης, το κλείσιμο των ματιών, αυξάνει σημαντικά την ταλάντωση (Diener H., 1985 και Flores A., 1992).

### 7.3 Στρατηγικές κίνησης

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο που συμβάλει στη διατήρηση της ισορροπίας είναι προσαρμοστικές κινήσεις. Όταν η ισορροπία του ατόμου διαταράσσεται από εξωτερικές δυνάμεις, οι στρατηγικές κίνησης των αρθρώσεων των κάτω άκρων συντονίζουν την επαναφορά του κέντρου βάρους σε μια ισορροπημένη θέση (Horrak F. et al., 1990). Θεωρείται ότι η σχέση κέντρου βάρους και ορίων σταθερότητας διαταράσσεται στα άτομα με διαταραχές του μυοσκελετικού όπως είναι μια συνδεσμική κάκωση της ποδοκνημικής. Για παράδειγμα, η αδυναμία των συνδέσμων μετά από μια οξεία ή χρόνια συνδεσμική κάκωσης της ποδοκνημικής είναι πιθανό να περιορίζει το εύρος κίνησης με αποτέλεσμα τη σμίκρυνση των ορίων σταθερότητας και την αύξηση του κινδύνου πτώσης του ατόμου μετά από μια σχετικά μικρή ταλάντωση. Έχουν αναγνωριστεί 3 στρατηγικές κίνησης : της ποδοκνημικής, του ισχίου και του βηματισμού.

- Στρατηγική της ποδοκνημικής: Η στρατηγική της ποδοκνημικής μετατοπίζει το κέντρο βάρους του σώματος, διατηρώντας την θέση των ποδιών με τη στροφή του σώματος ως μια άκαμπτη μονάδα γύρω από τις ποδοκνημικές. Αυτό επιτυγχάνεται με τη σύσπαση είτε του γαστροκνημίου είτε του πρόσθιου κνημιαίου. Η πρόσθια ταλάντωση του σώματος αντισταθμίζεται από τη ενεργοποίηση του γαστροκνημίου, ο οποίος έλκει το σώμα προς τα πίσω. Αντίστροφα η οπίσθια ταλάντωση του σώματος αντισταθμίζεται από τη ενεργοποίηση του πρόσθιου κνημιαίου, ο οποίος έλκει το σώμα προς τα μπροστά. Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες αισθητικότητας, η ενεργοποίηση των μυών της ποδοκνημικής αποτελεί την αποκλειστική σχεδόν στρατηγική για τη διατήρηση ισορροπίας. Τα άτομα με απώλεια της

σωματοαισθητικότητας φαίνεται να βασίζονται στους μύες του ισχίου για τη διατήρηση του κέντρου βάρους τους.

- Στρατηγική του ισχίου: Αν η στρατηγική της ποδοκνημικής δεν μπορεί να ελέγξει την υπέρμετρη ταλάντωση, η στρατηγική του ισχίου συμβάλει στον έλεγχο της κίνησης του κέντρου βάρους μέσω της πρόκλησης μεγάλων και ταχέων κινήσεων στα ισχία, με στροφή των ποδοκνημικών.
- Στρατηγική του βηματισμού: Τέλος όταν το κέντρο βάρους παρεκτοπίζεται πέρα από τα όρια σταθερότητας, ένας βηματισμός αποτελεί τη μοναδική στρατηγική που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διατήρηση της ισορροπίας και την αποφυγή μιας πτώσης (*Nashner, 1993*).

#### **7.4 Αξιολόγηση ισορροπιστικής ικανότητας**

Υπάρχει πληθώρα μεθόδων για την αξιολόγηση τόσο της στατικής όσο και της δυναμικής ισορροπίας για κλινική χρήση, καθώς προσφέρουν τόσο υποκειμενικές (ποιοτικές) όσο και αντικειμενικές (ποσοτικές) πληροφορίες για την ισορροπία (*Newton, 1992*).

#### **7.5 Κλινικές δοκιμασίες στατικής ισορροπίας**

Η στατική ισορροπία αξιολογείται μέσω κλινικών δοκιμασιών:

- Romberg Test: Η δοκιμασία Romberg πραγματοποιείται σε όρθια στάση με τα πόδια σε επαφή μεταξύ τους και τα μάτια είτε ανοιχτά είτε κλειστά. Ο δοκιμαζόμενος καλείται να διατηρήσει την ισορροπία του για 30''. Υπό φυσιολογικές συνθήκες, ένα άτομο μπορεί να διατηρήσει τη απαιτούμενη θέση χωρίς πρόβλημα, ωστόσο η τάση ταλάντωσης ή πτώσης προς τη μια πλευρά θεωρείται θετικό σημείο Romberg που υποδηλώνει απώλεια της ιδιοδεκτικότητας ή πιθανή βλάβη/διαταραχή του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος. Βέβαια, η δοκιμασία έχει αμφισβητηθεί λόγω μειωμένης ευαισθησίας και αντικειμενικότητα
- Modified Romberg Test: Πέρα από την τυπική δοκιμασία Romberg, υπάρχει η τροποποιημένη αντίστοιχη δοκιμασία, η δοκιμασία Modified Romberg. Κατά την δοκιμασία αυτή ο δοκιμαζόμενος καλείται να ολοκληρώσει 4 δοκιμασίες

σε διποδική στήριξη, με τα χέρια τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες. Οι δοκιμασίες που πρέπει να εκτελέσει είναι οι εξής : α) διατήρηση ισορροπίας με ανοιχτά μάτια σε σταθερή επιφάνεια για 15'', β) διατήρηση ισορροπίας με κλειστά μάτια σε σταθερή επιφάνεια για 15'', γ) διατήρηση ισορροπίας με ανοιχτά μάτια σε ασταθή επιφάνεια για 30'' και δ) διατήρηση ισορροπίας με κλειστά μάτια σε ασταθή επιφάνεια για 30''

- Single Leg Stance: Κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας, ο δοκιμαζόμενος καλείται να διατηρήσει την ισορροπία του για 30'', σε μονοποδική στήριξη, με τα χέρια τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες και το βλέμμα του συγκεντρωμένο σε ένα στόχο που έχει τοποθετηθεί σε απόσταση 3 μέτρων, στο ύψος των ματιών του δοκιμαζόμενου.



**Εικόνα 7.1:** Δοκιμασία μονοποδικής στήριξης

([https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.ytimg.com%2Fvi%2FA9pi7\\_JRgwQ%2Fmaxresdefault.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DA9pi7\\_JRgwQ&docid=0s0q9QKA13RszM&tbnid=Abq1fh94bZrHJM%3A&vet=10ahUKEwirmuq9hrfiAhWDAGMBHQWEDhMQMwg\\_KAEwAQ..i&w=1280&h=720&bih=657&biw=1366&q=single%20leg%20stance&ved=0ahUKEwirmuq9hrfiAhWDAGMBHQWEDhMQMwg\\_KAEwAQ&iact=mr&uact=8](https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fwww.ytimg.com%2Fvi%2FA9pi7_JRgwQ%2Fmaxresdefault.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.youtube.com%2Fwatch%3Fv%3DA9pi7_JRgwQ&docid=0s0q9QKA13RszM&tbnid=Abq1fh94bZrHJM%3A&vet=10ahUKEwirmuq9hrfiAhWDAGMBHQWEDhMQMwg_KAEwAQ..i&w=1280&h=720&bih=657&biw=1366&q=single%20leg%20stance&ved=0ahUKEwirmuq9hrfiAhWDAGMBHQWEDhMQMwg_KAEwAQ&iact=mr&uact=8))

- Σύστημα Βαθμολόγησης Σφάλματος Ισορροπίας: Πρόκειται για μια ποσοτική κλινική δοκιμασία κατά την οποία ο δοκιμαζόμενος καλείται να ολοκληρώσει, 3 διαφορετικές δοκιμασίες : α) διποδική στήριξη, β) μονοποδική στήριξη και γ) διαδοχική στήριξη (θέση Tandem) από 2 φορές με κλειστά μάτια. Μια φορά πάνω σε σταθερή και μια φορά πάνω σε ασταθή επιφάνεια αφρώδους υλικού. Ειδικότερα, ζητείται από τον δοκιμαζόμενο να εκτελέσει την απαιτούμενη στάση, τοποθετώντας τα χέρια του στις λαγόνιες ακρολοφίες. Μετά το κλείσιμο ματιών ξεκινά η δοκιμασία που διαρκεί 20''. Κατά τη μονοποδική στήριξη, το ισχίο του αιωρούμενου σκέλους πρέπει να βρίσκεται σε κάμψη

20° - 30° και το γόνατο σε κάμψη 40° – 50°. Η απόδοση βαθμολογείται προσθέτοντας 1 βαθμό για καθένα από τα παρακάτω σφάλματα : α) απομάκρυνση χεριών από λαγόνιες ακρολοφίες, β) άνοιγμα ματιών, γ) βηματισμός/παραπάτημα, δ) απαγωγή ή κάμψη ισχίου άνω των 30°, ε) παραμονή εκτός της θέσης ελέγχου για πάνω από 5'' και στ) ανύψωση πρόσθιου ποδιού ή πτέρνας. Η δοκιμασία θεωρείται άκυρη όταν ο ασθενής δεν μπορεί να διατηρήσει την ισορροπία του για περισσότερο από 5'' κατά τη περίοδο των 20''.

### 7.6 Κλινικές δοκιμασίες δυναμικής ισορροπίας

Για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας, ο δοκιμαζόμενος καλείται να ολοκληρώσει μια λειτουργική δραστηριότητα για την οποία απαιτούνται στοιχεία όπως ιδιοδεκτικότητα, φυσιολογικό εύρος κίνησης και αντοχή για την διατήρηση της ισορροπίας του.

- Star Excursion Balance Test (SEBT): Η πιο διαδεδομένη μέθοδος αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας είναι η δοκιμασία Star Excursion Balance Test. (Kinzey and Armstrong, 1998) Για την εκτέλεση του SEBT τοποθετούνται 8 γραμμές στο έδαφος, οι οποίες ενώνονται μεταξύ τους στο κέντρο και έχουν απόσταση η μια με την άλλη 45°. Οι 8 γραμμές αντιπροσωπεύουν και 8 κατευθύνσεις. (Gribble et al., 2013) Οι κατευθύνσεις είναι πρόσθια, πρόσθια έσω, πρόσθια έξω, έσω, έξω, οπίσθια, οπίσθια έξω και οπίσθια έσω. Κάθε κατεύθυνση προσφέρει διαφορετικές προκλήσεις και απαιτεί συνδυαστικές κινήσεις σε οβελιαίο, μετωπιαίο και εγκάρσιο επίπεδο. Ο δοκιμαζόμενος στέκεται με το ένα πόδι στο κέντρο του SEBT με τα χέρια τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες, και με το αιωρούμενο κάτω άκρο προσπαθεί να ακουμπήσει την γραμμή της κάθε κατεύθυνσης όσο πιο μακριά μπορεί και να επιστρέψει στην αρχική θέση, διατηρώντας την βάση στήριξης του σταθερή. Η δοκιμασία θεωρείται άκυρη όταν ο συμμετέχων φέρει σε επαφή όλο το άκρο με το έδαφος, διαταραχθεί η ισορροπία του, σηκώσει την πτέρνα του ποδιού στήριξης ή απομακρύνει τα χέρια του από τις λαγόνιες ακρολοφίες. (Plisky et al., 2009)

- Modified Star Excursion Balance Test (mSEBT): Μια άλλη μέθοδος αξιολόγησης του δυναμικού ελέγχου της ισορροπίας είναι η τροποποιημένη δοκιμασία Modified Star Excursion Balance Test (mSEBT). Η δοκιμασία mSEBT δεν διαφέρει πολύ από τη SEBT. Η μόνη διαφορά ανάμεσα στις δυο μεθόδους είναι ο χρόνος εκτέλεσης. Στη SEBT ο χρόνος εκτέλεσης είναι λιγότερος από τον χρόνο της SEBT αφού αντί για 8 κατευθύνσεις υπάρχουν 3. Οι τρεις κατευθύνσεις είναι πρόσθια, οπίσθια έσω και οπίσθια έξω. Η mSEBT αναφέρεται ως ένας αξιόπιστος τρόπος τόσο αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας όσο και της μέτρησης των ελλειμμάτων καθώς απαιτεί νευρομυϊκό έλεγχο, ελάχιστη αντοχή, ισορροπία, συντονισμό και ελαστικότητα.

Στη δοκιμασία mSEBT ο δοκιμαζόμενος πρέπει να σταθεί στο κέντρο των 3 γραμμών, σε μονοποδική στήριξη με τα χέρια τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες και με το αιωρούμενο κάτω άκρο να ακουμπήσει όσο πιο μακριά μπορεί την κάθε κατεύθυνση και να επιστρέψει στην αρχική θέση, διατηρώντας την ισορροπία του.

Γενικότερα, τα αποτελέσματα της δοκιμασίας φαίνεται να εξαρτώνται από την εξοικείωση του δοκιμαζόμενου με τη δοκιμασία. Επομένως κρίνεται απαραίτητο να εκπαιδεύεται ο δοκιμαζόμενος στην δοκιμασία πριν την τελική αξιολόγηση για 3 - 6 φορές προς την κάθε κατεύθυνση με κάθε πόδι. Επιπροσθέτως, συνίσταται οι συνεδρίες της αξιολόγησης να πραγματοποιούνται την ίδια ώρα της ημέρας για να μην παρατηρείται διαφορά όσον αφορά την κόπωση (Coughlan *et al.*, 2012). Τέλος, αναφέρεται επιπλέον ότι το μήκος των ποδιών, η μορφολογία των πελμάτων (κοιλοποδία, πλατυποδία), το ύψος του κάθε δοκιμαζόμενου έχουν σημασία για τα αποτελέσματα.



**Εικόνα 7.2:** Δοκιμασία Modified Star Excursion Balance Test (mSEBT)

([https://www.researchgate.net/figure/Performance-of-the-Star-Excursion-Balance-Test-using-the-right-leg-as-the-stance-limb-in\\_fig1\\_230670854](https://www.researchgate.net/figure/Performance-of-the-Star-Excursion-Balance-Test-using-the-right-leg-as-the-stance-limb-in_fig1_230670854))

## Κεφάλαιο 8. Αξιολόγηση στατικής και δυναμικής ισορροπίας

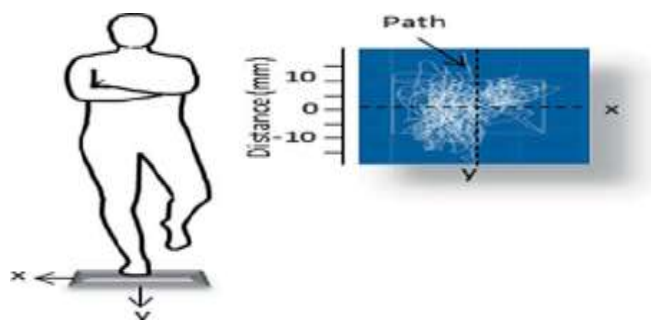
Για την αντικειμενική εκτίμηση της στατικής ισορροπίας η τεχνολογική πρόοδος έχει προσφέρει στην ιατρική κοινότητα εμπορικά διαθέσιμα συστήματα που αποτελούν μια εύκολη, πρακτική και προσιτή μέθοδο ποσοτικής εκτίμησης και εξάσκησης της λειτουργικής ισορροπίας μέσω της ανάλυσης της σταθερότητας στάσης (Hoogenboom, 2016). Έτσι, δίνουν τη δυνατότητα εκτίμησης των ασθενών με κάκωση και ανίχνευση διαταραχών που πιθανόν να σχετίζονται με αυτήν. Οι περισσότεροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν τεχνολογία δυναμοδάπεδων με λογισμικό υπολογιστή, η οποία περιλαμβάνει μια επίπεδη άκαμπτη επιφάνεια που στηρίζεται σε 3 ή περισσότερα σημεία με ανεξάρτητες συσκευές μέτρησης δυνάμεων. Καθώς ο ασθενής ορθοστατεί στην επιφάνεια του δυναμοδάπεδου, υπολογίζεται η θέση του κέντρου των κάθετων δυνάμεων που ασκούνται σε αυτό με την πάροδο του χρόνου. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν συχνά αντικρουόμενους ορούς για να περιγράψουν τις διάφορες παραμέτρους της ισορροπίας, επομένως κρίνεται απαραίτητη η επικοινωνία με τους κατασκευαστές για να διασφαλιστεί ξεκάθαρη κατανόηση της μέτρησης που πραγματοποιείται.

Τα δυναμοδάπεδα εκτιμούν ιδανικά 3 παραμέτρους έλεγχου της στάσης : τη σταθερότητα, τη συμμετρία και τη δυναμική σταθερότητα. Η σταθερότητα είναι η ικανότητα διατήρησης του σώματος και αποτελεί μέτρο της ταλάντωσης της στάσης. Η συμμετρία είναι η ικανότητα ισόποσης κατανομής του βάρους στα 2 πόδια κατά την ευθυτενή στάση και αποτελεί μέτρο του κέντρου πίεσης, του κέντρου ισορροπίας ή του κέντρου δύναμης, ανάλογα με το ποιο σύστημα χρησιμοποιείται. Η δυναμική σταθερότητα συχνά ορίζεται ως η ικανότητα μεταφοράς της κάθετης προβολής του κέντρου βάρους γύρω από μια στατική βάση στήριξης. Μερικοί κατασκευαστές μετρούν τη δυναμική σταθερότητα εκτιμώντας την αντίδραση της στάσης που έχει ένα άτομο στις εξωτερικές διαταράξεις μέσω μιας πλατφόρμας που κινείται σε μια από τις εξής 4 κατευθύνσεις : α) κλίση των δακτύλων των ποδιών προς τα επάνω, β) κλίση των δακτύλων των ποδιών προς τα κάτω, γ) μετατόπιση προς τα δεξιά – αριστερά και δ) μετατόπιση εμπρός – πίσω. Σε ορισμένα συστήματα οι διαταράξεις στην πλατφόρμα είναι απρόβλεπτες και καθορίζονται από τη θέση και την κίνηση ταλάντωσης του ατόμου. Στις περιπτώσεις αυτές είναι δυνατό να καθοριστεί η αντίδραση τους. Άλλα συστήματα χαρακτηρίζονται από μια πιο προβλέψιμη

ημιτονοειδή κυματομορφή που παραμένει σταθερή ανεξάρτητα από τη θέση του ατόμου.

Πολλά από τα συστήματα δυναμοδάπεδου μετρούν την κάθετη δύναμη αντίδρασης του εδάφους και παρέχουν ένα μέσο υπολογισμού του κέντρου πίεσης. Το κέντρο πίεσης αναπαριστά το κέντρο κατανομής της συνολικής δύναμης που ασκείται στην επιφάνεια στήριξης. Υπολογίζεται από τα δεδομένα της οριζόντιας ροπής και των κάθετων δυνάμεων που δημιουργούνται από τα δυναμοδάπεδα 3 αξόνων. Σε κάθε περίπτωση κέντρου πίεσης, κέντρου ισορροπίας και κέντρου δύναμης, η συνολικής δύναμη που ασκείται στο δυναμοδάπεδο εμφανίζει διακυμάνσεις καθώς περιλαμβάνει τόσο το βάρος του σώματος, όσο και τα φαινόμενα αδράνειας από την ελάχιστη κίνηση του σώματος. Η κίνηση των παραπάνω σημείων αναφοράς θεωρείται ότι ποικίλει ανάλογα με τη κίνηση του κέντρου βάρους του σώματος και την κατανομή των μυϊκών δυνάμεων που απαιτούνται για τον έλεγχο της στάσης. Αφού υπολογιστεί το κέντρο πίεσης ή το κέντρο δύναμης, είναι δυνατόν να ληφθούν αρκετές άλλες παράμετροι της ισορροπίας. Η απόκλιση από αυτό το σημείο σε οποιαδήποτε κατεύθυνση αναπαριστά την ταλάντωση της στάσης του ατόμου και μπορεί να μετρηθεί με διάφορους τρόπους ανάλογα με το σύστημα που χρησιμοποιείται.

Η μέση παρεκτόπιση, το μήκος της απόστασης ταλάντωσης, το μήκος της περιοχής ταλάντωσης, το πλάτος, η συχνότητα και η κατεύθυνση σε σχέση με το κέντρο πίεσης είναι δυνατόν να υπολογιστούν στα περισσότερα συστήματα. Η τεχνολογία δυναμοδάπεδων επιτρέπει την ποσοτική ανάλυση και την κατανόηση της αστάθειας της στάσης ενός ατόμου. Τα συστήματα αυτά είναι συνδεδεμένα με υπολογιστές για την ταχεία και ποσοτική εκτίμηση και αντιμετώπιση των διαταραχών της ισορροπίας. Οι περισσότεροι κατασκευαστές επιτρέπουν την εκτίμηση τόσο της στατικής όσο και της δυναμικής ισορροπίας σε διποδική ή μονοποδική στάση, με τα μάτια είτε ανοιχτά, είτε κλειστά.



**Εικόνα 8.1:** Δυναμοδάπεδο (Force Platform) ([https://www.researchgate.net/figure/Subject-s-position-on-force-platform-Outcome-measures-for-center-of-pressure-CoP-are\\_fig1\\_262823810](https://www.researchgate.net/figure/Subject-s-position-on-force-platform-Outcome-measures-for-center-of-pressure-CoP-are_fig1_262823810))

## 8.1 Ισορροπία και συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής

Εδώ και αρκετά χρόνια πιστεύεται ότι οι χαλαροί ή οι σύνδεσμοι που έχουν υποστεί κάκωση δεν μπορούν να παρέχουν επαρκή νευρική πληροφόρηση, πράγμα που πιθανόν να συμβάλλει στον περιορισμό των ιδιοδεκτικών μηχανισμών, που είναι απαραίτητοι για την διατήρηση της ισορροπίας (*Shambers., 1969 και Guskiewicz et al., 1995*). Η απουσία ιδιοδεκτικών πληροφοριών ως αποτέλεσμα της συνδεσμικής κάκωσης είναι πιθανό να επιτρέψει την υπερβολική ή ακατάλληλη φόρτιση της άρθρωσης. Η μειωμένη αντανεκλαστική διέγερση των κινητικών νευρώνων μπορεί να προκύψει με έναν ή και τους δύο ακόλουθους μηχανισμούς: α) τη μείωση των ιδιοδεκτικών πληροφοριών προς το ΚΝΣ και β) την αύξηση της ενεργοποίησης των ανασταλτικών διάμεσων νευρώνων στο νωτιαίο μυελό. Οι παραπάνω παράγοντες είναι δυνατό να οδηγήσουν σε προοδευτική εκφύλιση της άρθρωσης και διαρκείς διαταραχές στη δυναμική των αρθρώσεων, στην στατική/δυναμική ισορροπία και στον συντονισμό. Οι ιδιοδεκτικοί αρθρικοί υποδοχείς θεωρείται ότι υφίστανται βλάβη κατά την κάκωση των έξω πλαγίων συνδέσμων της ποδοκνημικής, καθώς οι ίνες των αρθρικών υποδοχέων παρουσιάζουν μικρότερη ισχύ ελκυσμού σε σχέση με τις ίνες των συνδεσμικών υποδοχέων. Η βλάβη των αρθρικών υποδοχέων πιστεύεται ότι προκαλεί απώλεια των κεντρομόλων αισθητικών ερεθισμάτων από την άρθρωση, μειώνοντας έτσι το βαθμό των μηνυμάτων που μεταβιβάζονται από τη τραυματισμένη περιοχή διαμέσου της κεντρομόλου οδού, προκαλώντας διαταραχές στην ιδιοδεκτική λειτουργία (*Freeman, 1955*).

Ο Cornwall M. και οι συνεργάτες του (1991) μελέτησαν την στατική ισορροπία ανάμεσα σε άτομα με και χωρίς συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής. Το δείγμα αποτέλεσαν 50 άτομα, 20 εκ των οποίων έχουν υποστεί συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής ενώ τα υπόλοιπα 30 δεν είχαν ιστορικό τραυματισμού. Η στατική ισορροπία αξιολογήθηκε κατά τη διάρκεια δοκιμασίας μονοποδικής στήριξης σε δυναμοδάπεδο (*force platform*) όπου μετρήθηκε το κέντρο πίεσης, η γραμμική διανυόμενη απόσταση καθώς και η μέση συχνότητα ισχύος για κάθε δοκιμαζόμενο. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η ομάδα ατόμων που είχε υποστεί συνδεσμική κάκωση στο παρελθόν παρουσίασε μεγαλύτερη ταλάντωση συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.

Σε μελέτη του Leanderson και των συνεργατών του (1993) μελετήθηκε η ισορροπία ανάμεσα σε άτομα με και χωρίς συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής. Το δείγμα



αποτελέσαν 49 άτομα τα οποία χωρίστηκαν σε 2 ομάδες. Η μια ομάδα περιελάμβανε 38 άνδρες αθλητές του μπάσκετ, εκ των οποίων 29 παίκτες ανέφεραν συνδεσμικές κακώσεις και των δύο ποδοκνημικών, 5 ανέφεραν τραυματισμό μόνο στη μια ποδοκνημική και 4 παίκτες δεν ανέφεραν κανένα τραυματισμό. Ως τραυματισμός ορίστηκε η συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής για την οποία χρειάστηκε ο παίκτης να απέχει από την προπόνηση ή τον αγώνα για τουλάχιστον 1 εβδομάδα. Η αξιολόγηση της ταλάντωσης πραγματοποιήθηκε με το σύστημα Statometer, μια κυκλική πλατφόρμα συνδεδεμένη με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Οι δοκιμαζόμενοι κλήθηκαν να διατηρήσουν την ισορροπία τους σε μονοποδική στήριξη, με τα χέρια τους κοντά στο στο στήθος και το βλέμμα τους συγκεντρωμένο σε ένα στόχο στον τοίχο που απείχε 4 μέτρα. Μετά μια περίοδο προσαρμογής 15''- 30'', ξεκίνησε η καταγραφή για 60'' στο κάθε πόδι. Πέρα από την αξιολόγηση της ισορροπίας πραγματοποιήθηκε κλινική εξέταση των κάτω άκρων, η οποία περιελάμβανε ψηλάφηση και μέτρηση της ραχιαίας κάμψης με ένα γωνιόμετρο. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως δεν η ταλάντωση ήταν μεγαλύτερη στους παίκτες που είχαν υποστεί τραυματισμό/ούς της ποδοκνημικής συγκριτικά με τα υγιή άτομα ( $p < 0.01$ ). Επίσης, η επιφάνεια που καταλάμβαναν τα άτομα με κάκωση πάνω στη πλατφόρμα αξιολόγησης ήταν μεγαλύτερη συγκριτικά με εκείνη των υγιών ατόμων ( $p < 0.01$ ).

Ο Isacov και οι συνεργάτες του (1997) μελέτησαν την ισορροπιστική ικανότητα ανάμεσα σε άτομα με και χωρίς ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης της ποδοκνημικής. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 8 γυναίκες αθλήτριες που είχαν υποστεί συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής τουλάχιστον 3 φορές στο ένα πόδι. Το υγιές πόδι αποτέλεσε την ομάδα control και μετρήθηκε εξίσου. Η αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας πραγματοποιήθηκε με τη δοκιμασία μονοποδικής στήριξης για 35'' σε πλατφόρμα ισορροπίας (force platform). Οι δοκιμαζόμενες κλήθηκαν να διατηρήσουν την ισορροπία τους πάνω στη πλατφόρμα, με τα χέρια τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες και το βλέμμα τους συγκεντρωμένο σε ένα στόχο στον τοίχο που απείχε 3 μέτρα. Η δοκιμασία αυτή πραγματοποιήθηκε 3 φορές και στην συνέχεια επαναλήφθηκε εκ νέου, με κλειστά τα μάτια για 3 φορές αντίστοιχα. Στη συνέχεια μετρήθηκε το υγιές πόδι και με τις δύο δοκιμασίες. Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά την αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας με ανοιχτά τα μάτια. Παρόλα αυτά, σημειώθηκε μείωση της ισορροπιστικής ικανότητας των ατόμων με ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας με κλειστά τα μάτια ( $p < 0.05$ ).

Σε έρευνα του Ross και των συνεργατών του (2004) αναλύθηκε η διαφορά της στατικής και δυναμικής ισορροπίας ανάμεσα σε άτομα με και χωρίς συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 28 άτομα, 14 εκ των οποίων είχαν υποστεί τουλάχιστον 2 κακώσεις ποδοκνημικής σε διάστημα ενός έτους ενώ τα υπόλοιπα 14 άτομα δεν είχαν ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης στο παρελθόν. Και οι δύο ομάδες πραγματοποίησαν τις ίδιες κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης. Η στατική ισορροπία αξιολογήθηκε μέσω της μέτρησης της πρόσθιο-οπίσθιας και μέσης-πλάγιας μετατόπισης κατά τη διάρκεια μονοποδικής στήριξης κατά την οποία ζητήθηκε από τους δοκιμαζόμενους να διατηρήσουν την ισορροπία τους για 20''. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε 3 φορές. Η δυναμική ισορροπία αξιολογήθηκε μέσω της μέτρησης της πρόσθιο-οπίσθιας και μέσης-πλάγιας μετατόπισης κατά τη διάρκεια μονοποδικού άλματος. Οι δοκιμαζόμενοι κλήθηκαν να εκτελέσουν ένα μονοποδικό άλμα στο 50% – 55% του μέγιστου ύψους και μετά την προσγείωση να διατηρήσουν την ισορροπία τους για 20''. Όσον αφορά τη στατική ισορροπία, τα αποτελέσματα δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων στην πρόσθιο-οπίσθια και μέση-πλάγια μετατόπιση ( $p = 0.28$  και  $p = 0.65$ ).

Όσον αφορά την δυναμική ισορροπία, η ομάδα με ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης χρειάστηκε πολύ περισσότερο χρόνο για να σταθεροποιηθεί κατά την προσγείωση : πρόσθιο-οπίσθια μετατόπιση ( $3.27'' \pm 0.72''$  έναντι  $2.33'' \pm 0.33''$   $p < 0.001$ ) και μέση-πλάγια μετατόπιση ( $2.48'' \pm 0.50''$  έναντι  $2.00'' \pm 0.65''$   $p = 0.4$ ). Συμπερασματικά, τα άτομα που παρουσιάζουν λειτουργική αστάθεια λόγω συνδεσμικής κάκωσης της ποδοκνημικής χρειάστηκαν πολύ περισσότερο χρόνο για να σταθεροποιηθούν κατά τη διάρκεια μιας λειτουργικής δοκιμασίας συγκριτικά με τα υγιή άτομα, πράγμα που υποδηλώνει ελλείμματα δυναμικής ισορροπίας.

Ο Laessoe και οι συνεργάτες του (2018) μελέτησαν της διαφορά της ισορροπιστικής ικανότητας ανάμεσα σε άτομα με και χωρίς ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης της ποδοκνημικής. Το δείγμα αποτέλεσαν συνολικά 50 άτομα, τα 25 εκ των οποίων είχαν υποστεί συνδεσμική κάκωση της ποδοκνημικής στο παρελθόν, ενώ τα υπόλοιπα 25 άτομα δεν είχαν κανένα τραυματισμό. Η ισορροπία αξιολογήθηκε με δοκιμασία μονοποδικής στήριξης για 20'' α) πάνω σε ξύλινη κυκλική πλατφόρμα ισορροπίας (wooble board), συνδεδεμένη με δυο επιταχυνσιόμετρα β) πάνω σε τριγωνική πλατφόρμα ισορροπίας (balance platform) για την ανίχνευση ταλάντωσης στην οπίσθιο-πρόσθια και μέση-πλάγια κατεύθυνση. Οι δοκιμαζόμενοι κλήθηκαν να

διατηρήσουν την ισορροπία τους χωρίς υποδήματα, με τα χέρια τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες και το βλέμμα τους συγκεντρωμένο σε ένα στόχο στον τοίχο που απείχε 1.5 μέτρο. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε και στις δυο επιφάνειες μια ακόμα φορά μετά από 2'. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η μεταβολή της γωνιακής κλίσης της κυκλικής πλατφόρμας ήταν μεγαλύτερη στη μέση-πλάγια κατεύθυνση στα άτομα που είχαν υποστεί συνδεσμική κάκωση στο παρελθόν, συγκριτικά με τα υγιή άτομα ( $p < 0.01$ ). Συμπερασματικά, η ισορροπιστική ικανότητα των ατόμων με ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης είναι σημαντικά μειωμένη ειδικότερα σε ασταθή επιφάνεια.

**Πίνακας 8.1:** Επιδράσεις κρυοθεραπείας στην στατική και δυναμική ισορροπία

ΤΙΤΛΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ - ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	ΔΕΙΓΜΑ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ
Postural sway following inversion sprain of the ankle. Cornwall M. et al., 1991	50 άτομα : Α ομάδα (n=20 άτομα) με ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης ποδοκνημικής. Β ομάδα (n=30 άτομα) χωρίς ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης ποδοκνημικής.	Αξιολόγηση στατικής ισορροπίας μέσω μονοποδικής στήριξης σε δυναμοδάπεδο.	Η ταλάντωση ήταν σημαντικά μεγαλύτερα στα άτομα με συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής, συγκριτικά με τα υγιή.
Ankle sprain and postural sway in basketball players. Leanderson J. et al., 1993	49 άτομα : Α ομάδα (n=38 άνδρες) μπασκετμπολίστες (με/χωρίς ιστορικό) Β ομάδα (n=11 υγιής) δραστήριοι άνδρες χωρίς ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης.	α) Μέτρηση της ταλάντωσης με τη βοήθεια συστήματος Statometer β) Μέτρηση ραχιαίας κάμψης με γωνιόμετρο γ) Ψηλάφηση δ) Μηχανική σταθερότητα	Η ταλάντωση ήταν σημαντικά μεγαλύτερα στα άτομα με συνδεσμική κάκωση ποδοκνημικής ( $p < 0.01$ ) και περιοχή η οποία καταλάμβαναν πάνω στη πλατφόρμα ήταν μεγαλύτερη ( $p < 0.01$ ) συγκριτικά με τα υγιή άτομα.
Is balance impaired by recurrent sprained ankle? Isakov E. et al., 1997	8 γυναίκες αθλήτριες με ιστορικό τουλάχιστον 3 συνδεσμικών κακώσεων στο ένα πόδι. Το υγιές πόδι αποτέλεσε την ομάδα control.	Αξιολόγηση της στατικής ισορροπίας με τη δοκιμασία μονοποδικής στήριξης για 35'' σε πλατφόρμα ισορροπίας (force platform) με ανοιχτά και κλειστά μάτια.	Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά στην ισορροπία μεταξύ των ομάδων όσον αφορά τη δοκιμασία με ανοιχτά μάτια. Μείωση της στατικής ισορροπιστικής ικανότητας με κλειστά μάτια ( $p < 0.05$ ).

<p>Examination of static and dynamic postural stability in individuals with Functionally stable and unstable ankles. Ross et al., 2004</p>	<p>28 άτομα : Α ομάδα (n=14 άτομα) είχαν ιστορικό - τουλάχιστον 2 - συνδεσμικών κακώσεων σε διάστημα ενός έτους. Β ομάδα (n=14 άτομα) χωρίς ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης.</p>	<p>α) Αξιολόγηση στατικής ισορροπίας με δοκιμασία μονοποδικής στήριξης για 20'' (3 φορές). β) Αξιολόγηση δυναμικής ισορροπίας με δοκιμασία μονοποδικών αλμάτων.</p>	<p>α) Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων όσο αναφορά την στατική ισορροπία (p = 0.28 και p = 0.65) β) Μείωση της δυναμικής ισορροπίας σε άτομα με ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης (p &lt; 0.001 και p = 0.04)</p>
<p>Evaluation of functional ankle instability assessed by an instrumented wooble board. Laessoe U. et al., 2018</p>	<p>50 άτομα : Α ομάδα (n=25 άτομα) με ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης της ποδοκνημικής και λειτουργική αστάθεια. Β ομάδα (n=25 άτομα) χωρίς ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης ποδοκνημικής.</p>	<p>Αξιολόγηση ισορροπίας με τη δοκιμασία μονοποδικής στήριξης για 20'' α) σε ξύλινη κυκλική πλατφόρμα ισορροπίας (wooble board) συνδεδεμένη με δυο επιταχυνσιόμετρα β) σε τριγωνική πλατφόρμα ισορροπίας (balance platform).</p>	<p>Η μεταβολή της γωνιακής κλίσης της πλατφόρμας ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στην μέση-πλάγια κατεύθυνση στα άτομα με ιστορικό κάκωσης της ποδοκνημικής (p &lt; 0.01).</p>

## ***ΔΕΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ***

## **Κεφάλαιο 9. Μέθοδος Έρευνας**

### **9.1 Δείγμα**

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 35 άτομα (12 γυναίκες και 23 άνδρες ) με μέσο όρο ηλικίας 20.8 έτη, μέσο όρο ύψους 1.74 μέτρα και μέσο όρο βάρους τα 81.9 κιλά. Το δείγμα χωρίστηκε σε 3 ομάδες. Συγκεκριμένα, η πρώτη ομάδα αποτελούνταν από 12 άτομα που είχαν υποστεί κάκωση της ποδοκνημικής άρθρωσης και στα δυο άκρα, η δεύτερη ομάδα αποτελούνταν από 11 άτομα που είχαν υποστεί κάκωση στο ένα άκρο και τέλος η τρίτη ομάδα, από 12 άτομα χωρίς ιστορικό συνδεσμικής κάκωσης. Και οι 3 ομάδες πραγματοποίησαν τις ίδιες κλινικές δοκιμασίες αξιολόγησης και τις ίδιες συνθήκες παρέμβασης.

### **9.2 Πειραματικός Σχεδιασμός**

Πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας, πραγματοποιήθηκε συγκέντρωση των υποψήφιων δοκιμαζόμενων, με σκοπό την ενημέρωσή τους. Οι εν λόγω δοκιμαζόμενοι που συμφώνησαν να συμμετάσχουν εθελοντικά στην έρευνα, και αφού ελέγξαμε ότι πληρούν τα κριτήρια συμμετοχής (δηλαδή ότι είχαν ή ότι δεν είχαν υποστεί συνδεσμικό τραυματισμό στην ποδοκνημική άρθρωση), υπέγραψαν το σχετικό έντυπο συγκατάθεσης και συμπλήρωσαν το αντίστοιχο ερωτηματολόγιο. Τέλος, πριν της έναρξη των μετρήσεων έγινε συλλογή των σωματομετρικών στοιχείων του/ης κάθε δοκιμαζόμενου/ης (βάρους, ύψους, δείκτης μάζας σώματος, περίμετρος γαστροκνημίας) καθώς και στα πλαίσια προκαταρκτικών μετρήσεων, πραγματοποιήθηκε διαδικασία επίδειξης και εξοικείωσης των δοκιμασιών που επρόκειτο να ακολουθήσουν κατά τις μετρήσεις.

Η πειραματική διαδικασία περιελάμβανε 1 συνεδρία για κάθε συμμετέχοντα. Κατά τη διάρκεια της συνεδρίας, ο/ή κάθε δοκιμαζόμενος/η πραγματοποίησε 4 διαφορετικές δοκιμασίες αξιολόγησης: 1) αξιολόγηση μονοποδικής στήριξης και στα δυο άκρα με ανοιχτά μάτια σε δυναμοδάπεδο, 2) αξιολόγηση διποδικής στήριξης με κλειστά μάτια σε δυναμοδάπεδο, 3) αξιολόγηση μονοποδικής στήριξης με κλειστά μάτια εκτός δυναμοδάπεδου, 4) αξιολόγηση απόδοσης μονοποδικών αλμάτων σε ηλεκτρονικό τάπητα (chronojump) τόσο αμέσως πριν όσο και αμέσως έπειτα την εμβύθιση σε κρύο νερό. Το 1/3 των δοκιμαζόμενων αποτελούνταν από άτομα με συνδεσμική κάκωση της μιας ποδοκνημικής, το υπόλοιπο 1/3 από άτομα με

αμφοτερόπλευρη συνδεσμική κάκωση (και στις δύο ποδοκνημικές), και το άλλο 1/3 από άτομα χωρίς ιστορικό συνδεσμικών κακώσεων. Με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο επιλογής των δοκιμαζόμενων εκτελέστηκαν οι παραπάνω αξιολογήσεις. Επιπλέον, όσον αφορά το πόδι εκκίνησης στις μετρήσεις αυτό εναλλασσόταν μεταξύ των δοκιμαζόμενων έτσι ώστε να μην επηρεάσει το τελικό αποτέλεσμα (τυχαία και αντισταθμιζόμενη σειρά τρόπου επιλογής). Δηλαδή, ο 1ός/ή δοκιμαζόμενος/ης ξεκίνησε τις μετρήσεις με το δεξί πόδι για την πρώτη αξιολόγηση, ακολούθησε στη συνέχεια το αριστερό πόδι, ενώ ο 2ός/ή δοκιμαζόμενος/ή ξεκίνησε με το αριστερό πόδι και ακολούθησε το δεξί.

### **9.3 Δοκιμασία αξιολόγησης ισορροπιστικής ικανότητας**

Η αξιολόγηση της ισορροπιστικής ικανότητας μονοποδικά πραγματοποιήθηκε με το Single Leg Balance Test πάνω στο δυναμοδάπεδο. Ο δοκιμαζόμενος βρισκόταν σε όρθια θέση με το εξεταζόμενο πόδι πάνω στο δυναμοδάπεδο, με τα χέρια τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες και το βλέμμα του συγκεντρωμένο σε συγκεκριμένο στόχο, που είχε τοποθετηθεί σε συγκεκριμένο σημείο στον τοίχο, στο επίπεδο των ματιών. Ο δοκιμαζόμενος κλήθηκε να διατηρήσει την ισορροπία του για 15'' πάνω στο δυναμοδάπεδο. Στην περίπτωση που χανόταν η επαφή του ποδιού με το δυναμοδάπεδο, είτε ο δοκιμαζόμενος άφηνε τα χέρια από τις λαγόνιες ακρολοφίες, είτε έχανε το βλέμμα του από τον στόχο, η μέτρηση θεωρούνταν άκυρη. Η ίδια δοκιμασία επαναλήφθηκε 2 φορές και έπειτα πραγματοποιήθηκε το ίδιο τεστ με τα μάτια κλειστά, εκτός δυναμοδάπεδου με χρονόμετρο χειρός. Η δοκιμασία σταματούσε όταν ο δοκιμαζόμενος συμπληρώσει τα 30'' ή απέτυχε να κρατήσει την ισορροπία του. Η δοκιμασία αυτή επαναλήφθηκε μια ακόμα φορά. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε άλλη μια δοκιμασία εντός του δυναμοδάπεδου, με κλειστά τα μάτια, αλλά αυτή τη φορά, διποδικά. Τέλος, έγινε επαναξιολόγηση του κάθε δοκιμαζόμενου με επανάληψη των προ-εμβύθισης διαδικασιών.



(α)



(β)



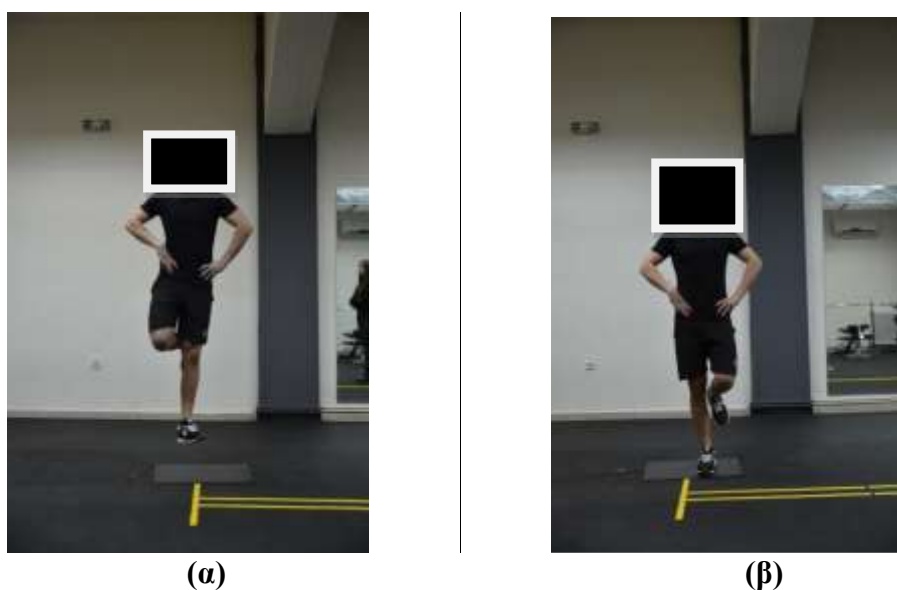
(γ)

**Εικόνα 9.1:** Μονοποδική στήριξη (α), Διποδική στήριξη (β) στο δυναμοδάπεδο, Μονοποδική στήριξη με κλειστά μάτια εκτός δυναμοδαπέδου (γ).



#### 9.4 Δοκιμασία αξιολόγησης της βραχυπρόθεσμης απόδοσης

Η αξιολόγηση της βραχυπρόθεσμης απόδοσης των μυών της ποδοκνημικής άρθρωσης εξετάστηκε με πρόγραμμα Chronojump BoscoSystem. Ο δοκιμαζόμενος βρισκόταν σε μονοποδική στήριξη στο κέντρο του ηλεκτρονικού τάπητα αλμάτων, διαστάσεων 594x420 mm με τα χέρια του τοποθετημένα στις λαγόνιες ακρολοφίες και εκτέλεσε μονοποδικό άλμα με στόχο να φτάσει όσο πιο ψηλά μπορεί, ξεκινώντας με το γόνατο σε μικρή κάμψη. Η διαδικασία αυτή επαναλήφθηκε, τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση εμπύθισης, 5 φορές. Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στο να μην χάσει ο δοκιμαζόμενος την ισορροπία του, δηλαδή να μην αφήσει τα χέρια του από τις λαγόνιες ακρολοφίες και επίσης να μην χάσει επαφή το πόδι στήριξης με τον ηλεκτρονικό τάπητα αλμάτων. Στην περίπτωση αυτή, η μέτρηση θεωρήθηκε άκυρη. Από τις 5 επαναλήψεις αλμάτων που πραγματοποιήθηκαν επιλέχθηκε η καλύτερη απόδοση.



**Εικόνα 9.2:** Δοκιμασία αξιολόγησης της βραχυπρόθεσμης απόδοσης  
Φάση αιώρησης (α), Φάση προσγείωσης (β).

## 9.5 Μέτρηση θερμοκρασίας δέρματος

Τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση εμβύθισης πραγματοποιήθηκε μέτρηση της θερμοκρασίας του δέρματος με ψηφιακό υπέρυθρο θερμόμετρο laser σε 3 σημεία. Συγκεκριμένα μετρήθηκε η θερμοκρασία του δέρματος της μεσότητας του γαστροκνημίου, του πρόσθιου αστραγαλοπερονιαίου συνδέσμου καθώς και του περνοπερονιαίου συνδέσμου. Η διαδικασία της μέτρησης της θερμοκρασίας επαναλήφθηκε μια φορά αμέσως μετά την διαδικασία της εμβύθισης καθώς και 20' μετά το τέλος των διαδικασιών , για να πιστοποιηθεί και ποσοτικά η διατήρηση της μείωσης της θερμοκρασίας του δέρματος.



**Εικόνα 9.3:** Μέτρηση θερμοκρασίας δέρματος ψηφιακό υπέρυθρο θερμόμετρο laser

## Κεφάλαιο 10. Κύριες Πειραματικές Συνθήκες

### 10.1 Εμβύθιση κάτω άκρων σε κρύο νερό

Ο δοκιμαζόμενος μετά τις δοκιμασίες αξιολόγησης ισορροπιστικής ικανότητας και βραχυπρόθεσμης απόδοσης, υπεβλήθη σε διαδικασία εμβύθισης και των δυο κάτω άκρων σε κρύο νερό. Ο δοκιμαζόμενος βρισκόταν σε καθιστή θέση με τα δυο άκρα βυθισμένα σε δοχείο με κρύο νερό (θερμοκρασίας  $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) μέχρι το επίπεδο της κεφαλής της περόνης (αμφοτερόπλευρα). Ο δοκιμαζόμενος παρέμεινε σε αυτήν την θέση για 15 λεπτά. Τέλος, ακολούθησαν εκ νέου οι προ-εμβύθισης δοκιμασίες αξιολόγησης της ισορροπιστικής ικανότητας και της βραχυπρόθεσμης απόδοσης καθώς και η μέτρηση της θερμοκρασίας δέρματος.



**Εικόνα 9.4:** Εμβύθιση κάτω άκρων σε κρύο νερό

## Κεφάλαιο 11. Στατιστική Ανάλυση

Πραγματοποιήθηκε T-Test τόσο εντός των ομάδων όσο και ανάμεσα στις ομάδες για τις κύριες παραμέτρους. Χρησιμοποιήθηκαν τόσο οι πρωτογενείς εισαγόμενες τιμές όσο και οι τιμές ( $\Delta$ ). Οι τιμές ( $\Delta$ ) προέκυπταν από την τρέχουσα τιμή της εκάστοτε αξιολογούμενης παραμέτρου αφού αφαιρούνταν από την αρχική τιμή. Το επίπεδο στατιστικά σημαντικής διαφοράς ορίστηκε στο  $p \leq 0,05$ .

## Κεφάλαιο 12. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 12.1 Εξαγωγή δεδομένων και στατιστική επεξεργασία

Εκτός από τον διαχωρισμό του δείγματος σε 3 ομάδες (Μονοποδικοί, Διποδικοί, Υγιείς) 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. Συγκεκριμένα, για την ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα (Μονοποδικοί) τα κάτω άκρα διαχωρίστηκαν ως προς το τραυματισμένο και το υγιές πόδι με την συμπλήρωση του ιστορικού τραυματισμών. Για την ομάδα με τα διαστρέμματα και στα δύο πόδια (Διποδικοί) 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 (Υγιείς) αφού συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο πλευρίωσης ο διαχωρισμός έγινε ως προς το επιδέξιο και μη επιδέξιο 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 (Μονοποδικοί, Διποδικοί, Υγιείς), με ορισμένο επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $p \leq 0.05$ . Συγκεκριμένα στις δοκιμασίες ισορροπιστικής ικανότητας έγινε με ανοικτά μάτια στο δυναμοδάπεδο, με κλειστά μάτια εντός δυναμοδαπέδου, μονοποδικά 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 όσο και με την διποδική (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 δυναμοδαπέδου, ο άξονας X αντιπροσωπεύει τον εγκάρσιο άξονα, ο άξονας Y τον προσθιοπίσθιο άξονα ενώ η μεταβλητή ABS την συνολική απόσταση μετατόπισης του κέντρου πίεσης.

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.

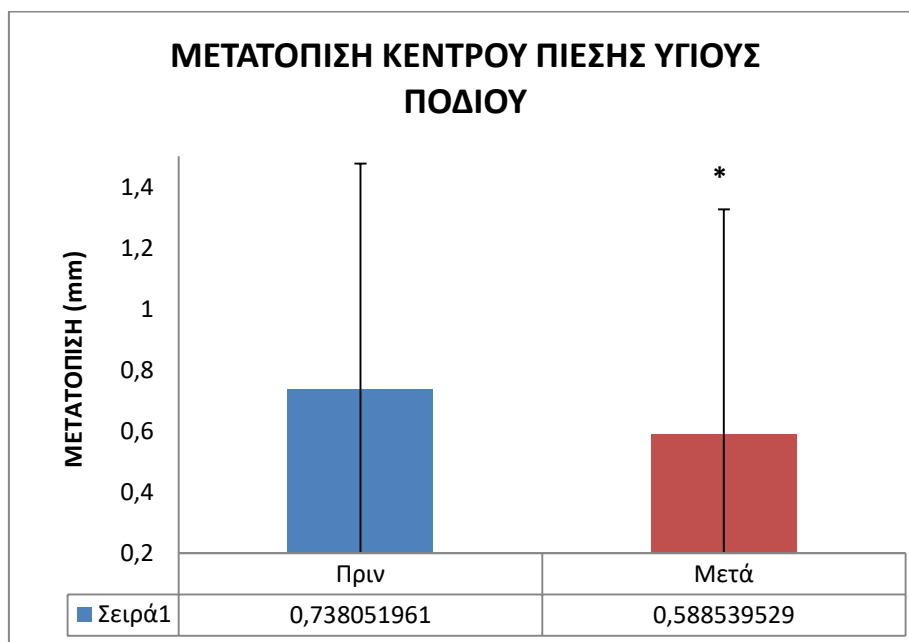
## 12.2 Αποτελέσματα έρευνας

Οι δοκιμαζόμενοι που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν ηλικίας 18 έως 28 ετών (Μ.Ο.:  $20,81 \pm 0,63$ ). Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ήταν: το σωματικό ανάστημα με μέσο όρο τα  $(1,74 \pm 0,034)$  εκατοστά η σωματική μάζα με μέσο όρο τα  $(81,96 \pm 3,22)$  κιλά και ο δείκτης μάζας σώματος (Δ.Μ.Σ) με μέσο όρο  $(26,99 \pm 1,15)$ . Επίσης μετρήθηκε η περίμετρος της γαστροκνημίας σε δύο σημεία και για τα δύο άκρα διαιρώντας τα εκατοστά από το σύνολο τους. Πρώτο σημείο ήταν από τον έσω κνημιαίο κόνδυλο μέχρι το έσω σφύρο στο δεξί με μέσο όρο τα  $(34,11 \pm 0,69)$  εκατοστά και στο αριστερό με μέσο όρο τα  $(34,17 \pm 0,73)$  εκατοστά. Δεύτερο σημείο ήταν από το έσω κνημιαίο κόνδυλο μέχρι το οστό της πτέρνας για το δεξί πόδι με μέσο όρο τα  $(30,62 \pm 0,11)$  εκατοστά και στο αριστερό με μέσο όρο τα  $(31,06 \pm 0,050)$  εκατοστά. 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 τμηματικής εμβύθισης σε κρύο νερό ήταν καθοριστική.

	Μ.Ο	Τυπική Απόκλιση
Ηλικία	20,81	0,63
Ύψος	1,74	0,034
Βάρος	81,96	3,22
Δ.Μ.Σ.	26,99	1,156
Περίμετρος γαστροκνημίας κνημιαίος κόνδυλος-έσω σφυρό δεξί πόδι	34,11	0,69
Περίμετρος γαστροκνημίας κνημιαίο κόνδυλο-πτέρνα δεξί πόδι	30,62	0,11
Περίμετρος γαστροκνημίας κνημιαίος κόνδυλος-έσω σφυρό αριστερό πόδι	34,17	0,73
Περίμετρος γαστροκνημίας κνημιαίο κόνδυλο-πτέρνα αριστερό πόδι	31,064	0,05

### 12.3 Αποτελέσματα αξιολόγησης μονοποδικής στήριξης εντός δυναμοδαπέδου

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0171$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X (mean CoP X) μεταξύ της υπό-ομάδας μονοποδικων ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης για το υγιές άκρο. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε θετικά την μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μονοποδική στήριξη του υγιούς ποδιού των μονοποδικών ατόμων.

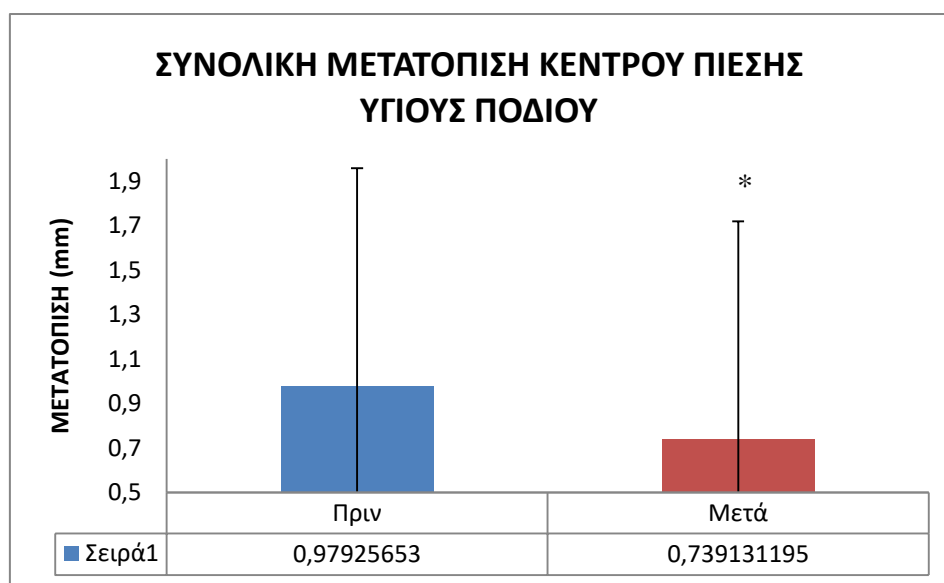


ΣΧΗΜΑ 12.1 Μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X του υγιούς ποδιού

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.



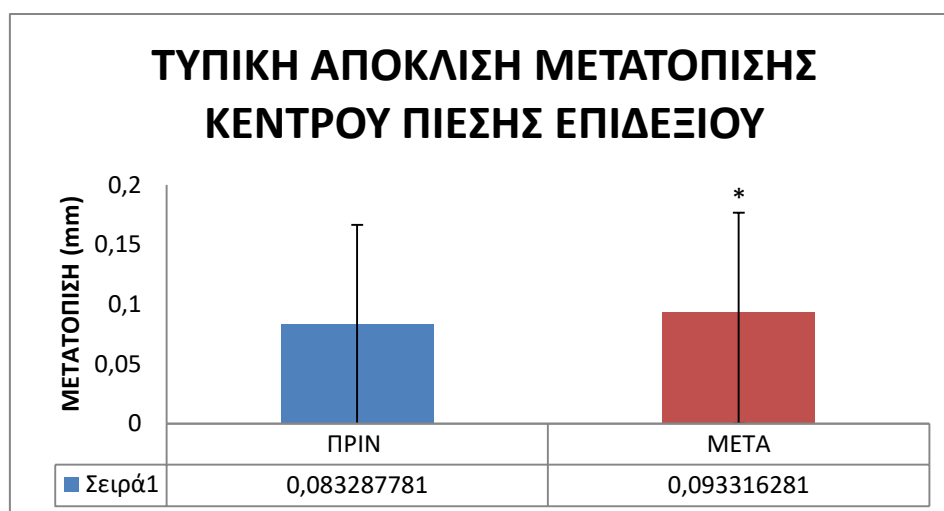
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0139$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης (mean CoP ABS) μεταξύ της υπό-ομάδα μονοποδικων ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης για το υγιές άκρο. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε θετικά την συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μονοποδική στήριξη του υγιούς ποδιού των μονοποδικών ατόμων.



ΣΧΗΜΑ 12.2 Συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS του υγιούς ποδιού.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

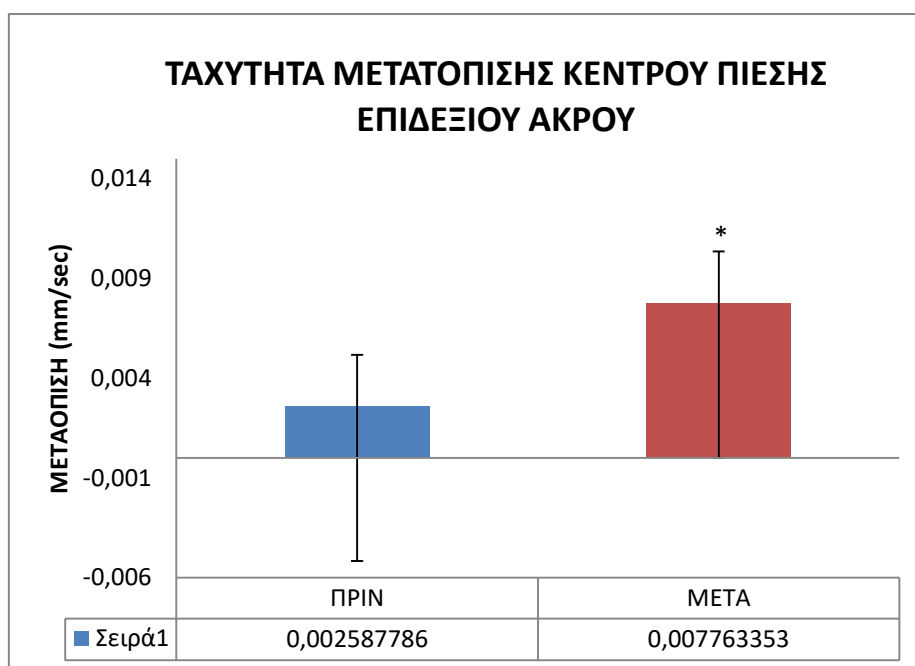
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0176$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X (sd CoP X) μεταξύ της υπό-ομάδας των υγιών ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης για το επιδέξιο άκρο. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε αρνητικά την τυπική απόκλιση της μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μονοποδική στήριξη του επιδέξιου άκρου των υγιών ατόμων.



ΣΧΗΜΑ 12.3 Τυπική απόκλιση της μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X των υγιών ατόμων.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

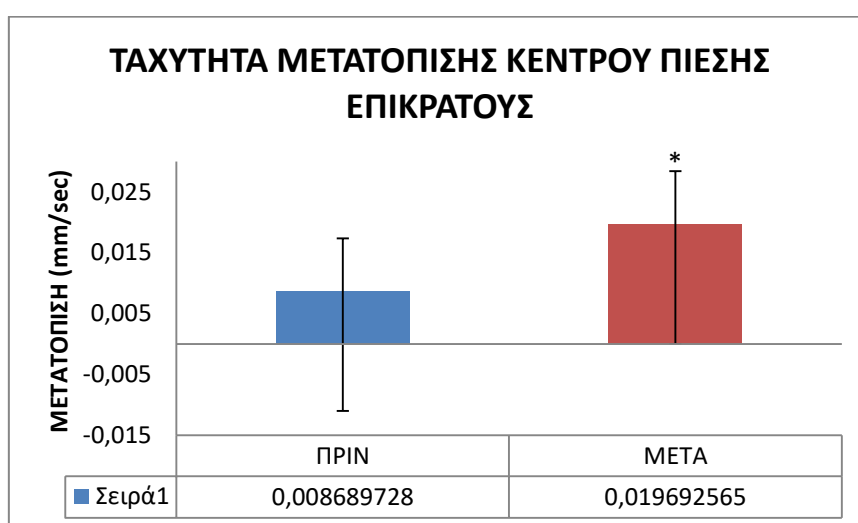
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0115$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή (VELOCITY mean COP ABS) μεταξύ της υπό-ομάδας των υγιών ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης για το επιδέξιο άκρο. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε αρνητικά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μονοποδική στήριξη του επιδέξιου άκρου των υγιών ατόμων.



ΣΧΗΜΑ 12.4 Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS του επιδέξιου άκρου.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

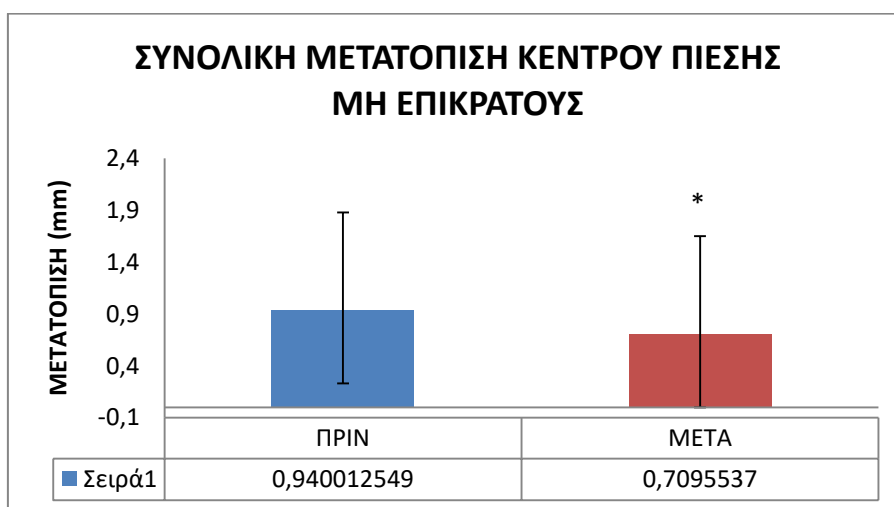
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0487$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y (VELOCITY mean COP Y) μεταξύ της υπό-ομάδας των διποδικων ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης για το επικρατές άκρο. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε αρνητικά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μονοποδική στήριξη του επικρατούς άκρου των διποδικών ατόμων.



ΣΧΗΜΑ 12.5 Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y του επικρατούς άκρου.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

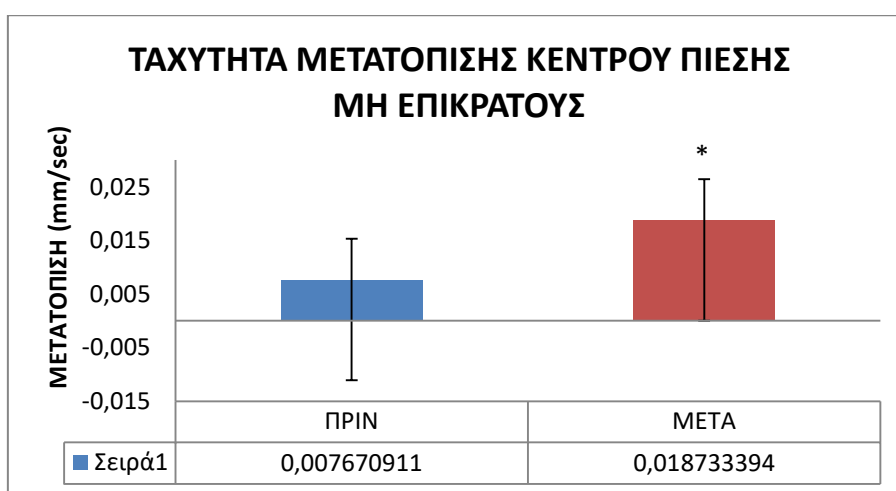
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0584$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης (mean CoP ABS) μεταξύ της υπό-ομάδα των διποδικών ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης για το μη επικρατές άκρο. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε θετικά την συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μονοποδική στήριξη του μη επικρατούς άκρου των διποδικών ατόμων.



ΣΧΗΜΑ 12.6 Συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS του μη επικρατούς άκρου.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

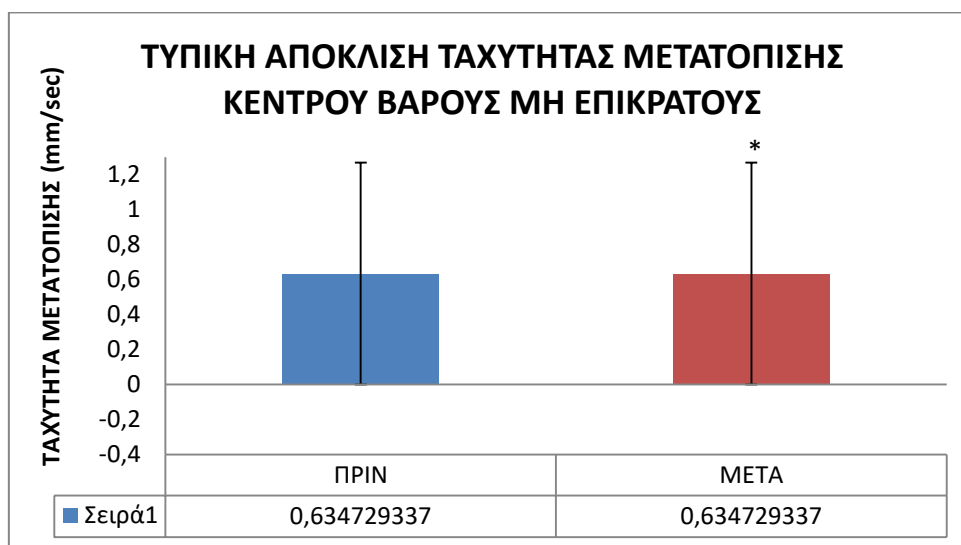
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Τεστ ( $p= 0,0220$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y (VELOCITY mean COP Y) μεταξύ της υπό-ομάδας των διποδικών ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης για το μη επικρατές άκρο. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε αρνητικά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y στην μονοποδική στήριξη του μη επικρατούς άκρου των διποδικών ατόμων.



ΣΧΗΜΑ 12.7 Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y στο μη επικρατές άκρο.

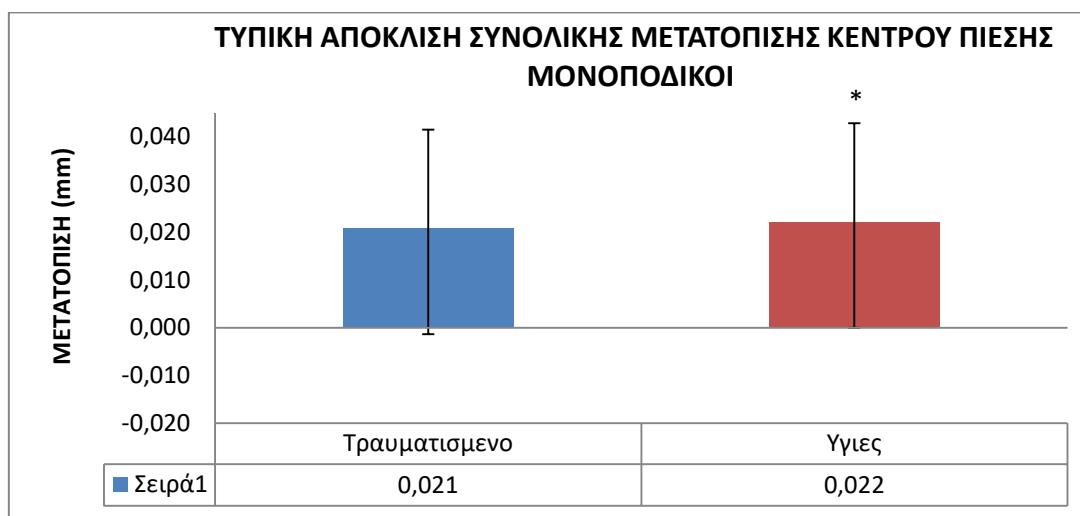
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικός σημαντική διαφορά που προκύπτει από τον έλεγχο T-Τεστ ( $p= 0,0346$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y (VELOCITY sd COP Y) μεταξύ της υπό-ομάδα των διποδικών ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης για το μη επικρατές άκρο. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης δεν επηρέασε την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y στην μονοποδική στήριξη του μη επικρατούς άκρου των διποδικών ατόμων.



ΣΧΗΜΑ 12.8 Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y του μη επικρατούς άκρου.  
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

Στο παρακρατώ διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p=0,0502$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της συνολικής μετατόπισης του κέντρου πίεσης (sd CoP ABS) μεταξύ της υπό-ομάδας των μονοποδικων της διαφοράς πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης του τραυματισμένου και του υγιούς ποδιού. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε αρνητικά την τυπική απόκλιση συνολικής μετατόπισης του κέντρου πίεσης (sd CoP ABS) Υ στην μονοποδική στήριξη ανάμεσα στο τραυματισμένο και στο υγιές μέλος των μονοποδικών ατόμων.

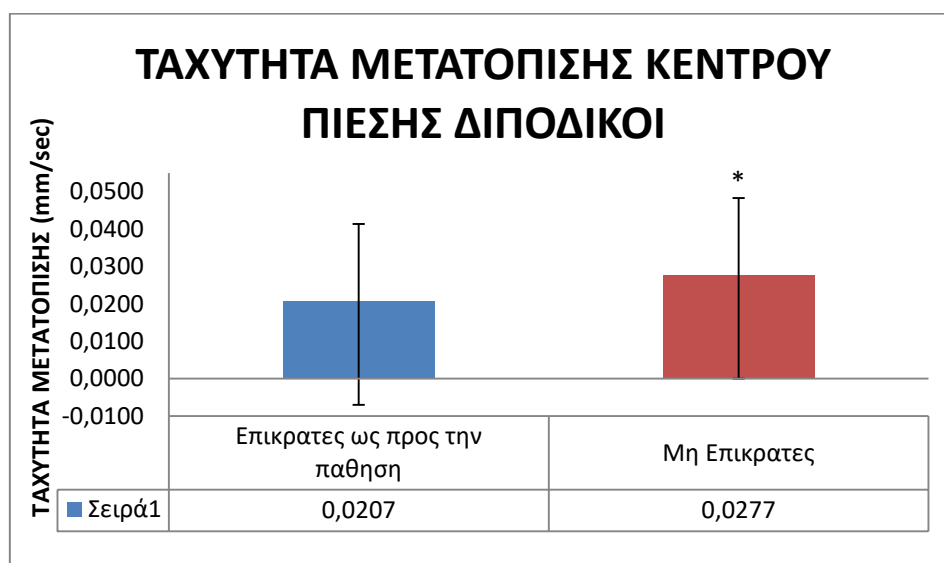


ΣΧΗΜΑ 12.9 Τυπική απόκλιση συνολικής μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στο τραυματισμένο και στο υγιές μέλος.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

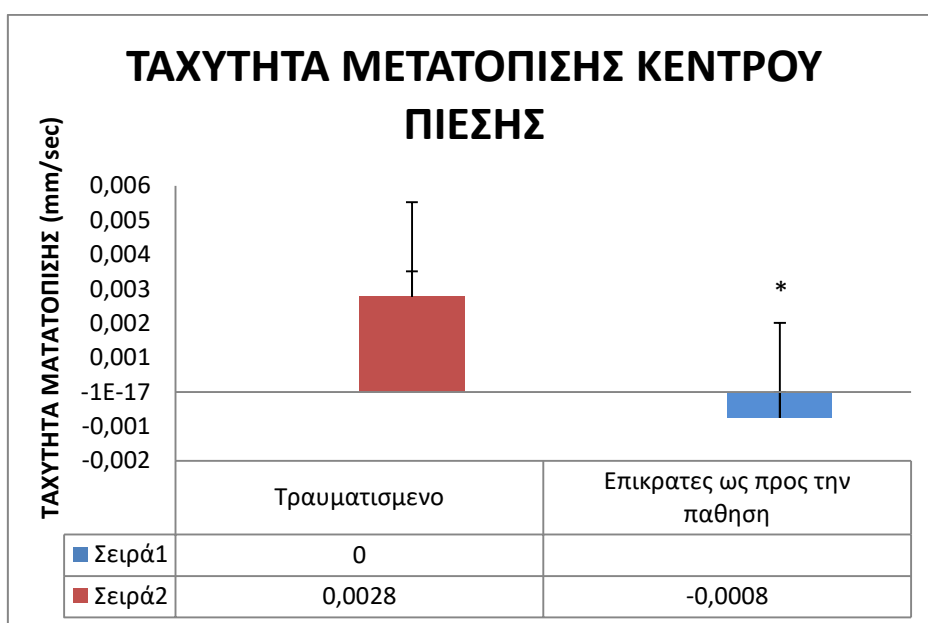


Στο παρακρατώ διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0420$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X (VELOCITY mean COP X) μεταξύ της υπό-ομάδας των διποδικών της διαφοράς πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης του επικρατούς ως προς την πάθηση και μη επικρατούς ποδιού. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε αρνητικά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X στην μονοποδική στήριξη ανάμεσα στο επικρατές και στο μη επικρατές άκρο των διποδικών ατόμων.



ΣΧΗΜΑ 12.10 Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X ανάμεσα στο επικρατές και στο μη επικρατές άκρο. Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

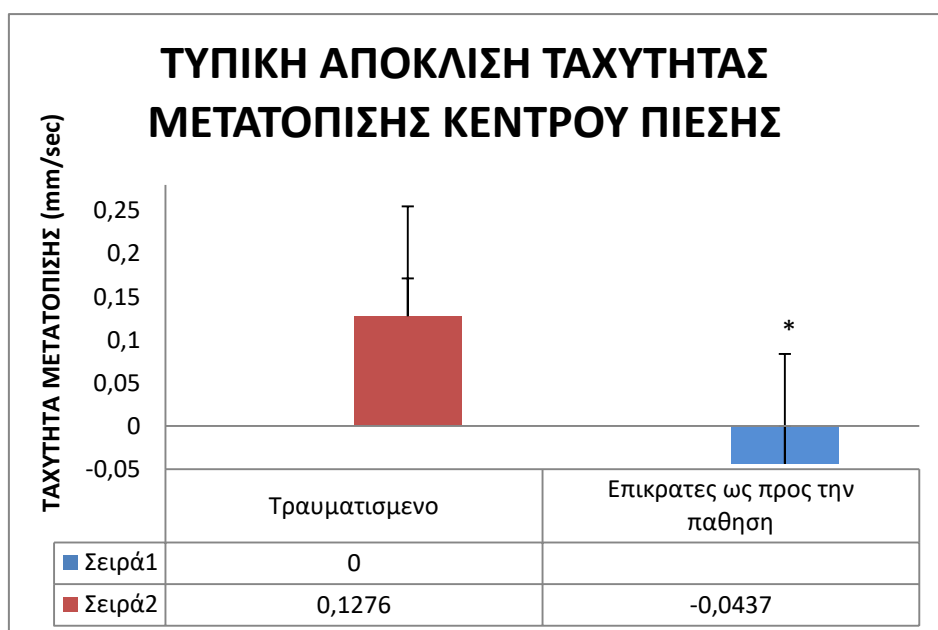
Στο παρακρατώ διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0365$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X (VELOCITY mean COP X) μεταξύ των ομάδων του τραυματισμένου άκρου των μονοποδικων ατόμων σε σχέση με το επικρατές άκρο ως προς την πάθηση για τους διποδικούς της διαφοράς πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X (VELOCITY mean COP X) για το τραυματισμένο άκρο περισσότερο σε σχέση με το επικρατές ως προς την πάθηση άκρο που το επηρέασε λιγότερα ανάμεσα στους μονοποδικους και στους διποδικους.



ΣΧΗΜΑ 12.11 Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X ανάμεσα στο τραυματισμένο και το επικρατές.

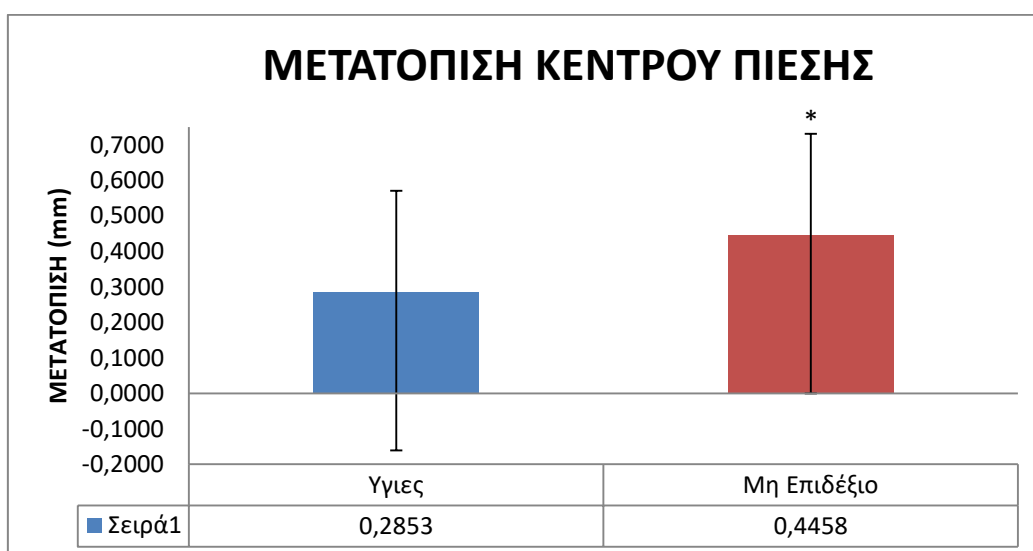
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

Στο παρακρατώ διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0355$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X (VELOCITY sd COP X) ανάμεσα στις ομάδες του τραυματισμένου άκρου των μονοποδικων ατόμων σε σχέση με το επικρατές άκρο ως προς την πάθηση για τους διποδικους της διαφοράς πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X (VELOCITY sd COP X) περισσότερο για το τραυματισμένο άκρο σε σχέση με το επικρατές ως προς την πάθηση άκρο που το επηρέασε λιγότερο ανάμεσα στους μονοποδικους και στους διποδικους.



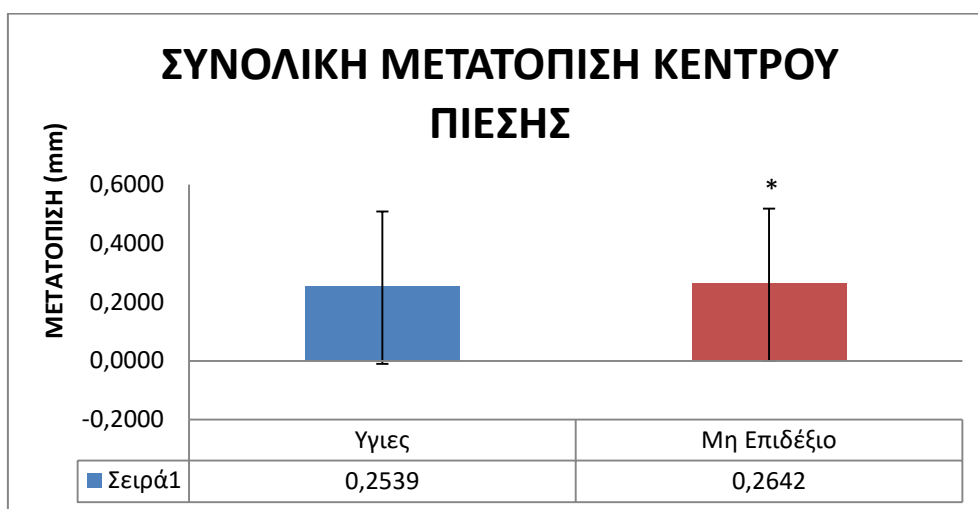
ΣΧΗΜΑ 12.12 Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X ανάμεσα στο τραυματισμένο και το επικρατές. Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0108$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y (mean CoP Y) ανάμεσα στις ομάδες του υγιούς ποδιού των μονοποδικων ατόμων σε σχέση με το μη επιδέξιο των υγιών ατόμων της διαφοράς πριν και μετά την παρέμβαση. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y (mean CoP Y) λιγότερο για το υγιές άκρο των μονοποδικών ατόμων σε σχέση με το μη επιδέξιο άκρο των υγιών ατόμων που το επηρέασε περισσότερο.



ΣΧΗΜΑ 12.13 Μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ανάμεσα στο υγιές και το μη επιδέξιο  
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0,05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

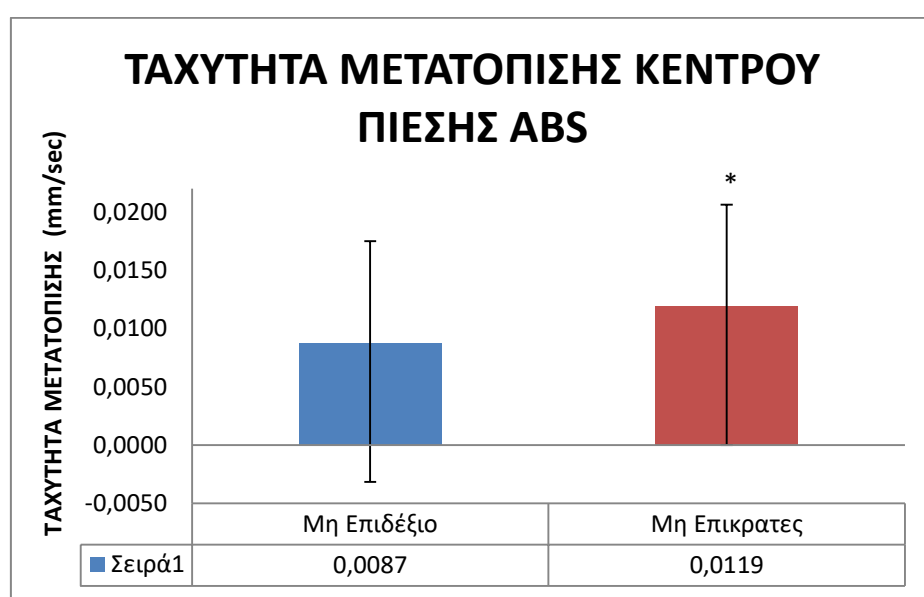
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0255$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης (mean CoP ABS) ανάμεσα στις ομάδες του υγιούς ποδιού των μονοποδικων ατόμων σε σχέση με το μη επιδέξιο των υγιών ατόμων της διαφοράς πριν και μετά την παρέμβαση. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης (mean CoP ABS) λιγότερο στο υγιές άκρο των μονοποδικών ατόμων σε σχέση με το μη επιδέξιο άκρο των υγιών ατόμων που τα επηρέασε περισσότερο.



ΣΧΗΜΑ 12.14 Συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στο υγιές και το μη επιδέξιο.

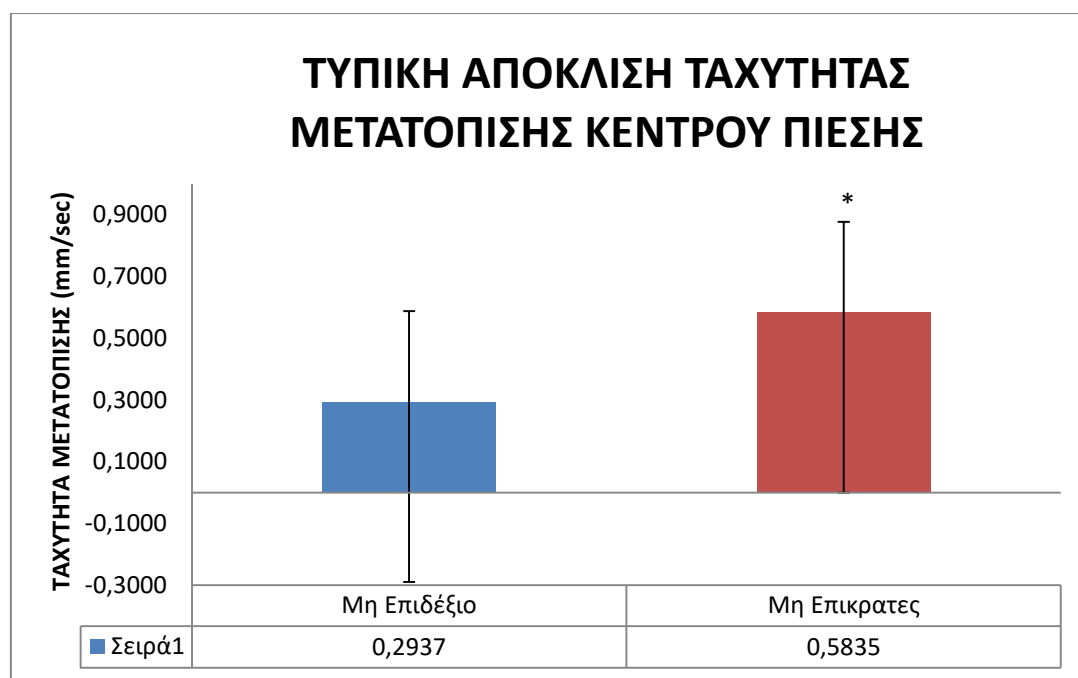
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0578$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS (*VELOCITY mean COP ABS*) ανάμεσα στις ομάδες του μη επιδέξιου ποδιού των υγιών ατόμων σε σχέση με το μη επικρατές πόδι των διποδικών ατόμων της διαφοράς πριν και μετά την παρέμβαση. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS (*VELOCITY mean COP ABS*) λιγότερο στο μη επιδέξιο άκρο των υγιών ατόμων σε σχέση με το μη επικρατές άκρο των διποδικών ατόμων.



ΣΧΗΜΑ 12.15 Ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στο μη επιδέξιο και το μη επικρατές.  
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0105$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y (VELOCITY sd COP Y) ανάμεσα στις ομάδες του μη επιδέξιου ποδιού των υγιών ατόμων σε σχέση με το μη επικρατές πόδι των διποδικών ατόμων της διαφοράς πριν και μετά την παρέμβαση. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y (VELOCITY sd COP Y) λιγότερο στο μη επιδέξιο άκρο των υγιών ατόμων σε σχέση με το μη επικρατές άκρο των διποδικών ατόμων.

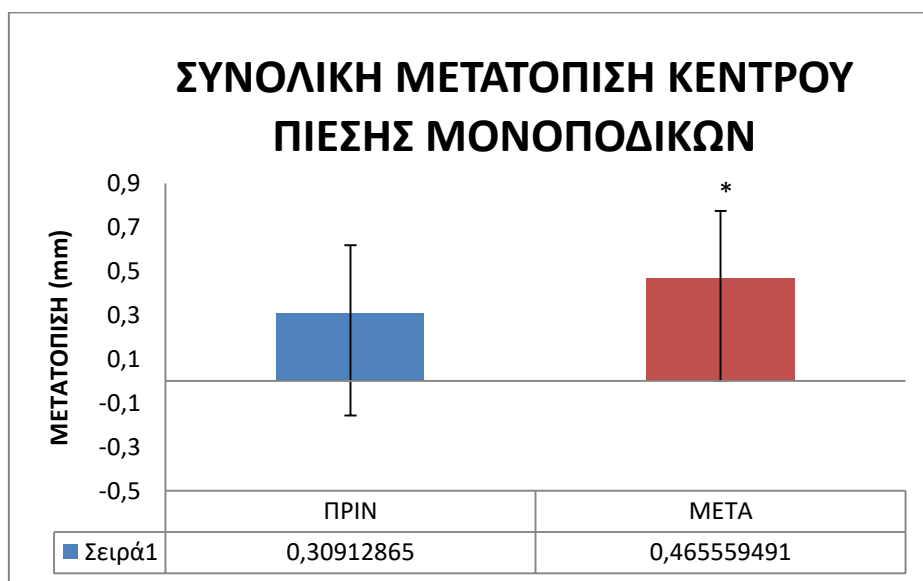


ΣΧΗΜΑ 12.16 Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y ανάμεσα στο μη επιδέξιο και το μη επικρατές.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

## 12.4 Αποτελέσματα Αξιολόγησης διποδικής στήριξης εντος δυναμοδαπεδου

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0527$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την συνολική μετατόπιση κέντρου πίεσης (mean CoP ABS) μεταξύ της υπό-ομάδας των μονοποδικων ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης και για τα δυο πόδια. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε αρνητικά την μετατόπιση της διποδικής στήριξης.

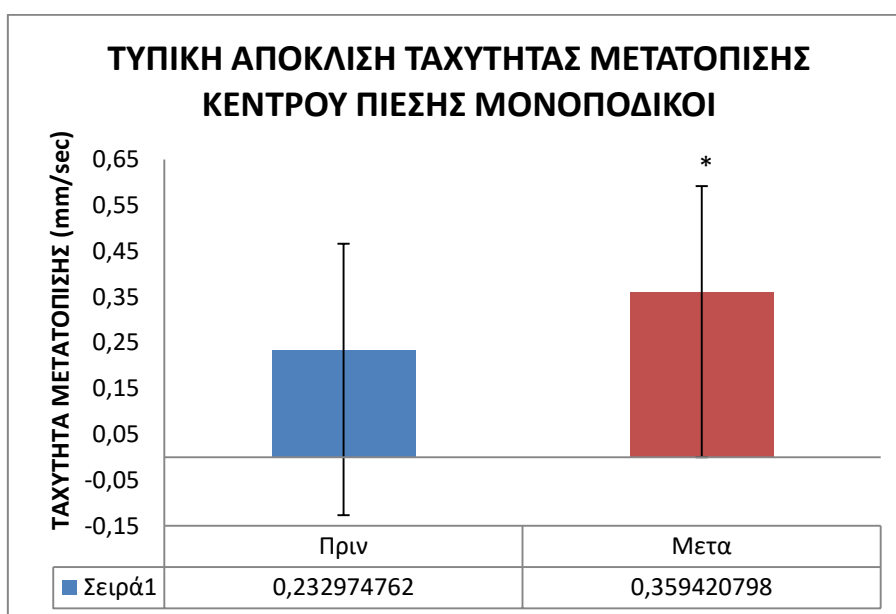


ΣΧΗΜΑ 12.17 Συνολική μετατόπιση κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS των μονοποδικων.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

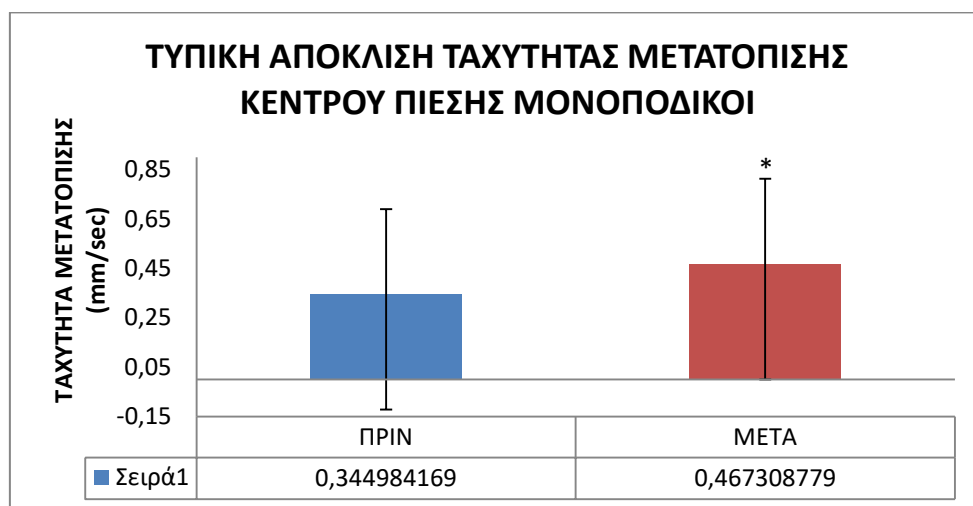


Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0228$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X (VELOCITY sd COP X) μεταξύ της υπό-ομάδας των μονοποδικων ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση και για τα δυο πόδια. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε αρνητικά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης της διποδικής στήριξης.



ΣΧΗΜΑ 12.18 Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X των μονοποδικων.  
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

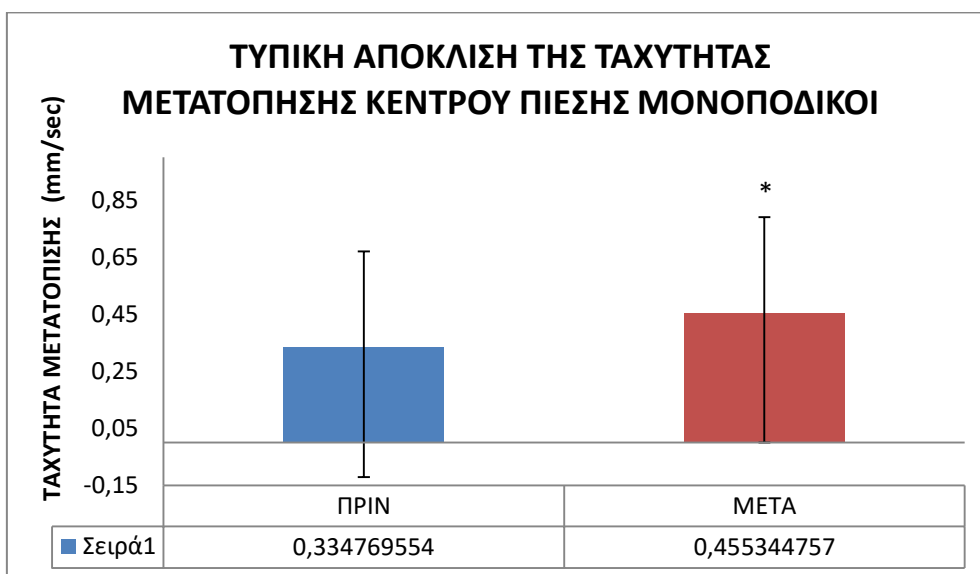
Στο παρακάτω δίγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0327$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο ) άξονα Y (VELOCITY sd COP Y) μεταξύ της υπό-ομάδας των μονοποδικων ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης και για τα δυο πόδια. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε αρνητικά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης της διποδικής στήριξης.



ΣΧΗΜΑ 12.19 Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο ) άξονα των μονοποδικών.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

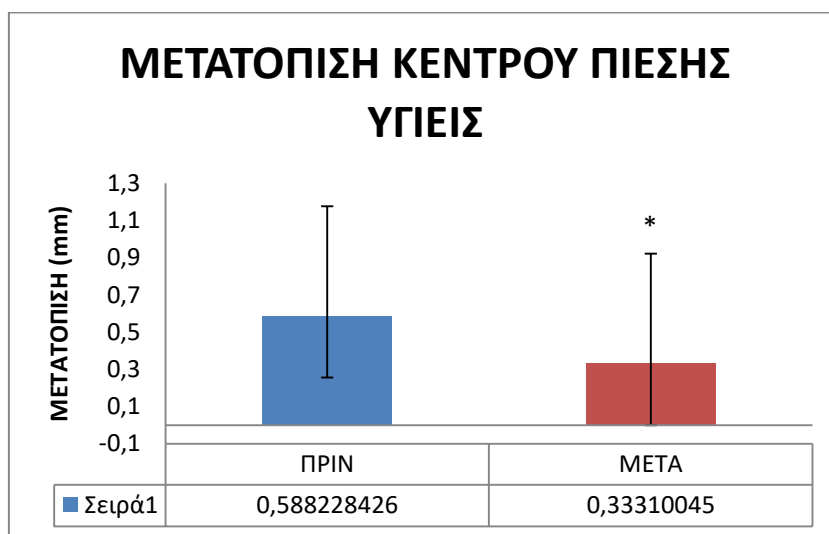
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0335$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS (VELOCITY sd COP ABS) μεταξύ της υπό-ομάδας των μονοποδικων ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμπύθισης και για τα δυο πόδια. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμπύθισης επηρέασε αρνητικά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS της διποδικής στήριξης.



ΣΧΗΜΑ 12.20 Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS μονοποδικών.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμπύθιση.

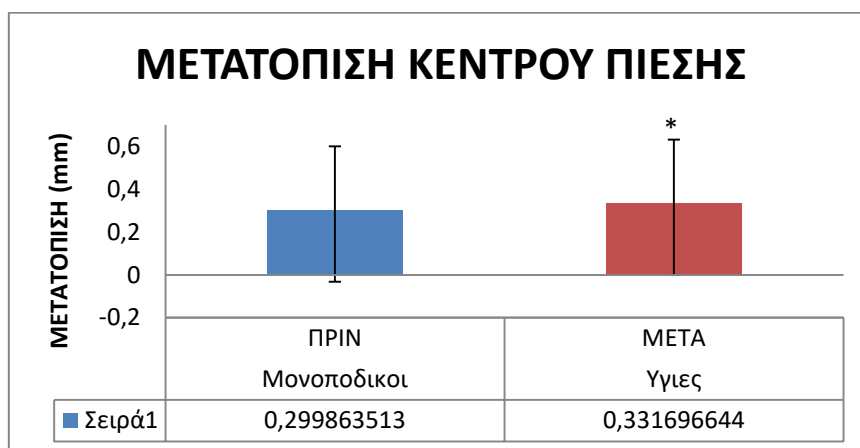
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0415$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y (Mean Cop Y) μεταξύ της υπό-ομάδας των υγιών ατόμων πριν και μετά την παρέμβαση της εμφύθισης και για τα δυο πόδια. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμφύθισης επηρέασε θετικά την μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y της διποδικής στήριξης.



ΣΧΗΜΑ 12.21 Μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y των υγιών.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμφύθιση.

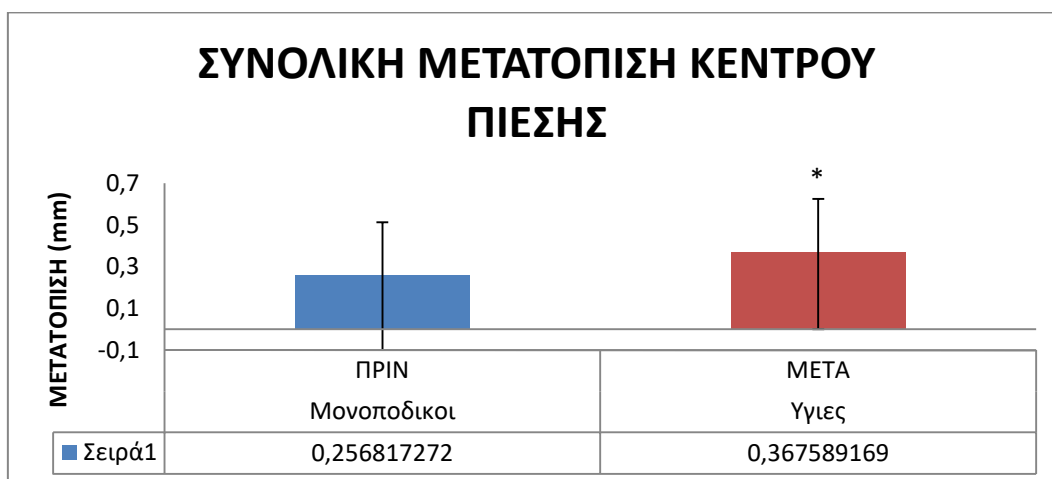
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0157$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y μεταξύ των υπό-ομάδων των υγιών ατόμων σε σχέση με τους μονοποδικούς πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης και για τα δυο άκρα. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y της διποδικής στήριξης περισσότερο τους υγιείς σε σχέση με τους μονοποδικούς.



ΣΧΗΜΑ 12.22 Μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον (προσθιοπίσθιο) άξονα Y ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς.

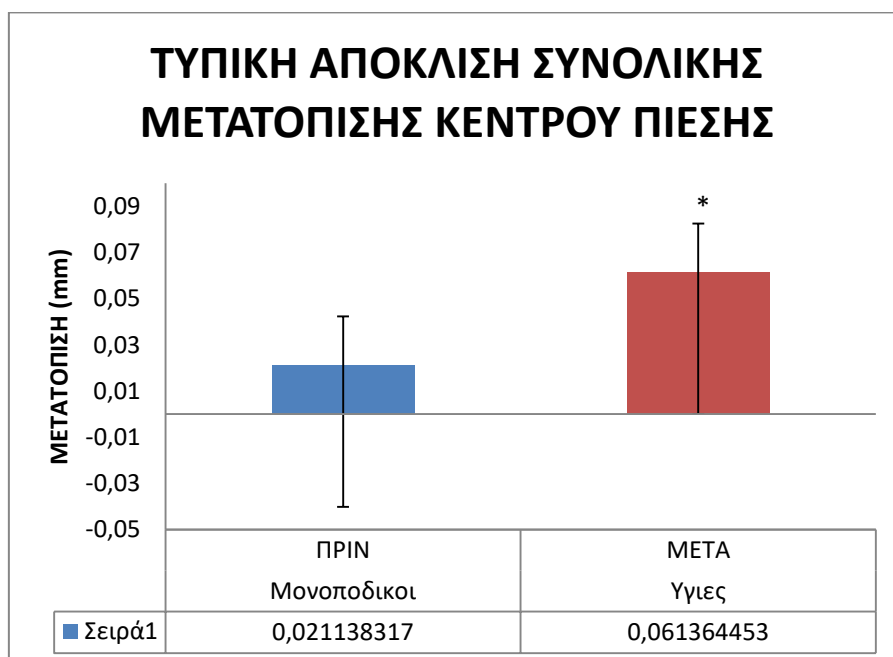
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,00314$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης (MEAN Cop ABS) μεταξύ των υπό-ομάδων των υγιών ατόμων σε σχέση με τους μονοποδικούς πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης και για τα δυο άκρα. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης της διποδικής στήριξης περισσότερο τους υγιείς σε σχέση με τους μονοποδικούς.



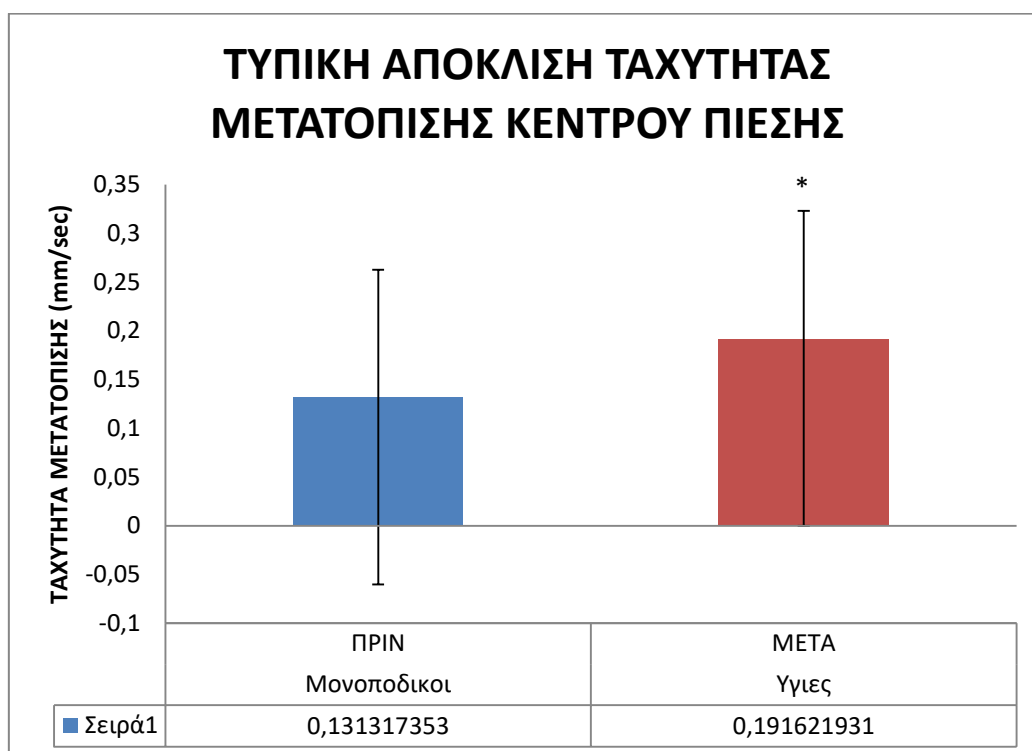
ΣΧΗΜΑ 12.23 Συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς.  
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0335$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της συνολικής μετατόπισης του κέντρου πίεσης (sd CoP ABS) μεταξύ των υπό-ομάδων των υγιών ατόμων σε σχέση με τους μονοποδικούς πριν και μετά την παρέμβαση και για τα δυο άκρα. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την τυπική απόκλιση της συνολικής μετατόπισης του κέντρου πίεσης της διποδικής στήριξης περισσότερο τους υγιείς σε σχέση με τους μονοποδικούς.



ΣΧΗΜΑ 12.24 Τυπική απόκλιση της συνολικής μετατόπισης του κέντρου πίεσης της μεταβλητής ABS ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς.  
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

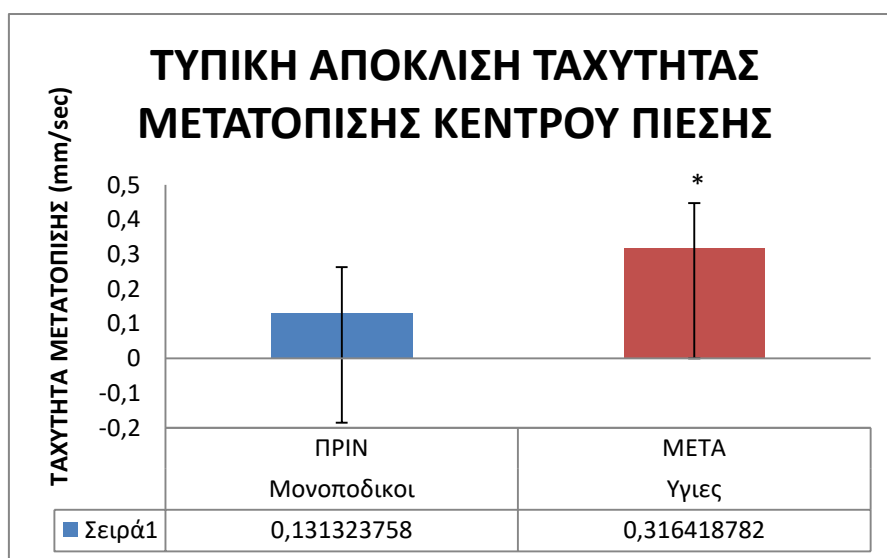
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0488$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X (VELOCITY sd COP X) μεταξύ των υπό-ομάδων των υγιών ατόμων σε σχέση με τους μονοποδικούς πριν και μετά την παρέμβαση και για τα δυο άκρα. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X της διποδικής στήριξης περισσότερο τους υγιείς σε σχέση με τους μονοποδικούς.



ΣΧΗΜΑ 12.25 Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον (εγκάρσιο) άξονα X ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς. Το \* συμβολίζει  $p \leq 0,05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.



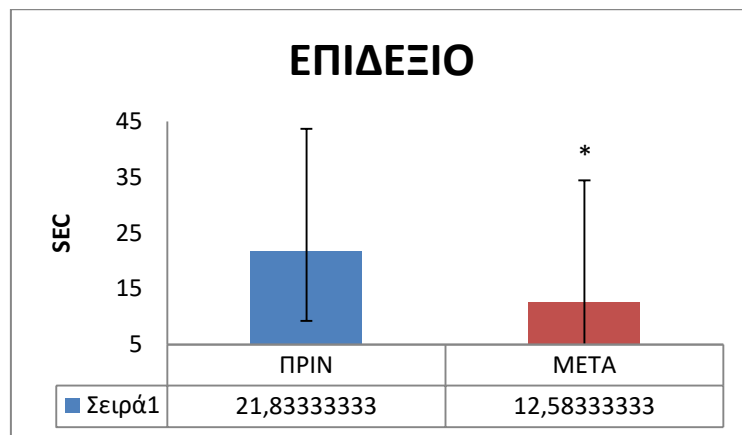
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0144$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS μεταξύ των υπό-ομάδων των υγιών ατόμων σε σχέση με τους μονοποδικούς πριν και μετά την παρέμβαση και για τα δυο άκρα. Φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS περισσότερο τους υγιείς σε σχέση με τους μονοποδικούς.



ΣΧΗΜΑ 12.26 Τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στην μεταβλητή ABS ανάμεσα στους μονοποδικούς και τους υγιείς. Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

## 12.5 Αποτελεσματα Αξιολογήσης μονοποδικής στηριξης εκτος δυναμοδαπεδου

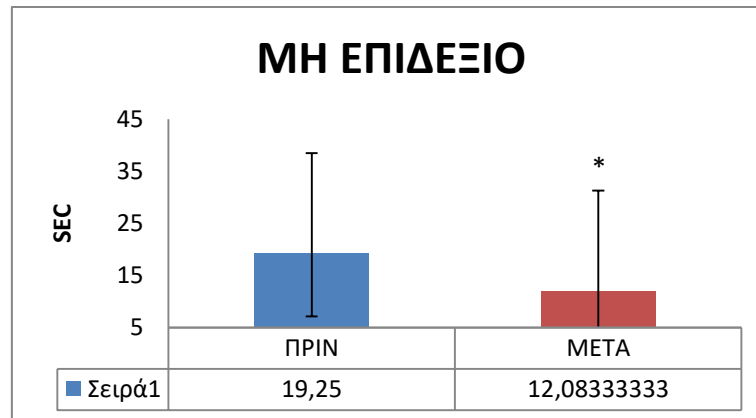
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,00067$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την υπό-ομάδα των υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το επιδέξιο άκρο. Φαίνεται πως στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στο επιδέξιο πόδι πριν την εμβύθιση πάρα μετά την παρέμβαση.



ΣΧΗΜΑ 12.27 Υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το επιδέξιο άκρο.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

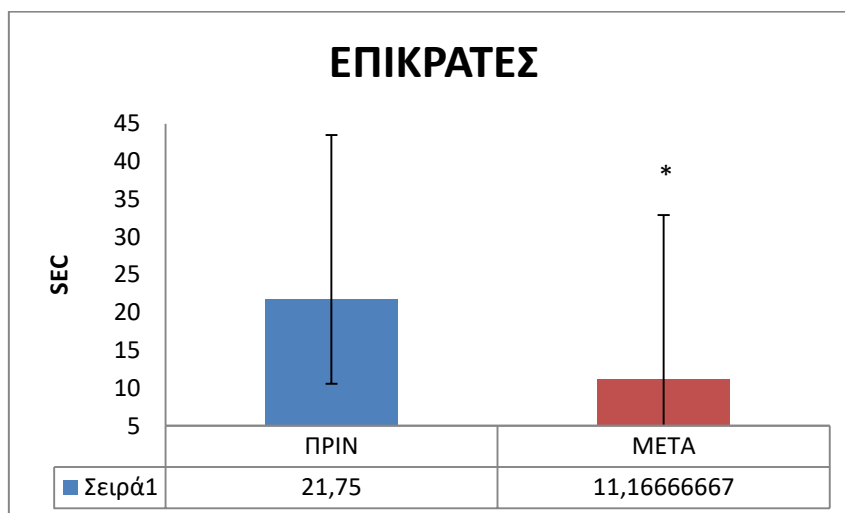
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0032$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την υπό-ομάδα των υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το μη επιδέξιο άκρο. Φαίνεται πως στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στο μη επιδέξιο πόδι πριν την εμπύθιση πάρα μετά την παρέμβαση.



ΣΧΗΜΑ 12.28 Υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το μη επιδέξιο άκρο.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμπύθιση.

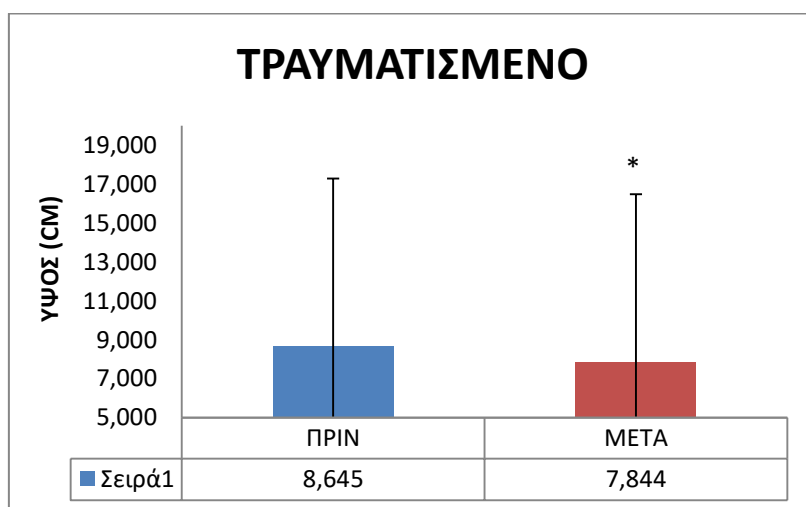
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,000457$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την υπό-ομάδα των διποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά την παρέμβαση για το επικρατές άκρο. Φαίνεται πως στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στο επικρατές άκρο πριν την εμβύθιση πάρα μετά.



ΣΧΗΜΑ 12.29 Διποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά την παρέμβαση για το επικρατές άκρο.  
Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

## 12.6 Αποτελέσματα αξιολόγησης μονοποδικών αλμάτων σε ηλεκτρονικό τάπητα

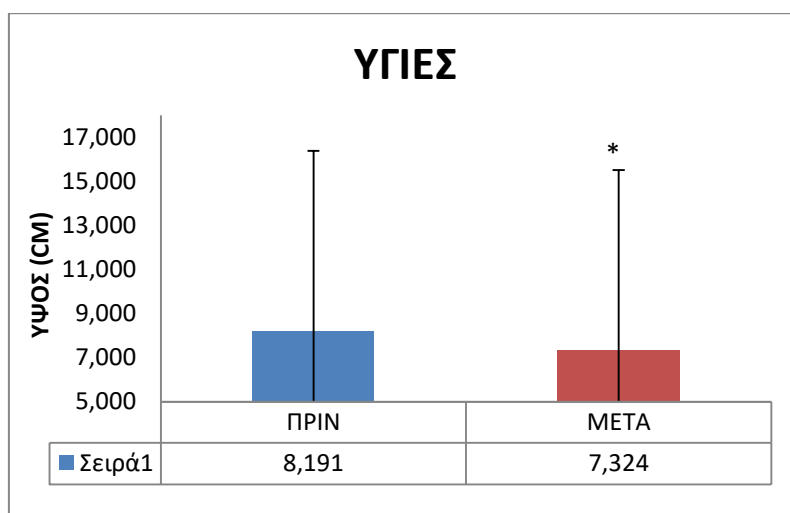
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0041$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την υπό-ομάδα των μονοποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το τραυματισμένο άκρο. Φαίνεται πως στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στο τραυματισμένο πόδι των μονοποδικών ατόμων πριν την παρέμβαση σε σχέση με το μετά.



ΣΧΗΜΑ 12.30 Μονοποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το τραυματισμένο άκρο.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

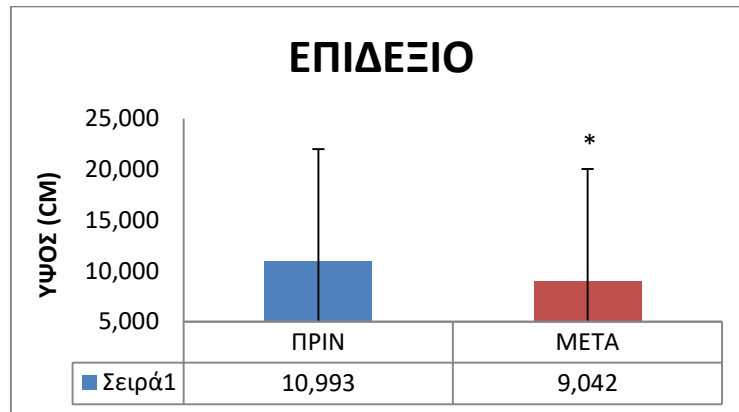
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,000605$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την υπό-ομάδα των μονοποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το υγιές άκρο. Φαίνεται πως στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στο υγιές πόδι των μονοποδικών ατόμων πριν την παρέμβαση σε σχέση με το μετά.



ΣΧΗΜΑ 12.31 Μονοποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το υγιές άκρο.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμπύθιση.

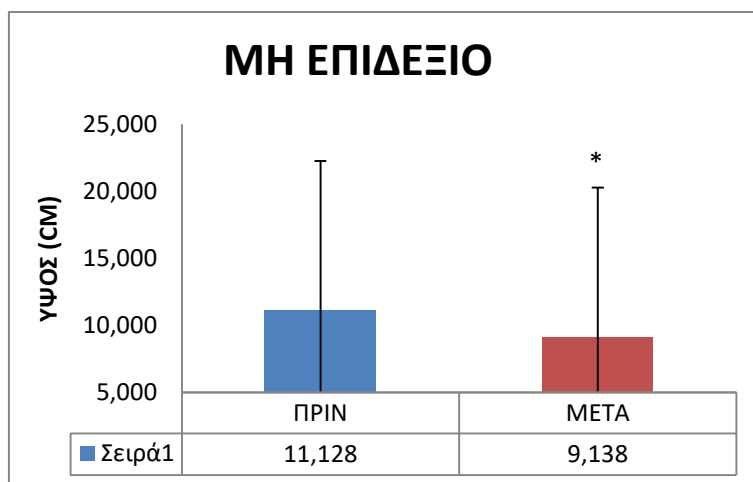
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,00796$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την υπό-ομάδα των υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το επιδέξιο άκρο. Φαίνεται πως στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στο επιδέξιο άκρο πριν την παρέμβαση σε σχέση με το μετά.



ΣΧΗΜΑ 12.32 Υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το επιδέξιο άκρο.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0174$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την υπό-ομάδα των υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το μη επιδέξιο άκρο. Φαίνεται πως στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στο μη επιδέξιο άκρο πριν την παρέμβαση σε σχέση με το μετά.

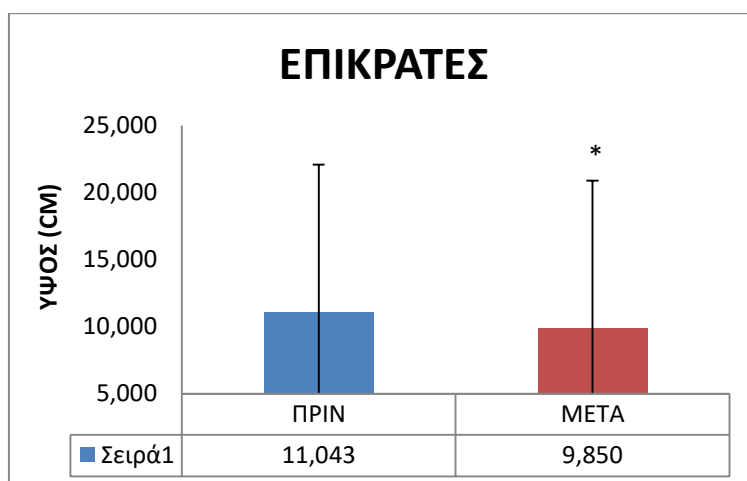


ΣΧΗΜΑ 12.33 Υγιών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το μη επιδέξιο άκρο.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμβύθιση.



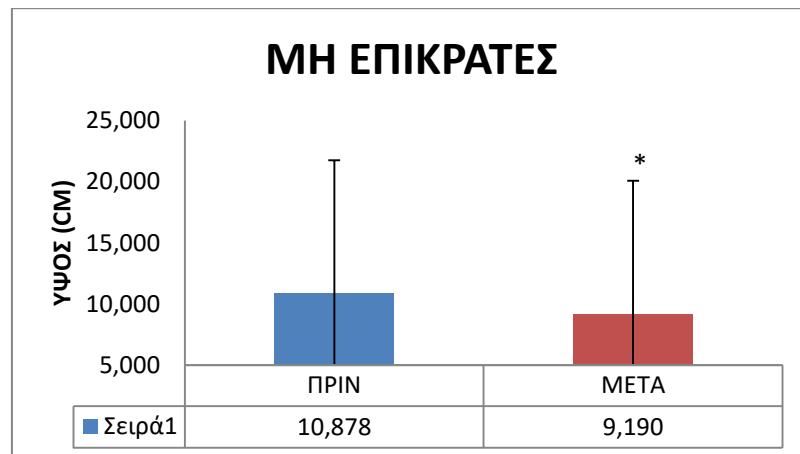
Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,000106$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την υπό-ομάδα των διποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το επικρατές άκρο σε σχέση με την πάθηση. Φαίνεται πως στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στο επικρατές άκρο πριν την παρέμβαση σε σχέση με το μετά.



ΣΧΗΜΑ 12.34 Διποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το επικρατές άκρο.

Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμπύθιση.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p= 0,0190$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την υπό-ομάδα των διποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης για το μη επικρατές άκρο σε σχέση με την πάθηση. Φαίνεται πως στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάστηκε στο επικρατές άκρο πριν την παρέμβαση σε σχέση με το μετά.



ΣΧΗΜΑ 12.35 Διποδικών ατόμων μεταξύ των τιμών πριν και μετά της παρέμβασης. Το \* συμβολίζει  $p \leq 0.05$  μεταξύ πριν και μετά την εμπύθιση.

## 12.7 Συζήτηση - Συμπεράσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που διατυπώθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο απαντήθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα που είχαν τεθεί εξαρχής. Ένα από τα κύρια ερωτήματα ήταν αν η δοκιμασία εμβύθισης σε παγωμένο νερό που υποβλήθηκαν οι δοκιμαζόμενοι είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της ισορροπιστικής ικανότητας και νευρομυϊκής απόδοσης καθώς δεν είχε εφαρμοστεί παρόμοιος τρόπος σε καμία σχετική έρευνα. Η επίδραση της παρέμβασης της εμβύθισης στην νευρομυϊκή (βραχυπρόθεσμη) απόδοση αξιολογήθηκε επιπλέον με το αξιόπιστο εργαλείο μέτρησης Chronojump (Παναγή & Σόντη, 2018). Η δοκιμασία αξιολόγησης βραχυπρόθεσμης απόδοσης με μονοποδικά άλματα έδειξε πως η μείωση της απόδοσης μέσω της εμβύθισης σε κρύο νερό επετεύχθη καθώς το ύψος του μονοποδικού άλματος μειώθηκε σημαντικά σε όλες τις ομάδες μετά την διαδικασία της παρέμβασης, ανεξάρτητα από το ιστορικό συνδεσμικού τραυματισμού, με στατιστικά σημαντική διαφορά.

Το κυρίαρχο ερευνητικό ερώτημα ήταν εάν η παρέμβαση 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 εμβύθιση σε κρύο νερό, οπότε η μείωση της νευρομυϊκής απόδοσης ήταν επιτυχής.

Η ισορροπιστική ικανότητα με μονοποδική στήριξη μετρήθηκε τόσο εντός όσο και εκτός δυναμοδαπέδου 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 εκτός δυναμοδαπέδου η επίδραση της παρέμβασης ήταν καθοριστική στις ομάδες των υγιών και των διποδικών ατόμων με στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση. Συγκεκριμένα, η μεγαλύτερη μείωση σε χρόνο παρουσιάστηκε στην ομάδα των διποδικών ατόμων στο επικρατές άκρο. Καμία στατιστικός σημαντική διαφορά δεν εμφανίστηκε στην ομάδα των μονοποδικών ατόμων.

Στην ισορροπιστική ικανότητα με διποδική στήριξη εντός του δυναμοδαπέδου με κλειστά βρέθηκε ότι η επίδραση της εμπύθισης ήταν καθοριστική σε όλες τις ομάδες με στατιστικά σημαντική διαφορά μικρότερη του  $p=0.05$ . Στην ανάλυση των αποτελεσμάτων της ισορροπιστικής ικανότητας με κλειστά μάτια η επίδραση της παρέμβασης ήταν καθοριστική στην ομάδα των υγιών ατόμων ενώ αυξήθηκε στην ομάδα των μονοποδικών και στην σύγκριση ανάμεσα στις ομάδες βρέθηκε ότι η επίδραση της εμπύθισης ήταν καθοριστική ανάμεσα στις ομάδες των μονοποδικών και των υγιών ατόμων με μεγαλύτερη επίδραση στους μονοποδικούς.

Όσον αφορά στην ισορροπιστική ικανότητα στο δυναμοδάπεδο με μονοποδική στήριξη η επίδραση της εμπύθισης ήταν καθοριστική σχεδόν σε όλες τις ομάδες με στατιστικά σημαντική διαφορά μικρότερη του  $p=0,05$ . Για την ομάδα των μονοποδικών ατόμων η παρέμβαση της εμπύθισης επηρέασε θετικά τόσο μεταξύ των ποδιών πριν και μετά την παρέμβαση όσο και στην σύγκριση ανάμεσα στο τραυματισμένο και το υγιές τους άκρο. Το ίδιο ισχύει και για τις υπόλοιπες κατηγορίες δηλαδή των υγιών και των διποδικών ατόμων.

Πιο συγκεκριμένα στο ερώτημα εάν η παρέμβαση της εμπύθισης έφερε μείωση στην βραχυπρόθεσμη απόδοση όπως ήταν φυσιολογικό παρουσιάστηκε μείωση του ύψους του μονοποδικού άλματος σε όλες τις ομάδες με στατιστικά σημαντική διαφορά λιγότερο από  $p=0,05$ . Στην ομάδα των μονοποδικών διαστρεμμάτων το τραυματισμένο πόδι παρουσίασε μείωση 0,801 cm μετά την παρέμβαση της εμπύθισης σε σχέση με πριν με στατιστικά σημαντική διαφορά το  $p=0,0041$ . Το υγιές πόδι των μονοποδικών ατόμων παρουσίασε μείωση 0,867 cm μετά την παρέμβαση της εμπύθισης σε σχέση με πριν με στατιστικά σημαντική διαφορά το  $p=0,000605$ . Έπειτα στην ομάδα των υγιών ατόμων το επιδέξιο άκρο παρουσίασε μείωση 1,951 cm μετά την εμπύθιση σε σχέση με πριν με στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση το  $p=0,00769$ . Το μη επιδέξιο άκρο των υγιών ατόμων παρουσίασε μείωση 1,99 cm μετά την παρέμβαση της εμπύθισης σε σχέση με πριν με στατιστικά σημαντική διαφορά το  $p=0,0174$ . Τέλος στην ομάδα των διποδικών διαστρεμμάτων το επικρατές ως προς την πάθηση άκρο παρουσίασε μείωση 1,193 cm μετά την παρέμβαση της εμπύθισης σε σχέση με πριν με στατιστικά σημαντική διαφορά το  $p=0,000106$ . Ενώ το μη επικρατές άκρο παρουσίασε μείωση 1,688 cm μετά την παρέμβαση της εμπύθισης σε σχέση με πριν με στατιστικά σημαντική διαφορά το  $p=0,0190$ .

Στην ισορροπιστική ικανότητα με μονοποδική στήριξη (Single Leg Balance test) με κλειστά μάτια, χρησιμοποιώντας χρονόμετρο, η επίδραση της εμβύθισης ήταν καθοριστική σε όλες τις ομάδες με στατιστικά σημαντική διαφορά πολύ μικρότερη του 0.05.

Στο ερώτημα εάν η εμβύθιση έφερε μείωση στον χρόνο στήριξης των δοκιμαζόμενων σε μονοποδική στήριξη με κλειστά μάτια εκτός δυναμοδαπέδου βρέθηκε ότι στην ομάδα των υγιών ατόμων για το επιδέξιο άκρο μειώθηκε κατά 9,25 sec μετά την εμβύθιση σε σχέση με πριν με στατιστικά σημαντική διαφορά το  $p=0,00067$ .

Το μη επιδέξιο άκρο των υγιών ατόμων μειώθηκε ο χρόνος στήριξης κατά 7,167 sec μετά την εμβύθιση σε σχέση με πριν με στατιστικά σημαντική διαφορά το  $p=0.0032$ .

Τέλος για την ομάδα των διποδικών ατόμων το επικρατές άκρο μειώθηκε 10,59 sec μετά την εμβύθιση σε σχέση με πριν με στατιστικά σημαντική διαφορά το  $p=0,000457$ .

Όσο αφορά τώρα την ισορροπιστική ικανότητα με διποδική στήριξη εντός δυναμοδαπέδου με κλειστά μάτια βρέθηκε ότι η επίδραση της εμβύθισης ήταν καθοριστική στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα και στην ομάδα των υγιών ατόμων. Στην ομάδα με τα μονοποδικά διαστρέμματα, στην σύγκριση και των δύο κάτω άκρων πριν και μετά την εμβύθιση, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p \leq 0.05$ ) στην τυπική απόκλιση της ταχύτητας στον εγκάρσιο άξονα X ( $p=0,0228$ ), και στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ( $p=0.0327$ ) καθώς και στην συνολική απόσταση της μετατόπισης του κέντρου πίεσης ( $p=0.0527$ ) και την τυπική απόκλιση της ταχύτητας απόστασης μετατόπισης κέντρου πίεσης ( $p=0.0335$ ). Εδώ υπήρξε αύξηση των τιμών μετά την εμβύθιση οπότε είχαμε αρνητικό αποτέλεσμα. Στην ομάδα των υγιών ατόμων, στην σύγκριση και των δύο κάτω άκρων πριν και μετά την εμβύθιση, υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p \leq 0.05$ ) μόνο στην μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ( $p=0,0415$ ). Εδώ παρατηρήθηκε μείωση των τιμών μετά την παρέμβαση της εμβύθισης που είναι θετικό αποτέλεσμα.

Τέλος, στην σύγκριση ανάμεσα στις ομάδες βρέθηκε ότι η επίδραση της εμβύθισης ήταν καθοριστική ανάμεσα στις ομάδες των μονοποδικών και των υγιών ατόμων. Υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p \leq 0.05$ ) στο κέντρο πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ( $p=0.0157$ , 0.299-0.331), στην συνολική απόσταση μετατόπισης του κέντρου πίεσης ( $p=0,00314$ , 0.256-0.367), στην τυπική απόκλιση συνολικής απόστασης μετατόπισης του κέντρου πίεσης ( $p=0,00335$ , 0.02-0.06), στην τυπική απόκλιση ταχύτητας στον εγκάρσιο άξονα X ( $p=0,0488$ , 0.131-0.191) και

τέλος στην τυπική απόκλιση συνολικής απόστασης μετατόπισης του κέντρου πίεσης ( $p=0.0144, 0.131-0.316$ ). Έτσι λοιπόν παρατηρούμε ότι επηρεάστηκε περισσότερο η ομάδα των μονοποδικών διαστρεμμάτων σε σχέση με τους υγιείς.

Τέλος, όσο αφορά την ισορροπιστική ικανότητα με μονοποδική στήριξη (Single Leg Balance test) εντός του δυναμοδαπέδου, η επίδραση της εμβύθισης ήταν καθοριστική σε όλες τις ομάδες με στατιστικά σημαντική διαφορά πολύ μικρότερη του 0.05.

Συγκεκριμένα, στην ομάδα των μονοποδικών ατόμων το υγιές άκρο πριν και μετά την παρέμβαση της εμβύθισης υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p\leq 0.05$ ) στην μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον εγκάρσιο άξονα X ( $p=0,0171$ ), στην συνολική απόσταση μετατόπισης του κέντρου πίεσης ( $p=0,0139$ ). Είχαμε μείωση των τιμών μετά την εμβύθιση δηλαδή θετικό αποτέλεσμα. Στην ομάδα των υγιών ατόμων το επιδέξιο άκρο μετά την παρέμβαση της εμβύθισης υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p\leq 0.05$ ) πριν και μετά στην τυπική απόκλιση μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον εγκάρσιο άξονα X ( $p=0,0176$ ), στην ταχύτητα μετατόπισης της απόστασης του κέντρου πίεσης ( $p=0,0115$ ). Εδώ είχαμε αύξηση των τιμών μετά την παρέμβαση της εμβύθισης οπότε είναι ένα αρνητικό αποτέλεσμα. Στην ομάδα των διποδικών ατόμων στο επικρατές άκρο υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p\leq 0.05$ ) στην ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ( $p=0,0487$ ). Εδώ έχουμε αύξηση των τιμών μετά την παρέμβαση της εμβύθισης που είναι ένα αρνητικό αποτέλεσμα. Στην ομάδα των διποδικών ατόμων στο μη επικρατές άκρο παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p\leq 0.05$ ) στην συνολική μετατόπιση της απόστασης του κέντρου πίεσης ( $p=0.0584$ ) όπου είχαμε μία μείωση των τιμών μετά την παρέμβαση, στην ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ( $p=0,0220$ ) όπου είχαμε μία αύξηση των τιμών μετά την παρέμβαση, στην τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ( $p=0,0346$ ) όπου δεν μεταβλήθηκε καθόλου η τιμή μετά την εμβύθιση.

Στην συνέχεια στην ομάδα των μονοποδικών ατόμων στην σύγκριση μεταξύ τραυματισμένου και υγιούς ποδιού υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p\leq 0.05$ ) στην τυπική απόκλιση μετατόπισης της απόστασης του κέντρου πίεσης ( $p=0,0502, 0,021-0,022$ ) όπου όπως ήταν λογικό υπήρξε μεγαλύτερη επίδραση στο τραυματισμένο άκρο σε σχέση με το υγιές άκρο. Στην ομάδα των διποδικών ατόμων στην σύγκριση μεταξύ επικρατούς και μη επικρατούς άκρου υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p\leq 0.05$ ) στην ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον

εγκάρσιο άξονα X ( $p=0,0420$ ) όπου μικρότερη τιμή όπως ήταν λογικό παρατηρήθηκε στο επικρατές άκρο σε σχέση με το μη επικρατές. ( $0,0028, -0,00080$ ).

Στην σύγκριση ανάμεσα στις ομάδες βρέθηκε ότι η επίδραση της εμπύθισης ήταν καθοριστική ανάμεσα στις ομάδες των μονοποδικών και των διποδικών ατόμων. Συγκεκριμένα στην σύγκριση ανάμεσα στο τραυματισμένο και το επικρατές άκρο υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p\leq 0.05$ ) στην ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον εγκάρσιο άξονα X ( $p=0,0365$ ) και στην τυπική απόκλιση της ταχύτητας μετατόπισης στον εγκάρσιο άξονα X ( $p=0,0355$ ). Εδώ παρατηρήθηκε ότι το επικρατές άκρο επηρεάστηκε περισσότερο σε σχέση με το τραυματισμένο άκρο. ( $0,1276, -0,0437$ ).

Στην σύγκριση ανάμεσα στις ομάδες βρέθηκε ότι η επίδραση της εμπύθισης ήταν καθοριστική ανάμεσα στις ομάδες των μονοποδικών και των υγιών ατόμων. Συγκεκριμένα στην σύγκριση ανάμεσα στο υγιές και το μη επιδέξιο υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p\leq 0.05$ ) στην μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ( $p=0,0108$ ) και στην συνολική μετατόπιση της απόστασης του κέντρου πίεσης ( $p=0,0255$ ). Στην συγκεκριμένη παράμετρο παρατηρήθηκε ότι επηρεάστηκε περισσότερο το υγιές άκρο σε σχέση με το μη επιδέξιο.

Τέλος, στην σύγκριση ανάμεσα στις ομάδες βρέθηκε ότι η επίδραση της εμπύθισης ήταν καθοριστική ανάμεσα στις ομάδες των υγιών και των διποδικών ατόμων. Συγκεκριμένα στην σύγκριση του μη επιδέξιου με το μη επικρατούς άκρου υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p\leq 0.05$ ) στην ταχύτητα μετατόπισης της απόστασης του κέντρου πίεσης ( $p=0,0578$ ) και στην τυπική απόκλιση ταχύτητας μετατόπισης του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y ( $p=0,0105$ ). Στην συγκεκριμένη παράμετρο παρατηρήθηκε ότι επηρεάστηκε περισσότερο το μη επιδέξιο άκρο σε σχέση με το μη επικρατές.

Συνοψίζοντας λοιπόν στην βραχυπρόθεσμη απόδοση μετά από την διαδικασία της εμπύθισης υπήρξε μείωση της απόστασης του άλματος σε όλες τις κατηγορίες όπως και στην ισορροπιστική ικανότητα μέσω της μονοποδικής στήριξης εκτός δυναμοδαπέδου που υπήρξε μείωση στον χρόνο στήριξης στην ομάδα των μονοποδικών διαστρεμμάτων και για τα δύο άκρα καθώς και στην ομάδα των διποδικών διαστρεμμάτων για το επικρατές άκρο. Όσο αφορά στην ισορροπιστική ικανότητα μέσω της διποδικής στήριξης εντός δυναμοδαπέδου φαίνεται ότι επηρεάστηκαν περισσότερο οι μονοποδικοί ομάδα στην οποία είχαμε αρνητικά αποτελέσματα διότι οι τιμές αυξήθηκαν μετά την εμπύθιση στην σύγκριση των δυο

κάτω άκρων. Όσο αφορά την ομάδα των υγιών ατόμων στην σύγκριση των δυο κάτω άκρων είχαμε θετικά αποτελέσματα με την εφαρμογή του πάγου διότι μειώθηκε η τιμή μετά την εμβύθιση. Τέλος, όσο αφορά στην σύγκριση ανάμεσα στις ομάδες βρέθηκε ότι επηρεάστηκαν περισσότερο οι μονοποδικοί σε σχέση με τους υγιείς δηλαδή είχαν μικρότερα νούμερα. Όσο αφορά στην ισορροπιστική ικανότητα με μονοποδική στήριξη εντός δυναμοδαπέδου φαίνεται πως η παρέμβαση της εμβύθισης επηρέασε την ομάδα των μονοποδικών ατόμων το υγιές άκρο το οποίο είχε θετικά αποτελέσματα διότι μειώθηκε η τιμή μετά την εμβύθιση. Στην ομάδα των υγιών ατόμων επηρεάστηκε το επιδέξιο άκρο το οποίο είχε αρνητικό αποτέλεσμα διότι αυξήθηκε η τιμή του μετά την εμβύθιση. Στην ομάδα των διποδικών ατόμων επηρεάστηκε το επικρατές άκρο αρνητικά διότι αυξήθηκε η τιμή μετά την εμβύθιση. Στην συνέχεια στην σύγκριση μεταξύ τραυματισμένου και υγιούς μικρότερη τιμή εμφάνισε το τραυματισμένο άκρο όπως και στην ομάδα των διποδικών μικρότερη τιμή εμφάνισε το επικρατές άκρο. Ανάμεσα τώρα στις κατηγορίες στην σύγκριση μονοποδικών και διποδικών περισσότερο επηρεάστηκε το επικρατές άκρο των διποδικών. Στην σύγκριση μεταξύ μονοποδικών και υγιών ατόμων επηρεάστηκε περισσότερο το υγιές άκρο των μονοποδικών. Τέλος, στην σύγκριση ανάμεσα στους υγιείς και τους διποδικούς περισσότερο επηρεάστηκε το μη επιδέξιο άκρο.

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.

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.

Ός προς την στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στα αποτελέσματα, ένα μεγαλύτερο δείγμα θα μπορούσε να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα λάθους και θα αποτύπωνε χωρίς αποκλίσεις πιο εμπειρισταωμένα 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 ακολουθούνταν 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



μετρούμενη παράμετρο την μετατόπιση 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 διαδικασία της εμβύθισης 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 το εάν υπάρχει σημαντική διαφορά πριν και μετά το φυσικοθεραπευτικό πρόγραμμα αποκατάστασης καθώς και η μεταξύ τους διαφοροποίηση μετά την συνθήκη εμβύθισης, δίνοντας επιπρόσθετα ποσοστά επανεμφάνισης της κάκωσης έπειτα από ένα χρονικό διάστημα 6-12 μηνών.

Καταλήγοντας, για να απαντήσουμε στο κύριο θέμα της εργασίας μας δηλαδή εάν η ισορροπιστική ικανότητα επηρεάζεται από την παρέμβαση της εμβύθισης στα άτομα με ιστορικό συνδεσμικού τραυματισμού στην ποδοκνημική άρθρωση μετά από την σύγκριση που κάναμε στις κατηγορίες βρήκαμε ότι παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p=0,0365$ ) και από τον έλεγχο T-Test ( $p=0,0355$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης μεταξύ των ομάδων του τραυματισμένου άκρου των

μονοποδικων ατόμων σε σχέση με το επικρατές άκρο ως προς την πάθηση για τους διποδικούς. Στη συνέχεια από την σύγκριση ανάμεσα στις ομάδες του υγιούς ποδιού των μονοποδικών ατόμων σε σχέση με το μη επιδέξιο των υγιών ατόμων παρουσιάζονται η στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p=0,0108$ ) και από τον έλεγχο T-Test ( $p=0,0255$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την μετατόπιση του κέντρου πίεσης στον προσθιοπίσθιο άξονα Y και για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την συνολική μετατόπιση του κέντρου πίεσης. Τέλος στην τελευταία σύγκριση μεταξύ των ομάδων βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση που προκύπτει από τον έλεγχο T-Test ( $p=0,0578$ ) για τις μετρήσεις σε ότι αφορά την ταχύτητα μετατόπισης του κέντρου πίεσης ανάμεσα στις ομάδες του μη επιδέξιου ποδιού των υγιών ατόμων σε σχέση με το μη επικρατές πόδι των ατομων που ειχαν υποστει διάστρεμμα αμφοτερόπλευρα. Έτσι λοιπον καταληγουμε ότι η επίδραση της ψύξης επιδρά αρνητικά στην ισορροπιστική ικανότητα και στην βραχυπρόθεσμη απόδοση. Δεν υπάρχει άλλη έρευνα που να συγκρίνει όλες τις παραμέτρους όπως η δική μας κι γι αυτό δεν υπάρχει σχετική βιβλιογραφική αναφορά.

# Κεφάλαιο 13. Παράρτημα

## 13.1 Έντυπο συγκατάθεσης

**Έντυπο συγκατάθεσης:** Η έρευνα στην οποία πρόκειται να προσυπογράψετε την εθελοντική σας συμμετοχή, αποτελεί ερευνητική πτυχιακή εργασία στα πλαίσια των προπτυχιακών σπουδών μας 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 την περίμετρο των μυών της γαστροκνημίας καθώς η συμμετοχή σας στις παραπάνω μετρήσεις, δεν εγκυμονούν κανένα απολύτως κίνδυνο για τη σωματικής σας ακεραιότητα.

**Εξοικείωση και Κύριες Πειραματικές Μετρήσεις:** Πριν από την έναρξη των κύριων πειραματικών μετρήσεων θα πραγματοποιηθεί μια συνάντηση ώστε να γίνει η εξοικείωση για τις δοκιμασίες αξιολόγησης της ισορροπιστικής ικανότητας για τον κάθε δοκιμαζόμενο. Η συμμετοχή σας στην πειραματική διαδικασία απαιτεί 1 συνολικά επίσκεψη στο εργαστήριο Εμβιομηχανικής του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Κατά την πραγματοποίηση των κύριων πειραματικών μετρήσεων, θα σας ζητηθεί να εκτελέσετε: μια διαδικασία αξιολόγησης της ισορροπίας στο δυναμοδάπεδο με μονοποδική στήριξη, μια διαδικασία αξιολόγησης της ισορροπίας εκτός δυναμοδάπεδου με μονοποδική στήριξη, μια διαδικασία αξιολόγησης της ισορροπίας εντός του δυναμοδάπεδου με διποδική στήριξη και μια διαδικασία αξιολόγησης μονοποδικών αλμάτων σε ηλεκτρονικό τάπητα. Στην συνέχεια, θα γίνει εμβύθιση και των δυο άκρων σε δοχείο για 15 λεπτά σε θερμοκρασία  $10\text{C}\pm 2\text{C}$ . Τέλος, θα γίνει επαναξιολόγηση του κάθε δοκιμαζόμενου με επανάληψη των προ-εμβύθισης διαδικασιών. Θα πραγματοποιηθούν τόσο πριν όσο και μετά την διαδικασία εμβύθισης σε παγωμένο νερό τα παρακάτω:

1. **Αξιολόγηση μονοποδικής στήριξης εντός δυναμοδάπεδου:** Εκτέλεση μονοποδικής στήριξης 2 επαναλήψεων των 15'' για το κάθε άκρο.
2. **Αξιολόγηση μονοποδικής στήριξης εκτός δυναμοδάπεδου με κλειστά τα μάτια :** Εκτέλεση μονοποδικής στήριξης 1 επανάληψης μέχρι 30'' για το κάθε άκρο με χρονόμετρο χειρός.
3. **Αξιολόγηση διποδικής στήριξης εντός δυναμοδάπεδου :** Εκτέλεση διποδικής στήριξης 2 επαναλήψεων των 30''.
4. **Αξιολόγηση μονοποδικών αλμάτων σε ηλεκτρονικό τάπητα:** Εκτέλεση 5 μονοποδικών αλμάτων για το κάθε άκρο,
5. **Παρέμβαση εμβύθισης:** Εμβύθιση των κάτω άκρων σε δοχείο για 15' σε θερμοκρασία  $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

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 είμαστε στη διάθεσή σας.

*Σας ευχαριστούμε πολύ Παναγιώτης Γκρίλιας, PT, MSc, PhD (Can.), Παπαθανασίου Αικατερίνη, Φώτης Νικόλαος.*

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

## 13.2 Ερωτηματολόγιο πλευρίωσης

### Ερωτηματολόγιο WFQ-R (Greek) (Ελληνική Έκδοση)

#### ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ

Το ερωτηματολόγιο αυτό έχει αναπτυχθεί με σκοπό την αξιολόγηση της πλευρίωσης του κάτω άκρου, δηλαδή ποιο άκρο χρησιμοποιείται για συγκεκριμένες δραστηριότητες. Παρακαλούμε απαντήστε σε κάθε μια από τις στο κάτω κριτήριο επιλέγοντας μια απάντηση που περιγράφει καλύτερα την χρήση του κάθε άκρου για διάφορες δραστηριότητες. Για κάθε ερώτηση πιθανόν οι σας αντιπροσωπεύουν περισσότερο από μία απαντήσεις αλλά παρακαλούμε επιλέξτε **μόνο** την απάντηση που σας αντιπροσωπεύει καλύτερα.

1. Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσατε για να κλωτσάσετε μια ακίνητη μπάλα σε έναν στόχο ευθεία μπροστά σας;

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

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

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

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

-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Είςαι 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 χρησιμοποιούσατε;

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

#### WFQ-R-GREEK

Translated into Greek by: Kaprál, E.; Stamatós, G.; Billis, P.; Strimpragos, N.; Athanasopoulos, S.

Technological Educational Institute (T.E.I.) of Lavria, Department of Physiotherapy, Lavria, Greece

Sports Physiotherapy Laboratory, Department of Sports Medicine and Biology of Exercise, National & Kapodistrian University of Athens, Greece

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

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

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

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

#### ΟΜΦΙΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ

Το κριτηριολόγιο αυτό αποτελείται από 10 κριτήρια στα οποία ο αθλοζώντιος καλείται να απαντήσει προφορικά. Το κάθε κριτήριο αναφέρεται σε μια δραστηριότητα και ο αθλοζώντιος 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 κριτήρια (κριτήρια 1, 3, 5, 7 και 9) αξιολογούν την προτίμηση χρησιμοποίησης του ενός κάτω άκρου για τον επιδίωξη κεραικό ενός αντικειμένου (όπως η κλεψά μιας μπάλας, η ανάμειξη ενός μίγματος με το πόδι κλπ) και το άθροισμα των απαντήσεων αποδίδει βαθμολογία πλευρικής κίνησης WFO<sub>κ</sub> (stability), λαμβάνοντας τμής από -10 έως +10. Τα υπόλοιπα κριτήρια (κριτήρια 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 ράχη του αθροαδράξιου κλπ) και το άθροισμα των απαντήσεων αποδίδει βαθμολογία πλευρικής σταθεροποίησης WFO<sub>σ</sub> (stability), λαμβάνοντας τμής από -10 έως +10. Άρα τα οποία έχουν θετικό άθροισμα απαντήσεων θεωρούνται άτομα με δεξιά πλευρική κάτω άκρου, ενώ άτομα τα οποία έχουν αρνητικό άθροισμα απαντήσεων θεωρούνται άτομα με αριστερή πλευρική κάτω άκρου.

<b>WFO<sub>κ</sub></b>
Τελική βαθμολογία (-20 έως +20)
<b>WFO<sub>σ</sub></b>
Τελική βαθμολογία (-10 έως +10)
<b>WFO<sub>α</sub></b>
Τελική βαθμολογία (-10 έως +10)

#### WFO-GREEK

Translated into Greek by: Kaprili, E.; Savridis, G.; Billis, V.; Sotiropoulos, N.; Athanasiopoulos, 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, Greece

## **Βιβλιογραφία**

1. Barbara J. Hoogenboom, Michael L. Voight, William E. Prentice, 2016. Φυσικοθεραπευτικές Παρεμβάσεις στο Μυοσκελετικό Σύστημα – Τεχνικές για θεραπευτικές ασκήσεις. Μετάφραση – Επιμέλεια από Γεωργούδης Γ. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας.
2. Hamilton, N., 2003, Κινησιολογία - Επιστημονική βάση της ανθρώπινης κίνησης. Παρισιανού Α.Ε. Επιστημονικές εκδόσεις.
3. Richard L. Drake, Wayne Vogl, Adam W. Mitchell, 2006. Gray's Ανατομία. Μετάφραση – Επιμέλεια από Σκανδαλάκης Π. Broken Hill Publishers LTD.
4. S. Brent Brotzman, Robert C. Manske, 2015. Ορθοπεδική Αποκατάσταση στην Κλινική Πράξη. Μετάφραση – Επιμέλεια από Γεωργούδης Γ. Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας.
5. Werner Platzer, 2009. Εγχειρίδιο Περιγραφικής Ανατομικής – Κινητικό Σύστημα. Μετάφραση – Επιμέλεια από Αρβανίτης Δ. Broken Hill Publishers LTD.
6. Κωνσταντίνος Α. Φουσέκης, 2015. Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία. Broken Hill Publishers LTD.

## **Αρθρογραφία**

1. Algafly A. George K., 2007. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. British Journal of Sports Medicine. 41: 365-369.
2. Bleackley C., McDonough S., McAuley D., 2006. Cryotherapy for Acute Ankle Sprains: A Randomized Controlled Study of Two Different Icing Protocols. British Journal of Sports Medicine. 40: 700-705.
3. Booth J., Marino F., Ward J., 1997. Improved running performance in hot humid conditions following whole body precooling. Medicine and Science in Sports Exercise. 29(7): 943-9.
4. Cornwall M., Murrell P., 1991. Postural sway following inversion sprain of the ankle. Journal of the American Podiatric Medical Association. 81(5): 243-7.

5. Costello, J., Donnelly, A., 2010. Cryotherapy and Joint Position Sense in Healthy Participants: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*. 45(3): 306-316.
6. Coughlan G., Fullam K., Delahunt E., Gissane C., Caulfield B., 2012. A Comparison Between Performance on Selected Directions of the Star Excursion Balance Test and the Y Balance Test. *Journal of Athletic Training*. 47(4): 366-371.
7. Deal N., Tipton J., Rosencrance E., Curi W., Smith T., 2002. Ice reduce edema. A study of microvascular permeability in rats. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 84(9): 1573-1578.
8. Diener H., Dichgans J., Guschlbauer B., 1985. Role of visual and static vestibular influences on dynamic posture control. *Human Neurobiology*. 5: 105-113.
9. Douglas M., Bivens S., Pesterfield J., Clemson N., Castle W., Sole G., Wassinger C., 2013. Immediate effect of cryotherapy on static and dynamic balance. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 8(1): 9-14.
10. Drust B., Cable N., Reilly., 2000. Investigation of the effects of the pre-cooling on the physiological responses to soccer-specific intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*. 81(1-2): 11-7.
11. Duffield, R., Green, R., Castle, P., Maxwell, N., 2010, Precooling Can Prevent the Reduction of Self-Paced Exercise Intensity in the Heat. *Medicine and Science in Sports Exercise*. 577-584.
12. Flores A., 1992. Objective measures of standing balance. *Neurology report*. *Journal Am Physical Therapy Association*. 15(1): 17-21.
13. Freeman M., 1955. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surgery British*. 47: 578-585.
14. Fukuchi C., Duarte M., Stefanyshyn D., 2014. Postural sway following cryotherapy in healthy adults. *Gait posture*. 40(1): 262-5.
15. Fullam K., Caulfield B., Coughlan G., McGroarty M., Delahunt E., 2015. Dynamic Postural Stability Deficits After Cryotherapy to the Ankle Joint. *Journal of Athletic Training*. 50(9): 893-904.
16. Gribble P., Sarah K., Refshaugk K., Hiller C., 2013. Interrater Reliability of the Star Excursion Balance Test. *Journal of Athletic Training*. 48(5): 621-626.

17. Guskiewicz K., Perrin H., 1995. Effect of orthotics on postural sway following inversion of assessing balance. *JOSPT*. 23(5): 326-331.
18. Hopper D., Whittington D., Davies J., 1997. Does ice immersion influence ankle joint position sense? *Physiotherapy Research International*. 2(4): 223-36.
19. Hubbard T, Denegar C., 2004. Does Cryotherapy Improve Outcomes With Soft Tissue Injury? *Journal of Athletic Training*. 39(3): 278-279.
20. Horrak F., Nashner L., Diener H., Perrin H., 1990. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research*. 82: 157-177.
21. Isakov E., Mizrahi J., 1997. Is balance impaired by recurrent sprained ankle? *British Journal of Sports Medicine*. 31: 65-67.
22. Kannus P., Parkkari J., Jarvinen T., Jarvinen M., 2003. Basic science and clinical studies coincide: active treatment approach is needed after a sports injury. *Scandinavian Journal of Science in Sports*. 13: 150-154.
23. Katica C., Wingo J., Herron R., Ryan S., Bishop S., Richardson M., 2017. Impact of upper body precooling during warm-up on subsequent time trial paced cycling in the heat. *Journal of Science and Medicine in Sports*. 21(6): 621-625.
24. Kay D., Taaffe D., Marino F., 2010. Whole-body pre-cooling and heat storage during self-paced cycling performance in warm humid conditions. *Journal of Sports Science*. 17(12): 937-44.
25. Kelikian H., Kelikian AS, 1985. *Disorders of the Ankle*. Philadelphia, PA: Saunders.
26. Kennet J., Hardaker N., Hobbs S., Selfe J., 2007. Cooling Efficiency of 4 Common Cryotherapeutic Agents. *Journal of Athletic Training*. 42(3): 343-348.
27. Kernozek T., Greany J., Anderson D., Van Heel D., Youngdahl R., Benesh B., Durall C., 2008. The effect of immersion cryotherapy on medial-lateral postural sway variability in individuals with a lateral ankle sprain. *Physiotherapy Research International*. 13(2): 107-18.
28. Khanmohammandi R., Someh M., Ghafarinejad F., 2011. The effect of cryotherapy on the normal ankle joint position sense. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2(2): 91-98.



29. Kinzey S., Armstrong C., 1998. The Reliability of the Star-Excursion Test in Assessing dynamic balance. *Journal of Sports Physical Therapy*. 27(5): 356-60.
30. Kinzey S., Cordova M., Gallen K., Smith J., 2000, The Effects of Cryotherapy on Ground-Reaction Forces Produced during a Functional Task. *Journal of Sports Rehabilitation*. 9(1): 3-14.
31. Knight K., Brucker J., Stoneman P., Rubley M., 2000. Muscle injury management with cryotherapy. *Athletic Therapy Today*. (5): 26-30.
32. Leanderson J., Wykman A., Eriksson E., 1993. Ankle sprain and postural sway in basketball players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1(3-4): 203-5.
33. Laessoe U., Svendsen A., Christensen M., Rasmussen J., Gaml A., 2018. Evaluation of functional ankle instability assessed by an instrumented wobble board. *Physical Therapy in Sports*. 35: 133-138.
34. Macedo C., Alonso C., Liporaci R., Vieira F., Guirro R., 2014. Cold water immersion of the ankle decreases neuromuscular response of lower limb after inversion movement. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 18(1): 93-7.
35. Marsh D., Sleivert G., 1999. Effect of precooling on high intensity cycling performance. *British Journal of Sports Medicine*. 33(6): 393-397.
36. Marino F., 2002. Methods, advantages, and limitations of body cooling for exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*. 36: 89-94.
37. Meeusen R., Lievens P., 1986. The Use of Cryotherapy in Sport Injuries. *Sports Medicine*. 3(6): 398-414.
38. Merrick M., Knight K., Ingersoll C., Potteiger J., 1993. The Effects of Ice and Compression Wraps on Intramuscular Temperature at Various Depths. *Journal of Athletic Training*. 29(3): 236-245.
39. Nadler S., Weingand K., Kruse R., 2004. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician*. 7: 395-399.
40. Nashner L., 1989. Sensory, neuromuscular and biomechanical contributions to human balance. In : Ducan P., ed. *Balance: Proceeding of the APTA Forum*, Alexandria, VA, American Physical Therapy Association. 5-12.

41. Newton R., 1993. Review of tests of standing balance abilities. *Brain Injury*. 3: 335-343.
42. Nieda K., Michlovitz S., 1996. *Cryotherapy in: Thermal Agents in Rehabilitation*. Edited by Michlovitz S. Philadelphia: FA Davis.
43. Plisky P., Gorman, P., Butler R., Kiesel K., Underwood F., Elkins B., 2009. The reliability of an instrumented device for measuring components of the Star Excursion Balance Test. *North American Journal of Sports Physical Therapy*. 4(2): 92-99.
44. Reid D.C., 1992. *Sports injury assessment and rehabilitation*. Churchill Livingstone Inc, New York.
45. Ross, Scott E., Guskiewicz, Kevin M., 2004. Examination of Static and Dynamic Postural Stability in Individuals With Functionally Stable and Unstable Ankles. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 14(6): 332-8.
46. Saam F., Leidinger B., Tibesku C., 2008. The influence of cryotherapy of the ankle on static balance. *Sportverletz Sportschaden*. 22(1): 45-51.
47. Saeki, 2002. Effect of local application of cold or heat for relief of picking pain. *Nurse Health Science*. 497-505.
48. Safran M., Bendetti R., Bartolozzi A., Mandelbaum B., 1999. Lateral ankle sprains: a comprehensive review part I: etiology, pathoanatomy, histopathogenesis and diagnosis. *Medicine and Science in Sports*. 429-37.
49. Shambers G., 1969. Influence of the fusimotor system on stance and volitional movement in normal man. *American Journal Physical Medicine*. 48: 225-227.
50. Starkey C., 2004. *Therapeutic Modalities*. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia, PA: FA Davis.
51. Taber C., Contryman K., Fahrenbruch J., LaCount K., Cornwall M., 1992. Measurement of reactive vasodilation during cold gel packs application to nontraumatized ankles. *Physical Therapy*. 72: 294-299.
52. Tiberio D., 1988. *Pathomechanics of structural foot deformities*. Physical Therapy.
53. Uys H., Rijke A., 2002. Clinical association of acute lateral ankle sprain with syndesmotomic involvement . *American Journal of Sports Medicine*. 30(6): 816-22.

54. Weston M., Taber C., Casagrande L., Cornwall M., 1994. Changes in local blood volume during cold gel pack application to traumatized ankles. *JOSPT*. 19(4): 197-199.
55. Wright R., Barile R., Surprenant D., Matava M., 2004. Ankle syndesmosis sprains in national hockey league players. *American Journal of Sports Medicine*. 32(8): 1941-5.
56. Zemke J., Anderson J., Guion W., McMillan J., Joyner A., 1998. Intramuscular Responses in the Human Leg to Two Forms of Cryotherapy: Ice Massage and Ice Bag. *Journal of Orthopaedics and Sports Physical Therapy*. 27(4): 301-307.