



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΣΕΩΝ
ΣΤΟΥΣ ΟΠΙΣΘΙΟΥΣ ΜΗΡΙΑΙΟΥΣ
ΜΕ Ή ΧΩΡΙΣ ΨΥΞΗ ΤΟΥΣ, ΣΤΗΝ ΕΥΛΥΓΙΣΙΑ
ΚΑΙ ΣΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΙΣΟΡΡΟΠΙΣΤΙΚΗ
ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ**

Effects of static stretching on hamstring muscles with or without cooling on flexibility and on dynamic balance.

Σπουδάστριες: ΖΟΥΜΠΛΙΟΥ ΧΡΥΣΑΝΘΗ

ΜΑΡΑΓΚΟΥ ΑΔΑΜΑΝΤΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΓΚΡΙΛΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΑΙΓΙΟ-2016

Πρόλογος - Ευχαριστίες

Στην ερευνητική πτυχιακή εργασία που διεξήχθη εξετάστηκαν οι επιδράσεις της ψύξης, καθώς και ο συνδυασμός της με στατικές διατάσεις στους οπίσθιους μηριαίους μύες όσον αφορά το εύρος τροχιάς και την δυναμική ισορροπία σε αθλητές πετοσφαίρισης υψηλού (επαγγελματικού) επιπέδου. Το θέμα αυτό αποφασίστηκε σε συνεργασία με τον κ. Γκρίλια Παναγιώτη.

Ευχαριστούμε πολύ τον καθηγητή μας, κύριο Γκρίλια, για την υποστήριξή του και τη βοήθεια που μας προσέφερε, καθώς και όλους τους καθηγητές μας για τις πολύτιμες γνώσεις που μας προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε επίσης όλες τους προπονητές και τους φυσικοθεραπευτές των ομάδων Παναθηναϊκού, Ηρακλή Κηφισίας, Κυζίκου Νέας Περάμου και του Αιόλου Ταύρου που δέχτηκαν να μας βοηθήσουν στην διεξαγωγή της έρευνας, καθώς και τους αθλητές για τον χρόνο που διέθεσαν για την έρευνα μας.

Τέλος, το μεγαλύτερο ευχαριστώ το οφείλουμε στις οικογένειές μας που μας στήριξαν καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας αυτής.

Περίληψη

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Σε ομάδες αθλητών υψηλής κατηγορίας, οι διατάσεις και η κρυοθεραπεία αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των προπονητικών προγραμμάτων. Λόγω της έντονης και επίπονης προπόνησης, συνιστάται να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση τόσο στην προθέρμανση, όσο και στην αποθεραπεία των αθλητών, καθώς στο χώρο του πρωταθλητισμού είναι αυξημένη η συχνότητα των κακώσεων. Πιο συγκεκριμένα, σε αθλήματα με έκκεντρες φορτίσεις, όπως για παράδειγμα στην πετοσφαίριση όπου τα άλματα έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο, ο κίνδυνος τραυματισμού είναι ιδιαίτερα αυξημένος κυρίως στο μυοσκελετικό σύστημα των κάτω άκρων. Αρκετές είναι οι έρευνες που έχουν μελετήσει την επίδραση της κρυοθεραπείας και των διατάσεων και κάποιες που έχουν ασχοληθεί με το συνδυασμό (κρυοδιάταση).

ΣΚΟΠΟΣ: Η έρευνα που διεξήχθη έχει σκοπό να εξετάσει τις φυσιολογικές επιδράσεις της στατικής διάτασης συνοδευόμενη με ή χωρίς ψύξη με επικέντρωση στο εύρος τροχιάς κίνησης- ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών και της δυναμικής ισορροπίας των αθλητών.

ΜΕΘΟΔΟΣ: Το δείγμα που μελετήθηκε ήταν 12 αθλητές πετοσφαίρισης υψηλής κατηγορίας (8 άνδρες, 4 γυναίκες). Οι συνθήκες της έρευνας ήταν η συνθήκη διάτασης, η συνθήκη ψύξης και διάτασης και η συνθήκη ελέγχου. Οι αθλητές που συμμετείχαν στις τρεις συνθήκες χωρίστηκαν με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο. Χαζιολόγηση πραγματοποιήθηκε με τις δοκιμασίες αξιολόγησης της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων: Active Knee Extension test (AKE) και Passive Straight Leg Raise test (PSLR). Επιπλέον, αξιολογήθηκε η δυναμική ισορροπία των αθλητών με τη δοκιμασία modified Star Excursion Balance Test (mSEBT).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Ύστερα από στατιστική ανάλυση βρέθηκε ότι η εφαρμογή στατικής διάτασης σε συνδυασμό με τη ψύξη βελτιώνει την ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών, αυξάνοντας κυρίως το εύρος τροχιάς κίνησης του γόνατος. Φαίνεται ακόμα να υπάρχει μικρή, αλλά θετική επίδραση στη δυναμική ισορροπία.

Πίνακας Περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	2
2.1. ΔΙΑΤΑΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ.....	2
2.1.1. Ορισμός και είδη διατάσεων.....	2
2.1.2. Δομή μυϊκού ιστού.....	3
2.1.3. Φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού στη διατάση - Μηχανικές μεταβολές μυϊκού ιστού.....	4
2.1.4. Ευλυγισία οπίσθιων μηριαίων μυών και μέθοδοι αξιολόγησης	5
2.1.5. Ρόλος των διατάσεων στην πρόληψη τραυματισμών	9
2.1.6. Εφαρμογές διατατικών ασκήσεων και απόδοση	10
2.2. ΙΣΟΡΡΟΠΙΣΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	17
2.2.1. Ορισμός ισορροπίας και συστήματα.....	17
2.2.2. Κινητικός έλεγχος και ισορροπιστική ικανότητα	23
2.2.3. Μέθοδοι αξιολόγησης δυναμικής ισορροπιστικής ικανότητας	25
2.2.4. Ισορροπιστική ικανότητα και πρόληψη τραυματισμών	27
2.3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΡΥΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ	28
2.3.1. Ορισμός, μέθοδοι και τεχνικές κρυοθεραπείας.....	28
2.3.2. Φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού στην κρυοθεραπεία.....	29
2.3.3. Χρήση κρυοθεραπείας ως μέσο αποθεραπείας μετά από έντονα προπονητικά ερεθίσματα.....	34
2.3.4. Η κρυοθεραπεία ως μέθοδος αύξησης της αθλητικής απόδοσης πριν την εκτέλεση άσκησης σε θερμό περιβάλλον.....	36
2.3.5. Άλλες χρήσεις: κρυοδιάταση και κρυοκινητική.....	37
2.3.6. Μέθοδοι ψύξης και ιδιοδεκτική ικανότητα.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο : ΜΕΘΟΔΟΣ ΈΡΕΥΝΑΣ	47
3.1. ΔΕΙΓΜΑ.....	47
3.2. ΌΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	47
3.3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	47
3.4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	48
3.4.1. Προκαταρκτικές μετρήσεις - Εξοικείωση δοκιμαζόμενων με το πειραματικό πρωτόκολλο	48
3.4.2. Κύριες Πειραματικές συνθήκες	49
3.4.3. Δοκιμασίες Αξιολόγησης	51
3.5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	54
3.6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	54
3.7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	69
Έντυπο ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ	69
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	70
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΠΛΕΥΡΙΩΣΗΣ	73
ΑΡΘΡΟΓΡΑΦΙΑ.....	I
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	XIII
ABSTRACTS.....	XIII

Κεφάλαιο 1^ο: Εισαγωγή

Η επιστήμη της φυσικοθεραπείας είναι πολυκλαδική και ένας σημαντικός τομέας της είναι η αθλητική φυσικοθεραπεία που ασχολείται με την πρόληψη και την αποκατάσταση των αθλητικών κακώσεων.

Ειδικά στον χώρο του αθλητισμού η πρόληψη των κακώσεων είναι ζωτικής σημασίας, καθώς ο ανταγωνισμός είναι μεγάλος, οι απαιτήσεις συνεχώς αυξάνονται και τα περιθώρια για λάθη είναι στενά. Αυτή η κατάσταση οδηγεί στην ανάγκη να γίνονται συνεχώς προσπάθειες μελετών και ερευνών, ώστε να ολοκληρωθεί η γνώση γύρω από το ανθρώπινο σώμα και τις φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού κάτω από διάφορες συνθήκες. Μια από αυτές τις συνθήκες είναι η ψύξη, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί με πλήθος μεθόδων και τεχνικών.

Επιπροσθέτως, τα διατακτικά προγράμματα αποτελούν πλέον συνηθισμένη διαδικασία στο πλαίσιο της προθέρμανσης και της αποθεραπείας, καθώς η βιβλιογραφία τα συνδέει με πρόληψη μυοσκελετικών τραυματισμών, μείωση του μυϊκού καμάτου και προαγωγή του φυσιολογικού μήκους και της λειτουργίας των μυών. Τα είδη των διατάσεων ποικίλουν και αρκετές είναι οι έρευνες που τα συγκρίνουν για να καταλήξουν πιο είναι το πιο αποτελεσματικό.

Κεφάλαιο 2^ο: Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1. Διατατικές ασκήσεις

2.1.1. Ορισμός και είδη διατάσεων

Διάταση ορίζεται οποιοσδήποτε θεραπευτικός χειρισμός σχεδιαζόμενος για να επιμηκύνει βραχυσμένες δομές μαλακού ιστού και επομένως για να αυξήσει το εύρος της κίνησης (Kisner C. και Coldy L.A., 2003). Η διάταση των σκελετικών μυών και η αύξηση του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων αποτελεί συνηθισμένη διαδικασία στις αθλητικές δραστηριότητες. Ο όρος «μυϊκές διατάσεις» χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα σύνολο χειρισμών οι οποίοι αυξάνουν παροδικά το εύρος τροχιάς της κίνησης μιας άρθρωσης (Alter M.J., 2004). Οι διατάσεις μπορούν να χωριστούν στα παρακάτω είδη:

Στατικές διατάσεις: η θέση διάτασης διατηρείται σταθερή για ένα διάστημα. Οι στατικές διατάσεις μπορεί να είναι ενεργητικές ή παθητικές (Bandy W.D. και συν., 1994, Page P., 2012). *Ενεργητικές* ονομάζονται οι διατάσεις των οποίων η θέση διατηρείται με την ενεργητική σύσπαση των αγωνιστών μυών της κίνησης (π.χ. άρση του τεταμένου σκέλους από τους καμπτήρες του ισχίου και διατήρηση της θέσης του σκέλους ψηλά, ώστε να διατείνονται οι εκτεινόντες μύες). *Παθητικές* ονομάζονται οι διατάσεις των οποίων η θέση διατηρείται με μια εξωτερική δύναμη, η οποία μπορεί να προέρχεται είτε από τη βαρύτητα ενός μέλους του ασκούμενου (αυτοδιάταση), είτε από έναν ιμάντα ή κάποιο μηχάνημα (μηχανική διάταση), είτε από έναν θεραπευτή. Η διάρκεια της διάτασης ερευνάται ως προς την αποτελεσματικότητα της. Με βάση έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί αναφέρονται διαστήματα που κυμαίνονται από 10 έως 30 δευτερόλεπτα (Alter M.J., 2004, Franco B.L. και συν., 2012). Υποστηρίζεται ότι αν η διάταση διαρκέσει για διάστημα άνω των 30 δευτερολέπτων δεν επιφέρει επιπρόσθετα αποτελέσματα και περαιτέρω βελτίωση στην ευλυγισία των μυών. Τονίζεται ότι διάταση 30 δευτερολέπτων έχει εξίσου σημαντικά αποτελέσματα με διάταση 60 δευτερολέπτων, είτε αυτές πραγματοποιούνται μια φορά την ημέρα ή τρεις φορές την ημέρα (Bandy W.D. και συν., 1997). Επιπλέον, αναφέρεται ότι πιο σημαντική είναι η συνολική διάρκεια των διατάσεων και δεν έχει σπουδαία σημασία η μεμονωμένη διάρκειά τους και οι επαναλήψεις, δηλαδή 3 επαναλήψεις των 10 δευτερολέπτων είναι εξίσου αποτελεσματικές με μία διάταση 30 δευτερολέπτων (Bandy W.D. και συν., 1997).

Αυτός ο τύπος διατάσεων βοηθά στη βελτίωση της ευλυγισίας των μυών μέσω της αυτογενούς αναστολής του τενόντιου οργάνου Golgi. Η αντίσταση του μυοτενόντιου συνόλου σε αυτό τον τύπο των διατάσεων οφείλεται στις βιοελαστικές ιδιότητες των μυών και του συνδετικού ιστού, καθώς και στα νευρολογικά αντανακλαστικά που προκαλούν εκούσια μυϊκή συστολή (Lim K.I. και συν., 2014).

Δυναμικές διατάσεις: οι δυναμικές διατάσεις χωρίζονται σε λειτουργικές και βαλλιστικές. Στις *λειτουργικές διατάσεις* εκτελούνται κινήσεις σ' ένα αυξανόμενο εύρος κίνησης με σταθερή ή αυξανόμενη ταχύτητα κίνησης για 10-12 φορές. Στις διατάσεις αυτές εκτελούνται ελεγχόμενες αιωρητικές κινήσεις, οι οποίες συνήθως αποτελούν λειτουργικές κινήσεις ή κινήσεις μίμησης (κομμάτια κινήσεων) της αθλητικής δραστηριότητας των αθλητών. Όσον αφορά τις *βαλλιστικές διατάσεις*, είναι διατάσεις όπου εκτελούνται ταλαντεύσεις σε ακραίες θέσεις του εύρους με απότομες ρυθμικές κινήσεις, χρησιμοποιώντας την ορμή του σώματος ή των μελών του. Η ταχεία παραγωγή υψηλής τάσης στους μύες σε σύντομο χρονικό διάστημα και η ένταση που παράγεται στο μύ από την ενεργοποίηση του μυοτατικού αντανακλαστικού, η οποία αυξάνεται με το ρυθμό και τις επαναλήψεις, αυξάνουν

τον κίνδυνο τραυματισμού. Παρά την αύξηση του εύρους τροχιάς που παρατηρείται αυτός ο τύπος διατάσεων συνήθως αποφεύγεται. Αρκετές από τις έρευνες καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι οι βαλλιστικές διατάσεις πρέπει να γίνονται με προσοχή και υπό την επίβλεψη ειδικών (Bandy W.D. και συν., 1997, Bandy W.D. και συν., 1998, Page P., 2012).

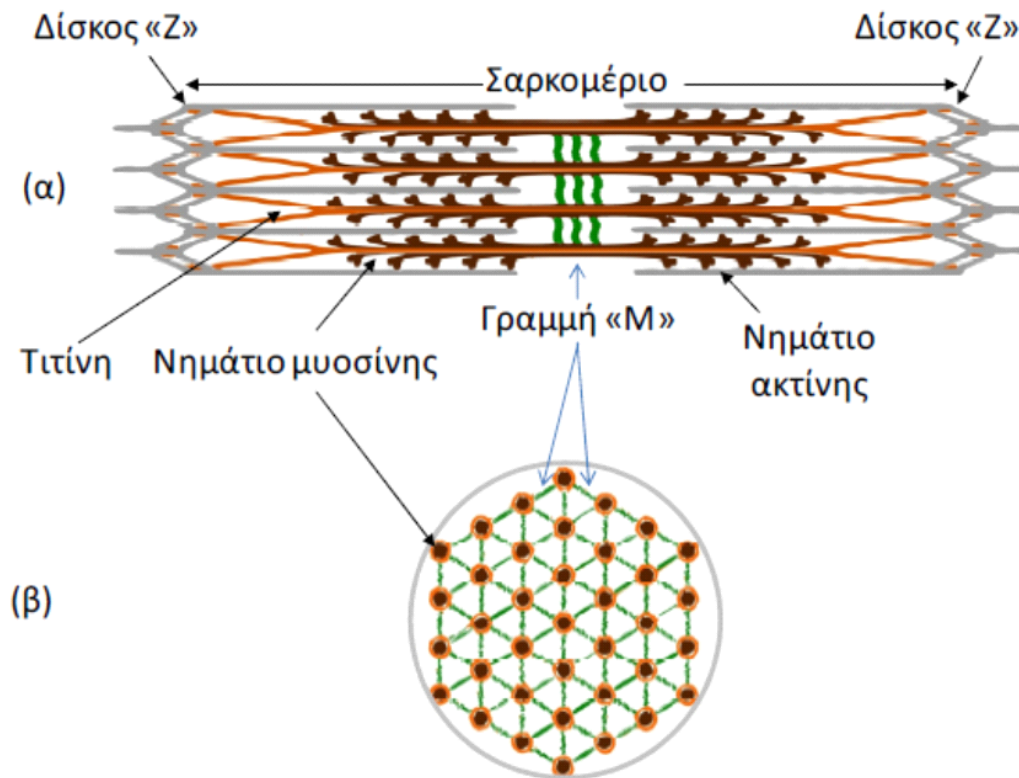
Διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ή PNF): χρησιμοποιούνται ενεργητικές και παθητικές διατάσεις σε συνδυασμό με ισομετρικές συσπάσεις των αγωνιστών ή ανταγωνιστών μυών, με στόχο να αξιοποιηθούν οι αντιδράσεις των ιδιοδεκτικών υποδοχέων των μυών και των τενόντων (όργανα Golgi και μυϊκή άτρακτος), για να επιτευχθεί μεγαλύτερη διάταση. Υπάρχουν διάφορες τεχνικές διατάσεων νευρομυϊκής διευκόλυνσης που χρησιμοποιούνται ανάλογα με τα επιθυμητά αποτελέσματα που στοχεύουμε. Η πιο συχνή τεχνική είναι διάταση «σύσπασης- χαλάρωσης», η οποία διεξάγεται με ισομετρική σύσπαση του υπό διάταση μυός, που ακολουθείται από παθητική διάτασή του με εξωτερική δύναμη με τη βοήθεια θεραπευτή (Haff G.C. και συν., 2006, Page P., 2012).

2.1.2. Δομή μυϊκού ιστού

Οι σκελετικοί μύες περιλαμβάνουν συνδετικό ιστό όπου καταλήγει στη δημιουργία τένοντα για την πρόσφυση στα οστά (μυοτενόντια ένωση). Ο συνδετικός ιστός αποτελείται από τρεις τύπους ινών (ίνες κολλαγόνου, ίνες ελαστίνης και ίνες ρετικουλίνης) και από μη ινώδη θεμέλιο ουσία. Οι τένοντες αποτελούνται κυρίως από ίνες κολλαγόνου, που αντιστέκονται στην ελαστική παραμόρφωση και είναι υπεύθυνες για τη δύναμη και τη δυσκαμψία του ιστού. Οι ίνες ελαστίνης διασφαλίζουν την εκτατικότητα του ιστού και μπορούν να δώσουν μεγάλη ποσότητα επιμήκυνσης με μικρά φορτία και καταρρέουν απότομα χωρίς παραμόρφωση σε μεγάλες φορτίσεις. Οι ίνες ρετικουλίνης δίνουν όγκο στον ιστό. Η θεμέλιος ουσία αποτελείται από οργανικό ζελέ (περιέχει νερό) που μειώνει την τριβή μεταξύ των ινών και μπορεί να εμποδίσει την εκτεταμένη σταυρωτή σύνδεση μεταξύ των ινών, διατηρώντας έτσι την απόσταση μεταξύ τους (Kisner C. και Coldy L.A., 2003).

Κάθε σκελετικός μυς αποτελείται από μεγάλο αριθμό μυϊκών ινών, οι οποίες έχουν παράλληλη διάταξη και συνδέονται μεταξύ τους με συνδετικό ιστό. Κατά τον ίδιο τρόπο, οι μυϊκές ίνες αποτελούνται από πολλές υπομονάδες, τα μυϊκά ινίδια, τα οποία είναι παράλληλα προς τον επιμήκη άξονα των μυϊκών ινών. Τα μυϊκά ινίδια αποτελούνται από σειρές ενωμένων σαρκομερίων, τα οποία αποτελούν τη συστατική μονάδα των μυϊκών ινιδίων και αποτελούνται από επικαλυπτόμενες εγκάρσιες γέφυρες από νημάτια ακτίνης και μυοσίνης (Kisner C. και Coldy L.A., 2003). Τα μόρια της μυοσίνης βρίσκονται στο κέντρο του σαρκομερίου και συγκρατούνται μεταξύ τους με βοηθητικές πρωτεΐνες που σχηματίζουν τη γραμμή «M», σε διάταξη εξαγώνου. Τα λεπτά νημάτια της ακτίνης βρίσκονται ανάμεσα από αυτά της μυοσίνης και από τις δύο πλευρές και συνδέονται μεταξύ τους με τις πρωτεΐνες του δίσκου «Z» (εικόνα 1). Τα σαρκομέρια μεταβάλλουν το μήκος τους μέσω της διολίσθησης των νηματίων μυοσίνης και ακτίνης έλκοντας τους δίσκους «Z» πιο κοντά. Η ελαστικότητα του σαρκομερίου καθορίζεται από βοηθητικές πρωτεΐνες, των οποίων η αρχιτεκτονική και ελαστικότητα επιτρέπουν την ελαστική παραμόρφωση (επιμήκυνση) του μυός κατά τη διάτασή του. Μια τέτοια πρωτεΐνη είναι η τιτίνη (titin), η οποία είναι γνωστή και ως «συνδετίνη», και εκτείνεται κατά μήκος του μισού σαρκομερίου, από το δίσκο «Z» μέχρι τη γραμμή «M», ενώνοντας κατά μήκος τα νημάτια ακτίνης και μυοσίνης και σταθεροποιεί το σαρκομέριο κρατώντας τα νημάτια μυοσίνης στο κέντρο του. Μαζί με τη μυοσίνη και την ακτίνη, η τιτίνη παίζει κυρίαρχο ρόλο στη λειτουργία των μυών συμβάλλοντας στη σταθερότητα και στην ελαστικότητά τους, καθώς τα νημάτια τιτίνης

θεωρούνται υπεύθυνα σε μεγάλο βαθμό για την αναπτυσσόμενη τάση των μυών σε διάταση ή σε χαλάρωση (Δόντη και συν., 2014).



Εικόνα 1. (α) Δομή του σαρκομερίου το οποίο οριοθετείται από τους δίσκους «Z» και (β) εγκάρσια τομή του σαρκομερίου στην οποία φαίνονται τα μόρια της μυοσίνης που συγκρατούνται μεταξύ τους με βοηθητικές πρωτεΐνες (γραμμές «M») σε διάταξη εξαγώνου.

2.1.3. Φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού στη διάταση - Μηχανικές μεταβολές μυϊκού ιστού

Η ανταπόκριση των μυών στην διάταση καθορίζονται από τις γλοιοελαστικές ιδιότητες τόσο των συσταλών όσο και των μη συσταλών στοιχείων ενός μύ.

Η μεταβολή του μήκους ενός μύος εξαρτάται από την παθητική αντίσταση που προβάλλει όταν διατείνεται, η οποία είναι ίση με τη δύναμη τάσης που αναπτύσσεται στα άκρα του όταν βρίσκεται σε μήκος μεγαλύτερο από αυτό της ηρεμίας. Η αύξηση του μήκους της μυοτενόντιας μονάδας οφείλεται στη μεταβολή των γλοιοελαστικών ιδιοτήτων των μυών (Magnusson S.P. και συν., 1996). Κατά την διάρκεια της διάτασης επιμηκύνονται τα ελαστικά στοιχεία του μύος και ύστερα από ένα σημείο διακόπτονται οι εγκάρσιες γέφυρες, διότι τα μιονημάτια ακτίνης και μυοσίνης απομακρύνονται μεταξύ τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την επιμήκυνση του σαρκομερίου. Ωστόσο, ο μύς έχει την ιδιότητα να επιστρέφει στο αρχικό του μήκος ηρεμίας μετά την εφαρμογή εξωτερικού ερεθίσματος / διάτασης. Η ιδιότητα αυτή ορίζεται ως ελαστικότητα του μύος (Kisner C. και Coldy L.A., 2003). Σε κλινικές μετρήσεις, η ελαστικότητα αναφέρεται τόσο στα συσταλά στοιχεία του μύος όσο και στα μη συσταλά στοιχεία του.

Ύστερα απο ακινητοποίηση ενός μυός για μια χρονική περίοδο, εμφανίζεται μείωση στην πρωτεΐνη του μυός και τα μιτοχόνδρια με αποτέλεσμα την μυϊκή ατροφία ή αδυναμία . Εάν ο μυς ακινητοποιηθεί σε θέση επιμήκυνσης για παρατεταμένη χρονική περίοδο, το μυοτενόντιο σύνολο δεν αποκαθιστά το αρχικό του μήκος και παραμορφώνεται, παραμένοντας προσωρινά σε επιμήκυνση (creep phenomenon). Ο αριθμός των εν σειρά σαρκομερίων του μυός μειώνεται, γεγονός που οδηγεί σε μονιμότερη επιμήκυνση του μυός. Αυτή η τάση του μυϊκού ιστού να υιοθετεί ένα νεό και μεγαλύτερο μήκος μετά την απομάκρυνση της διαστατικής δύναμης ορίζεται ως *πλαστικότητα* (Kisner και Coldy, 2003).

Ένας παράγοντας που επηρεάζει την μηχανική απόκριση του μυός στην διάταση είναι η κατάσταση στην οποία βρισκόταν ο μύς, καθώς σημειώνονται οι αλλαγές στα ποσοστά εκφόρτισης. Αν έχει προηγηθεί χαλάρωση του μυ, τα ποσοστά εκφόρτισης είναι πολύ χαμηλά. Αντιθέτως αν έχει προηγηθεί σύσπαση του μπορεί να είναι αυξημένα. (Gregory και συν., 1988). Κατά την ηρεμία μακράς διάρκειας σταθερές γέφυρες αναπτύσσονται μεταξύ ακτίνης – μυοσίνης, γεγονός που προσδίδει στις μυϊκές ίνες σε ένα βαθμό ακαμψία. Αλλαγές στην κατάσταση ηρεμίας ή σύσπασης του μυός μπορεί επίσης να οδηγήσει σε σφάλματα στην αίσθηση θέσης του άκρου. (Gregory και συν., 1988, Winter και συν., 2005).

Ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει την μυϊκή απόκριση στη διάταση είναι η μυϊκή δυσκαμψία. Ως *μυϊκή δυσκαμψία* ονομάζεται το ποσοστό της αλλαγής της δύναμης προς την αλλαγή του μήκους του μυός και αναφέρεται στις ιδιότητες της δυσκαμψίας που παρουσιάζεται από τους μυοτενόντιους ιστούς. Σε αντίθεση με τη μυϊκή δυσκαμψία, η αρθρική δυσκαμψία προκαλείται από όλες τις δομές που περιλαμβάνονται μέσα και γύρω από την άρθρωση (μύες, τένοντες, δέρμα, υποδόριος ιστός, σύνδεσμοι, αρθρική κάψα, χόνδρος, περιτονία). Σύμφωνα με έρευνες, οι μύες, οι συνδεσμικές και καψικές δομές των αρθρώσεων συμβάλουν σημαντικά με παθητικούς τρόπους. Τα συστατικά μέρη της μυϊκής δυσκαμψίας χωρίζονται σε εσωτερικές και εξωτερικές συνιστώσες. Πολλά από τα στοιχεία που απαρτίζουν το μυϊκό ιστό και τους μη- συσταλτούς ιστούς (τένοντας, περιτονία), περιέχουν υψηλά ποσά κολλαγόνου και παρουσιάζουν τις ιδιότητες της ελαστικότητας όταν διατείνονται. Οι εσωτερικές συνιστώσες περικλείουν τον αριθμό των γεφυρών ακτίνης-μυοσίνης (το επίπεδο δραστηριοποίησης του μυός) που υπάρχουν μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή, καθώς επίσης και τους μεμονωμένους παράγοντες της μυϊκής ίνας (για παράδειγμα μήκος-τάση σαρκομερίου και σχέση δύναμης-ταχύτητας) και του μυός (διευθέτηση μυϊκών ινών).

2.1.4. Ευλυγισία οπίσθιων μηριαίων μυών και μέθοδοι αξιολόγησης

Η ομάδα των οπίσθιων μηριαίων μυών απαρτίζεται από τον δικέφαλο μηριαίο, τον ημιϋμενώδη και ημιτενοντώδη μυ. Η κύρια λειτουργία της είναι η κάμψη της άρθρωσης του γόνατος και σαν δευτερεύουσες λειτουργίες είναι η έκταση της άρθρωσης του ισχίου και η στροφή του μηρού προς τα έσω (που αποτελεί δευτερεύουσα ενέργεια του ημιϋμενώδη και ημιτενοντώδη μυός) ή προς τα έξω (που αποτελεί δευτερεύουσα ενέργεια του δικέφαλου μηριαίου μυός).

Ως «ευλυγισία» ορίζεται το μόνιμα αποκτημένο μέγιστο εύρος τροχιάς της κίνησης, το οποίο μετράται σε μια άρθρωση ή σε ομάδα αρθρώσεων (Magnusson P και Renström P., 2006).

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δείχνει ότι υπάρχουν αρκετοί μέθοδοι αξιολόγησης της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών. Μία από τις πιο κοινές μεθόδους είναι η δοκιμασία sit and reach (SRtest). Η δοκιμασία αυτή μετρά την ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών και της κατώτερης ΟΜΣΣ. Για να διεξαχθεί η δοκιμασία χρησιμοποιείται ένα

πρότυπο κουτί SR (30.50cm x 30.50cm και στην άνω πλευρά υπάρχει μια προέκταση των 23cm όπου είναι τοποθετημένη μια ταινία μέτρησης μήκους 53cm). Ο συμμετέχων, χωρίς υποδήματα, καλείται να ακολουθήσει την παρακάτω διαδικασία στο πρότυπο κουτί SR, που βρίσκεται τοποθετημένο στο πάτωμα: Με τα πόδια σε έκταση, τα πόδια τοποθετημένα επίπεδα ενάντια στο κουτί SR και με τα χέρια τοποθετημένα το ένα πάνω στο άλλο, με τις παλάμες να κοιτούν προς τα κάτω, ο συμμετέχων καλείται με απαλή και αργή κίνηση να γείρει προς τα εμπρός σέρνοντάς τα χέρια εκτεταμένα πάνω στη μεζούρα όσο πιο μακριά μπορεί. Το σημείο που φτάνουν τα δάκτυλα αποτελεί το σημείο ένδειξης της ευλυγισίας (Baltaci G και συν, 2003). Ο εξεταστής εμποδίζει με το ένα χέρι τα γόνατα του εξεταζόμενου ώστε να μη λυγίσουν. Επιπλέον, ο εξεταστής προσέχει ώστε οι πτέρνες να παραμένουν σε σταθερή επαφή με το κουτί SR. Αν η μέτρηση είναι πριν το σημείο των 23cm., δηλαδή πριν τα δάκτυλα, είναι αρνητική. Αν είναι μετά το σημείο, δηλαδή μετά τα δάκτυλα, τότε είναι θετική (López-Miñarro P.A. και συν., 2009).



Εικόνα 2. Πρότυπο κουτί sit and reach.

Μία παραλλαγή του sit and reach test είναι το back- saver sit and reach test (BSSTR), του οποίου η διαδικασία είναι παρόμοια με αυτή του sit and reach με την διαφορά ότι ο συμμετέχων εκτελεί την διαδικασία με το ένα πόδι λυγισμένο. Το πόδι μέτρησης είναι το ευθιασμένο πόδι. Αυτή η δοκιμασία θεωρείται πιο αξιόπιστη από το sit and reach test, αρχικά διότι διαχωρίζεται η κίνηση που οφείλεται στην ευλυγισία της πυέλου και της σπονδυλικής στήλης με εκείνη των ποδιών. Με την κάμψη του ενός ποδιού εξασφαλίζεται η οπίσθια κλίση της πυέλου και μειώνεται η κίνησή της. Επιπλέον, διαχωρίζονται τα δύο πόδια, γεγονός που σε περιπτώσεις ανισοσκελίας ή ασυμμετρίας οπίσθιων μηριαίων μυών δίνει πιο αξιόπιστες μετρήσεις. Τέλος, η διαδικασία είναι ασφαλέστερη για την σπονδυλική στήλη καθώς μειώνεται η οπίσθια συμπίεση των σπονδυλικών δίσκων. (Baltaci G. και συν., 2003, López-Miñarro P.A. και συν., 2009, Jones J. και συν., 1998).

Ωστόσο, αρκετές έρευνες υποστηρίζουν ότι η δοκιμασία sit and reach και οι παραλλαγές της δεν είναι οι πλέον κατάλληλες για την αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών, καθώς τα αποτελέσματα επηρεάζονται από την κίνηση και την κλίση της πυέλου και της σπονδυλικής στήλης, από τις δομικές ανωμαλίες της σπονδυλικής στήλης (όπως η σκολίωση, οι κυρτοί ώμοι), από τις μυϊκές ανισορροπίες, από το μήκος των άνω και κάτω άκρων, (Werner W.K. και συν., 1990, Scott D. και συν., 1998, Guariglia D.A. και συν., 2011) από την πιθανή πίεση του ισχιακού νεύρου ή περιορισμό εξαιτίας ανελαστικής περιτονίας

μεταξύ οπίσθιων μηριαίων και γαστροκνημίου (Scott D. και συν., 1998) και από πιθανό περιορισμό της πελματιαίας κάμψης (Wendell και συν., 1997).

Σημαντικές δοκιμασίες αξιολόγησης της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων είναι οι άρσεις τεταμένου σκέλους (Straight Leg Raise tests), οι οποίες αξιολογούν την ευλυγισία των εκτεινόντων μυών του ισχίου. Υπάρχουν τρεις δοκιμασίες για την αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων :

1. Ενεργητική άρση τεταμένου σκέλους- Active Straight Leg Raise test (ASLRT)

Στη δοκιμασία αυτή ο αθλητής βρίσκεται σε ύπτια θέση. Εφαρμόζεται ένας μίαντας σταθεροποίησης στις λαγόνιες ακρολοφίες της πυέλου και ένας μίαντας ακόμα για το πόδι που δεν εξετάζεται, το οποίο πρέπει να εφάπτεται στο κρεβάτι κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας. Στη συνέχεια, ζητείται από τον αθλητή να κάνει κάμψη του ισχίου όσο περισσότερο μπορεί με το γόνατο σε έκταση και την ποδοκνημική σε χαλαρή θέση μέχρι το σημείο που νιώθει ήπια αντίσταση. Προτείνεται να εκτελούνται 3 επαναλήψεις για να αυξηθεί η δύναμη συστολής και συνεπώς να αυξηθεί το ενεργητικό εύρος τροχιάς. Από τις 3 προσπάθειες χρησιμοποιείται η καλύτερη για στατιστική ανάλυση (Ylinen J.J. και συν., 2010).

2. Παθητική άρση τεταμένου σκέλους- Passive Straight Leg Raise test (PSLRT)

Στη δοκιμασία αυτή ο αθλητής βρίσκεται σε ύπτια θέση με τη χαμηλή ΟΜΣΣ να εφάπτεται στο έδαφος/εργαστηριακό τραπέζι (στροφή πυέλου προς τα πίσω). Ο εξεταστής ανυψώνει το εξεταζόμενο πόδι του συμμετέχοντος προσέχοντας το άλλο πόδι να παραμένει σε έκταση και να εφάπτεται στο έδαφος / εργαστηριακό τραπέζι. Μετράται η γωνία της κάμψης του ισχίου (ROM) με γωνιόμετρο, τοποθετώντας τον άξονά του στο μείζων τροχαντήρα. Η ελάχιστη γωνία των 80° είναι αποδεκτή, ενώ η γωνία των 90° είναι επιθυμητή. Καταγράφεται η γωνία και αναφέρεται αν το ROM είναι αποδεκτό ή όχι. (Acedo O.E. και Starks M.A., 2011). Η δοκιμασία αυτή αποτελεί την πιο συχνή μέθοδο αξιολόγησης της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων.

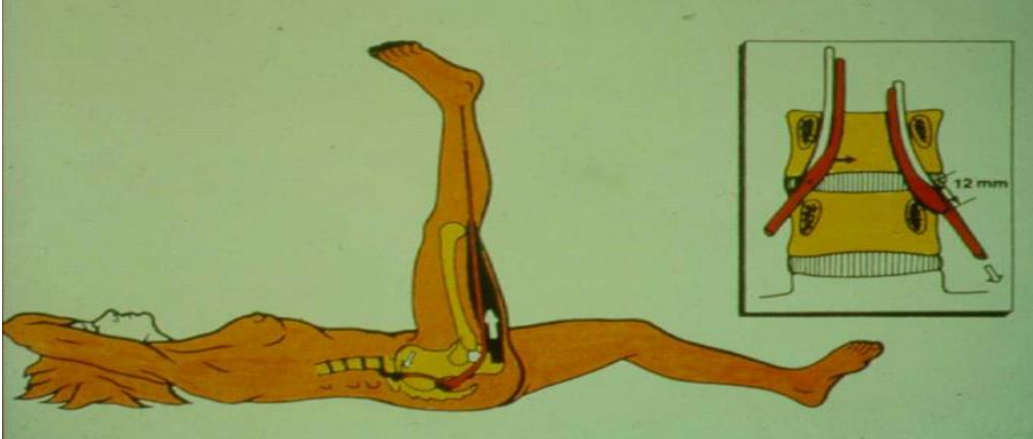
3. Instrumental Straight Leg Raisetest

Για την εκτέλεση της συγκεκριμένης δοκιμασίας χρησιμοποιείται ένας μηχανοκίνητος σκελετός ο οποίος εκτελεί παθητική ανύψωση του εξεταζόμενου κάτω άκρου με σταθερή ταχύτητα, καθώς και ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής στον οποίο καταγράφονται συνεχώς δεδομένα σχετικά με τη δύναμη αντίστασης και τη γωνία κίνησης της άρθρωσης. Με τον τρόπο αυτό υπάρχει καλύτερος και συνεχής έλεγχος κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας και μείωση του σφάλματος (Ylinen J.J. και συν., 2010).



Εικόνα 3. Άρσεις τεταμένου σκέλους.

Οι δοκιμασίες SLR χρησιμοποιούνται επίσης κλινικά για να αξιολογηθεί πιθανή στένωση καναλιών απ' όπου διέρχονται νευρικές ρίζες, καθώς με το μονόπλευρο SLR (δοκιμασία Lasègue) πραγματοποιείται ουραία κίνηση του ισχιακού νεύρου με αποτέλεσμα να δημιουργείται προστατευτικός μηχανισμός σύσπασης των οπίσθιων μηριαίων σε περίπτωση που έχει παγιδευτεί το ισχιακό νεύρο στο μεσοσπονδύλιο κανάλι λόγω πρόπτωσης μεσοσπονδύλιου δίσκου ή άλλων παθολογικών δομών. Συνεπώς, ένας περιορισμός στην κίνηση ίσως δεν οφείλεται στη μειωμένη ελαστικότητα των οπίσθιων μηριαίων, αλλά μπορεί να οφείλεται σε παθολογικές καταστάσεις της οσφυικής μοίρας, στις οποίες πραγματοποιείται σύσπαση των οπίσθιων μηριαίων, η οποία προκαλείται από το ισχιακό νεύρο. Έτσι λοιπόν, η δοκιμασία SLR αποτελεί μια «έγκυρη, αλλά έμμεση» αξιολόγηση για το μήκος των οπίσθιων μηριαίων (*Cajdosik R.I. και συν., 1993*).



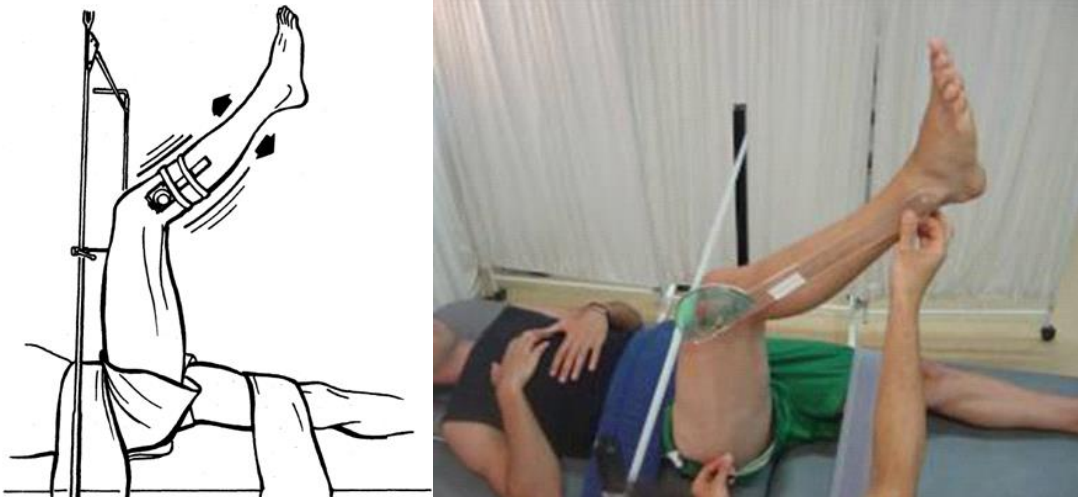
Εικόνα 4. Σημείο Lasègue για νευρολογική αξιολόγηση.

Active Knee Extension test (AKE)/ Δοκιμασία Ενεργητικής Έκταση Γόνατος

Αν και η παθητική άρση τεταμένου σκέλους αποτελεί την πιο συχνή κλινική δοκιμασία αξιολόγησης των οπίσθιων μηριαίων (*Cajdosik R.I. και συν., 1993*), το γεγονός ότι οι άρσεις τεταμένου σκέλους αποτελούν δοκιμασία και για νευρολογικό έλεγχο περιορίζει την αξιοπιστία της και οδηγεί στη δημιουργία μιας άλλης δοκιμασίας για την αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων, την ενεργητική έκταση γόνατος (Active-Knee-Extension test/ AKE).

Στη δοκιμασία αυτή ο εξεταζόμενος βρίσκεται σε ύπτια θέση. Το πόδι που δεν εξετάζεται εφάπτεται στο εργαστηριακό τραπέζι / κρεβάτι με το γόνατο το αντίστοιχο σε έκταση και σταθεροποιείται με έναν μάντα σταθεροποίησης στο ύψος του μηρού. Ένας ακόμα μάντας σταθεροποίησης τοποθετείται στις λαγόνιες ακρολοφίες για σταθεροποίηση της πυέλου κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας. Το κάτω άκρο που εξετάζεται σταθεροποιείται σε 90° κάμψη ισχίου. Η πρόσθια άπω επιφάνεια του μηρού που εφάπτεται σε μία σταθερή ράβδο, ενώ το γόνατο βρίσκεται σε κάμψη και η ποδοκνημική σε πελματιαία κάμψη. Διατηρώντας την κάμψη του ισχίου στις 90° και την πελματιαία κάμψη, ζητείται από τον εξεταζόμενο να εκτελέσει ενεργητική έκταση του γόνατος μέχρι να νιώσει ήπια διάταση, με τέτοιο τρόπο ώστε να εφάπτεται ο μηρός στη ράβδο σε όλη την κίνηση. Λόγω της εναλασσόμενης σύσπασης - χαλάρωσης μεταξύ του τετρακεφάλου και των οπίσθιων μηριαίων μυών αντίστοιχα, παρατηρείται αρκετές φορές ένας παροδικός μυόκλονος. Στις περιπτώσεις αυτές ζητείται από τον εξεταζόμενο να λυγίσει το γόνατό του και να επαναλάβει την έκταση μέχρι να νιώσει ήπια αντίσταση, στο σημείο λίγο πριν ξεκινήσει ο μυόκλονος. Στο σημείο αυτό ο ένας εξεταστής μετρά τη γωνία του γόνατος με το γωνιόμετρο (*Gajdosik R.I. και Lusin G., 1983*).

Η δοκιμασία αυτή θεωρείται αξιόπιστη διότι εφαρμόζεται αυστηρή σταθεροποίηση των παρακείμενων αρθρώσεων και η κίνηση εκτελείται μόνο από την άρθρωση του γόνατος. Επιπλέον, η έκταση του γόνατος γίνεται ενεργητικά και χωρίς δύναμη, γεγονός που μειώνει την κίνηση στις ιερολαγόνιες αρθρώσεις και τη χαμηλή οσφυϊκή μοίρα. Τέλος με την ποδοκνημική να βρίσκεται σε πελματιαία κάμψη, ο γαστροκνήμιος απενεργοποιείται και δεν περιορίζει την έκταση του γόνατος (*Gajdosik R.I. και Lusin G., 1983*).



Εικόνα 5. Δοκιμασία ενεργητικής έκτασης γόνατος (Α.Κ.Ε).

2.1.5. Ρόλος των διατάσεων στην πρόληψη τραυματισμών

Οι οπίσθιοι μηριαίοι αποτελούν ομάδα μυών επιρρεπή σε τραυματισμούς. Οι σφιχτοί οπίσθιοι μηριαίοι πολλές φορές αποτελούν προδιαθεσικό παράγοντα μυοσκελετικού τραυματισμού, κυρίως σε αθλήματα που χρειάζονται πλήρες εύρος τροχιάς και εκρηκτικότητα. Έχει βρεθεί ότι οι σφιχτοί οπίσθιοι μηριαίοι συντελούν στον πόνο της χαμηλής οσφυϊκής μοίρας, καθώς και στην τενοντοπάθεια του επιγονατιδικού τένοντα, τραυματισμοί πολύ σημαντικοί για αθλήματα με εκρηκτικά άλματα και ένταση όπως είναι η πετοσφαίριση.

Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες έχει αναφερθεί ότι οι διατάσεις βοηθούν στην πρόληψη τραυματισμών σε αθλητές. Μερικές από αυτές υποστηρίζουν ότι η μειωμένη ευλυγισία ή ακόμα και οι ανεπαρκείς διατάσεις μπορούν να προκαλέσουν μυοσκελετικούς τραυματισμούς (*Cross K.M., 1999*). Ωστόσο, οι περισσότερες έρευνες αμφισβητούν το γεγονός ότι οι διατάσεις βοηθούν στην πρόληψη των τραυματισμών καθώς δεν έχει τεκμηριωθεί επιστημονικά το αντίθετο. Οι στατικές διατάσεις μικρής ή μεγάλης διάρκειας είναι αποτελεσματικές στην ευλυγισία, ωστόσο η ευλυγισία δε βοηθά στην πρόληψη αθλητικών τραυματισμών όπως υποστηριζόταν κάποτε. Συγκεκριμένα υποστηρίζεται ότι δεν υπάρχει σαφής άποψη αν οι διατάσεις μειώνουν το ποσοστό των μυοσκελετικών τραυματισμών σε επαγγελματίες αθλητές ή σε ερασιτέχνες και συνεπώς δε θα έπρεπε να χρησιμοποιούνται πριν την προπονηση (*O'Sullivan K. και συν., 2009*). Τα ευρήματα αυτά

έρχονται σε σύγκρουση με τις μακροχρόνιες πεποιθήσεις ότι οι διατάσεις μπορούν να συντελέσουν στην πρόληψη των μυοσκελετικών τραυματισμών.

2.1.6. Εφαρμογές διατατικών ασκήσεων και απόδοση

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι στατικές διατάσεις δεν επηρεάζουν μόνο την ευλυγισία, αλλά επίσης τη δύναμη, την ισχύ, καθώς και την εκρηκτική απόδοση του μυός. Είναι ευρέως γνωστό ότι οι στατικές διατάσεις ενδείκνυνται σε αθλήματα όπου η ευλυγισία είναι απαραίτητη, όπως είναι η ενόργανη γυμναστική ή η ρυθμική, ωστόσο δε συνιστάται σε αθλήματα που απαιτούν δύναμη, ισχύ, ταχύτητα ή εκρηκτικότητα (*Behm D.G. και Chaouiachi A., 2011, Kay A.D. και Blazevich A.J., 2012*). Σύμφωνα με μελέτες η στατική διάταση που διαρκεί πάνω από 45 δευτερόλεπτα επηρεάζει αρνητικά τη μέγιστη μυική δύναμη (*Behm D.G. και συν., 2001; J.R Fowles και συν., 2000; Power K. και συν., 2004; Behm D.G. και συν., 2006*), την ισχύ, καθώς και την εκρηκτικότητα (για παράδειγμα άλματα, ταχύτητες) (*Alikhajeh Y. και συν.,2012, Behm D.G. και συν., 2006, Young W.B και Behm D.G., 2003*), την ισορροπία και την ευκινησία ή δεν έχει καμία απολύτως επίδραση στην απόδοση. Με βάση τις παραπάνω έρευνες, δεν υπάρχει θετική επίδραση της στατικής διάτασης στην απόδοση πριν την προπόνηση. Υποστηρίζεται ότι η στατική διάταση μικρής διάρκειας σχετίζεται λιγότερο με τη μείωση της απόδοσης. Η μέγιστη δύναμη επηρεάζεται αρνητικά περισσότερο από ότι η εκρηκτικότητα και η ισχύς. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η στατική διάταση λίγο πριν την προπόνηση αντοχής μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αθλητική απόδοση.

Αντιθέτως, σε μια άλλη έρευνα βρέθηκε ότι η παρατεταμένη στατική διάταση δε σχετίζεται με μείωση απόδοσης σε αντίθεση με τη βραχεία. Στην πραγματικότητα μπορεί να ενισχύσει τη δύναμη και την ισχύ σε σχέση με τη μη εκτέλεση κάποιου προγράμματος ενδυνάμωσης. Ωστόσο, δεδομένου ότι είναι πολύ λιγότερο αποτελεσματική στην αύξηση δύναμης και αντοχής από ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης, δεν είναι ξεκάθαρο αν η προσθήκη της μειώνει τα κέρδη της αντοχής που έχουν ήδη επιτευχθεί και συνεπώς είναι δύσκολο να δικαιολογηθεί η συνεχή χρήση της (*O' Sullivan K. και συν. 2009*).

Παρόλα αυτά, άλλες έρευνες, έχουν αναδείξει ότι όταν οι στατικές διατάσεις ακολουθούνται από δυναμικές διατάσεις ή / και ασκήσεις ενεργοποίησης ή εξειδικευμένη, ανάλογα με το άθλημα, προθέρμανση, τότε μειώνεται ή ακόμα και αντιστρέφεται η αρνητική τους επίδραση στην απόδοση (*Pearce A.J. και συν.,2009, Tsolakis C, Bogdanis G. , 2012*).

Πίνακας 1. Τύποι, συχνότητα και διάρκεια διατάσεων.

Όνομα και χρονολογία	Δείγμα	Παρέμβαση	Δοκιμασίες	Σύγκριση	Μέσο μέτρησης	Αριθμός προσπαθειών	Αποτελέσματα
Lim K. και συν., 2013	48 άτομα-3 ομάδες: 1) στατική διάταση 2) PNF διάταση 3) ελέγχου	Στατική διάταση στους οπίσθιους μηριαίους για 30 δευτερόλεπτα.	Ενεργητική κάμψη γόνατος, μέγιστη εκούσια ισομετρική συστολή, στατική ισοροπία	3 διατάσεις PNF τύπο «σύσπασε-χαλάρωσε» 6 δευτ. / 5 δευτ.	Ηλεκτρομυογράφος, Γωνιόμετρο, Δίσκος ισοροπίας	Ε.Ε.Γ : 6 Μ.Ε.Ι.Σ.: 2 (20" χαλάρωση) Σ.Ι :3 (3' χαλαρωση)	ROM: σ.σ.δ. στην αύξηση σε 1 και 2 σε σχέση με 3 (p < 0.005). όχι σ.σ.δ. ανάμεσα σε 1 και 2. Μ.Ε.Ι.Σ.: αύξηση σε 1 με σ.σ.δ. (p < 0.05), μείωση σε 2. Σ.Ι.: όχι σ.σ.δ. μεταξύ όλων των ομάδων.
Alikhajeh Y. και συν., 2012	20 άτομα-3 ομάδες 1) Στατική διάταση 2) Δυναμική διάταση 3) Ελέγχου	Ζέσταμα με στατικές διατάσεις (30δευτ/πόδι) σε elite αθλητές ποδοσφαίρου	Ζέσταμα: -Τρέξιμο 4 λεπτά -Διατάσεις (όχι ελέγχου) 6.2 λεπτά -Ταχύτητες -τρέξιμο ευκινησίας 4 λεπτά -Ξεκούραση 2 λεπτά	Ζέσταμα με δυναμικές διατάσεις (60 δευτ. εναλλάξ) σε elite αθλητές ποδοσφαίρου υ Ζέσταμα χωρίς διατάσεις	New start Electronic timing gates mat	Καμία αναφορά	Καλύτερη απόδοση με τις δυναμικές διατάσεις (p < 0.0005).

Puenteadura E.J. και συν., 2011	30 υγιή άτομα	Διάταση « κράτα - χαλάρωσε » PNF (HR PNF)	Ζέσταμα: 5 λεπτά στατικό ποδήλατο με αντίσταση Ενεργητική έκταση γόνατος (AKE)	Στατική διάταση	Acumar (ACU 360) ψηφιακό ινκλινόμετρο (Lafayette Instrument Co., Lafayette, IN)	4 φορές οι διατάσεις 3 φορές Ε.Ε.Γ.	Καμία σημαντική διαφορά στην αύξηση της ευλυγισίας μεταξύ στατικών διατάσεων και PNF
Covert C.A. και συν., 2010	32 άτομα -3 ομάδες: 1) Στατική διάταση 2)Βαλλιστική 3)Ελέγχου	Στατική διάταση στους οπίσθιους μηριαίους για 30 δευτ. 3 φορές / εβδ. 4 εβδομάδες	Προθέρμανση 2 λεπτά για όλες τις ομάδες Για ομάδα 1: Παθητική κάμψη ισχίου (90°) και ενεργητική έκταση γόνατος στα όρια ανοχής Για ομάδα 2: Κυρίαρχο πόδι στο κρεβάτι με υπερέκταση γόνατος και το άλλο εκτός κρεβατιού Ενεργητική κάμψη κορμού προς τα εμπρός μέχρι διάταση σε όρια ανοχής	Βαλλιστική διάταση στους οπίσθιους μηριαίους για 30 δευτ. 3 φορές/εβδ. 4 εβδομάδες	Saunders ψηφιακό ινκλινόμετρο ο Ινκλινόμετρο βαρύτητας Μετρονόμος		Αύξηση μήκους οπίσθιων μηριαίων στις ομάδες 1, 2 σε σχέση με ομάδα 3. Σημαντική αύξηση στο μήκος των οπίσθιων μηριαίων στην ομάδα 1 σε σχέση με την ομάδα 2. με σ.σ.δ (p < 0.0001).

Scott D.S. και συν., 2005	19 νέοι ενήλικες- 4 ομάδες: 1)Αυτοδιάταση 2)Στατική διάταση 3)PNF- R 4)Ελέγχου	Στατική διάταση	Ενεργητική έκταση γόνατος (AKE)	-Αυτοδιάταση -PNF- R -Ελέγχου	Ινκλινόμετρο βαρύτητας	1 φορά διάταση - 3 φορές / εβδ.- 2 εβδ. και 1 φορά διάταση - 3 φορές / εβδ.- 4 εβδ.	Δε σημειώθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στις 2 εβδομάδες. Σημαντική αύξηση στο μήκος των οπίσθιων μηριαίων μόνο με τη στατική διάταση στις 4 εβδομάδες.
Decoster L.C. και συν., 2004	29 άτομα (με βράχυνση σε οπίσθιους μηριαίους μύες)- 2 τυχαιοποιημένες ομάδες.	Στατική διάταση από όρθια θέση (3 των 30 δευτ.)	Ενεργητική έκταση γόνατος (A.K.E.)	Στατική διάταση από ύπτια θέση (3 των 30 δευτ.)	Γωνιόμετρο με επέκταση αξόνων 6 ιντσών	Όχι σ.σ.δ. ανάμεσα στις 2 ομάδες (p < .05)	
Bandy W.D. και συν., 1997	93 άτομα- 5 ομάδες: 1) 3 σ.δ. του 1' 2) 3 σ.δ. των 30'' 3) 1 σ.δ. του 1' 4) 1 σ.δ. των 30'' 5) ομάδα ελέγχου	Στατική διάταση στους οπίσθιους μηριαίους με διαφορετικές συχνότητες και διαφορετική διάρκεια	Παθητική έκταση γόνατος (P.K.E.)	Συχνότητα και διάρκεια στατικών διατάσεων με ομάδα ελέγχου	Γωνιόμετρο με επέκταση αξόνων 12 ιντσών.	Αύξηση R.O.M στις ομάδες 1, 2, 3 και 4 σε σύγκριση με την 5. Όχι σ.σ.δ. μεταξύ των ομάδων 1, 2, 3 και 4. Όχι περαιτέρω βελτίωση στο rom μετα τα 30''.	

Σύμφωνα με τον *Lim K.I.* και τους συνεργάτες του (2013) σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 48 άτομα μελετήθηκε η επίδραση των στατικών διατάσεων και των διατάσεων PNF τύπου «σύσπασε - χαλάρωσε» στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών, την μέγιστη ισομετρική συστολή τους και την στατική ισορροπία των ατόμων. Το δείγμα

χωρίστηκε σε τρεις ομάδες των 16 ατόμων, την ομάδα των στατικών διατάσεων, την ομάδα των διατάσεων PNF και την ομάδα ελέγχου. Στην πρώτη ομάδα εφαρμόστηκε μια στατική διάταξη των 30 δευτερολέπτων στους οπίσθιους μηριαίους μύες με τη βοήθεια θεραπευτή, σε ύπτια θέση με τεταμένο το γόνατο και καλή σταθεροποίηση πυέλου και του άλλου ποδιού με ειδικούς μάντες σταθεροποίησης. Στην δεύτερη ομάδα πραγματοποιήθηκαν 3 διατάσεις PNF τύπου «σύσπασε - χαλάρωσε» με 6 δευτερόλεπτα σύσπαση και 5 δευτερόλεπτα χαλάρωση. Στην τρίτη ομάδα δόθηκαν 30 δευτερόλεπτα χαλάρωσης. Οι μετρήσεις έγιναν πριν και μετά από τις παρεμβάσεις και ήταν οι εξής: 1) η δοκιμασία της ενεργητικής έκτασης γόνατος με το ισχίο στις 90° (A.K.E.), 2) η μέγιστη εκούσια ισομετρική συστολή των οπίσθιων μηριαίων μυών και 3) μια δοκιμασία στατικής ισορροπίας. Η πρώτη έγινε με τη χρήση γωνιόμετρου, με το ισχίο σε 90 μοίρες κάμψη και καλή σταθεροποίηση σε πύελο και το πόδι που δεν μετρήθηκε. Η δοκιμασία εκτελέστηκε 6 φορές για να μην επηρεασθούν τα αποτελέσματα από το τρέμουλο - κλόνο και η μέτρηση που κρατήθηκε για ανάλυση ήταν η έκτη. Η δεύτερη δοκιμασία έγινε με ηλεκτρομυογράφημα από πρηνή θέση με κάμψη γόνατος 30° και μετρήθηκε η μέγιστη εκούσια ισομετρική συστολή των οπίσθιων μηριαίων (υπό αντίσταση). Δόθηκαν οδηγίες ώστε η συστολή να κρατηθεί 5 δευτερόλεπτα και να επαναληφθεί ύστερα από 20 δευτερόλεπτα χαλάρωσης. Η τιμή μέτρησης που κρατήθηκε για την ανάλυση είναι εκείνη που βρέθηκε στο μέσο χρονικό διάστημα της δεύτερης συστολής. Η στατική ισορροπία μετρήθηκε με τη χρήση δίσκου ισορροπίας με 1504 αισθητήρες πίεσης. Τα άτομα πάτησαν στην ίδια, άνετη θέση για εκείνους, πριν και μετά τις παρεμβάσεις και μετρήθηκε η ορθοστατική ταλάντωση για 30 δευτερόλεπτα. Η δοκιμασία εκτελέστηκε 3 φορές με 3 λεπτά διάλειμμα και ο μέσος όρος των αποτελεσμάτων κρατήθηκε για την ανάλυση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπήρξε αύξηση του ROM στις ομάδες των διατάσεων σε σύγκριση με την ομάδα με ελέγχου με στατιστικά σημαντική διαφορά ($p < 0.05$). Ωστόσο, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων των στατικών και των διατάσεων PNF. Όσον αφορά την μέγιστη εκούσια ισομετρική συστολή βρέθηκε βελτίωση στην ομάδα των στατικών διατάσεων ($p < 0.05$), ενώ βρέθηκε μείωση στην ομάδα των διατάσεων PNF, γεγονός το οποίο οι ερευνητές αποδίδουν στο ότι αυτός ο τύπος διατάσεων προάγουν την μυϊκή χαλάρωση των μυών. Τέλος καμία διαφορά δεν σημειώθηκε στην στατική ισορροπία σε καμία από τις τρεις ομάδες.

Ο *Alikhajeh Y.* και οι συνεργάτες του (2012) πραγματοποίησαν μια έρευνα σε 20 ποδοσφαιριστές λυκείου elite κατηγορίας για να συγκρίνουν την επίδραση των στατικών και των δυναμικών διατάσεων στην ταχύτητα και την ευκινησία των αθλητών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου όπου δεν πραγματοποιήθηκαν διατάσεις. Πριν από τις διατάσεις προηγήθηκε ζέσταμα για όλους, το οποίο περιείχε τρέξιμο, ασκήσεις ευλυγισίας (εκτός από ομάδα ελέγχου), ασκήσεις ταχύτητας και ευκινησίας και στο τέλος 2 λεπτά ξεκούραση. Πραγματοποιήθηκε στατική διάταξη 30 δευτερολέπτων στο κάθε πόδι, ενώ η δυναμικές διατάσεις έγιναν σε 60 δευτερόλεπτα εναλλάξ σε κάθε πόδι. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν οι ασκήσεις ταχύτητας και ευκινησίας. Η ομάδα ελέγχου εκτέλεσε τις ασκήσεις χωρίς να έχουν προηγηθεί διατάσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι δυναμικές διατάσεις ήταν πιο αποτελεσματικές στην απόδοση από τις άλλες δύο παρεμβάσεις και το συμπέρασμα που προέκυψε από τη συγκεκριμένη έρευνα είναι ότι σε αθλήματα όπως το ποδόσφαιρο, το ζέσταμα θα πρέπει να περιέχει δυναμικές διατάσεις και ασκήσεις υψηλής εντάσεως.

Ο *Puentedura E.J.* και οι συνεργάτες του (2011) επεδίωξαν να συγκρίνουν στην έρευνά τους τις επιδράσεις της στατικής διάταξης και της PNF (HR) «κράτα - χαλάρωσε» στην ελαστικότητα των οπίσθιων μηριαίων σε δείγμα χωρίς τραυματισμούς των κάτω άκρων. Η δοκιμασία που εφαρμόστηκε σε αυτή την έρευνα ήταν το η δοκιμασία της ενεργητικής

έκτασης του γόνατος (A.K.E.). Το πόδι που διατάθηκε ήταν το κυρίαρχο ενώ στο άλλο πόδι δεν εφαρμόστηκε διάταση (πόδι ελέγχου). Πραγματοποιήθηκαν δύο στατικές διατάσεις διάρκειας 30 δευτερολέπτων η κάθε μια. Κατά τη διάταση PNF (HR) ο εξεταστής διατείνει τους οπίσθιους μηριαίους μέχρι το τέλος του εύρους τροχιάς και στη συνέχεια ο εξεταζόμενος εκτελεί μέγιστη ισομετρική σύσπαση για 10 δευτερόλεπτα στην αντίσταση του εξεταστή, μετά την οποία ακολουθεί παθητική διάταση από ένα σύστημα τροχαλίας. Έγιναν τέσσερις προσπάθειες. Πριν από τις διατάσεις πραγματοποιήθηκε ζέσταμα σε στατικό ποδήλατο για 5 λεπτά, όμως σύμφωνα με έρευνα του *De Wijer και των συνεργατών του (2003)* το ζέσταμα πριν τις διατάσεις δε βρέθηκε να επηρεάζει την αποτελεσματικότητα των διατάσεων. Η δοκιμασία A.K.E. εκτελέστηκε 3 φορές στο κάθε πόδι ξεκινώντας από το πόδι ελέγχου και επανεκτελέστηκε 30 δευτερόλεπτα μετά τις διατάσεις με τον ίδιο τρόπο. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα δύο είδη διάτασης αύξησαν σημαντικά το μήκος των οπίσθιων μηριαίων μυών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου και βελτίωσαν εξίσου και οι δύο παρεμβάσεις την απόδοση στη δοκιμασία A.K.E.. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε καμία σημαντική διαφορά μεταξύ της στατικής διάτασης και της PNF (HR).

Ο *Covert και οι συνεργάτες του (2010)* στην έρευνα τους σύγκριναν τη στατική διάταση με τη βαλλιστική διάταση για να καταλήξουν ποια είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την αύξηση του μήκους των οπίσθιων μηριαίων σε ένα πρόγραμμα 4 εβδομάδων. Το δείγμα χωρίστηκε σε τρεις ομάδες: στατική διάταση, βαλλιστική διάταση και ομάδα ελέγχου. Εφαρμόστηκε μια διάταση για 30 δευτερολέπτων 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Αποκλείστηκαν από το δείγμα όσοι είχαν κάποιο τραυματισμό στα κάτω άκρα και γωνία έκτασης γόνατος μικρότερη από 20° και το πόδι που εξετάστηκε ήταν το κυρίαρχο. Πριν από την εκτέλεση των διατάσεων πραγματοποιήθηκε ζέσταμα 2 λεπτών σε στατικό ποδήλατο. Η ομάδα ελέγχου συμμετείχε στο ζέσταμα χωρίς όμως στη συνέχεια να πραγματοποιηθούν διατάσεις. Στο πρωτόκολλο της στατικής διάτασης, ο εξεταστής τοποθέτησε παθητικά το ισχίο του εξεταζόμενου σε 90° κάμψης και στη συνέχεια πραγματοποίησε έκταση γόνατος μέχρι ο εξεταζόμενος να νιώσει έντονο αλλά ανεκτό τράβηγμα. Η βαλλιστική διάταση πραγματοποιήθηκε με τον εξεταζόμενο να κάθεται στην άκρη του εργαστηριακού κρεβατιού με το κυρίαρχο γόνατο σε πλήρη έκταση και την ποδοκνημική σε χαλαρή πελματιαία κάμψη για να αποφευχθεί η νευρική τάση. Το άλλο πόδι βρισκόταν έξω από το κρεβάτι με το πέλμα να εφάπτεται στο έδαφος και ο μηρός να είναι κάθετος σε αυτό και στη συνέχεια ζητείται από τον εξεταζόμενο να κάμψει τον κορμό προς τα εμπρός μέχρι το σημείο που θα νιώσει έντονη αλλά ανεκτή διάταση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και στις δύο ομάδες όπου πραγματοποιήθηκαν διατάσεις υπήρξε αύξηση του μήκους των οπίσθιων μηριαίων σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, ενώ μεταξύ της στατικής και της βαλλιστικής διάτασης πιο αποτελεσματική φαίνεται να είναι η στατική διάταση.

Ο *Scott D. και οι συνεργάτες του (2005)* στην έρευνά τους στόχευαν στη σύγκριση 3 διαφορετικών διατάσεων. Χώρισαν το δείγμα τους σε 4 ομάδες: αυτοδιάταση, στατική διάταση, PNF- R (PNF με αμοιβαία αναχαίτηση) και μια ομάδα ελέγχου. Πραγματοποιήθηκε μια διάταση για 30 δευτερόλεπτα, 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Στην τρίτη ομάδα που εφαρμόστηκε η PNF- R αφού ο εξεταστής φέρνει παθητικά το ισχίο σε 90° κάμψης, ζητά από τον εξεταζόμενο να τεντώσει το γόνατό του ενάντια στην αντίσταση που του ασκεί ο ίδιος (σύσπαση τετρακέφαλου) για 10 δευτερόλεπτα. Η δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκε ήταν η ενεργητική έκταση γόνατος από τις 90° (A.K.E.). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όλα τα είδη διατάσεων προκάλεσαν αύξηση στο μήκος των οπίσθιων μηριαίων, αλλά σημαντική αύξηση στο μήκος των οπίσθιων μηριαίων σημειώθηκε μόνο στην ομάδα με τη στατική διάταση.

Μια έρευνα που πραγματοποίησαν η *Decoster L.C.* και οι συνεργάτες της (2004) μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα των διατάσεων από την όρθια και την ύπτια θέση. 29 άτομα με βράχυνση στους οπίσθιους μηριαίους τουλάχιστον με 25° ενεργητικής έκτασης γόνατος, από 90° κάμψη ισχίου, χωρίς αυτή να οφείλεται σε κάποιο νευρολογικά πρόβλημα, δέχθηκαν να συμμετάσχουν εθελοντικά στην έρευνα. Κάθε εξεταζόμενος έκανε διατάσεις και στα δυο κάτω άκρα και ακολούθησε τις δυο παρεμβάσεις σε κάθε πόδι με τυχαιοποιημένο τρόπο. Τη συνθήκη με τη διάταση από όρθια θέση ακολούθησαν 17 άτομα με το δεξί πόδι και 12 με το αριστερό, ενώ τη συνθήκη από την ύπτια θέση ακολούθησαν 12 άτομα με το δεξί και 17 με το αριστερό πόδι. Ο εθελοντής είτε έκανε αυτοδιάταση από όρθια θέση σε ένα τραπέζι, είτε έκανε αυτοδιάταση ξαπλωμένος στο πάτωμα και να διατεινεί το πόδι σε ένα τοίχο. Οι συνεδρίες των διατάσεων γίνονταν 3 φορές την εβδομάδα για 3 εβδομάδες και στην κάθε μια συνεδρία εκτελούνταν 3 διατάσεις των 30 δευτερολέπτων με 15 δευτερόλεπτα ξεκούρασης ανάμεσα τους. Κατά των τριών εβδομάδων δόθηκαν εντολές να μην αυξήσουν τη δραστηριότητα τους οι εθελοντές, να μην κάνουν περαιτέρω διατάσεις ή προθέρμανση προ των συνεδριών. Η δοκιμασία μέτρησης των οπίσθιων μηριαίων ήταν η ενεργητική έκταση γόνατο (A.K.E.) με το ισχίο ακινητοποιημένο στις 90° κάμψης και σταθεροποιημένη την πύελο με ειδικό μάντα. Οι μετρήσεις έγιναν πριν την έναρξη του διατατικού πρωτοκόλλου και οι τελικές έγιναν 2 μέρες μετά το τέλος του. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών κατά 9.4° στην όρθια θέση και κατά 8.1° κατά την ύπτια. Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις μετρήσεις πριν και μετά των διατάσεων ($p < .05$), ενώ δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο παρεμβάσεις ($p = .59$).

Ο *Bandy W. D.* και οι συνεργάτες του (1997) προσπάθησαν να μελετήσουν τα αποτελέσματα των στατικών διατάσεων με διαφορετική διάρκεια και συχνότητα. Το δείγμα αποτελούσαν 93 άτομα που χωρίστηκαν σε 5 ομάδες. Οι ομάδες αυτές εκτέλεσαν διατάσεις για 5 ημέρες την εβδομάδα για διάστημα 6 εβδομάδων και ακολούθησαν τις εξής διατάσεις: 1) τρεις διατάσεις 1 λεπτού με 10 δευτερόλεπτα ξεκούρασης ανάμεσα τους, 2) τρεις διατάσεις 30 δευτερολέπτων με 10 δευτερόλεπτα ξεκούρασης ανάμεσα τους, 3) μία διάταση 1 λεπτού, 4) μια διάταση 30 δευτερολέπτων, ενώ υπήρξε και μια ομάδα ελέγχου που δεν εκτέλεσε καμία διάταση. Ο τύπος διατάσεων που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα ήταν η στατική αυτό-διάταση. Ο δοκιμαζόμενος στάθηκε όρθιος με το δεξί πόδι σε μια κεκλιμένη υπερυψωμένη επιφάνεια, όπου τα δάκτυλα του ποδιού βρίσκονταν στην υψηλότερη πλευρά. Στη συνέχεια ζητήθηκε με εκτεταμένο το γόνατο, τα χέρια λυγισμένα στο επίπεδο των ώμων, χωρίς στροφή ισχίου και με ουδέτερη θέση της σπονδυλικής στήλης να γείρει προς τα εμπρός μέχρι να αισθανθεί ένα αίσθημα «τραβήγματος» στους οπίσθιους μηριαίους μύες. Από τη στιγμή όπου άρχισε αυτό το «τράβηγμα» άρχισε να μετράται ο χρόνος της διάτασης. Η μέτρηση που διεξήχθη ήταν η παθητική έκταση του δεξιού γόνατος από τον έναν ερευνητή, με το δεξί ισχίο σε 90° κάμψης. Χρησιμοποιήθηκε ένα πλαστικό γωνιόμετρο του οποίου οι άξονες επεκτάθηκαν με 12 ίντσες πλαστικών τεμαχίων με σκοπό να μειωθεί η απόσταση μεταξύ των βραχιόνων του γωνιομέτρου και των σημειωμένων οστικών προεξοχών για αυτή την μέτρηση ώστε να γίνουν πιο εύκολα και πιο γρήγορα οι μετρήσεις. Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν είναι ότι υπήρξε αύξηση του R.O.M. στις τέσσερις ομάδες των διατάσεων σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Ωστόσο, δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα ανάμεσα στις ομάδες όπου πραγματοποιήθηκαν οι διατάσεις. Οι ερευνητές αναφέρουν ότι η διάρκεια των 30 δευτερολέπτων είναι αποτελεσματική και δεν παρατηρήθηκε περαιτέρω αύξηση στο R.O.M. στο διάστημα από τα 30 έως τα 60 δευτερόλεπτα.

2.2. Ισορροπιστική ικανότητα

2.2.1. Ορισμός ισορροπίας και συστήματα

Ισορροπία καλείται η ικανότητα να διατηρείται το κέντρο βάρους μέσα στη βάση στήριξης (*Shumway - Cook A. και συν. , 2001*). Το κέντρο βάρους είναι το σημείο στο οποίο συγκεντρώνεται όλο το βάρος του σώματος και πιο συγκεκριμένα το σημείο όπου δρα / ενεργεί το βάρος του σώματος (*Hamilton N., 2003*). Πιο γενικά, η ισορροπία αποτελεί λειτουργική ιδιότητα των σωμάτων και είναι η ικανότητά τους να αντιστέκονται στις δυνάμεις της βαρύτητας και να μπορούν να λάβουν μια θέση ή να κινηθούν στο χώρο χωρίς πτώση. Υπάρχουν δύο είδη ισορροπίας: η στατική και η δυναμική ισορροπία.

Στατική ισορροπία ονομάζεται η διατήρηση της ισορροπίας του σώματος όταν βρίσκεται ακίνητο σε μια θέση.

Δυναμική ισορροπία ονομάζεται η διατήρηση της ισορροπίας του σώματος όταν αυτό βρίσκεται εν κινήσει.

Η ισορροπία εξυπηρετεί τη διατήρηση της στάσης του σώματος ακόμα και όταν ετοιμάζεται να επιτελέσει μια κίνηση και σταθεροποιεί τμήματα του σώματος κατά τη μετακίνηση άλλων.

Αισθητικοκινητικό σύστημα και ισορροπία

Για τη διατήρηση της ισορροπίας συμβάλει ένα σύνολο αισθητικοκινητικών συστημάτων ελέγχου που περιλαμβάνουν αισθητικές πληροφορίες από την όραση, την ιδιοδεκτικότητα και το αιθουσαίο σύστημα (ισορροπιστική κίνηση, προσανατολισμός στο χώρο), ενσωμάτωση αυτών των πληροφοριών και τέλος παραγωγή κίνησης στα μάτια και τους μύες του σώματος. Οι πληροφορίες που παρέχονται από τα περιφερικά αισθητήρια όργανα, τα μάτια, τους μύες, τις αρθρώσεις και τις δύο πλευρές του αιθουσαίου συστήματος αποστέλλονται στο εγκεφαλικό στέλεχος. Εκεί γίνεται 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.

Οι συνιστώσες που οδηγούν στη λειτουργική σταθερότητα της άρθρωσης, πρέπει να είναι ευέλικτες και ευπροσάρμοστες γιατί τα απαιτούμενα επίπεδα ποικίλουν μεταξύ ατόμων και δραστηριοτήτων. Η διατήρηση της λειτουργικής σταθερότητας της άρθρωσης οφείλεται σε μια συμπληρωματική σχέση τόσο στατικών όσο και δυναμικών συνιστωσών. Οι σύνδεσμοι, η αρθρική κάψα, ο χόνδρος και γεωμετρία των οστών μέσα στην άρθρωση αποτελούν τα παθητικά στοιχεία μιας άρθρωσης (*Lew WD και συν.,1993, Johansson H και Sjolander P., 1993*). Οι δυναμικές εισφορές προκύπτουν από την μετάδραση και την ανατροφοδότηση του νευροκινητικού ελέγχου κατά τη διάρκεια που οι σκελετικοί μύες ενεργούν στην άρθρωση.

Οι δυναμικοί περιορισμοί στα φυσικά χαρακτηριστικά της άρθρωσης και στην εμβιομηχανική της, περιλαμβάνουν το εύρος τροχιάς, τη μυική δύναμη και την αντοχή. Η ακεραιότητα των παθητικών σταθεροποιών εξετάζεται μέσω κλινικών δοκιμασιών πίεσης της άρθρωσης (δοκιμές συνδεσμικής χαλαρότητας) και της αρθρωμετρίας. Η δυναμική σταθερότητα μετράται πιο δύσκολα. Η ιδιοδεκτικότητα αποτελεί ίσως τον πιο παρεξηγημένο όρο μέσα στο αισθητικοκινητικό σύστημα. *Ιδιοδεκτικότητα* ορίζεται ως η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης στο χώρο και ως «οι προσαγωγές πληροφορίες που προκύπτουν από τις εσωτερικές περιφερικές περιοχές του σώματος που συμβάλλουν στο στατικό έλεγχο (στατική ισορροπία), στη σταθερότητα της άρθρωσης (τμηματική στάση) και σε συγκεκριμένες συνειδητές αισθήσεις (μυική αίσθηση)» (*Lephart S. M. και συν.,2000, Riemann B. L. και*

συν., 2002, Sherrington C.S., 1906). Θεωρείται λανθασμένα συνώνυμη με την κιναισθησία, τη σωματισθησία, την ισοροπία και την αντανακλαστική θέση της άρθρωσης, ενώ ουσιαστικά τα παραπάνω αποτελούν τμήμα της ιδιοδεκτικότητας. Διάφορες τεχνικές έχουν αναπτυχθεί για να μετρούν τις συνειδητές υποτροπικότητες της ιδιοδεκτικότητας. Επειδή υπάρχουν 3 υποτροπικότητες (αίσθηση θέσης της άρθρωσης, κιναισθησία και αίσθηση της τάσης) απαιτείται διευκρίνιση για τη διάκριση του μεταβλητού στόχου της αξιολόγησης. Το κοινό σημείο στις δοκιμασίες της ιδιοδεκτικότητας είναι οι εξαρτήσεις από συνειδητή εκτίμηση (αντίληψη) των σημάτων των μηχανοποδοχέων. Οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες ταξιδεύουν στα ανώτερα κέντρα του εγκεφάλου μέσω των ραχιαίων πλευρικών οδών (συνειδητή εκτίμηση) και των νωτιαιοπαρεγκεφαλιδίων οδών (διέγερση και ρύθμιση των κινητικών δραστηριοτήτων). Οι ακριβείς ποσότητες πληροφοριών που μεταφέρονται και στις δύο ανιούσες οδούς από κάθε τύπο μηχανοποδοχέως, καθώς και η χρονική άφιξη στην παρεγκεφαλίδα και το σωματισθητικό φλοιό παραμένουν άγνωστες. Επίσης, άγνωστο παραμένει και το αν η ποσότητα που απαιτείται για τη συνειδητή αντίληψη είναι πανομοιότυπη με τις απαιτήσεις για τον κινητικό έλεγχο. Οι πηγές των συνειδητών ιδιοδεκτικών πληροφοριών ενδέχεται να περιλαμβάνει αρθρικούς, μυικούς και δερματικούς μηχανοποδοχείς. Έχει αποδειχθεί ότι οι μηχανοποδοχείς αποτελούν κύρια πηγή σε κάθε ιστό, ωστόσο το θέμα αυτό παραμένει αμφιλεγόμενο.

Αν και ο Sherrington C.S. θεώρησε ότι οι αισθησιακές πληροφορίες είναι ιδιοδεκτικές όσο αφορά το κεφάλι, ξεκαθάρισε τις λειτουργίες του λαβύρινθου από αυτές των υποδοχέων της περιφέρειας. Περιέγραψε τέσσερα υποσύνολα της «μυικής αίσθησης»: 1) στάση, 2) παθητική κίνηση, 3) ενεργητική κίνηση και 4) κίνηση με αντίσταση.

Αυτές οι αισθήσεις αντιστοιχούν στους όρους της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης (τμηματική στάση), της κιναισθησίας (παθητικής και ενεργητικής) και της αίσθησης της αντίστασης ή της βαρύτητας. Σε αντίθεση με την ιδιοδεκτικότητα, ο όρος *σωματισθησία* είναι πιο σφαιρική και περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες από τους μηχανοποδοχείς, τους θερμοϋποδοχείς και τους υποδοχείς του πόνου. Η συνειδητή εκτίμηση των σωματοαισθητικών πληροφοριών οδηγεί στις αισθήσεις του πόνου, της θερμοκρασίας, της αφής, αλλά και των συνειδητών ιδιοδεκτικών αισθήσεων. Έτσι λοιπόν, η συνειδητή εκτίμηση της ιδιοδεκτικότητας αποτελεί απλά μια συνιστώσα της σωματισθησίας και για αυτό το λόγο οι δυο αυτοί όροι δεν πρέπει να συγχέονται.

Νευρομυικός έλεγχος και ιδιοδεκτικότητα

Ο όρος *νευρομυικός έλεγχος* σχετίζεται με τον κινητικό έλεγχο και χρησιμοποιείται ευρέως. Σχετικά με τη σταθερότητα της άρθρωσης, ορίζουμε ως νευρομυικό έλεγχο την ασυνείδητη ενεργοποίηση δυναμικών περιορισμών που πραγματοποιούνται κατά την προετοιμασία και ως απάντηση της στην κίνηση της άρθρωσης με σκοπό τη διατήρηση και την αποκατάσταση της λειτουργικής σταθερότητας της άρθρωσης (Riemann B.L. και Scott M. L., 2002). Αν και ο νευρομυικός έλεγχος βρίσκεται με κάποια μορφή πίσω από όλες τις κινητικές δραστηριότητες, δε διαχωρίζεται εύκολα από τις νευρικές εντολές που ελέγχουν το σύνολο του κινητικού προγράμματος. Οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες που σχετίζονται με την κατάσταση της άρθρωσης και των δομών που εμπλέκονται, είναι απαραίτητες για το νευρομυικό έλεγχο.

Σύμφωνα με τον Sherrington C.S. οι υπεύθυνοι μηχανοποδοχείς για ιδιοδεκτικές πληροφορίες βρίσκονται κυρίως σε μύες, τένοντες, συνδέσμους και στην αρθρική κάψα (Sherrington C.S., 1906). Σε γενικές γραμμές, οι μηχανοποδοχείς είναι εξειδικευμένοι αισθητικοί υποδοχείς που ευθύνονται για την ποσοτική μετατροπή που συμβαίνουν στους ιστούς των ξενιστών στα νευρικά σήματα. Παρόλο που η διαδικασία γενικά λαμβάνει χώρα

με παρόμοιο τρόπο στους διάφορους μηχανοϋποδοχείς, κάθε τύπος μορφολογικά κατέχει κάποιο βαθμό εξειδίκευσης για το αισθητηριακό τρόπο με τον οποίο αντιδρά. Υπάρχουν διάφοροι τύποι υποδοχέων μέσα στην άρθρωση όπως είναι οι απολήξεις τύπου Ruffini, οι απολήξεις Pacini, οι υποδοχείς στους συνδέσμους και οι ελεύθερες νευρικές απολήξεις. Οι μηχανοϋποδοχείς που βρίσκονται στο μυοτενόντιο ιστό εμπεριέχουν τα τενόντια όργανα Golgi που είναι τοποθετημένα κατά μήκος της μυοτενόντιας ένωσης σε ποίκιλα διαστήματα, και τις μυικές ατράκτους που βρίσκονται στο μυικό ιστό. Τα τενόντια όργανα Golgi είναι ευαίσθητα στις μεταβολές τάσης του τένοντα. Η λειτουργία τους σηματοδοτείται κυρίως με την ενεργητική μυική τάση και όχι τόσο με την παθητική. Επιπλέον, σε αντίθεση με τις μυικές ατράκτους δε διαμορφώνονται από το κεντρικό νευρικό σύστημα (Κ.Ν.Σ). Οι μυικές άτρακτοι είναι υπεύθυνες για τη μεταφορά πληροφοριών σχετικά με το μήκος των μυών, καθώς και με το ρυθμό μεταβολής του μήκους (Mattheus D.M., 1972). Επιπλέον, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αίσθηση της θέσης και της κίνησης του μέλους. Σύμφωνα με άλλη έρευνα η συμβολή των μυικών ατράκτων στην κιναισθησία οφείλεται στην εξάρτηση της παθητικής τάσης στους μύες, ενδοατρακτική και εξωατρακτική, στη σύσπαση και στις αλλαγές του μήκους των μυών, στη μυική “θιξοτροπία” (Proske U. και συν., 2014). Οι μυικές άτρακτοι αποτελούνται από τροποποιημένες μυικές ίνες (ενδοατρακτικές ίνες) που είναι περιτριγυρισμένες από προσαγωγές νευρικές απολήξεις. Μερικές από τις ενδοατρακτικές ίνες είναι ευαίσθητες στην αλλαγή του μήκους του μυός και άλλες στο ρυθμό μεταβολής του μήκους. Σε αντίθεση με το κέντρο των μυικών αυτών ινών που δεν περιέχουν συσταλτά στοιχεία, οι περιφερικές περιοχές περιέχουν συσταλτά στοιχεία και νευρώνονται μέσω των γ-κινητικών νευρώνων. Η ενεργοποίηση των συσταλτών στοιχείων στις περιφερικές περιοχές διατείνει τις κεντρικές περιοχές που περιέχουν τους αισθητικούς υποδοχείς, γεγονός που οδηγεί στην πυροδότηση των αισθητικών απολήξεων και συνεπώς στην ευαισθησία της μυικής ατράκτου στις αλλαγές του μήκους.

Οι περισσότερες ιδιοδεκτικές πληροφορίες φτάνουν στο ανώτερο ΚΝΣ μέσω ραχιαίων πλευρικών ή νωτιοπαραεγκεφαλικών οδών. Οι δυο ραχιαίες πλευρικές οδοί βρίσκονται στην οπίσθια επιφάνεια της σπονδυλικής στήλης και μεταδίδουν τα σήματα προς το σωματοαισθητικό φλοιό. Αισθήσεις όπως η αφή, η πίεση και η δόνηση ταξιδεύουν με αυτές τις οδούς, καθώς επίσης και οι κιναισθητικές αισθήσεις. Οι νωτιοπαραεγκεφαλικές οδοί καταλήγουν σε διάφορες περιοχές της παρεγκεφαλίδας όπου γίνεται η επεξεργασία τους και ολοκληρώνονται με άλλες προσαγωγές και φθίνουσες πληροφορίες. Οι οδοί αυτές είναι υπεύθυνες για την «ασυνείδητη ιδιοδεκτικότητα» που χρησιμοποιούνται για τις αντανάκλαστικές, τις αυτόματες και τις εκούσιες δραστηριότητες (Warren S. και συν., 1997). Εκτός από τη διαβίβαση των περιφερικών προσαγωγών πληροφοριών, ένα μέρος αυτών των τμημάτων μεταφέρει ένα απαγωγό αντίγραφο του κινητικού νευρώνα και οδηγεί στο υψηλότερο επίπεδο του ΚΝΣ (Mattheus G.G. , 1997).

Από τις αρχές του 20ου αιώνα, ο Sherrington υποστήριζε ότι η κιναισθησία και η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης σχετίζονται με τους μυικούς υποδοχείς. Η άποψη αυτή αντικρούστηκε αργότερα από μελέτες, οι οποίες υποστήριξαν ότι οι υποδοχείς των αρθρώσεων έχουν τον κύριο ρόλο (Proske U. και συν., 1988, Mattheus P.B., 1982). Η πεποίθηση ότι οι αισθήσεις αυτές σχετίζονται με τους μυικούς υποδοχείς άλλαξε ξανά όταν αποδείχθηκε ότι οι αρθρικοί υποδοχείς υπολείπονται σε κινήσεις μεσαίου εύρους και προκαλούν ψευδαισθήσεις στην κίνηση λόγω των δονήσεων των τενόντων (Goodwin G.M. και συν., 1972). Ακόμα, μεγαλύτερη αμφιβολία υπάρχει για τη μεμονωμένη συμβολή διαφόρων υποδοχέων σε κάθε ιστό κατά την εκτέλεση αρθρικών λειτουργικών κινήσεων με πλήρες εύρος τροχιάς (αρθρικοί, μυικοί, δερματικοί υποδοχείς). Σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν in vivo (Burke D. και συν., 1988, Burgess P.R. και Clark F.J., 1968),

βρέθηκε ότι οι μηχανοποδοχείς που βρίσκονται στην αρθρική κάψα δε φαίνεται να διεγείρονται επαρκώς σε αρθρικές κινήσεις μέσου εύρους, έτσι ώστε να συμβάλλουν στην ιδιοδεκτικότητα. Με βάση αυτές τις έρευνες, αρκετοί ήταν εκείνοι που κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι αρθρικές καψικές προσαγωγές πληροφορίες είναι απίθανο να σηματοδοτήσουν πληροφορίες για την αίσθηση θέσης της άρθρωσης και την κιναισθησία στις κινήσεις μέσου εύρους ενώ, η μοναδική ιδιοδεκτική λειτουργία σηματοδοτείται στο τελικό εύρος τροχιάς της κίνησης. Ομοίως και για τους δερματικούς υποδοχείς. Σε αντίθεση με τους δερματικούς και αρθρικούς μηχανοποδοχείς, οι μυικές άτρακτοι έχουν περιγραφεί σχεδόν ομόφωνα ικανές να ανταποκριθούν μονοκατευθυντικώς σε όλο το εύρος τροχιάς της αρθρικής κίνησης (*Macefield G. και συν., 1990, Burgess P.R. και συν., 1982*).

Φλοιώδεις προβολές έχουν αναφερθεί από τις αθρικές (καψικές και συνδεσμικές) προσαγωγές ίνες, τις μυικές ατράκτους και τα τενόντια όργανα Golgi. Όσον αφορά τη συνειδητή εκτίμηση της διέγερσης των περιφερικών υποδοχέων, ηλεκτρική διέγερση των αρθρικών και των δερματικών προσαγωγών ινών (ίνες τύπου II) φάνηκε να προκαλούν αισθήσεις σχετικές με την αντίστοιχη άρθρωση και να φέρουν αντιλήψεις για την αντίστοιχη αρθρική κίνηση. Οι *Edin και Johansson* απέδειξαν ότι η μηχανική διέγερση δερματικών υποδοχέων προκάλεσε κιναισθητικές αισθήσεις. Αν και η κίνηση μιας ενιαίας μυικής ατράκτου απέτυχε να δημιουργήσει την αντίληψη της κίνησης, η διέγερση συγκεκριμένων μυικών ατράκτων μέσω δόνησης και απομονωμένης έλξης αποδείχθηκε ότι προκαλεί συνειδητές αισθήσεις κίνησης. Η αδυναμία των αρθρικών και δερματικών προσαγωγών ινών να διαταράζουν τη συνειδητή κιναισθησία και την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, δίνει έμφαση στη σημασία των μυικών υποδοχέων για τη συνειδητή ιδιοδεκτικότητα. Οι αντιπαραθέσεις και οι ποίκιλες απόψεις που έχουν διατυπωθεί έχουν να κάνουν με τις διαφορετικές μεθόδους που χρησιμοποίησαν οι ερευνητές. Είναι πιθανό κάθε υποδοχέας να είναι σημαντικός για μοναδική κίνηση ή έργο.

Επίπεδα κινητικού ελέγχου

Τα κινητικά συστατικά του αισθητικοκινητικού συστήματος που συμβάλουν στη δυναμική ισορροπία των αρθρώσεων και συνεπώς στις περιοχές που ελέγχουν τον κινητικό έλεγχο ολόκληρου του σώματος, είναι ο κεντρικός άξονας και 2 συνεργές περιοχές. Ο κεντρικός άξονας αντιστοιχεί σε 3 επίπεδα του κινητικού ελέγχου: τη σπονδυλική στήλη, το νωτιαίο μυελό και τον εγκεφαλικό φλοιό (*Matthews G.G, 1997*). Οι συνεργές περιοχές, η παρεγκεφαλίδα και τα βασικά γάγγλια, είναι υπεύθυνες για τη διαμόρφωση και τη ρύθμιση των κινητικών εντολών. Οι αισθητηριακές πληροφορίες κρύβονται πίσω από το σχεδιασμό όλης της παραγωγής κίνησης και μεταβιβάζονται στα 3 επίπεδα του κινητικού ελέγχου. Η ενεργοποίηση των κινητικών νευρώνων μπορεί να προκύψει ως άμεση απάντηση στην περιφερική αισθητική είσοδο (αντανακλαστικά) ή από κατιούσες εντολές που ξεκίνησαν από το εγκεφαλικό στέλεχος ή τον εγκεφαλικό φλοιό ή και τα δύο (*Ghez C., 1991*). Ανεξάρτητα από την αρχική πηγή, η ενεργοποίηση των σκελετικών μυών συμβαίνει λόγω της σύγκλισης σημάτων πάνω στους κινητικούς νευρώνες που είναι τοποθετημένοι στα νωτιαία κοιλιακά κέρατα (*Mihailoff G.A και Haines D.E., 1997, Ghez C., 1991*).

Και οι δύο τύποι κινητικών νευρώνων, οι α-κινητικοί νευρώνες που ελέγχουν τις εξωατρακτικές μυικές ίνες (σκελετικές) και οι γ-κινητικοί νευρώνες που ελέγχουν τις ενδοατρακτικές μυικές ίνες, εξέρχονται από τα νωτιαία κοιλιακά κέρατα. Οι περιοχές του κεντρικού άξονα οργανώνονται με ιεραρχικό και παράλληλο τρόπο. Η ιεραρχική οργάνωση επιτρέπει στις χαμηλότερες κινητικές περιοχές να ελέγχουν αυτόματα τις λεπτομέρειες των κοινών κινήσεων, ενώ τα υψηλότερα κέντρα μπορούν να ελέγχουν πιο συγκεκριμένες και επιδέξιες κινήσεις. Επιπλέον τα υψηλότερα κινητικά συστήματα μπορούν να ελέγχουν τις

προσαγωγές πληροφορίες που φτάνουν σε αυτά μέσω ανασταλτικού και διευκολυντικού ελέγχου των αισθητηριακών πυρήνων αναμετάδοσης. Μέσω της παράλληλης διάταξης κάθε κινητικό κέντρο ελέγχου μπορεί να εκδώσει άμεσες ανεξάρτητες ανταποδοτικές κινητικές εντολές απευθείας στους κινητικούς νευρώνες (*Mihailoff G.A. και Haines D.E., 1997, Ghez C., 1991*).

Επίπεδο σπονδυλικής στήλης

Από τη ΣΣ προκύπτουν άμεσες κινητικές απαντήσεις σε περιφερικές αιθητικές πληροφορίες και σημαντικά μοτίβα κινητικού συντονισμού. Είναι ελάχιστες οι προσαγωγές ίνες και οι κατιούσες εντολές που δημιουργούν άμεσα συνάψεις με τους κινητικούς νευρώνες. Οι περισσότερες τερματίζουν στους ενδονευρώνες που βρίσκονται στις περιοχές της φαιάς ουσίας. Ακόμα και σε ένα απλό μονοσυναπτικό αντανακλαστικό, όπως αυτό της διάτασης, προκύπτουν διακλαδώσεις της εισερχόμενης προσαγωγής ίνας. Αυτές οι διακλαδώσεις μπορούν να μεταβιβάσουν τις προσαγωγές πληροφορίες σε διάφορες περιοχές, όπως είναι οι ενδονευρώνες, τα υψηλότερα κινητικά κέντρα και άλλοι ανταγωνιστικοί κινητικοί νευρώνες. Οι διακλαδώσεις και τα ενδονευρωνικά δίκτυα παρέχουν τη βάση για τις ολοκληρωμένες λειτουργίες της σπονδυλικής στήλης. Τα αντανακλαστικά μπορούν να προκληθούν από διέγερση των δερματικών, μυικών και αρθρικών μηχανοποδοχέων και μπορεί ακόμα να περιλαμβάνουν τη διέγερση των α και γ-κινητικών νευρώνων. Παραδειγμα αποτελεί το αντανακλαστικό διάτασης, το οποίο λειτουργεί ως απάντηση στην ταχεία μυική επιμήκυνση. Αυτά τα αντανακλαστικά, όπως και όλα τα άλλα που αποδίδονται στο νευρωνικό κύκλωμα της ΣΣ, είναι πιο πολύπλοκα από τις απλές άμεσες συνδέσεις εισόδου-εξόδου (*Riemann B. L. και Lephart S.M., 2002*).

Εγκεφαλικό στέλεχος

Το εγκεφαλικό στέλεχος περιέχει μεγάλα συστήματα που ελέγχουν τη στατική ισορροπία και πολλές από τις αυτόματες και στερεότυπες κινήσεις του σώματος (*Riemann et al B.L., 2002*). Εκτός από το ότι είναι υπό φλοιϊκής εντολής και παρέχει έναν έμμεσο σταθμό αναμετάδοσης από το φλοιό στο νωτιαίο μυελό, τα τμήματα του εγκεφαλικού στελέχους ρυθμίζουν και τροποποιούν άμεσα τις κινητικές δραστηριότητες που βασίζονται στην ενσωμάτωση αισθητικών πληροφοριών από σωματισθητικές, οπτικές και αιθουσαίες πηγές (*Ghez C., 1991*). Δύο είναι οι κύριες φθίνουσες οδοί, η μεσαία και η πλευρική, που εκτείνονται από τα νευρωνικά δίκτυα του εγκεφαλικού στελέχους στη σπονδυλική στήλη. Οι μέσοι οδοί επηρεάζουν τους κινητικούς νευρώνες, νευρώνοντας τους αξονικούς και εγγύτερους μύες, ενώ οι πλευρικές οδοί νευρώνουν τους εγγύς μύες των άκρων. Εκτός από τον έλεγχο της στάσης του σώματος, ορισμένοι άξονες που περιλαμβάνουν τις διάμεσες οδούς φτιάχνουν διεγερτικές και ανασταλτικές συνάψεις (περιλαμβάνει την καταστολή των νωτιαίων αντανακλαστικών) με τους ενδονευρώνες και τους κινητικούς νευρώνες, οι οποίοι εμπλέκονται με τον έλεγχο της κίνησης και της στάσης του σώματος. Μέσα από τις επιδράσεις των γ-κινητικών νευρώνων, τμήματα των μέσων αλλά και πλευρικών εκτάσεων βοηθούν στη διατήρηση και τη διαμόρφωση του μυικού τόνου.

Εγκεφαλικός φλοιός

Γενικότερα, ο κινητικός φλοιός είναι υπεύθυνος για την έναρξη και τον έλεγχο πολύπλοκων εκούσιων κινήσεων. Είναι χωρισμένος σε τρεις εξειδικευμένες και οργανωμένες περιοχές, οι οποίες προεκτείνονται άμεσα και έμμεσα (μέσω του εγκεφαλικού στελέχους)

πάνω στους ενδονευρώνες και τους κινητικούς νευρώνες που βρίσκονται στη ΣΣ (Ghez C., 1991). Η πρώτη περιοχή, ο κυρίαρχος κινητικός φλοιός, δέχεται περιφερικές προσαγωγές πληροφορίες από διάφορες οδούς και είναι υπεύθυνες για την κωδικοποίηση των μυών που δραστηριοποιούνται, τη δύναμη που παράγουν οι μύες και την κατεύθυνση της κίνησης. Η δεύτερη περιοχή, προκινητική περιοχή, είναι υπεύθυνη κυρίως για την προετοιμασία και την οργάνωση των κινητικών εντολών. Η τρίτη συμπληρωματική περιοχή, έχει σημαντικό ρόλο στην οργάνωση των πολύπλοκων αλληλουχιών της κίνησης όπου εμπλέκονται αρκετές ομάδες μυών. Η μεγαλύτερη άμεση κατιούσα οδός από τον κινητικό φλοιό στους α και γ-κινητικούς νευρώνες είναι η φλοιονωτιαία οδός. Εκτός από το γεγονός ότι επηρεάζει άμεσα τις κινητικές λειτουργίες, επηρεάζει και έμμεσα την κινητική δραστηριότητα μέσω των κατιούσων οδών του εγκεφαλικού στελέχους.

Συnergές περιοχές

Αν και οι 2 σύnergες περιοχές, τα βασικά γάγγλια και η παρεγκεφαλίδα, δεν μπορούν να ξεκινήσουν μια κινητική δραστηριότητα ανεξάρτητα, αποτελούν αναπόσπαστα μέρη για την εκτέλεση ενός συντονισμένου κινητικού ελέγχου. Η παρεγκεφαλίδα που λειτουργεί σε ένα υποσυνείδητο επίπεδο, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό και την τροποποίηση των κινητικών δραστηριοτήτων συγκρίνοντας την προβλεπόμενη κίνηση με το αποτέλεσμα της κίνησης (Ghez C., 1991). Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της συνεχούς ροής πληροφοριών από τις περιοχές κινητικού ελέγχου και τις κεντρικές και περιφερικές περιοχές. Η παρεγκεφαλίδα χωρίζεται σε 3 λειτουργικά τμήματα. Το πρώτο τμήμα λαμβάνει αισθησιαία είσοδο τόσο άμεσα όσο και έμμεσα (ημικυκλικοί και ωτολιθικοί υποδοχείς) με αποτέλεσμα να σχετίζεται με τη στατική ισορροπία. Το δεύτερο τμήμα είναι υπεύθυνο για το σχεδιασμό και την έναρξη κινήσεων, ιδίως εξειδικευμένων κινήσεων των άκρων. Το τμήμα αυτό λαμβάνει είσοδο από αισθητικούς και από κινητικούς φλοιούς. Το τρίτο τμήμα είναι η νωτιαιοπαρεγκεφαλίδα, η οποία λαμβάνει σωματoαισθητικές πληροφορίες μέσω 4 νωτιαιοπαρεγκεφαλιδικών ανιούσων οδών. Εκτός από σωματoαισθητικές πληροφορίες, το τμήμα αυτό λαμβάνει πληροφορίες από τον αισθησιαίο λαβύρινθο, τα οπτικά και τα ακουστικά όργανα. Η έξοδος από τη νωτιαιοπαρεγκεφαλίδα χρησιμεύει για να αναπροσαρμόζει τις συνεχιζόμενες κινήσεις μέσω ισχυρών συνδέσεων των μέσων και πλευρικών φθίνουσων οδών στο εγκεφαλικό στέλεχος και στο φλοιό μέσω ώσεων στον αισθησιαίο πυρήνα, το δικτυωτό σχηματισμό, τον ερυθρό πυρήνα και τον κινητικό φλοιό. Πέρα από τον έλεγχο των κινήσεων, χρησιμοποιεί σωματoαισθητικές πληροφορίες για τη ρύθμιση της ανατροφοδότησης του μυϊκού τόνου μέσω της ρύθμισης των γ-κινητικών νευρώνων που οδηγούν στις μυϊκές ατράκτους. Επίσης, η παρεγκεφαλίδα λαμβάνει ένα απαγωγό αντίγραφο κινητικών εντολών που φτάνει στις κοιλιακές ρίζες της ΣΣ. Διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και στην κινητική εκμάθηση (Leonard CT., 1998). Τα βασικά γάγγλια αποτελούνται από 5 υποφλοιώδεις πυρήνες (ομάδες νευρικών κυττάρων) που βρίσκονται βαθιά μέσα στα εγκεφαλικά ημισφαίρια. Σε αντίθεση με την παρεγκεφαλίδα, που έχει συνδέσεις εισόδου και εξόδου και με τα 3 επίπεδα του κινητικού ελέγχου, ο εγκεφαλικός φλοιός είναι η μόνη συνιστώσα του κινητικού άξονα που έχει συνδέσεις εισόδου και εξόδου (μέσω του θαλάμου) με τα βασικά γάγγλια. Όσο αφορά τον κινητικό έλεγχο, τα βασικά γάγγλια συνδέονται περισσότερο με ανώτερες γνωστικές λειτουργίες του κινητικού ελέγχου (Cote L. και συν., 1991). Μια επιπλέον σημαντική διαφορά από την παρεγκεφαλίδα είναι ότι τα βασικά γάγγλια λαμβάνουν πληροφορίες απ' όλο τον εγκεφαλικό φλοιό, όχι μόνο από τα τμήματα που σχετίζονται με αισθητικές και κινητικές λειτουργίες (Cote L. και συν., 1991). Οι εκτεταμένες συνδέσεις εισόδου και εξόδου δείχνουν ότι ασχολείται με πολλές λειτουργίες και όχι μόνο με τον κινητικό έλεγχο.

2.2.2. Κινητικός έλεγχος και ισορροπιστική ικανότητα

Οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες στον κινητικό έλεγχο χωρίζονται σε 2 κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες που σχετίζονται με το εξωτερικό περιβάλλον, ενώ στη δεύτερη με το εσωτερικό. Τα κινητικά προγράμματα πρέπει να προσαρμόζονται σε πιθανές διαταραχές ή αλλαγές στο εξωτερικό περιβάλλον. Αν και οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες συνδέονται άμεσα με τις οπτικές πληροφορίες, είναι πιο γρήγορες, ή και πιο ακριβείς. Ο σχεδιασμός των κινήσεων απαιτεί μεγάλη προσοχή στους περιβαλλοντικούς περιορισμούς και αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την επιλογή στρατηγικών με σκοπό τη διατήρηση του στατικού ελέγχου. Κατά το σχεδιασμό μιας κίνησης, οι οπτικές εικόνες χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν ένα μοντέλο περιβάλλοντος, μέσα στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η κίνηση. Η ιδιοδεκτικότητα είναι σημαντική για την εκτέλεση της κίνησης και επηρεάζεται από ερεθίσματα της οπτικής εικόνας (*Bard C. και συν., 1995*). Επιπλέον, η ιδιοδεκτικότητα είναι σημαντική γιατί σχεδιάζει και τροποποιεί τις εσωτερικά παραγόμενες κινητικές εντολές. Πριν και κατά τη διάρκεια της κινητικής εντολής, το κινητικό σύστημα ελέγχου πρέπει να εξετάσει τις τρέχουσες και μεταβαλλόμενες θέσεις των αρθρώσεων, που αντιπροσωπεύουν τις πολύπλοκες μηχανικές αλληλεπιδράσεις εντός του ανθρώπινου μυοσκελετικού συστήματος. Η ιδιοδεκτικότητα παρέχει με τον καλύτερο τρόπο την τμηματική κίνηση και πληροφορίες για τη θέση στο κινητικό σύστημα ελέγχου. Στην περίπτωση κίνησης μιας άρθρωσης μόνο, η ακριβής μυϊκή δύναμη για την εκτέλεση του έργου εξαρτάται από τη γωνία της άρθρωσης. Η ακριβής τάση που χρειάζεται ο μυς για την εκτέλεση μια κίνησης είναι αρκετά πολύπλοκο θέμα (*Sainburg R.L. και συν., 1993*). Μαζί με τη γωνιακή μεταβολή της θέσης της άρθρωσης, πραγματοποιούνται αλλαγές στα μηχανικά πλεονεκτήματα που σχετίζονται με όλους τους μύες που διασχίζουν μια άρθρωση. Μια δραστηριότητα μπορεί να περιέχει μια σειρά από επικαλυπτόμενες κινήσεις των αρθρώσεων. Το κινητικό σύστημα ελέγχου πρέπει να εξετάσει τις πολλαπλές κινήσεις ως άμεση λειτουργία της μυϊκής δραστηριότητας, αλλά και έμμεσα από τις ενδοτμηματικές κινήσεις (η κίνηση μιας άρθρωσης προκαλεί την κίνηση μιας άλλης). Η ιδιοδεκτικότητα παρέχει πληροφορίες που είναι απαραίτητες για τη λύση κινητικών ελλειμμάτων (*Sainburg R.L. και συν., 1993*).

Ο κινητικός έλεγχος για απλές δραστηριότητες είναι μια πλαστική διαδικασία η οποία υφίσταται συνεχή επανεξέταση και τροποποίηση που βασίζεται στην ενσωμάτωση και την ανάλυση των αισθητικών πληροφοριών, απαγωγών κινητικών εντολών και των επακόλουθων κινήσεων. Πρωταγωνιστικό ρόλο στη διαδικασία αυτή διαδραματίζουν οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες που προέρχονται από τους μυϊκούς και αρθρικούς υποδοχείς. Η εκτέλεση των κινητικών δραστηριοτήτων είναι συγκεκριμένα γεγονότα, τα οποία αποσκοπούν στη διατήρηση και την αποκατάσταση της σταθερότητας όλου του σώματος (στατική σταθερότητα), αλλά και των επιμερούς τμημάτων (αρθρική σταθερότητα). Όσο αφορά την αρθρική σταθερότητα, οι ενέργειες αυτές αντιπροσωπεύουν το νευρομυϊκό έλεγχο. Οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες, στις οποίες έγινε πρώτη αναφορά πριν από έναν αιώνα από το Sherrington (*Sherrington C.S., 1906*) είναι απαραίτητες και για τις δυο μορφές σταθερότητας. Αν και η αντανakλαστική ενεργοποίηση των α - κινητικών νευρώνων θεωρείται σημαντική για τη λειτουργική σταθερότητα των αρθρώσεων, είναι αμφισβητίσιμη. Αντιθέτως μεγαλύτερη ομοφωνία υπάρχει για το ρόλο των γ - κινητικών νευρώνων στη λειτουργική σταθερότητα. Ο Freeman και Wyke (*Freeman M.A. και Wyke B., 1967*) απέδωσαν την αύξηση της μυϊκής δραστηριότητας ως απάντηση στη διέγερση των αρθρικών

μηχανοϋποδοχέων στην ενεργοποίηση των γ - κινητικών νευρώνων και όχι των α - κινητικών νευρώνων. Πολλές έρευνες στη συνέχεια έδειξαν αντανακλαστική δραστηριότητα των προσαγωγών ερεθισμάτων των αρθρώσεων στους γ - κινητικούς νευρώνες, μέσω ηλεκτρικής διέγερσης και ιστικής έλξης χρησιμοποιώντας επίπεδα δύναμης κάτω από αυτά που προκαλούν ιστική καταστροφή και αλγαισθησία. Η αυξημένη δραστηριοποίηση των γ -κινητικών νευρώνων που μπορεί να οφείλεται σε πληροφορίες από δερματικές ή μυικές πηγές, καθώς επίσης και από κατιούσες υπερνωτιαίες εντολές, αυξάνει την ευαισθησία της μυικής ατράκτου.

Τα υψηλότερα κέντρα κινητικού ελέγχου, αντισταθμίζουν την ανεπάρκεια της στατικής σταθεροποίησης μέσω τροποποιημένων κινήσεων και προτύπων μυικής δραστηριοποίησης. Όπως προηγουμένως με τα νωτιαία αντανακλαστικά, αποδεικνύεται ότι οι αρθρικοί και οι συνδεσμικοί μηχανοϋποδοχείς είναι σημαντικοί για τον υπερνωτιαίο αισθητικοκινητικό έλεγχο έναντι της δυναμικής αρθρικής σταθερότητας. Στον άνθρωπο, η δυσκολία γύρω από αυτή την πτυχή του αισθητικοκινητικού ελέγχου προκύπτει από την αδυναμία να παρουσιαστούν εύκολα πειραματικοί χειρισμοί με στόχο μία ή περισσότερες αρθρώσεις χωρίς να προκληθεί μεγάλη σύγχυση. Οι περισσότεροι ερευνητές προσπαθούν να εξετάζουν ασθενείς με διαφορετικές συνθήκες και εικασίες για το αν οι αλλαγές ή οι προσαρμογές που προκύπτουν από βλάβη των στατικών σταθεροποιητών, νευρικών στοιχείων ή και των δύο. Άμεσες αποδείξεις που υποστηρίζουν το ρόλο των αρθρικών μηχανοϋποδοχέων στον αισθητικοκινητικό έλεγχο της δυναμικής αρθρικής σταθερότητας στον άνθρωπο δεν υπάρχουν (*Riemann B. L. και Lephart S.M., 2002*).

Σε κάποιες περιπτώσεις, η δυσκαμψία λειτουργεί θετικά, καθώς ενισχύει τη λειτουργική σταθερότητα όταν η μηχανική σταθερότητα είναι ελλιπής. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα, αποτελεί η σχέση των οπίσθιων μηριαίων μυών με τον πρόσθιο χιαστό σύνδεσμο (*McNair P.J. και συν., 1991*). Σε περίπτωση ρήξης του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (ΠΧΣ) αναπτύσσεται ένα κινητικό μοντέλο προσαρμοστικό με την αύξηση της δραστηριοποίησης των οπίσθιων μηριαίων πριν τη φόρτιση και διατηρώντας το γόνατο σε πιο καμπτική θέση κατά τη φόρτιση. Οι αλλαγές αυτές πιστεύεται ότι εμποδίζουν την πρόσθια μετατόπιση της κνήμης κατά την απουσία του ΠΧΣ. Η αύξηση της δραστηριοποίησης των οπίσθιων μηριαίων συμβαίνει πριν τη φόρτιση της άρθρωσης με ένα τρόπο προσώτροφοδοτικού ελέγχου. Αυτό υποδηλώνει ότι το κινητικό πρόγραμμα για τη δραστηριότητα άλλαξε, και έμμεσα υποστηρίζεται η ιδέα της αλλαγής του κινητικού ελέγχου σε αντανακλαστικό επίπεδο. Οι αλλαγές στις αλληλουχίες της μυικής δραστηριοποίησης φαίνεται να συμβαίνουν όχι μόνο στην άρθρωση που εμπλέκεται, αλλά και στις εγγύς και άπω αρθρώσεις, υποστηρίζοντας έτσι την ιδέα των ανώτερων κινητικών αλλαγών. Σε τραυματισμό του ΠΧΣ έχει βρεθεί αυξημένη ενεργοποίηση των μυών που δρουν στον αστράγαλο και την κνήμη (πρόσθιος κνημιαίος και υποκνημίδιος). Αυτές οι έρευνες υποστηρίζουν την υπόθεση των αλλαγών στο ανώτερο κινητικό κέντρο ελέγχου μετά από ορθοπαιδικό τραυματισμό. Το ερέθισμα για τις αλλαγές αυτές παραμένει συζητήσιμο για πιθανές αλλαγές των αρθρικών υποδοχέων, απώλεια μηχανικής σταθερότητας ή και τα δύο (*Riemann B. L. και Lephart S.M., 2002*).

Φαίνεται ότι η ιδιοδετικότητα είναι θεμελιώδους σημασίας για τον αισθητικοκινητικό έλεγχο στη σταθερότητα της άρθρωσης με τους αρθρικούς υποδοχείς να έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο. Όσο αφορά τη δυσκαμψία, οι μυικές άτρακτοι με τους ανώτερους γ -κινητικούς νευρώνες ενισχύουν τους ελέγχους τροφοδότησης προς τα εμπρός και της ανατροφοδότησης του δυναμικού μηχανισμού συγκράτησης, μέσω άμεσης ρύθμισης των επιπέδων μυικής ενεργοποίησης. Αφού η δραστηριοποίηση των γ -κινητικών νευρώνων επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις περιφερικές προσαγωγές πληροφορίες, η επάρκεια και η ακρίβεια των πληροφοριών είναι σημαντικές. Λόγω της ευαισθησίας των αρθρικών και συνδεσμικών

υποδοχέων μέσω των εύρων τροχιάς της κίνησης και των ισχυρών επιρροών τους στη δραστηριότητα των γ-κινητικών νευρώνων, υπάρχει πιθανότητα αυτός ο έμμεσος μηχανισμός να μπορεί να αντισταθμίζει τη σημαντικότητα των αμφιλεγόμενων άμεσων αντανακλαστικών των α-κινητικών νευρώνων. Σε υψηλότερα κινητικά επίπεδα, οι αρθρικοί υποδοχείς ίσως διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των προσαρμογών πληροφοριών του κινητικού προγράμματος στο να αντισταθμίζει τις απώλειες της μηχανικής σταθερότητας.

Η ιδιοδεκτικότητα μεταφέρεται σε όλα τα επίπεδα ΚΝΣ όπου υπάρχει ένα μοναδικό αισθητικό συστατικό για την βελτίωση του κινητικού ελέγχου. Επίσης, οι ιδιοδεκτικές πληροφορίες είναι σημαντικές για το νευρομυϊκό έλεγχο των δυναμικών περιορισμών. Οι αρθρικοί υποδοχείς που συχνά καταστρέφονται σε κάποιο βαθμό, φαίνεται να αποτελούν σημαντική συνιστώσα της ιδιοδεκτικότητας.

Ο ρόλος του αισθητικοκινητικού συστήματος είναι η διατήρηση της λειτουργικής σταθερότητας της άρθρωσης, μέσω συμπληρωματικών σχέσεων των στατικών και δυναμικών περιορισμών.

Το αισθητικοκινητικό σύστημα περιλαμβάνει αισθητική, κινητική και κεντρική ολοκλήρωση και επεξεργάζεται τα συστατικά που εμπλέκονται στη διατήρηση της λειτουργικής αρθρικής σταθερότητας. Οι περισσότερες τεχνικές εκτίμησης αξιολογούν την ακεραιότητα και τη λειτουργία των αισθητικοκινητικών συστατικών μετρώντας τις μεταβλητές κατά μήκος των οδών ή την τελική έκβαση της ενεργοποίησης των σκελετικών μυών ή και τα δύο. Επί του παρόντος, καμία μέθοδος αξιολόγησης δεν μπορεί να απομονώσει την ανώτερη κεντρική ενσωμάτωση και τα κέντρα επεξεργασίας (*Riemann B. L. και Lephart S.M., 2002*).

2.2.3. Μέθοδοι αξιολόγησης δυναμικής ισορροπιστικής ικανότητας

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία μια από τις πιο αξιόπιστες μεθόδους αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας είναι η δοκιμασία Star Excursion Balance Test (SEBT), καθώς αναφέρεται ότι έχει εξαιρετικό δείκτη αξιοπιστίας μεταξύ επαναλαμβανόμενων μετρήσεων, καθώς και δείκτη αξιοπιστίας ανάμεσα σε διαφορετικούς αξιολογητές (interrater και intrarater reliability) (*Gribble P.A. και συν., 2013, Hertel J. και συν., 2006, Kinzey S. και Armstrong C.W., 1998, Gray P., 1995*). Επιπλέον, είναι εύκολο στη χρήση, μεταφέρεται εύκολα και δεν απαιτεί ακριβό εξοπλισμό (*Plisky P.J. και συν., 2009*). Η πρότυπη διαδικασία θέλει τον συμμετέχον να την εκτελέσει με 8 κατευθύνσεις. Ωστόσο, έχουν γίνει προσπάθειες απλούστευσης της δοκιμασίας για να μειωθεί ο χρόνος διεξαγωγής της και η κόπωση του συμμετέχοντος, καθώς επηρεάζει την απόδοση του και τα αποτελέσματα (*Coughlan G.F. και συν., 2012, Plisky P.J. και συν., 2009*). Η πιο απλή έκδοση της δοκιμασίας είναι η δοκιμασία modified Star Excursion Balance Test (mSEBT), η οποία για να πραγματοποιηθεί πρέπει να τοποθετηθούν στο έδαφος 3 ταινίες. Τοποθετείται αρχικά η πρώτη και στην συνέχεια η δεύτερη διαγώνια της αριστερά στις 135° και η τρίτη διαγώνια της δεξιά στις 135°, σχηματίζοντας ένα "Y" στο έδαφος. Στη συνέχεια, ζητείται από τον εξεταζόμενο να σταθεί με μονοποδική στήριξη στο κέντρο των ταινιών (στο κέντρο του "Y"), ενώ με το άλλο πόδι προσπαθεί να φτάσει όσο μακρύτερα μπορεί ακολουθώντας τις 3 κατευθύνσεις. Το πόδι στήριξης πρέπει να διατηρείται επίπεδο στο έδαφος και τα χέρια να ακουμπούν τα ισχία. Με το άλλο πόδι (πόδι "στόχου") ο εξεταζόμενος προσπαθεί να φτάσει όσο πιο μακριά μπορεί και να ακουμπήσει απαλά την ταινία στο πιο απομακρυσμένο σημείο. Μετά χωρίς να πιέζει το έδαφος το πόδι "στόχου" πρέπει να γυρίσει πίσω στο κέντρο του "Y" και να τοποθετηθεί δίπλα στο πόδι στήριξης. Ο εξεταζόμενος μπορεί να κάνει οποιαδήποτε κίνηση εκτός από τη

μετακίνηση του ποδιού στήριξης ή την απομάκρυνση των χεριών από τα ισχία. Η δοκιμή θεωρείται άκυρη και επαναλαμβάνεται αν ο εξεταζόμενος (Gribble P.A. και συν., 2013):

1. Ακουμπήσει με το πόδι "στόχου" παραπάνω από μια φορά το έδαφος,
2. Το σύρει ή το πιέσει στο έδαφος,
3. Σηκώσει την πτέρνα του ποδιού στήριξης,
4. Απομακρύνει τα χέρια από τα ισχία,
5. Αδυνατεί να επανέλθει στην αρχική θέση,

Η δοκιμασία mSEBT θεωρείται εξίσου αξιόπιστη με την SEBT σύμφωνα με νέες έρευνες (Gribble P.A. και συν., 2013, Coughlan G.F. και συν., 2012, Bouillon L.E. και Baker J.L., 2011).



Εικόνα 6. Δοκιμασία modified Star Excursion Balance Test (mSEBT), όπου το δεξί πόδι έχει οριστεί ως πόδι στήριξης και το αριστερό ως πόδι στόχου και διανύεται η πρόσθια (A), η οπίσθια έξω (B) και η οπίσθια έσω (C) κατεύθυνση.

Μια παραλλαγή του mSEBT αποτελεί το Y Balance Test, η οποία πραγματοποιείται με τη βοήθεια μιας ενόργανης συσκευής μέτρησης της απόστασης κάθε κατεύθυνσης της δοκιμασίας. Κατα τη δοκιμασία αυτή ο δοκιμαζόμενος πρέπει να εκτελέσει μια διαδικασία παρόμοια με αυτή του mSEBT, με την διαφορά ότι στέκεται πάνω σε ένα τάκο και σε κάθε κατεύθυνση απο τις τρεις που καλείται να ακολουθήσει πρέπει να σύρει τρεις τάκους. Ωστόσο, σύμφωνα με έρευνες (Coughlan G.F. και συν. 2012, Plisky P.J. και συν., 2009) βρέθηκε ότι δεν είναι τόσο αξιόπιστο αυτό το τεστ καθώς δεν μπορεί να ελεγχθεί και να ποσοτικοποιηθεί η υποστήριξη απο το έδαφος και η πραγματική πίεση που ασκείται ανάμεσα στο πόδι και το έδαφος. Επιπροσθέτως, ο δοκιμαζόμενος επειδή καλείται να σύρει τον τάκο πρέπει να εστιάσει την προσοχή σε κοντινή απόσταση (στο πόδι του), αυτό καλείται «εσωτερική εστίαση» και όπως φάνηκε επηρεάζει την επίδοση του, καθώς παρατηρήθηκε καλύτερη επίδοση όταν η εστίαση είναι μακρινή. Άλλος ένας αρνητικός παράγοντας είναι ότι ο δοκιμαζόμενος επειδή βρίσκεται σε συνεχή επαφή με τον τάκο που καλείται να σύρει, λαμβάνει σταθερή ιδιοδεκτική ανατροφοδότηση απο την πελματιαία επιφάνεια του ποδιού του, καθ'όλη την απόσταση που διανύει. Σε αντίθεση με το mSEBT όπου ο δοκιμαζόμενος ακουμπά, πιέζει και αισθάνεται μόνο στο ακραίο σημείο κάθε κατεύθυνσης και συνεπώς δεν λαμβάνει ίδιες ιδιοδεκτικές- προσαγωγές πληροφορίες. Τέλος, σε αυτή τη δοκιμασία επειδή ο δοκιμαζόμενος καλείται να σταθεί σε έναν υπερυψωμένο τάκο στο κέντρο του 'Y', μπορεί να αισθάνεται ένα αίσθημα αστάθειας και αυτό να επηρεάσει αρνητικά την σταθερότητα του

κορμού του, να αλλοιώσει τις στρατηγικές του και συνεπώς να έχει επίδραση στην επίδοση του.

Γενικότερα, τα αποτελέσματα της δοκιμασίας φαίνεται να επηρεάζονται από την πρακτική-εξάσκηση, συνεπώς προτείνεται να εκπαιδεύεται ο δοκιμαζόμενος στην δοκιμασία πριν την αξιολόγηση για 3-6 φορές προς την κάθε κατεύθυνση με κάθε πόδι (Kinzey S. και Armstrong C.W., 1998). Επιπροσθέτως, προτείνεται οι συνεδρίες της αξιολόγησης να γίνονται την ίδια ώρα της ημέρας, ώστε να υπάρχει ίδια στατική σταθερότητα και ίδια κόπωση (Coughlan G.F. και συν., 2012). Αναφέρεται επιπλέον ότι το μήκος των ποδιών, ο τύπος των πελμάτων (κοιλοποδία, πλατυποδία), το ύψος και η στρατηγική (για παράδειγμα στροφή ισχίου, στροφή πυέλου) που ακολουθεί κάθε δοκιμαζόμενος έχουν σημασία για τα αποτελέσματα (Gribble P.A. και Hertel J., 2003). Ωστόσο, η δυναμική ισορροπία δεν είναι εφικτό να μετρηθεί με αυστηρότετους κανόνες, καθώς αποτελεί δυναμική και προσωπική ικανότητα.

2.2.4. Ισορροπιστική ικανότητα και πρόληψη τραυματισμών

Οι πιθανότητες τραυματισμού ενός αθλητή είναι αυξημένες και αυξάνονται όσο το επίπεδο ανεβαίνει. Στο άθλημα της πετοσφαίρισης ο τραυματισμός των οπίσθιων μηριαίων είναι συχνός και η αποκατάσταση του συνήθως χρειάζεται αποχή από το πρόγραμμα των προπονήσεων και απαιτεί αρκετό χρόνο. Τα τελευταία χρόνια δίνεται μεγάλη σημασία στην πρόληψη των τραυματισμών και γίνεται προσπάθεια ενημέρωσης και εκπαίδευσης των αθλητών για την αποφυγή τους. Παράγοντες τραυματισμού αποτελούν οι μυϊκές ανισορροπίες, οι δομικές ανωμαλίες- ανισορροπίες, η μη ολοκληρωμένη προθέρμανση και η μη σωστή αποθεραπεία (Hegedus E.J. και συν., 2015, Mangine G.T. και συν., 2014). Ένας από τους πιο συχνούς παράγοντες τραυματισμού είναι και η μη άρτια ισορροπία (Faigenbaum A.D. και συν., 2015). Αυτός ο παράγοντας μπορεί να βελτιωθεί άμεσα με ένα πρόγραμμα κατάρτισης και εκπαίδευσης ισορροπίας. Σύμφωνα με μία έρευνα, αθλήτριες του handball παρακολούθησαν κατά τη διάρκεια των προπονήσεων ένα πρόγραμμα νευρομυϊκής εκπαίδευσης όπου φαίνεται να βελτιώθηκαν η ιδιοδεκτικότητα, η μυϊκή δύναμη, η δυναμική ισορροπία και να μειώθηκαν οι πιθανότητες τραυματισμού των κάτω άκρων (Holm I. και συν., 2004). Το πρόγραμμα περιέλαβε ασκήσεις νευρομυϊκής εκπαίδευσης με 3 σετ ασκήσεων και προοδευτική δυσκολία, όπου το κάθε σετ διαρκούσε 5 λεπτά και εφαρμόζονταν τουλάχιστον 3 φορές την εβδομάδα για 5-7 εβδομάδες. Επιπλέον, σε μία ακόμα έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε σε αθλήτριες ποδοσφαίρου, εφαρμόστηκε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης ισορροπίας που περιέλαβε ασκήσεις όπως ισορροπία σε μονοποδική στήριξη, ημικάθισμα με μονοποδική στήριξη (με έλεγχο κορμού), τρέξιμο μετ' εμποδίων και άλματα με το ένα πόδι. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μείωση του ποσοστού του τραυματισμού των οπίσθιων μηριαίων μυών κατά 60%, ενώ μειώθηκαν και οι ημέρες αποχής που χρειάζονταν για την αποκατάσταση (Kraemer R. και Knobloch K., 2009).

2.3. Μέθοδοι ψύξης και χρήσεις κρυοθεραπείας

2.3.1. Ορισμός, μέθοδοι και τεχνικές κρυοθεραπείας

Ως κρυοθεραπεία ορίζεται η θεραπευτική χρήση της ψύξης. Είναι η εφαρμογή ενός ψυχρού μέσου σε μια τραυματισμένη ή μη ανατομική περιοχή με αναλγητικούς ή θεραπευτικούς σκοπούς (Costello T.J., 2012). Η θεραπευτική χρήση της χαμηλής θερμοκρασίας συναντάται από την αρχαία Ελλάδα και χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα για κλινικούς και θεραπευτικούς σκοπούς, καθώς και στο χώρο του αθλητισμού. Οι πρωταρχικοί στόχοι είναι η μείωση της θερμοκρασίας του σώματος, του πόνου, ο έλεγχος του οιδήματος - του πρηξίματος, η μείωση του δευτερογενούς υποξικού τραυματισμού και του μυϊκού σπασμού (Algafly A.A. και George K.P., 2007).

Οι μέθοδοι κρυοθεραπείας που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι η μέθοδος με τη χρήση πάγου σε στερεή μορφή (ολόκληρος ή θρυμματισμένος πάγος) και η μέθοδος με τη μορφή τυποποιημένων επιθεμάτων gel (ειδικής γέλης). Άλλες μέθοδοι κρυοθεραπείας, όχι τόσο κοινές και αποτελεσματικές, είναι η χρήση εκνεφωμάτων χλωριούχου αιθυλίου (ψυκτικά σπρέι), τα μηχανήματα παραγωγής ψυχρού αέρα (δωμάτια με ξηρό αέρα για ολόσωμη ή μερική κρυοθεραπεία), η χρήση παγωμένου νερού σε πλαστική σακούλα, η χρήση παγωμένων μπιζελιών και η βύθιση σε παγωμένο δινόλουτρο.

Οι τεχνικές κρυοθεραπείας είναι δύο. Είναι η στατική τεχνική και η δυναμική τεχνική. Η στατική τεχνική κρυοθεραπείας γίνεται με την τοποθέτηση του ψυχρού μέσου πάνω στην επιθυμητή περιοχή για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ενώ η δυναμική τεχνική γίνεται με την κίνηση του ψυχρού μέσου πάνω και γύρω από την επιθυμητή περιοχή (παγομάλαξη) ή την κίνηση της επιθυμητής περιοχής μέσα στο ψυχρό μέσο (βύθιση σε παγωμένο δινόλουτρο).

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου και τεχνικής εξαρτάται από πλήθος παραγόντων όπως, το μέγεθος της ανατομικής περιοχής που χρήζει κρυοθεραπείας, το μέσο κρυοθεραπείας που χρησιμοποιείται, η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο ψυχρό μέσο και την ανατομική περιοχή και το ποσοστό του λιπώδους ιστού στην ανατομική δομή (Φουσέκης K., 2015).

Η αποτελεσματικότητα της κρυοθεραπείας εξαρτάται από την επιλογή της μεθόδου, της τεχνικής, το μέσο ψύξης, το μέγεθος της ανατομικής περιοχής, το ποσοστό του λιπώδη ιστού, την τοπική αγγείωση και αιματική ροή των ιστών, την διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στον ιστό και το ψυχρό μέσο, την σωστή εφαρμογή κρυοθεραπείας στην περιοχή (σωστή τοποθέτηση μέσου στην περιοχή) και τον χρόνο εφαρμογής της κρυοθεραπείας (Ernst E. και Fialka V., 1994). Η σωστή εφαρμογή της κρυοθεραπείας, για την στατική μέθοδο, περιλαμβάνει την πλήρη κάλυψη της ανατομικής περιοχής που χρήζει κρυοθεραπείας από το ψυχρό μέσο. Η τοποθέτηση του μέσου πρέπει να είναι με τέτοιο τρόπο ώστε να «αγκαλιάζει» την περιοχή και οι σωστές συνθήκες μόνωσης του μέσου, όπως η περιτύλιξη τους με μία βρεγμένη πετσέτα, να είναι ιδανικές ώστε να διατηρηθεί για περισσότερη ώρα η χαμηλή θερμοκρασία τους (μείωση ανταλλαγής θερμότητας ανάμεσα στο μέσο και στο περιβάλλον). Ο χρόνος εφαρμογής της κρυοθεραπείας εξαρτάται κυρίως από την διάμετρο της περιοχής που πρόκειται να ψυχθεί. Σε περιοχές με μεγάλη εγκάρσια διάμετρο ή σε μεγάλες μυϊκές ομάδες ο χρόνος εφαρμογής κυμαίνεται στα 15 – 25 λεπτά συνεχόμενης εφαρμογής, ενώ σε περιοχές με μικρή εγκάρσια διάμετρο και μικρές μυϊκές ομάδες ο χρόνος εφαρμογής κυμαίνεται στα 10 – 15 λεπτά (Φουσέκης K., 2015).

2.3.2. Φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού στην κρυοθεραπεία

Οι επιδράσεις της κρυοθεραπείας βασίζονται στις μεταβολές των φυσιολογικών αποκρίσεων του οργανισμού στο ψυχρό ερέθισμα. Μέσω της κρυοθεραπείας μπορεί να επιτευχθεί μείωση του πόνου, της αιματικής ροής, της θερμοκρασίας, της συσσώρευσης οιδήματος- αιματώματος, του μεταβολισμού και της νευρικής αγωγιμότητας.

Η αρχική απόκριση του οργανισμού στη ψύξη είναι η τοπική αγγειοσυστολή. Τα τριχοειδή αγγεία της τραυματισμένης περιοχής συσπώνται με αποτέλεσμα να μειώνεται η αιματική ροή της περιοχής και να αναστέλλεται η φλεγμονώδη αντίδραση των μαλακών μορίων. Κατ' αυτό τον τρόπο αποφεύγεται- προλαμβάνεται η συσσώρευση μεγάλου οιδήματος και αιματώματος, καθώς η τοπική αγγειοσυστολή μειώνει την συγκέντρωσή τους είτε από την ίδια την βλάβη είτε από σύννοδες αγγειακές βλάβες (*Ernst E. και Fialka V., 1994, Burke D.G. και συν., 2001, Nadler S. και συν., 2004*). Επιπλέον, η τοπική αγγειοσυστολή έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του μεταβολισμού (μείωση έως και 13% για κάθε μείωση της θερμοκρασίας κατά 16,7°C), συνεπώς τη μείωση των μεταβολικών αναγκών των κυττάρων για οξυγόνο και κατ' επέκταση του δευτερογενούς υποξικού τραυματισμού λόγω υποαιμάτωσης και υπο-οξυγόνωσης υγιών κυττάρων (*Nadler S. και συν., 2004, Hubbard T.J. και συν., 2004*). Η μείωση του μεταβολισμού συνεπάγεται ακόμα στην μειωμένη παραγωγή μεταβολικών αποβλήτων, που είναι υπεύθυνα για τον μυϊκό ερεθισμό, με αποτέλεσμα τη μείωση του μυϊκού σπασμού (*Minton J., 1992*). Επιπροσθέτως, η κρυοθεραπεία βοηθά στη μείωση του πόνου, καθώς υποστηρίζεται ότι μειώνει τη νευρική αγωγιμότητα και αυξάνει το κατώφλι του πόνου (*Ernst E. και Fialka V., 1994, Hubbard T.J. και συν., 2004*). Αναφέρεται ότι η αναλγησία που προσφέρει οφείλεται στον ερεθισμό των υποδοχέων του ψύχους και έτσι αυξάνεται το κατώτερο όριο πόνου. Έχει αναφερθεί ότι μείωση 10°C στη θερμοκρασία του δέρματος οδηγεί σε μείωση της αγωγιμότητας των αισθητικών και κινητικών νεύρων κατά 33% και 14% (*Algaflly A.A. και George K.P., 2007*). Επιπροσθέτως, έχει αναφερθεί ότι η παγοθεραπεία είναι πιο αποτελεσματική από την θερμοθεραπεία στην μείωσή του πόνου όσον αφορά τα αποτελέσματα μετά την εφαρμογή τους. Η επίδραση της παγοθεραπείας στα όρια του πόνου και στο κατώφλι του πόνου μετά την εφαρμογή διατηρείται έως και 30 λεπτά αργότερα, ενώ μετά την θερμοθεραπεία έως 15 λεπτά (*Benson B.T. και Copp E.P., 1974, Hubbard T.J. και συν., 2004*). Αναφέρεται επίσης ότι η κρυοθεραπεία μειώνει την αντανακλαστική απάντηση του μυός στην επιμήκυνση - μυοτατικό αντανακλαστικό- (*Burke D.G. και συν., 2001, Hubbard T.J. και συν., 2004*). Μετά από πτώση 5°C από την θερμοκρασία του σώματος μειώνεται ο αριθμός των προσαγωγών ερεθισμάτων από τις μυϊκές ατράκτους, γεγονός το οποίο οδηγεί σε μειωμένη αντίσταση του μυός κατά την διάταση, συνεπώς οι διατάσεις είναι πιο αποτελεσματικές (*Lippold C.J. και συν., 1960*).

Οι φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού στη κρυοθεραπεία είναι αναγνωρισμένες, ωστόσο υπάρχουν κάποιες διαφοροποιήσεις ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται. Υποστηρίζεται ότι επιφανειακές μέθοδοι προκαλούν ύστερα από την αγγειοσυστολή αντισταθμιστική αγγειοδιαστολή από το βαθύτερο αγγειακό σύστημα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ροής του αίματος στους επιφανειακούς ιστούς που εκτίθενται στο κρύο. Ίσως σε αυτό το γεγονός οφείλεται το κέρδος στην ευλυγισία των μυών. Ακόμα, η επιφανειακή ψύξη μειώνει την δραστηριότητα των γ -κινητικών νευρώνων μέσω της διέγερσης των υποδοχέων του δέρματος (*Knutsson E. και Mattsson I., 1969*), γεγονός που οδηγεί στη μειωμένη διέγερση και δραστηριοποίηση των μυϊκών ατράκτων, και τη μειωμένη μυϊκή προφύλαξη της περιοχής (*Gammon G.D. και Starr I., 1941*). Οι εφαρμογές που προσφέρουν ενδομυϊκή μείωση θερμοκρασίας, εν τω βάθει αποτελέσματα, (όπως η βύθιση

σε παγωμένο νερό), θέτουν τον οργανισμό σε λειτουργία αγγειακής επιβίωσης. Η απόκριση του οργανισμού είναι τέτοια ώστε να είναι περιορισμένη η αιματική ροή στην περιφέρεια του σώματος, έτσι ώστε να διατηρηθεί – ρυθμιστεί η κεντρική θερμοκρασία του σώματος (Burke D.G. και συν., 2001).

Πίνακας 2. Ψύξη και αλλαγή ενδομυϊκής θερμοκρασίας.

Όνομα και Δείγμα χρονολογία	Δείγμα	Παρέμβαση	Δοκιμασίες	Σύγκριση	Μέσο μέτρη-σης	Αριθμός προσπα-θειών	Αποτελέσματα
Costello J. και Donelly A.E., 2011	14 άτομα-2 ομάδες 1)Ελέγχου: εμβύθιση σε χλιαρό νερό 2) Εμβύθιση σε κρύο νερό	Επίδραση μετά από εμβύθιση σε κρύο νερό(14°C+/- 1)-30 λεπτά στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του γόνατος	Εμβύθιση μέχρι το ύψος του ομφαλού. Διαδικασίες φόρτισης και μη φόρτισης μετά την εμβύθιση	Επίδραση μετά από εμβύθιση σε χλιαρό νερό(28°C+/- 1)-30 λεπτά στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του γόνατος	3D ανάλυση κίνησης Eagle 5-camera system Ψηφιακό υδατικό θερμόμετρο	2 δοκιμές-εμβύθιση 3 προσπάθειες	Όχι σ.σ.δ
Uchio Y. και συν., 2003	20 άτομα	Κρύο επίθεμα(4°C)- 15 λεπτά Επίδραση στην ΠΟ χαλαρότητα-αίσθηση θέσης του γόνατος-ΠΤΑ	Ενεργητική κίνηση Μέτρηση 10 διαφορετικώ ν γωνιών μεταξύ 5°- 25° κάμψης γόνατος.	ΠΟ χαλαρότητα-αίσθηση θέσης του γόνατος πριν την εφαρμογή ψύξης γόνατος.	Cyhex Δυναμό μετρο KT-2000™ αρθρόμετρο γόνατος	10	Μετά τα 15' ψύξης: - Μείωση μέσης ολικής (1.0mm), σ.σ.δ (p = .003) και πρόσθιας μετατόπισης γόνατος (1.2mm) Σ.σ.δ (p =.017). - Αύξηση ΠΤΑ κατά 21 N/mm- (p < .001). - Αύξηση ανακρίβειας θέσης γόνατος (p = .003).

Thieme H.A. και συν., 1996	37 άτομα	Πάγος στο αριστερό πόδι- 20 λεπτά (επιγονατίδα-ιγνυακή περιοχή) Επίδραση στην ιδιοδεκτική ακρίβεια (παθητική κινητοποίηση)	Μέτρηση γωνιών 90° και 60°, 60° και 30°, και 30°-πλήρης έκταση	Πάγος στο αριστερό πόδι-20 λεπτά (επιγονατίδα-ιγνυακή περιοχή) Επίδραση στην ιδιοδεκτική ακρίβεια (ενεργητική κινητοποίηση)	Κίν-Com Ισοκινητικό Δυναμόμετρο	2 / τομέα	p > .05
Evans T.A. και συν., 1995	24 άτομα-2 ομάδες	Εμβύθιση σε κρύο νερό (1°C) κυρίαρχου ποδιού- 20 λεπτά	1.Carioca maneuver 2.Concontra ction 3.Shuttle run	Επίδραση ψύξης στις δοκιμασίες		3 προσπάθειες /δοκιμασίες	Όχι σ.σ.δ μεταξύ των ομάδων. 1) p = .06 2) p = .07 3) p = .28
Halkovich L.R. και συν., 1981	30 άτομα- 2 ομάδες	Fluori-Methanespray σε οπ.μηριαίους. 6 εφαρμογές/5 δευτ. Στατική δ. 45 δευτ.	Μέτρηση πυελομηριαίας γωνίας	Πριν και μετά την εφαρμογή spray.	Ειδικό τραπέζι Βολτόμετρο		1) Συνολική αύξηση 23° 2) Συνολική αύξηση 3.25° Σ.σ.δ p < .02

Οι *Costello J. και Donnelly A.E. (2011)* πραγματοποίησαν μια έρευνα προκειμένου να μελετήσουν την επίδραση της κρυοθεραπείας στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης του γόνατος. Η μέθοδος κρυοθεραπείας που εφαρμόστηκε ήταν η εμβύθιση σε κρύο νερό ($14^{\circ} \pm 1^{\circ}$) για 30 λεπτά, ενώ για την ομάδα ελέγχου πραγματοποιήθηκε εμβύθιση σε χλιαρό νερό ($28^{\circ} \pm 1^{\circ}$). Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με δύο δοκιμασίες. Η πρώτη δοκιμασία πραγματοποιήθηκε χωρίς φόρτιση, με τον εξεταζόμενο να κάθεται σε μία καρέκλα, με το ένα γόνατο σε 90° κάμψη και χωρίς ο ιγνυακός βόθρος να εφάπτεται στην καρέκλα. Στη συνέχεια, ο εξεταστής εκτέλεσε έκταση γόνατος σε 3 διαφορετικές γωνίες, με αργό και σταθερό ρυθμό. Ζητήθηκε από τον εξεταζόμενο να κρατήσει για 5 δευτερόλεπτα την αντίστοιχη θέση και εν συνεχεία, ο εξεταστής επανέφερε με τον ίδιο ρυθμό το άκρο στην

αρχική του θέση. Ο εξεταζόμενος εκτέλεσε αμέσως μετά τη δοκιμασία ενεργητικά, στις 3 προκαθορισμένες γωνίες-στόχους. Χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των 3 προσπαθειών για ανάλυση. Στην παραπάνω αξιολόγηση, τα μάτια ήταν καλυμμένα και ο εξεταζόμενος φορούσε ακουστικά στα αυτιά, έτσι ώστε να μην επηρεάζεται το αποτέλεσμα από οπτικά και ακουστικά ερεθίσματα του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η δεύτερη δοκιμασία πραγματοποιήθηκε με φόρτιση και περιείχε δύο κινήσεις : κάμψη - έκταση και έκταση - κάμψη γόνατος. Τα μάτια του εξεταζόμενου ήταν καλυμμένα, έτσι ώστε να μην υπάρχουν οπτικά ερεθίσματα. Ζητήθηκε από τον εξεταζόμενο να ακουμπάει το αριστερό του χέρι στο τραπέζι που ήταν δίπλα του και να ρίξει σχεδόν όλο του το βάρος στο δεξί του πόδι. Η αρχική θέση ήταν το ημικάθισμα. Καθώς γινόταν έκταση στο γόνατο από την αρχική θέση που είχε οριστεί, ο εξεταστής ζήτησε από τον εξεταζόμενο να παραμείνει σε μια προκαθορισμένη θέση, την οποία έπρεπε να θυμάται, για 5 δευτερόλεπτα. Στη συνέχεια επέστρεψε σε όρθια θέση. Ο εξεταζόμενος επανεκτέλεσε την άσκηση μονομερώς. Για την άλλη κίνηση, ο εξεταζόμενος ξεκίνησε από όρθια θέση με τα μάτια καλυμμένα. Του ζητήθηκε να ρίξει ελάχιστο από το βάρος του στο αριστερό πόδι, ενώ μετά έκανε κάμψη γόνατος μέχρι τη συγκεκριμένη γωνία που του είπε ο εξεταστής. Έμεινε στη θέση αυτή, την οποία έπρεπε να θυμάται, για 5 δευτερόλεπτα (ισομετρική σύσπαση) και στη συνέχεια επανήλθε στην αρχική όρθια θέση. Ο εξεταζόμενος επανεκτέλεσε την κίνηση. Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν έδειξαν αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ της παρέμβασης και της ομάδας ελέγχου. Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης δε φαίνεται να επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη συγκεκριμένη μέθοδο κρυοθεραπείας. Ωστόσο, οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι με άλλες μεθόδους ψύξης τα αποτελέσματα μπορεί να είναι διαφορετικά και ότι θα έπρεπε να εξετασθούν εκτενέστερα και άλλες συνιστώσες της ιδιοδεκτικότητας.

Ο *Uchio Y.* και οι συνεργάτες του (2003) στην έρευνά τους μελέτησαν την επίδραση της κρυοθεραπείας στην προσθιοπίσθια χαλαρότητα και την αίσθηση της θέσης του γόνατος. Το δείγμα που ερευνήθηκε ήταν 20 υγιή άτομα. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε ήταν το κρύο επίθεμα (4°C) για 15 λεπτά στο ένα γόνατο, ενώ η θερμοκρασία του δέρματος μετριόταν ανά 5 λεπτά. Δύο ημέρες αργότερα, η ίδια διαδικασία πραγματοποιήθηκε και για το άλλο γόνατο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με αρθρόμετρο KT2000™. Τα δύο αισθητικά επιθέματα τοποθετήθηκαν στην πρόσθια επιφάνεια της επιγονατίδας, ενώ μια ζώνη Velcro® συγκρατούσε το μηρό, έτσι ώστε η επιγονατίδα να «κοιτάει» μπροστά καθ' όλη τη διάρκεια της μέτρησης. Στη συνέχεια, ο εξεταστής μέτρησε τη μετατόπιση της κνήμης σε σχέση με το μηριαίο οστό, με το γόνατο σταθερό σε κάμψη 20°. Με το αρθρόμετρο μετρήθηκαν η οπισθοπρόσθια και η πρόσθια μετατόπιση της κνήμης, καθώς και η πρόσθια τερματική δυσκαμψία. Για τον υπολογισμό της χαλαρότητας χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος από τις παραπάνω μετρήσεις. Μετά τον υπολογισμό της χαλαρότητας, πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης με το δυναμόμετρο Cybex. Ο δοκιμαζόμενος κάθεται στο δυναμόμετρο, ενώ τοποθετείται στον άκρο πόδα ένας φουσκομένος νάρθηκας, έτσι ώστε να μειώνονται οι αισθητικές πληροφορίες κατά τη μέτρηση. Ο εξεταστής κινεί παθητικά το γόνατο στις 10° κάμψης, από την αρχική θέση των 90° με αργό και σταθερό ρυθμό. Το πόδι σταμάτησε σε δέκα διαφορετικές γωνίες-στόχους, μέχρι που επανήλθε στην αρχική του γωνία. Στη συνέχεια, ζητήθηκε από το δοκιμαζόμενο να εκτελέσει παθητικά την ίδια κίνηση μέχρι τις γωνίες-στόχους. Η διαφορά που σημειώθηκε στο δυναμόμετρο μεταξύ της πραγματικής και της αντιληπτής γωνίας ορίστηκε ως η ιδιοδεκτική διαφορά, ενώ ο μέσος όρος των ιδιοδεκτικών διαφορών, που υπολογίστηκαν και για τα δύο γόνατα, όρισε την ανακρίβεια της αίσθησης της θέσης. Πραγματοποιήθηκε επαναξιολόγηση στις μετρήσεις. Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με 1- way και 2- ways ANOVA και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι μέσες τιμές και οι τυπικές

αποκλίσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πρόσθια τερματική δυσκαμψία αυξήθηκε ($p < .001$), ενώ η πρόσθια και η ολική μετατόπιση ($p = .003$), καθώς και η διαφορά ανάμεσα στις δύο μεριές, μειώθηκαν σημαντικά μετά από τα 15 λεπτά κρυοθεραπείας. Στα επόμενα 15 λεπτά μετά την εφαρμογή, η θερμοκρασία του δέρματος επανήλθε στη θερμοκρασία προ ψύξης, ενώ δεν εμφανίστηκαν διαφορές μεταξύ αντρών και γυναικών. Όσο αφορά την αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ανακρίβεια αυξήθηκε ($p = .003$). Το συμπέρασμα της παραπάνω έρευνας ήταν ότι η ψύξη επηρεάζει αρνητικά την ιδιοδεκτικότητα και ότι μπορεί να προκαλέσει τραυμαρισμό κατά την άσκηση.

Σε μία ακόμα έρευνα που διεξήχθη από τον *Thieme H.A.* και τους συνεργάτες του (1996), μελετήθηκε η επίδραση της κρυοθεραπείας στην ιδιοδεκτικότητα του γόνατος κατά την αναπαραγωγή μιας κίνησης. Το δείγμα που συμμετείχε στη μελέτη ήταν 37 άτομα, τα οποία χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Η πρώτη ήταν η ομάδα που δέχτηκε την παρέμβαση, ενώ η δεύτερη ήταν η ομάδα ελέγχου. Η μέθοδος κρυοθεραπείας που επιλέχθηκε ήταν ψύξη με σακούλα γεμάτη πάγο, η οποία εφαρμόστηκε για 20 λεπτά στο αριστερό γόνατο των δοκιμαζόμενων. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο ισοκινητικό δυναμόμετρο Kin- Com. Στα κάτω άκρα εφαρμόστηκαν νάρθηκες με αέρα, έτσι ώστε να μειωθούν τα δερματικά ερεθίσματα από την πίεση του μηχανήματος. Αρχικά πραγματοποιήθηκε από τον εξεταστή μια παθητική έκταση γόνατος σε 3 διαφορετικές γωνίες. Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους δοκιμαζόμενους να αναπαραγάγουν την έκταση όπως πριν ενεργητικά για κάθε γωνία. Η κίνηση επαναλήφθηκε 6 φορές σύνολο για κάθε παρέμβαση. Το ισοκινητικό δυναμόμετρο που αξιολόγησε την κίνηση και το χρόνο κίνησης, αφαίρεσε την παθητική κίνηση και κράτησε μόνο την ενεργητική. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε η καλύτερη προσπάθεια για την κάθε δοκιμασία και για τα αποτελέσματα χρησιμοποιήθηκε ANOVA. Τα ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι η ψύξη δεν επηρέασε την αναπαραγωγή της γωνίας ($p > 0.05$), αντιθέτως κυρίως στη γωνία $30^\circ - 0^\circ$ φάνηκε να υπήρχε μια βελτίωση στην ιδιοδεκτικότητα. Η διαφορά που παρατηρήθηκε μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όμως η πιο πιθανή εξήγηση βρίσκεται στην επίδραση που έχει η βαρύτητα στο τελικό εύρος τροχιάς της κίνησης.

Πιο αναλυτικά σύμφωνα με τις παραπάνω έρευνες ο *Evans T.A.* και οι συνεργάτες του (1995) μελέτησαν την επιρροή της ψύξης στην ευλυγισία. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 24 άνδρες αθλητές σε 3 λειτουργικές δοκιμασίες. Οι δοκιμασίες ήταν το διασταυρούμενο τρέξιμο (*carioca maneuver*), το τεστ συν-σύσπασης (*cocontraction test*: εκτέλεση μιας ημικυκλικής διαδρομής, ενώ ο αθλητής είναι δεμένος με ένα λουρί καουτσούκ από την μέση) και το παλίνδρομο τρέξιμο (*shuttle run*). Οι αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες, τη πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου και οι μετρήσεις έγιναν στο κυρίαρχο πόδι. Ως κυρίαρχο θεωρήθηκε το πόδι που χρησιμοποιεί ο αθλητής κατά την προσγείωση μετά από άλμα ή το πόδι που θα χρησιμοποιήσει για να κλωτσήσει. Πριν από τις δοκιμασίες οι αθλητές είχαν στην διάθεση τους 30 δευτερόλεπτα για προθέρμανση (μη προκαθορισμένη). Εκτελέστηκαν 3 δοκιμές για κάθε δοκιμασία, με παύση 30 δευτερολέπτων ανάμεσα τους, και υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους για την στατιστική ανάλυση. Στη πειραματική ομάδα οι αθλητές βύθισαν το πόδι τους σε παγωμένο νερό σε θερμοκρασία 1°C για 20 λεπτά με καλυμμένα τα δάκτυλα των ποδιών και στην συνέχεια εκτέλεσαν τις δοκιμασίες. Στην ομάδα ελέγχου ωστόσο, οι αθλητές ξεκουράζονταν για 20 λεπτά και στην συνέχεια εκτελούσαν τις δοκιμασίες. Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες με $p=.06$ στη πρώτη, $p=.07$ στη δεύτερη και $p=.028$ στη τρίτη δοκιμασία αντίστοιχα. Συνεπώς σύμφωνα με αυτή την έρευνα δεν βρέθηκε σημαντική βελτίωση της ευλυγισίας των αθλητών μετά την εφαρμογή ψύξης.

Μία άλλη έρευνα του *Halkovich L.R.* και των συνεργατών του (1981), η οποία πραγματοποιήθηκε σε 30 υγιείς άτομα (13 άνδρες και 17 γυναίκες), μελέτησε την επίδραση των στατικών διατάσεων με ή χωρίς την εφαρμογή ψυκτικών σπρέι (fluorimethanespray) στη παθητική κάμψη του ισχίου. Τα άτομα χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες, τη πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου, όπου και τις 2 μετρήθηκε η πυελο-μηριαία γωνία και η δύναμη κατωφλιού κατά τη παθητική κάμψη του δεξιού ισχίου. Ως πυελο-μηριαία γωνία ορίστηκε η γωνία που σχηματίζεται από την ευθεία που διέρχεται από τη πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα και το ισχιακό κύρτωμα και την ευθεία του επιμήκη άξονα του μηριαίου οστού. Η δύναμη του κατωφλιού ορίζεται ως η δύναμη που χρειάζεται μέχρι να προκληθεί η αίσθηση του «τραβήγματος» στην ιγγυακή περιοχή με το γόνατο σε πλήρη έκταση 180°. Οι μετρήσεις έγιναν σε ένα ειδικά κατασκευασμένο τραπέζι που πρόσφερε καλή σταθεροποίηση με τη χρήση γωνιόμετρου. Επιπλέον μετρήθηκε με βολτόμετρο η δύναμη του κατωφλιού κατά την παθητική κάμψη. Στην ομάδα παρέμβασης έγιναν 6 ψεκασμοί των 5 δευτερολέπτων με το ψυκτικό σπρέι κατά μήκος των οπίσθιων μηριαίων και το γόνατο σε έκταση, με 3 δευτερόλεπτα παύση ανάμεσα στους ψεκασμούς και ρυθμό σάρωσης 12cm/s. Στην ομάδα ελέγχου διατηρήθηκε η θέση όπου καταγράφηκε η δύναμη κατωφλιού για 45 δευτερόλεπτα. Οι μετρήσεις για τις μοίρες της παθητικής κάμψης του ισχίου έγιναν πριν και μετά τις παρεμβάσεις. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις 2 ομάδες με $p < .02$ σε μέγιστες και μέσες μετρήσεις. Υπήρξε αύξηση της πυελο-μηριαίας γωνίας κατά μέσο όρο κατά 1,21° στη πειραματική ομάδα και κατά 0,21° στην ομάδα ελέγχου. Συμπερασματικά, υπήρξε μεγαλύτερη αύξηση στο εύρος κίνησης της παθητικής κάμψης του ισχίου με την εφαρμογή του ψυκτικού σπρέι σε σύγκριση με την διατήρηση της οριακής θέσης- στατική διάταση.

2.3.3. Χρήση κρυοθεραπείας ως μέσο αποθεραπείας μετά από έντονα προπονητικά ερεθίσματα

Σε προπονήσεις υψηλής έντασης και πρωτίστως σε αγωνιστικές περιόδους όπου οι αθλητές καλούνται να ανταπεξέλθουν πολλές φορές σε επαναλαμβανόμενη επίπονη δραστηριότητα με ελάχιστο χρόνο ανάπαυσης, η αποθεραπεία είναι ιδιαίτερα σημαντική. Εκτός από τη θεραπευτική της χρήση μετά από τραυματισμούς, η κρυοθεραπεία αποτελεί τα τελευταία χρόνια και μέθοδο ταχείας αποθεραπείας ύστερα από έντονα προπονητικά ερεθίσματα, καθώς και σε περιπτώσεις καθυστερημένου μυϊκού πόνου. Μετά την έντονη άσκηση, δημιουργούνται μικροτραυματισμοί στους σκελετικούς μύες με αποτέλεσμα να παρατηρείται μια παροδική φλεγμονώδης αντίδραση και οίδημα. Σε περιπτώσεις όπου το οίδημα είναι μεγάλο, αρκετές φορές προκαλείται ακόμα και θάνατος μυϊκών κυττάρων. Η ψύξη λοιπόν μειώνει το μεταβολισμό, συνεπώς τη φλεγμονή, διευκολύνοντας ταχύτερη αποθεραπεία και βελτιώνοντας τη συσταλτική λειτουργία του μυός. Ουσιαστικά, ο σκοπός της κρυοθεραπείας, ανεξάρτητα από τη μέθοδο, είναι να προκαλέσει μείωση στη θερμοκρασία ενός ιστού, στη συνέχεια τοπική αγγειοσυστολή και τέλος μείωση στη μικροαγγειακή διαπερατότητα (*Okcu G. και H. S. Yercan, 2005*).

Εμβύθιση σε παγωμένο νερό

Οι τύποι της κρυοθεραπείας είναι αρκετοί, όπως αναλύθηκε παραπάνω, ωστόσο σύμφωνα με έρευνες η εμβύθιση σε παγωμένο νερό αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο αποθεραπείας μετά από την έντονη προπόνηση. Με την εμβύθιση στο νερό δημιουργούνται φυσιολογικές αλλαγές μέσα στο σώμα, οι οποίες προέρχονται από επιδράσεις της υδροστατικής πίεσης και της θερμοκρασίας του νερού. Οι αλλαγές αυτές περιλαμβάνουν τόσο ενδοκυτταρικές όσο και ενδοαγγειακές αλλαγές της αιματικής ροής, μείωση του οιδήματος και αύξηση της καρδιακής παροχής χωρίς δαπάνη ενέργειας (Wilcock I.M. και συν., 2006). Ένα ακόμα θετικό στοιχείο της εμβύθισης στο παγωμένο νερό είναι ότι μειώνεται το αίσθημα της κόπωσης, γεγονός που οφείλεται στη μείωση των νευρικών μεταδόσεων. Η υδροστατική πίεση του νερού αυξάνει τον όγκο παλμού, την καρδιακή παροχή και συνεπώς την αιματική ροή βοηθώντας τους αθλητές να μεταβολήσουν τα απόβλητα προϊόντα μειώνοντας το χρόνο μεταφοράς των υποστρωμάτων. Επιπλέον, η υδροστατική πίεση μειώνει το οίδημα που προκαλείται στους μύες μετά την άσκηση, το οποίο πολλές φορές μπορεί να προκαλέσει στένωση των τριχοειδών αγγείων και παράλληλα αύξηση του χρόνου μεταφοράς μεταξύ των υποστρωμάτων, γεγονός που οδηγεί σε σημαντική καταστροφή ή ακόμα και κυτταρικό θάνατο. Καθώς η θερμοκρασία του νερού μειώνεται, μειώνεται ο καρδιακός παλμός συνεπώς και η καρδιακή παροχή. Επιπροσθέτως, αυξάνεται η αρτηριακή πίεση και η περιφερική αντίσταση, καθώς το αίμα ανακατευθύνεται για να διατηρηθεί η θερμοκρασία του κορμού. Η κατανάλωση οξυγόνου και ο μεταβολισμός αυξάνονται για τη διατήρηση της θερμοκρασίας. Με τη μείωση της θερμοκρασίας προκαλείται τοπική αγγειοσυστολή μειώνοντας τη διάχυση των υγρών στο μέσο χώρο, συνεπώς και τη φλεγμονή.

Με τη μείωση της θερμοκρασίας επιπλέον, παρατηρούνται αλλαγές και σε νευρικές δομές. Η ψύξη μειώνει την παραγωγή ακετυλοχολίνης και ρυθμίζει τα επιφανειακά κύτταρα που ελέγχουν την αντίληψη του πόνου στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Η μείωση του νευρικού ερεθίσματος από την ψύξη έχει δύο επιδράσεις: πρώτον τη μείωση του μυϊκού σπασμού και δεύτερον την αναλγησία. Η μείωση της νευρικής αγωγιμότητας μειώνει την ταχύτητα συστολής και την ισχύ που παράγεται μετά την εφαρμογή του ψυχρού. Ωστόσο, σε περιπτώσεις ξαφνικής εμβύθισης μεγάλου μέρους του σώματος σε παγωμένο νερό μπορεί να προκληθεί υπεραερισμός, όπου ο καρδιακός παλμός μπορεί να αυξηθεί έως και 5 φορές πάνω από τον κανονικό. Ακόμα, ο υπεραερισμός προκαλεί μείωση στο αρτηριακό διοξείδιο του άνθρακα οδηγώντας σε οξειδωση του αίματος και σε διαταραχή της συνείδησης. Επιπλέον, προκαλούνται ταχυκαρδίες και οξεία περιφερική αγγειοσυστολή που μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια συνείδησης, σπασμούς, καρδιακή ανακοπή, καθώς και σε θάνατο. Τέλος, οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες αντενδείκνυνται σε παθολογικές καταστάσεις, όπως το σύνδρομο Raynaud, παροξυσμική κρύα αιμοσφαιρινουρία και πιθανές αλλεργίες. Για τις επιπλοκές που αναφέρθηκαν παραπάνω, η εφαρμογή της ψύξης προτείνεται να χρησιμοποιείται τοπικά και όχι σε μεγάλες επιφάνειες του σώματος. (Wilcock I.M. και συν., 2006).

Ολόσωμη κρυοθεραπεία σε δωμάτιο με ξηρό αέρα

Μια ακόμα εφαρμογή της κρυοθεραπείας, η κρυοθεραπεία ολόκληρου του σώματος, αποτελεί μέσο αποθεραπείας για τους μικροτραυματισμούς που ακολουθούν ύστερα από απαιτητική προπόνηση και το τελευταίο διάστημα είναι αρκετά διαδεδομένη. Αυτή η μέθοδος εμπεριέχει έκθεση του σώματος σε εξαιρετικά παγωμένο ξηρό αέρα (-100°C έως και -140°C) για αρκετά μικρό χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από 2 έως 5 λεπτά και οι αθλητές φοράνε

ελάχιστο ρουχισμό, γάντια ,μάσκα για να καλύπτεται το πρόσωπο και υποδήματα, έτσι ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος κρυοπαγήματος (*Bleakley C.M. και συν., 2014*). Η αρχική χρήση της εφαρμογής αυτής ήταν η θεραπεία της σκλήρυνσης κατά πλάκας και των ρευματικών παθήσεων εδώ και αρκετές δεκαετίες (*Banfi G και συν., 2010; Ksiezopolska-Pietrzak, 2000*). Ωστόσο, χρησιμοποιήθηκε εν τέλει για την ταχύτερη αποθεραπεία των αθλητών ύστερα από τραυματισμούς. Παρόμοια μέθοδος με την κρυοθεραπεία ολόκληρου του σώματος είναι και η μερική κρυοθεραπεία του σώματος όπου το κεφάλι του αθλητή δεν εκτίθεται στο κρύο. Ο *Banfi G.* παρατήρησε ότι η κρυοθεραπεία ολόκληρου του σώματος τροποποιεί σημαντικά αρκετές από τις βιοχημικές και φυσιολογικές παραμέτρους του οργανισμού και δεν επηρεάζει δυσμενώς το ανοσοποιητικό και καρδιολογικό σύστημα. Ο *Bleakley* και οι συνεργάτες του (2014) συνέκριναν την παραπάνω μέθοδο με τις παραδοσιακές μεθόδους κρυοθεραπείας και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι μεγαλύτερες μειώσεις στη θερμοκρασία του δέρματος παρατηρήθηκαν μετά την εφαρμογή του θριματισμένου πάγου, ενώ η μείωση ήταν αμελητέα στην κρυοθεραπεία ολόκληρου του σώματος. Επιπλέον, σημειώθηκε ότι η μείωση στην ενδομυϊκή θερμοκρασία ήταν πολύ μικρή ανεξάρτητα από τη μέθοδο κρυοθεραπείας, σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της έρευνας του *Yanagisawa* και των συνεργατών του (2007), όπου ύστερα από την εφαρμογή κρύων επιθεμάτων σημειώθηκαν σημαντικές μειώσεις στη θερμοκρασία του δέρματος και ακόμα σημαντικότερες στην ενδομυϊκή θερμοκρασία. Σχετικές αντενδείξεις για την κρυοθεραπεία όλου του σώματος αποτελούν τα σοβαρά καρδιολογικά και πνευμονικά νοσήματα, το φαινόμενο Raynaud, η ανεξέλεγκτη αρτηριακή πίεση καθώς και υπερευαισθησία και αλλεργία στο κρύο.

Ο *Bleakley* και οι συνεργάτες του (2014), μέσα από την έρευνά τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ολόσωμη κρυοθεραπεία δρα θετικά ως προς το αντιληπτό μυϊκό άλγος και γενικότερα ως προς το υποκειμενικό κομμάτι, αλλά η επίδρασή της στην αποθεραπεία μετά από προπόνηση είναι αντικρουόμενη. Αν και οι αποδείξεις για την καταπολέμηση του οιδήματος είναι λίγες, η ολόσωμη κρυοθεραπεία ίσως λειτουργεί αναλγητικά καθώς έχει βρεθεί ότι αυξάνει τα επίπεδα της νορεπινεφρίνης που εκκρίνονται από το κεντρικό νευρικό σύστημα. Ανακεφαλαιώνοντας, η μέθοδος της ολόσωμης κρυοθεραπείας προς το παρόν δεν έχει αποδειχθεί αν υπερτερεί των άλλων μεθόδων και είναι πιο ακριβή από τις κλασικές μεθόδους κρυοθεραπείας.

2.3.4. Η κρυοθεραπεία ως μέθοδος αύξησης της αθλητικής απόδοσης πριν την εκτέλεση άσκησης σε θερμό περιβάλλον

Πρόψυξη καλείται η διαδικασία στην οποία μειώνεται η θερμοκρασία του σώματος των αθλητών πριν ξεκινήσουν την προπόνηση σε θερμό περιβάλλον με τη χρήση διάφορων μεθόδων ψύξης (*Costello T.J., 2012*). Υπάρχουν διάφορες τεχνικές πρόψυξης, οι οποίες αποσκοπούν σε είτε τοπικές ή συστηματικές αλλαγές (*Castle P. και συν., 2005*). Κάποιες από αυτές είναι η εμβύθιση σε παγωμένο νερό, η πρόψυξη μέσω ενός ειδικά διαμορφωμένου γιλέκου στο άνω τμήμα του σώματος, η λήψη παγομένων διαλυμάτων, αλλά και η άμεση μυϊκή ψύξη. Η πρόψυξη είναι ευρέως αποδεκτή ως μια μέθοδος η οποία αντισταθμίζει τις θερμές κακώσεις, την κόυραση και που αυξάνει την αερόβια και αναερόβια ικανότητα κατά την αγωνιστική άσκηση. Αρκετοί υποστηρίζουν την εφαρμογή ψυχρού πριν από τις θεραπευτικές ασκήσεις αποκατάστασης (cryokinetics) για την πρόκληση αναλγησίας, την αύξηση της μυϊκής δραστηριότητας γύρω από την τραυματισμένη άρθρωση και την αποφυγή δευτερογενούς υποξικού τραυματισμού. Η πρόψυξη μειώνει τη θερμοκρασία του σώματος πριν την άσκηση, γεγονός που προσδίδει πιο μεγάλη αποθήκευση θερμότητας, καθώς και μεγαλύτερη απόδοση σε υπομέγιστη άσκηση με αποτέλεσμα να αυξάνεται η αντοχή σε πολύ

θερμό περιβάλλον (*Lee D.T. και Haymes E.M., 1995, Uckert S. και Joch W., 2007, Jones P.R. και συν., 2012*). Επιπλέον, η πρόψυξη φαίνεται να αυξάνει το χρόνο εξάντλησης και την απόσταση σε αερόβια αθλήματα υπό συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (*Costello T.J., 2012*). Ωστόσο τα αποτελέσματα από τις έρευνες που έχουν διεξαχθεί είναι αντιφατικά όσο αφορά την απόδοση των αθλητών .

Ο *Patterson S.M.* και οι συνεργάτες του μελέτησαν την επίδραση του κρύου δινόλουτρου στην ισχύ, στην ταχύτητα, στην ευκινησία και στο εύρος τροχιάς κίνησης της άρθρωσης, καθώς και στο κατακόρυφο άλμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το κρύο δινόλουτρο μείωσε σημαντικά το κάθετο άλμα, τη μέγιστη και μέση ισχύ αμέσως μετά, αλλά και τουλάχιστον 32 λεπτά μετά την ψύξη. Επιπλέον, παρατηρήθηκε σημαντική μείωση στην ταχύτητα, καθώς και στη λειτουργική απόδοση η οποία όμως διήρκησε λιγότερο. Ολοκληρώνοντας, ένα ακόμα σημαντικό εύρημα ήταν η αυξημένη ιστική και αρθρική ακαμψία με αποτέλεσμα να μειώνεται το ενεργητικό εύρος τροχιάς της άρθρωσης.

Ο *Castle P.C.* και οι συνεργάτες του σε μια μελέτη που πραγματοποίησαν θέλησαν να συγκρίνουν τρεις τεχνικές πρόψυξης και να ερευνήσουν τις επιδράσεις που ασκούν αυτές οι τεχνικές στην απόδοση κατά τη διαλειμματική προπόνηση ταχύτητας. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε για την έρευνα ήταν 12 αθλητές και οι ομάδες ήταν τέσσερις: 1) ομάδα ελέγχου, 2) πρόψυξη με κρύο ειδικά τροποποιημένο γιλέκο, 3) εμβύθιση σε παγωμένο νερό και 4) κρύα επιθέματα στα κάτω άκρα. Οι μετρήσεις εκτελέστηκαν με τυχαιοποιημένη σειρά, διήρκησαν σύνολο 20 λεπτά και πραγματοποιήθηκαν σε πολύ ζεστές συνθήκες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν αξιοσημείωτο ότι βρέθηκε αρνητική επίδραση στη μέγιστη απόδοση ισχύος μόνο στην ομάδα ελέγχου, ενώ το δεύτερο πιο σημαντικό από τα ευρήματα ήταν ότι μείωση της θερμικής επιβάρυνσης και της μυικής θερμοκρασίας παρατηρήθηκε μόνο με την εφαρμογή των επιθεμάτων και της εμβύθισης και, παραδόξως, όχι με το γιλέκο. Ωστόσο, και οι τρεις τεχνικές βελτίωσαν τη θερμορύθμιση καθώς επίσης τα επιθέματα που εφαρμόστηκαν στα κάτω άκρα αύξησαν την διαλειμματική επίδοση ταχύτητας σε θερμές συνθήκες κατά 4% και σε συστηματικό αλλά και σε μυικό επίπεδο.

Ανακεφαλαιώνοντας, τα αποτελέσματα των ερευνών ποικίλλουν. Σύμφωνα με τα περισσότερα άρθρα η πρόψυξη λειτουργεί αρνητικά στην απόδοση των αθλητών, χωρίς όμως να σχετίζεται με αυξημένη πιθανότητα τραυματισμού (*Pritchard K.A. και Saliba S.A., 2014*), ενώ τονίζεται η θετική της επίδραση στην αντοχή σε θερμό περιβάλλον κυρίως σε αερόβια αθλήματα, με την πιο αποτελεσματική μέθοδο να είναι η εμβύθιση στο παγωμένο νερό (*Duffield R. και συν., 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.A., 1995*). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένας αθλητής σπάνια θα φτασει το 100% της απόδοσής του ύστερα από την εφαρμογή κρυοθεραπείας (*Patterson S.M. και συν., 2008*), ενώ πρόσφατες έρευνες συμβουλεύουν ιδιαίτερη προσοχή στην εφαρμογή κρυοθεραπείας λόγω βραχυπρόθεσμων αλλά δυσμενών αλλαγών στην ιδιοδεκτικότητα της άρθρωσης, της μυικής δύναμης και της νευρομυικής απόδοσης (*Bleakley C.M. και Costello J.T., 2013*).

2.3.5. Άλλες χρήσεις: κρυοδιάταση και κρυοκινητική

Η κρυοθεραπεία όπως υποστηρίζεται είναι μια απο τις πιο κοινές μορφές θεραπείας που χρησιμοποιούνται στην άμεση διαχείριση της οξείας βλάβης μαλακού ιστού. Αν και οι ακριβείς φυσιολογικές αντιδράσεις του οργανισμού στην κρυοθεραπεία δεν έχουν διευκρινιστεί πλήρως, η διαλείπουσα εφαρμογή της φαίνεται να επιτυγχάνει μείωση του πόνου και προσφέρει τοπική αναλγητική δράση. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να πραγματοποιηθεί πρόωμη κινητοποίηση και φόρτιση της τραυματισμένης άρθρωσης ή

περιοχής με σκοπό την επιτάχυνση της διαδικασίας επούλωσης. Επιπλέον, διευκολύνεται η πρώιμη θεραπευτική άσκηση μετά από έναν μυϊκό τραυματισμό, γεγονός το οποίο συντελεί στην ταχύτερη επιστροφή στην δράση ή την άθληση (*Bleakley C.M. και συν., 2007*).

Τα τελευταία χρόνια ερευνώνται τα αποτελέσματα τεχνικών που συνδυάζουν την εφαρμογή κρυοθεραπείας με εφαρμογή κινησιοθεραπείας. Τέτοιες τεχνικές αποτελούν η κρυοκινητική (Cryokinetics) και η κρυοδιάταση (Cryostretch). Οι τεχνικές αυτές πραγματοποιούνται με εφαρμογή κρυοθεραπείας, η οποία ακολουθείται από προοδευτικό πρόγραμμα κινησιοθεραπείας και λειτουργικών ασκήσεων.

Η κρυοκινητική είναι η συνδυασμένη χρήση της κρυοθεραπείας με την άσκηση (*Bleakley C.M. και συν., 2007*). Συνήθως εφαρμόζεται με δυναμική τεχνική παγοθεραπείας, με εμπύθιση του μέλους μέσα σε παγωμένο νερό. Χρησιμοποιείται κυρίως σε τραυματισμένες αρθρώσεις με σκοπό την πρώιμη κινητοποίηση τους, την μείωση- πρόληψη του οιδήματος και του αιματώματος και φαίνεται να επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα από την απλή εφαρμογή ψύξης (*Bleakley C.M. και συν., 2007*). Αναφέρεται ότι αυξάνει την εκούσια μυϊκή ενεργοποίηση γύρω από την τραυματισμένη περιοχή, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι είναι αυξημένη η προστασία της τραυματισμένης δομής από τις μυϊκές ομάδες της γύρω περιοχής, καθώς και προσφέρεται τοπική αναλγητική δράση (*Bleakley C.M. και Costello J.T., 2013*). Ωστόσο, αναφέρεται ότι η αναλγησία και επίδραση της ψύξης στην ταχύτητα αγωγής των ιδιοδεκτικών ερεθισμάτων και των ερεθισμάτων του πόνου μπορεί να είναι επικίνδυνη και να προκληθούν νέοι τραυματισμοί, αν εφαρμοστεί στα πρώτα στάδια μετά τον οξύ τραυματισμό (*Bleakley C.M. και συν., 2007*).

Η κρυοδιάταση εφαρμόζεται κυρίως με στατική τεχνική κρυοθεραπείας με ψυχρά επιθέματα, θρυμματισμένο πάγο ή δυναμική τεχνική με την μέθοδο της παγομάλαξης, με ποικίλη διάρκεια ανάλογη της ανατομικής περιοχής που χρήζει κρυοδιάτασης. Στη συνέχεια εφαρμόζεται στατική διάταση είτε κατά τη διάρκεια της εφαρμογής της κρυοθεραπείας είτε μετά το πέρας της. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει ορισμένες μελέτες που έχουν διεξαχθεί με σκοπό την εξέταση των αποτελεσμάτων της κρυοδιάτασης, κυρίως στην ευλυγισία των μυών, σε σύγκριση με την στατική διάταση ή / και τη διάταση με θερμά επιθέματα.

Πίνακας 3. Διατάσεις σε συνδυασμό με ψύξη ή/και θερμοθεραπεία.

Όνομα και χρονολογία	Δείγμα	Παρέμβαση	Δοκιμασίες	Σύγκριση	Μέσο μέτρησης	Αριθμός προσπαθειών	Αποτελέσματα
Boddeti R.K. και συν., 2013	16 άτομα-4 ομάδες 1)Θερμοθεραπεία 2)Θερμοθεραπεία και στατική δ. 3)Ψύξη 4)Ψύξη στατική δ.	Κρύα επιθέματα (1°C)-10 λεπτά. με/χωρίς στατική δ.	Ενεργητική έκταση ισχίου (ΑΚΕ) στο κυρίαρχο γόνατο.	Θερμά επιθέματα(60°C)-10 λεπτά. με/χωρίς στατική δ.			Αύξηση ROM 1) 9.19% 2) 11.58% 3) 7.47% 4) 9.67%
Brasileiro J.S. και συν., 2006	40 άτομα-4 ομάδες 1)Ελέγχου	Ψύξη προ διατάσεων-25λεπτά.	Ενεργητική έκταση ισχίου	Διαθερμίες βραχέων κυμάτων	Ειδικό τραπέζι Γωνιόμετ	3 μετρήσεις	Οξεία αποτελέσματα: Σημαντική

	2)Διατάσεις 3)Διατάσεις και ψύξη 4)Διατάσεις και θερμό		(ΑΚΕ) στο κυρίαρχο γόνατο.	προ διατάσεων -25λεπτά.	ρο	αύξηση ROM στις 2,3,4 με σ.σ.δ ($p = <0.01$) στην 3. Χρόνια αποτελέσματα: Ομάδα 2,3,4 χωρίς σ.σ.δ μεταξύ τους.
Burke D.G. και συν., 2001	39 άτομα- 3 ομάδες 1) PNF 2)CWI+PNF 3)HWI+PNF	PNF	Μέγιστη ενεργητική κάμψη ισχίου Μέγιστη εκούσια ισομετρική σύσπασση	Εμβύθιση σε ζεστό νερό(44°C) -10λεπτά. +PNF Εμβύθιση σε κρύο νερό(8°C)- 10λεπτά. +PNF	Flexibilit y training machine apparatus	Αύξηση ROM: 1)25.9°(+/- 4) 2)23.5° (+/- 7) 3)25.6° (+/- 9) Όχι σ.σ.δ ανάμεσα στις ομάδες, ($p > .05$)
Brodowicz G.R. και συν., 1996	24 υγιείς αθλητές baseball	Στατική διάταση με ψυχρά επιθέματα	Ενεργητική κάμψη ισχίου- άρση τεταμένου σκέλους (ASLRT)	Στατική διάταση με θερμά επιθέματα και στατική διάταση μόνο	Φλεξόμε τρο Πρότυπο Γωνιόμετ ρο	Στατική διάταση με ψυχρά επιθέματα: Βραχυπρόθεσμη βελτίωση στην ευλυγησία σε σχέση με τις άλλες ομάδες

Taylor B.F., 1995	24 άτομα-6 ομάδες Τυχαιοποιημένη έρευνα	Στατική διάταξη με ψυχρά επιθέματα (-18°C) τυλιγμένα με μια υγρή πετσέτα για 20λεπτά	Ενεργητική έκταση ισχίου (ΑΚΕ)	Στατική διάταξη με θερμά επιθέματα(77°C) τυλιγμένα με 7 στρώσεις στεγνής πετσέτας για 20λεπτά και στατική διάταξη μόνο	Ηλεκτρονικό ινκλινόμετρο	3 μετρήσεις. Ανάλυση με υπολογισμού μέσου όρου	Η ψύξη δεν αυξάνει τη αποτελεσματικότητα της διάταξης. Αύξηση μήκους οπίσθιων μηριαίων ανεξάρτητα την παρεμβάση
Lentell G. και συν. , 1992	83 άτομα-5 ομάδες: 1) Στατική δ. 2) Στατική δ. + θερμό στην αρχή 3) Στατική δ.+ Ψυχρό στο τέλος 4) Στατική δ. Με θερμό στην αρχή + ψυχρό στο τέλος 5) Control	Στατική διάταξη και ψυχρά επιθέματα (0°C) στο τέλος της διάταξης		Στατική διάταξη μόνο Στατική διάταξη με θερμά επιθέματα (66°C) στην αρχή Στατική διάταξη με θερμά στην αρχή και ψυχρά στο τέλος Καμία παρέμβαση	Γωνιόμετρο		Μετά την 1η συνεδρία αύξηση ROM στην 2 σε σχέση με 1 ($p \leq 0.05$) Μετά την 2η συνεδρία αύξηση ROM στην 4 σε σχέση με 1 ($p \leq 0.05$). Τρεις μέρες μετά την 3η συνεδρία κέρδος rom 1) 1,5°, 2) 8,5°, 3) 5,6°, 4) 6,3°, 5) 0,3°. Οι ομάδες 2,3 και 4 είχαν σ.σ.δ. ($p \leq 0.05$) με την 5, ενώ δεν είχαν με την 1.
Minton J., 1992	18 άτομα-2 ομάδες	Θριματισμένος πάγος σε οπίσθιους μηριαίους 20λεπτά. και παθητική κάμψη ισχίου.	Μέγιστη παθητική κάμψη ισχίου.	Υγρά θερμά επιθέματα σε οπίσθιους μηριαίους 20λεπτά και παθητική κάμψη ισχίου.	Γωνιόμετρο	2 προσπάθειες με 10δευτ. διάλειμμα.	Και τα δύο βοηθούν ($p = 0.0001$). Χωρίς σ.σ.δ μεταξύ τους ($p < .05$)
Newton R.,	84 άτομα-4	1)FMS (6		Παθητική	Ειδικό		1)Ομάδα FMS

1985	ομάδες:	εφαρμογές/5	διάταση	τραπέζι	m.d 8,78°
	1)Ελέγχου	δευτ.) και	οπίσθιων	μέτρησης	(p < .05)
	2)EC	παθητική	μηριαίων(ο	παθητική	Ομάδα ελέγχου
	3)FMS	διάταση	μάδα	ς κάμψης	m.d 4,86°
	4)Isopropyl Alcohol	2)Σύντομα κρύα ερεθίσματα στους οπίσθιους μηριαίους.	ελέγχου) Παθητική διάταση και varocoola nt spray στους οπ.μηριαίο υς	ισχίου (μέτρηση μέγιστης γωνίας και δύναμης κατωφλι ού-threshold force)	2) Όχι σ.σ.δ (p < .05) Σύντομα κρύα ερεθίσματα αυξάνουν ROM σε πόνο, μ.σπασμό και αυξημένη διεγερσιμότητα

Σύμφωνα με έρευνα του *Boddeti R.K.* και των συνεργατών του (2013), που διεξήχθη σε 16 υγιείς δραστήριους άνδρες, βρέθηκε ότι η θερμοθεραπεία και η παγοθεραπεία σε συνδυασμό με την στατική διάταση βελτιώνει την ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων. Η μέθοδος της έρευνας περιλάμβανε τέσσερις συνθήκες, τη θέρμανση-θερμοθεραπεία, τη θέρμανσης-θερμοθεραπείας σε συνδυασμό με στατική διάταση, τη ψύξη- παγοθεραπεία και τη ψύξη- παγοθεραπεία σε συνδυασμό με την στατική διάταση. Το δείγμα χωρίστηκε σε 2 ομάδες όπου στη πρώτη ξεκίνησαν με τις παρεμβάσεις της θέρμανσης και στην δεύτερη με τις παρεμβάσεις της ψύξης. Αυτό έγινε για να εξισορροπηθεί η επίδραση των παρεμβάσεων. Μετά την ολοκλήρωση αυτών των συνθηκών και έπειτα από ένα κενό διάστημα μίας εβδομάδας, ώστε να έχει πάψει η επίδραση των πρώτων παρεμβάσεων, οι ομάδες εκτέλεσαν τις αντίθετες παρεμβάσεις. Η μελέτη διαιρέθηκε σε 5 φάσεις. Κατά την πρώτη φάση μετρήθηκε η ενεργητική έκταση του γόνατος με τη δοκιμασία Active Knee Extension (A.K.E.), όπου ο δοκιμαζόμενος βρισκόταν σε ύπτια θέση με το ισχίο στις 90° μοίρες κάμψης και με την ποδοκνημική άρθρωση σε θέση πελματιαίας κάμψης ώστε να αποφευχθεί η οπίσθια κνημιαία σκληρότητα, και μετρήθηκαν από τους εξεταστές οι μοίρες ενεργητικής έκτασης του γόνατος με γωνιόμετρο. Κατά τη δεύτερη φάση εκτελέστηκε η πρώτη συνθήκη για την κάθε ομάδα, για παράδειγμα η θέρμανση και μετρήθηκαν οι μοίρες με την ίδια δοκιμασία. Κατά την τρίτη φάση εκτελέστηκε η πρώτη συνθήκη σε συνδυασμό με την στατική διάταση και μετρήθηκαν οι μοίρες με την δοκιμασία. Μία εβδομάδα αργότερα κατά την τέταρτη φάση εκτελέστηκε η αντίθετη παρέμβαση, δηλαδή η ψύξη, και μετρήθηκαν οι μοίρες της ενεργητικής έκτασης του γόνατος. Τέλος, κατά την πέμπτη φάση, συνδυάστηκε η παρέμβαση της ψύξης με την στατική διάταση και μετρήθηκε το εύρος της ενεργητικής έκτασης του γόνατος. Η παρέμβαση της θέρμανσης-θερμοθεραπείας έγινε με ζεστά επιθέματα (περίπου στους 60° C) για 10 λεπτά, ενώ η συνθήκη της ψύξης - παγοθεραπείας έγινε με ψυχρά επιθέματα (περίπου 1°C) για 10 λεπτά. Κατά τις παρεμβάσεις οι δοκιμαζόμενοι βρισκόταν σε πρηνή θέση και τα επιθέματα εφαρμόζονταν στους οπίσθιους μηριαίους μύες τυλιγμένα με μια πετσέτα. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν αύξηση 11,58% του ROM κατά την θέρμανση και την διάταση, 9,19% του ROM κατά την θέρμανση, 9,67% του ROM κατά την ψύξη και την διάταση και 7,47% του ROM κατά την ψύξη. Συνεπώς, ο συνδυασμός της στατικής διάτασης με ψύξη ή θέρμανση φαίνεται να προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα από την απλή ψύξη ή θέρμανση. Ωστόσο ο συνδυασμός θέρμανσης και διάτασης φαίνεται να είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος για την αύξηση της ελαστικότητας των μυών και εύρος κίνησης των αρθρώσεων.

Ακόμα, ο *Brasileiro J.S.* και οι συνεργάτες του (2006) μελέτησαν την επίδραση της τοπικής ψύξης και θέρμανσης στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών, ερευνώντας

τόσο τα χρόνια όσο και τα οξεία αποτελέσματα. Στην μελέτη συμμετείχαν 40 άτομα (12 άνδρες και 18 γυναίκες), που χωρίστηκαν τυχαιοποιημένα σε 4 ομάδες: 1) ομάδα ελέγχου, 2) διατάσεις PNF, 3) διατάσεις PNF με κρυοθεραπεία, 4) διατάσεις PNF με θερμοθεραπεία. Μετρήθηκε η ενεργητική έκταση του γόνατος με την δοκιμασία A.K.E με τη βοήθεια ειδικά κατασκευασμένου τραπεζιού αξιολόγησης, το οποίο διέθετε ιμάντες σταθεροποίησης κορμού, πυέλου και αριστερού άκρου, καθώς το δεξί πόδι τέθηκε προς μέτρηση. Στο τραπέζι ήταν προσαρμοσμένο ένα γωνιόμετρο, του οποίου οι άξονες του ήταν παράλληλοι με το μηρό και την κνήμη. Στην πρώτη ομάδα πραγματοποιήθηκε η πρώτη μέτρηση και μετά από 2 εβδομάδες τελική μέτρηση. Στην δεύτερη ομάδα πραγματοποιήθηκε η πρώτη μέτρηση και για το επόμενο διάστημα των 2 εβδομάδων έγιναν 10 συνεδρίες όπου σε κάθε μία από αυτές έγιναν 4 διατάσεις τύπου « σύσπασης – χαλάρωσης » διάρκειας 15 δευτερολέπτων ισομετρικής σύσπασης με αντίσταση στην ακραία θέση και 15 δευτερολέπτων χαλάρωσης. Στη συνέχεια μετρήθηκε το εύρος της ενεργητικής έκτασης του γόνατος. Στην τρίτη ομάδα εφαρμόστηκε ότι και στην δεύτερη μετά όμως την εφαρμογή 25 λεπτών παγοθεραπείας με ψυχρά επιθέματα του 1,5 κιλού. Ύστερα από την παγοθεραπεία και τις διατάσεις πραγματοποιήθηκε η δοκιμασία. Στην τέταρτη ομάδα εφαρμόστηκε προθέρμανση με διαθερμία βραχέων κυμάτων για διάστημα 25 λεπτών σε ένταση 25 mA και έπειτα ακολουθήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο διατάσεων όπως και στην δεύτερη ομάδα, και τέλος πραγματοποιήθηκε η δοκιμασία μέτρησης. Αναφέρεται ότι η διαθερμία βραχέων κυμάτων επιλέχθηκε διότι σύμφωνα με την βιβλιογραφία καταφέρνει αύξηση 4-4,6 ° C σε βάθος 3 εκατοστών που διατηρείται για 5 λεπτά. Τα αποτελέσματα διαχωρίστηκαν σε οξεία και χρόνια. Τα οξεία αποτελέσματα αποτελούνται από τις αλλαγές του ROM συγκρίνοντας την πρώτη μέτρηση με την μέτρηση ύστερα από κάθε συνεδρία, ενώ τα χρόνια αποτελέσματα συγκρίνουν την πρώτη με την τελευταία μέτρηση. Έτσι βρέθηκε ότι βραχυπρόθεσμα οι ομάδες 2,3 και 4 είχαν σημαντική αύξηση του εύρους κίνησης του γόνατος κατά την ενεργητική έκταση σε σχέση με την πρώτη ομάδα. Επιπλέον, η τρίτη ομάδα παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά στο κέρδος του ROM σε σύγκριση με την ομάδα 2 και 4 με $p < 0.01$, ενώ δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην δεύτερη και στην τέταρτη ομάδα. Όσον αφορά τα χρόνια αποτελέσματα φάνηκε ότι οι μετρήσεις της 2^{ης}, 3^{ης} και 4^{ης} ομάδας ήταν καλύτερες από της πρώτης, όμως δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα τους ώστε να μπορέσει να αποδειχθεί με την στατιστική ανάλυση.

Ο Burke D.G. και οι συνεργάτες του (2001) ερεύνησαν την επίδραση της βύθισης σε ψυχρό ή θερμό νερό προ των διατάσεων PNF στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών. Συμμετείχαν 45 άτομα στην μελέτη (21 γυναίκες και 14 άνδρες) εκ' των οποίων οι 39 κατάφεραν να ολοκληρώσουν το πρωτόκολλο. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν την μέγιστη ενεργητική κάμψη του δεξιού ισχίου και την μέγιστη εκούσια ισομετρική σύσπαση (MVIC) των οπίσθιων μηριαίων μυών στην ακραία θέση. Αυτές οι μετρήσεις έγιναν με την βοήθεια μιας συσκευής κατάρτισης ευελιξίας, η οποία μετρούσε την γωνία της κίνησης, την δύναμη που παράγονταν κατά την μυϊκή σύσπαση και την διάρκεια της σύσπασης. Οι μετρήσεις έγιναν κατά την πρώτη και την τελευταία συνεδρία, ενώ οι συνεδρίες πραγματοποιήθηκαν σε 5 διαδοχικές μέρες. Το δείγμα χωρίστηκε με τυχαιοποιημένο τρόπο σε τρεις ομάδες : 1) ομάδα διατάσεων, 2) ομάδα βύθισης σε παγωμένο νερό (CWI), 3) ομάδα βύθισης σε ζεστό νερό (HWI). Στην πρώτη ομάδα οι συμμετέχοντες κάθονταν ακίνητοι για τα πρώτα 10 λεπτά της συνεδρίας και στην συνέχεια εκτελούσαν το διατατικό πρωτόκολλο. Το πρωτόκολλο των διατάσεων περιελάμβανε διατάσεις PNF τύπου «κράτα- χαλάρωσε» και αποτελούνταν από ένα σετ των τεσσάρων επαναλήψεων. Οι διατάσεις ήταν προοδευτικής έντασης, έγιναν στο μηχάνημα που χρησιμοποιήθηκε στην αρχική μέτρηση, σύμφωνα με την αρχική μέγιστη εκούσια ισομετρική σύσπαση (MVIC). Η

πρώτη διάταση έγινε με το 60% της MVIC, η δεύτερη με το 70% της MVIC, η τρίτη με το 80% της MVIC και η τέταρτη με το 100% της MVIC. Η διάρκεια της κάθε διάτασης ήταν 4 δευτερόλεπτα ώστε να καταφέρει ο δοκιμαζόμενος την κατάλληλη ένταση της ισομετρικής σύσπασης, 6 δευτερόλεπτα κράτημα της ισομετρικής σύσπασης και 5 δευτερόλεπτα χαλάρωσης και επανατοποθέτησης μέσω έκκεντρης σύσπασης των ανταγωνιστών μυών. Στην δεύτερη ομάδα τα άτομα μπόηκαν σε ένα κρύο λουτρό ($8^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$) μέχρι την γλουτιαία πτυχή για 10 λεπτά και στην συνέχεια ακολούθησαν το ίδιο πρωτόκολλο διατάσεων. Τα άτομα της τρίτης ομάδας μπόηκαν μέχρι την γλουτιαία πτυχή σε ένα θερμό λουτρό ($44^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$) για 10 λεπτά και ακολούθησαν και εκείνοι το ίδιο πρωτόκολλο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και στις τρεις ομάδες βελτιώθηκε το εύρος της κάμψης του ισχίου μετά το πέρας των 5 συνεδριών με $p < .05$. Πιο συγκεκριμένα βρέθηκε αύξηση $25,9^{\circ} \pm 4^{\circ}$ στην ομάδα των διατάσεων, $23,5^{\circ} \pm 7^{\circ}$ στην ομάδα της βύθισης σε παγωμένο νερό και $25,6^{\circ} \pm 9^{\circ}$ στην ομάδα βύθισης σε ζεστό νερό. Ωστόσο, δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων με $p > .05$.

Σύμφωνα με έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον *Brodowich G.R.* και τους συνεργάτες του (1996), συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα της παγοδιάτασης, της στατικής διάτασης και της θερμοδιάτασης. Στην έρευνα συμμετείχαν 24 αθλητές baseball και οι μετρήσεις έγιναν με τη δοκιμασία της ενεργητικής έκτασης ισχίου με την βοήθεια γωνιόμετρου. Κατά την δοκιμασία αυτή ο αθλητής βρίσκεται ύπτια στο κρεβάτι μέτρησης και σταθεροποιείται η πύελος και το πόδι που δεν συμμετέχει στην μέτρηση με ιμάντες σταθεροποίησης. Δόθηκε εντολή η άρθρωση του γόνατος να διατηρηθεί σε έκταση και η ποδοκνημική άρθρωση να διατηρηθεί σε ουδέτερη θέση ώστε να αποφευχθεί η ραχιαία ή πελματιαία κάμψη, καθώς οι ερευνητές αναφέρουν ότι μπορεί να επηρεάσει την ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών. Μετρήθηκαν και τα δύο πόδια και έγιναν 3 δοκιμές με 20 δευτερόλεπτα παύση ανάμεσα τους. Για την στατιστική ανάλυση υπολογίστηκε ο μέσος όρος του κάθε ποδιού. Οι αθλητές χωρίστηκαν σε 3 ομάδες, την ομάδα παγοδιάτασης, της διάτασης και της θερμοδιάτασης. Η διαδικασία της διάτασης είχε διάρκεια 20 λεπτών και περιλάμβανε 2 μονοποδικές εκτάσεις για το κάθε πόδι και 2 διποδικές (προσπάθησαν να φτάσουν τις μύτες του ενός ή των δύο ποδιών) διάρκειας 3 λεπτών η κάθε μία. Στην ομάδα της παγοδιάτασης η διαδικασία της διάτασης έγινε με την ταυτόχρονη εφαρμογή κρυοθεραπείας με ψυχρά επιθέματα τοποθετημένα και σταθεροποιημένα στην οπίσθια επιφάνεια του μηρού. Αντίστοιχα και στην ομάδα της θερμοδιάτασης τοποθετήθηκαν θερμά επιθέματα. Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων βρέθηκε ότι η στατική διάταση σε συνδυασμό με την εφαρμογή ψυχρών ή θερμών επιθεμάτων είναι πιο αποτελεσματική από την απλή στατική διάταση με στατιστικά σημαντική διαφορά και $p < .05$. Επιπλέον, βρέθηκε ότι η παγοδιάταση προσφέρει μεγαλύτερα βελτιώση βραχυπρόθεσμα στην ευλυγισία των μυών σε σύγκριση με τις άλλες ομάδες.

Ο *Lentell G.* και οι συνεργάτες του (1992) μελέτησαν την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής επιφανειακής ψύξης ή ζέστης σε συνδυασμό με τη στατική διάταση χαμηλού φορτίου (low - load prolonged stretch –LIPS-) στην βελτίωση της ευελιξίας στην άρθρωση του ώμου. Στην έρευνα συμμετείχαν 92 άνδρες, όμως αποχώρησαν οι 9, άρα έμειναν 83 και μοιράστηκαν με τυχαίο τρόπο σε 5 ομάδες. Οι ομάδες ήταν 1) στατική διάταση χαμηλού φορτίου, 2) στατική διάταση και εφαρμογή ζεστού ερεθίσματος κατά την αρχή της διάτασης, 3) στατική διάταση και εφαρμογή κρύου ερεθίσματος κατά το τέλος της διάτασης, 4) στατική διάταση με εφαρμογή ζεστού ερεθίσματος στην αρχή και κρύου κατά το τέλος της διάτασης και 5) ομάδα ελέγχου με καμία παρέμβαση. Στις ομάδες των παρεμβάσεων τα άτομα μετά την αρχική μέτρηση ακολούθησαν 3 συνεδρίες σε διάστημα 5 ημερών με κενό 24- 48 ώρες ανάμεσα τους και η τελική μέτρηση έγινε 72 ώρες μετά την τελευταία συνεδρία.

Η ομάδα ελέγχου μετρήθηκε μια εβδομάδα μετά την πρώτη μέτρηση. Οι μετρήσεις έγιναν με πλαστικό γωνιόμετρο και μετρήθηκε η έξω στροφή του ώμου. Τα άτομα βρίσκονταν σε ύπτια θέση με το άνω άκρο να βρίσκεται στις 90 μοίρες απαγωγής, 20 μοίρες οριζόντιας προσαγωγής, 90 μοίρες κάμψη αγκώνα και το αντιβράχιο σε ουδέτερη θέση. Στην πρώτη ομάδα τα άτομα ακολούθησαν ένα πρωτόκολλο όπου αρχικά έκανα στατική διάταση χωρίς φορτίο, μόνο με την βοήθεια της βαρύτητας του άκρου, για 10 λεπτά στην ακραία θέση. Στην συνέχεια, επανέρχεται στην ουδέτερη θέση και έπειτα από διάλλειμα 1 λεπτού ακολούθησαν 3 διατάσεις διάρκειας 5 λεπτών με διάλλειμα 1 λεπτού ανάμεσα τους (επαναφορά στην αρχική θέση) με εφαρμογή μικρού επιπρόσθετου φορτίου, ίσο με το βάρος του αντιβραχίου και του καρπού. Έπειτα από τις 3 διατάσεις διατηρήθηκε πάλι η οριακή θέση για 10 λεπτά χωρίς επιπρόσθετο φορτίο και στο δέκατο λεπτό μετρήθηκε το τελικό ROM. Στην δεύτερη ομάδα ακολούθησε το ίδιο πρωτόκολλο με την προσθήκη ζεστών υγρών επιθεμάτων (περίπου στους 66° C) κατά τη διάρκεια της πρώτης 10λεπτης διάτασης και των 2 πρώτων 5λεπτων διατάσεων με φορτίο, στην πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια του ώμου. Στο πρώτο διάλλειμα μετά τα πρώτα 10 λεπτά του πρωτόκολλου το πρόσθιο επίθεμα αντικαταστήθηκε ώστε να παρέχεται σχετικά σταθερή θερμότητα. Στην τρίτη ομάδα ακολούθησε το ίδιο πρωτόκολλο με την προσθήκη ψυχρών επιθεμάτων (περίπου στους 0°C) κατά το τρίτο 5λεπτο των διατάσεων με φορτίο και τη 10λεπτη διάταση χωρίς φορτίο, στην πρόσθια και την οπίσθια επιφάνεια του ώμου. Στην τέταρτη ομάδα το ίδιο πρωτόκολλο διατάσεων ακολούθησε με συνδυασμό της δεύτερης και τρίτης συνθήκης. Τέλος, στην πέμπτη ομάδα δεν έγιναν καθόλου διατάσεις και επανήλθαν ύστερα από μια εβδομάδα από την αρχική μέτρηση για την τελική μέτρηση. Σύμφωνα με τις μετρήσεις οι ομάδες παρουσίασαν αύξηση στο ROM 1) $1,5 \pm 6,7^\circ$, 2) $8,5 \pm 9^\circ$, 3) $5,6 \pm 6,9^\circ$, 4) $6,3 \pm 7,2^\circ$ και 5) $0,3 \pm 3,6^\circ$. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι ομάδες 2,3 και 4 είχαν στατιστικά σημαντική διαφορά με την ομάδα 5, ενώ δεν είχαν με την ομάδα 1. Το μεγαλύτερο κέρδος παρουσιάστηκε στην δεύτερη ομάδα με καλύτερα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα από την ομάδα 1 και 3, ενώ στην τέταρτη ομάδα το κέρδος της ευελιξίας μειώνεται τελικά. Συμπερασματικά η αύξηση της θερμοκρασίας μείωσε τη βλάβη των ιστών κατά την διάταση, μείωσε το μυϊκό τόνο και βελτίωσε την ευελιξία. Η χρήση του πάγου δεν βελτίωσε ουσιαστικά τα βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα της διάτασης και συνιστάται η χρήση του σε επώδυνη λειτουργία ή φλεγμονώδη κατάσταση.

Άλλη έρευνα της *Minton J.* (1992) όπου συμμετείχαν 18 άτομα (13 γυναίκες και 5 άνδρες) συνέκρινε τη στατική διάταση με την εφαρμογή ψυχρών επιθεμάτων με θρυμματισμένο πάγο ή με την εφαρμογή υγρών θερμών επιθεμάτων. Οι μετρήσεις έγιναν στο δεξί πόδι και μετρήθηκαν πριν και μετά τις παρεμβάσεις με γωνιόμετρο οι μοίρες της παθητικής κάμψης του ισχίου. Τα άτομα κατά την μέτρηση βρίσκονταν σε ύπτια θέση και σταθεροποιούνταν η πύελος και το αριστερό πόδι. Το δεξί ισχίο κάμπτονταν παθητικά, ενώ το γόνατο παρέμενε εκτεταμένο και η ποδοκνημική άρθρωση στην ουδέτερη θέση. Η δοκιμασία τερμάτιζε μετά την παθητική διάταση, όταν τα άτομα βρίσκονταν στα ανώτερα όρια αντοχής - αίσθημα δυσφορίας- και η τελική αίσθηση (endfeeling) ήταν σφικτή λόγω της μυϊκής ενεργοποίησης. Έγιναν 2 δοκιμές με 10 δευτερόλεπτα παύσης ανάμεσα τους και κρατήθηκε το καλύτερο αποτέλεσμα για την στατιστική ανάλυση. Όλα τα άτομα στην πρώτη συνεδρία ακολούθησαν την εφαρμογή των ψυχρών επιθεμάτων στην οπίσθια επιφάνεια του μηρού, τυλιγμένα με ελαστικό ιμάντα για 20 λεπτά. Κατά την δεύτερη συνεδρία, διαφορετική ημέρα από την πρώτη συνεδρία, τα άτομα ακολούθησαν την εφαρμογή των θερμών επιθεμάτων κατά όμοιο τρόπο. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις μετρήσεις πριν και μετά την εφαρμογή και των δύο παρεμβάσεων με $p = .001$. Ωστόσο δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δυο παρεμβάσεις

με $p < .05$. Συμπερασματικά, και οι δύο παρεμβάσεις βελτιώνουν την ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών και η επιλογή της παρέμβασης εξαρτάται από την προσωπική εκτίμηση και προτίμηση του κάθε ατόμου.

Η *Newton R.* (1985) μελέτησε την επίδραση των ψυκτικών σπρέι στην παθητική διάταση του ισχίου 84 υγείων ατόμων. Τα άτομα χωρίστηκαν σε 4 ομάδες: 1) εφαρμογή fluori-methanespray (FMS), 2) ethylchloride (EC), 3) Isopropylalcohol και 4) την ομάδα ελέγχου. Κατά τις εφαρμογές των συνθηκών 1,2 και 3 εφαρμόστηκαν 6 ψεκασμοί των 5 δευτερολέπτων και παθητική διάταση 40 δευτερολέπτων, ενώ στην ομάδα ελέγχου εφαρμόστηκε παθητική διάταση 40 δευτερολέπτων μόνο. Υπήρχαν δύο ερωτήματα στην έρευνα. Το πρώτο αφορούσε την αποτελεσματικότητα της χρήσης FMS σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου και συμμετείχαν τα 40 άτομα. Στο δεύτερο ερώτημα συμμετείχαν τα υπόλοιπα 44 άτομα και συγκρίθηκαν μεταξύ τους οι 4 ομάδες. Οι μετρήσεις έγιναν σε ένα ειδικά κατασκευασμένο τραπέζι με την βοήθεια γωνιόμετρου όπου μετρήθηκαν οι μοίρες παθητικής κάμψης του ισχίου και η δύναμη κατωφλιού (οριακό σημείο αίσθησης τραβήγματος). Μετρήθηκε το δεξί πόδι με το γόνατο σε έκταση και την ποδοκνημική άρθρωση στην ουδέτερη θέση «κλειδωμένα» από την κατασκευή του τραπεζιού. Μετρήθηκαν οι μοίρες και η δύναμη κατωφλιού πριν και μετά τις παρεμβάσεις. Για το πρώτο ερώτημα η ανάλυση έδειξε ότι στην ομάδα FMS υπήρξε μέση αύξηση 8.78° ($s \pm 4.97$), ενώ για την ομάδα ελέγχου 4.86° ($s \pm 4.51$) με $p < .05$ χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις ομάδες. Στο δεύτερο ερώτημα βρέθηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις 4 ομάδες με $p < .05$. Συνεπώς, η χρήση σύντομων ψυχρών ερεθισμάτων με την χρήση ψυκτικών σπρέι δεν αυξάνουν το παθητικό εύρος της παθητικής κάμψης ισχίου. Ίσως βοηθούν την βελτίωση του σε περιπτώσεις πόνου, αυξημένου μυϊκού σπασμού και αυξημένης διεγερσιμότητας.

2.3.6. Μέθοδοι ψύξης και ιδιοδεκτική ικανότητα

Η κρυοθεραπεία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, εκτός από τις θεραπευτικές της ιδιότητες, χρησιμοποιείται αρκετές φορές και πριν από την προπόνηση για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης του αθλητή. Ωστόσο, η κρυοθεραπεία φαίνεται να επηρεάζει και την ιδιοδεκτικότητα η οποία διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην πρόληψη και την αποκατάσταση τραυματισμών. Ο όρος ιδιοδεκτικότητα, όπως αναλύθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, αποτελείται από διάφορες συνιστώσες, όπως είναι η κιναισθησία, η σωματισθησία, η ισορροπία, η αντανakλαστική αρθρική σταθερότητα, καθώς και η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης (*Riemann B.L., Lephart SM, 2002, Surenkok O. και συν., 2008, Ozmun J.C. και συν., 1996*). Οι έρευνες που έχουν μελετήσει την επίδραση της κρυοθεραπείας στην ιδιοδεκτική και νευρομυϊκή οξύτητα (*Costello J.T., Donnelly A.E., 2010*) δεν είναι αρκετές και τα αποτελέσματα αρκετές φορές είναι αλληλοσυγκρουόμενα. *Ιδιοδεκτική οξύτητα*, ορίζεται ως η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, της κίνησης, της μυϊκής δύναμης και η διάκριση των κινήσεων των άκρων (*Muaidi Q.I. και συν., 2008*). Η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης, όπως αναφέρθηκε λεπτομερώς στο αντίστοιχο κεφάλαιο, επηρεάζεται από τους υποδοχείς και την μυϊκή άτρακτο. Συνεπώς, με την εφαρμογή της ψύξης μειώνεται η δερματική και η ενδομυϊκή θερμοκρασία, με αποτέλεσμα ίσως να μεταβάλλεται και η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης. Έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί ως τώρα έδειξαν ότι η εφαρμογή της κρυοθεραπείας μείωσε (*Oliveira R. και συν., 2010, Uchio Y. και συν., 2003*) ή δεν επηρέασε την ιδιοδεκτική οξύτητα (*Thieme H.A. και συν., 1996*). Ωστόσο, οι περισσότερες έρευνες εστιάζουν στην επίδραση που έχει η κρυοθεραπεία όταν εφαρμοστεί στην άρθρωση και όχι άμεσα σε μύες. Ο *Oliveira* και οι συνεργάτες του πραγματοποίησαν μετρήσεις για να συγκρίνουν την επίδραση της κρυοθεραπείας στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης όταν αυτή εφαρμοστεί στην άρθρωση, με την εφαρμογή κατευθείαν επάνω στον

τετρακέφαλο. Ως μέθοδος κρυοθεραπείας χρησιμοποιήθηκε σακούλα με πάγο και η εφαρμογή διήρκεσε 20 λεπτά. Σύμφωνα με τις μελέτες που είχαν ήδη πραγματοποιηθεί η αίσθηση της θέσης της άρθρωσης φαίνεται να επηρεάζεται περισσότερο όταν η ψύξη εφαρμοστεί επάνω στην άρθρωση καθώς επηρεάζονται οι αρθρικοί μηχανοποδοχείς και όχι τόσο όταν η ψύξη εφαρμοστεί επάνω στο μυ, καθώς η δράση της περιορίζεται από τη μυϊκή άτρακτο. Ωστόσο, η συγκεκριμένη έρευνα έρχεται σε αντιπαράθεση με την πλειοψηφία των ερευνών, καθώς με βάση τα αποτελέσματά της φαίνεται ότι η κρυοθεραπεία μειώνει την οξύτητα της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης ανεξάρτητα το σημείο εφαρμογής της. Ανακεφαλαιώνοντας τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας φαίνεται να υποστηρίζουν ότι στην αίσθηση της θέσης της άρθρωσης συντελούν όχι μόνο οι αρθρικοί υποδοχείς, αλλά και οι μυϊκοί. Ο *Thieme H.A.* και οι συνεργάτες του (1996), σε έρευνα που έκαναν για την επίδραση της ψύξης στην αναπαραγωγή της κίνησης, βρήκαν ότι η ιδιοδεκτική ικανότητα δεν επηρεάζεται σε γενικές γραμμές από την ψύξη. Ωστόσο, στο τέλος της τροχιάς υπήρξε βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας του γόνατος. Κάνοντας προσπάθεια να εξηγήσει που μπορεί να οφείλεται η διαφορά αυτή, αναφέρθηκε σε τρεις πιθανές εξηγήσεις. Η πρώτη εξήγηση αποδόθηκε στους διαφορετικούς υποδοχείς που διεγείρονται στα διάφορα σημεία του εύρους τροχιάς της κίνησης. Οι αρθρικοί υποδοχείς ενεργοποιούνται περισσότερο στο τέλος της τροχιάς, ενώ οι μυϊκοί στο μέσο εύρος τροχιάς. Η δεύτερη και η λιγότερο πιθανή εξήγηση ήταν ότι οι μύες περιέχουν διάφορους προσαγωγούς υποδοχείς, οι οποίοι είναι ευαίσθητοι στη διάταση. Το τενόντιο όργανο Golgi δεν είναι ευαίσθητο στη στατική διάταση, αλλά οι απολήξεις της μυϊκής ατράκτου είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στην παθητική διάταση, αλλά όχι στην παθητική βράχυνση. Η τελευταία και η πιο πιθανή εξήγηση είναι ότι το μέσο και τελικό εύρος τροχιάς της κίνησης επηρεάστηκε από τη βαρύτητα του ποδιού, αλλά και του ισοκινητικού δυναμόμετρου.

Μια άλλη συνιστώσα της ιδιοδεκτικότητας, η οποία δεν έχει αναλυθεί ιδιαίτερα, είναι η ισορροπία. Ο *Douglas M.* και οι συνεργάτες του (2013), μελέτησαν την επίδραση της ψύξης στη στατική και δυναμική ισορροπία. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν η εμβύθιση σε παγωμένο νερό στην άρθρωση του αστραγάλου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η στατική ισορροπία δεν επηρεάστηκε από την ψύξη, ενώ σημαντική αύξηση παρατηρήθηκε μόνο στη μέση πλευρική συνιστώσα της δυναμικής ισορροπίας. Σύμφωνα με τον *Douglas M.*, η δυναμική ισορροπία είναι πιο σημαντική από τη στατική ισορροπία, καθώς συμμετέχει κατά κύριο λόγο στη λειτουργικότητα και στην καθημερινότητα.

Κεφάλαιο 3^ο : Μέθοδος Έρευνας

3.1. Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας απαρτίζεται από 12 υγιείς αθλητές πετοσφαίρισης υψηλού επιπέδου, κατηγορίας A1 και A2, εκ' των οποίων οι 8 άνδρες και οι 4 γυναίκες, ηλικίας 18 έως 36 (M.D. 22,3, S.D. 4,8). Οι αθλητές που συμμετείχαν, σύμφωνα με ιστορικό που λήφθηκε, δεν παρουσίασαν κάποιο μυοσκελετικό πρόβλημα, ούτε είχαν πρόσφατο τραυματισμό στα κάτω άκρα και στην οσφυϊκή περιοχή κατά το τελευταίο εξάμηνο. Δόθηκαν οδηγίες ώστε να μην αυξήσουν την ένταση ή την ποσότητα της δραστηριότητάς τους. Οι μετρήσεις λάμβαναν χώρα πάντα πριν από τη προπόνηση σε προκαθορισμένη μέρα και ώρα, ενώ οι αθλητές απέιχαν από οποιαδήποτε αθλητική δραστηριότητα για διάστημα 24 ωρών.

3.2. Όργανα και εξοπλισμός μετρήσεων

Για την διεκπεραίωση των δοκιμασιών του ευρενητικού πρωτοκόλλου της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα: 1) μηχανικός ζυγός ακριβείας με 4 σημεία βιοηλεκτρικής αγωγιμότητας (Silver Crest, Germany, IAN: 94301, model: Z31332C, version 10/2012), 2) ελαστικοί ιμάντες σταθεροποίησης επιθεμάτων με διάσταση 8 εκατοστά πλάτος και 150 εκατοστά μήκος, 3) ιμάντες σταθεροποίησης (χειρισμών φυσικοθεραπείας) με μεταλλική πορπή μήκους 2,50 μέτρων και πλάτους 5 εκατοστών, 4) επιθέματα ψυχρά/ θερμά (MSD, China, Standard, hot/ cold pack) με διάσταση 25 εκατοστά επί 35 εκατοστά, 5) τυπικό πλαστικό γωνιόμετρο (Saehan) με άξονες μήκους 12 εκατοστών, 6) 3 τυπικές μεζούρες των 3 μέτρων για την δοκιμασία του mSEBT και μία ως επιτοίχιο αναστημόμετρο, και 7) ένα ερωτηματολόγιο πλευρίωσης, 8) πετσέτες κομμένες στις διαστάσεις των επιθεμάτων, 9) θερμόμετρο, 10) βραστήρας νερού.



Εικόνα 7. Εξοπλισμός μετρήσεων.

3.3. Πειραματικός Σχεδιασμός

Για την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας, απαιτούνταν 3 συνεδρίες για κάθε αθλητή. Σε κάθε μια από τις 3 συνολικά συνεδρίες κάθε αθλητής πραγματοποίησε τις 3 διαφορετικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, τη συνθήκη ελέγχου (Contr), τη πειραματική συνθήκη διάτασης (Stret) και τη πειραματική συνθήκη κρυοδιάτασης (CryoS). Οι παραπάνω συνεδρίες καθορίστηκαν έτσι ώστε να υπάρχει μεταξύ τους το χρονικό διάστημα των 7

ημερών και να πραγματοποιούνταν συγκεκριμένη ώρα της ημέρας. Με σκοπό την εξάλειψη του φαινομένου της εκμάθησης της πειραματικής διαδικασίας, το 1/3 των δοκιμαζόμενων, το οποίο ορίστηκε με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο, πραγματοποίησε ως πρώτη τη συνθήκη ελέγχου, το άλλο 1/3 ως πρώτη τη συνθήκη κρυοδιάτασης (CryoS) και το υπόλοιπο 1/3 ως πρώτη τη συνθήκη διάτασης (Stret). Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο επιλέχθηκε και η σειρά επιτέλεσης των υπολοίπων 2 συνθηκών για τις επόμενες δυο επισκέψεις των δοκιμαζόμενων (Βλέπε πίνακας 3.1.). Επιπλέον, στην εκτέλεση κάθε συνεδρίας εναλλασσόταν το πόδι εκκίνησης της μέτρησης. Για παράδειγμα, ο αθλητής κατά την πρώτη συνεδρία ξεκινούσε τις μετρήσεις με το αριστερό πόδι και συνέχιζαν οι μετρήσεις με το δεξί πόδι. Στη συνέχεια, εφαρμοζόταν η προκαθορισμένη συνθήκη στο αριστερό πόδι και ακολουθούσε το δεξί πόδι. Τέλος, γίνονταν οι τελικές μετρήσεις στο αριστερό πόδι και ακολουθούσαν εκείνες στο δεξί πόδι. Σε επόμενη συνεδρία, που αντιστοιχεί σε εφαρμογή διαφορετικής συνθήκης, ο αθλητής ξεκινούσε την διαδικασία με το δεξί πόδι. Πριν τις τρεις συνεδρίες πραγματοποιήθηκε μια συνάντηση όπου συλλέχθηκαν τα σωματομετρικά στοιχεία των δοκιμαζόμενων (βάρος, ύψος, μήκος ποδιών, περίμετρος μηρών, BMI, σωματική σύσταση), καθώς και έγινε επίδειξη και εξοικείωση με τις δοκιμασίες που θα πραγματοποιούνταν στις συνεδρίες. Τέλος, οι δοκιμαζόμενοι διάβασαν και υπέγραψαν το έντυπο συγκατάθεσης .

Πίνακας 4. Σειρά επιτέλεσης συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

άτομα	1 ^η Συνθήκη	2 ^η Συνθήκη	3 ^η Συνθήκη
n=2	Control	CryoStrech	Stretch
n=2	Control	Stretch	CryoStrech
n=2	Stretch	Control	CryoStrech
n=2	CryoStrech	Control	Stretch
n=2	Stretch	CryoStrech	Control
n=2	CryoStrech	Stretch	Control

3.4. Πειραματική Διαδικασία

3.4.1. Προκαταρκτικές μετρήσεις - Εξοικείωση δοκιμαζόμενων με το πειραματικό πρωτόκολλο

Κατά την πρώτη συνάντηση, η οποία ορίστηκε μία εβδομάδα πριν τις τρεις κύριες συνεδρίες, έγινε ενημέρωση των αθλητών σχετικά με το σκοπό, τη διαδικασία και την αξία των ευρημάτων της έρευνας. Ενημερώθηκαν αναλυτικά για τις συνθήκες που επρόκειτο να ακολουθήσουν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Στη συνέχεια συμπληρώθηκε το ιστορικό του κάθε αθλητή, ώστε να αποκλεισθούν από το δείγμα αθλητές με μυοσκελετικά προβλήματα ή με πρόσφατους τραυματισμούς (εντός 6 μηνών) στα κάτω άκρα και την οσφυϊκή περιοχή. Έπειτα, ακολούθησαν οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις και η συμπλήρωση ερωτηματολογίου ποδοπλευρικότητας. Πιο συγκεκριμένα, οι ανθρωπομετρικές μετρήσεις περιλάμβαναν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, σωματική σύσταση, σωματικό ανάστημα) που μετρήθηκαν με τη βοήθεια μηχανικού ζυγού ακριβείας με

βιοηλεκτρική αγωγιμότητα και με επιτοίχιο αναστημόμετρο. Έπειτα υπολογίστηκε ο δείκτης μάζας σώματος (Δ.Μ.Σ.) από τον παρακάτω τύπο: Δ.Μ.Σ.= Σωματική μάζα (σε kg) /σωματικό ανάστημα² (σε m). Εν συνεχεία, μετρήθηκαν οι περιμέτροι των μηρών, με την χρήση μεζούρας, μετρώντας την απόστασή μεταξύ του μείζονος τροχαντήρα και του έξω μηριαίου κονδύλου και διαιρώντας την κατά το ήμισυ. Οι αθλητές βρίσκονταν σε ύπτια θέση και με πλήρη έκταση γόνατος.

Τέλος, έγινε επίδειξη και εξοικείωση με τις δοκιμασίες που οι αθλητές καλούνταν να εκτελέσουν. Έγιναν τρεις δοκιμές σε κάθε δοκιμασία για κάθε πόδι.

Σε αυτή τη συνάντηση καθορίστηκαν οι μέρες και οι ώρες που θα εκτελούνταν οι τρεις συναντήσεις των κύριων συνεδριών για κάθε αθλητή. Ορίστηκε η πρώτη συνεδρία και στην συνέχεια η δεύτερη ορίστηκε σε διάστημα αυστηρά μετά από 7 ημέρες την ίδια ακριβώς ώρα, και η τρίτη με όμοιο τρόπο. Οι συνεδρίες διαδραματίστηκαν στον προπονητικό χώρο των αθλητών.

3.4.2. Κύριες Πειραματικές συνθήκες

Οι κύριες μετρήσεις, που αντιστοιχούσαν σε τρεις πειραματικές συνθήκες, εκτελέστηκαν σε τρεις συνεδρίες. Οι πειραματικές συνθήκες είναι: η πειραματική συνθήκη ψύξης και διάτασης, η πειραματική συνθήκη διάτασης και η πειραματική συνθήκη ελέγχου.

- Πειραματική συνθήκη : ψύξης και διάτασης (CryoStretch)

Οι αθλητές βρίσκονταν σε πρηνή θέση και έγινε εφαρμογή ψύξης και στα 2 πόδια με ψυχρά επιθέματα στους οπίσθιους μηριαίους μύες. Τα επιθέματα τοποθετήθηκαν 1-2 εκατοστά πάνω από την ιγνυακή περιοχή με κατεύθυνση από την κατάφυση προς την έκφυση των οπίσθιων μηριαίων μυών και στερεώθηκαν με ελαστικούς αυτοκόλλητους ιμάντες. Τοποθετήθηκαν πάνω από βρεγμένη πετσέτα, ίσου μήκους (με νερό 16-18° C) και είχαν θερμοκρασία -20°C έως -15°C για 20 λεπτά. Ο χρόνος ξεκίνησε να μετρά μετά από την τοποθέτηση του επιθέματος και στο δεύτερο πόδι. Η τοποθέτηση στα 2 πόδια έγινε με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο.

Στο χρόνο των 18 λεπτών και 30 δευτερολέπτων οι αθλητές γύρισαν στην ύπτια θέση και ύστερα από την απομάκρυνση των επιθεμάτων εφαρμόστηκε παθητική στατική διάταση από τον εξεταστή για 30 δευτερόλεπτα στο κάθε πόδι, με πρώτο το πόδι που δέχθηκε πρώτο τη ψύξη. Η διάταση έγινε με άρση τεταμένου σκέλους, ενώ σταθεροποιήθηκε με ιμάντα η πύελος, στο ύψος των πρόσθιων άνω λαγόνιων ακανθών, καθώς και το άλλο πόδι έτσι ώστε να εφάπτεται στο κρεβάτι αξιολόγησης.

- Πειραματική συνθήκη: διάτασης (Stretch)

Οι αθλητές βρίσκονταν σε πρηνή θέση για 18 λεπτά και 30 δευτερόλεπτα με τοποθετημένα τα επιθέματα κατά παρόμοιο τρόπο, όμως σε θερμοκρασία κοντά στη θερμοκρασία σώματος, η οποία ορίστηκε στους 32.5 °C- 34.9 °C και στην συνέχεια γύρισαν στην ύπτια θέση για να εφαρμοστεί η διάταση, ύστερα από την αφαίρεση των επιθεμάτων. Η διάταση έγινε με άρση τεταμένου σκέλους, ενώ σταθεροποιήθηκε με ιμάντα η πύελος, στο ύψος των πρόσθιων άνω λαγόνιων ακανθών, καθώς και το άλλο πόδι έτσι ώστε να εφάπτεται στο κρεβάτι αξιολόγησης.

- Πειραματική συνθήκη: έλεγχο (Control)

Οι αθλητές βρίσκονταν σε πρηνή θέση για 18 λεπτά και 30 δευτερόλεπτα με τοποθετημένα τα επιθέματα κατά παρόμοιο τρόπο, όμως σε θερμοκρασία κοντά στη

θερμοκρασία σώματος, η οποία ορίστηκε στους 32.5 °C - 34.9 °C και στη συνέχεια γύρισαν σε ύπτια θέση. Στη συνθήκη αυτή δε πραγματοποιήθηκαν διατάσεις.

Δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στην ορθή τοποθέτηση των επιθεμάτων με στόχο τη βέλτιστη χρήση τους και συνεπώς την καλύτερη απόδοση της θερμοκρασίας τους. Τα επιθέματα κάλυπταν ολόκληρη την επιφάνεια των οπίσθιων μηριαίων μυών και τοποθετήθηκαν επάνω σε πετσέτες, οι διαστάσεις των οποίων ήταν ακριβώς ίδιες με εκείνες των επιθεμάτων. Οι πετσέτες βρέχθηκαν με νερό θερμοκρασίας κοντά σε εκείνη του σώματος, έτσι ώστε να γίνει καλύτερη ανταλλαγή θερμοκρασίας και παρέχοντας μια μορφή μόνωσης των επιθεμάτων. Τα επιθέματα τοποθετήθηκαν με φορά από την ιγνιακή περιοχή προς την γλουτιαία πτυχή, κατά μήκος του μηρού (από τη κατάφυση προς την έκφυση των μυών). Τέλος, τα επιθέματα σταθεροποιήθηκαν ελαστικούς μιάντες, ώστε να είναι σταθερά και προσφέροντας ακόμα μια μορφή μόνωσης.



Εικόνα 8. Τοποθέτηση επιθεμάτων.

Οι διατάσεις πραγματοποιήθηκαν από τον έναν ερευνητή, ενώ κατά τη διάρκεια της η πύελος και το άλλο πόδι σταθεροποιούνταν από τους μιάντες σταθεροποίησης. Η άρθρωση του γόνατος διατηρήθηκε σε πλήρη έκταση και η ποδοκνημική άρθρωση σε ουδέτερη θέση. Η θέση στην οποία ο δοκιμαζόμενος, κατά την κάμψη του ισχίου, αισθανόταν έντονο αίσθημα «τραβήγματος» στα όρια του πόνου, θεωρήθηκε ως το τελικό σημείο της διάτασης. Η θέση αυτή διατηρήθηκε για 30 δευτερόλεπτα στο κάθε πόδι.



Εικόνα 9. Διάταση οπίσθιων μηριαίων.

3.4.3. Δοκιμασίες Αξιολόγησης

Οι δοκιμασίες αξιολόγησης που πραγματοποιήθηκαν κατά την διάρκεια των τριών συνεδριών σε κάθε πειραματική συνθήκη είναι δύο δοκιμασίες αξιολόγησης της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών και μία δοκιμασία αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας των αθλητών. Οι παραπάνω δοκιμασίες αξιολόγησης στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκαν τόσο πριν όσο και έπειτα από την εκάστοτε παρέμβαση. Οι μετρήσεις για την αξιολόγηση της ευλυγισίας πραγματοποιήθηκαν από έναν ερευνητή, έτσι ώστε να χρησιμοποιούνται τα ίδια οστικά σημεία ως οδηγία σημεία και να ακολουθείται η ίδια ακριβώς διαδικασία. Έπιπλέον, η διάταση και η άρση του τεταμένου σκέλους κατα την δεύτερη δοκιμασία αξιολόγησης της ευλυγισίας έγινε από τον δεύτερο ερευνητή, έτσι ώστε να ακολουθείται η ίδια ακριβώς διαδικασία. Κατα την εκτέλεση των δοκιμασιών ευλυγισίας δόθηκε ιδιαίτερη σημασία στην σταθεροποίηση της πυέλου, στο ύψος των πρόσθιων άνω λαγόνιων ακανθών, και του ποδιού που δεν συμμετείχε στη μέτρηση, με ιμάντες σταθεροποίησης.



Εικόνα 10. Σταθεροποίηση πυέλου και αριστερού ποδιού που δε συμμετέχει στη μέτρηση με ειδικούς μιάντες.

Πιο συγκεκριμένα, η αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών πραγματοποιήθηκε μέσω της ενεργητικής έκτασης της άρθρωσης του γόνατος ή κοινώς τη δοκιμασία “Active Knee Extension test” όπου απαιτείται ο δοκιμαζόμενος να βρίσκεται σε ύπτια θέση, με καλή σταθεροποίηση στη πύελο και το πόδι που δεν συμμετέχει στη μέτρηση. Επιπλέον, κατά την δοκιμασία το ισχίο πρέπει να βρίσκεται σε κάμψη 90° και κρίθηκε απαραίτητη η χρήση μιας ξύλινης ράβδου, έτσι ώστε το ισχίο να παραμένει σταθερό σε αυτή τη θέση και να πραγματοποιηθεί η ενεργητική έκταση από την άρθρωση του γόνατος.



Εικόνα 11. Δοκιμασία ενεργητικής έκτασης γόνατος (AKE).

Επιπροσθέτως, για την αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών πραγματοποιήθηκε και μια δεύτερη δοκιμασία η παθητική άρση τεταμένου σκέλους ή διαφορετικά “Passive Straight Leg Raise test”. Ο ένας εξεταστής ανύψωσε το εξεταζόμενο πόδι του αθλητή προσέχοντας το άλλο πόδι να παραμένει σε έκταση και να εφάπτεται στο κρεβάτι αξιολόγησης. Κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας το γόνατο παρέμεινε εκτεταμένο και η ποδοκνημική άρθρωση στην ουδέτερη θέση, ώστε να μην ενεργοποιηθούν ή διαταθούν άλλοι μύες τους κάτω άκρου, απομονώνοντας έτσι τους οπίσθιους μηριαίους μύες. Η δοκιμασία τερμάτιζε μετά την παθητική διάταση, όταν τα άτομα βρίσκονταν στα ανώτερα όρια αντοχής - αίσθημα δυσφορίας- και η τελική αίσθηση (endfeel) ήταν σφικτή. Η γωνία

κάμψης του ισχίου (ROM) αξιολογήθηκε από τον δεύτερο εξεταστή με τη χρήση τυπικού γωνιόμετρου.



Εικόνα 12. Δοκιμασία παθητικής άρσης τεταμένου σκέλους (SLR).

Η αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας των αθλητών εξετάσθηκε με τη δοκιμασία “modified Star Excursion Balance Test ” (mSEBT). Οι αθλητές βρίσκονταν, με μονοποδική στήριξη (πόδι στήριξης), στο κέντρο ενός Υ, το οποίο έχει σχηματιστεί στο δάπεδο από τους εξεταστές, και με το δεύτερο πόδι (πόδι στόχου) προσπαθούν να φτάσουν στο μακρύτερο σημείο που μπορούν πάνω στις 3 γραμμές- κατευθύνσεις του Υ, σύμφωνα με τις οδηγίες που τους δόθηκαν. Οι μετρήθηκαν και σημειώθηκαν οι αποστάσεις.



Εικόνα 13. Δοκιμασία δυναμικής ισορροπίας (mSEBT).

3.5. Στατιστική ανάλυση

Στο πλαίσιο της ερευνητικής εργασίας έγινε στατιστική ανάλυση με t-Test για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις, τόσο εντός των ομάδων (μέτρηση πριν, μέτρηση μετά), όσο και μεταξύ των ομάδων (συνθήκη Control, συνθήκη Cryostretch, συνθήκη Stretch) με ορισμένο επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $p \leq 0,05$ για τις εξής παραμέτρους:

- Της ευλυγισίας μέσω δύο δοκιμασιών αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν (ενεργητική έκταση γόνατος - A.K.E -, παθητική κάμψη ισχίου – PSLR -) και για τα δύο πόδια
- Της ισορροπιστικής ικανότητας μέσω της δυναμικής δοκιμασίας mSEBT και για τα 2 πόδια.

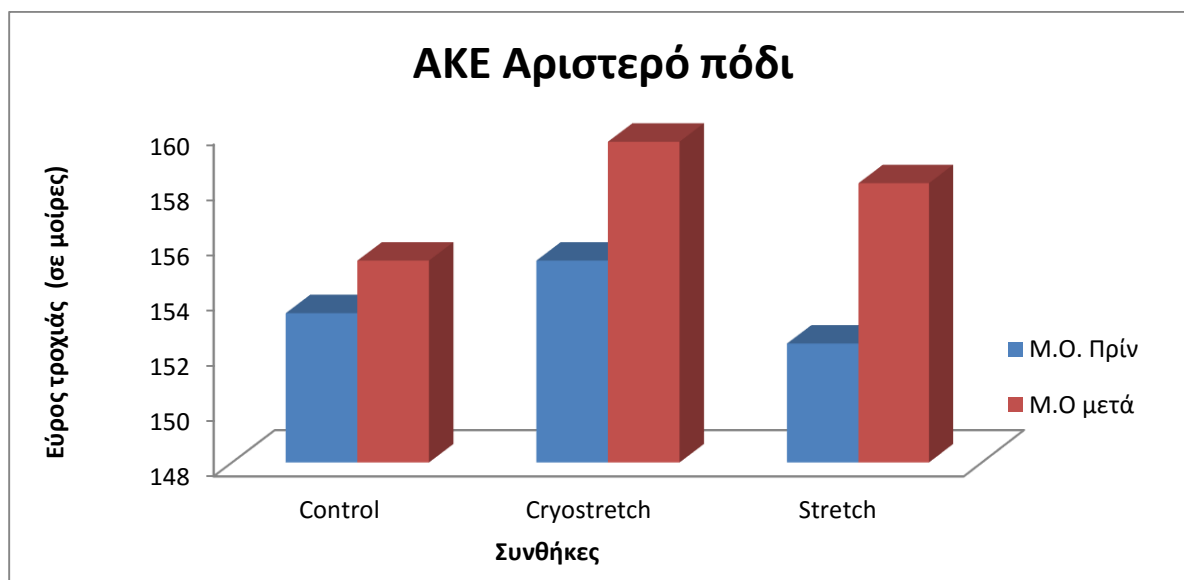
3.6. Αποτελέσματα έρευνας

Οι αθλητές που συμμετείχαν στο δείγμα της έρευνα ήταν ηλικίας 18 έως 36 ετών (M.D.: 22,3 έτη, S.D.: $\pm 4,8$ έτη). Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά που μετρήθηκαν ήταν: το σωματικό ανάστημα με μέσο όρο τα 182,8 εκατοστά (S.D.: $\pm 10,4$ εκ.), η σωματική μάζα με μέσο όρο τα 72,7 κιλά (S.D. $\pm 10,1$ κιλά), τον δείκτη μάζας σώματος με μέσο όρο 21,6 (S.D.: $\pm 1,2$), το ποσοστό του λιπώδη ιστού με μέσο όρο 20,2% (S.D.: $\pm 5,5$ %), το ποσοστό του νερού με μέσο όρο 50,9% (S.D.: $\pm 8,1$ %), το ποσοστό του μυϊκού ιστού με μέσο όρο 39,4% (S.D.: $\pm 3,9$ %) και το ποσοστό του οστίτη ιστού με μέσο όρο 5,8% (S.D.: $\pm 0,5$ %). Τέλος, μετρήθηκε το μήκος του αριστερού κάτω άκρου με μέσο όρο τα 91,5 εκατοστά (S.D.: $\pm 6,8$ εκ.), και του δεξιού με μέσο όρο τα 91,4 εκατοστά (S.D.: $\pm 6,8$) και η περίμετρος με μέσο όρο 52,2 εκατοστά (S.D.: $\pm 2,6$ εκ.) και 53 εκατοστά (S.D.: $\pm 3,1$ εκ.) αντίστοιχα. Επιπλέον, οι δοκιμαζόμενοι συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο έδειξε ποιο πόδι είναι το επιδέξιο, ποιο είναι το στηρικτικό, αλλά και την πλευρίωση των αθλητών. Με βάση την πλειοψηφία των αθλητών, η πλευρίωση ήταν δεξιά (11/ 12 αθλητές).

	Ηλικία (έτη)	Σ.Ανάστημα (εκ.)	Σ.Μάζα (κιλά)	Δ.Μ.Σ.	Λιπώδης ιστός (%)	Νερό (%)	Μυϊκός ιστός (%)	Οστίτης ιστός (%)	Μήκος Α.Π. (εκ.)	Μήκος Δ.Π. (εκ.)	Περίμετρος Α.Π.(εκ.)	Περίμετρος Δ.Π. (εκ.)
M.O.:	22,3	182,8	72,7	21,6	20,2	50,9	39,4	5,8	91,5	91,4	52,2	53
S.D.:	4,8	10,4	10,1	1,2	5,5	8,1	3,9	0,5	6,8	6,8	2,6	3,1

Πίνακας 5. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά αθλητών.

Η πρώτη δοκιμασία αξιολόγησης των οπίσθιων μηριαίων μυών που πραγματοποιήθηκε ήταν η ενεργητική έκταση της άρθρωσης του γόνατος, με το ίσchio σε θέση κάμψης 90° (Α.Κ.Ε.). Μετρήθηκαν και τα δύο πόδια των αθλητών, τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση εκάστοτε συνθήκης.



Διάγραμμα 1. Συγκριτικό διάγραμμα του εύρους τροχιάς αριστερού γόνατος για τις συνθήκες Control, Cryostretch και Stretch πριν και μετά των παρεμβάσεων. Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την εκτέλεση της δοκιμασίας ανάμεσα σε συνθήκες Control και Cryostretch.

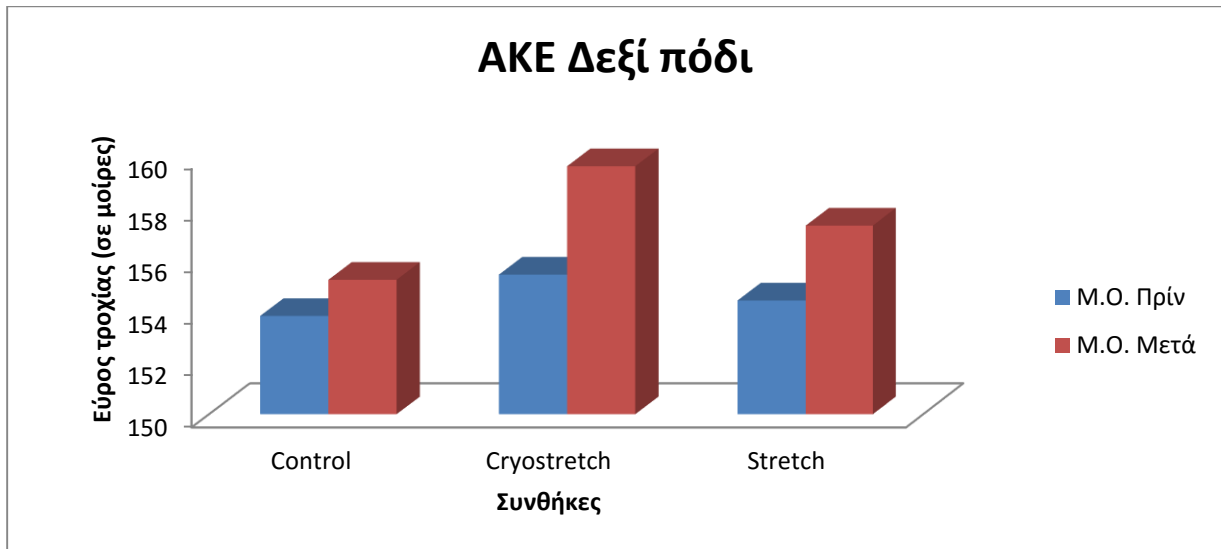
Όσον αφορά το αριστερό πόδι των αθλητών, πριν την παρέμβαση της συνθήκης Control μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 153,4° έκτασης γόνατος (S.D.: ± 4,1°), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν 155,3° (S.D.: ± 5°). Πριν την παρέμβαση της συνθήκης Cryostretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 155,3° έκτασης γόνατος (S.D.: ± 4,3°), ενώ μετά 159,6° (S.D.: ± 6,8°). Τέλος, πριν την παρέμβαση της συνθήκης Stretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 152,3° έκτασης γόνατος (S.D.: ± 5,5°), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν 158,1° (S.D.: ± 5,4°).

Συνεπώς, στη συνθήκη Control βρέθηκε αύξηση 1,9° μετά την παρέμβαση, στη συνθήκη Cryostretch βρέθηκε αύξηση 4,3°, ενώ στη συνθήκη Stretch βρέθηκε αύξηση 5,8°.

Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά πριν την εκτέλεση της δοκιμασίας ανάμεσα στις συνθήκες Control και Cryostretch ($p = 0.04$), ενώ μετά την δοκιμασία βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες Control και Cryostretch ($p = 0.01$) και ανάμεσα στις συνθήκες Control και Stretch ($p = 0.03$).

Πίνακας 6. Μεταβολές στο εύρος τροχιάς του αριστερού γόνατος μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ Μείωση μοιρών μετά	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
	+1,9°	+4,3°	+5,8°



Διάγραμμα 2. Συγκριτικό διάγραμμα του εύρους τροχίας δεξιού γόνατος για τις συνθήκες Control, Cryostretch και Stretch πριν και μετά των παρεμβάσεων. Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την εκτέλεση της δοκιμασίας ανάμεσα σε συνθήκες Control και Cryostretch.

Όσον αφορά το δεξί πόδι των αθλητών, πριν την παρέμβαση της συνθήκης Control μετρήθηκαν κατά μέσο όρο $153,8^\circ$ έκτασης γόνατος (S.D.: $\pm 4^\circ$), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν $155,2^\circ$ (S.D.: $\pm 5,1^\circ$). Πριν την παρέμβαση της συνθήκης Cryostretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο $155,4^\circ$ έκτασης γόνατος (S.D.: $\pm 4,3^\circ$), ενώ μετά $159,6^\circ$ (S.D.: $\pm 4,7^\circ$). Τέλος, πριν την παρέμβαση της συνθήκης Stretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο $154,4^\circ$ έκτασης γόνατος (S.D.: $\pm 5,5^\circ$), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν $157,3^\circ$ (S.D.: $\pm 3,4^\circ$).

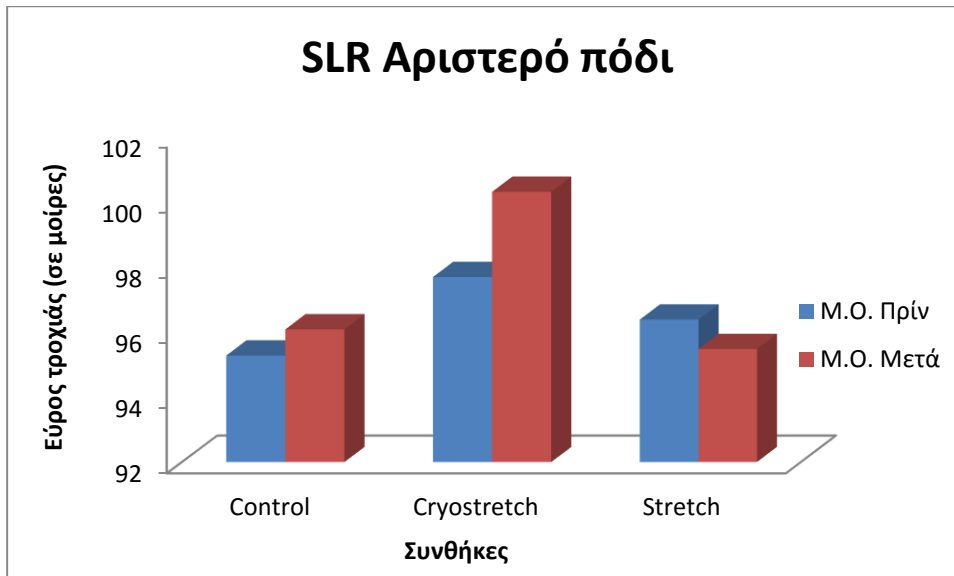
Συνεπώς, στη συνθήκη Control βρέθηκε αύξηση $1,4^\circ$ μετά την παρέμβαση, στη συνθήκη Cryostretch βρέθηκε αύξηση $4,2^\circ$, ενώ στη συνθήκη Stretch βρέθηκε αύξηση $2,9^\circ$.

Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την εκτέλεση της δοκιμασίας ανάμεσα στις συνθήκες Control και Cryostretch ($p = 0.02$), καθώς επίσης βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες Control και Stretch ($p = 0.04$).

Πίνακας 7. Μεταβολές στο εύρος τροχίας του δεξιού γόνατος μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ μειώση μοιρών μετά	Μείωση	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
		+1,4°	+4,2°	+2,9°

Η δεύτερη δοκιμασία του ερευνητικού πρωτοκόλλου για την αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπισθίων μηριαίων μυών ήταν η παθητική άρση τεταμένου σκέλους (SLR). Μετρήθηκαν και τα δύο πόδια των αθλητών, πριν και μετά τη παρέμβαση εκάστοτε συνθήκης.



Διάγραμμα 3. Συγκριτικό διάγραμμα του εύρους τροχιάς αριστερού ισχίου για τις συνθήκες Control, Cryostretch και Stretch πριν και μετά των παρεμβάσεων.

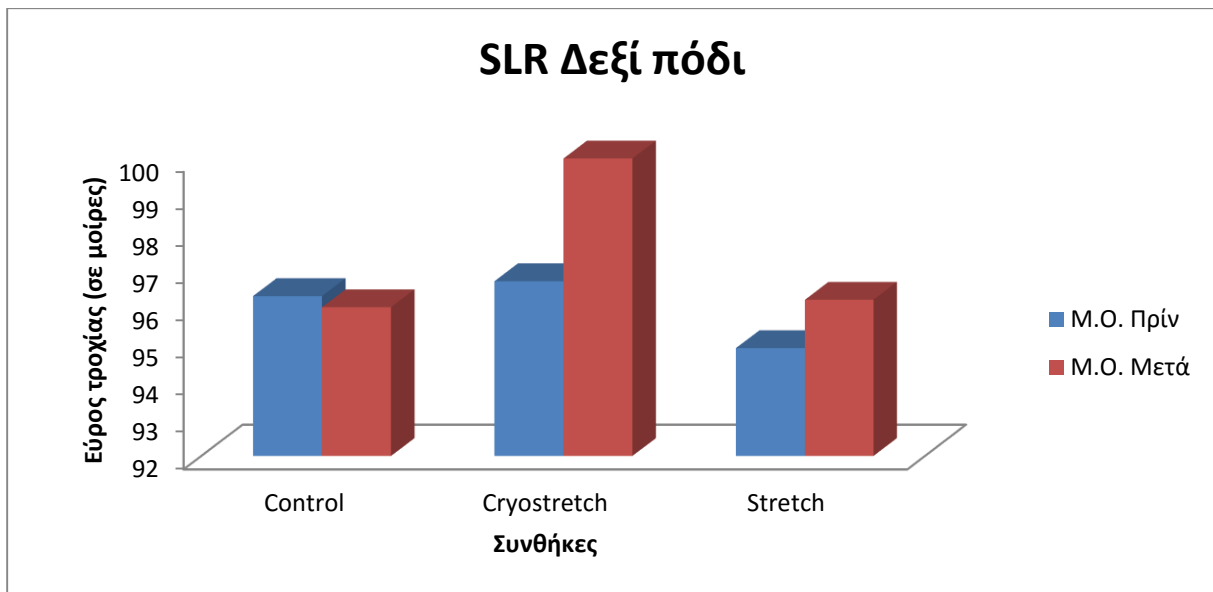
Όσον αφορά το αριστερό πόδι των αθλητών, πριν την παρέμβαση της συνθήκης Control μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 95,3° κάμψης ισχίου (S.D.: ± 8°), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν 96,1° (S.D.: ± 7,4°). Πριν την παρέμβαση της συνθήκης Cryostretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 97,7° κάμψης ισχίου (S.D.: ± 9,1°), ενώ μετά 100,3° (S.D.: ± 8,9°). Τέλος, πριν την παρέμβαση της συνθήκης Stretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 96,4° κάμψης γόνατος (S.D.: ± 8,8°), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν 95,5° (S.D.: ± 7,8°).

Συνεπώς, στη συνθήκη Control βρέθηκε αύξηση 0,8° μετά την παρέμβαση, στη συνθήκη Cryostretch βρέθηκε αύξηση 2,6°, ενώ στη συνθήκη Stretch βρέθηκε μείωση 0,9°.

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, υπάρχει τάση για στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0.07$), μεταξύ των συνθηκών Control και Cryostretch μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 8. Μεταβολές στο εύρος τροχιάς του αριστερού ισχίου μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ Μείωση μοιρών μετά	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
	+0,8°	+2,6°	-0,9°



Διάγραμμα 4. Συγκριτικό διάγραμμα του εύρους τροχίας δεξιού ισχίου για τις συνθήκες Control, Cryostretch και Stretch πριν και μετά των παρεμβάσεων. Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την εκτέλεση της δοκιμασίας ανάμεσα στις συνθήκες Control και Cryostretch.

Όσον αφορά το δεξί πόδι των αθλητών, πριν την παρέμβαση της συνθήκης Control μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 96,3° κάμψης ισχίου (S.D.: ± 8,8°), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν 96° (S.D.: ± 8,1°). Πριν την παρέμβαση της συνθήκης Cryostretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 96,7° κάμψης ισχίου (S.D.: ± 9°), ενώ μετά 100° (S.D.: ± 7,8°). Τέλος, πριν την παρέμβαση της συνθήκης Stretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 94,9° κάμψης γόνατος (S.D.: ± 8°), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν 96,2° (S.D.: ± 8,2°).

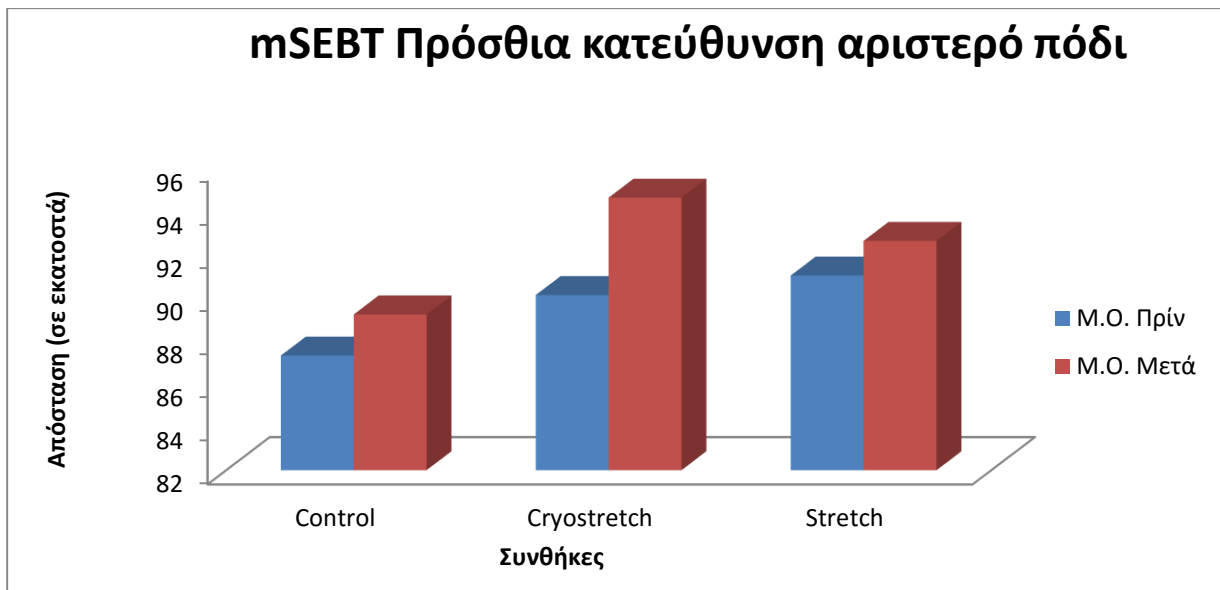
Συνεπώς, στη συνθήκη Control βρέθηκε μείωση 0,3° μετά την παρέμβαση, στη συνθήκη Cryostretch βρέθηκε αύξηση 3,3° και τέλος στη συνθήκη Stretch βρέθηκε αύξηση 1,3°.

Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την εκτέλεση της δοκιμασίας ανάμεσα στις συνθήκες Control και Cryostretch ($p = 0.02$). Ακόμα βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες Cryostretch και Stretch ($p = 0.05$).

Πίνακας 9. Μεταβολές στο εύρος τροχίας του δεξιού ισχίου μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ Μείωση μοιρών μετά	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
	-0,3°	+3,3°	+1,3°

Η τρίτη δοκιμασία που διεξήχθει αφορούσε στην αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας των αθλητών και ήταν η δοκιμασία mSEBT. Μετρήθηκαν και τα δύο πόδια των αθλητών, στις τρεις διαφορετικές κατευθύνσεις της δοκιμασίας (πρόσθια, οπίσθια έσω, οπίσθια έξω), τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση εκάστοτε συνθήκης.



Διάγραμμα 5. Συγκριτικό διάγραμμα απόστασης (πρόσθια κατεύθυνση) που καλύφθηκε με το αριστερό πόδι (πόδι στόχου) και το δεξί πόδι (πόδι στήριξης) για τις συνθήκες πριν και μετά των παρεμβάσεων. Βρέθηκε σ.σ.δ μετά την παρέμβαση μεταξύ των συνθηκών Control και Cryostretch ($p = 0,01$) και μεταξύ Control και Stretch ($p = 0,05$).

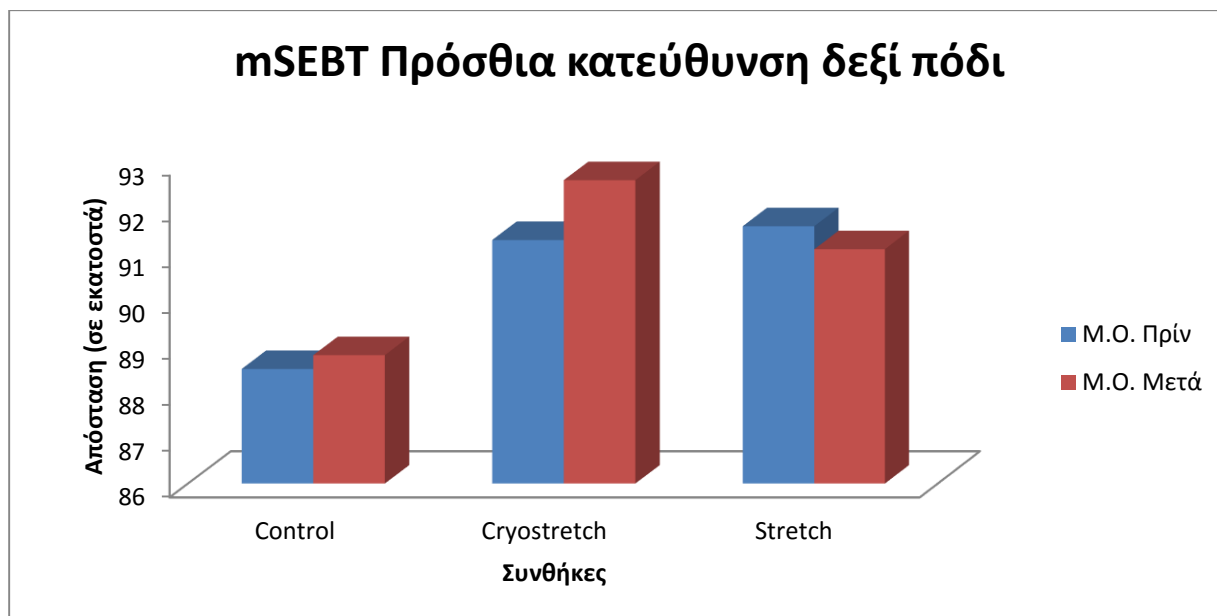
Όσον αφορά το αριστερό πόδι στόχου των αθλητών (πρόσθια κατεύθυνση), πριν την παρέμβαση της συνθήκης Control μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 87,3 εκατοστά απόστασης (S.D.: ± 8 εκ.), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν 89,2 εκατοστά (S.D.: $\pm 6,5$ εκ.). Πριν την παρέμβαση της συνθήκης Cryostretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 90,1 εκατοστά απόστασης (S.D.: $\pm 7,3$ εκ.), ενώ μετά 94,6 εκατοστά (S.D.: $\pm 7,2$ εκ.). Τέλος, πριν την παρέμβαση της συνθήκης Stretch μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 91 εκατοστά απόστασης (S.D.: $\pm 5,5$ εκ.), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν 92,6 εκατοστά (S.D.: $\pm 6,4$ εκ.).

Συνεπώς, στη συνθήκη Control βρέθηκε αύξηση 1,9 εκατοστών μετά την παρέμβαση, στη συνθήκη Cryostretch βρέθηκε αύξηση 4,5 εκατοστών και τέλος στη συνθήκη Stretch βρέθηκε αύξηση 1,6 εκατοστών.

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την παρέμβαση στην πρόσθια κατεύθυνση ($p = 0,01$) μεταξύ των συνθηκών Control και Cryostretch, καθώς και μεταξύ των συνθηκών Control και Stretch ($p = 0,05$).

Πίνακας 10. Μεταβολές στην απόσταση (πρόσθια κατεύθυνση) που καλύφθηκε από το αριστερό πόδι στόχου, μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ Μείωση εκατοστών απόστασης μετά	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
	+1,9 εκ.	+4,5 εκ.	+1,6 εκ.



Διάγραμμα 6. Συγκριτικό διάγραμμα της απόστασης (πρόσθια κατεύθυνση) που καλύφθηκε με το δεξί πόδι που ορίστηκε ως πόδι στόχου και το αριστερό πόδι ως πόδι στήριξης, για τις συνθήκες Control, Cryostretch και Stretch πριν και μετά των παρεμβάσεων. Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την παρέμβαση Control και Cryostretch ($p = 0.02$).

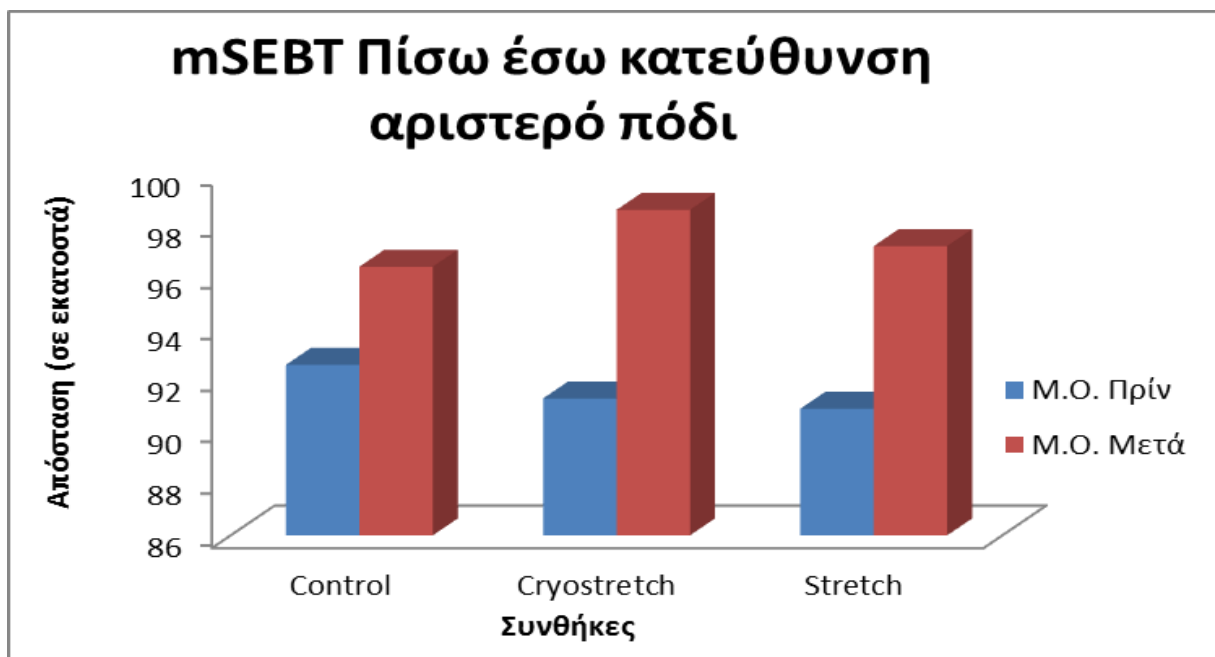
Όσο αφορά το δεξί πόδι ως πόδι στόχου, η απόσταση που μετρήθηκε στην πρόσθια κατεύθυνση πριν τη συνθήκη Control ήταν κατά μέσο όρο 88,5 εκατοστά (S.D \pm 7,3 εκ.), ενώ μετά τη συνθήκη μετρήθηκε στα 88,8 εκατοστά (S.D.: \pm 5,4 εκ.). Στη συνθήκη Cryostretch, πριν την παρέμβαση η απόσταση που μετρήθηκε ήταν 91,3 εκατοστά (S.D.: \pm 6,4 εκ.), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκε στα 92,6 εκατοστά (S.D.: \pm 7,3 εκ.). Στη συνθήκη Stretch, πριν την παρέμβαση, η απόσταση που υπολογίστηκε κατά μέσο όρο ήταν 91,6 εκατοστά (S.D.: \pm 6,5 εκ.), ενώ μετά την παρέμβαση ήταν 91,1 εκατοστά (S.D.: \pm 5,9 εκ.).

Συνεπώς, μετά τη συνθήκη Control παρουσιάστηκε αύξηση 0,3 εκατοστά στους μέσους όρους των προσπαθειών, στη συνθήκη Cryostretch παρουσιάστηκε αύξηση κατά 1,3 εκατοστά, ενώ μετά τη συνθήκη Stretch παρουσιάστηκε μείωση κατά 0,5 εκατοστά.

Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες Control και Cryostretch ($p = 0.02$) μετά την εκτέλεση της δοκιμασίας, κατά την εκτέλεση της πρόσθιας κατεύθυνσης.

Πίνακας 11. Μεταβολές στην απόσταση (πρόσθια κατεύθυνση) που καλύφθηκε από το δεξί πόδι στόχου, μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ Μείωση εκατοστών απόστασης μετά	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
	+0,3 εκ.	+1,3 εκ.	-0,5 εκ.



Διάγραμμα 7. Συγκριτικό διάγραμμα της απόστασης (πίσω έσω κατεύθυνση) που καλύφθηκε με το αριστερό πόδι που ορίστηκε ως πόδι στόχου και το δεξί πόδι ως πόδι στήριξης, για τις συνθήκες Control, Cryostretch και Stretch πριν και μετά των παρεμβάσεων. Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την παρέμβαση μεταξύ των συνθηκών Control και Stretch ($p = 0.05$).

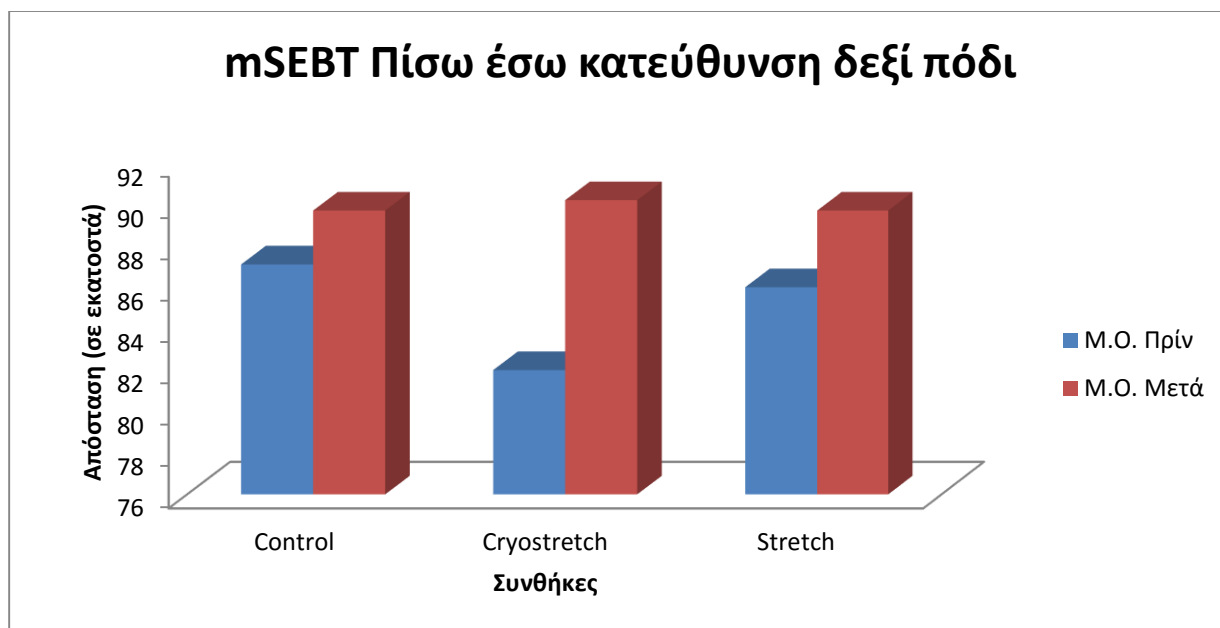
Στη συνέχεια, με το ίδιο πόδι στόχου (πίσω έσω κατεύθυνση) πριν τη συνθήκη Control η απόσταση που μετρήθηκε ήταν κατά μέσο όρο 87,3 εκατοστά (S.D.: $\pm 15,2$ εκ.), ενώ μετά τη συνθήκη η απόσταση που μετρήθηκε ήταν 88,3 εκατοστά (S.D.: $\pm 14,9$ εκ.). Στη συνθήκη Cryostretch, πριν την παρέμβαση η απόσταση που μετρήθηκε κατά μέσο όρο ήταν 86,2 εκατοστά (S.D.: $\pm 12,6$ εκ.), ενώ μετά μετρήθηκε κατά μέσο όρο στα 93 εκατοστά (S.D.: $\pm 13,4$ εκ.). Στην τελευταία συνθήκη, Stretch, πριν την παρέμβαση μετρήθηκε η απόσταση κατά μέσο όρο στα 86,6 εκατοστά (S.D.: $\pm 14,4$ εκ.), ενώ μετά την παρέμβαση ο μέσος όρος της απόστασης έφτανε τα 94,4 εκατοστά (S.D.: $\pm 12,8$ εκ.).

Συνεπώς, στη συνθήκη Control παρατηρήθηκε αύξηση της απόστασης 1 εκατοστό κατά μέσο όρο, στη συνθήκη Cryostretch η απόσταση αυξήθηκε 6,8 εκατοστά κατά μέσο όρο μετά την παρέμβαση, ενώ στη συνθήκη Stretch η απόσταση αυξήθηκε κατά μέσο όρο 7,8 εκατοστά μετά την παρέμβαση.

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών Control και Stretch μετά την παρέμβαση ($p = 0.05$) στην οπίσθια έσω κατεύθυνση.

Πίνακας 12. Μεταβολές στην απόσταση (πίσω έσω κατεύθυνση) που καλύφθηκε απο το αριστερό πόδι στόχου, μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ εκατοστών απόστασης μετά	Μείωση	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
		+1 εκ.	+6,8 εκ.	+7,8 εκ.



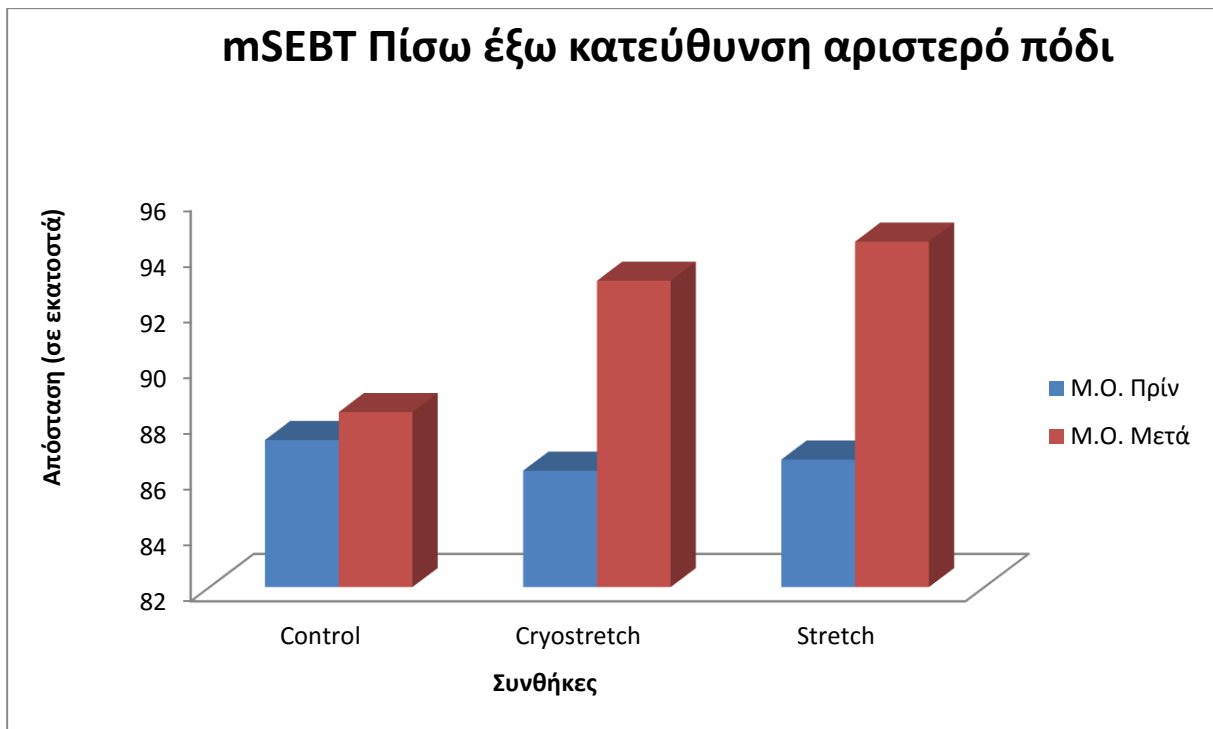
Διάγραμμα 8. Συγκριτικό διάγραμμα της απόστασης (πίσω έσω κατεύθυνση) που καλύφθηκε με το δεξί πόδι που ορίστηκε ως πόδι στόχου και το αριστερό πόδι ως πόδι στήριξης, για τις συνθήκες Control, Cryostretch και Stretch πριν και μετά των παρεμβάσεων.

Πριν τη συνθήκη Control, η απόσταση που μετρήθηκε στην πίσω έσω κατεύθυνση ήταν κατά μέσο όρο 87,1 εκατοστά (S.D.: $\pm 16,3$ εκ.), ενώ μετά τη συνθήκη μετρήθηκε στα 89,7 εκατοστά (S.D.: $\pm 14,4$ εκ.). Στη συνθήκη Cryostretch, πριν την παρέμβαση, η απόσταση μετρήθηκε κατά μέσο όρο στα 82 εκατοστά (S.D.: $\pm 13,1$ εκ.), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκε στα 90,2 εκατοστά (S.D.: $\pm 11,4$ εκ.). Στην τελευταία συνθήκη, Stretch, η απόσταση που υπολογίστηκε πριν την παρέμβαση ήταν κατά μέσο όρο 86 εκατοστά (S.D.: $\pm 13,2$ εκ.), ενώ μετά την παρέμβαση η απόσταση που μετρήθηκε ήταν κατά μέσο όρο 89,7 εκατοστά (S.D.: $\pm 11,6$ εκ.).

Συνεπώς, στη συνθήκη Control παρατηρήθηκε αύξηση 2,6 εκατοστά στο μέσο όρο, στη συνθήκη Cryostretch παρατηρήθηκε αύξηση 8,2 εκατοστά, ενώ στη συνθήκη Stretch παρατηρήθηκε αύξηση 3,7 εκατοστά.

Πίνακας 13. Μεταβολές στην απόσταση (πίσω έσω κατεύθυνση) που καλύφθηκε απο το δεξί πόδι στόχου, μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ εκατοστών απόστασης μετά	Μείωση	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
		+2,6 εκ.	+8,2 εκ.	+3,7 εκ.



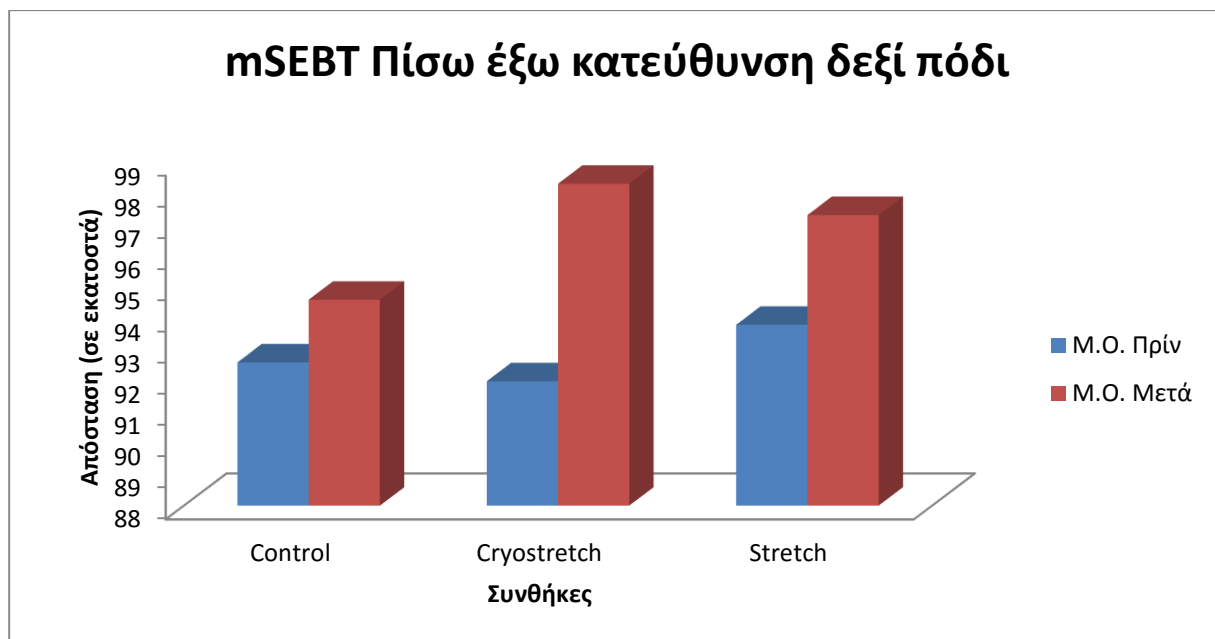
Διάγραμμα 9. Συγκριτικό διάγραμμα της απόστασης (πίσω έξω κατεύθυνση) που καλύφθηκε με το αριστερό πόδι που ορίστηκε ως πόδι στόχου και το δεξί πόδι ως πόδι στήριξης, για τις συνθήκες Control, Cryostretch και Stretch πρίν και μετά των παρεμβάσεων.

Στην τελευταία κατεύθυνση (πίσω έξω κατεύθυνση), η απόσταση που μετρήθηκε πριν τη συνθήκη Control ήταν κατά μέσο όρο 92,6 εκατοστά (S.D.: $\pm 14,2$ εκ.), ενώ μετά ήταν 96,4 εκατοστά (S.D.: $\pm 11,3$ εκ.). Στη συνθήκη Cryostretch, πριν την παρέμβαση η απόσταση που μετρήθηκε ήταν κατά μέσο όρο 91,3 εκατοστά (S.D.: $\pm 9,7$ εκ.), ενώ μετά την παρέμβαση αυξήθηκε στα 98,6 εκατοστά (S.D.: $\pm 12,5$ εκ.). Στην τελευταία συνθήκη, Stretch, πριν την παρέμβαση η απόσταση μετρήθηκε κατά μέσο όρο στα 90,9 εκατοστά (S.D.: $\pm 8,7$ εκ.), ενώ μετά έφτασε τα 97,2 εκατοστά (S.D.: $\pm 10,7$ εκ.).

Συνεπώς, στη συνθήκη Control παρατηρήθηκε αύξηση του μέσου όρου κατά 3,8 εκατοστά, στη συνθήκη Cryostretch παρατηρήθηκε αύξηση του μέσου όρου κατά 7,3 εκατοστά μετά την παρέμβαση, ενώ στη συνθήκη Stretch παρατηρήθηκε επίσης αύξηση κατά 6,3 εκατοστά μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 14. Μεταβολές στην απόσταση (πίσω έξω κατεύθυνση) που καλύφθηκε από το αριστερό πόδι στόχου, μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ εκατοστών απόστασης μετά	Μείωση	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
		+3,8 εκ.	+7,3 εκ.	+6,3 εκ.



Διάγραμμα 10. Συγκριτικό διάγραμμα της απόστασης (πίσω έξω κατεύθυνση) που καλύφθηκε με το δεξί πόδι που ορίστηκε ως πόδι στόχου και το αριστερό πόδι ως πόδι στήριξης, για τις συνθήκες Control, Cryostretch και Stretch πριν και μετά των παρεμβάσεων.

Στην τελευταία κατεύθυνση της δοκιμασίας, η απόσταση που μετρήθηκε στη συνθήκη Control ήταν κατά μέσο όρο στα 92,6 εκατοστά (S.D.: $\pm 14,3$ εκ.) πριν και 94,9 εκατοστά (S.D.: $\pm 13,8$ εκ.) μετά. Στη συνθήκη Cryostretch, η απόσταση που μετρήθηκε πριν την παρέμβαση ήταν κατά μέσο όρο 92 εκατοστά (S.D.: $\pm 13,5$ εκ.), ενώ μετά υπολογίστηκε στα 98,3 εκατοστά (S.D.: $\pm 11,2$ εκ.). Στη συνθήκη Stretch, πριν την παρέμβαση η απόσταση κατά μέσο όρο μετρήθηκε στα 93,8 εκατοστά (S.D.: $\pm 12,6$ εκ.), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκε στα 97,3 εκατοστά (S.D.: $\pm 12,9$ εκ.).

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, στη συνθήκη Control παρατηρήθηκε αύξηση στο μέσο όρο κατά 2,3 εκ., στη συνθήκη Cryostretch παρατηρήθηκε αύξηση κατά 6,3 εκατοστά, καθώς και στη συνθήκη Stetch παρατηρήθηκε αύξηση κατά 3,5 εκατοστά.

Πίνακας 15. Μεταβολές στην απόσταση (πίσω έξω κατεύθυνση) που καλύφθηκε απο το δεξί πόδι στόχου, μετά τις παρεμβάσεις των συνθηκών Control, Cryostretch και Stretch.

Αύξηση/ εκατοστών απόστασης μετά	Μείωση	Συνθήκη Control	Συνθήκη Cryostretch	Συνθήκη Stretch
		+2,3 εκ.	+6,3 εκ.	+3,5 εκ.

3.7. Συμπεράσματα - Συζήτηση

Αξιότιμες προσπάθειες έγιναν στο παρελθόν, ώστε να διερευνηθούν οι επιδράσεις της διάτασης, των ψυχρών ή / και των θερμών ερεθισμάτων στον ανθρώπινο οργανισμό. Η έρευνα αυτή είχε ως σκοπό να μελετήσει την εφαρμογή της στατικής διάτασης σε συνδυασμό με ψυχρά μέσα, συγκρίνοντας τη με την απλή στατική διάταση και με μια συνθήκη ελέγχου. Όπως προέκυψε από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, υποστηρίζεται ότι η μειωμένη θερμοκρασία επιφέρει πλήθος αλλαγών στον οργανισμό του ανθρώπου. Αναλυτικότερα, η μείωση της θερμοκρασίας συνεπάγεται τη μείωση του μεταβολισμού και τη μειωμένη παραγωγή μεταβολικών αποβλήτων, που είναι υπεύθυνα για τον μυϊκό ερεθισμό, με αποτέλεσμα τη μείωση του μυϊκού σπασμού (Minton J., 1992). Επιπροσθέτως, αναφέρεται ότι η ψύξη προσφέρει αναλγησία που οφείλεται στον ερεθισμό των υποδοχέων του ψύχους, μειώνοντας με αυτό το τρόπο την νευρική αγωγιμότητα και αυξάνοντας το κατώτερο όριο πόνου (Ernst E. και Fialka V., 1994, Hubbard T.J. και συν., 2004). Αναφέρεται επίσης ότι μετά από πτώση 5°C στη θερμοκρασία του σώματος μειώνεται ο αριθμός των προσαγωγών ερεθισμάτων από τις μυϊκές ατράκτους, μειώνοντας την αντανακλαστική απάντηση του μυός στην επιμήκυνση - μυοτατικό αντανακλαστικό- (Burke D.G. και συν., 2001, Hubbard T.J. και συν., 2004). Το γεγονός αυτό, οδηγεί σε μειωμένη αντίσταση του μυός κατά την διάταση, συνεπώς οι διατάσεις είναι πιο αποτελεσματικές (Lippold C.J. και συν., 1960).

Οι διατάσεις αποτελούν αναμφισβήτητα ένα αναπόσπαστο κομμάτι των αθλητικών δραστηριοτήτων, τόσο στο στάδιο της προθέρμανσης, όσο και στο στάδιο της αποθεραπείας. Έχουν διεξαχθεί έρευνες, οι οποίες συγκρίνουν τα διάφορα είδη της διάτασης, καθώς και τις επιδράσεις τους στην αύξηση της ευλυγισίας, στην αθλητική απόδοση, στην πρόληψη τραυματισμών, αλλά και στην ταχύτερη επάνοδο στην αθλητική δραστηριότητα ύστερα από κάποιο τραυματισμό (Lim K. και συν., 2013, Alikhajeh Y. και συν., 2012, Puentedura E.J. και συν., 2011, Covert C.A. και συν., 2010, David S.S. και συν., 2005, Decoster L.C. και συν., 2004, Bandy W.D. και συν., 1997). Μελέτες έχουν δείξει ότι στην αύξηση της ευλυγισίας συντελούν οι στατικές διατάσεις, καθώς και οι διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF). Μεταξύ αυτών των δύο ειδών έχει βρεθεί μικρή διαφορά (Puentedura E.J. και συν., 2011), με τις στατικές διατάσεις να είναι πιο αποτελεσματικές (David S.S. και συν., 2005). Άλλα είδη διατάσεων που έχουν μελετηθεί είναι η αυτοδιάταση και οι δυναμικές διατάσεις. Οι δυναμικές διατάσεις φαίνεται με βάση αρκετές έρευνες ότι βελτιώνουν την απόδοση στην άσκηση και προτείνεται να εκτελούνται κατά την προθέρμανση πριν την προπόνηση (Alikhajeh Y. και συν., 2012). Ωστόσο, οι δυναμικές διατάσεις δε συντελούν στην αύξηση της ευλυγισίας σε αντίθεση με τις στατικές διατάσεις, οι οποίες είναι αποτελεσματικότερες. Αν και οι διατάσεις αυξάνουν τη μυϊκή ευλυγισία, δε φαίνεται να επιταχύνουν την επάνοδο στην αθλητική δραστηριότητα. Τα τελευταία χρόνια, φαίνεται ότι η έκκεντρη άσκηση αυξάνει την ευλυγισία και συμβάλλει στην ταχύτερη επάνοδο και θα έπρεπε να αποτελεί συχνότερα μέρος της προπόνησης. (Kieran O' Sullivan και συν., 2009).

Για την ορθότητα, την εγκυρότητα και την αξιοπιστία μιας έρευνας εκάστοτε, ο ερευνητής οφείλει να δίνει αρκετά μεγάλη σημασία στη διαδικασία αξιολόγησης των παραμέτρων που επιθυμεί να εξετάσει. Μια δοκιμασία που χρησιμοποιείται ευρέως εδώ και αρκετά χρόνια για την αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών είναι η Sit And Reach. Αρκετές έρευνες όμως έχουν δείξει ότι τα αποτελέσματα της δοκιμασίας επηρεάζονται αρκετά από την κίνηση και την κλίση της πύελου και της σπονδυλικής στήλης. Σοβαρές προσπάθειες από αρκετούς ερευνητές έχουν γίνει με σκοπό τη δημιουργία παραλλαγών της δοκιμασίας, όπως το Back Saver Sit and Reach Test ή το Chair Sit and Reach Test, ώστε να διαχωριστεί η κίνηση που οφείλεται στην ευλυγισία της πύελου και της

σπονδυλικής στήλης με εκείνη των ποδιών και αυξηθεί η αξιοπιστία της (López-Miñarro P.A. και συν., 2009, Baltaci G. και συν., 2003, Jones J. και συν., 1998). Παρά τις προσπάθειες αυτές, η δοκιμασία φαίνεται να είναι ακόμα ανεπαρκής, καθώς τα αποτελέσματα επηρεάζονται επίσης από τις δομικές ανωμαλίες της σπονδυλικής στήλης, από τις μυϊκές ανισορροπίες, αλλά και από το μήκος των άνω και κάτω άκρων, (Guariglia D.A. και συν., 2011, Scott D. και συν., 1998, Werner W.K. και συν., 1990). Συνεπώς, λόγω της χαμηλής αξιοπιστίας του, το Sit and Reach δεν επιλέχθηκε στη συγκεκριμένη έρευνα. Οι δύο δοκιμασίες που εκτελέστηκαν από τους αθλητές και είχαν χρησιμοποιηθεί ευρέως σε αρκετές έρευνες για την αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων, ήταν οι Active Knee Extension και το Passive Straight Leg Raise, μια ενεργητική και μια παθητική δοκιμασία αντίστοιχα.

Η δοκιμασία της ενεργητικής έκτασης της άρθρωσης του γόνατος - Active Knee Extension (AKE)- αξιολογεί το ενεργητικό εύρος τροχιάς της άρθρωσης του γόνατος και κατ'επέκταση την ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών. Η δοκιμασία αυτή, επιλέχθηκε για τη συγκεκριμένη έρευνα, καθώς υπάρχει μεγάλη σταθεροποίηση στην άρθρωση του ισχίου και στην πύελο με μιάντες, ενώ πραγματοποιείται ενεργητική έκταση στο γόνατο που εξετάζεται. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζεται η συμμετοχή της χαμηλής οσφυϊκής μοίρας και των ιερολαγόνιων αρθρώσεων κατά την ενεργητική έκταση του γόνατος. Μελετώντας τη βιβλιογραφία, η παραπάνω δοκιμασία θεωρείται αρκετά αξιόπιστη, καθώς επικεντρώνεται στην άρθρωση του γόνατος (Gajdosik R.I. και Lusin G., 1983). Η αξιοπιστία της δοκιμασίας εξαρτάται κυρίως από τη σωστή σταθεροποίηση, από τη σωστή τοποθέτηση του γωνιόμετρου, αλλά και από το τελικό, καλώς ορισμένο σημείο της κίνησης (Gajdosik R.I. και Lusin G., 1983). Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι η στατική διάταση σε συνδιασμό με ψύξη βελτίωσε το εύρος τροχιάς της κίνησης του γόνατος, και συνεπώς της ευλυγισίας, σε σχέση με την απλή διάταση. Η στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, έδειξε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά και στα δύο πόδια μεταξύ των δύο παρεμβάσεων Cryostretch και Stretch, σε σύγκριση με την ομάδα Control. Η διαφορά ήταν αξιοσημείωτη περισσότερο μεταξύ των συνθηκών Control και Cryostretch ($p = 0.01$) και λιγότερο μεταξύ των συνθηκών Control και Stretch ($p = 0.03$). Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν σημαντική βελτίωση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων και στα δύο πόδια και φαίνεται να συμφωνούν με παλαιότερες έρευνες, οι οποίες έδειξαν ότι η ευλυγισία βελτιώνεται ύστερα από την εφαρμογή της διάτασης (Taylor B.F. και συν., 1995, David S.S. και συν., 2005) και της κρυοδιάτασης (Boddeti και συν., 2013, Brasileiro J.S. και συν., 2006). Ο Boddeti R.K. και οι συνεργάτες του (2013), διεξήγαγαν μια έρευνα, η οποία έδειξε ότι η ψύξη σε συνδιασμό με διάταση είναι πιο αποτελεσματική στην αύξηση της ευλυγισίας από τη σκέτη ψύξη, ενώ η δοκιμασία που επιλέχθηκε για τη συγκεκριμένη έρευνα ήταν η ενεργητική έκταση γόνατος (AKE), η οποία χρησιμοποιήθηκε και στην παραπάνω έρευνα. Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η έρευνα που διεξήχθη από τον Brasileiro J.S. (2006) και τους συνεργάτες του, μελέτησε συγκεκριμένα την επίδραση των διατάσεων σε συνδιασμό με ψυχρά ή θερμά επιθέματα στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών. Χρησιμοποιώντας τη δοκιμασία ενεργητικής έκτασης γόνατος (AKE), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η διάταση σε συνδιασμό με την ψύξη αύξησαν το εύρος τροχιάς του γόνατος, και συνεπώς της ευλυγισίας, σημαντικά.

Για την ενίσχυση της αξιοπιστίας της παρούσας έρευνα επιλέχθηκε μία ακόμα δοκιμασία αξιολόγησης της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών, η δοκιμασία της παθητικής άρσης τεταμένου σκέλους - Passive Straight Leg Raise (PSLR). Όπως προέκυψε από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, φαίνεται να είναι μια σχετικά αξιόπιστη δοκιμασία για την αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών (Acevedo O.E. και Starks

M.A., 2011, Howley E.T. και Franks B.D., 2007, Brodowicz G.R. και συν., 1996, Minton J. 1992). Κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας το γόνατο παρέμεινε εκτεταμένο και η ποδοκνημική άρθρωση στην ουδέτερη θέση, ώστε να μην ενεργοποιηθούν ή διαταθούν άλλοι μύες του κάτω άκρου, απομονώνοντας έτσι τους οπίσθιους μηριαίους μύες (*Minton J., 1992*). Η δοκιμασία έλαβε τέλος μετά την παθητική διάταση, όταν τα άτομα βρίσκονταν στα ανώτερα όρια αντοχής - αίσθημα δυσφορίας- και η τελική αίσθηση (end- feel) είναι σφικτή (*Acevedo O.E. και Starks, M.A., 2011*).

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας βρεθηκε μια έρευνα της *Minton J. (1992)* παρόμοια με την έρευνα που διεξήχθη, η οποία χρησιμοποίησε την ίδια δοκιμασία αξιολόγησης, σε παρεμβάσεις που εξέτασαν την επιρροή ψυχρών και θερμών επιθεμάτων στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών. Τα αποτελέσματα της ήταν ότι και οι δύο παρεμβάσεις αυξάνουν την ευλυγισία χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Μια ακόμα έρευνα που παρουσιάζει κοινά στοιχεία με την παρούσα έρευνα είναι η έρευνα του *Brodowicz G.R.* και των συνεργατών του (*1996*), οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη δοκιμασία ενεργητικής άρσης τεταμένου σκέλους, όμως εξέτασαν την επιρροή ψυχρών και θερμών επιθεμάτων σε συνδυασμό με στατική διάταση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η στατική διάταση με την εφαρμογή ψυχρών επιθεμάτων βραχυπρόθεσμα βελτιώνει την ευλυγισία των μυών. Στη έρευνα που πραγματοποιήθηκε, ύστερα από την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, βρέθηκε αύξηση μοιρών στην κάμψη του δεξιού ισχίου. Πιο συγκεκριμένα, σημειώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες Cryostretch και Control ($p = 0,02$), καθώς επίσης και ανάμεσα στις συνθήκες Cryostretch και Stretch ($p = 0.05$). Αυτό δείχνει ότι η ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών επηρεάζεται από τη χαμηλή θερμοκρασία των ψυχρών επιθεμάτων. Η επίδραση αυτή δείχνει θετική, καθώς αυξήθηκε το εύρος τροχίας κίνησης του ισχίου κατά την αξιολόγηση. Επιπλέον, στο αριστερό πόδι φαίνεται να υπάρχει τάση για στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0.07$), μεταξύ των συνθηκών Control και Cryostretch μετά την παρέμβαση. Το γεγονός ότι τα ψυχρά επιθέματα δεν έχουν την ίδια επίδραση στα δύο πόδια ίσως να οφείλεται στο ότι η πλειοψηφία του δείγματος έχει δεξιά πλευρίωση. Τα παραπάνω αποτελέσματα δεν έρχονται σε αντίθεση με αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, καθώς όπως φαίνεται η ψύξη βοηθά στην αύξηση της ευλυγισίας με ποικίλους τρόπους.

Αν και προκύπτουν προβλήματα όσον αφορά την αξιοπιστία των δοκιμασιών, καθώς χρησιμοποιείται τυπικό γωνιόμετρο και όχι κάποιο μηχάνημα, οι μετρήσεις και στις δύο δοκιμασίες γίνονται από έναν ερευνητή ώστε να ακολουθείται ακριβώς η ίδια διαδικασία και να χρησιμοποιούνται ως σημεία αναφοράς τα ίδια ακριβώς οστικά σημεία. Για τον ίδιο λόγο οι διατάσεις και η άρση του τεταμένου σκέλους στην παθητική δοκιμασία γίνονται από έναν ερευνητή. Επιπλέον, κατά τις δοκιμασίες δίνεται ιδιαίτερη σημασία στη σταθεροποίηση της πύλου και του ποδίου που δεν συμμετέχει στην μέτρηση με ιμάντες σταθεροποίησης, έτσι ώστε να απομονωθεί το πόδι μέτρησης και η μέτρηση να είναι εγκυρότερη.

Στην έρευνα που διεξήχθη, αξιολογήθηκε και η δυναμική ισορροπία με την δοκιμασία modified Star Excursion Balance (mSEBT), η οποία φαίνεται από έρευνες να είναι πιο αξιόπιστη από την δοκιμασία Star Excursion Balance Test (SEBT) και την Y Balance Test (*Gribble P.A. και συν., 2013, Coughlan G.F. και συν., 2012, Bouillon L.E. και Baker J.L., 2011, Plisky P.J. και συν., 2009*). Αν και παλαιότερες έρευνες δείχνουν ότι η ψύξη δεν βοηθά την δυναμική ισορροπία και ίσως κάποιες φορές την επηρεάζει αρνητικά (*Douglas M. και συν., 2013*), η συνθήκη Cryostretch που αποτελεί συνδυασμό ψύξης και διάτασης φαίνεται να επηρεάζει την δυναμική ισορροπία. Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν έπειτα από τη στατιστική ανάλυση, δείχνουν να υπάρχει αύξηση με στατιστικά σημαντική διαφορά μετά τις παρεμβάσεις στην πρόσθια κατεύθυνση. Εκτενέστερα, παρατηρείται στατιστικά σημαντική

διαφορά μεταξύ των συνθηκών Control και Cryostretch ($p = 0,01$), καθώς και μεταξύ των συνθηκών Control και Stretch ($p = 0,05$) στο αριστερό πόδι, ενώ στο δεξί πόδι βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες Control και Cryostretch ($p = 0,02$). Βρέθηκε ακόμα, στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των συνθηκών Control και Stretch μετά την παρέμβαση ($p = 0,05$) στην οπίσθια έσω κατεύθυνση του αριστερού ποδιού. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν, εν μέρει, βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας έπειτα από την εκτέλεση της διάτασης και της κρυοδιάτασης, παρά τα αποτελέσματα άλλων ερευνών, που κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ψύξη επηρεάζει αρνητικά έως και καθόλου τη δυναμική ισορροπία. Η βελτίωση αυτή ίσως να οφείλεται στην αύξηση της ευλυγισίας του ποδιού στήριξης. Πιο συγκεκριμένα, καθώς το μήκος των μυών μετά τη κρυοδιάταση ή τη διάταση αυξάνεται, η ευλυγισία του ποδιού στήριξης αυξάνεται και συνεπώς ίσως αυξάνεται η απόσταση που διασχίζει ο εξεταζόμενος. Επιπλέον, επειδή η δοκιμασία αυτή εκτελέστηκε τελευταία και μεσολάβησε κάποιο χρονικό διάστημα από την εφαρμογή της ψύξης, ίσως η επίδραση της ψύξης να χάθηκε ή να αλλοιώθηκε. Η συγκεκριμένη έρευνα επεδίωξε τη συμμετοχή επαγγελματιών αθλητών υψηλού επιπέδου, γεγονός το οποίο μειώνει την ανομοιογένεια του δείγματος, οδηγώντας σε ένα αρκετά αξιόπιστο αποτέλεσμα, σε αντίθεση με την πλειοψηφία των ερευνών που μελέτησαν τυχαίο δείγμα, ασθενή πληθυσμό και αθλητές ερασιτεχνικού επιπέδου.

Αρκετές έρευνες έχουν ασχοληθεί με την επιλογή του καταλληλότερου τύπου διατάσεων, τον τρόπο και το διάστημα εφαρμογής της διάτασης. Η απάντηση αυτού του ερωτήματος είναι δύσκολη, καθώς φαίνεται ότι ο τύπος και η εφαρμογή κάθε διάτασης πρέπει να είναι ανάλογη του σκοπού που καλείται να εκπληρώσει. Οι οπίσθιοι μηριαίοι είναι επιρρεπείς σε τραυματισμούς και οι παρεκκλίσεις τους από το φυσιολογικό, αποτελούν προδιαθεσικό παράγοντα για οσφυαλγία και τενοντοπάθεια επιγονατιδικού τένοντα, κυρίως σε αθλήματα που χρειάζονται πλήρες εύρος τροχιάς και εκρηκτικότητα, όπως είναι η πετοσφαίριση. Ωστόσο, υποστηρίζεται ευρέως ότι η ευλυγισία ενδείκνυται σε αθλήματα όπως η ενόργανη γυμναστική ή η ρυθμική, και δεν είναι καθοριστική σε εκείνα που απαιτούν δύναμη, ταχύτητα ή εκρηκτικότητα. Τα τελευταία χρόνια η επιστήμη έχει στραφεί στην εξέταση του συνδυασμού της στατικής διάτασης με την εφαρμογή ψύξης και θέρμανσης με σκοπό την μείωση των τραυματισμών, τη γρηγορότερη αποκατάσταση, καθώς και την αύξηση της αθλητικής απόδοσης. Είναι διαδεδομένη η άποψη ότι η ψύξη, από μόνη της, οδηγεί σε αύξηση της δυσκαμψίας και συνεπώς σε μείωση της ευλυγισίας και της δυναμικής ισορροπίας. Ο συνδυασμός όμως της ψύξης με τη στατική διάταση δεν έχει μελετηθεί επαρκώς. Η παρούσα έρευνα μελετά το συνδυασμό της στατικής διάτασης με ή χωρίς την εφαρμογή ψύξης και τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά για τη βελτίωση της ευλυγισίας. Επιπροσθέτως, ένα νέο πεδίο έρευνας ανοίγεται για την επίδραση της διάτασης και της κρυοδιάτασης στη δυναμική ισορροπία, καθώς φαίνεται να υπάρχει θετική επίδραση. Παρατηρήθηκε ακόμα κενό στη βιβλιογραφία όσον αφορά την επίδραση των στατικών διατάσεων ή / και συνδυασμό της στην αθλητική απόδοση και την πρόληψη τραυματισμών. Επιπλέον, οι επιδράσεις των διατάσεων στην επάνοδο ύστερα από τραυματισμό είναι αμελητέες και γι' αυτό έρευνες προτείνουν την ενσωμάτωση της έκκεντρης προπόνησης στο προπονητικό πρόγραμμα. Προτείνεται επίσης η πραγματοποίηση περαιτέρω ερευνών με μεγαλύτερο δείγμα, και πιο εξειδικευμένα όργανα αξιολόγησης, με σκοπό να διερευνηθούν οι παραπάνω υποθέσεις.

Παράρτημα

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 Παναγιώτη Γκριλία.

Ανθρωπομετρήσεις:

Οι ανθρωπομετρήσεις που θα υποβληθείτε, θα περιλαμβάνουν τη μέτρηση του σωματικού αναστήματος, της σωματικής μάζας, των περιμέτρων των μηρών σας καθώς και τον προσδιορισμό της σωματικής σας σύστασης με την χρήση ζυγαριάς ακριβείας με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής αγωγιμότητας. Η συμμετοχή σας στις παραπάνω μετρήσεις, δεν εγκυμονεί κανένα απολύτως κίνδυνο για τη σωματικής σας ακεραιότητα.

Κύριες Πειραματικές Μετρήσεις:

Η συμμετοχή σας στην πειραματική διαδικασία απαιτεί 3 συνολικά επισκέψεις στο χώρο που θα οριστεί ως τόπος διεξαγωγής των διαδικασιών σε διάστημα 3 εβδομάδων (1 επίσκεψη ανά εβδομάδα) σε προκαθορισμένη ώρα και ημέρα της εκάστοτε εβδομάδας. Κατά την πραγματοποίηση των κύριων πειραματικών μετρήσεων, σε κάθε επίσκεψη σας θα σας ζητηθεί να εκτελέσετε 2 διαδικασίες αξιολόγησης της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών (1: Active Knee Extension Test, 2: Straight Leg Raise Test) και μία για την δυναμική ισορροπιστική σας ικανότητα (modified Star excursion Test). Οι παραπάνω διαδικασίες θα πραγματοποιηθούν πριν και έπειτα από την εφαρμογή των 3 διαφορετικών συνθηκών (αλλαγή συνθήκης ανά επίσκεψη) που αναφέρονται στη συνέχεια :

1. **Συνθήκη ελέγχου (Contr):** 18,5 λεπτά παθητική παραμονή σε πρηνή κατάκλιση και σε πλήρη ηρεμία, και αλλαγή σε ύπτια κατάκλιση κατά το 18,5-20 λεπτό .
2. **Συνθήκη διάτασης οπισθίων μηριαίων (Stret):** 18,5 λεπτά παθητική παραμονή σε πρηνή κατάκλιση, ενώ κατά το 18,5 -19 λεπτό θα γίνει αλλαγή σε ύπτια κατάκλιση και εφαρμογή παθητικής στατικής διάτασης οπισθίων μηριαίων, διάρκειας 30 δευτερολέπτων, σε κάθε πόδι ξεχωριστά.
3. **Συνθήκη κροοδιάτασης (CryoS):** 20 λεπτά ψύξη οπισθίων μηριαίων αμφοτερόπλευρα, μέσω εφαρμογής ψυχρών επιθεμάτων στην οπίσθια επιφάνεια των μηρών σε πρηνή κατάκλιση τα πρώτα 18,5 λεπτά, ενώ κατά το 18,5-19 λεπτό της ψύξης θα γίνει αλλαγή σε ύπτια κατάκλιση και εφαρμογή παθητικής στατικής διάτασης οπισθίων μηριαίων, διάρκειας 30 δευτερολέπτων, σε κάθε πόδι ξεχωριστά.

Η συμμετοχή στην πειραματική διαδικασία δε 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, Μαραγκού Αδαμαντία & Ζουμπλιού Χρυσάνθη

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/Ονόματα ερευνητών

Όνομα μάρτυρα

Υπογραφή
...../...../2015

Υπογραφές

Υπογραφή

Ερευνητικό πρωτόκολλο πειραματικής εργασίας

Η επίδραση των στατικών διατάσεων στους οπίσθιους μηριαίους, με ή χωρίς ψύξη τους, στην ευλυγισία και στην δυναμική ισορροπιστική ικανότητα

Φοιτήτριες: Ζουμπλιού Χρυσάνθη

Μαραγκού Αδαμαντία

Επιβλέπων καθηγητής: Παναγιώτης Γκρίλιας

2. Μέθοδος

2.1. Δείγμα

Στην παρούσα έρευνα θα συμμετέχουν elite αθλήτριες- αθλητές πετοσφαίρισης, χωρίς ιστορικό μυοσκελετικού τραυματισμού στα κάτω άκρα τον τελευταίο μήνα. Οι αθλήτριες-αθλητές θα πρέπει να απέχουν από οποιαδήποτε αθλητική δραστηριότητα τουλάχιστον για το διάστημα των 24 ωρών. Στα πλαίσια της έρευνας θα μετρηθούν η ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών και η δυναμική ισορροπιστική ικανότητα των δοκιμαζόμενων. Οι δοκιμαζόμενοι θα συμμετέχουν εθελοντικά, αφού πρώτα ενημερωθούν για την πειραματική διαδικασία. Αφού ενημερωθούν και συμφωνήσουν με τους όρους συμμετοχής τους, θα υπογράψουν το έντυπο συγκατάθεσης. Όλες οι μετρήσεις θα πραγματοποιηθούν στον αγωνιστικό χώρο της κάθε ομάδας.

2.2 Πειραματικός σχεδιασμός:

Για την ολοκλήρωση της πειραματικής διαδικασίας, απαιτούνται 3 επισκέψεις για κάθε δοκιμαζόμενο. Σε κάθε μια από τις 3 συνολικά επισκέψεις κάθε δοκιμαζόμενου θα πραγματοποιούνται οι 3 διαφορετικές συνθήκες. Συγκεκριμένα η συνθήκη ελέγχου (Contr), η συνθήκη διάτασης (Stret) και η συνθήκη κρυοδιάτασης (CryoS). Οι 3 παραπάνω συνθήκες θα καθορίζονται έτσι ώστε να υπάρχει μεταξύ τους χρονικό διάστημα 7 ημερών και σε συγκεκριμένη ώρα της ημέρας. Με σκοπό την εξάλειψη του φαινομένου της εκμάθησης της πειραματικής διαδικασίας, το 1/3 των δοκιμαζόμενων, το οποίο θα ορίζεται με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο, θα πραγματοποιεί ως πρώτη τη συνθήκη ελέγχου, το άλλο 1/3 ως πρώτη τη συνθήκη διάτασης (CryoS) και το υπόλοιπο 1/3 ως πρώτη τη συνθήκη κρυοδιάτασης (Stret). Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο θα επιλέγεται και η σειρά επιτέλεσης των υπολοίπων 2 συνθηκών για τις επόμενες 2 επισκέψεις των δοκιμαζόμενων. Πριν τις 3 συνεδρίες θα πραγματοποιηθεί μια συνάντηση όπου θα συλλεχθούν τα σωματομετρικά στοιχεία των δοκιμαζόμενων (βάρος, ύψος, μήκος ποδιών, περίμετρος μηρών, BMI, σωματική

σύσταση), καθώς και θα γίνει επίδειξη και εξοικείωση με τις 3 δοκιμασίες που θα πραγματοποιηθούν στις επισκέψεις. Τέλος, οι δοκιμαζόμενοι θα διαβάσουν και θα υπογράψουν το έντυπο συγκατάθεσης .

2.2. Πειραματική διαδικασία

2.2.1 Ανθρωπομετρικές μετρήσεις:

Μία εβδομάδα πριν τις 3 κύριες επισκέψεις θα οριστεί μια επίσκεψη κατά την οποία θα πραγματοποιηθούν οι ανθρωπομετρήσεις στους δοκιμαζόμενους. Πιο συγκεκριμένα θα λαμβάνονται αρχικά, τα σωματομετρικά τους χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, σωματική σύσταση, σωματικό ανάστημα) μέσω μηχανικού ζυγού ακριβείας με βιοηλεκτρική αγωγιμότητα και με επιτοίχιο αναστημόμετρο. Έπειτα θα υπολογίζεται ο δείκτης μάζας σώματος (Δ.Μ.Σ.) από τον παρακάτω τύπο: $\Delta.Μ.Σ.= \text{Σωματική μάζα (σε kg)} / \text{σωματικό ανάστημα}^2$ (σε m). Έπειτα θα λαμβάνονται οι περιμέτροι μηρού, με την χρήση μεζούρας, αμφοτερόπλευρα μετρώντας την απόστασή μεταξύ του μείζονος τροχαντήρα και του έξω μηριαίου κονδύλου και διαιρώντας την κατά το ήμισυ. Οι δοκιμαζόμενοι θα βρίσκονται σε ύπτια θέση και με πλήρη έκταση στο γόνατο.

2.2.3 Δοκιμασίες αξιολόγησης ευλυγισίας:

Η αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων θα πραγματοποιηθεί μέσω της δοκιμασίας “ActiveKneeExtensiontest” όπου απαιτείται η χρήση μεταλλικής ράβδου έτσι ώστε το ισχίο να παραμένει σταθερό σε 90° κάμψη και να πραγματοποιείται ενεργητική έκταση από την άρθρωση του γόνατος. Η συγκεκριμένη δοκιμασία αξιολογεί την ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων. Επιπλέον, για την αξιολόγηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών θα πραγματοποιηθεί και μια δεύτερη δοκιμασία “Passive Straight Leg Raise test”. Οι δοκιμαζόμενοι θα τοποθετηθούν σε ύπτια θέση με την κατώτερη ΟΜΣΣ να εφάπτεται στο κρεβάτι αξιολόγησης. Ο εξεταστής θα ανυψώσει το εξεταζόμενο πόδι του δοκιμαζόμενου προσέχοντας το άλλο πόδι να παραμένει σε έκταση και να εφάπτεται στο κρεβάτι αξιολόγησης. Η γωνία κάμψης του ισχίου (ROM) θα αξιολογηθεί από τους εξεταστές με τη χρήση γωνιόμετρου. Οι παραπάνω δοκιμασίες αξιολόγησης στην παρούσα εργασία θα πραγματοποιούνται τόσο πριν (Flex 1) όσο και έπειτα (Flex 2) από την εκάστοτε παρέμβαση (συνθήκη CryoS, συνθήκη Stret) ή μη (συνθήκη Contr).

2.2.4. Δοκιμασία αξιολόγησης δυναμικής ισορροπίας

Η αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας των δοκιμαζόμενων θα εξετασθεί με τη δοκιμασία “modified Star Excursion Balance Test”(mSEBT). Οι δοκιμαζόμενοι θα βρίσκονται με μονοποδική στήριξη στο κέντρο ενός Υ, που θα έχει σχηματιστεί στο δάπεδο από τους εξεταστές, και με το δεύτερο πόδι θα προσπαθούν να φτάσουν στο μακρύτερο σημείο που μπορούν πάνω στις 3 γραμμές-κατευθύνσεις του Υ, σύμφωνα με τις οδηγίες που θα τους δοθούν. Οι εξεταστές θα σημειώνουν και θα μετρούν την απόσταση. Η διαδικασία αυτή στην παρούσα εργασία θα πραγματοποιείται τόσο πριν (Flex 1) όσο και έπειτα (Flex 2) από την εκάστοτε παρέμβαση (συνθήκη CryoS, συνθήκη stret) ή μη (συνθήκη Contr).

2.3. Κύριες πειραματικές μετρήσεις:

2.3.1. Πειραματική συνθήκη : ψύξης και διάτασης (CryoS)

Οι δοκιμαζόμενοι θα βρίσκονται σε πρηνή θέση και θα γίνει εφαρμογή ψύξης και στα 2 πόδια με ψυχρά επιθέματα στους οπίσθιους μηριαίους μύες. Τα επιθέματα θα τοποθετηθούν 1-2 εκατοστά πάνω από την ιγνυακή περιοχή με κατεύθυνση προς την έκφυση και θα στερεώνονται με ελαστικούς αυτοκόλλητους ιμάντες. Θα τοποθετούνται πάνω από βρεγμένη πετσέτα, ίσου μήκους (με νερό 16-18° C) και θα έχουν θερμοκρασία -20°C έως -15°C για 20 λεπτά. Ο χρόνος θα ξεκινά μετά από την τοποθέτηση του επιθέματος και στο δεύτερο πόδι. Η τοποθέτηση στα 2 πόδια θα γίνεται με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο.

Στο χρόνο των 18 λεπτών και 30 δευτερολέπτων οι δοκιμαζόμενοι θα γυρνούν στην ύπτια θέση και θα εφαρμοστεί παθητική στατική διάταση από τους εξεταστές για 30 δευτερόλεπτα στο κάθε πόδι (με τυχαίο και αντισταθμιζόμενο τρόπο, όπως επιλέχθηκε και το πόδι εκκίνησης ψύξης). Η διάταση θα γίνει με άρση τεταμένου σκέλους και θα σταθεροποιηθεί με ιμάντα η πύελος, στο ύψος των πρόσθιων άνω λαγόνιων ακανθών, καθώς και το άλλο πόδι έτσι ώστε να εφάπτεται στο κρεβάτι αξιολόγησης.

Πειραματική συνθήκη: διάτασης (Stret)

Οι δοκιμαζόμενοι θα βρίσκονται σε πρηνή θέση για 18 λεπτά και 30 δευτερόλεπτα με τοποθετημένα τα επιθέματα κατά παρόμοιο τρόπο, όμως σε θερμοκρασία κοντά στη θερμοκρασία σώματος, την οποία θα ορίσουμε στους 32.5°C-34.9°C και στην συνέχεια θα γυρίσουν στην ύπτια θέση για να εφαρμοστεί η διάταση. Η διάταση θα γίνει με άρση τεταμένου σκέλους και θα σταθεροποιηθεί με ιμάντα η πύελος, στο ύψος των πρόσθιων άνω λαγόνιων ακανθών, καθώς και το άλλο πόδι έτσι ώστε να εφάπτεται στο κρεβάτι αξιολόγησης.

Πειραματική συνθήκη: ελέγχου (Contr)

Οι δοκιμαζόμενοι θα βρίσκονται σε πρηνή θέση για 18 λεπτά και 30 δευτερόλεπτα με τοποθετημένα τα επιθέματα κατά παρόμοιο τρόπο, όμως σε θερμοκρασία κοντά στη θερμοκρασία σώματος, την οποία θα ορίσουμε στους 32.5°C-34.9°C και στην συνέχεια θα γυρίσουν σε ύπτια θέση. Στη συνθήκη αυτή δε θα πραγματοποιηθούν διατάσεις.

2.3. Στατιστική ανάλυση

Οι κύριες στατιστικές αναλύσεις θα αφορούν συγκρίσεις ανάμεσα στις 3 πειραματικές συνθήκες (Contr, CryoS και Stret) και θα πραγματοποιηθεί μέσω t-Test για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (repeated measures) με ορισμένο επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας το $p \leq 0,05$.

Ερωτηματολόγιο πλευρίωσης.

Ερωτηματολόγιο WFQ-R (Greek) (Ελληνική Έκδοση)

ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ

Το ερωτηματολόγιο αυτό έχει σκοπό να αξιολογήσει την κλιμάκωση του κίνου άκρου, δηλαδή ποιο άκρο χρησιμοποιείται για συγκεκριμένες δραστηριότητες. Παρακαλούμε απαντήστε σε κάθε μια από τις πιο κάτω ερωτήσεις επιλέγοντας μια απάντηση που περιγράφει καλύτερα την χρήση του κάθε άκρου για διάφορες δραστηριότητες. Για κάθε ερώτηση πιθανόν να σας αντιπροσωπεύουν περισσότερες 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 σου;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

WFQ-R-GREEK

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ΟΔΗΓΙΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Το κριματολόγιο αυτό αποτελείται από 10 κριτήρια στα οποία ο εξεταζόμενος καλείται να απαντήσει προφορικά. Το κάθε κριτήριο αναφέρεται σε μια δραστηριότητα και ο εξεταζόμενος καλείται να απαντήσει εάν την πραγματοποιεί με κάποιο συγκεκριμένο κάτω άκρο. Υπάρχουν 5 είδη απαντήσεων: (α) αριστερό πόδι, (β) αριστερό συνήθως, (γ) και τα δύο, (δ) δεξί συνήθως και (ε) δεξί πόδι, 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 επίδημο κερματό ενός αντικαμένου (όπως η κλιμακώδης μέγιστη, η ανύψωση ενός μάρμαρου με το πόδι κλπ) και το άθροισμα των απαντήσεων αποδίδει βαθμολογία πλευρικής κίνησης WFQ_κ (mobility), λαμβάνοντας τμήσι 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 σταθμής κατά τη διεξαγωγή μιας δραστηριότητας (όπως η στάση σε ένα πόδι ισορροπώντας πάνω στην ράγα του σιδηροδρόμου κλπ) και το άθροισμα των απαντήσεων αποδίδει βαθμολογία πλευρικής σταθεροποίησης WFQ_κ (stability), λαμβάνοντας τμήσι από -10 έως +10. Άρα τα οποία είναι 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.

WFQ_κmob

Τέλειο

βαθμολογία (-20

έως +20)

WFQ_κst

Τέλειο

βαθμολογία (-10

έως +10)

WFQ_κ

Τέλειο

βαθμολογία (-10

έως +10)

WFQ-R-GREEK

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

Αρθρογραφία

- Page, P., 2012, Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *Int J Sports Phys Ther*, 7(1):109-119.
- Bandy, WD., Irion, JM., Briggler, M., 1994, The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstrings muscles. *J Orthop Sport Phys* 77: 1090-1096.
- Alter, MJ., 2004, *Science of flexibility* (3rd ed.) Champaign, IL: Human Kinetics, pp.17- 373.
- Bandy, WD., Irion, JM., Briggler, M., 1997, The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther*, 77: 1090-1096.
- Haff, GC., 2006, Roundtable Discussion: Flexibility training. *Strength Cond J* 28: 64-85.
- Behm, DG, Chaouachi, A., 2011, A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol* 111: 2633-2651.
- Kay, AD., Blazevich, AJ., 2012, Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: A systematic review. *Med Sci Sport Exer* 44: 154-164.
- Da Costa, BR, Vieira, ER., 2008, Stretching to reduce work-related musculoskeletal disorders: a systematic review. *J Rehabil Med* 40: 321-328.
- Magnusson, SP., Simonsen, EB., Aagard, P., Sorensen, H., Kjaer, M., 1996, A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol* 497: 291-298.
- Ryan, ED., Beck, TW., Herda, TJ., Hull, HR., Hartman, MJ., Stout, JR., et al.. 2008, Do practical durations of stretching alter muscle strength? A dose-response study. *Med Sci Sport Exer* 40(8): 1529-1537.

- Bacurau, RFP., Monteiro G de A, Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, LF., Aoki, MS., 2009, Acute effects of a ballistic and a static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *J Strength Cond Res* 23: 304-308.
- Behm, DG., Bambury, A., Cahill, F., Power, K., 2004, Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time and movement time. *Med Sci Sports Exerc* 36: 1397-1402.
- Behm, DG., Bradbury, EE., Haynes, AT., Hodder, JN., Leonard, AM., Paddock NR., 2006, Flexibility is not related to stretch-induced deficits in force or power. *J Sport Sci Med* 5: 33-42.
- Behm, DG., Kibele, A., 2007, Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *Eur J Appl Physiol*, 101(5): 587-594.
- Fletcher, IM., Monte-Colombo, MM., 2010, An investigation into the possible physiological mechanisms associated with changes in performance related to acute responses to different preactivity stretch modalities. *Appl Physiol Nutr Me* 35(1): 27-34.
- Tsolakis, C., Bogdanis, G.C., 2012, Acute effects of two different warm-up protocols in flexibility and lower limb explosive performance in elite male and female level fencers. *J Sport Sci Med* 11: 669-675.
- Pearce, AJ., Kidgell, DJ., Zois, J., Carlson, JS., 2009, Effects of secondary warm up following stretching. *Eur J Appl Physiol* 105(2): 175-183.
- Franco, B.L., Signorelli, G.R., Trajano, G.S., Costa P.B., De Oliveira, C.D., 2012, Acute effects of three different stretching protocols on the Wingate test Performance, *Journal of Sports Science and Medicine* 11 :1-7.
- Δόντη και συν., 2014, Επίδραση των στατικών διατάσεων στην αθλητική απόδοση *Επιθ. Βιοχ. Φυσιολ. Άσκησης* 1: 1-23.
- Magnusson, SP., Simonsen, EB., Aagard, P., Sorensen, H., Kjaer, M., 1996, A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *J Physiol* 497: 291-298.

- López-Miñarro, P.A., De Baranda Andújar P.S., Rodríguez-García, P.L., 2009, A comparison of the sit-and-reach test and the back-saver sit-and-reach test in university students. *Journal of Sports Science and Medicine* 8, 116-122.
- Baltacı, G., N Un, Tunay, V., Besler, A., Gerçeker, S., 2003, Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students, *Br J Sports Med* 37:59–61.
- Jones, J., Rikli, R.E., Max, M., Noffal, G., 1998, The Reliability and Validity of a Chair Sit-and-Reach Test as a Measure of Hamstring Flexibility in Older Adults, by the American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance Vol. 69, No. 4, pp. 338-343.
- Scott, B., Martin, Allen W, James R Morrow, Wendell P. Liemohn, 1998, The rationale for the sit and reach test revisited, *Measurement in physical education and exercise science*, 2(2), 85-92.
- Hoeger, Werner, W.K., Hopkins, David R., Button, Sherman, and Palmer, Troy A., 1990, Comparing the Sit and Reach With the Modified Sit and Reach in Measuring Flexibility in Adolescents, *Pediatric Exercise Science*, 2, 156-162.
- Guariglia, D.A. , Pereira, L.M. , Dias, J.M., Pereira, H.M., Menacho, M.O., Silva, D.A., Cyrino, E.S., Cardoso, J.R., 2011, Time-of-Day Effect on Hip Flexibility Associated with the Modified Sit-and-Reach Test in Males, *Int J Sports Med*; 32: 947–952.
- Gribble, P.A., Sarah, K.E., Refshauge, K.M., Hiller, C.E., 2013, Interrater Reliability of the Star Excursion Balance Test. *Journal of Athletic Training* 48(5):621–626.
- Kinzey, S., Armstrong, C. W., 1998, The Reliability of the Star-Excursion Test in Assessing dynamic balance. *JOSPT* Volume 27 Number 5.
- Coughlan, G.F., Fullam, K., Delahunt, E., Gissane, C., Caulfield, B.M., 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.

- Bouillon, L.E. and Baker, J.L., 2011, Dynamic Balance Differences as Measured by the Star Excursion Balance Test Between Adult-aged and Middle-aged Women. *SPORTS HEALTH* vol. 3 no. 5.
- Gribble, P. A. and Hertel, J., 2003, Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in physical education and exercise science*, 7(2), 89–100, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Kraemer, R., and Knobloch, K., 2009, A Soccer-Specific Balance Training Program for Hamstring Muscle and Patellar and Achilles Tendon Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 37, No. 7.
- Holm, I., Fosdahl, M.A., Friis, A., Risberg, M.A., Myklebust, G., Steen, H., 2004, Effect of Neuromuscular Training on Proprioception, Balance, Muscle Strength, and Lower Limb Function in Female Team Handball Players. *Clinical Journal of Sport Medicine: Volume 14 - Issue 2 - pp 88-94*.
- Faigenbaum, A.D., Bagley, J., Boise, S., Farrell, A., Bates, N., Myer, G.D., 2015, Dynamic Balance in Children: Performance Comparison Between Two Testing Devices. *Athletic Training & Sports Health Care* Vol. 7 No. 4.
- Hegedus, E.J, McDonough S.M., Bleakley C., Baxter D., Cook CE., 2015, Clinician-friendly lower extremity physical performance tests in athletes: a systematic review of measurement properties and correlation with injury. Part 2-the tests for the hip, thigh, foot and ankle including the star excursion balance test. *Br J Sports Med.*49(10):649-56.
- Mangine, G.T., Hoffman, J.R., Gonzalez, A.M., Jajtner, A.R., Scanlon, T., Rogowski, J.P., Wells, A.J., Fragala, M.S., Stout, J.R., 2014, Bilateral Differences in Muscle Architecture and Increased Rate of Injury in National Basketball Association Players. *Journal of Athletic Training* 49(6):794–799.

- Plisky, P.J., Gorman, P.P., Butler, R.J., Kiesel, K.B., Underwood, F.B., 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 Volume 4, Number 2, Page 92.*
- Nadler, S., Weingand, K., Kruse, R., 2004, The physiologic basis and clinical application of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. *Pain Physician 7: 395-399.*
- Algaflly, A.A. and George K.P., 2007, The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *British Journal of Sports Medicine 41: 365-369.*
- Bleakley, C.M. and Costello, J.T., 2013, Do Thermal Agents Affect Range of Movement and Mechanical Properties in Soft Tissues? A Systematic Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 94:149-63.*
- Burke, D.G., Holt, L.E., Rasmussen, R., MacKinnon, N.C., Vossen, J.F., Pelham, T.W., 2001, Effects of Hot or Cold Water Immersion and Modified Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Flexibility Exercise on Hamstring Length. *Journal of Athletic Training 36(1):16-19.*
- Nicholle, J.O. and Redfearn, J., 1969, A study of afferent discharge produced by cooling a mammalian muscle spindle. *J Physiol 153:218-234.*
- Knuttsson, E. and Mattsson, I., 1969, Effects of local cooling on monosynaptic reflexes in man. *Scand J Rehabil Med 1 :126-132.*
- Gammon, G.D. and Starr, I., 1941, Studies on the relief of pain by counterirritation. *J Clin Invest 20:13-20.*
- Benson, B.T. and Copp, E.P., 1974, The effect of the therapeutic forms of heat and ice on the pain threshold of the normal shoulder. *Rheumatol. And Rehab. 13,101.*

- Ernst, E. and Fialka, V., 1994, Ice Freezes Pain? A Review of the Clinical Effectiveness of Analgesic Cold therapy. *Journal of Pain and Symptom Management Vol. 9 NO. 1.*
- Minton, J., 1993, A Comparison of Thermotherapy and Cryotherapy in Enhancing Supine, Extended-leg, Hip Flexion. *Journal of Athletic Training volume 28 - Number 2.*
- Hubbard, T.J., Aronson, S.L., Denegar, C.R., 2004, Does Cryotherapy Hasten Return to Participation? A Systematic Review. *Journal of Athletic Training 39(1):88–94.*
- Bandy, W.D., Irion, J.M., Briggler, M., 1997. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther 77: 1090–1096.*
- Lim, K.I., Nam, H.C., Jung, K.S., 2014, Effects on Hamstring Muscle Extensibility, Muscle Activity, and Balance of Different Stretching Techniques. *J. Phys. Ther. Sci. 26: 209–213.*
- Bleakley, C.M., Seán O'Connor, Tully, M.A., Roche, L.G., MacAuley D.C. and McDonough, S.M., 2007, The PRICE study (Protection Rest Ice Compression Elevation): design of a randomised controlled trial comparing standard versus cryokinetic ice applications in the management of acute ankle sprain. *BMC Musculoskeletal Disorders 8:125.*
- Lippold, C.J., Nicholls, J.G., Redfear, J.W.T., 1960, A study of the afferent discharge produced by cooling a mammalian muscle spindle. *J. Physiol*, 153, pp. 218-231. Bleakley, C.M., Costello, J. T., 2013, Do thermal agents affect range of movement and mechanical properties in soft tissues? A systematic review. *Arch Phys Med Rehabil; 94(1):149-63.*
- Uckert, S., Joch, W., 2007, Effects of warm-up and precooling on endurance performance in the heat. *Br J Sports Med;41:380–384.*

- Costello, J.T., 2012, The effects of cryotherapy on proprioception, indices of muscles damage and on intramuscular, skin and core temperature. *Department of Physical Education and Sports Sciences. Submitted to the University of Limerick.*
- Lee, D.T. and Haymes, E.M., 1995, Exercise duration and thermoregulatory responses after whole body precooling. *J Appl Physiol* 79: 1971–1976.
- Castle, P.C., Macdonald, A.L., Philp, A., Webborn, A., Watt, P.W. and Maxwell, N.S., 2005, Precooling leg muscle improves intermittent sprint exercise performance in hot, humid conditions *J Appl Physiol* 100:1377-1384.
- Evans, T.A., Ingersoll, C., Knight, K.L., Worrell,T., 1995, Agility Following the Application of Cold Therapy. *J Athl Train*; 30(3): 231–234.
- Pritchard, K.A., Saliba, S.A., 2014, Should Athletes Return to Activity After Cryotherapy? *Journal of Athletic Training*; 49(1):95–96
- Jones, P.R., Barton, C., Morrissey, D., Maffulli, N. and Hemmings, S., 2012, Pre-cooling for endurance exercise performance in the heat: a systematic review. *BMC Medicine*; 10:166
- Lee, D.T, Haymes, E.M., 1995, Exercise duration and thermoregulatory responses after whole body precooling. *J Appl Physiol.*;79(6):1971-6.
- Patterson, S.M., Udermann , B.A., Doberstein, S.T., and Reineke, D.M., 2008, The effects of cold whirlpool on power, speed, agility, and range of motion. *Journal of Sports Science and Medicine*; 7, 387-394.
- Knight, K., 1995, Cryotherapy in Sports Injury Management. *Champaign, IL:Human Kinetics.*
- Proske, U., and Morgan, D. L., 2001, Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *Journal of Physiology*,537, 333-345.
- Cheung, K., Hume, P., Maxwell, L., 2003, Delayed onset muscle soreness : treatment strategies and performance factors. *Sports Med.*;33(2):145-64.

- Uchio, Y., 2003, Cryotherapy Influences Joint Laxity and Position Sense of the Healthy Knee Joint. *Arch Phys Med Rehabil*;84:131-5.
- Thieme H.A., Ingersoll, C.D., PhD, Knight, K.L., Ozmun, J.C., 1996, Cooling Does Not Affect Knee Proprioception. *J Athl Train.*;31(1):8-11.
- Cross, K.M., Worrell, T.W., 1999, Effects of a Static Stretching Program on the Incidence of Lower Extremity Musculotendinous Strains. *Journal of Athletic Training*;34(1):11-14
- Moss, W.R., Feland, J.B., Hunter, I., and Hopkins J.T., 2011, Static stretching does not alter pre and post-landing muscle activation. *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*; 3:9
- Ylinen, J.J., Kautiainen, H.J., and Hakkinen, A.H., 2010, Comparison of active, manual, and instrumental straight leg raise in measuring hamstring extensibility. *Journal of Strength and Conditioning Research, National Strength and Conditioning Association*
- Cajdosik, R., Rieck, M.A., Sullivan, D.K., Wightman, S.E., 1993, Comparison of Four Clinical Tests for Assessing Hamstring Muscle Length. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*.
- Gajdosik, R., and Lusin, G., 1983, Hamstring Muscle Tightness: Reliability of an Active-Knee-Extension Test. *PHYS THER.*; 63:1085-1088.
- Sherrington, C.S., 1906, *The Integrative Action of the Nervous System*, Yale University Press, New Haven, Conn, USA.
- Lephart, S. M., Riemann, B.L., and Fu, F.H., 2000, "Introduction to the sensorimotor system," in *Proprioception and Neuromuscular Control in Joint Stability*, S. M. Lephart and F. H. Fu, Eds., pp. 17–24, Human Kinetics, B. L.
- Riemann, B.L., and Lephart, S.M., 2002, "The sensorimotor system, part I: the physiologic basis of functional joint stability," *Journal of Athletic Training*, vol. 37, no. 1, pp. 71–79.

- Riemann, B. L. and Lephart, S. M. , 2002, “The sensorimotor system, Part II: the role of proprioception in motor control and functional joint stability,” *Journal of Athletic Training*, vol. 37, no. 1, pp. 80–84.
- Williams, G.N., Chmielewski, Rudolph, K.S., Buchanan, T.S., Snyder-Mackler, L., 2001, Dynamic Knee Stability: Current Theory and Implications for Clinicians and Scientists. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*;31 (10): 546-566.
- Winter, J. A., Allen, T. J., and Proske, U., 2005, Muscle spindle signals combine with the sense of effort to indicate limb position. *J Physiol* 568.3 pp 1035–1046
- Hsieh, C.Y., Walker, J.M., and Gillis, K., 1983, Straight-Leg-Raising Test: Comparison of Three Instruments. *PHYS THER.*; 63:1429-1433.
- Avela, J., Kyro, Lainen, H.K, and Komi, P.V., 1999, Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive muscle stretching. The American Physiological Society.
- Kieran O'Sullivan, Elaine Murray and David Sainsbury, 2009, The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskeletal Disorders*; 10:37.
- Gregory, J. E., Wise, A.K., Wood, S.A., Prochazka, A., and Proske, U., 1998, Muscle history, fusimotor activity and the human stretch reflex. *Journal of Physiology*, 513.3, pp. 927—934.
- Puenteadura, E.J., Huijbregts, P.A., Celeste, S., Edwards, D., In, A., Landers M.R., Fernandez de las Penas, C., 2011, Immediate effects of quantified hamstring stretching: Hold- relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. *Physical therapy in sport* 12: 122-126.
- Halkovich, L.R., Personius, W.J., Clamann, H.P., Newton, R.A., 1981, Effect of fluori-methane spray on passive hip flexion. *Phys Ther*; 61:185-189.

- Brodowicz, G.R., Welsh, R., Wallis, J., 1996, Comparison of stretching with ice, stretching with heat, or stretching alone on hamstring flexibility. *Journal of athletic training*, volume 31, number 4.
- Taylor, B.F., Waring, C.A., Brashear, T.A., 1995, The effects of therapeutic application of heat or cold followed by static stretch on hamstring muscle length. *JOSPT*, volume 21, number 5.
- Lentell, G., Hetherington, T., Eagan, J., Morgan, M., 1992, The use of thermal agents to influence the effectiveness of a low-load prolonged stretch. *JOSPT*, volume 16, number 5.
- Newton, R.A., 1985, Effects of vapocoolants on passive hip flexion in healthy subjects. *Phys Ther.* 65:1034-1036.
- Boddeti, R.K., Rao, V.T., Babu, V.S., Raj, A.J.O., 2013, A comparative study on the effects of superficial heating and cooling application over the hamstring prior to stretching in normal individuals. *International journal of physiotherapy and research*, 01:02-08.
- Brasileiro., J.S., Faria, A.F, and Queiroz, I.L., 2006, Influence of local cooling and warming on the flexibility of the hamstring muscles. *Rev. bras. Fisioter*, volume 11, number 1, pages 53-57.
- McNair. P.J., Wood, G.A., Marshall, R.N., 1991, Stiffness of the hamstring muscles and its relationship to function in anterior cruciate ligament deficient individuals. *Clin Biomech.*;7:131–137
- Okcu, G., Yerkan, H.S., 2006, Is it possible to decrease skin temperature with ice packs under casts and bandages? A cross-sectional, randomized trial on normal and swollen ankles. *Arch Orthop Trauma Surg*;126:668–673.
- Muaidi, Q.I., Nicholson, L.L., Refshauge, K.M., 2008, Proprioceptive Acuity in Active Rotation Movements in Healthy Knees. *Arch Phys Med Rehabil*;89:371-6.

- Douglas, M., Bivens, S., Pesterfield, J., Clemson, N., Castle, W., Sole, G., Wassinger, C.A., 2013, Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance. *The International Journal of Sports Physical Therapy*.
- Edin, B.B, Johansson, N., 1995, Skin strain patterns provide kinaesthetic information to the human central nervous system. *J Physiol.*;487:243:251.
- Sainburg, R.L., Ghez, C., 1993, Loss of proprioception produces deficits in interjoint coordination. *J. Neurophysiol.*, 70:2136-2147.
- Davis, D.S, Ashby, P.E., McCale, K.L., McQuain, J.A., Wine, J.M., 2005, The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 27–32.
- Behm, D.G., Bambury, A., Cahill, F., and Power, K., 2015, Effect of Acute Static Stretching on Force, Balance, Reaction Time, and Movement Time. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.
- Costello, J.T, Donnelly, A.E., 2010, Cryotherapy and Joint Position Sense in Healthy Participants: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*;45(3):306–316.
- Cross, K.M., Worrell, T.W., 1999, Effects of a Static Stretching Program on the Incidence of Lower Extremity Musculotendinous Strains. *Journal of Athletic Training*;34(1):11-14.
- Shumway-Cook, A., Woollacott, H.M., 2001, Motor control – theory and practical applications. 2nd edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Duffield, R., Green, R., Castle, P., Maxwell, N., 2010, Precooling Can Prevent the Reduction of Self-Paced Exercise Intensity in the Heat. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 42, No. 3, pp. 577–584.

- Decoster, L.C., Cleland, J., Altieri, C., Russell, P., 2005, The Effects of Hamstring Stretching on Range of Motion: A Systematic Literature Review. *J Orthop Sports Phys Ther*;35:377-387.
- Young, W.B., and Behm D.G., 2003, Effects of running, static stretching and practice jumps on explosive force production and jumping performance. *J. Sport Med. Phys. Fitness* 34: 119–124.
- Covert, C.A, Alexander, M.P., Petronis, J.J, Davis, S.D, 2010, Comparison of ballistic and static stretching on hamstring muscle length using an equal stretching dose. *Journal of Strength and Conditioning Research* ; 24(11)/3008–3014
- Alikhajeh, Y., Rahini, N.M., Fazeli, H., Rahini, R.M., 2012, Differential stretching protocols during warm up on select performance measures for elite male soccer players. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 46 (2012) 1639 – 1643.
- Odunaiya, N.A., Hamzat, T.K., Ajayi, O.F., 2005, The Effects of Static Stretch Duration on the Flexibility of Hamstring Muscles. *African Journal of Biomedical Research*, Vol. 8 (2005); 79 – 82.
- Wilcock, I.M., Cronin, J.B., Hing, W.A., 2006, Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? *Sports Med.*;36(9):747-65.
- Surenkok, O., Aytar, A., Tuzun, E.H., and Akman, M.N, 2008, Cryotherapy impairs knee joint position sense and balance. *Isokinet Exerc Sci.* 16 1:69–73.
- Bleakley, C.M., Bieuzen, F., Davison, G.W., Costello, J.T, 2014, Whole-body cryotherapy: empirical evidence and theoretical perspectives.
- Magnusson, P., Renstrom, P., 2006, The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. *European Journal of Sport Science*; 6(2): 8791
- Behm, D.G., Chaouachi, A., 2011, A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *Eur J Appl Physiol*;111(11):2633-51.

- Freeman, M.A., Wyke, B., 1967, The innervation of the knee joint. An anatomical and histological study in the cat. *J Anat.*; 101(Pt 3): 505–532.
- Burgess, P.R., και Clark, F.J., 1969, Characteristics of knee joint receptors in the cat. *J. Physiol.* 203, pp. 317-335.

Βιβλιογραφία

- Φουσέκης, Κ., 2015. Εφαρμοσμένη αθλητική φυσικοθεραπεία. Αθήνα: *Broken Hill Publishers LTD*.
- Kisner, C., Colby L.A., 2003, ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ: Βασικές αρχές και τεχνικές.
- Hamilton, N., 2003, Κινησιολογία - Επιστημονική βάση της ανθρώπινης κίνησης. Αθήνα: Παρισσιανού Α.Ε. Επιστημονικές εκδόσεις.

Abstracts

- Proske, U., Schaible, H.G., Schmidt, R.F., 1988, Joint receptors and kinaesthesia. *Exp Brain Res.*;72:219–224.
- Burgess, P.R., Wei, J.Y., Clark, F.J., Simon, J., 1982, Signaling of kinesthetic information by peripheral sensory receptors. *Annu Rev Neurosci.*;5:171–187.
- Chatzinikolaou, 2010, Time Course of Changes in Performance and Inflammatory Responses After Acute Plyometric Exercise. *J Strength Cond Res.*;24(5):1389-98.
- Miller, E., Markiewicz, G., Saluk, J., Majsterek, I., 2012, Effect of short-term cryostimulation on antioxidative status and its clinical applications in humans. *Eur J Appl Physiol*; 112:1645–1652
- Bleakley, C. M, McDonough, S., Gardner, E., Baxter, G.D., Hopkins, J.T., Davison, G.W., 2012, Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. AbstractSend to:Cochrane Database Syst Rev.;15;2:CD008262

- Banfi, G., Lombardi, G., Colombini, A., Melegati, G., 2010, Whole-body cryotherapy in athletes. *Sports Med.*;40(6):509-17
- Acevedo, O.E., Starks, M.A., 2011, *Exercise Testing and Prescription Lab Manual 2nd Edition / Edmund O.*
- Johanson, H., Djupsjobacka, M., Sjolander, P., 1993, Influences on the γ -muscle spindle system from muscle afferents stimulated by KCl and lactic acid. *Volume 16, Issue 1, January 1993, Pages 49-57.*
- Fowles, J.R., Sale, D.G., MacDougall, J.D., 2000, Reduced strength after passive stretch of the human plantarflexors. *J Appl Physiol (1985)*;89(3):1179-88.
- Ksiezopolska- Pietrzak, K., 2000, Cryotherapy in the treatment of rheumatic disease. *Ortop Traumatol Rehabi*;2(4):66-9.
- Proske, U., Tsay, A., Allen, T., 2014, Muscle thixotropy as a tool in the study of proprioception. *Exp Brain Res.*;232(11):3397-412.
- Kay, A.D., Blazevich, A.J., 2012, Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.*;44(1):154-64.
- Warren, S., Yeziarski, R.P, Capra, N.F, 1997, The somatosensory system I: discriminative touch and position sense. In: Haines DE, Ard MD, eds. *Fundamental Neuroscience*. New York, NY: Churchill Livingstone Inc; 220–235.
- Macefield, G., Gandevia, S.C, Burke, D., 1990, Perceptual responses to microstimulation of single afferents innervating joints, muscles and skin of the human hand. *J Physiol.*;429:113–129.
- Mihailoff, G.A, Haines, D.E., 1997, Motor system II: corticofugal systems and the control of movement. In: Haines DE, Ard MD, eds. *Fundamental Neuroscience*. New York, NY: Churchill Livingstone Inc;335–346

- Leonard, C.T., 1998, *The Neuroscience of Human Movement*. St Louis, MO: Mosby-Year Book Inc.
- Matthews, P. B. C., 1982, Where does Sherrington's 'muscular sense' originate? Muscles, joints, corollary discharges? *Annual Review of Neuroscience* 5, 189-218.
- Matthews, G.G. , 1997, Brain motor mechanisms. In: Matthews GG, ed. *Neurobiology: Molecules, Cells & Systems*. Malden, MA: Blackwell Science Inc;234.
- Behm, D.G., Button, D.C., Butt, J.C., 2001, Factors affecting force loss with prolonged stretching. *Can J Appl Physiol.*; 26(3):261-72.
- Ghez, C., 1991, The control of movement. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, eds. *Principles of Neural Science*. 3rd ed. New York, NY: Elsevier Science;533–547.