



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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΣΥΓΧΡΟΝΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΕΥΛΥΓΙΣΙΑΣ ΤΩΝ ΟΠΙΣΘΙΩΝ ΜΗΡΙΑΙΩΝ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΤΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΗ ΕΥΛΥΓΙΣΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΝΕΥΡΟΜΥΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

The effect of modern techniques to improve the flexibility of the hamstring muscles combined with implementation of stretching, in short-term flexibility and neuromuscular performance

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ: ΣΙΝΑΝΗ ΖΩΗ

ΦΕΡΛΕ ΠΗΝΕΛΟΠΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. ΓΚΡΙΛΙΑΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΑΙΓΙΟ-2017

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην παρούσα μελέτη εξετάσθηκε η επίδραση των σύγχρονων τεχνικών βελτίωσης της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων σε συνδυασμό τους με την εφαρμογή στατικών διατάσεων στην βραχυπρόθεσμη ευλυγισία και νευρομυϊκή απόδοση σε υγιείς άνδρες. Το θέμα αποφασίστηκε σε συνεργασία με τον κ.Γκρίλια Παναγιώτη.

Ευχαριστούμε πολύ τον κ.Γκρίλια για την βοήθεια που μας προσέφερε καθώς και τους καθηγητές μας που βοήθησαν στην εύρεση των δοκιμαζόμενων.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τους συμφοιτητές μας που συμμετείχαν στην έρευνα και βοήθησαν στην πραγματοποίησή της και τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ πάνω από όλα στην οικογένεια μας για την στήριξη καθ' όλη την διάρκεια της πτυχιακής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Η μειωμένη ευλυγισία αποτελεί προδιαθεσικό παράγοντα για την πρόκληση τραυματισμού και περιορισμούς σε καθημερινές και αθλητικές δραστηριότητες. Έχουν μελετηθεί κατά καιρούς μέθοδοι με τις οποίες θα επιτευχθεί η βελτίωση της ευλυγισίας. Οι επιδράσεις των διατάσεων έχουν γίνει αντικείμενο συζήτησης σε πολλές έρευνες, καθώς και οι επιδράσεις του υπερήχου και της αυτομάλαξης με foam roller που αποτελούν σύγχρονες τεχνικές εφαρμογής. Οι συγκεκριμένες τεχνικές έχουν εξεταστεί και συνδυαστικά.

ΣΚΟΠΟΣ: Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε με σκοπό να εξετάσει τις επιδράσεις των σύγχρονων μεθόδων (υπέρηχος και foam roller) και των στατικών διατάσεων, στην βελτίωση της ευλυγισίας και της νευρομυϊκής απόδοσης και κατά πόσο αυτές ήταν αποτελεσματικές σε άτομα με ανελαστικούς οπίσθιους μηριαίους. Επιπρόσθετα μελετήθηκαν και οι διαφορές του πριν και του μετά για την εκάστοτε συνθήκη ώστε να αποφανθεί ποιά ήταν η πιο αποτελεσματική.

ΜΕΘΟΔΟΣ: Το δείγμα της μελέτης ήταν 12 άτομα (άνδρες). Οι συνθήκες της έρευνας ήταν 3, υπέρηχος-στατική διάταση, στατική διάταση, foam roller – στατική διάταση. Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν με τυχαία και αντισταθμιζόμενη σειρά. Η δοκιμασία αξιολόγησης για την αύξηση ευλυγισίας που πραγματοποιήθηκε ήταν η παθητική άρση τεταμένου σκέλους (PSLR test) και για την εξέταση της νευρομυϊκής απόδοσης το test ευκινησίας (Agility T - test) και το κάθετο άλμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ: Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση και οι τρεις συνθήκες αποδείχθηκαν αποτελεσματικές για την αύξηση της ευλυγισίας και τη βελτίωση νευρομυϊκής απόδοσης. Όσον αφορά την άρση τεταμένου σκέλους (SLR) για το δεξί πόδι των δοκιμαζόμενων σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες για πριν και μετά την παρέμβαση. Για την συνθήκη *ultrastrpre vs. ultrastrpost* ($p \leq 0,001$), για την συνθήκη *strpre vs. strpost* ($p \leq 0,001$) και για τη συνθήκη *foamstrpre vs. foamstrpost* ($p \leq 0,001$). Όσον αφορά στις διαφορές που συγκρίθηκαν για όλες τις συνθήκες του δεξιού ποδιού η στατιστική ανάλυση ANOVA repeated measures δεν απέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες ($p = 0,559$). Σχετικά για την άρση τεταμένου σκέλους (SLR) για το αριστερό πόδι των δοκιμαζόμενων σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες για πριν και μετά την παρέμβαση. Για την συνθήκη *ultrastrpre vs. ultrastrpost* ($p \leq 0,001$), για την συνθήκη *strpre vs. strpost* ($p \leq 0,001$) και για τη συνθήκη *foamstrpre vs. foamstrpost* ($p \leq 0,001$). Έπειτα στο συγκριτικό διάγραμμα διαφορών όλων των συνθηκών για το αριστερό πόδι, η στατιστική ανάλυση ANOVA repeated measures δεν απέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες ($p = 0,361$). Όσον αφορά το κάθετο άλμα των δοκιμαζόμενων σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνθήκη *foamstrpre vs. foamstrpost* ($p = 0,03$). Στην συνθήκη *ultrastrpre vs. ultrastrpost* ($p = 0,09$) και στην *strpre vs. strpost* ($p = 0,11$) δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Σχετικά με το κάθετο άλμα των δοκιμαζόμενων στην σύγκριση που έγινε ανάμεσα στις διαφορές όλων των συνθηκών η στατιστική ανάλυση ANOVA repeated measures δεν απέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες ($p = 0,433$). Όσον αφορά τη δοκιμασία του Agility T-test, σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνθήκη *foamstrpre vs. foamstrpost* ($p = 0,02$). Στην συνθήκη *ultrastrpre vs. ultrastrpost* ($p = 0,20$) και στην *strpre vs. strpost* ($p = 0,2$) δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Η δοκιμασία του Agility T-test όσον αφορά τις διαφορές όλων

των συνθηκών η στατιστική ανάλυση ANOVA repeated measures δεν απέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες ($p=0,424$).

Συμπεράσματα: Η παρούσα έρευνα έδειξε ότι και οι τρεις συνθήκες ήταν αποτελεσματικές για την αύξηση της ευλυγισίας και της νευρομυϊκής απόδοσης των οπίσθιων μηριαίων. Ωστόσο δεν βρέθηκαν στατικές σημαντικές διαφορές στην σύγκριση των διαφορών πριν και μετά για την εκάστοτε συνθήκη. Έτσι θα μπορούσαν να επιλεγθούν οι στατικές διατάσεις συγκριτικά με τις άλλες συνθήκες ως καταλληλότερη μέθοδος, επειδή δεν απαιτούν ειδικό εξοπλισμό και μπορούν να εκτελεστούν ευκολότερα από τον θεραπευτή καθώς και από το ίδιο το άτομο.

Πίνακας Περιεχομένων

Κεφάλαιο 1	1
Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 2	5
2.1. Φυσιολογία Διάτασης.....	5
2.1.1. Διάταση και Αθλητική απόδοση.....	7
2.1.2. Είδη διάτασης – Αποτελεσματικότητα ως προς την ευλυγισία	8
2.1.2.1 Στατική διάταση.....	8
2.1.2.2. Δυναμική διάταση.....	12
2.1.2.4. Διάταση μέσω νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF)	17
2.2.2. Μέθοδοι θερμοθεραπείας.....	26
2.2.3.Επιπολής / επιφανειακή θερμοθεραπεία :	26
2.2.4. Εν τω βάθει θερμοθεραπεία.....	29
2.3. Περιτονία.....	38
2.3.1.Μηριαία περιτονία	38
2.3.2. Ασθένειες της περιτονίας.....	38
2.4. Τεχνικές μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης.....	39
2.4.1. Μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη με χρήση σκληρού αφρώδους ρολού (foam roller)	39
2.4.2. Η εφαρμογή σκληρού αφρώδους ρολού σε οπίσθιους μηριαίους (foam roller)	40
2.4.3. Η επίδραση της χρήσης σκληρού αφρώδους ρολού (foam roller) βραχυπρόθεσμα.	41
2.5. Λειτουργική αξιολόγηση αθλητών (Νευρομυϊκή απόδοση)	46
2.5.1. Δοκιμασίες λειτουργικής αξιολόγησης	46
2.5.2.Άρση τεταμένου σκέλους & ενεργητική έκταση γόνατος (SLR & AKE TEST).....	47
2.5.3. Κάθετο άλμα	50
2.5.4 Σκοπός έρευνας.....	52
Κεφάλαιο 3	53
Μέθοδος Έρευνας	53
3.1. Δείγμα	53
3.2. Όργανα και εξοπλισμός μετρήσεων.....	53
3.3. Σχεδιασμός έρευνας.....	55
3.4. Κύριες συνθήκες έρευνας.....	56
3.5. Δοκιμασία αξιολόγησης.....	57
3.6. Δοκιμασίες νευρομυϊκής απόδοσης	58
3.6.2. Κάθετο άλμα :	59
3.7. Στατιστική Ανάλυση.....	59

3.8. Αποτελέσματα έρευνας	59
3.9. Συμπεράσματα- Συζήτηση.....	68
Αρθρογραφία.....	71
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	74
Βιβλιογραφία - Μεταφρασμένη	74
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	74
Παράρτημα.....	75
Έντυπο συγκατάθεσης.....	75
Έντυπο συγκατάθεσης δοκιμαζόμενου	75
Αρχικά Δεδομένα (Raw Data)	77

Περιεχόμενα πινάκων

Πίνακας 1: Συχνότητα και διάρκεια στατικών διατάσεων.....	10
Πίνακας 2: Τύποι, συχνότητα και διάρκεια διατάσεων.....	13
Πίνακας 3: Συχνότητα και διάρκεια διατάσεων νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF).....	18
Πίνακας 4: Συγκριτικός πίνακας διατάσεων	21
Πίνακας 5: Συγκριτικός πίνακας θεραπευτικού υπερήχου σε συνδυασμό με άλλες θεραπευτικές μεθόδους	35
Πίνακας 6: Συγκριτικός πίνακας της μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης με χρήση αφρώδους ρολού σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους	42
Πίνακας 7: Η διαδικασία τυχαιοποίησης του δείγματος ανά συνθήκη.....	55
Πίνακας 8: Αυτό - αναφερόμενα χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων.....	59

Περιεχόμενα εικόνων

Εικόνα 1: Οπίσθιοι μηριαίοι (ημιημενώδης, ημιτενοντώδης και δικέφαλος μηριαίος) Προσαρμοσμένο από: http://www.onsports.gr/media/com_news/story/2011/10/08/123927/main/7b41b084f848f38a65261e418f55e619.jpg	2
Εικόνα 2: Θλάση δικέφαλου μηριαίου. Προσαρμοσμένο από: http://www.physiofit.gr/wp-content/uploads/201	3
Εικόνα 3: Μυική άτρακτος. Προσαρμοσμένο από: https://image.slidesharecdn.com/random-141105034335-conversion-gate02/95/-29-638.jpg?cb=1418694025	5
Εικόνα 4: Τενόντιο όργανο Golgi Προσαρμοσμένο από: https://image.slidesharecdn.com/random-141105034335-conversion-gate02/95/-37-638.jpg?cb=1418694025	6
Εικόνα 5: Θερμά και ψυχρά επιθέματα. Προσαρμοσμένο από: http://christofilopoulos.gr/wp-content/uploads/2015/04/komp_softy_002.jpg	26
Εικόνα 6: Θερμό δινόλουτρο. Προσαρμοσμένο από: https://www.xtr.gr/images/companies/1/Products/Articles/Zesti%20I%20Kruo/18.jpg?1455108735331	27
Εικόνα 7: Παραφινόλουτρο Προσαρμοσμένο από: https://www.kifidis-orthopedics.gr/sites/default/files/1384509048_st-paral10.jpg	28
Εικόνα 8: Διαθερμία βραχέων κυμάτων. Προσαρμοσμένο από: http://www.athensphysiocenter.gr/admin/uploads/image/equipment_photos/diathermia.JPG	29
Εικόνα 9: Διαθερμία μικροκυμάτων. Προσαρμοσμένο από: http://christofilopoulos.gr/wp-content/uploads/2015/04/endosan-204x300.jpg	30
Εικόνα 10: Η δοκιμασία Agility T – test	47
Εικόνα 11 : Άρση τεταμένου σκέλους (SLR test). Προσαρμοσμένο από:Υlinen και συν. 2010	48
Εικόνα 12: Ενεργητική έκταση γόνατος (AKE test). Προσαρμοσμένο από: Cameron και συν. (1993).	49
Εικόνα 13: Αρχική και τελική θέση κάθετου άλματος Προσαρμοσμένο από:	51
Εικόνα 14: Το αφρώδες ρολό που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της παρέμβασης	53
Εικόνα 15: Οι κώνοι που χρησιμοποιήθηκαν για την δοκιμασία Agility T - test.....	54
Εικόνα 16: Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στη δοκιμασία άρσης τεταμένου σκέλους (SLR test), ιμάντες σταθεροποίησης, γωνιόμετρο	54
Εικόνα 17: Παθητική στατική διάταση οπίσθιων μηριαίων	56
Εικόνα 18: Μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη με χρήση αφρώδους ρολού.....	57
Εικόνα 19: Τα στάδια της δοκιμασίας Agility T - test.....	58

Πίνακας Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: Συγκριτικό διάγραμμα για την εκάστοτε συνθήκη πριν και μετά κατά τη δοκιμασία άρσης τεταμένου σκέλους για το δεξί κάτω άκρο. Στο διάγραμμα καταγράφονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των συνθηκών σε °.....	60
Διάγραμμα 2: Συγκριτικό διάγραμμα των διαφορών ανά συνθήκη στην άρση τεταμένου σκέλους του δεξιού κάτω άκρου.	61
Διάγραμμα 3: Συγκριτικό διάγραμμα για την εκάστοτε συνθήκη πριν και μετά κατά τη δοκιμασία άρσης τεταμένου σκέλους για το αριστερό κάτω άκρο. Στο διάγραμμα καταγράφονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των συνθηκών σε °.....	62
Διάγραμμα 4: Συγκριτικό διάγραμμα των διαφορών ανά συνθήκη στην παθητική κάμψη του αριστερού ισχίου	63
Διάγραμμα 5: Συγκριτικό διάγραμμα των εκάστοτε συνθηκών πριν και μετά κατά την δοκιμασία του κάθετου άλματος. Στο διάγραμμα απεικονίζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις σε εκατοστά (cm).....	64
Διάγραμμα 6: Συγκριτικό διάγραμμα των διαφορών ανά συνθήκη για το κάθετο άλμα.....	65
Διάγραμμα 7: Συγκριτικό διάγραμμα των εκάστοτε συνθηκών πριν και μετά όσον αφορά της δοκιμασία Agility T-test. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις σε δευτερόλεπτα (sec).....	66
Διάγραμμα 8: Συγκριτικό διάγραμμα των διαφορών ανά συνθήκη για το Agility T-test.....	67

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

Συντομογραφίες	Ολογράφως
ΑΡ	Αριστερό
ΔΕ	Δεξί
Δfoamstretch	διαφορά foam roller – διάταση
ΔSLR	διαφορά άρσης τεταμένου σκέλους
Δstretch	διαφορά διάτασης
Δultrastretch	διαφορά υπερήχου- διάταση
Εκ.	εκατοστά
Και συν.	και συνεργάτες
λ.	λεπτά
Μ.Ο	Μέσος όρος
Τ.Α	Τυπική απόκλιση
Υ/Α	υπέρυθρη ακτινοβολία
ΑΚΕ	active knee extension
DS	dynamic stretch
FR	foam roller
MVC	maximum voluntary contraction
m.	metre
min.	minute
MKET	modified knee extension test
MTJ	muscle-tendon junction
PKE	passive knee extension
PHFT	passive hip flexion test
PRT	passive resistive torque
PNF	proprioceptive neuromuscular facilitation
PSLR	passive straight leg raise
s.	second
SS	static stretching
SLR	straight leg raise
VJ	vertical jump

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Ευλυγισία ορίζεται η ικανότητα ενός μυ να επιμηκυνθεί, επιτρέποντας σε μία ή περισσότερες αρθρώσεις να κινηθούν μέσα στο εύρος κίνησης, βασικό στοιχείο της εμβιομηχανικής φυσιολογικής λειτουργίας (Horper και συν., 2005). Γενικά η ευλυγισία εξαρτάται από φυσιολογικά χαρακτηριστικά και την ακεραιότητα πολλών ιστών όπως των μυών, των τενόντων, των συνδέσμων, του αρθρικού θυλάκου, του νευρικού ιστού, της περιτονίας, των οστών, των αγγείων, του δέρματος καθώς και του υποδόριου ιστού. Επιτρέπει στους ιστούς να αντιδρούν φυσιολογικά, ως επακόλουθο την φυσιολογική κίνηση προλαμβάνοντας ή μειώνοντας την κάκωση. Αξίζει να αναφερθεί πως οι παράγοντες που επηρεάζουν την ευκαμψία είναι: η ηλικία, το φύλο, η θερμοκρασία, η φυλή, ο σωματότυπος καθώς και η ημερήσια διακύμανση (Φουσέκης, 2015).

Σε περίπτωση μειωμένης ευλυγισίας προκαλείται μυϊκή βράχυνση που περιορίζει το εύρος κίνησης και συχνά δημιουργείται από περιαρθρικές προσαρμογές των μαλακών ιστών. Άλλοι παράγοντες που μπορεί να προκαλέσουν μυϊκή βράχυνση είναι η παρατεταμένη ακινησία και η περιορισμένη κινητικότητα που οφείλεται σε διάφορες ασθένειες που προσβάλλουν το σκελετικό, νευρικό, μυϊκό και αρθρικό σύστημα.

Η παρατεταμένη ακινησία μπορεί να οφείλεται στην εφαρμογή νάρθηκα για εκτενή χρονική περίοδο μετά από κάποιο κάταγμα ή από χειρουργική επέμβαση. Συνεπώς η κινητικότητα περιορίζεται λόγω της παρατεταμένης λανθασμένης θέσης των αρθρώσεων και των μαλακών ιστών. Οι νευρομυϊκές παθήσεις που μπορούν να οδηγήσουν σε σπαστικότητα, αδυναμία, μυϊκή ανισορροπία και πόνο. Επομένως το άτομο δεν μπορεί να κινηθεί σε όλο το εύρος κίνησης. Άλλες παθήσεις που οδηγούν σε μυϊκή βράχυνση είναι αυτές του συνδετικού ιστού, όπως το σκληρόδερμα και η δερματομυοσίτιδα καθώς και οι παθήσεις των αρθρώσεων όπως η οστεοαρθρίτιδα ή ρευματοειδής αρθρίτιδα που προκαλούν μυϊκό σπασμό, φλεγμονή και προκαλούν μεταβολές στην δομή των μαλακών ιστών. Έτσι η ιστική παθολογία που προέρχεται είτε από αιμορραγία, είτε από ρήξη, φλεγμονή, ισχαιμία ή και οίδημα μπορεί να επιφέρει την δημιουργία πυκνώδους ινώδους ιστού που αποκαθιστά τον φυσιολογικό. Με αποτέλεσμα οι μαλακοί ιστοί να χάνουν την ελαστικότητα και την πλαστικότητα τους. Καθώς λοιπόν μειώνεται η ελαστικότητα λόγω τραυματισμού ή ασθένειας παρατηρούνται αλλαγές στις σχέσεις μήκους τάσης. Εφόσον ο μύς βραχύνεται δεν είναι σε θέση να παράγει την μέγιστη ένταση και γίνεται δύσκαμπτος. Έτσι η απώλεια ευλυγισίας δημιουργεί πόνο που προκαλείται είτε από τους μύες είτε από τον συνδετικό ιστό ή από το περίοστεο. Η έλλειψη κίνησης οδηγεί σε αυξημένη συγκόλληση ή προσκόλληση των ινών του κολλαγόνου μεταξύ τους (Kisner και Colby, 2002).

Ανεξάρτητα από την αιτία στην οποία οφείλεται η μυϊκή βράχυνση θα προκληθούν λειτουργικοί περιορισμοί όσον αφορά την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων (Bertolla και συν., 2007). Οι Kisner και Colby (2002) αναφέρουν ότι η επαρκής κινητικότητα των μαλακών ιστών και των αρθρώσεων είναι πρωταρχικός παράγοντας για την πρόληψη τραυματισμών ή επανατραυματισμών των μαλακών ιστών.

Πιο συγκεκριμένα μια μυϊκή ομάδα που έχει την τάση να παρουσιάζει μειωμένη ευλυγισία είναι οι οπίσθιοι μηριαίοι. Η συγκεκριμένη ομάδα αποτελείται από τους τρεις μύες που θα αναφερθούν παρακάτω:

- δικέφαλος μηριαίος
- ημιυμενώδης
- ημιτενοντώδης



Εικόνα 1: Οπίσθιοι μηριαίοι (ημιυμενώδης, ημιτενοντώδης και δικέφαλος μηριαίος) Προσαρμοσμένο

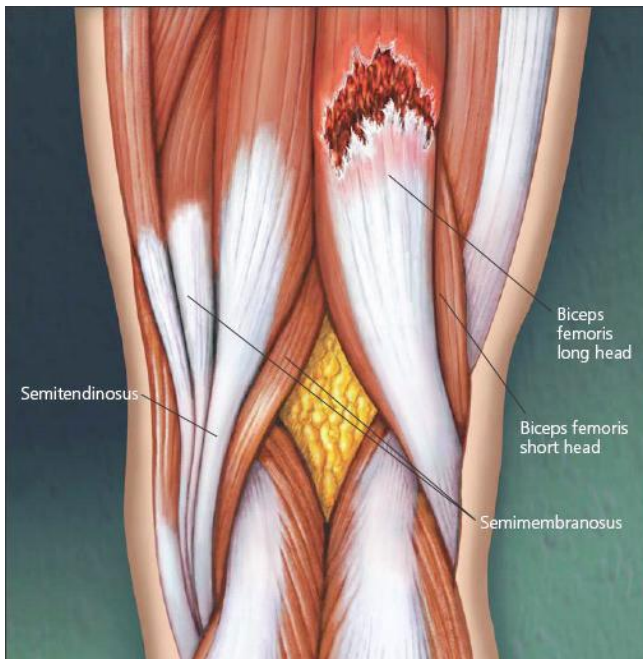
από: http://www.onsports.gr/media/com_news/story/2011/10/08/123927/main/7b41b084f848f38a65261e418f55e619.jpg

Οι τρεις αυτοί μύες είναι τοποθετημένοι στην οπίσθια επιφάνεια του μηρού και εκτείνονται από το ισχιακό κύρτωμα μέχρι κάτω από το γόνατο. Ο δικέφαλος μηριαίος βρίσκεται στην έξω πλευρά, ενώ οι άλλοι δύο στην έσω. Ο δικέφαλος απαρτίζεται από δύο κεφαλές την μακρά κεφαλή που διασχίζει την άρθρωση του ισχίου καθώς και την βραχεία κεφαλή που δεν την διασχίζει οπότε και δεν συμμετέχει στις κινήσεις της συγκεκριμένης άρθρωσης. Ο ημιυμενώδης βρίσκεται μπροστά από τον ημιτενοντώδη και έχει έναν περισσότερο εν τω βάθει και βραχύτερο τένοντα που δύσκολα ψηλαφάται. Ο ημιτενοντώδης ψηλαφάται στην έσω πλευρά της οπίσθιας επιφάνειας του γονάτου, κατά την εκτέλεση κάμψης γονάτου ενάντια σε αντίσταση από την πρηνή κατάκλιση. Οι μύες αυτοί εκτελούν κάμψη γονάτος και συμμετέχουν στην έκταση του μηριαίου, εκτός της βραχείας κεφαλής του δικεφάλου. Αξίζει να αναφερθεί ότι σε περίπτωση θέσης φόρτισης των μηρών όπως στην όρθια θέση εκτείνουν τον κορμό που είναι μπροστά σε κάμψη ως σύνολο. Ο ημιυμενώδης και ο ημιτενοντώδης δεν δραστηριοποιούνται σε ταυτόχρονη έκταση ισχίου γονάτος. Τέλος οι οπίσθιοι μηριαίοι βοηθούν στην σταθεροποίηση του ισχίου, προσάγουν το μηριαίο οστό σε θέση απαγωγής όταν προβάλλεται αντίσταση στην κίνηση και βοηθούν στην στροφή του μηριαίου από θέση έκτασης (Oatis 2010, Hamilton και συν., 2013).

Οι τιμές για να θεωρηθεί κάποιος ανελαστικός είναι ≤ 70 μοίρες έπειτα από την παθητική δοκιμασία του SLR test σύμφωνα με τυχαίοποιημένη έρευνα που διεξήχθη (Bandy

και συν., 1998). Οι οπίσθιοι μηριαίοι θεωρούνται επιρρεπής μυϊκή ομάδα εξαιτίας της αυξημένης επιγονατιδομηριαίας δύναμης συμπίεσης που οδηγεί πολλές φορές σε επιγονατιδομηριαίο σύνδρομο. Επιπρόσθετα ένας από τους πιο συχνούς τραυματισμούς των οπίσθιων μηριαίων και ιδιαίτερα της μακράς κεφαλής του δικέφαλου μηριαίου θεωρείται η θλάση κυρίως σε αθλήματα που απαιτούν υψηλή ταχύτητα όπως το αμερικάνο ποδόσφαιρο, το ράγκμπι καθώς και ο στίβος (Orchard και συν., 2013). Πιο συγκεκριμένα η μακρά κεφαλή του δικέφαλου παρουσιάζει μεγαλύτερη ευαισθησία σε τραυματισμό σε μεγαλύτερες ταχύτητες στο τρέξιμο. Η στιγμή που υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα για να προκληθεί θλάση είναι η τελική φάση αιώρησης σε δρομείς ταχύτητας, όπου οι οπίσθιοι μηριαίοι υποβάλλονται σε έκκεντρη συστολή (Schache και συν., 2012, Guex και Millet, 2013).

Την άποψη ότι οι θλάσεις αποτελούν τις πιο συχνές κακώσεις υποστηρίζεται και σε μια συστηματική ανασκόπηση και μετά - ανάλυση που διεξήχθη. Αναφέρεται ότι η θλάση μπορεί να οδηγήσει έναν αθλητή για μεγάλο χρονικό διάστημα εκτός αθλητικής δραστηριότητας και σε μειωμένη απόδοση του αθλητή κατά την επιστροφή του (Sakuraba και συν., 2008). Οι θλάσεις μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρότερο τραυματισμό σε περίπτωση ανεπαρκούς αποκατάστασης (Orchard και Best, 2002). Είναι σημαντικό να δοθεί έμφαση στην δομή και την λειτουργία των οπίσθιων μηριαίων σε ήδη τραυματισμένα κάτω άκρα συγκριτικά με τα υγιή (Orag και συν., 2013). Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην ευλυγισία και στην δύναμη των οπίσθιων μηριαίων κατά την αποκατάσταση εφόσον παρατηρούνται ελλείμματα κατά τον τραυματισμό (Silder και συν., 2013). Αξίζει να αναφερθεί ότι διαφέρουν οι απόψεις από μελέτη σε μελέτη σχετικά με την ευλυγισία και την αντοχή σε ήδη τραυματισμένους οπίσθιους μηριαίους. Ωστόσο έχει αποδειχθεί ότι η ευλυγισία και η δύναμη των μυών είχε αποκατασταθεί εντός 20-50 ημερών μετά τη θλάση.



Εικόνα 2: Θλάση δικέφαλου μηριαίου. Προσαρμοσμένο από:<http://www.physiofit.gr/wp-content/uploads/201>

Η απώλεια ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της οσφυϊκής λόρδωσης, μείωση της μυϊκής δύναμης, καθώς και την δυσλειτουργία του τετρακέφαλου κατά την διάρκεια της βάρδιας (Zachazewski, 1989). Επιπρόσθετα συνδέεται με οσφυαλγία και μυοσκελετικές παθήσεις κάτω άκρων που προκαλούν εμβιομηχανικές παρεκκλίσεις στην πύελο και την οσφύ (Ylänen και συν., 2010). Η υπερβολική κινητικότητα της οσφυϊκής μοίρας οδηγεί στη διάταση των οσφυϊκών συνδέσμων και κατά συνέπεια σε πόνο και αστάθεια (Levanjie και Norkin, 2001). Η βελτίωση της ευλυγισίας μπορεί να επιτευχθεί με μη χειρουργικές επεμβάσεις, όπως διατάσεις στους βραχυμένους μύες (Turner και συν., 1988). Καθίσταται λοιπόν αναγκαία η αποκατάσταση της ευλυγισίας της συγκεκριμένης μυϊκής ομάδας όπως υποστήριξαν και πιο πρόσφατα οι Fasen και συν., (2009) με διατάσεις καθώς και η θεραπεία με υπέρηχο όπως αναφέρουν οι Guffy και συν., (1997). Όπως τονίζει μια άλλη έρευνα για την βελτίωση της ελαστικότητας, οι διατάσεις είναι απαραίτητο να εκτελούνται πριν από την άσκηση για πρόληψη τραυματισμών και ενίσχυση της φυσικής απόδοσης (Booth, 2008).

Κεφάλαιο 2

2.1. Φυσιολογία Διάτασης

Η επιμήκυνση ενός μαλακού ιστού με την χρήση κατάλληλων μεθόδων με σκοπό την αύξηση του εύρους κίνησης ονομάζεται διάταση. Είναι η υπερνίκηση της αντίστασης που εμφανίζει το συστατό στοιχείο του μυ αλλά και της παθητικής αντίστασης που προβάλλουν τα μη συστατά στοιχεία. Η επιμήκυνση του μύος και γενικότερα των ιστών επηρεάζεται από νευροφυσιολογικούς παράγοντες, οι οποίοι είναι η μυϊκή άτρακτος (βρίσκεται μέσα στην μυϊκή γαστέρα) και το τενόντιο όργανο Golgi (βρίσκεται κοντά στη μυοτενόντια ένωση). Οι δύο αυτοί μηχανισμοί παρουσιάζουν ευαισθησία στις αλλαγές μήκους του μύος. Το τενόντιο όργανο Golgi είναι ευαίσθητο και στις αλλαγές της τάσης που αναπτύσσεται μέσα στον μυ.

Η μυϊκή άτρακτος καταγραφεί τη ταχύτητα και τη διάρκεια της διάτασης και αντιλαμβάνεται τις αλλαγές του μήκους των μυών. Είναι ευαίσθητη στην αιφνίδια όσο και στην παρατεταμένη διάταση του μύος. Παύει να είναι ενεργή κατά την σύσπαση και βράχυνση του μύος. Το τενόντιο όργανο Golgi ενεργοποιείται κατά την ενεργητική μυϊκή σύσπαση αλλά είναι ευαίσθητο έπειτα από παθητική διάταση. Σύμφωνα με παλαιότερες μελέτες το τενόντιο όργανο Golgi ενεργοποιούταν μόνο σε υψηλή τάση, ωστόσο πρόσφατες έρευνες υποστηρίζουν ότι μπορεί να ενεργοποιηθεί και σε μικρές αλλαγές τάσης.

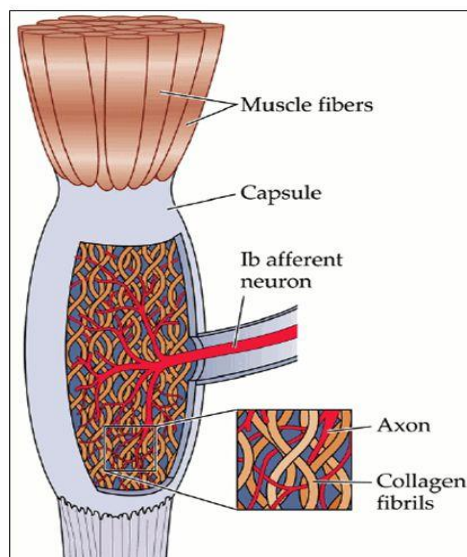
Όταν η μυϊκή άτρακτος διατείνεται στέλνει ώσεις στο νωτιαίο μυελό, και εκείνος με την σειρά του αντανακλαστικά προκαλεί σύσπαση του μύος. Εφόσον η διάταση της ατράκτου διατηρείται αργά και παρατεταμένα, το τενόντιο όργανο Golgi αρχίζει να στέλνει και αυτό ώσεις μέσω αναστολής του α κινητικού νευρώνα προκαλώντας αναχαίτιση στο μυ. Αποτελεί προστατευτικό μηχανισμό του μύος που προκαλεί την ονομαζόμενη αυτογενή αναχαίτιση ή αναστολή, γεγονός που δημιουργεί μεγαλύτερη χαλάρωση στο μυ και διευκολύνει την διάταση του.



Εικόνα 3: Μυϊκή άτρακτος. Προσαρμοσμένο από: <https://image.slidesharecdn.com/random-141105034335-conversion-gate02/95/-29-638.jpg?cb=1418694025>

Η ενέργεια του οργάνου Golgi φαίνεται ότι υπερτερεί σε σχέση με αυτή του μυοτατικού αντανακλαστικού, συνεπώς δεν υπάρχει αύξηση της μυϊκής τάσης κατά την διάρκεια κάποιας παθητικής διάτασης όταν εκείνα εφαρμοστεί σωστά. Ο χρόνος διάτασης του μυός για την υπερκάλυψη των αναχαιπιστικών ώσεων του τενόντιου οργάνου Golgi των συσταλτικών ώσεων της μυϊκής ατράκτου, είναι τουλάχιστον 6 δευτερόλεπτα και πάνω σε αυτές τις νευροφυσιολογικές αρχές έχουν στηριχθεί πολλές από τις μεθόδους διάτασης των μυών. Ο ρόλος του τενόντιου οργάνου Golgi όσον αφορά την ενεργητική διάταση και κυρίως στις διατάσεις της νευρομυϊκής διευκόλυνσης. Η μείωση ανταπόκρισης του αντανακλαστικού του Hoffman και του μυοτατικού αντανακλαστικού μετά τη σύσπαση ενός μυ που θα διαταθεί, πιστεύουν ότι δεν οφείλεται σε ενεργοποίηση των οργάνων Golgi αλλά στην προσυναπτική αναστολή των αισθητικών σημάτων της μυϊκής ατράκτου. Επομένως υποστηρίζουν ότι τα αποτελέσματα των διατάσεων PNF οφείλονται στην αλλαγή της αίσθησης και ανεκτικότητας στη διάταση ή στις γλοιοελαστικές ιδιότητες πιθανότατα, παρά την χαλάρωση των μυών λόγω της δραστηριοποίησης του οργάνου Golgi (Φουσέκης, 2015).

Όργανο Golgi



- Το τενόντιο όργανο του Golgi εντοπίζεται μέσα στους τένοντες των μυών.
- Όταν η τάση που ασκείται στο μυ είναι εξαιρετικά μεγάλη η ανασταλτική επίδραση από το τενόντιο όργανο οδηγεί σε αιφνίδια αντίδραση στο νωτιαίο μυελό με άμεσο αποτέλεσμα τη χάλωση όλου του μυός.

25

Εικόνα 4: Τενόντιο όργανο Golgi Προσαρμοσμένο από: <https://image.slidesharecdn.com/random-141105034335-conversion-gate02/95/-37-638.jpg?cb=1418694025>

2.1.1. Διάταση και Αθλητική απόδοση

Η διάταση αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία της προπόνησης καθώς και της πρακτικής των περισσότερων αθλημάτων. Ως επί το πλείστον οι διατάσεις εκτελούνται κατά την προθέρμανση με στόχο τα εξής παρακάτω:

- επαρκές εύρος κίνησης
- βέλτιστη εκτέλεση της αθλητικής δραστηριότητας
- μειωμένη μυϊκή δυσκαμψία
- πρόληψη τραυματισμών

Είναι απαραίτητο να δοθεί έμφαση σε συγκεκριμένους παράγοντες για την αξιολόγηση των επιδράσεων των διατατικών ασκήσεων, οι οποίοι είναι οι εξής:

- ένταση
- συχνότητα
- διάρκεια

Σε θεωρητική βάση και σύμφωνα με την αθλητική εμπειρία η παραπάνω αντίληψη υποστηρίζεται ως ένα μεγάλο βαθμό. Επιπρόσθετα έχει υποστηριχθεί ότι η διάταση πριν από την άσκηση αυξάνει το μήκος της μονάδας μυός-τένοντα και συνεισφέρει στη βελτίωση αθλητικής απόδοσης και στη μείωση τραυματισμών (Gleam και συν., 1997) καθώς και στην επιμήκυνση των μυών και των μαλακών ιστών μέσω μηχανικών και νευρολογικών μηχανισμών. Οι Shellock και Prentice (1985) τέθηκαν υπέρ της άποψης ότι οι διατάσεις θα μειώσουν τον κίνδυνο τραυματισμών κατά της διάρκεια της αθλητικής δραστηριότητας και θα επιφέρουν καλύτερες επιδόσεις. Σύμφωνα με μια άλλη έρευνα η μειωμένη ευλυγισία αποτελεί σημαντικό παράγοντα κινδύνου για την εμφάνιση τραυματισμών στο ποδόσφαιρο και τεκμηριώθηκε ότι η πρόληψή τους μπορεί να επιτευχθεί με την εκτέλεση διατατικών ασκήσεων που αυξάνουν το εύρος κίνησης (Halbertsma και Goeken, 1994). Οι διατάσεις συνεπώς, αποτελούν μέρος της προετοιμασίας στο ποδόσφαιρο πριν το αγώνα. Ωστόσο υπάρχουν πιο πρόσφατες μελέτες που αποδεικνύουν ότι οι απόψεις είναι αντιφατικές και ελλιπείς για τον ρόλο των διατάσεων στην βελτίωση και πρόληψη των τραυματισμών. Σύμφωνα με μια έρευνα που διεξήχθη σε αντίθεση με τις απόψεις που υποστηρίζουν ότι η διάταση μειώνει τον κίνδυνο μυϊκής βλάβης από την ασυνήθιστη έκκεντρη άσκηση, αποδείχθηκε ότι τόσο η παρατεταμένη στατική όσο και η δυναμική διάταση στην πραγματικότητα προκαλεί μυϊκή βλάβη (Smith και συν., 1993). Επιπλέον δεν υπάρχουν έρευνες που αναφέρουν τα θετικά αποτελέσματα των διατάσεων για τη σοβαρότητα της μυϊκής βλάβης ή του μυϊκού πόνου είτε πριν είτε μετά την άσκηση (Lund και συν., 1998). Υποστηρίζεται ότι το κλειδί για τη μείωση σοβαρότητας της μυϊκής βλάβης είναι η μείωση της παθητικής μυϊκής δυσκαμψίας. Επομένως οποιοσδήποτε τύπος διάτασης μπορεί να μειώσει την παθητική δυσκαμψία επιφέρει και μείωση της σοβαρότητας της μυϊκής βλάβης (Mc Hugh και συν., 1999). Τέλος, δεν υπάρχει βέβαιη επιστημονική τεκμηρίωση αντιθέτως σημειώνονται πολλές αντικρουόμενες απόψεις υποστήριξαν και οι Alonso και συν. (2009), Φουσεκής (2015).

2.1.2. Είδη διάτασης – Αποτελεσματικότητα ως προς την ευλυγισία

Οι οξείες επιδράσεις των διατάσεων έχουν μελετηθεί εκτενώς. Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα έχουν ταξινομηθεί ιξωδοελαστικά και νευρικά. Σχετικά με τις ιξωδοελαστικές επιδράσεις αλλαγές στο εύρος κίνησης και στην αντίσταση της διάτασης μετά από μια οξεία περίοδο διάτασης από την άποψη χαλάρωσης του στρες, του ερπυσμού καθώς της υστέρησης (Taylor και συν., 1990). Όσον αφορά τις νευρικές επιδράσεις των διατάσεων είναι φανερό πως όταν οι παθητικές διατάσεις αν εφαρμοστούν αργά σε σκελετικό μυ υγιών ατόμων, παρατηρείται ελάχιστη ενεργός συσταλτική δραστηριότητα σε απόκριση προς την διάταση (Ryan και συν., 2008) και οι δείκτες διεγερσιμότητας του κινητικού νευρώνα μειώνονται (Guissard και συν., 1988). Μελέτες που εξετάζουν τα ιξωδοελαστικά αποτελέσματα των διατάσεων έδειξαν ξεκάθαρα ότι οι αυξήσεις στο εύρος κίνησης των αρθρώσεων συνδέονται με μειώσεις στην παθητική αντίσταση της διάτασης έτσι ώστε ύστερα από αρκετές διατάσεις συγκεκριμένης διάρκειας, η αντίσταση στη διάταση μέσα στο ίδιο εύρος κίνησης να μειωθεί (Magnusson και συν., 1995). Η μείωση της αντίστασης μπορεί να αναφέρεται ως μια μείωση της μυϊκής δυσκαμψίας ή ως αύξησης της διάπλασης των μυών.

Υπάρχουν διάφορες τεχνικές διατάσεων οι οποίες χρησιμοποιούνται ανάλογα με την επιλογή του αθλητή, το πρόγραμμα κατάρτισης και το είδος του αθλήματος.

Τεχνικές διάτασης:

- στατική διάταση
- αυτοδιάταση
- βαλλιστική (δυναμική) διάταση
- διάταση μέσω νευρομυϊκής διευκόλυνσης

2.1.2.1 Στατική διάταση

Η στατική διάταση περιλαμβάνει την κίνηση του άκρου ενεργητικά ή παθητικά μέχρι το τέλος του εύρους τροχιάς και κρατώντας το άκρο σε θέση διάτασης για 15-60 δευτερόλεπτα με σετ 2-4 επαναλήψεων. Στις στατικές διατάσεις περιλαμβάνονται οι αυτοδιατάσεις. Είναι από τις πιο γνωστές διατάσεις ειδικότερα σε αθλητές, εκτελείται παθητικά και χρησιμοποιεί ως εξωτερική δύναμη το βάρος του σώματος ή την μυϊκή ενέργεια του ασκούμενου. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι ότι εκτελείται από το ίδιο το άτομο και αξίζει να επισημανθεί πως μπορεί να γίνει και ενεργητική διάταση με την χρησιμοποίηση ενεργητικών τεχνικών από τον αθλητή. Έχει αποδειχθεί ότι στατικές διατάσεις που διήρκεσαν 15-30 δευτερόλεπτα αύξησαν την ευλυγισία και το εύρος τροχιάς σε μυριάδες μελέτες (Behm και Chaouachi, 2011). Σύμφωνα με τους Hartig και Henderson (1999) οι στατικές διατάσεις μειώνουν τα ποσοστά των τραυματισμών. Την ίδια άποψη υποστήριξαν και οι Haag και συν. (2010) που παρατήρησαν βελτίωση στην απόδοση. Για δεκαετίες οι στατικές διατάσεις αποτελούσαν βασικό στοιχείο της προθέρμανσης (Young και Behm, 2002). Η παραδοσιακή προθέρμανση αποτελούταν από υπομέγιστη αερόβια άσκηση (δηλαδή τρέξιμο, ποδηλασία) με στόχο την αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος 1-2 °C (Young και Behm, 2007). Η αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος και των μυών αυξάνει την νευρική αγωγιμότητα, την κυκλοφορία των ενζύμων και την αύξηση διάπλασης των μυών (Bishop, 2003). Το δεύτερο στοιχείο της προπόνησης ήταν οι στατικές διατάσεις ακολουθούμενες από δοκιμές ικανοτήτων με εκτέλεση δυναμικών κινήσεων που προσομοιάζουν τα αθλήματα για τα οποία προετοιμάζονταν οι αθλητές (Young και Behm, 2002).

Ωστόσο σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες υποστηρίζεται η άποψη ότι οι στατικές διατάσεις πριν την άσκηση μειώνουν κάποιους τραυματισμούς όπως οι θλάσεις των μυών (McHugh και Cosgrave, 2010), αλλά όχι όλους (Herbert και Gabriel, 2002) και ότι πράγματι έχει αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση (Behm και Chaouachi, 2011). Η άποψη αυτή ενισχύεται όσον αφορά τις μέγιστες και εκρηκτικές προσπάθειες όπου παρατηρείται εμφανής μειωμένη απόδοση (Cormie και συν., 2011). Υπέρ αυτής της αντίληψης τέθηκαν και οι Murray και συν. (2010) δείχνοντας μείωση στη δύναμη στην ισχύ καθώς και σε εκρηκτικές προσπάθειες. Ένας σημαντικός αριθμός ερευνητών έχει υποστηρίξει πως οι διατάσεις δεν έχουν καμιά επίδραση στην πρόληψη τραυματισμών (Gleim and McHugh, 1997). Οι Shrier και συν. (2004) ανέφεραν ότι οι στατικές διατάσεις έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην άμεση σωματική απόδοση. Σύμφωνα με τους Behm και Chaouachi (2011) οι στατικές διατάσεις προσφέρουν οφέλη σε ορισμένες περιπτώσεις σε πιο αργή ταχύτητα με έκκεντρες συστολές παρατεταμένης διάρκειας ή σε ένα κύκλο διάτασης-βράχυνσης. Τέλος σε αθλήματα που απαιτούν υψηλό επίπεδο στατικής ευλυγισίας θα χρησιμοποιηθούν στατικές διατάσεις μικρής διάρκειας και χαμηλότερης έντασης που έχει αποδειχθεί ότι μειώνουν την εμφάνιση των τραυματισμών.

Πίνακας 1: Συχνότητα και διάρκεια στατικών διατάσεων

Όνομα & χρονολογία	Δείγμα	Παρέμβαση	Δοκιμασίες	Σύγκριση	Μέσο μέτρησης	Αριθμός προσπαθειών	Αποτελέσματα
Bandy και Irlon, 1994	50 δοκιμαζόμενοι (40 άνδρες, 17 γυναίκες)	Ομάδα 1: στατική διάταση 15 s Ομάδα 2: στατική διάταση 30 s Ομάδα 3: 60 s Ομάδα 4: ομάδα ελέγχου	AKE TEST	Ποια είναι η κατάλληλη διάρκεια στατικής διάτασης για την αύξηση εύρους τροχιάς κίνησης και της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων	Γωνιόμετρο	1 σετ x 15 s 1 σετ x 30 s 1 σετ x 60 s	Η ανάλυση έδειξε ότι 30 και 60 s διάτασης ήταν αποτελεσματικότερη στην αύξηση ευλυγισίας. Μέσοι όροι αποτελεσμάτων: Ομάδα 1:3,78 Ομάδα 2:12,50 Ομάδα 3:10,86 Ομάδα 4:0,27
Anelize Cini και συν. 2016	46 σπουδαστές φυσικοθεραπείας	Ομάδα1: στατικές διατάσεις 30 s Ομάδα2: στατικές διατάσεις 60 s	SLR test PHFT test MKET test	Ποια είναι η αποτελεσματικότερη χρονική διάρκεια στατικών διατάσεων για την αύξηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών	Γωνιόμετρο Ισοκινητικό δυναμόμετρο	1 σετ x 30 s 1 σετ x 60 s	Στατιστικά σημαντική διαφορά για την ομάδα1 (30 s) :SLR $p=0.000$, PHFT $p=0.003$, MKET $p=0.000$. Ομάδα2(60s): SLR $p=0.000$, PHFT $p=0.001$, MKET $p=0.002$. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων : SLR $p=0.307$, PHFT $p=0.964$, MKET $p=0.132$
Oliveira και Rama 2016	22 άνδρες	Ομάδα 1:στατική διάταση 30 s Ομάδα 2: ομάδα ελέγχου	10min προθέρμανση Κάθετο άλμα, Sprint 20 m	Κατά πόσο η στατική διάταση επηρεάζει την επίδοση πριν από το κάθετο άλμα και το Sprint αν ο αθλητής μπορεί να ανταπεξέλθει στις αθλητικές του δραστηριότητες	Body scale 500, Σταδιόμετρο Seca Body-meter 206	1 σετ x 30 s για κάθε ομάδα μυών(τρικέφαλος, τετρακέφαλος οπίσθιος μηριαίο, μεγάλος γλουτιαίος και τετράγωνος οσφυϊκός)	Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων 1 και 2 για το sprint 20 m, $p=0,368$. Για το κάθετο άλμα $p=0,486$. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο sprint 20m $p=0,067$ και στο κάθετο άλμα $p=0,437$

Επεξηγήσεις πινάκων :

Οι Bandy και Irlon (1994) πραγματοποίησαν μια μελέτη ώστε να αποδείξουν ποια χρονική διάρκεια των στατικών διατάσεων ήταν αποτελεσματικότερη στην αύξηση του εύρους τροχιάς την κίνησης και την αύξηση ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων. Η έρευνα περιελάμβανε 50 δοκιμαζόμενους 40 άνδρες και 17 γυναίκες, οι οποίοι χωρίστηκαν σε 4 ομάδες. Ομάδα 1: στατική διάταση 1 σετ x 15 s Ομάδα 2: 1 σετ x 30 s Ομάδα 3: 1 σετ x 60 s Ομάδα 4: ομάδα ελέγχου. Η δοκιμασία που εκτέλεσαν για την εκτίμηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων ήταν η ενεργητική έκταση γόνατος (ΑΚΕ). Το μέσο μέτρησης ήταν το γωνιόμετρο για την εκπόνησης δοκιμασίας ΑΚΕ. Σύμφωνα με την στατιστική ανάλυση τα 30 s και 60 s στατικής διάτασης ήταν αποτελεσματικότερα στην αύξηση της ευλυγισίας από τι τα 15 s και την ομάδα ελέγχου. Οι μέσοι όροι των ομάδων ήταν, ομάδα 1: 3,78 ομάδα 2: 12,50 ομάδα 3: 10,86 ομάδα 4: 0,27. Κατά συνέπεια από τους μέσους όρους αποδεικνύεται ότι η ομάδα που εκτέλεσε στατικές διατάσεις των 30 s ήταν αποτελεσματικότερη στην αύξηση ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων.

Οι Cini και Lima (2016) διεξήγαγαν μια έρευνα η οποία περιελάμβανε 46 δοκιμαζόμενους με σκοπό τη σύγκριση της χρονικής διάρκειας των στατικών διατάσεων ώστε να μελετηθεί ποια χρονική διάρκεια των διατάσεων είναι αποτελεσματικότερη. Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν σε 2 ομάδες. Η ομάδα 1 πραγματοποίησε στατικές διατάσεις των 30 s και η ομάδα 2 των 60 s από ένα σετ η καθεμία. Οι ομάδες εκτέλεσαν πριν και μετά την παρέμβαση για την εκτίμηση της ελαστικότητας του ισχίου και του γόνατος τις ακόλουθες δοκιμασίες: Άρση τεταμένου σκέλους (SLR), παθητική κάμψη του ισχίου (PHFT), τροποποιημένο τεστ έκταση γόνατος (MKET). Τα μέσα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το γωνιόμετρο και το ισοκινητικό δυναμόμετρο. Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά και στις 2 ομάδες, στην ομάδα 1 το SLR $p=0.000$, PHFT $p=0.003$, MKET $p=0.000$, στην ομάδα 2 το SLR $p=0.000$, PHFT $p=0.001$, MKET $p=0.002$. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 ομάδων: SLR $p=0.307$, PHFT $p=0.964$, MKET $p=0.132$. Προκύπτει ως συμπέρασμα ότι η χρονική διάρκεια των 30 s αρκεί για την αύξηση της ευλυγισίας του ισχίου και του γόνατος εφόσον δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά με τα 60 s.

Οι Oliveira και Rama (2016) εκπόνησαν μια έρευνα με σκοπό να εξετάσουν κατά πόσο η στατική διάταση επηρεάζει την επίδοση πριν από το κάθετο άλμα και το Sprint και αν ο αθλητής μπορεί να ανταπεξέλθει στις αθλητικές του δραστηριότητες. Η έρευνα αποτελούταν από 22 άνδρες, οι οποίοι χωρίστηκαν σε 2 ομάδες. Ομάδα 1: 1 σετ x 30 s για κάθε ομάδα μυών (τρικέφαλος, τετρακέφαλος, οπίσθιος μηριαίος, μεγάλος γλουτιαίος και τετράγωνος οσφυϊκός) και η ομάδα 2: ομάδα ελέγχου. Οι συμμετέχοντες έκαναν προθέρμανση 10 λεπτών. Αφού τελείωναν τις στατικές διατάσεις έκαναν 3 δοκιμές για το κάθετο άλμα και το Sprint 20m. Στην έρευνα δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων 1 και 2 για το sprint 20 m και για το κάθετο άλμα $p=0,486$. Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στο sprint 20m $p=0,067$ και στο κάθετο άλμα $p=0,437$. Το πρωτόκολλο των στατικών διατάσεων δεν τροποποίησαν το κάθετο άλμα και το Sprint 20m σε υγιείς αθλητές. Οι στατικές διατάσεις πριν από την προπόνηση ή τον αγώνα, δεν μπορεί να προκαλέσει αρνητικές συνέπειες στην αθλητική απόδοση.

2.1.2.2. Δυναμική διάταση

Η δυναμική (βαλλιστική) διάταση περιλαμβάνει την μετακίνηση του άκρου από την ουδέτερη θέση μέχρι το τελικό εύρος τροχιάς, όπου οι μύες είναι στο μεγαλύτερο μήκος τους και έπειτα επιστρέφουν στην αρχική τους θέση (Murphy, 1994). Είναι ένα είδος ενεργητικής διάτασης που πραγματοποιείται με απότομες κινήσεις ρυθμικού τύπου και αιωρήσεις μέχρι το τελικό εύρος τροχιάς (Bandy και συν., 1997). Οι δυναμικές διατάσεις έχουν προταθεί ως εναλλακτική λύση μετά την προθέρμανση αντί των στατικών, εφόσον υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι οι δυναμικές διατάσεις έχουν θετικά αποτελέσματα στην άμεση σωματική απόδοση εν αντιθέσει με τις στατικές (McMillian και συν., 2006). Παρ' όλα αυτά όσον αφορά την αύξηση της ευλυγισίας σε μη τραυματισμένα άτομα φαίνεται να είναι λιγότερο αποτελεσματικές από τις στατικές διατάσεις (Shamus, 2003). Η συγκεκριμένη διάταση ήταν διαδεδομένη σε προηγούμενες δεκαετίες ωστόσο τα τελευταία χρόνια αποφεύγεται ιδιαίτερα στην αποκατάσταση αθλητών επειδή προκαλεί μικροτραυματισμούς ειδικά σε αδύναμους ιστούς έχει μειωμένο έλεγχο και δεν παρέχει στους ιστούς τον κατάλληλο χρόνο για να προσαρμοστούν στην διάταση.

Πίνακας 2: Τύποι, συχνότητα και διάρκεια διατάσεων

Όνομα & χρονολογία	Δείγμα	Παρέμβαση	Δοκιμασίες	Σύγκριση	Μέσο μέτρησης	Αριθμός προσπαθειών	Αποτελέσματα
Sullivan και συν., 2009	18 πρώην τραυματίες και 18 μη τραυματισμένα άτομα	1)προθέρμανση-Στατικές διατάσεις 2)προθέρμανση-Δυναμικές διατάσεις	PKE ROM	1)Προθέρμανση-Στατικές διατάσεις 2)Προθέρμανση-Δυναμικές διατάσεις Βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις της προθέρμανσης, των στατικών διατάσεων και των δυναμικών διατάσεων στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων σε πρώην τραυματισμένα άτομα στους οπίσθιους μηριαίους και σε μη τραυματισμένα(ομάδα ελέγχου)	Έντυπο συγκατάθεσης Γωνιόμετρο myglin Κάθετη ράβδος	1)Προθέρμανση-Στατικές διατάσεις 3 set x 30s 15s ανάπαυση 2)Προθέρμανση-Δυναμικές διατάσεις 3 set x 30s 15 ανάπαυση	Κύριο αποτέλεσμα ήταν ο χρόνος ($p < 0,001$). Μετά την προθέρμανση το ROM αυξήθηκε από την αρχική τιμή ($p < 0,001$), μετά τις στατικές διατάσεις αυξήθηκε πιο σημαντικά το ROM από την αρχική τιμή ($p < 0,001$) και την προθέρμανση ($p = 0,04$). Ωστόσο με την δυναμική διάταση και από την προθέρμανση μειώθηκε σημαντικά το ROM ($p = 0,013$) αν και παρέμεινε μεγαλύτερο από την αρχική τιμή Μετά από 15 λεπτά ανάπαυσης υπήρχε σημαντική μείωση του ROM για τις στατικές διατάσεις. Παρόλα αυτά το PKE ROM ήταν σημαντικά μεγαλύτερο από την αρχική τιμή και για τους δύο τύπους διατάσεων ($p < 0,001$). Η ομάδα με τους πρώην τραυματισμένους στους οπίσθιους μηριαίους παρατηρήθηκε αύξηση του ROM περισσότερο από την ομάδα με τους μη τραυματισμένους (ομάδα ελέγχου) μετά την εκτέλεση της προθέρμανσης και των στατικών διατάσεων αλλά χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,05$)
Covert και συν., 2010	32 άτομα(16 γυναίκες, 16 άνδρες)	Ομάδα 1:δυναμικές διατάσεις Ομάδα 2:στατικές διατάσεις Ομάδα 3: ομάδα ελέγχου	Τεστ για την γωνία έκτασης γόνατος (Inter-tester reliability)	Ποια τεχνική διάτασης (στατική ή δυναμική με ίδια δευτερόλεπτα) είναι πιο αποτελεσματική για την αύξηση του μήκους των οπίσθιων μηριαίων μυών	Ψηφιακό κλινόμετρο, ιμάντας σταθεροποίησης	Ομάδα 1:30 δευτερόλεπτα 3 φορές ανά εβδομάδα για 4 εβδομάδες Ομάδα 2:30 δευτερόλεπτα 3 φορές ανά εβδομάδα για 4 εβδομάδες	Η ανάλυση απέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στο μήκος των οπίσθιων μηριαίων μυών τόσο στις δυναμικές όσο και στις στατικές συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου (στατική vs. ομάδα ελέγχου =2,35) (δυναμική vs. ομάδα ελέγχου=1,21) στατική vs. δυναμική=1,14)

Kirmizigil και συν., 2014	100 αθλητές	<p>Ομάδα 1:βαλλιστικές διατάσεις ομάδα 2:διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF) και βαλλιστικές ομάδα 3:διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης και στατικές διατάσεις</p>	Sit and reach test, κάθετο άλμα	<p>Ποια τεχνική διάτασης ήταν αποτελεσματικότερη στην απόδοση του κάθετου άλματος, κατά την διάρκεια της προθέρμανσης πριν από το διάστημα της εκρηκτικής δύναμης</p>		<p>Αερόβια προθέρμανση πριν από κάθε παρέμβαση ομάδα 1:βαλλιστική διάταση (5s για κάθε διατατική άσκηση) ομάδα 2:διάταση νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF) και βαλλιστικές (PNF ακολουθούμενη από 5s βαλλιστικές) ομάδα 3:PNF και στατικές διατάσεις (PNF ακολουθούμενες από 30 s στατικές διατάσεις) 4 σετ για κάθε ομάδα την ίδια μέρα αντίστοιχα</p>	<p>Η ομάδα 1:βαλλιστική διάταση αυξήθηκε το κάθετο άλμα στα άτομα με χαμηλή και μέτρια ευλυγισία (≤ 5) Ομάδα 2:PNF και βαλλιστική διάταση επηρέαστηκε η απόδοση του κάθετου άλματος σε άτομα με υψηλή ευλυγισία ($p \leq 5$) Ομάδα 3:PNF και στατική διάταση μειωμένη απόδοση στο κάθετο άλμα στα άτομα με υψηλή ευλυγισία</p>
---------------------------	-------------	---	---------------------------------	---	--	--	---

Επεξηγήσεις πινάκων:

Οι Sullivan και συν. (2009) πραγματοποίησαν μια μελέτη η οποία είχε ως στόχο να εξετάσει την επίδραση της προθέρμανσης, των στατικών διατάσεων και των δυναμικών διατάσεων στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων. Στην έρευνα υπήρχαν δύο ομάδες. Στην ομάδα 1 συμπεριλήφθησαν 18 άτομα τα οποία είχαν τραυματισθεί προηγουμένως στους οπίσθιους μηριαίους ενώ στην ομάδα 2 έλαβαν μέρος 18 άτομα μη τραυματισμένα ως ομάδα ελέγχου. Οι μετρήσεις έγιναν σε δύο μέρες, η ευλυγισία μετρήθηκε χρησιμοποιώντας την παθητική έκταση γόνατος και αξιολογήθηκε σε τέσσερα στάδια κάθε μέρα: στην αρχή, μετά την προθέρμανση, μετά την διάταση και μετά από ανάπαυση 15 λεπτών. Η διαδικασία εκτελέστηκε 3 φορές σε όλα τα στάδια και καταγράφηκε ο μέσος όρος των 3 μετρήσεων. Η δοκιμασία παθητικής έκτασης γόνατος (PKE ROM) μετρήθηκε και στα δύο πόδια. Ύστερα κάθε συμμετέχων εκτελούσε 5 λεπτά προθέρμανσης και επανεκτιμήθηκε το PKE ROM. Εν συνεχεία ακολουθεί η παρέμβαση με την διάταση. Όσον αφορά τη στατική διάταση ο δοκιμαζόμενος τοποθετεί το πόδι του σε μια υπερυψωμένη επιφάνεια με εκτελώντας έκταση γόνατος και πελματιαία κάμψη ποδοκνημικής. Η θέση αυτή διατηρείται για 30 δευτερόλεπτα με 3 επαναλήψεις. Η δυναμική διάταση εκτελείται 30 δευτερόλεπτα με 3 επαναλήψεις για το κάθε πόδι οι συμμετέχοντες λαμβάνουν οδηγίες για την εκτέλεση της διάτασης. Μόλις ολοκληρώθηκε η παρέμβαση των διατάσεων το PKE επανεκτιμήθηκε. Τέλος ακολουθήθηκε 15 λεπτά ανάπαυσης πριν από την τελική αξιολόγηση του PKE. Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν τις παρεμβάσεις και τις δύο μέρες σε παρόμοια ώρα και σε μια περίοδο που δεν ξεπερνούσε 10 ημέρες μεταξύ των παρεμβάσεων. Το κύριο αποτέλεσμα και για τις δύο ομάδες ήταν στο χρόνο ($p < 0,001$). Οι μετά-αναλύσεις απέδειξαν μετά την προθέρμανση αρκετά αυξημένο ROM από την αρχική τιμή ($p < 0,001$) και ακόμη πιο σημαντική αύξηση έπειτα από τις στατικές από την αρχική τιμή ($p < 0,001$) και την προθέρμανση ($p = 0,04$). Αντίθετα οι δυναμικές διατάσεις μείωσαν σημαντικά το ROM από την προθέρμανση ($p = 0,013$) αλλά παρέμεινε μεγαλύτερο από την αρχική τιμή. Μετά τα 15 λεπτά ανάπαυσης υπήρχε σημαντική μείωση στο ROM για τις στατικές διατάσεις ($p < 0,001$), ωστόσο το PKE ROM ήταν μεγαλύτερο και για τους δύο τύπους διατάσεων από την αρχική τιμή ($p < 0,001$). Επίσης χρησιμοποιήθηκε ANOVA για να ρυθμιστεί η μη σημαντική ($p = 0,141$) από την αρχική τιμή, στην ομάδα με τους πρώην τραυματισμένους το ROM αυξήθηκε έπειτα από προθέρμανση και στατικές διατάσεις περισσότερο από την ομάδα ελέγχου αλλά χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά ($p = 0,05$).

Οι Covert και συν. (2010) διεξήγαγαν μια τυχαιοποιημένη μελέτη, στην οποία συμμετείχαν 32 άτομα (16 γυναίκες, 16 άνδρες). Σκοπός της μελέτης ήταν να αποδείξει ποια τεχνικής διάτασης ήταν αποτελεσματικότερη (στατική ή δυναμική διάταση), για την αύξηση των οπίσθιων μηριαίων μυών. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε 3 ομάδες: ομάδα 1: δυναμικές διατάσεις, ομάδα 2:στατικές διατάσεις, ομάδα 3: ομάδα ελέγχου και στις δύο ομάδες οι διατάσεις εκτελέστηκαν 30 δευτερόλεπτα 3 φορές ανά εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Πριν από κάθε συνθήκη έγινε προθέρμανση 2 λεπτών. Έγινε τεστ για την αξιολόγηση της έκτασης γόνατος και χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό κλινόμετρο. Η ανάλυση απέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στο μήκος των οπίσθιων μηριαίων μυών τόσο στις δυναμικές όσο και στις στατικές συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου (στατική vs. ομάδα ελέγχου =2,35) (δυναμική vs. ομάδα ελέγχου=1,21) (στατική vs. δυναμική=1,14)

Οι Kırmızıgil και συν. (2014) πραγματοποίησαν μια μελέτη με σκοπό να καθορίσουν μια τεχνική διάτασης ήταν η καταλληλότερη στην απόδοση του κάθετου άλματος. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 100 αθλητές. Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν σε 3 ομάδες ανάλογα με την ευλυγισία τους, πριν ξεκινήσουν οι συνθήκες εκτέλεσαν δοκιμές εξοικείωσης. Όλοι οι συμμετέχοντες έκαναν 5 λεπτά προθέρμανση πριν τις παρεμβάσεις. Στην ομάδα 1 εκτελέστηκαν βαλλιστικές διατάσεις, (5s για κάθε διαστατική άσκηση). Στην ομάδα 2 εκτέλεσαν διάταση νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF) και βαλλιστικές (PNF ακολουθούμενη από 5s βαλλιστικές) και στην ομάδα 3 PNF και στατικές διατάσεις (PNF ακολουθούμενες από 30 s στατικές διατάσεις) 4 σετ για κάθε ομάδα την ίδια μέρα αντίστοιχα. Μετά από 2 λεπτά ανάπαυση πραγματοποιήθηκαν 3 δοκιμές κάθετου άλματος με 1 λεπτό ανάπαυση ανάμεσα σε κάθε επανάληψη. Επίσης οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν και στο sit and reach test. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, στην ομάδα 1: βαλλιστική διάταση αυξήθηκε το κάθετο άλμα στα άτομα με χαμηλή και μέτρια ευλυγισία ($p \leq 5$). Στην ομάδα 2: PNF και βαλλιστική διάταση επηρεάστηκε η απόδοση του κάθετου άλματος σε άτομα με υψηλή ευλυγισία ($p \leq 5$). Τέλος στην ομάδα 3: PNF και στατική διάταση μειωμένη απόδοση στο κάθετο άλμα στα άτομα με υψηλή ευλυγισία.

2.1.2.4. Διάταση μέσω νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF)

Η πιο διαδεδομένη τεχνική αυτής της διάτασης είναι το σύσπασε - χαλάρωση που πραγματοποιείται από την ενεργοποίηση του οργάνου Golgi κατά την διάρκεια συστολής του αγωνιστή (Mortari και συν., 2009). Η τεχνική αυτή απαιτεί μια υπομέγιστη ισομετρική συστολή των μυών για να επιμηκυνθούν για ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Όταν αυτή η τεχνική εφαρμοστεί σωστά προκαλεί αντανακλαστική χαλάρωση διευκολύνοντας την παθητική διάταση και αυξάνοντας το εύρος τροχιάς (Burke και συν., 2001).

Πίνακας 3: Συχνότητα και διάρκεια διατάσεων νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF)

Όνομα & χρονολογία	Δείγμα	Παρέμβαση	Δοκιμασίες	Σύγκριση	Μέσο μέτρησης	Αριθμός προσπαθειών	Αποτελέσματα
Spernoga και συν., 2001	30 άνδρες	Ομάδα1: PNF Ομάδα2: ομάδα ελέγχου	ΑΚΕ μετρήσεις σε 0,2,4,6,9,16, 32 λ.	Αν υπήρξε ευελιξία στους οπίσθιους μηριαίους μετά από ένα χρονικό διάστημα από το πρωτόκολλο διάτασης PNF	Γωνιόμετρο (Rolyan Medical Products, Menomonee Falls, WI)	5 σετ x 7/5/7 κράτα-χαλάρωσε Η ομάδα ελέγχου ξάπλωσε 5λ. ήσυχα σε ένα κρεβάτι	Η ανάλυση αποκάλυψε μια στατιστικά σημαντική ($P < 0,05$) αύξηση της ευελιξίας των οπίσθιων μηριαίων διατηρήθηκε στην πειραματική ομάδα για 6 λεπτά μετά την παρέμβαση. Η ανάλυση έδειξε μια σημαντική ($P < 0,05$) μείωση της ευελιξίας στην ομάδα ελέγχου που ξεκινούν από τα 2 λεπτά.
N.N. Mahieu και συν. 2009	62 υγιή άτομα	Ομάδα 1: PNF Ομάδα 2: ομάδα ελέγχου	Ραχιαία κάμψη (ROM) Παθητική αντίσταση ροπής (PRT) πελματιαίων καμπτήρων και ακαμψία Αχίλλειου τένοντα	Μηχανισμοί επίδρασης της νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF)	Γωνιόμετρο (Gymna, Bilzen), Ισοκινητικό δυναμόμετρο	15s στατική διάταση ποδοκνημικής που ακολουθείται από ισομετρική συστολή των πελματιαίων καμπτήρων για 6 s ,5 σετ, 20s ξεκούραση	Σημαντική στατιστική διαφορά στο εύρος τροχιάς ROMext=0,002 ROMflex $p < 0,001$. Όσον αφορά το PRT δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά $p = 0,946$, ακαμψία αχίλλειου τένοντα $p = 0,920$

Konrad και συν. 2016	49 δοκιμαζόμενοι	Ομάδα 1: PNF Ομάδα 2: ομάδα ελέγχου	Παθητική αντίσταση ροπής (PRT) Μέγιστη εθελοντική συστολή (MVC) Μυοτενόντια διασταύρωση (MTJ)	Η επίδραση των διατάσεων νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF) σε διαφορετικές παραμέτρους (μυϊκή δυσκαμψία, τενόντια δυσκαμψία)	Ηλεκτρονικό γωνιόμετρο (Divisi on, Wherein), υποκινητικό δυναμόμετρο (CON-TREX MJ), δυναμόμετρο	15s στατική διάταση παιδοκομικής που ακολουθείται από ισομετρική συστολή των μυών υπό τάση για 6 s έπειτα έγινε διάταση 15 s για τους πελματιαίους καμπτήρες με τους ανταγωνιστές σε βράχυνση, με 4 επαναλήψεις με εναλλαγή των δύο ποδιών χωρίς ξεκούραση	Μέση τιμή ROM από $31,1 \pm 7,2^\circ$ έως $33,1 \pm 7,2^\circ$ ($p=0,02$), η ακαμψία του τένοντα μειώθηκε σημαντικά τόσο ενεργητικά (από $21,1 \pm 8,0$ σε $18,1 \pm 5,5$ N/mm) όσο και παθητικά (από $12,1 \pm 4,9$ σε $9,6 \pm 3,2$ N/mm). MVC και PRT τιμές παρέμειναν αμετάβλητες
----------------------	------------------	--	---	---	---	--	--

Επεξηγήσεις πινάκων:

Οι Spornoga και συν. (2001) εκπόνησαν μια έρευνα με σκοπό αν υπήρξε ευελιξία στους οπίσθιους μηριαίους μετά από ένα χρονικό διάστημα από το πρωτόκολλο διάτασης PNF. Στην έρευνα συμμετείχαν 30 άνδρες και χωρίστηκαν σε 2 ομάδες. Ομάδα 1: PNF, ομάδα 2: ομάδα ελέγχου. Οι δοκιμασίες που συμμετείχαν οι δοκιμαζόμενοι ήταν η ενεργητική έκταση γόνατος (AKE) πριν την παρέμβαση, έγινε 6 φορές, οι 5 ως προθέρμανση και η τελευταία μέτρηση καταγράφηκε. Μετά την παρέμβαση το AKE μετρήθηκε σε διαφορετικούς χρόνους (0,2,4,6,9,16,32 λ.). Το μέσο μέτρησης για αυτή την διαδικασία ήταν το γωνιόμετρο (Rolyan Medical Products, Menomonie Falls, WI). Ο αριθμός των επαναλήψεων για την ομάδα 1 ήταν 5 σετ x 7/5/7 κράτα-χαλάρωσε και η ομάδα ελέγχου ξάπλωσε 5λ. ήσυχα σε ένα κρεβάτι. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μια στατιστικά σημαντική ($P < 0,05$) αύξηση της ευελιξίας των οπίσθιων μηριαίων διατηρήθηκε στην πειραματική ομάδα για 6 λεπτά μετά την παρέμβαση. Η ανάλυση έδειξε μια σημαντική ($P < 0,05$) μείωση της ευελιξίας στην ομάδα ελέγχου που ξεκινούν από τα 2 λεπτά

Οι Mahieu και συν. (2009) διεξήγαγαν μια μελέτη με στόχο να εξετάσει τον μηχανισμό επίδρασης της διάτασης νευρομυϊκής διευκόλυνσης για τις αλλαγές του εύρους τροχιάς. Στην έρευνα συμμετείχαν 62 υγιή άτομα και χωρίστηκαν σε 2 ομάδες. Ομάδα 1: PNF, ομάδα 2: ομάδα ελέγχου. Οι δοκιμασίες που συμμετείχαν οι δοκιμαζόμενοι ήταν η ραχιαία κάμψη (ROM), παθητική αντίσταση ροπής (PRT) πελματιαίων καμπτήρων και ακαμψία Αχίλλειου τένοντα. Το μέσο μέτρησης για αυτή την διαδικασία ήταν το γωνιόμετρο (Gymna, Bilzen), ισοκινητικό δυναμόμετρο. Ο αριθμός των επαναλήψεων για την ομάδα 1 ήταν 15s στατική διάταση ποδοκνημικής που ακολουθείται από ισομετρική συστολή των πελματιαίων καμπτήρων για 6 s, 5 σετ, 20 s ξεκούραση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπήρξε σημαντική στατιστική διαφορά στο εύρος τροχιάς $ROM_{ext}=0,002$ ROM_{flex} $p < 0.001$. Όσον αφορά το PRT δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά $p=0,946$, ακαμψία αχίλλειου τένοντα $p=0,920$. Αυτά τα ευρήματα δείχνουν ότι οι PNF οδηγούν σε αυξημένη ραχιαία κάμψη αστραγάλου.

Οι Konrad και συν. (2016) πραγματοποίησαν μία έρευνα με στόχο να αποδείξουν την επίδραση των διατάσεων νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF) σε διαφορετικές παραμέτρους (μυϊκή δυσκαμψία, τενόντια δυσκαμψία) γαστροκνημίου και του αχίλλειου τένοντα. Έλαβαν μέρος 49 άτομα, τα οποία χωρίστηκαν σε 2 ομάδες. Ομάδα 1: PNF, ομάδα 2: ομάδα ελέγχου. Στις δοκιμασίες που συμμετείχαν για την εκτίμηση του εύρους τροχιάς ήταν η παθητική αντίσταση ροπής (PRT), η μέγιστη εθελοντική συστολή (MVC), η μυοτενόντια διασταύρωση (MTJ) δηλαδή τη μετατόπιση που επιτρέπει να προσδιοριστούν οι μεταβολές μήκους σε τένοντα και μύες και για το προσδιορισμό της ακαμψίας. Το μέσο μέτρησης για αυτή την διαδικασία ήταν ένα ηλεκτρονικό γωνιόμετρο (Biovision, Wehreim), ισοκινητικό δυναμόμετρο (CON-TREX MJ) και δυναμόμετρο. Ο αριθμός των επαναλήψεων για την ομάδα 1 ήταν 15 s στατική διάταση ποδοκνημικής που ακολουθείται από ισομετρική συστολή των μυών υπό τάση για 6 s έπειτα έγινε διάταση 15 s για τους πελματιαίους καμπτήρες με τους ανταγωνιστές σε βράχυνση, με 4 επαναλήψεις με εναλλαγή των δύο ποδιών χωρίς ξεκούραση. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι μέση τιμή ROM από $31,1 \pm 7,2^\circ$ έως $33,1 \pm 7,2^\circ$ ($p=0,02$), η ακαμψία του τένοντα μειώθηκε σημαντικά τόσο ενεργητικά (από $21,1 \pm 8,0$ σε $18,1 \pm 5,5$ N/mm) όσο και παθητικά (από $12,1 \pm 4,9$ σε $9,6 \pm 3,2$ N/mm). Οι MVC και PRT τιμές παρέμειναν αμετάβλητες. Συμπερασματικά, ένα πρόγραμμα 6 εβδομάδων με διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF) αυξάνει το ROM και μειώνει τη δυσκαμψία του τένοντα παρότι δεν υπάρχει καμία αλλαγή στο PRT.

Πίνακας 4: Συγκριτικός πίνακας διατάσεων

Όνομα & χρονολογία	Δείγμα	Παρέμβαση	Δοκιμασίες	Σύγκριση	Μέσο μέτρησης	Αριθμός προσπαθειών	Αποτελέσματα
Odunaiya και συν., 2004	60 άτομα (37 άνδρες, 23 γυναίκες), 18-30 ετών	Ομάδα 1: Στατικές διατάσεις 120 s Ομάδα 2: Στατικές διατάσεις 90s Ομάδα 3: Στατικές διατάσεις 60s Ομάδα 4: Στατικές διατάσεις 30s Ομάδα 5: Στατικές διατάσεις 15s Ομάδα 6: Ομάδα ελέγχου	ΑΚΕ	Ποια στατική διάταξη είναι πιο αποτελεσματική για την αύξηση της ελαστικότητας των οπίσθιων μηριαίων	Γωνιόμετρο με διπλό βραχίονα	Ομάδα 1: Στατικές διατάσεις 120 s Ομάδα 2: Στατικές διατάσεις 90s Ομάδα 3: Στατικές διατάσεις 60s Ομάδα 4: Στατικές διατάσεις 30s Ομάδα 5: Στατικές διατάσεις 15s Ομάδα 6: Ομάδα ελέγχου	Δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην αρχική τιμή στην έκταση γόνατος σε όλες τις ομάδες (F=0,33, P>0,05). Σημαντική διαφορά μετά από 6 εβδομάδες σε όλες τις ομάδες (F=4,920, P<0,05). Η ομάδα ελέγχου δεν έδειξε κάποια σημαντική διαφορά στην έκταση γόνατος κατά την περίοδο των 6 εβδομάδων
Yuktasir, Kaya, 2007	28 συμμετέχοντες	Ομάδα 1: στατικές διατάσεις Ομάδα 2: PNF Ομάδα 3: ομάδα ελέγχου	ΡΚΕ Κάθετο άλμα	Ποια από τα 2 είδη διατάσεων είναι πιο αποτελεσματικό για την αύξηση του εύρους κίνησης και κάθετου άλματος	Ψηφιακό χρονόμετρο (Newtest 1000), Γωνιόμετρο (Whitehall)	Στατική διάταξη = 4σετ x 30 s & 10 s ανάπαυση PNF= 10 s ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής, 5 s έκταση ισχίου και πελματιαία κάμψη παιδοκομικής, 5s ανάπαυση, 15 s κάμψη ισχίου και ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής	Για το κάθετο άλμα δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά για όλες τις ομάδες των διατάσεων, F(2,27)=0,41 p>0.05. Για το εύρος τροχιάς βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων F(2,27)=22,91 p<0,05.

Yildirim και συν. 2016	40 μαθητές από τους οποίους οι 26 έλαβαν μέρος	1) Στατικές διατάσεις 2) Διάταση μέσω νευρομυϊκής διευκόλυνσης 3) Τεχνική Mulligan 4) Ομάδα ελέγχου	SLR	1) Στατικές διατάσεις 2) Διάταση μέσω νευρομυϊκής διευκόλυνσης 3) Τεχνική Mulligan 4) Ομάδα ελέγχου ποια είναι πιο αποτελεσματική για την αύξηση του ROM στους οπίσθιους μηριαίους	Ψηφιακό γωνιόμετρο	1) Στατικές διατάσεις=10 set x 30s 10s ανάπαυση 2) Διάταση μέσω νευρομυϊκής διευκόλυνσης=10s κράτα , 10s χαλάρωση 3) Τεχνική Mulligan=3 set	Αύξηση ROM σε όλες τις ομάδες εκτός της ομάδα ελέγχου ($p<0,05$) μια στατιστικά σημαντική διαφορά στην αρχική-τελική τιμή του ROM ($p<0,001$) υπέρ του PNF και της τεχνικής του Mulligan σε σύγκριση με τις στατικές διατάσεις ($p<0,02$ $p<0,016$ αντίστοιχα) δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της τεχνικής Mulligan και PNF ($p=0,920$)
Konrad και συν. 2016	79 άνδρες	Ομάδα 1: στατική διάταση Ομάδα 2: βαλλιστική διάταση Ομάδα 3: PNF διάταση Ομάδα 4: ομάδα ελέγχου	Ραχιαία κάμψη (ROM) Παθητική αντίσταση ροπής (PRT) Μέγιστη εθελοντική συστολή (MVC) Μυοτενόντια διασταύρωση (MTJ)	Ποιο είδος διατάσεις είναι πιο αποτελεσματικό για λειτουργικές και δομικές αλλαγές όπως οι: Ραχιαία κάμψη (ROM) Παθητική αντίσταση ροπής (PRT) Μέγιστη εθελοντική συστολή (MVC) Μυοτενόντια δυσκαμψία	Ηλεκτρονικό γωνιόμετρο (Biovision), ισοκινητικό δυναμόμετρο (CON-TREX, MJ, CMV AG), ηλεκτρομυογράφημα (myop 320AG), υπέρηχος (my lab 60)	Ομάδα 1 : 4 σετ x 30 s & 20 s ανάπαυση Ομάδα 2 : 4 σετ x δυναμική κίνηση σε συχνότητα 1 Hz Ομάδα 3 : 15 s ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής που ακολουθείται από μια υπομέγιστη ισομετρική συστολή (~80% του MVC) της διάτασης των πελματιαίων καμπτήρων για 6 s . Ομάδα 4: 4 λεπτά σε πρηνή θέση.	Αύξηση ROM για την ομάδα 1 = + 4,3 %. Ομάδα 2 = +4,5 %. Ομάδα 3= +3,5 %. Όμως έχουμε μείωση στο PRT για την ομάδα 1 = - 11,4%, ομάδα 2 = - 11,5% , ομάδα 3 = - 13,7% ,στη μυϊκή δυσκαμψία για την ομάδα 1 = -13,1%, ομάδα 2= - 20,3 %, ομάδα 3= - 20,2 % και στη μυοτενόντια δυσκαμψία για την ομάδα 1 = - 11,3 %, ομάδα 2 = - 10, 5 % , ομάδα 3= - 13,7 % .

Επεξηγήσεις πινάκων:

Οι Odunaiya και συν. (2004) μελέτησαν τις επιπτώσεις της διάρκειας των στατικών διατάσεων για την ανελαστικότητα των οπίσθιων μηριαίων. Στην έρευνα συμμετείχαν 60 άτομα (37 άνδρες, 23 γυναίκες) ηλικίας 18-30 ετών με ανελαστικότητα οπίσθιων μηριαίων και δεν είχαν ιστορικό για οσφυαλγία και δυσλειτουργίες κάτω άκρων που απαιτούσε ιατρική παρέμβαση. Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν με τυχαία σειρά σε 6 ομάδες (5 ομάδες στατικών διατάσεων και 1 ομάδα ελέγχου). Η ανελαστικότητα των οπίσθιων μηριαίων προσδιορίστηκε με το έλλειμμα της έκτασης γόνατος (KED) χρησιμοποιώντας την δοκιμασία ενεργητικής έκτασης γόνατος (AKE test). Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε εναλλασσόμενες ημέρες για 6 συνεχόμενες εβδομάδες. Το έλλειμμα έκτασης γόνατος μετρήθηκε για όλες τις ομάδες κατά την έναρξη, εβδομαδιαίως και 7 ημέρες μετά τη διακοπή της παρέμβασης. Το μέσο που χρησιμοποιήσαν ήταν ένα γωνιόμετρο με 2πλο βραχίονα για την μέτρηση του ελλείμματος της έκτασης του γόνατος καθώς και μια συσκευή για την εκπόνηση του AKE (ξύλινο πλαίσιο). Το πρωτόκολλο των στατικών διατάσεων για κάθε ομάδα ήταν το εξής: Ομάδα 1: Στατικές διατάσεις 120 s, Ομάδα 2: Στατικές διατάσεις 90 s, Ομάδα 3: Στατικές διατάσεις 60 s, Ομάδα 4: Στατικές διατάσεις 30 s, Ομάδα 5: Στατικές διατάσεις 15 s, Ομάδα 6: Ομάδα ελέγχου. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στη αρχική τιμή ελλείμματος έκτασης γόνατος των δοκιμαζόμενων, όταν έγινε σύγκριση μεταξύ των 6 ομάδων ($F = 0,33$ $P > 0,05$). Υπήρξε ωστόσο μια σημαντική διαφορά μετά τις 6 εβδομάδες στο έλλειμμα έκτασης σε όλες τις ομάδες ($F = 4,920$ $P < 0,05$). Μόνο η ομάδα 6 (έλεγχος) δεν έδειξε κάποια σημαντική διαφορά στο έλλειμμα έκτασης γόνατος κατά την περίοδο των έξι εβδομάδων. Η σύγκριση για την μετά παρέμβαση χρησιμοποιώντας t-test δεν έδειξε σημαντική διαφορά ($p > 0,05$) στις τιμές για κάθε μία από τις 6 ομάδες. Η μελέτη έδειξε ότι οι στατικές διατάσεις για ανελαστικότητα οπίσθιων μηριαίων για οποιαδήποτε διάρκεια μεταξύ 15 και 120 δευτερόλεπτα για εναλλασσόμενες ημέρες για 6 εβδομάδες αύξησε σημαντικά την ευελιξία τους. Το αποτέλεσμα ήταν επίσης ότι διατηρήθηκε για μέχρι και 7 ημέρες μετά την επέμβαση.

Οι Yuktasir και Kaya (2007) εκπόνησαν μια μελέτη με στόχο ποιο είδος διάτασης είναι πιο αποτελεσματικό για την αύξηση του εύρους κίνησης και κάθετου άλματος. Στην έρευνα συμμετείχαν 28 δοκιμαζόμενοι, οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες. Οι τρεις ομάδες ήταν οι: Ομάδα 1: στατικές διατάσεις, ομάδα 2: PNF, ομάδα 3: ομάδα ελέγχου. Οι συμμετέχοντες για τον έλεγχο του εύρους τροχιάς έκαναν τη δοκιμασία της παθητικής έκτασης γόνατος (PKE) και την δοκιμασία του κάθετου άλματος. Τα μέσα μέτρησης αυτών των δοκιμασιών ήταν ένα Ψηφιακό χρονόμετρο (Newtest 1000) και ένα γωνιόμετρο (Whitehall). Ο αριθμός των προσπαθειών για κάθε ομάδα ήταν για την ομάδα 1: στατική διάταση των 4σετ x 30 s & 10 s ανάπαυση για την ομάδα 2 PNF 10 s ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής, 5 s έκταση ισχίου και πελματιαία κάμψη ποδοκνημικής, 5 s ανάπαυση, 15 s κάμψη ισχίου και ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής. Τα αποτελέσματα της μελέτης για το κάθετο άλμα έδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά για όλες τις ομάδες των διατάσεων, $F(2,27)=0,41$ $p > 0,05$, για το εύρος τροχιάς όμως βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων $F(2,27)=22,91$ $p < 0,05$. Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα αυτών των αναλύσεων φανέρωσαν ότι τόσο οι PNF όσο και οι στατικές διατάσεις έδειξαν μια στατιστικά σημαντική αύξηση στις τιμές του εύρους τροχιάς σε σύγκριση με τα αποτελέσματα της ομάδας ελέγχου.

Οι Yildirim και συν. (2016) διεξήγαγαν μια έρευνα που σκοπός της ήταν να συγκρίνει τα αποτελέσματα των στατικών διατάσεων, της ιδιοδεκτικής νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF) και την διάταση της τεχνικής Mulligan για την αύξηση του εύρους κάμψης του ισχίου σε ασθενείς με αμφοτερόπλευρη ανελαστικότητα των οπίσθιων μηριαίων. Σε αυτήν την έρευνα συμμετείχαν 40 μαθητές με ανελαστικότητα οπίσθιων μηριαίων και οι 26 από αυτούς ολοκλήρωσαν τη μελέτη. Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν σε 4 ομάδες: 1) Στατικές διατάσεις 2)PNF 3) Διάταση τεχνικής Mulligan 4)Ομάδα ελέγχου. Το εύρος της κάμψης του ισχίου εκτιμήθηκε με τη δοκιμασία SLR. Ανελαστικοί θεωρήθηκαν οι δοκιμαζόμενοι με $SLR \leq 70^\circ$. Οι δοκιμαζόμενοι ήταν σε ύπτια θέση και τους τοποθετήθηκε ένα μαξιλάρι κάτω από την οσφυϊκή μοίρα. Το ίδιο μαξιλάρι χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις μετρήσεις. Ομάδα 1 (στατικές διατάσεις): Ο αριθμός των προσπαθειών ήταν 10 σετ x 30" και 10" ανάπαυση. Ομάδα 2 (PNF): Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν μια συστολή για 10 δευτερόλεπτα και χαλάρωση για 10 δευτερόλεπτα, επιτρέποντας το γόνατο να λυγίσει. Τέλος, το πόδι τεντώθηκε και η τεχνική τελείωσε. Ομάδα 3 (τεχνική Mulligan): Οι δοκιμαζόμενοι έκαναν 3 επαναλήψεις. Οι μετρήσεις έγιναν σε 2 χρονικά σημεία (αρχική εκτίμηση ,τελική εκτίμηση). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν μια σημαντική αύξηση ROM στην παθητική κάμψη του ισχίου σε όλες τις ομάδες παρέμβασης μετά από μια περίοδο 4 εβδομάδων ($p < 0,05$), αλλά όχι στην ομάδα ελέγχου. Οι αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν μια στατιστικά σημαντική ($p < 0,001$) διαφορά στο ROM κάμψης ισχίου μεταξύ των ομάδων παρέμβασης. Η μετανάλυση έδειξε ότι η αύξηση ROM στην κάμψη του ισχίου ήταν σημαντικά υψηλότερη τόσο στην τεχνική Mulligan και PNF από τις στατικές διατάσεις ($p = 0.02$ και $p = 0,016$, αντίστοιχα). Δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ της τεχνικής Mulligan και PNF διατάσεις ($p = 0.920$). Η αρχική-τελική διαφορά αξιολόγησης του ROM της κάμψης του ισχίου ήταν παρόμοια με τις στατικές διατάσεις και χωρίς την παρέμβαση των ομάδων ($p = 0,491$).

Οι Konrad και συν. (2016) πραγματοποίησαν μια έρευνα με στόχο να διερευνηθεί η επίδραση των στατικών, βαλλιστικών και νευρομυϊκής διευκόλυνσης διατάσεων και ποια είναι πιο αποτελεσματική για λειτουργικές και δομικές αλλαγές όπως οι: ραχιαία κάμψη (ROM), παθητική αντίσταση ροπής (PRT), μέγιστη εθελοντική συστολή (MVC), μυοτενόντια δυσκαμψία. Στην έρευνα συμμετείχαν 79 άνδρες, οι οποίοι χωρίστηκαν σε 4 ομάδες. Οι τέσσερις αυτές ομάδες ήταν οι: ομάδα 1: στατική διάταση ,ομάδα 2: βαλλιστική διάταση, ομάδα 3: PNF διάταση και ομάδα 4: ομάδα ελέγχου. Οι δοκιμαζόμενοι πέρασαν από κάποιες δοκιμασίες όπως η ραχιαία κάμψη (ROM),η παθητική αντίσταση ροπής (PRT), η μέγιστη εθελοντική συστολή (MVC) και η μυοτενόντια διασταύρωση (MTJ). Τα μέσα μέτρησης των δοκιμασιών ήταν ένα ηλεκτρονικό γωνιόμετρο (Biovision), ένα ισοκινητικό δυναμόμετρο (CON-TREX,MJ,CMV AG), ένα ηλεκτρομυογράφημα (myon 320AG) και ένας υπέρηχος (my lab 60). Ο αριθμός των προσπαθειών για κάθε ομάδα ήταν για την ομάδα 1 : 4 σετ x 30 s & 20 s ανάπαυση, για την ομάδα 2 : 4 σετ x δυναμική κίνηση σε συχνότητα 1 Hz, για την ομάδα 3 : 15 s ραχιαία κάμψη ποδοκνημικής που ακολουθείται από μια υπομέγιστη ισομετρική συστολή (~80% του MVC) της διάτασης των πελματιαίων καμπτήρων για 6 s και για την ομάδα 4: 4 λεπτά σε πρηνή θέση. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι υπήρξε μια αύξηση ROM για την ομάδα 1 = + 4,3 %. Ομάδα 2 = +4,5 %. Ομάδα 3= +3,5 %. Όμως έχουμε μείωση στο PRT για την ομάδα 1 = - 11,4%, ομάδα 2 = - 11,5% , ομάδα 3 = - 13,7% ,στη μυϊκή δυσκαμψία για την ομάδα 1 = -13,1%, ομάδα 2= - 20,3 %, ομάδα 3= - 20,2 % και στη μυοτενόντια δυσκαμψία για την ομάδα 1 = -11,3 %, ομάδα 2 = - 10, 5 %, ομάδα 3= - 13,7 %. Εν κατακλείδι, η πολυπαραγοντική ανάλυση δεν έδειξε καμία κλινικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων διάτασης.

2.2. Θερμοθεραπεία

Το θερμό χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια από τότε που αποκτήθηκε η πρόσβαση σε θερμές πηγές, λουτρά, σε ζεστές πέτρες καθώς και σε άλλα μέσα που διατηρούν το σώμα ζεστό, για την ανακούφιση του ανθρώπου από τον πόνο.

2.2.1. Φυσιολογικές επιδράσεις θερμοθεραπείας

Οι φυσιολογικές επιδράσεις της θερμοθεραπείας είναι ίδιες τόσο για την θέρμανση εξ επαφής όσο και για την θέρμανση ακτινοβολίας. Οι επιδράσεις των μεθόδων θέρμανσης των ιστών εκδηλώνονται:

- Στην κυτταρική λειτουργία
- Κυκλοφορία του αίματος (ρυθμός αιματικής ροής, αύξηση οιδήματος και αιμορραγίας κυρίως στα πρώτα στάδια τραυματισμού)
- Στο κολλαγόνο
- Στον νευρικό ιστό(πόνος, σπασμός)
- Στο μυ (ρυθμός μυϊκής συστολής και παραγόμενης ισχύς)
- Στην ικανότητα επιδιόρθωσης των ιστών (Watson, 2011)

Αξίζει να αναφερθεί ότι η επίδραση του ψυχρού και των τεχνικών αύξησης της θερμοκρασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί, συχνότερα στα εναλλασσόμενα λουτρά. Τα εναλλασσόμενα λουτρά αποτελούνται από 2 δοχεία με νερό σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Στο ένα δοχείο το νερό βρίσκεται στους 40-42° C (σε αυτό εμβαπτίζεται το μέλος για 3 έως 4 λεπτά) ενώ το άλλο δοχείο είναι γεμάτο με ψυχρότερο νερό, στους 15-20° C, (σε αυτό εμβαπτίζεται το μέλος για 1 λεπτό). Το μέλος του σώματος βυθίζεται σε κάθε δοχείο εναλλάξ. Η συνήθης πρακτική λέει, η θεραπεία να ξεκινά και να τελειώνει με τη βύθιση του μέλους στο θερμότερο λουτρό. Οι Lehmann και Lateur (1990) προτείνουν το μέλος να βυθίζεται για 10 λεπτά στο θερμό λουτρό πριν από την εφαρμογή του ψυχρότερου λουτρού, ώστε να επιτευχθεί υπεραιμία.

Λίγες μελέτες έχουν εξετάσει την αποτελεσματικότητα των εναλλασσόμενων λουτρών, όμως γενικά θεωρείται, ότι στην αποτελεσματικότητα της θεραπείας αυτής μπορεί να εμπλέκονται παράγοντες όπως η υπεραιμία, η ελάττωση του οιδήματος λόγω αγγειοδιαστολής (Woodmansey και συν., 1938) και ανακούφιση από τον πόνο ,μέσω της θεωρίας της πύλης του πόνου (Lehmann και Lateur, 1999). Ο Myrer και συν. (1994) απέδειξε ότι τα εναλλασσόμενα λουτρά δεν μπορούν να αυξήσουν την ενδομυϊκή θερμοκρασία

2.2.2. Μέθοδοι θερμοθεραπείας

2.2.3.Επιπολής / επιφανειακή θερμοθεραπεία :

- Θερμά επιθέματα
- Θερμό δινόλουτρο
- Παραφινόλουτρο
- Υπέρουθρη ακτινοβολία
- Υπεριώδης ακτινοβολία
- Θερμαντικές κρέμες

Θερμά επιθέματα: Υπάρχουν δύο είδη θερμών επιθεμάτων, τα επιθέματα ξηρής θερμότητας και τα επιθέματα υγρής θερμότητας. Τα επιθέματα ξηρής θερμότητας θερμαντικά τζελ, ζεστό νερό, σπόρους σιταριού, ηλεκτρικά ή χημικά στοιχεία που παράγουν θερμότητα. Η θερμοκρασία του επιθέματος επέρχεται σε 40-42°C. Τα υγρά επιθέματα καταβυθίζονται σε ζεστό νερό σε θερμοκρασία 36-41°C. Η μεταφορά της θερμότητας καθώς και ο ρυθμός θέρμανσης των ιστών είναι ίδιος και για τους δύο τύπους, ωστόσο προτιμάται περισσότερο η χρήση των υγρών επιθεμάτων αφού τα ξηρά χάνουν γρηγορότερα την θερμότητά τους. Η συνεχής αντικατάσταση των θερμών επιθεμάτων κατά την διάρκεια της θεραπείας αποφέρει θέρμανση των ιστών, χωρίς σημαντικές αλλαγές στην θερμοκρασία των υποδόριων ιστών.



Εικόνα 5: Θερμά και ψυχρά επιθέματα. Προσαρμοσμένο από: http://christofilopoulos.gr/wp-content/uploads/2015/04/komp_softy_002.jpg

Θερμό δινόλουτρο: Είναι ένα μεταλλικό δοχείο σε διάφορα μεγέθη, όπου σε μικρά μπορεί να χωρέσει ένα μέλος του σώματος του ασθενούς ενώ σε μεγάλα ο ασθενής μπορεί να καθίσει μέσα στο δινόλουτρο. Η δίνη αναφέρεται στην περιδίνηση που παράγεται από το ρεύμα αέρα που παράγει μια ηλεκτρική αντλία η οποία αναμειγνύεται νερό και αέρα σε ένα ρεύμα, η θερμοκρασία του νερού ρυθμίζεται ανάλογα με από πού θεραπευτικούς στόχους, συνήθως μεταξύ 36-45°C. Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι η θερμοκρασία των υποδόριων ιστών αυξάνεται με την εφαρμογή θερμού δινόλουτρου, επομένως αυξάνεται και η αιματική ροή (Borrel και συν., 1980). Ωστόσο υπάρχουν και στοιχεία που αποδεικνύουν επιδείνωση του οιδήματος ,αφού αυξάνεται ο όγκος των ιστών σε υγιείς και ασθενείς (Magness και συν.,1970). Αντενδείκνυται σε άτομα με ατροφικό δέρμα καθώς υπάρχει κίνδυνος δερματικής μόλυνσης.



Εικόνα 6: Θερμό δινόλουτρο. Προσαρμοσμένο από:<https://www.xtr.gr/images/companies/1/Products/Articles/Zesti%20I%20Kruo/18.jpg?1455108735331>

Παραφινόλουτρο: Η παραφίνη διατηρείται σε ημίρρευστη κατάσταση σε λουτρό από ανοξείδωτο ασάλι, το οποίο θερμαίνεται ηλεκτρικά. Το κερί της παραφίνης τήκεται σε 54°C είναι απαραίτητα τα περισσότερα παραφινόλουτρα να διατηρούν μια θερμοκρασία μεταξύ 42-50°C. Η θερμοκρασία διατηρείται σταθερή μέσω ενός θερμοστάτη. Η εφαρμογή στο άνω άκρο ρυθμίζεται σε ανώτερες θερμοκρασίες ενώ στο κάτω άκρο χαμηλότερες. Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή του παραφινόλουτρου είναι τεχνική εμπύθισης και περιτύλιξης. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται 6-12 φορές, ώσπου να σχηματιστεί ένα "γάντι" από κερί. Κατόπιν το "γάντι" τοποθετείται σε μια σακούλα και ο θεραπευτής την τυλίγει μια πετσέτα. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η τεχνική καταβύθισης-επαναβύθισης, όπου μετά τον σχηματισμό του "γαντιού" το άκρο ξαναβυθίζεται μέσα στο παραφινόλουτρο (Robertson και συν., 2006, Watson και συν., 2008).



Εικόνα 7: Παραφινόλουτρο Προσαρμοσμένο από: https://www.kifidis-orthopedics.gr/sites/default/files/1384509048_st-paral10.jpg

Υπέρυθρη ακτινοβολία: Η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι ένα φυσικό μέσο επιπολής θερμοθεραπείας. Χρησιμοποιείται για την επίτευξη αναλγησίας, αύξηση εύρους τροχιάς, αύξηση ελαστικότητας των αρθρώσεων, στην αποφυγή τραυματισμών των μαλακών ιστών και στην αποκατάσταση δερματοπαθειών. Οι πηγές της Υ/Α είναι δύο ειδών φυσικές και τεχνικές. Η υπέρυθρη ακτινοβολία προκαλεί άνοδο της θερμοκρασίας των ιστών που την απορροφούν.

Υπεριώδης ακτινοβολία: Η υπεριώδης ακτινοβολία έχει κοινά χαρακτηριστικά με το ορατό φως, όσον αφορά την αντανάκλαση, την διάθλαση είτε την απορρόφηση. Η διαφορά είναι πως η υπεριώδης ακτινοβολία απορροφάται σε μεγαλύτερο βαθμό από τον αέρα αλλά και από τους βιολογικούς ιστούς. Έπειτα η UVR μεταδίδει περισσότερη ενέργεια από ότι η ορατή ακτινοβολία γεγονός που δημιουργεί χημικές μεταβολές, εκτός της θερμότητας, εκεί που απορροφάται. Αποτελείται από UV-A, UV-B ΚΑΙ UV-C. Κυρίως χρησιμοποιείται σε ασθένειες όπως η ψωρίαση, η ακμή κα η λεύκη (Watson και συν., 2008, Robertson και συν., 2006).

2.2.4. Εν τω βάθει θερμοθεραπεία

- Διαθερμίες βραχέων κυμάτων
- Διαθερμίες μικροκυμάτων
- Υπέρηχοι
- Laser

Διαθερμία βραχέων κυμάτων: Η διαθερμία βραχέων κυμάτων παράγει ηλεκτρικά ή μαγνητικά πεδία, που εναλλάσσονται με υψηλή συχνότητα. Διακρίνεται σε δύο μορφές την συνεχή και την παλμική. Η διαθερμία βραχέων κυμάτων εκπέμπει σε τρεις συχνότητες .Αυτές είναι η συχνότητα 40.68 MHz με μήκος κύματος 7.5 m, η συχνότητα των 13.56 με μήκος κύματος 22m και η συχνότητα των 22.12 MHz με μήκος κύματος 11m. Η συχνότητα των 27.12 MHz είναι η πιο γνωστή. Η εκπομπή από πού συσκευής βραχέων κυμάτων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- με την χρήση από πού τεχνικής τύπου χωρητική-πυκνωτή, οι ιστοί επηρεάζονται κυρίως από το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ των ηλεκτροδίων. Ένα ζεύγος ηλεκτροδίων συνδέεται στην έξοδο από πού συσκευής και το τμήμα του σώματος υπό αγωγή τοποθετείται ανάμεσα στα δύο ηλεκτρόδια.
- τεχνική επαγωγικού πηνίου, ένα μονωμένο καλώδιο σαν πηνίο τυλίγεται γύρω από το μέρος του σώματος υπό αγωγή. Οι ιστοί επηρεάζονται από μαγνητικό πεδίο από το οποίο επάγονται ταλαντευόμενα ρεύματα εντός των ιστών.



Εικόνα 8: Διαθερμία βραχέων κυμάτων. Προσαρμοσμένο από:http://www.athensphysiocenter.gr/admin/uploads/image/equipment_photos/diathermia.JPG

Διαθερμία μικροκυμάτων: Η μικροκυματική εκπέμπει σε δύο συχνότητες σε 2456. Η και σε 915 MHz. Τα μικροκύματα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για θεραπευτικούς λόγους επειδή απορροφώνται πιο γρήγορα από ιστούς με υψηλή περιεκτικότητα σε νερό και ιόντα, όπως ο μυϊκός ιστός. Αντίθετα απορροφώνται λιγότερο από τον λιπώδη ιστό και τα οστά. Συμπερασματικά είναι μια αποτελεσματική τεχνική για την θέρμανση των εν τω βάθει ιστών, ειδικά για τον μυ που βρίσκεται κάτω από το λίπος.



Εικόνα 9: Διαθερμία μικροκυμάτων. Προσαρμοσμένο από: <http://christofilopoulos.gr/wp-content/uploads/2015/04/endosan-204x300.jpg>

Laser: Τα laser είναι μια συσκευή που ενισχύει ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα έτσι ώστε να παραχθεί μια λεπτή δέσμη ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με χαρακτηριστικές ιδιότητες. Η λεπτή δέσμη του laser σημαίνει ότι η ενέργεια του κύματος είναι επικεντρωμένη πάντοτε στην ίδια περιοχή: η ένταση δεν ελαττώνεται πολύ με την απόσταση, καθώς δεν σκεδάζεται η δέσμη.

Τύποι laser:

- Ρουβινίου (σαπφείρου): μήκος κύματος 694.3, ακτινοβολία ερυθρού φωτός
- Ηλίου/ νέου: μήκος κύματος 632.8, ακτινοβολία ερυθρού φωτός
- Γαλίου/αρσενικού: 630 ως 1500, ακτινοβολία ερυθρής ως υπέρυθρης
- Διοξειδίου του άνθρακα: μήκος κύματος 10600, υπέρυθη ακτινοβολία

Ταξινόμηση Laser:

- Τάξη 1: χαμηλή ισχύς, καμία επίδραση σε δέρμα και οφθαλμούς, χρήση δείκτη laser για ανάγνωση κωδικών
- Τάξη 2: χαμηλή ισχύς μέχρι και 1 mW, ασφαλές για το δέρμα, προστασία οφθαλμών από αντίδραση αποστροφής, χρήση θεραπευτικών laser
- Τάξη 3 A: χαμηλή – μέση ισχύς μέχρι και 5mW, χρήση οπτικών βοηθημάτων γιατί η θέασή του ίσως είναι επικίνδυνη, χρήση θεραπευτικών laser
- Τάξη 3 B: μέση ισχύς μέχρι και 500mW, η θέασή του μπορεί να είναι επικίνδυνη, θεραπευτικά laser
- Τάξη 4&5: υψηλή ισχύς πάνω από 500mW, επικίνδυνο για το δέρμα και τον οφθαλμό, στην χρήση καταστροφικής χειρουργικής

Θεραπευτικές εφαρμογές του Laser

- Επούλωση των ιστών
- Μυοσκελετικός πόνος
- Σημεία πυροδότησης (trigger points)
- Σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα
- Οίδημα
- Λεμφοίδημα
- Σύνδρομο Raynaud
- Φυματίωση

Υπέρηχος: Ο υπέρηχος σχετίζεται με την εφαρμογή ακουστικής ενέργειας της ιστούς, είναι ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας που δεν είναι ευδιάκριτα με γυμνό μάτι. Για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή του υπερήχου απαραίτητοι είναι συγκεκριμένοι παράμετροι λειτουργίας που είναι οι εξής παρακάτω:

- συχνότητα συσκευής
- είδος υπέρηχου
- ένταση
- έκταση θεραπευμένης περιοχής
- διάρκεια συνεδρίας
- κίνηση κεφαλής ή όχι
- διάμεσο
- συχνότητα θεραπειών

Συνήθως ο υπέρηχος έχει δύο συχνότητες 1MHz ή 3MHz. Η πρώτη συχνότητα εμφανίζει μεγαλύτερη διεισδυτικότητα και μικρότερη απορροφητικότητα, αντίθετα η συχνότητα 3MHz παρουσιάζει τα αντίστροφα αποτελέσματα. Το είδος του υπερήχου είναι είτε συνεχές είτε παλμικό. Ο συνεχόμενος υπέρηχος επιτυγχάνει θερμικά οφέλη αφού φθάσει η συνολική ενέργεια στους ιστούς, ενώ με τον παλμικό φθάνει στους ιστούς ένα μέρος της ενέργειας με στόχο να παραχθούν μη θερμικά αποτελέσματα. Η ένταση του υπερήχου κυμαίνεται μεταξύ 0.1-0.3 W/cm². Στο συνεχόμενο υπέρηχο η εφαρμοσμένη ένταση είναι υψηλή (γύρω 2W/cm). Ενώ αν χρησιμοποιείται ο παλμικός υπέρηχος η ένταση είναι χαμηλή, σε οξύ στάδιο 0,1W /cm², 3W/cm², σε υποξύ μεταξύ 0,2-0,5 W/cm² και σε χρόνιο μεταξύ 0,8-1W/cm². Είναι σαφές λοιπόν ότι ο παλμικός υπέρηχος χρησιμοποιείται σε όλα τα στάδια της επούλωσης, αντίθετα ο συνεχόμενος υπέρηχος χρησιμοποιείται σε χρόνιο στάδιο, αφού η θερμότητα αντενδείκνυται σε στάδιο φλεγμονής (Φουσέκης, 2015). Πολυάριθμες μελέτες έδειξαν ότι η εφαρμογή του παλμικού υπέρηχου χαμηλής έντασης επιφέρει θετικές επιδράσεις στην επούλωση των οστών σε αθλητές (Leung, 2004).

Ο χρόνος θεραπείας του υπερήχου κυμαίνεται από 1-20 λεπτά, ωστόσο πρακτικά η χρονική διάρκεια κυμαίνεται από 5-10. Ο χρόνος καθορίζεται ανάλογα με της εξής παραμέτρους:

- με το είδος του τραυματισμού (οξύ ή χρόνιο)
- με τα επιθυμητά αποτελέσματα (θερμικά ή μη)
- με το μέγεθος της τραυματισμένης περιοχής
- με την συχνότητα του υπερήχου

Θα πρέπει να αναφερθούν τα μέσα τα οποία χρησιμοποιούνται στον υπέρηχο εφόσον τα υπερηχητικά κύματα δεν μεταφέρονται στον αέρα, τα οποία είναι:

- ειδική γέλη (θιξοτροπική γέλη)
- νερό
- διάφορα αντιφλεγμονώδη φάρμακα (φωνοφόρηση)

Το πιο συχνό μέσο είναι το τζελ, το νερό εφαρμόζεται σε οστικές προεξοχές και σε ευαίσθητες περιοχές ενώ η φωνοφόρηση (μεταφορά ιόντων φαρμακευτικών ουσιών της ιστούς μέσω υπερήχων) δεν χρησιμοποιείται τόσο.

Θερμικές επιδράσεις

Οι Lehman και Lateur (1982) αναφέρουν πως αφού οι υπέρηχοι διαπερνούν τους ιστούς ένα μέρος της απορροφάται προκαλώντας θέρμανση των ιστών. Το ποσοστό της ενέργειας της οποίας θα απορροφηθεί από τους ιστούς εξαρτάται άμεσα από την φύση του ιστού, την αγγείωσή του και από την συχνότητα της εφαρμογής του υπέρηχου. Πιο συγκεκριμένα οι ιστοί που είναι πλούσιοι σε πρωτεΐνες απορροφούν μεγαλύτερο ποσοστό υπερήχων, ενώ οι ιστοί πλούσιοι σε λίπος απορροφούν μικρότερο ποσοστό. Έπειτα σημαντικός παράγοντας για το ποσοστό που θα απορροφηθεί από της ιστούς αποτελεί και η συχνότητα εκπομπής των υπερήχων, όσο πιο υψηλή τόσο περισσότερο ποσοστό απορρόφησης. Η αύξηση θερμοκρασίας της ιστού μεταξύ 40-45° C για 5 λεπτά επιφέρει σημαντικό βιολογικό θεραπευτικό αποτελέσματα. Τα επιθυμητά θεραπευτικά αποτελέσματα τα οποία θα επιτευχθούν είναι:

- ανακούφιση του άλγους
- ελάττωση σκληρότητας της άρθρωσης
- αύξηση αιματικής ροής

Μη θερμικές επιδράσεις

Ο όρος μη θερμική αντιπροσωπεύει την μη συγκέντρωση θερμότητας της ιστούς. Οι μη θερμικές επιδράσεις των υπερήχων καθορίζουν την θεραπευτική δράση της παρεμβαίνοντας στα εξής:

- αναγέννηση ιστών (Dyson και συν., 1968)
- βελτίωση μαλακών μορίων (Watson 2006)
- αύξηση αιματική ροής (Hogan και συν., 1982)
- πρωτεϊνική σύνθεση (Webster 1978)
- επιδιόρθωση ιστών (Malizos και συν., 2006)

Εφαρμογή

Βασικά στοιχεία για την εφαρμογή του θεραπευτικού υπέρηχου αποτελούν:

- Επιλογή κατάλληλης θεραπευτικής συσκευής
- Βαθμονόμηση συσκευής
- Επιλογή κατάλληλου συζευκτικού μέσου
- Καθορισμός συχνότητας εκπομπής υπερήχων
- Ρύθμιση έντασης υπερήχων
- Εφαρμογή συνεχούς ή παλμικού υπέρηχου
- Καθορισμός συχνότητας και διάρκειας θεραπείας
- Έλεγχος ύπαρξης αντενδείξεων εφαρμογής υπερήχων για τον ασθενή είτε για τον θεραπευτή (Fu και συν., 2008).

Σύμφωνα με της μελέτες λόγω της υψηλής συχνότητας εμφάνισης τραυματισμών των τενόντων έχει μελετηθεί μη φαρμακολογικές θεραπευτικές μέθοδοι για την επιτάχυνση επιδιόρθωσης των ιστών συμπεριλαμβανομένων των θεραπευτικών υπερήχων (Neves και συν., 2011). Ο υπέρηχος έχει χρησιμοποιηθεί για την θεραπεία μυοσκελετικών βλαβών και ιδιαίτερα σε ιστούς με υψηλό ποσοστό κολλαγόνων ινών (Piedade και συν., 2008 Romano και συν., 2010). Οι φυσιολογικές αποκρίσεις που εμπλέκονται στην επιδιόρθωση του μαλακού ιστού, όταν εκείνος υποβάλλεται σε υπέρηχο είναι οι ακόλουθες:

- Επιτάχυνση φλεγμονώδων αποκρίσεων
- Προώθηση απελευθέρωσης ισταμίνης, μακροφάγων και μονοκυττάρων
- Αύξηση κυτταρικού μεταβολισμού
- Σύνθεση κολλαγόνου
- Μείωση οιδήματος και πόνου (Harvey και συν., 1975)

Αντενδείξεις:

- Εγκυμοσύνη
- Αγγειακές ανωμαλίες συμπεριλαμβανομένου, της εν τω βάθει φλεβικής θρόμβωσης, της εμβολής και σε σοβαρή αθηροσκλήρωση
- Σε περιοχές με μειωμένη αισθητικότητα
- Σε οξείες λοιμώξεις
- Σε ευαίσθητες περιοχές της: οφθαλμός, καρδιακή περιοχή σε προχωρημένη καρδιακή νόσο, νωτιαίος μυελός μετά από πεταλεκτομή σε πολλαπλά επίπεδα και της γενετικούς αδένες
- Στην επίφυση αναπτυσσόμενου οστού νεαρών ατόμων
- Σε ασθενείς με αιμορραγική διάθεση
- Σε ιστούς με φτωχή αιμάτωση (Watson, 2006)

Επίδραση του υπέρηχου στην ευλυγισία

Σύμφωνα με τους Morishita και συν. (2014). Ο υπέρηχος παρέχει θερμότητα της εν τω βάθει μύες με αποτέλεσμα την καλύτερη ευλυγισία των κολλαγόνων και μυϊκών ινών. Τα θεραπευτικά αποτελέσματά του περιλαμβάνουν:

- χαλαρή μυϊκή σύσπαση
- καλύτερη πρόσφυση
- μείωση δυσκαμψίας της άρθρωσης
- μείωση πόνου
- μείωση μυϊκής δυσκαμψίας

Όνομα & χρονολογία	Δείγμα	Παρέμβαση	Δοκιμασίες	Σύγκριση	Μέσο μέτρησης	Αριθμός προσπαθειών	Αποτελέσματα
Akbari και συν., 2006	50 αγόρια(12-14 ετών)	Ομάδα 1: παρέμβαση με υπέρηχο Ομάδα 2: υπέρηχος και διάταση 15 δευτερόλεπτα με 10 δευτερόλεπτα ανάπαυση 2 σετ Ομάδα 3: υπέρηχος και διάταση 30 δευτερόλεπτα με ανάπαυση 10 δευτερόλεπτα 2 σετ Ομάδα 4: διάταση 15 δευτερόλεπτα με 10 δευτερόλεπτα ανάπαυση 2 σετ Ομάδα 5: διάταση 30 δευτερόλεπτα 10 δευτερόλεπτα ανάπαυση 2 σετ	Παθητική έκταση γόνατος(P KE ROM)	Η αποτελεσματικότητα της εφαρμογής υπερήχου συνδυαστικά με διατάσεις στην παθητική έκταση γόνατος για την ευλυγισίας οπίσθιων μηριαίων	γωνιόμετρο	Ομάδα 1: παρέμβαση με υπέρηχο(ισχύς 2W/cm 1MHz συνεχής για 5 λεπτά) Ομάδα 2: υπέρηχος και διάταση 15 δευτερόλεπτα με 10 δευτερόλεπτα ανάπαυση 2 σετ Ομάδα 3: υπέρηχος και διάταση 30 δευτερόλεπτα με ανάπαυση 10 δευτερόλεπτα 2 σετ Ομάδα 4: διάταση 15 δευτερόλεπτα με 10 δευτερόλεπτα ανάπαυση 2 σετ Ομάδα 5: διάταση 30 δευτερόλεπτα 10 δευτερόλεπτα ανάπαυση 2 σετ	Ομάδα 1: η παθητική έκταση αυξήθηκε από $160,2^{\circ} \pm 7,9^{\circ}$ έως $163,5^{\circ} \pm 7,5^{\circ}$ ($p=0,001$) Ομάδα 2: από $161,1^{\circ} \pm 6,9^{\circ}$ έως $166,5^{\circ} \pm 5,9^{\circ}$ ($p<0,001$). Ομάδα 3: από $163,5^{\circ} \pm 6,7$ έως $171,2^{\circ} \pm 5,9^{\circ}$ ($p<0,0001$). Ομάδα 4: $161^{\circ} \pm 11,8^{\circ}$ ($p=0,005$) Ομάδα 5: από $166,1^{\circ} \pm 5,6$ έως $171,1^{\circ} \pm 4,4^{\circ}$ ($p=0,001$)
Magalhães και συν. 2015	32 εθελοντές	Ομάδα 1: ομάδα ελέγχου Ομάδα 2: PNF Ομάδα 3: PNF και κρουοθεραπεία Ομάδα 4: PNF και υπέρηχος	Wells' bench, test για την μέτρηση έκτασης γόνατος	Η αποτελεσματικότητα των διατάσεων PNF σε συνδυασμό με κρουοθεραπεία και θερμοθεραπεία στην ευλυγισία οπίσθιων	Γωνιόμετρο	Ομάδα 2: PNF 4 σετ x 30 δευτερόλεπτα 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες Ομάδα 3: PNF 4 σετ x 30 δευτερόλεπτα 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες και κρουοθεραπεία 20 λεπτά Ομάδα 4: PNF 4 σετ x 30 δευτερόλεπτα 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες και υπέρηχος με συχνότητες 1MHz	Έγινε one way anova και δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τελικών τιμών ($p=0,001$). Δεν διαπίστωθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τελικές τιμές οι οποίες διέφεραν από την ομάδα ελέγχου(ομάδα ελέγχου vs. ομάδα 2 $p=0,002$ ομάδα ελέγχου vs. ομάδα 3 $p=0,008$ ομάδα ελέγχου vs. ομάδα 4 $p=0,002$. Για την έκταση του γόνατος συγκρίθηκαν οι αρχικές και οι τελικές τιμές με μονόδρομη ANOVA ($p=0,007$) πριν την παρέμβαση. Μετά την

				μηριαίων		συνεχή με ένταση 1W/cm ² για 5 λεπτά	παρέμβαση p=0,000. Αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αρχικών και των τελικών τιμών. Ομάδα 1 vs. ομάδα 2 p=0,001. Ομάδα 1 vs. ομάδα 3 p=0,001. Ομάδα 1 vs. ομάδα 4 p=0,002
Cho και συν 2016	30 υγιείς φοιτητές	Πρώτη παρέμβαση foam roller για 7 ημέρες. Δεύτερη παρέμβαση foam roller συνδυαστικά με εφαρμογή υπερήχου	Τεστ ευλυγισίας και ιδιοδεκτικότητας της άρθρωσης του ισχίου	Η αποτελεσματικότητα του foam roller συνδυαστικά με την εφαρμογή υπερήχου στην ευλυγισία οπίσθιων μηριαίων	Sit and reach τεστ, κλινόμετρο	Πρώτη συνθήκη: foam roller Δεύτερη συνθήκη: foam roller και υπέρηχος 15 λεπτά(συχνότητα 1MHz ισχύ 3W ταχύτητα 2cm/sec	Αποτελεσματικότερη παρέμβαση αποδείχθηκε το foam roller

Πίνακας 5: Συγκριτικός πίνακας θεραπευτικού υπερήχου σε συνδυασμό με άλλες θεραπευτικές μεθόδους

Επεξηγήσεις πινάκων:

Οι Akbari και συν. (2006) υποστηρίζουν ότι υπάρχουν δύο τρόποι εξήγησης της αύξησης της ευλυγισίας με υπέρηχους. Η πρώτη εξήγηση μπορεί να βρεθεί κατά την εξέταση του πιθανού αγγειακού μηχανισμού που εμφανίζεται λόγω των θερμικών επιδράσεων του συνεχούς υπέρηχου. Δεύτερον οι ιστοί μπορούν να χαρακτηρισθούν από την ακουστική τους αντίσταση, το προϊόν της πυκνότητά τους και την ταχύτητα με την οποία ο υπέρηχος ταξιδεύει μέσα από αυτό. Για την αποκατάσταση της ευλυγισίας έχουν μελετηθεί συνδυαστικά ο υπέρηχος με τις διατάσεις. Πραγματοποιήθηκε μια έρευνα με σκοπό να προσδιορίσει την παθητική έκταση γόνατος σε ανελαστικούς οπίσθιους μηριαίους και να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μέσω του θεραπευτικού υπέρηχου και της διάτασης. Στη έρευνα συμπεριλήφθησαν 50 αγόρια 12-14 ετών, οι οποίοι συμπεριελήφθησαν στην μελέτη εφόσον είχαν SLR ίσο ή μικρότερο των 70° σύμφωνα με το τεστ παθητικής έκτασης γόνατος. Υπήρχαν 5 ομάδες.

Ομάδα 1: παρέμβαση με υπέρηχο

Ομάδα 2: υπέρηχος και διάταση 15 δευτερόλεπτα με 10 δευτερόλεπτα ανάπαυση 2 σετ

Ομάδα 3: υπέρηχος και διάταση 30 δευτερόλεπτα με ανάπαυση 10 δευτερόλεπτα 2 σετ

Ομάδα 4: διάταση 15 δευτερόλεπτα με 10 δευτερόλεπτα ανάπαυση 2 σετ

Ομάδα 5: διάταση 30 δευτερόλεπτα 10 δευτερόλεπτα ανάπαυση 2 σετ

Η θεραπεία με υπέρηχο χορηγήθηκε και για τις 3 ομάδες με τις εξής παραμέτρους: ισχύς 2W/cm² και συχνότητα 1 MHz συνεχώς 5 λεπτά στους έσω και έξω οπίσθιους μηριαίους 2 λεπτά για κάθε τένοντα και ανάμεσα στους δύο τένοντες 1 λεπτό.

Έγινε παθητική έκταση γόνατος (PKE) και στις 5 ομάδες για να φανούν οι διαφορές πριν και μετά. Στην ομάδα 1 η παθητική έκταση αυξήθηκε από 160,2° ± 7,9° έως 163,5° ± 7,5° (p=0,001). Στην ομάδα 2: από 161,1° ± 6,9° έως 166,5° ± 5,9° (p<0,001). Στη ομάδα 3: από 163,5° ± 6,7 έως 171,2° ± 5,9° (p<0,0001). Στην ομάδα 4: 161° ± 11,8° (p=0,005) και τέλος στην ομάδα 5: από 166,1° ± 5,6 έως 171,1° ± 4,4° (p=0,001). Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις πέντε ομάδες πριν και μετά την παρέμβαση πριν (p=0,48) και μετά (p=0,059). Ωστόσο τα μεγαλύτερα οφέλη παρατηρήθηκαν στην ομάδα 3 με την συνδυαστική θεραπεία του υπέρηχου με την διάταση που διήρκεσε 30 δευτερόλεπτα.

Οι Magalhaes και συν. (2015) πραγματοποίησαν μια έρευνα με σκοπό να εξεταστεί την αποτελεσματικότητα των διατάσεων νευρομυϊκής διευκόλυνσης σε συνδυασμό με κρουοθεραπεία και θερμοθεραπεία σε οπίσθιους μηριαίους. Στην έρευνα έλαβαν μέρος 32 υγιή άτομα 14 άνδρες και 18 γυναίκες (20-25 ετών) τα οποία χωρίστηκαν σε 4 ομάδες. Όλοι οι συμμετέχοντες υπέγραψαν έντυπο συγκατάθεσης. Η ομάδα 1 ήταν η ομάδα ελέγχου, στην ομάδα 2 εκτελέστηκαν διατάσεις PNF 4 σετ x 30 δευτερολέπτων 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Η ομάδα 3 ακολούθησε το ίδιο πρωτόκολλο όσον αφορά τις διατάσεις αλλά με προηγούμενη εφαρμογή κρουοθεραπείας επιθέματα θερμοκρασίας 0° έως 5° για 20 λεπτά τοποθετημένα στους οπίσθιους μηριαίους. Η ομάδα 4 αντίστοιχα ακολούθησε το ίδιο πρωτόκολλο αλλά είχε προηγηθεί η εφαρμογή θεραπευτικού υπέρηχου συχνότητας 1MHz συνεχή, με ένταση 1W/cm² για 5 λεπτά. Τα τεστ που χρησιμοποιήθηκαν πριν και μετά τις παρεμβάσεις ήταν το Well's bench test καθώς μετρήθηκε και η γωνία έκτασης γόνατος. Έγινε one way anova και δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τελικών τιμών (p=0,001). Δεν διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τελικές τιμές οι οποίες διέφεραν από την ομάδα ελέγχου(ομάδα ελέγχου vs. ομάδα 2 p=0,002 ομάδα ελέγχου vs. ομάδα 3 p=0,008 ομάδα ελέγχου vs. ομάδα 4 p=0,002. Για την έκταση του γόνατος συγκρίθηκαν οι αρχικές και οι τελικές τιμές με μονόδρομη ANOVA (p=0,007) πριν την παρέμβαση. Μετά την παρέμβαση p=0,000. Αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των αρχικών και των τελικών τιμών. Ομάδα 1 vs. Ομάδα 2 p=0,001. Ομάδα 1 vs. Ομάδα 3 p=0,001. Ομάδα 1 vs. Ομάδα 4 p=0,002. Συμπερασματικά όλες οι τεχνικές αύξησαν την ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων και αυξημένο ROM συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου και αποδεικνύεται ότι οι διατάσεις PNF είναι η πιο κατάλληλη μέθοδος εφόσον δεν απαιτεί περαιτέρω εξοπλισμό και μπορεί να εκτελεστεί ευκολότερα από τον θεραπευτή.

Οι Cho και συν. (2016) σε άλλη έρευνα που διεξήχθη με στόχο να διευρυνθούν τα θετικά αποτελέσματα της μυϊκής ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων συνδυάστηκε η εφαρμογή της αυτομάλαξης με foam roller και του υπερήχου. Στην μελέτη συμμετείχαν 30 υγιείς φοιτητές οι οποίοι πραγματοποίησαν δύο συνθήκες. Στην πρώτη συνθήκη έκαναν αυτομάλαξη με foam roller για 7 ημέρες και στη δεύτερη συνθήκη πραγματοποίησαν αυτομάλαξη με foam roller συνδυαστικά με υπέρηχο για 15 λεπτά. Έγιναν προ και μετά τις συνθήκες τεστ για την αξιολόγηση της ευλυγισίας και της ιδιοδεκτικότητας της άρθρωσης του ισχίου. Η αυτομάλαξη με foam roller είχε ευεργετικές επιδράσεις στην βελτίωση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων αλλά η προσθήκη υπερήχου δεν έδειξε καμιά ευεργετική επίδραση.

Σε άλλη μελέτη που πραγματοποιήθηκε με σκοπό να εξεταστούν οι άμεσες επιδράσεις στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μετά την εφαρμογή επιθεμάτων υγρής θερμότητας επιφανειακής θέρμανσης και την εφαρμογή υπερήχου εν τω βάθει με συχνότητα 1MHz, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή του υπερήχου είχε ευεργετικές επιδράσεις σε σχέση με τα επιφανειακά επιθέματα στην εκτασιμότητα των οπίσθιων μηριαίων μυών (Lounsberry και Lee, 2008).

2.3. Περιτονία

Περιτονία χαρακτηρίζεται ο συνδετικός ιστός που βελτιώνει την δομή και την λειτουργικότητα του σώματος και χαρακτηρίζεται από ακανόνιστη κατανομή των ινώδων στοιχείων. Αντίθετα με τους ιστούς που περιέχουν παράλληλες διατάξεις όπως είναι οι τένοντες, οι απονευρώσεις, οι σύνδεσμοι και τέλος οι αρθρικοί θύλακες. Η ακανόνιστη δομή των ινώδων συστατικών επιτρέπει μεγαλύτερη μετακίνηση και αντοχή προς όλες τις κατευθύνσεις. Η επιπολής περιτονία βρίσκεται κάτω από το δέρμα και καλύπτει ολόκληρο το σώμα. Το πάχος και η πυκνότητα διαφέρει, τείνει να είναι λεπτότερη όπου απαιτείται κινητικότητα υψηλού βαθμού και παχύτερη σε σημεία που χρειάζονται ιδιαίτερη προστασία ή είναι λιγότερα κινητικά. Η επιπολής περιτονία έχει αίσθηση απλή και σπογγώδη. Όταν γίνεται ήπια κινητοποίηση του δέρματος και παρατηρείται αντίσταση οριακά της κίνησης οφείλεται στην πρόσφυση του δέρματος στην επιπολής περιτονία. Μέσα από την περιτονία περνούν αιμοφόρα αγγεία, λεμφαγγεία και νεύρα. Η εν τω βάθει περιτονία χαρακτηρίζεται ως μια παχιά, ινώδης συνεχής δομή η οποία περιβάλλει και διαχωρίζει τους μυς, είναι λεία και σφικτή στην αίσθηση. Κατά την διάρρηξη και προσβολή του μυός από την ρήξη, είναι δυνατόν να ψηλαφηθεί η λεία και σφικτή περιτονία και να εντοπιστεί και μια μαλακή περιοχή από πού προβάλλει ο μυς. Θα πρέπει να αναφερθεί πως σε αντίθεση με τις δομές του σωματικού συστήματος (μύες, τένοντες, σύνδεσμοι και απονευρώσεις) τα επίπεδα της περιτονίας δεν διαθέτουν ακριβή σύνορα (Shultz και συν., 2009).

2.3.1.Μηριαία περιτονία

Η μηριαία περιτονία αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο ολόκληρης της περιτονίας στο σύστημα του σώματος. Τυλίγει την περιοχή του ισχίου καθώς και ολόκληρο τον μηρό (Eng και συν., 2014). Οι κύριες λειτουργίες είναι η μείωση της τριβής των ιστών, η προστασία των υποκείμενων δομών από τον τραυματισμό, η διευκόλυνση της φλεβικής επιστροφής και ιδιαίτερα η μετάδοση των μηχανικών δομών που δημιουργούνται από μυοσκελετικό σύστημα των κάτω άκρων (Bordoni και συν., 2014). Τραυματισμοί ή παθολογικές αλλαγές στην μηριαία περιτονία αποτελούν σημαντική αιτία για την εμφάνιση πόνου στην πύελο και στο ισχίο. Το σύνδρομο της λαγονοκνημιαίας ταινίας είναι ένα από τα πιο συχνά παραδείγματα ασθενειών που επηρεάζουν την μηριαία περιτονία (Huang και συν., 2013). Το σύνδρομο αυτό παρουσιάζεται κυρίως σε αθλήτριες ή σε ηλικιωμένες υπέρβαρες γυναίκες. Τα κύρια κλινικά συμπτώματα είναι ο πόνος και η ευαισθησία στην περιοχή του λαγονίου φύματος (Sher και συν., 2011). Η πιο αποτελεσματική θεραπεία θεωρείται ο συνδυασμός του manual therapy και του μασάζ (Saikia και Tepe, 2013).

2.3.2. Ασθένειες της περιτονίας

Ορισμένες από τις ασθένειες της περιτονίας είναι: σύνδρομο Dupuytren, το σύνδρομο μυοπεριτονιακού πόνου ή σκληροδερμία (Benjamin, 2009). Το σύνδρομο Dupuytren στα πρώτα στάδια εμφανίζει εσοχές ή κοιλότητες στο δέρμα, στη συνέχεια δημιουργούνται παλαμιαία οζίδια μεταξύ της περιτονίας και του δέρματος. Επιμήκη νημάτια σχηματίζονται δημιουργώντας παραμορφώσεις ιδιαίτερα στο παράμεσο και μικρό δάχτυλο. Η σκληροδερμία σχετίζεται με αυτοάνοσες συνθήκες που έχουν ως αποτέλεσμα την φλεγμονή την δημιουργία ουλών και την πάχυνση του δέρματος στην επιπολής και εν τω βάθει περιτονία, στα αιμοφόρα αγγεία, στα λεμφαγγεία και στα εσωτερικά όργανα. Προσβάλλει διάφορες περιοχές του σώματος όπως η κεφαλή, τα άνω και κάτω άκρα, το λαιμό τον γαστρεντερικό σωλήνα του πνεύμονα και την καρδιά. Τα σημεία πυροδότησης πόνου προσδιορίζονται από την ψηλάφηση, παθοφυσιολογικές αλλαγές οδηγούν σε εντοπισμένη υποξία με βράχυνση του συνδετικού ιστού και συνήθως δημιουργούνται από άμεσο τραύμα είτε από οξεία ή χρόνια θλάση. Οι τεταμένες ζώνες που αναπτύσσονται σε συνδυασμό με τα σημεία ενεργοποίησης πόνου προκαλούν περιορισμένη κίνηση, μειωμένη ροή αίματος ή αίσθηση, ή συμπίεση της νευρικής και αγγειακής δομής (Schleip και συν., 2012)

2.4. Τεχνικές μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης

Η μυοπεριτονιακή απελευθέρωση ανήκει στις τεχνικές δια χειρός, οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αύξηση της εκτασιμότητας των μαλακών ιστών είτε για την αποκατάσταση του κανονικού μήκους της περιορισμένης περιτονίας ή του μυός (Barnes, 1997). Είναι μια μέθοδος που προσφέρει μέγιστη χαλάρωση σε διατεταμένους ιστούς που προκαλούν πόνο, παρέχει σταθερότητα και ισορροπία του σώματος (Kuruma, 2013). Στην μυοπεριτονιακή απελευθέρωση περιλαμβάνονται εργαλεία όπως το σκληρό αφρώδες ρολό και γενικότερα διάφορα είδη μασάζ ρολού. Έχει αποδειχθεί ότι τα συγκεκριμένα εργαλεία βελτιώνουν το εύρος τροχιάς της κίνησης και επιτυγχάνουν την μείωση των επιδράσεων του οξύ πόνου των μυών. Επιπρόσθετα η μυοπεριτονιακή απελευθέρωση αποτελεί μια μέθοδο θεραπείας της οσφυαλγίας και χρησιμοποιείται για την προσαρμογή του πόνου σε μυοσκελετικές βλάβες, όπως τα σημεία πυροδότησης πόνου. Σε εφαρμογή της τεχνικής αυτής στο λαγονοψοίτη σε ασθενείς με χρόνια οσφυαλγία παρατηρήθηκε μείωση της οσφυαλγίας και αύξησης της οσφυϊκής κάμψης. Είναι γεγονός πως η μυοπεριτονιακή απελευθέρωση είναι μια μέθοδος που μπορεί να αυξήσει την ευλυγισία των μυών και την κινητικότητα των αρθρώσεων (Kim, 2012). Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε είναι αντιληπτό πως η συγκεκριμένη τεχνική ήταν αποτελεσματική στον τραυματισμό του αυχένα δίκην μαστιγίου (Lee και Park, 2004). Τέλος σύμφωνα με άλλη έρευνα που διεξήχθη ανάμεσα σε ηλικιωμένες γυναίκες με οσφυαλγία αποδείχθηκε πως μειώθηκε ο πόνος και αυξήθηκε η ευλυγισία αισθητά (Lee και συν., 2005).

2.4.1. Μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη με χρήση σκληρού αφρώδους ρολού (foam roller)

Η τεχνική αυτή μοιάζει με την μυοπεριτονιακή απελευθέρωση και είναι μια μέθοδος που δεν απαιτεί την παρέμβαση του θεραπευτή (Myers, 2014). Ωστόσο η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι το άτομο χρησιμοποιεί μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη είναι μια τεχνική κινητοποίησης των μαλακών μορίων που εκτελείται από τον ίδιο τον αθλητή με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού (αφρώδες ρολό, foam roller) (Myers, 2014).

Τα ρολά αυτά είναι από σκληρό αφρώδες υλικό και διατίθεται σε διάφορα μεγέθη και ανάλογα την κατασκευή τους εμφανίζουν διαφορετική σκληρότητα και ολισθηρότητα.

Σύμφωνα με τον Φουσέκη και συν. (2015) η συνδυασμένη έντονη συμπίεση και κίνηση των ιστών πάνω στο αφρώδες υλικό μπορεί να αυξήσει τις τριβές ανάμεσα στα στρώματα της περιτονίας και των μυών με αποτέλεσμα :

A) Μείωση των συμφύσεων

B) Μείωση του ουλώδους ιστού

Γ) Αύξηση της ελαστικότητας της περιτονίας και μαλακών μορίων.

Σύμφωνα όμως με τους Mohr και συν. (2014) έχουμε τα ίδια αποτελέσματα με παραπάνω καθώς και βελτίωση του εύρους τροχιάς και της τοπικής αιμάτωσης από τη συμπίεση των αγγείων από το foam roller όταν η αυτομάλαξη foam roller συνδυάζεται με στατικές διατάσεις.

Οι Grace και συν. (2015) αναφέρουν ότι η αυτομάλαξη με foam roller έχει αποδείξει ότι μειώνει τον πόνο που σχετίζεται με την καθυστερημένη έναρξη πόνου των μυών και ενδεχομένως να μειώνει την αρτηριακή δυσκαμψία. Επιπλέον μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αντικατάστατο των στατικών διατάσεων σε μια προθέρμανση ή θεραπεία σε μια θεραπευτική συνεδρία, οι άμεσες επιδράσεις της αυτομάλαξης με foam roller στο εύρος τροχιάς είναι σημαντικές .

Οι έρευνες που έχουν γίνει για τις επιδράσεις της αυτομάλαξης με foam roller είναι ελάχιστες αλλά υπάρχουν ενδείξεις ότι βελτιώνει και την νευρομυϊκή αποδοτικότητα και μυϊκή ευαισθησία .

Η μείωση του μυϊκού τόνου και η περιτονιακή χαλάρωση που έχει καταγραφεί μετά την εφαρμογή αυτής της τεχνικής έχει αποδοθεί στην αυτογενή αναχαίτιση μέσω της δραστηριότητας του οργάνου Golgi. Δηλαδή, η έντονη συμπίεση, διάταση και τριβή των ιστών από την επαφή με το ρολό ενεργοποιεί τους υποδοχείς του οργάνου Golgi και οδηγεί σε μυϊκή χαλάρωση και δημιουργία ευνοϊκού περιβάλλοντος για αύξηση της ελαστικότητας του μυός .

2.4.2. Η εφαρμογή σκληρού αφρώδους ρολού σε οπίσθιους μηριαίους (foam roller)

Βασική προϋπόθεση για τη σωστή εκτέλεση αυτής της τεχνικής είναι η σωστή αρχική τοποθέτηση του αθλητή, καθώς σε διαφορετική περίπτωση ελλοχεύει ο κίνδυνος :

- A) Φόρτισης τόσο των τραυματισμένων όσο και των παρακείμενων ιστών.
- B) κόπωσης του αθλητή, και
- Γ) πρόκλησης έντονης ευαισθησίας και πόνου. (Φουσέκης Κ., 2015)

Η σωστή θέση για την εκτέλεση της κλινικής εφαρμογής αυτομάλαξης με χρήση σκληρού αφρώδους ρολού σύμφωνα με τους (Couture και συν., 2015) είναι ο αθλητής να βρίσκεται σε εδραία θέση με τον οπίσθιο μηριαίο του ενός ποδιού να είναι πάνω στο foam roller, η κύλιση του ποδιού να γίνεται από το ισχιακό κύρτωμα μέχρι πριν την ιγνυακή περιοχή. Τα χέρια να είναι στο πάτωμα χωρίς να κινούνται κατά την διάρκεια της κυλιόμενης κίνησης. Το σώμα μετατοπίζεται εμπρός και πίσω στον ίδιο ρυθμό. Το άλλο πόδι είναι λυγισμένο και λειτουργεί σαν σταθεροποιητής. Το μέγιστο βάρος το κρατάει το πόδι που έχει το foam roller.

2.4.3. Η επίδραση της χρήσης σκληρού αφρώδους ρολού (foam roller) βραχυπρόθεσμα

Αν και δεν έχουν γίνει πολλές μελέτες για την οξεία επίδραση του foam roller οι ερευνητές Hsuan και συν. (2016) αναφέρουν ότι είναι πιο αποτελεσματικό από στατικές και δυναμικές διατάσεις για την αύξηση της ευελιξίας του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων και μπορεί να συνιστάται ως μέρος μιας προθέρμανσης ειδικά για αθλήματα που απαιτούν υψηλό βαθμό ευελιξίας. Επίσης η οξεία περίοδος του foam roller δεν έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στην μυϊκή δύναμη. Σύμφωνα με μια συστηματική ανασκόπηση που διεξήχθη, η οποία περιελάμβανε 14 άρθρα, αποδεικνύει ότι το foam roller έχει βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις στην αύξηση του εύρους τροχιάς χωρίς μείωση στην απόδοση των μυών.

Έπειτα το foam roller μπορεί να μετριάσει την μείωση απόδοσης των μυών καθώς και να μειώσει το αντιληπτό πόνο με έντονη περίοδο άσκησης. Σύντομη εφαρμογή του foam roller πριν από την σωματική δραστηριότητα δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην μυϊκή απόδοση, ωστόσο λόγω ανομοιογένειας μεταξύ μεθόδων των μελετών δεν υπάρχει ακόμη κοινή άποψη όσον αφορά την βέλτιστη παρέμβαση της αυτό-μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης με την χρήση το foam roller. Παρ' όλο που η υπάρχουσα βιβλιογραφία παρέχει σημαντικά στοιχεία, δεν είναι αρκετά για διεξαχθούν οριστικά συμπεράσματα. Οι μελλοντικές έρευνες θα επικεντρωθούν στην εφαρμογή της μεθόδου και την αξιοποίησή τους με μεγαλύτερα μεγέθη δειγμάτων (Cheatham και συν., 2015).

Πίνακας 6: Συγκριτικός πίνακας της μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης με χρήση αφρώδους ρολού σε συνδυασμό με άλλες μεθόδους

Όνομα & χρονολογία	Δείγμα	Παρέμβαση	Δοκιμασίες	Σύγκριση	Μέσο μέτρησης	Αριθμός προσπαθειών	Αποτελέσματα
Behara και Jacobson 2013	14 ποδοσφαιριστές 18 και άνω	1)control 2)FR 3)Δυναμικές διατάσεις (DS)	Κάθετο άλμα(VJ), Ταχύτητα, Ισομετρική ροπή γόνατος, SLR για ROM ισχίου	1)control 2)FR 3)Δυναμικές διατάσεις (DS) Οι οξείες επιδράσεις της αυτοπεριτονιακής απελευθέρωσης των κάτω άκρων με τη χρήση FR και DS	Test speedo, Baseline bubble inclinometer, biotex δυναμόμετρο	Προθέρμανση σε κυκλοεργόμετρο 5λ. χαμηλής αντίστασης (70 στροφές), 1λ. FR σε κάθε μυ (οπίσθιοι μηριαίοι, τετρακέφαλοι, γλουτιαίοι, γαστροκνήμιοι) 8λ. σύνολο για κάθε μυ. DS ίδιο πρωτόκολλο με το FR	VJ μεγ. Ισχύ (p=0,45) VJ μέση ισχύ (p=0,16) VJ μεγ. Ταχύτητα (p=0,25) VJ μέση ταχύτητα (p=0,23) Μέγιστη ροπή εκτ. γόνατος (p=0,63) Μέση ροπή εκτ. γόνατος (p=0,11) Μέγιστη ροπή κάμψης γόνατος (p=0,63) Μέση ροπή κάμψης γόνατος (p=0,22) Κάμψη ισχίου. Στατιστικά σημαντική διαφορά όταν μετα από DS εφάρμοσε και FR (p=0,0001)
Mohr συν. 2014	40 άτομα <90° παθητική κάμψη ισχίου, χωρίς τραυματισμό κάτω άκρων πριν 6 μήνες	Στατικές διατάσεις (SS) , Foam roller – στατικές διατάσεις (FR-SS) Foam roller (FR) ,Control	SLR πριν και μετά την παρέμβαση	Στατικές διατάσεις (SS), Foam roller –στατικές διατάσεις (FR-SS) Foam roller (FR) ,Control ποιο είναι πιο αποτελεσματικό στην αύξηση ROM κάμψης ισχίου	Baseline bubble inclinometer, 2 μάντες σταθεροποίησης, foam roller, ψηφιακή μετρονόμο	SS= 3 sets x 60s ,30s ανάπαυση FR=3sets x60s, 30s ανάπαυση	FR+SS (p=0,04) FR (0,006) Control (p=0,001) Ανεξαρτήτου θεραπείας έχουμε αύξηση ROM κάμψης ισχίου (p=0,001)
Couture, Karla, συν. 2015	33 άτομα (άνδρες +γυναίκες) SLR < 85°	1)μικρής διάρκειας παρέμβαση 2)μεγάλης διάρκειας παρέμβαση	SLR FR	Επίδραση του FR με της μικρής διάρκειας θεραπεία και της μεγάλης διάρκειας θεραπείας για την αύξηση ROM οπίσθιων μηριαίων	1 ερωτηματολόγιο υγείας , FR	Προθέρμανση σε ποδήλατο 74 Watts, μικρής διάρκειας παρέμβαση 2 set x 20 s Μεγάλης διάρκειας παρέμβαση 4 set x 30s	Αρχική τιμή 67,70 +- 9,90 μοίρες Μικρής διάρκειας 67,30+- 10,60° Μεγάλης διάρκειας 67,41+-10,81 μοίρες Δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές (p=0,986)

Hsuan Su και συν.2016	30 δοκιμαζόμενοι (15 άνδρες, 15 γυναίκες)	Ομάδα 1 : σκληρό αφρώδες ρολό (foam roller) Ομάδα 2: στατικές διατάσεις Ομάδα 3: δυναμικές διατάσεις	Τροποποιημένο Thomas test , Sit & reach test	Σύγκριση των οξείων επιδράσεων του σκληρού αφρώδες ρολού των στατικών και δυναμικών διατάσεων ως μέρος της προθέρμανσης για την ευλυγισία και μυϊκή δύναμη της κάμψης και έκτασης του γόνατος.	Ισοκινητικό δυναμόμετρο.(Bio tex System 3 Pro), γωνιόμετρο, σκληρό αφρώδες ρολό	Ομάδα 1 : 2 σετ x 30 s Ομάδα 2 : 1 σετ x 30 s Ομάδα 3 : 3 σετ x 1 λεπτό /15 επαναλήψεις	Για το τροποποιημένο Thomas test υπήρξε σημαντική βελτίωση για όλες τις ομάδες $p < 0,017$. Για το Sit & reach test υπήρξε σημαντική βελτίωση για όλες τις ομάδες $p < 0,001$. Για την έκταση γόνατος υπήρξε σημαντική βελτίωση για την ομάδα 1 $p = 0,003$ και για την ομάδα 3 $p = 0,02$ αλλά όχι για την ομάδα 2 $p = 0,90$. Η κάμψη γόνατος έμεινε αμετάβλητη
-----------------------	---	---	--	--	--	---	--

Επεξηγήσεις πινάκων:

Οι Behara και Jacobson (2013) πραγματοποίησαν μια έρευνα σε 14 ποδοσφαιριστές 18 ετών και άνω. Ο σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να συγκρίνει τις οξείες επιδράσεις της αυτοπεριτονιακής απελευθέρωσης των κάτω άκρων χρησιμοποιώντας ένα FR και δυναμική διάταση (DS). Όλοι οι παίκτες ενημερώθηκαν για τους στόχους της μελέτης και στη συνέχεια υπέγραψαν εγκεκριμένο IRB έγγραφο συγκατάθεσης. Επίσης μια τυχαίοποιημένη και αντισταθμιζόμενη σειρά χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση κάθε εξαρτημένης μεταβλητής (κάθετο άλμα, ταχύτητα, ισομετρική ροπή γόνατος, ROM ισχίου SLR) και εξετάστηκαν πριν και μετά α) control, β) FR, γ) DS. Τα μέσα μέτρησης για την εκπόνηση της έρευνας ήταν: 1) Test speedo, 2) Baseline bubble inclinometer, 3) biotex δυναμόμετρο. Πριν την κάθε παρέμβαση οι αθλητές έκαναν 5λ. προθέρμανση σε cycle ergometer με χαμηλή αντίσταση (70 στροφές). Ο αριθμός των προσπαθειών για το FR ήταν 1λ. για κάθε μυ ξεχωριστά (ΔΕ, ΑΡ οπίσθιος μηριαίος, ΔΕ, ΑΡ τετρακέφαλος, ΔΕ, ΑΡ γλουτιαίος, ΔΕ, ΑΡ, γαστροκνήμιος). Δηλαδή 8λ. σύνολο για κάθε μυϊκή ομάδα. Το ίδιο πρωτόκολλο ακολουθήθηκε και για τις DS. Τα αποτελέσματα της ANOVA δεν απέδωσαν κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων για VJ μέγιστη ισχύ ($p=0,45$), VJ μέση ισχύ ($p=0,16$), VJ μέγιστη ταχύτητα ($p=0,25$), VJ μέση ταχύτητα ($p=0,23$), μέγιστη ροπή έκτασης γόνατος ($p=0,63$), μέση ροπή έκτασης γόνατος ($p=0,11$), μέγιστη ροπή κάμψης γόνατος ($p=0,63$), μέση ροπή κάμψης γόνατος ($p=0,22$), κάμψη ισχίου στατιστικά σημαντική διαφορά όταν μετά από DS εφάρμοσε και FR ($p=0,0001$). Ενώ καμία μεταβολή στη δύναμη ή ισχύ ήταν εμφανής η αύξηση της ευελιξίας. Το FR μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά με τις παραδοσιακές διατακτικές ασκήσεις.

Οι Mohr και συν. (2014) πραγματοποίησαν έρευνα που περιελάμβανε 40 άτομα, με σκοπό να αποδείξει αν το FR (foam roller) πριν τις SS (στατικές διατάσεις) παράγει κάποια σημαντική αλλαγή στο ROM της παθητικής κάμψης του ισχίου. Αυτά τα 40 άτομα που συμμετείχαν είχαν λιγότερο από 90° παθητική κάμψη ισχίου και δεν είχαν κανένα τραυματισμό κάτω άκρων τους τελευταίους 6 μήνες. Τα 40 άτομα της έρευνας χωρίστηκαν σε 4 ομάδες, 1)SS 2)FR+SS, 3)FR, 4) control. Οι παρεμβάσεις έγιναν σε 6 συνεδρίες και η παθητική κάμψη του ισχίου μετρήθηκε πριν και μετά από τις SS, FR+SS, FR, control. Για την καλύτερη σταθεροποίηση της πυέλου και του ετερόπλευρου κάτω άκρου κατά την δοκιμασία άρση τεταμένου σκέλους SLR test τοποθετήθηκαν ιμάντες σταθεροποίησης και ένα εγκλισιόμετρο που ευθυγραμμίστηκε με το μηρό του εμπλεκόμενου σκέλους. Ο αριθμός των προσπαθειών για τις SS= 3 σετ x 60s και 30s ανάπαυση., για το FR =3 σετ x 60s και 30s ανάπαυση. Το ίδιο πρωτόκολλο ακολουθήθηκε και για την παρέμβαση FR+SS. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι υπήρξε σημαντική αλλαγή του ROM στην παθητική κάμψη του ισχίου ανεξάρτητα τη θεραπεία ($p=0,001$). Τα άτομα που λάμβαναν FR+SS είχαν μεγαλύτερη αλλαγή στο ROM της παθητικής κάμψης ισχίου σε σχέση με το SS ($p=0,004$), FR ($p=0,006$), control ($p=0,001$). Το συμπέρασμα της έρευνας είναι ότι η χρήση FR σε συνδυασμό με SS αν το επιτρέπει ο χρόνος και το κόστος στην αύξηση του ROM της κάμψης του ισχίου θα ήταν σκόπιμο σε μη τραυματισμένα άτομα που έχουν $< 90^\circ$ ROM οπίσθιων μηριαίων.

Οι Couture και συν. (2015) εξέτασαν την επίδραση του FR για το εύρος κίνησης των οπίσθιων μηριαίων. Σε αυτή την έρευνα συμμετείχαν 33 άνδρες και γυναίκες με εύρος κίνησης παθητικής κάμψης ισχίου $<85^\circ$. Το εύρος κίνησης της έκτασης του γόνατος αξιολογήθηκε με 2 παρεμβάσεις. Η μία παρέμβαση ήταν μικρής διάρκειας και η άλλη ήταν μεγάλης διάρκειας. Αυτές οι παρεμβάσεις αξιολογούσαν το εύρος των οπίσθιων μηριαίων με τη χρήση FR. Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο υγείας πριν τη συμμετοχή τους στην έρευνα. Πριν από κάθε παρέμβαση οι συμμετέχοντες έκαναν 5λ. προθέρμανση σε ποδήλατο (74Watts). Ο αριθμός προσπαθειών για την μικρή διάρκεια παρέμβαση ήταν 2 σετ x 10s, για τη μεγάλη διάρκεια ήταν 4 σετ x 30s. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ούτε η μικρής διάρκειας (67,30 +/- 10,60 μοίρες) ούτε μεγάλης διάρκειας (67,41 +/- 10,81 μοίρες) προκάλεσε σημαντικές αυξήσεις στην έκταση του γόνατος με την αρχική τιμή (67,41 +/- 9,90 μοίρες). Το συμπέρασμα της έρευνας ήταν ότι το FR συνολικής διάρκειας έως 2λ. δεν είναι επαρκής για να προκαλέσει βελτίωση της ευελιξίας στην άρθρωση του γόνατος. Συμβολικοί παράγοντες μπορεί να είναι το μέγεθος της πίεσης που προσδίδεται από το FR καθώς και η διάρκεια της θεραπείας.

Τέλος οι Hsuan Su και συν. (2016) πραγματοποίησαν μια έρευνα με στόχο να συγκρίνουν τις οξείες επιδράσεις του σκληρού αφρώδους ρολού των στατικών και δυναμικών διατάσεων ως μέρος μιας προθέρμανσης για την ευλυγισία και τη μυϊκή δύναμη της κάμψης και έκτασης του γόνατος. Στη μελέτη συμμετείχαν 30 άτομα (15 άνδρες και 15 γυναίκες), οι οποίοι χωρίστηκαν σε 3 ομάδες παρέμβασης. Οι ομάδες που χωρίστηκαν ήταν ομάδα 1: σκληρό αφρώδες ρολό (foam roller), ομάδα 2: στατικές διατάσεις, ομάδα 3: δυναμικές διατάσεις. Οι συμμετέχοντες πέρασαν από κάποιες δοκιμασίες όπως το τροποποιημένο Thomas test και το Sit & reach test ώστε να ελεγχθεί η ευλυγισία τους. Τα μέσα μέτρησης αυτών των δοκιμασιών ήταν ένα ισοκινητικό δυναμόμετρο. (Biotex System 3 Pro), ένα γωνιόμετρο και ένα σκληρό αφρώδες ρολό. Ο αριθμός των προσπαθειών για κάθε ομάδα ήταν για την ομάδα 1 : 2 σετ x 30 s για την ομάδα 2: 1 σετ x 30 s και για την ομάδα 3: 3 σετ x 1 λεπτό /15 επαναλήψεις, οι δοκιμαζόμενοι έκαναν 3 συνεδρίες. Τα αποτελέσματα των παρεμβάσεων ήταν για το τροποποιημένο Thomas test υπήρξε σημαντική βελτίωση για όλες τις ομάδες $p<0,017$ αλλά για το σκληρό αφρώδες ρολό υπήρξε καλύτερη βελτίωση. Για το Sit & reach test υπήρξε σημαντική βελτίωση για όλες τις ομάδες $p<0,001$ αλλά και εδώ για το σκληρό αφρώδες ρολό υπήρξε καλύτερη βελτίωση. Για την έκταση γόνατος υπήρξε σημαντική βελτίωση για την ομάδα 1 $p=0,003$ και για την ομάδα 3 $p= 0,02$ αλλά όχι για την ομάδα 2 $p= 0,90$. Η κάμψη γόνατος έμεινε αμετάβλητη. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε το συμπέρασμα ότι η χρήση σκληρού αφρώδους υλικού είναι πιο αποτελεσματική από τις στατικές και δυναμικές διατάσεις για την οξεία ευλυγισία του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων χωρίς να παρεμποδίζει τη μυϊκή δύναμη και μπορεί να συνιστάται ως μέρος μιας προθέρμανσης σε υγιείς νέους ενήλικες.

2.5. Λειτουργική αξιολόγηση αθλητών (Νευρομυϊκή απόδοση)

Η αξιολόγηση ενός αθλητή μπορεί να πραγματοποιηθεί με τεχνικές αντικειμενικής και λειτουργικής αξιολόγησης. Οι τεχνικές αντικειμενικής αξιολόγησης περιλαμβάνουν την εξέταση του αθλητή με εξοπλισμό υψηλής αξιοπιστίας και εγκυρότητας σε εργαστηριακό περιβάλλον. Αντίθετα, η λειτουργική αξιολόγηση περιλαμβάνει τη χρήση ειδικών δοκιμασιών μειωμένης αξιοπιστίας και εγκυρότητας σε συνθήκες όμως πραγματικές όπως ο αγωνιστικός χώρος. Ο εργαστηριακός έλεγχος χαρακτηρίζεται από υψηλής ακρίβειας μετρήσεις, τα αποτελέσματα όμως δεν αντικατοπτρίζουν την λειτουργική ικανότητα του αθλητή. Ενώ ο λειτουργικός έλεγχος μπορεί να μην είναι απόλυτα ακριβής στην ποσοτική καταγραφή των φυσικών ιδιοτήτων του αθλητή, καταγράφει όμως την ικανότητα του να εκτελεί σωστά και αποδοτικά τα κινητικά πρότυπα του αθλήματος. Γι' αυτό η αξιολόγηση του αθλητή πρέπει να περιλαμβάνει ένα συνδυασμό εργαστηριακών και λειτουργικών αξιολογήσεων.

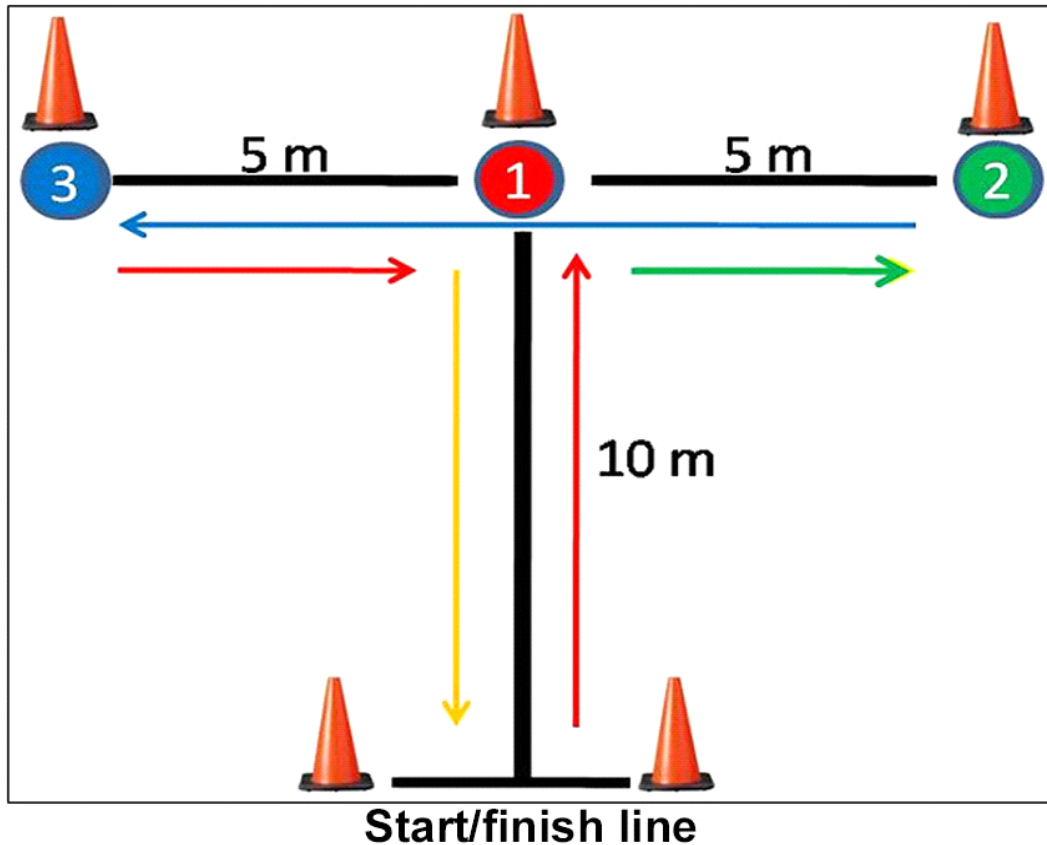
Ο λειτουργικός έλεγχος περιλαμβάνει απλές και σύνθετες δοκιμασίες. Οι απλές δοκιμασίες μπορεί να περιλαμβάνουν εκτέλεση απλών δραστηριοτήτων του αθλήματος όπως τρέξιμο σε ευθεία, τρέξιμο με αλλαγή κατεύθυνσης. Οι σύνθετες δοκιμασίες μπορεί να περιλαμβάνουν αλματικές δοκιμασίες, δοκιμασίες δυναμικής σταθεροποίησης και δοκιμασίες συναρμογής μέσω εκτέλεσης τρεξίματος πολλαπλών κατευθύνσεων και συνδυαστικών ασκήσεων (Φουσέκης Κ., 2015).

2.5.1. Δοκιμασίες λειτουργικής αξιολόγησης

Κατακόρυφη αναπήδηση: Ο αθλητής από διποδική (ή μονοποδική) στήριξη προσπαθεί να εκτελέσει όσο το δυνατόν πιο μεγάλο άλμα ύψους. Η απόδοση αξιολογείται μέσω της καταγραφής του ύψους του άλματος. Με αυτήν την δοκιμασία αξιολογούμε την ισχύ και τη δυναμική σταθεροποίηση.

Άλλες λειτουργικές δοκιμασίες των κάτω άκρων αφορούν στην εκτέλεση σύνθετων δρομικών δραστηριοτήτων με ταχύτητες και αλλαγές κατεύθυνσης με στόχο την αξιολόγηση της νευρομυϊκής συνεργασίας (agility) των κάτω άκρων. Μια από αυτές είναι η δοκιμασία σχήματος <<T>>.

Η δοκιμασία <<T>> συμπεριλαμβάνει 4 κώνους (Α,Β,Γ,Δ). Ο κώνος Α από τον Β απέχει 10m. Ο κώνος Β απέχει από τον κώνο Γ και Δ αντίστοιχα 5m. Σε αυτή τη δοκιμασία ο αθλητής τρέχει προς τα εμπρός με μέγιστη ταχύτητα μέχρι τον κώνο Β, τον οποίο και ακουμπά στη βάση, αμέσως μετά εκτελεί πλάγιο τρέξιμο στους κώνους Δ και Γ, επανέρχεται στον κώνο Β και με τρέξιμο προς τα πίσω επιστρέφει στην αφετηρία. Το χρονόμετρο ξεκινάει με την εντολή < go > και σταματάει όταν ο αθλητής φτάσει στη γραμμή τερματισμού. Ο χρόνος για την ολοκλήρωση κάθε δοκιμής καταγράφεται σε δευτερόλεπτα. Ο αποκλεισμός προσδιορίζεται όταν ο αθλητής δεν καταφέρει να τρέξει στο γήπεδο σύμφωνα με τις οδηγίες, αποτύχει να φθάσει στην γραμμή του τερματισμού ή να ολοκληρώσει την πορεία, όταν κουνηθεί κάποιος κώνος, δεν κρατήσει τον κορμό του και τα πόδια προς τα εμπρός, ανά πάσα στιγμή, ή όταν διασταυρώσει τα πόδια του πάνω από μία φορά. Εάν ο αθλητής δεν καταφέρει να ολοκληρώσει μια δοκιμή με επιτυχία, το σκορ του είναι μηδέν (Raya και συν., 2013). Το Agility T-test προβλήθηκε κατά τους (Fessi και συν., 2016) ως έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο για την αξιολόγηση της ευκινησίας. Το Agility T-test χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη για να προσομοιάσουν τις σημαντικές προσπάθειες και την απόσταση που καλύπτεται στα ομαδικά αθλήματα (περιοχές / γήπεδα), καθώς και τη μεγάλη ποικιλία των τύπων άσκησης και έντασης που εκτελούνται κατά την διάρκεια των αγώνων.



Εικόνα 10: Η δοκιμασία Agility T – test

2.5.2. Άρση τεταμένου σκέλους & ενεργητική έκταση γόνατος (SLR & AKE TEST)

Για την εκτίμηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων χρησιμοποιούνται συνήθως οι άρσεις τεταμένου σκέλους (Straight Leg Raise tests). Υπάρχουν τρεις τέτοιες δοκιμασίες καθώς και η δοκιμασία AKE .

Ενεργητική άρση τεταμένου σκέλους –Active straight leg raise test (ASLRT): Σύμφωνα με αυτή την δοκιμασία ο δοκιμαζόμενος τοποθετείται σε ύπτια θέση. Του εφαρμόζεται ένας μίαντας σταθεροποίησης στην πυελική περιοχή και ένας ακόμα στο πόδι που δεν εξετάζεται ,το πόδι αυτό πρέπει να εφάπτεται στο εξεταστικό τραπέζι καθ' όλη την διάρκεια της δοκιμασίας. Έπειτα ζητείται από τον δοκιμαζόμενο να κάνει μια κάμψη ισχίου μέχρι να νιώσει μια μικρή αντίσταση ενώ το γόνατο βρίσκεται σε έκταση και η ποδοκνημική άρθρωση σε ουδέτερη θέση (Ylinen και συν., 2010).

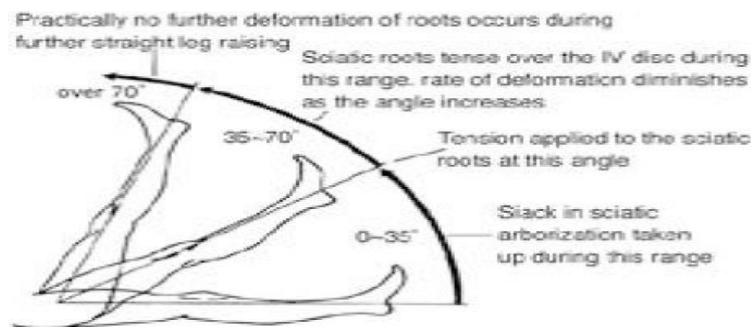
Παθητική άρση τεταμένου σκέλους – Passive straight leg raise test (PSLRT): Σύμφωνα με αυτή τη δοκιμασία ο δοκιμαζόμενος τοποθετείται σε ύπτια θέση σε ένα τραπέζι εξέτασης. Στην συνέχεια εφαρμόζεται ένας μίαντας σταθεροποίησης στην πυελική περιοχή και ένας ακόμα στο πόδι που δεν εξετάζεται, το πόδι αυτό πρέπει να εφάπτεται στο εξεταστικό τραπέζι καθ' όλη την διάρκεια της δοκιμασίας. Ο φυσικοθεραπευτής κάνει παθητική κάμψη του ισχίου κρατώντας το γόνατο σε έκταση και την ποδοκνημική άρθρωση σε ουδέτερη θέση. Η κίνηση σταματάει όταν ο δοκιμαζόμενος αισθανθεί μια ισχυρή αντίσταση. Το γωνιόμετρο τοποθετείται πάνω από το μείζονα τροχαντήρα (Neto και συν., 2014)

Instrumental Straight Leg Raise test (ISLRT):

Σύμφωνα με τη δοκιμασία ISLRT το πόδι ανυψώνεται από ένα μηχανοκίνητο σκελετό με σταθερή ταχύτητα καθώς χρησιμοποιείται και ένα ηλεκτρονικός υπολογιστής στον οποίο καταγράφονται δεδομένα σχετικά με τη δύναμη αντίστασης και γωνία κίνησης της άρθρωσης. Έτσι ο σύγχρονος αυτός τεχνικός εξοπλισμός μπορεί να συστηθεί για τον καλύτερο έλεγχο της διαδικασίας μέτρησης και να μειωθεί περίπτωση σφάλματος (Ylinen και συν., 2010)

Η μονομερής δοκιμή SLR, δοκιμή Laseque είναι που χρησιμοποιούνται συνήθως στην κλινική εξέταση για να αξιολογηθεί η πιθανή στένωση της νευρικής ρίζας. Το SLR προκαλεί ουραία κίνηση στο ισχιακό νεύρο και αυτή η διάταση προκαλεί προστατευτική συστολή των οπίσθιων μηριαίων εάν υπάρχει παγίδευση του ισχιακού νεύρου στο μεσοσπονδύλιο κανάλι λόγω πρόπτωσης δίσκου, εκφυλιστικών οστεοφύτων ή άλλων δομών.

Έτσι σε παθολογικές καταστάσεις της οσφύς, ο περιορισμός αυτός δε μπορεί να οφείλεται σε μυϊκή δυσκαμψία των οπίσθιων μηριαίων αλλά σε μυϊκούς σπασμούς των μυών που προκαλείται από το ισχιακό νεύρο. Η εντατική διάταση των οπίσθιων μηριαίων μπορεί να βλάψει το ισχιακό νεύρο εάν το νεύρο παγιδεύεται (Ylinen και συν., 2010)



Εικόνα 11 : Άρση τεταμένου σκέλους (SLR test). Προσαρμοσμένο από:Ylinen και συν. 2010

Active knee extension (AKE) :

Ο δοκιμαζόμενος τοποθετείται σε ύπτια θέση σε ένα τραπέζι εξέτασης αντιμέτωπος με ένα ξύλινο πλαίσιο. Η δοκιμασία ξεκινάει όταν το κάτω άκρο κάμπτεται μέχρι ο μηρός να αγγίξει το ξύλινο πλαίσιο που είναι στις 90°. Το ετερόπλευρο άκρο είναι σε πλήρη έκταση και σταθεροποιείται με ιμάντα σταθεροποίησης ή κάποιον εξεταστή. Με την ποδοκνημική σε ουδέτερη θέση και το γόνατο σε κάμψη 90° τοποθετείται ένα γωνιόμετρο πάνω από το μηριαίο κόνδυλο ,με το ένα χέρι να το ευθυγραμμίζει κατά μήκος του μηρού σε κατεύθυνση προς το μείζονα τροχαντήρα και το άλλο χέρι να το ευθυγραμμίζει σε κατεύθυνση προς το έξω σφυρό. Από αυτή τη θέση ο δοκιμαζόμενος λαμβάνει οδηγία να εκτείνει το γόνατο μέχρι να νιώσει μια ισχυρή αντίσταση κρατώντας αυτή τη θέση για 2-3 δευτερόλεπτα επιτρέποντας τη μέτρηση της γωνίας. Η αρχική θέση της δοκιμής είναι το γόνατο σε 90° κάμψης η οποία αντιστοιχεί σε μέτρηση γωνίας 0 μοίρες (Neto και συν., 2014).

Μερικοί συγγραφείς υπερασπίζονται ότι η παθητική φύση του SLR αντιπροσωπεύει ένα πλεονέκτημα σε σχέση με το AKE κατά την αξιολόγηση της επεκτασιμότητας των οπίσθιων μηριαίων με την εξάλειψη του τετρακέφαλου και των καμπτήρων του ισχίου.

Ενώ άλλες μελέτες έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η τοποθέτηση του δοκιμαζόμενου κατά τη διάρκεια του AKE όχι μόνο αποτρέπει την πνευλική περιστροφή αλλά

εξαλείφει τη σύγχυση μιας πιθανής νευρολογικής συμμετοχής που μπορεί να προκύψει κατά τη διάρκεια του SLR (Neto και συν., 2014)

Η μελέτη των Neto και συν. (2014) για την μειωμένη ευελιξία έδειξε ότι υπήρξε υψηλή ακρίβεια στις μετρήσεις είτε με τη χρήση ΑΚΕ είτε με SLR και αυτό υποδηλώνει ότι και τα 2 τεστ έχουν εξαιρετική αξιοπιστία. Επίσης οι Cameron και συν. (1993) αναφέρουν ότι το ΑΚΕ test μπορεί να είναι μια εναλλακτική του SLR test για την ευελιξία των οπίσθιων μηριαίων.



Εικόνα 12: Ενεργητική έκταση γόνατος (ΑΚΕ test). Προσαρμοσμένο από: Cameron και συν. (1993).

2.5.3. Κάθετο άλμα

Το κάθετο άλμα είναι μια εκρηκτική κίνηση που είναι απαραίτητη σε πολλά αθλήματα συμπεριλαμβανομένων μπάσκετ και βόλεϊ. Η διαδικασία του τεστ είναι η εξής: οι δοκιμαζόμενοι πρέπει ξεκινώντας από όρθια θέση να εκτελέσουν το κάθετο άλμα λυγίζοντας τα γόνατα 90°. Οι συμμετέχοντες πριν την εκτέλεση της δοκιμασίας είναι απαραίτητο να πραγματοποιήσουν δοκιμές εξοικείωσης και έπειτα να πηδήξουν όσο πιο ψηλά μπορούν (García – Pinillos και συν., 2015). Οι μύες οι οποίοι συμμετέχουν στην εκτέλεση του κάθετου άλματος είναι ο γαστροκνήμιος, ο ορθός μηριαίος, ο δικέφαλος μηριαίος, ο υποκνημίδιος και οι γλουτιαίοι (Soest και συν., 1993). Το ύψος του κάθετου άλματος καθορίζεται από μια προς τα κάτω κίνηση πριν αρχίσει να ωθείται μακριά, είναι ένα σημαντικό κριτήριο στην αθλητική αξιολόγηση. Οι αθλητές περνούν πολύ χρόνο και προσπάθεια σε διάφορες εκπαιδευτικές δραστηριότητες για να βελτιώσουν την αθλητική τους επίδοση. Πολλοί ερευνητές έχουν αναφέρει τα χαρακτηριστικά απόδοσης του κάθετου άλματος και έχουν συζητήσει πολλά ζητήματα που σχετίζονται με την επίτευξη καλύτερου ύψους κάθετου άλματος. Οι Ugriño και συν. (2007) ανέφεραν ότι η βελτίωση του ύψους του κάθετου άλματος ήταν το αποτέλεσμα μιας αυξημένης κάθετης μετατόπισης στο κέντρο της μάζας του σώματος. Οι Roberson και Fleming (1987) διαπίστωσαν ότι την μεγαλύτερη συνεισφορά για την απόδοση του κάθετου άλματος έχει το ισχίο (40%), ο αστράγαλος (35,8%), και το γόνατο (24,2%). Επιπλέον μια άλλη μελέτη έδειξε ότι η ευλυγισία στην άρθρωση του αστραγάλου συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση του ύψους του κάθετου άλματος. Για την δοκιμασία του κάθετου άλματος τα πόδια τοποθετούνται παράλληλα στο έδαφος ως το σημείο εκκίνησης. Οι δοκιμαζόμενοι έλαβαν οδηγίες να εκτελέσουν 3 μέγιστα κάθετα άλματα με τη χρήση και των 2 βραχιόνων προσπαθώντας να καλύψει τη μακρύτερη δυνατή κάθετη απόσταση. Μετά από κάθε προσπάθεια δόθηκαν 3 λεπτά ξεκούρασης. Το καλύτερο άλμα από τα 3 ήταν αυτό που επιλεγόταν για ανάλυση. Μια φωτογραφική κάμερα τοποθετήθηκε σε ένα τρίποδο 5μ. μακριά από τους δοκιμαζόμενους για να καταγράψει τις κινήσεις σε οβελιαίο επίπεδο. Αυτή η μελέτη χρησιμοποίησε τη μέθοδο ιερού δείκτη για τη μέτρηση του ύψους του κάθετου άλματος. Τοποθετήθηκε δηλαδή ένας δείκτης στο ιερό οστό για την κατά προσέγγιση του κέντρου μάζας και ο φακός της κάμερας τοποθετήθηκε στον ιερό δείκτη του κάθε δοκιμαζόμενου σε όρθια στάση. Το ύψος του κάθετου άλματος υπολογίστηκε ως η μέγιστη κάθετη μετατόπιση του κέντρου μάζας κατά τη διάρκεια του κάθετου άλματος (Yun και συν., 2016).



Εικόνα 13: Αρχική και τελική θέση κάθετου άλματος Προσαρμοσμένο από:
<http://www.attitudesports.fi/wp-content/uploads/2016/06/top3.jpg>

2.5.4 Σκοπός έρευνας

Οι πρόσφατες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για να εξετάσουν την βελτίωση της ευλυγισίας και την νευρομυϊκής σε ανελαστικούς οπίσθιους μηριαίους, με την χρήση σύγχρονων μεθόδων και διατάσεων ήταν αντικρουόμενες καθώς και ελλιπείς. Γι' αυτό το λόγο διεξήχθη η παρούσα έρευνα με σκοπό να εξετάσει τις επιδράσεις των σύγχρονων μεθόδων (υπέρηχος και foam roller) και των στατικών διατάσεων, στην βελτίωση της ευλυγισίας και της νευρομυϊκής απόδοσης και κατά πόσο αυτές ήταν αποτελεσματικές σε άτομα με ανελαστικούς οπίσθιους μηριαίους. Οι δοκιμασίες που εκτελέστηκαν για την εξέταση της ευλυγισίας ήταν η άρση τεταμένου σκέλους (SLR test) και για την νευρομυϊκή απόδοση εκτελέστηκαν οι δοκιμασίες του κάθετου άλματος και του Agility T – test. Επιπλέον στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν οι διαφορές του πριν και του μετά για την εκάστοτε συνθήκη για να αποφανθεί ποιά ήταν η πιο αποτελεσματική.

Κεφάλαιο 3

Μέθοδος Έρευνας

3.1. Δείγμα

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 12 δοκιμαζόμενοι (άνδρες) ηλικίας 18-22 ετών. Η συγκεκριμένη έρευνα απευθύνθηκε σε άτομα με ανελαστικότητα οπίσθιων μηριαίων. Οι δοκιμαζόμενοι που πήραν μέρος στην έρευνα είχαν SLR κάτω και ίσο με 70 μοίρες και οι οποίοι δεν παρουσίασαν κάποιο μυοσκελετικό πρόβλημα, ούτε είχαν πρόσφατο τραυματισμό στα κάτω άκρα και στην οσφυϊκή περιοχή κατά το τελευταίο εξάμηνο. Τέλος να τονισθεί ότι τους δόθηκαν οδηγίες να μην εκτελεστούν δραστηριότητες (ποδηλασία, κολύμπι) που θα μπορούσαν να αυξήσουν την ευλυγισία τους και να παρουσιάσουν λανθασμένα αποτελέσματα.

3.2. Όργανα και εξοπλισμός μετρήσεων

Για την διεκπεραίωση των δοκιμασιών της συγκεκριμένης έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω όργανα: 1) χρήση σκληρού αφρώδες υλικού (foam roller) 2)υπέρηχος 3) χρήση 2 ιμάντων σταθεροποίησης 4) τέσσερις κώνοι 5)χρήση μέτρου 6) γωνιόμετρο 7) χρονόμετρο 8) κιμωλίες 9)ένα ερωτηματολόγιο πλευρίωσης και 10) έντυπο συγκατάθεσης δοκιμαζόμενου.



Εικόνα 14: Το αφρώδες ρολό που χρησιμοποιήθηκε για την πραγματοποίηση της παρέμβασης



Εικόνα 15: Οι κώνοι που χρησιμοποιήθηκαν για την δοκιμασία Agility T - test



Εικόνα 16: Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στη δοκιμασία άρσης τεταμένου σκέλους (SLR test), ιμάντες σταθεροποίησης, γωνιόμετρο

3.3. Σχεδιασμός έρευνας

Ξεκίνησαν οι μετρήσεις οι οποίες διήρκησαν 3 εβδομάδες, μία φορά την εβδομάδα, την ίδια ώρα και την ίδια μέρα για τον κάθε δοκιμαζόμενο. Είναι απαραίτητο να τονισθεί ότι οι δοκιμαζόμενοι μετρήθηκαν με τυχαία και αντισταθμιζόμενη σειρά. Ως πρώτη συνθήκη ήταν ο υπέρηχος-στατική διάταση, δεύτερη συνθήκη ήταν οι στατικές διατάσεις και ως τρίτη συνθήκη ήταν το foam roller – στατικές διατάσεις. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν δραστηριότητες για την βελτίωση της ευλυγισίας (SLR) και νευρομυϊκής απόδοσης(κάθετο άλμα, agility t-test), αυτές οι δοκιμασίες έγιναν πριν και μετά τις μετρήσεις των συνθηκών με σκοπό τη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Να σημειωθεί ότι καθ' όλη την διάρκεια της έρευνας οι δοκιμαζόμενοι φορούσαν τα ίδια παπούτσια .Επιπλέον 6 δοκιμαζόμενοι εξετάστηκαν αρχικά ως πόδι εκκίνησης το αριστερό και οι υπόλοιποι 6 ως πόδι εκκίνησης το δεξί και έτσι ακολούθησαν και οι υπόλοιπες μετρήσεις. Για παράδειγμα ο κάθε δοκιμαζόμενος ξεκινούσε την μέτρηση με το αριστερό πόδι και συνέχιζε και τις επόμενες μετρήσεις με το ίδιο τρόπο αντίστοιχα το ίδιο ίσχυε και γι' αυτούς που ξεκινούσαν με το δεξί πόδι. Πριν τις συνεδρίες εκτελέστηκε η δοκιμασία SLR τρεις φορές για την καλύτερη εξακρίβωση των αποτελεσμάτων. Έπειτα αναφέρθηκαν τα σωματομετρικά στοιχεία των δοκιμαζόμενων (βάρος, ύψος) από τους ίδιους και έγινε εξοικείωσή τους με τις δοκιμασίες στις οποίες καλούνταν να εκτελέσουν. Στο τέλος οι δοκιμαζόμενοι υπέγραψαν ένα έντυπο συγκατάθεσης με όλα τα απαραίτητα στοιχεία καθώς και ένα ερωτηματολόγιο πλευρίωσης.

Πίνακας 7: Η διαδικασία τυχαιοποίησης του δείγματος ανά συνθήκη

	Δείγμα	1^ηΣυνθήκη	2^ηΣυνθήκη	3^ηΣυνθήκη
	n=2	Υπέρηχος – στατική διάταση	Στατική διάταση	Foam roller – στατική διάταση
	n=2	Υπέρηχος – στατική διάταση	Foam roller – στατική διάταση	στατική διάταση
n=12	n=2	Foam roller - στατική διάταση	Υπέρηχος – στατική διάταση	Στατική διάταση
	n=2	Foam roller – στατική διάταση	Στατική διάταση	Υπέρηχος – στατική διάταση
	n=2	Στατική διάταση	Υπέρηχος – στατική διάταση	Foam roller – στατική διάταση
	n=2	Στατική διάταση	Foam roller – στατική διάταση	Υπέρηχος – στατική διάταση

3.4. Κύριες συνθήκες έρευνας

Οι κύριες συνθήκες της έρευνας ήταν ο υπέρηχος-στατική διάταση, στατική διάταση, foam roller-στατική διάταση .

1^η συνθήκη: υπέρηχος – στατική διάταση

Η 1^η συνθήκη περιελάμβανε τον υπέρηχο με ισχύ $2W\text{ cm}^{-2}$ με συχνότητα 1 MHz συνεχώς για 5 λεπτά (2 λεπτά για κάθε τένοντα) και μεταξύ των 2 τενόντων 1 λεπτό. Μετά από το τέλος της θερμοθεραπείας ακολουθήθηκε διάταση. Ο εξεταζόμενος τοποθετήθηκε σε ύπτια θέση και έγινε άρση του σκέλους (κάμψη ισχίου και διατήρηση γόνατος σε έκταση και ποδοκνημική σε ουδέτερη θέση) το άλλο σκέλος όπως και η πύελος σταθεροποιούνταν από ιμάντες για την αποφυγή πυελικής στροφής και ανύψωση του αντίθετου σκέλους. Η διάταση ήταν 4 σετ x 30s και 15s ανάπαυσης.

2^η συνθήκη: στατική διάταση

Η 2^η συνθήκη περιελάμβανε μόνο την διάταση και ακολουθήθηκε η ίδια διάταση και τα ίδια σετ με την παραπάνω μέθοδος.



Εικόνα 17: Παθητική στατική διάταση οπίσθιων μηριαίων

3^η συνθήκη : foam roller – στατική διάταση

Η 3^η συνθήκη περιελάμβανε foam roller και διάταση. Για το foam roller έγιναν 3 σετ x 60s και 30s ανάπαυση. Η σωστή θέση για την εκτέλεση της κλινικής εφαρμογής αυτομάλαξης με χρήση σκληρού αφρώδες ρολού (foam roller) είναι ο δοκιμαζόμενος να βρίσκεται σε εδραία θέση με τον οπίσθιο μηριαίο του ενός ποδιού να είναι πάνω στο foam roller, η κύλιση του ποδιού να γίνεται από το ισχιακό κύρτωμα μέχρι πριν την ιγνυακή περιοχή. Τα χέρια να είναι στο πάτωμα χωρίς να κινούνται κατά την διάρκεια της κυλιόμενης κίνησης. Το σώμα μετατοπίζεται εμπρός και πίσω στον ίδιο ρυθμό. Το άλλο πόδι είναι λυγισμένο και λειτουργεί σαν σταθεροποιητής. Το μέγιστο βάρος το κρατάει το πόδι που έχει το foam roller, καθώς πραγματοποιήθηκε η ίδια διάταση και τα ίδια σετ με παραπάνω.



Εικόνα 18: Μυοπεριτονιακή αυτομάλαξη με χρήση αφρώδους ρολού

3.5. Δοκιμασία αξιολόγησης

SLR test :

Η διαδικασία ήταν η εξής: τοποθέτηση δοκιμαζόμενου σε ύπτια θέση , έγινε εφαρμογή ζωνών στην πνευλική περιοχή καθώς και λίγο πιο πάνω από το αντίθετο άκρο με σκοπό την καλύτερη σταθεροποίηση. Έπειτα η μέτρηση πραγματοποιήθηκε με γωνιόμετρο που τοποθετήθηκε στο μείζονα τροχαντήρα και έγινε άρση σκέλους μέχρι τον αναφερόμενο πόνο. Το SLR TEST εκτελέστηκε 3 φορές και καταγράφηκε η καλύτερη επίδοση.

3.6. Δοκιμασίες νευρομυϊκής απόδοσης

3.6.1. Agility t-test :

Η δοκιμασία Agility T-test πραγματοποιήθηκε ως εξής: χρησιμοποιήθηκαν 4 κώνοι (Α,Β,Γ,Δ) . Η απόσταση μεταξύ τους ήταν από το Α έως το Β 9,14μ., ο Β με το Γ είχαν απόσταση 4,57μ. και ο Β με το Δ επίσης 4,57μ. Ο δοκιμαζόμενος ξεκινά από τον κώνο Α και κατευθύνεται με μέγιστη ταχύτητα στον κώνο Β και αγγίζει τη βάση του κώνου με το δεξί του χέρι. Στην συνέχεια στρίβει αριστερά και με πλάγια βήματα κατευθύνεται στον κώνο Γ και αγγίζει επίσης τη βάση του με το αριστερό χέρι. Έπειτα κινείται με πλάγια βήματα προς τον κώνο Δ και αγγίζει τη βάση του με το δεξί του χέρι. Ύστερα μετακινείται πίσω στο κώνο Β και αγγίζει τη βάση του κώνου με το αριστερό του χέρι και τρέχει προς τα πίσω στο κώνο Α. Όλη αυτή η διαδικασία χρονομετρούνταν με ένα χρονόμετρο και η χρονομέτρηση σταματά καθώς φτάνει στον κώνο Α. Εξασφαλίστηκε ότι οι δοκιμαζόμενοι όταν μετακινούνταν πλάγια δεν διασταύρωναν τα πόδια τους το ένα πάνω στο άλλο για λόγους ασφάλειας. Ένας παρατηρητής τοποθετήθηκε λίγα μέτρα πίσω από το κώνο Α για να πιάσει τους δοκιμαζόμενους σε περίπτωση που πέσουν ενώ τρέχει προς τα πίσω. Το είδος της επιφάνειας που χρησιμοποιήθηκε εξασφάλιζε καλή δοκιμή αξιοπιστία επανελέγχου. Πριν την εκτέλεση του έγινε προθέρμανση με 3 δοκιμές του test με χαλαρό τρέξιμο για την προετοιμασία του δοκιμαζόμενου και καλύτερη εξοικείωση του με το test. Επίσης και το Agility T - test έγινε 3 φορές καταγράφοντας την καλύτερη επίδοση.



Εικόνα 19: Τα στάδια της δοκιμασίας Agility T - test

3.6.2. Κάθετο άλμα :

Για το κάθετο άλμα δόθηκαν οδηγίες στο δοκιμαζόμενο να σταθεί πλάι στο τοίχο με ευθειασμένο το κορμό του και ανύψωση άνω άκρου και με ένα μέτρο μετρήθηκε η αρχική του θέση. Ύστερα πραγματοποίησε το άλμα και κρατώντας μια κιμωλία σημείωσε το ψηλότερο σημείο στο οποίο έφτασε και μετρήθηκε η διαφορά μεταξύ της αρχικής και τελικής θέσης. Το κάθετο άλμα έγινε 3 φορές και καταγράφηκε η καλύτερη επίδοση. Πριν την πραγματοποίηση του έγινε προθέρμανση με 3 διαδοχικά κάθετα άλματα.

3.7. Στατιστική Ανάλυση

Στα πλαίσια της ερευνητικής εργασίας έγινε στατιστική ανάλυση με τη μέθοδο repeated measures ANOVA και απλό paired samples t-test για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις τόσο εντός των ομάδων (μέτρηση πριν, μέτρηση μετά), όσο και μεταξύ των ομάδων ,συνθήκη ultrasound-static stretching , συνθήκη static stretching, συνθήκη foam roller-static stretching με επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας που έχει οριστεί $p \leq 0,05$ για τις εξής παραμέτρους:

- Την αξιολόγηση της ευλυγισίας μέσω της δοκιμασίας παθητικής κάμψης ισχίου(PSLR) και για τα δύο πόδια.
- Την αξιολόγηση της νευρομυϊκής απόδοσης μέσω της δοκιμασίας του κάθετου άλματος και του Agility T-test.

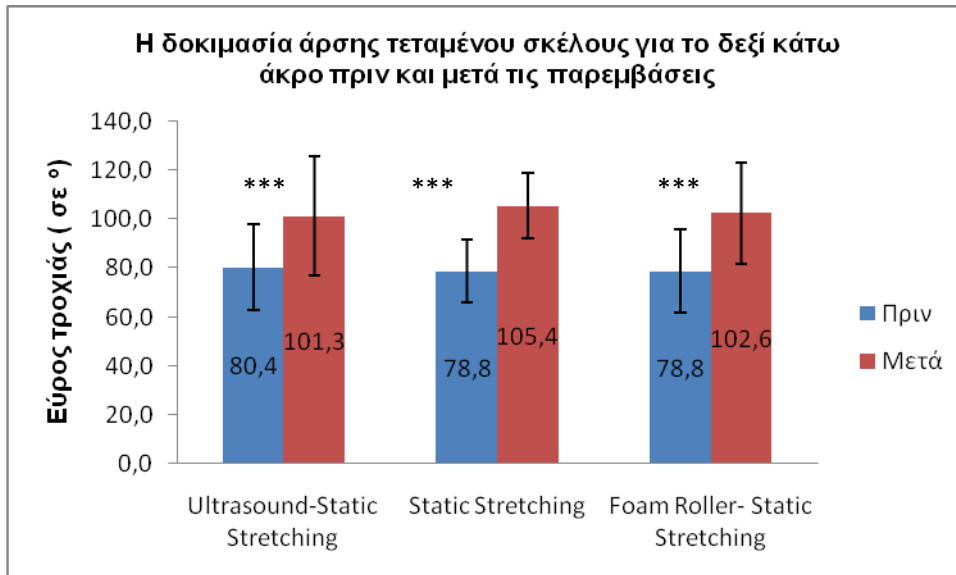
3.8. Αποτελέσματα έρευνας

Οι δοκιμαζόμενοι που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν ηλικίας 18 έως 22 ετών (Μ.Ο.:20 έτη, Τ.Α.: $\pm 1,4$ έτη). Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων αυτό-αναφέρθηκαν και ήταν: το σωματικό ανάστημα με μέσο όρο τα 179,5 εκατοστά (Τ.Α: $\pm 5,52$ εκ.) και η σωματική μάζα με μέσο όρο τα 75,2 κιλά (Τ.Α.: ± 11 κιλά). Επίσης οι δοκιμαζόμενοι συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο πλευρίωσης ,που έδειξε ποιο πόδι ήταν το στηρικτικό, ποιο ήταν το επιδέξιο, αλλά και την πλευρίωση τους. Με βάση την πλειοψηφία των δοκιμαζόμενων η πλευρίωση τους ήταν το δεξί (12/12).

Πίνακας 8: Αυτό - αναφερόμενα χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων

	Ηλικία(έτη)	Σωματικό ανάστημα(εκ.)	Σωματική μάζα (κιλά)
Μ.Ο.:	20	179,5	75,2
Τ. Α.:	1,4	5,52	11

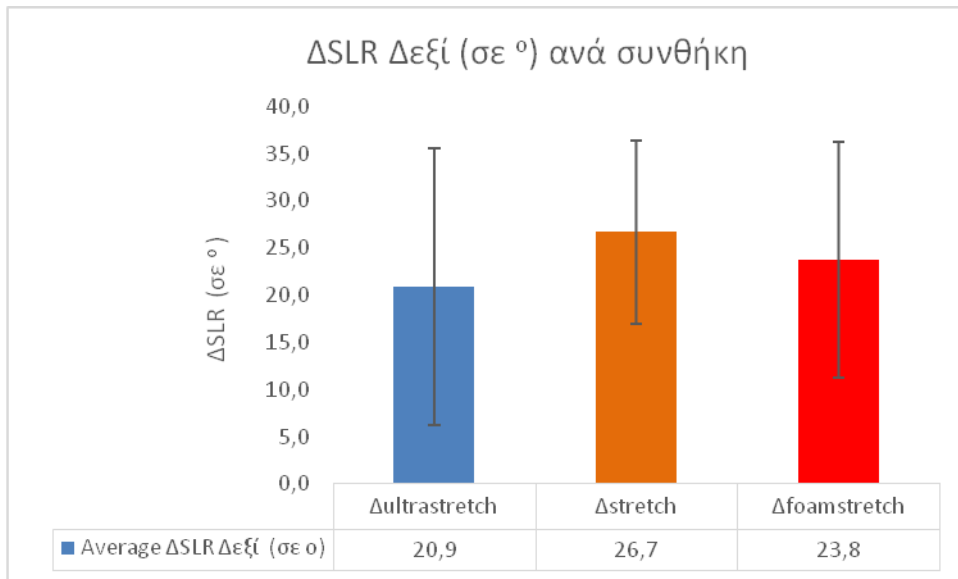
Η δοκιμασία που εκτελέστηκε για την αξιολόγηση της ευλυγισίας ήταν η παθητική κάμψη του ισχίου (SLR test) των οπίσθιων μηριαίων. Μετρήθηκαν και τα δύο πόδια των δοκιμαζόμενων πριν και μετά την παρέμβαση κάθε συνθήκης. Επειδή παρατηρήθηκε μεγάλη αύξηση στην παθητική κάμψη του ισχίου μετά από τις παρεμβάσεις πραγματοποιήθηκε μέθοδος με την οποία συγκρίθηκαν οι διαφορές του πριν με του μετά για την εκάστοτε συνθήκη.



Διάγραμμα 1: Συγκριτικό διάγραμμα για την εκάστοτε συνθήκη πριν και μετά κατά τη δοκιμασία άρσης τεταμένου σκέλους για το δεξί κάτω άκρο. Στο διάγραμμα καταγράφονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των συνθηκών σε °. ***Στατιστικά σημαντική διαφορά $p \leq 0,001$ μεταξύ των συνθηκών *ultrastrpre vs. ultrastrpost* ($p \leq 0,001$), *strpre vs. strpost* ($p \leq 0,001$) και *foamstrpre vs. foamstrpost* ($p \leq 0,001$).

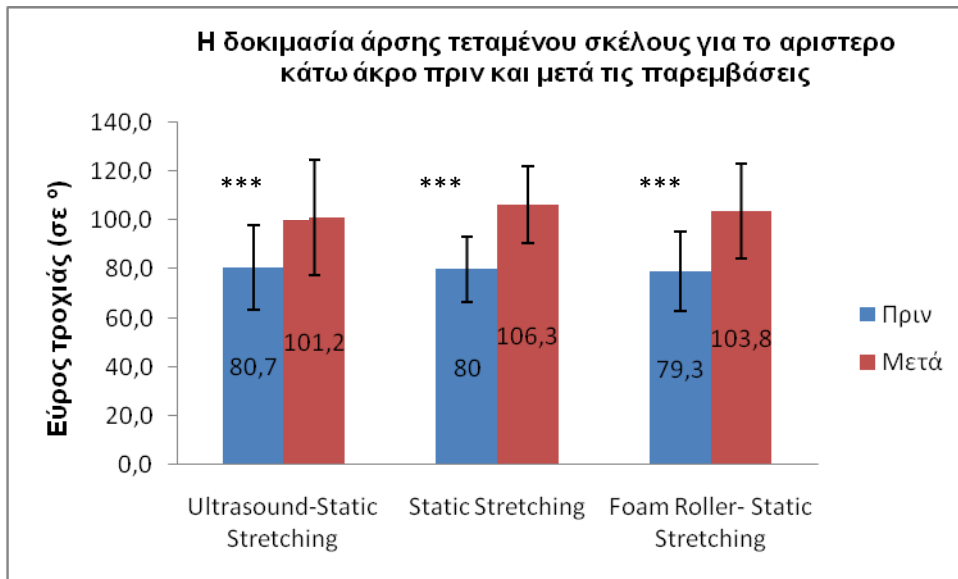
Όσον αφορά το δεξί πόδι των δοκιμαζόμενων πριν την παρέμβαση της συνθήκης *ultrasound-static stretching* μετρήθηκαν κατά μέσο όρο με $80,4^\circ$ (T.A.: $\pm 17,7^\circ$), ενώ μετά την παρέμβαση ήταν $101,3^\circ$ ο μέσος όρος (T.A.: $\pm 24,5^\circ$). Πριν την παρέμβαση της συνθήκης *static stretching* μετρήθηκε η κάμψη ισχίου κατά μέσο όρο $78,8^\circ$ (T.A. : $\pm 12,8^\circ$), ενώ μετά την παρέμβαση ήταν 105° ο μέσος όρος (T.A.: $\pm 12,9^\circ$). Πριν την παρέμβαση της συνθήκης *foam roller-static stretching* μετρήθηκε η κάμψη ισχίου κατά μέσο όρο $78,8^\circ$ (T.A.: $\pm 16,8^\circ$), ενώ μετά την παρέμβαση ο μέσος όρος ήταν $102,6^\circ$ (T.A.: $\pm 20,7^\circ$). Στην συνθήκη *ultrasound-static stretching* υπήρξε αύξηση $20,9^\circ$ μετά την παρέμβαση, στην συνθήκη *static stretching* υπήρξε αύξηση $26,2^\circ$ μετά την παρέμβαση και στην συνθήκη *foam roller-static stretching* υπήρξε αύξηση $23,8^\circ$ μετά την παρέμβαση.

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες για πριν και μετά την παρέμβαση. Για την συνθήκη *ultrastrpre vs. ultrastrpost* ($p \leq 0,001$), για την συνθήκη *strpre vs. strpost* ($p \leq 0,001$) και για τη συνθήκη *foamstrpre vs. foamstrpost* ($p \leq 0,001$).



Διάγραμμα 2: Συγκριτικό διάγραμμα των διαφορών ανά συνθήκη στην άρση τεταμένου σκέλους του δεξιού κάτω άκρου.

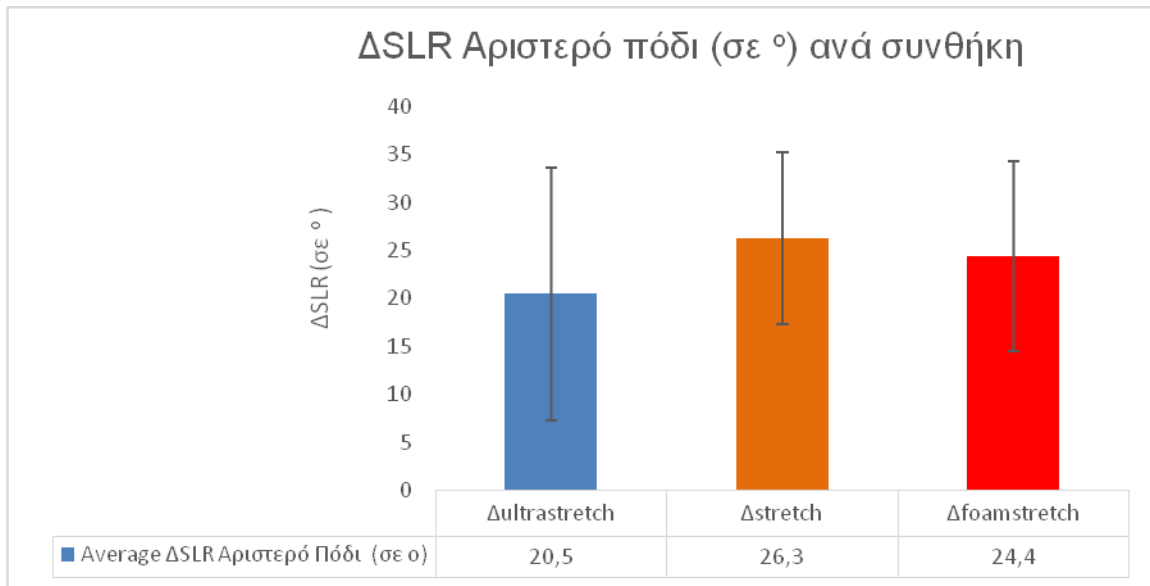
Όσον αφορά το δεξί πόδι των δοκιμαζόμενων για τη συνθήκη Δultrastretch ο μέσος όρος ήταν 20,9° (T.A.: ± 14,6°), για την συνθήκη Δstretch ο μέσος όρος ήταν 26,7° (T.A.: ± 9,7°) και τέλος για το Δfoamstretch ο μέσος όρος ήταν 23,8° (T.A.: ± 12,5°). Στη στατιστική ανάλυση repeated measures ANOVA δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες $p=0,559$.



Διάγραμμα 3: Συγκριτικό διάγραμμα για την εκάστοτε συνθήκη πριν και μετά κατά τη δοκιμασία άρσης τεταμένου σκέλους για το αριστερό κάτω άκρο. Στο διάγραμμα καταγράφονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις των συνθηκών σε °. ***Στατιστικά σημαντική διαφορά $p \leq 0,001$ μεταξύ των συνθηκών *ultrastrpre vs. ultrastrpost* ($p \leq 0,001$), *strpre vs. strpost* ($p \leq 0,001$) και *foamstrpre vs. foamstrpost* ($p \leq 0,001$).

Όσον αφορά το αριστερό πόδι των δοκιμαζόμενων πριν την παρέμβαση *ultrasound-static stretching* μετρήθηκε η κάμψη ισχίου κατά μέσο όρο $80,7^\circ$ (T.A.: $\pm 17,1^\circ$), ενώ μετά την παρέμβαση $101,2$ (T.A.: $\pm 23,6^\circ$). Στην συνθήκη *static stretching*, πριν την παρέμβαση ο μέσος όρος ήταν 80° (T.A.: $\pm 13,24^\circ$), ενώ μετά την παρέμβαση ήταν $106,3^\circ$ (T.A.: $\pm 15,67^\circ$). Στην συνθήκη *foam roller-static stretching* πριν ήταν $79,3^\circ$ (T.A. $\pm 16,3^\circ$) μετά ο μέσος όρος της κάμψης ισχίου $103,8^\circ$ (T.A.: $\pm 19,6$). Επομένως στη συνθήκη *ultrasound-static stretching* αυξήθηκε $20,5^\circ$, στη δεύτερη συνθήκη *static stretching* αυξήθηκε $26,3^\circ$ και στη συνθήκη *foam roller-static stretching* $24,5^\circ$.

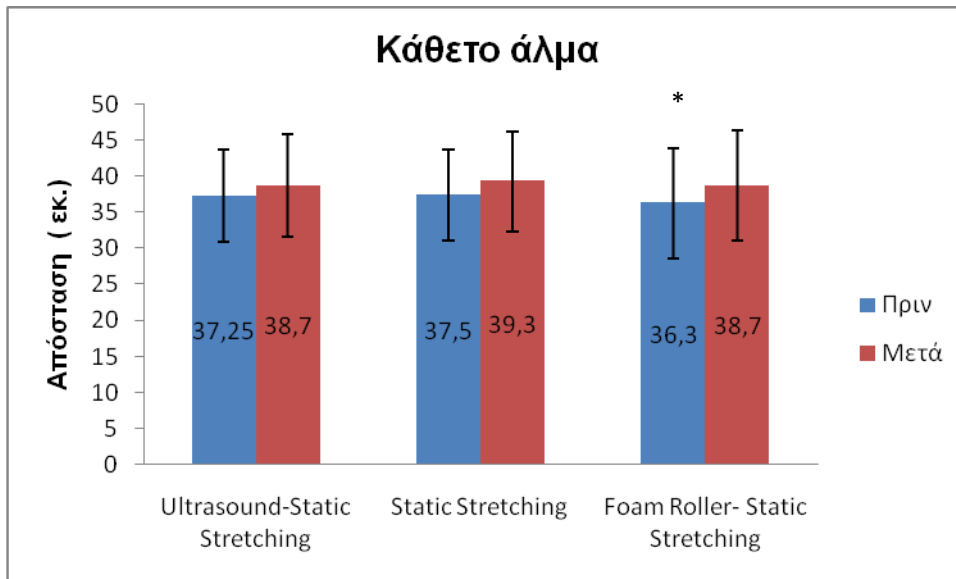
Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες για πριν και μετά την παρέμβαση. Για την συνθήκη *ultrastrpre vs. ultrastrpost* ($p \leq 0,001$), για την συνθήκη *strpre vs. strpost* ($p \leq 0,001$) και για τη συνθήκη *foamstrpre vs. foamstrpost* ($p \leq 0,001$).



Διάγραμμα 4: Συγκριτικό διάγραμμα των διαφορών ανά συνθήκη στην παθητική κάμψη του αριστερού ισχίου .

Όσον αφορά το αριστερό πόδι των δοκιμαζόμενων για την συνθήκη Δultrastretch ο μέσος όρος ήταν 20,5° (T.A. : ± 13,2°) για την συνθήκη Δstretch ο μέσος όρος ήταν 26,3° (T.A.:± 8,9°) και τέλος για το Δfoamstretch ο μέσος όρος ήταν 24,4 ° (T.A.:± 9,8°). Στη στατιστική ανάλυση repeated measures ANOVA δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες $p=0,361$.

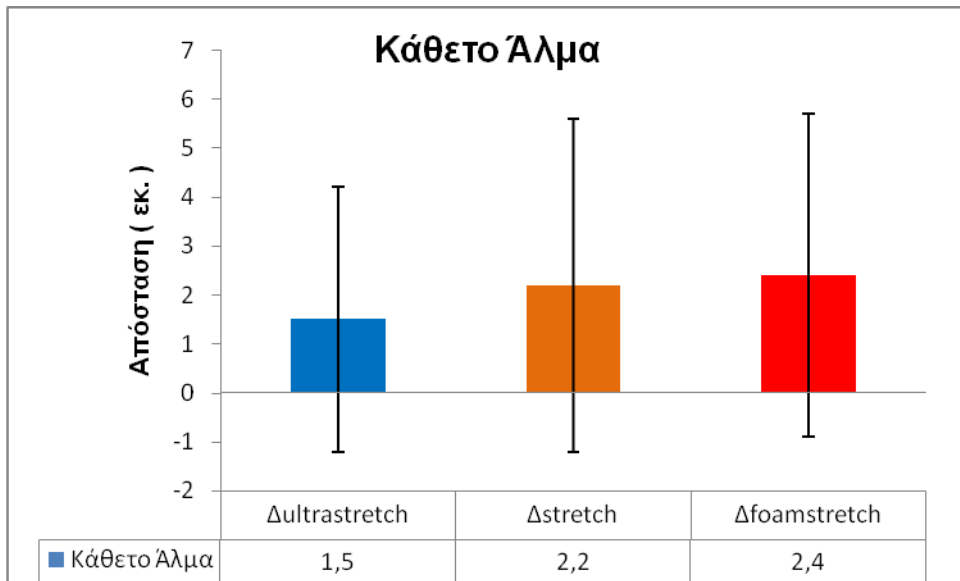
Η πρώτη δοκιμασία για την αξιολόγηση της νευρομυϊκής απόδοσης ήταν το κάθετο άλμα. Η δοκιμασία εκτελέστηκε πριν και μετά από κάθε συνθήκη .



Διάγραμμα 5: Συγκριτικό διάγραμμα των εκάστοτε συνθηκών πριν και μετά κατά την δοκιμασία του κάθετου άλματος. Στο διάγραμμα απεικονίζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις σε εκατοστά (cm). * Στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνθήκη foamstrpre vs. foamstrpost ($p=0,03$).

Όσον αφορά το κάθετο άλμα των δοκιμαζόμενων ,πριν την παρέμβαση της συνθήκης ultrasound-static stretching μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 37,25 εκ. (Τ.Α.:± 6,4),ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 38,7 εκ. (Τ.Α.:± 7,1). Πριν την παρέμβαση της συνθήκης static stretching μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 37,5 cm (Τ.Α.:±6,3), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 39,3 εκ. (Τ.Α.:±6,9). Πριν την παρέμβαση foam roller-static stretching μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 36,3 εκ. (Τ.Α.:±7,6), ενώ μετά την παρέμβαση μετρήθηκαν κατά μέσο όρο 38,7 εκ. (Τ.Α.:±7,6). Συνεπώς ,στη συνθήκη ultrasound-static stretching υπήρξε αύξηση 1.25εκ. μετά την παρέμβαση. Στη συνθήκη static stretching υπήρξε αύξηση 1.8 εκ. μετά την παρέμβαση και τέλος στη συνθήκη foam roller-static stretching υπήρξε αύξηση 2.4 εκ. μετά την παρέμβαση.

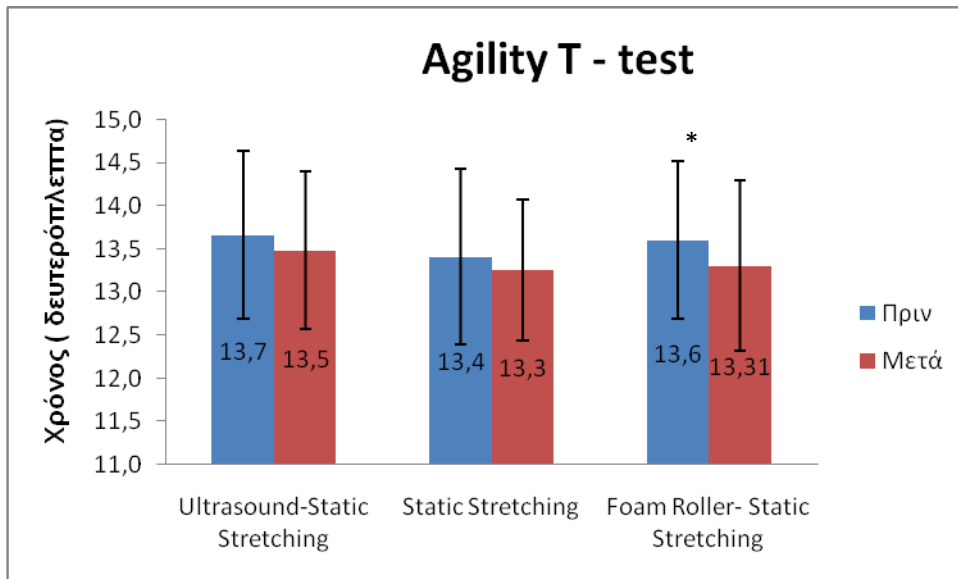
Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνθήκη foamstrpre vs. foamstrpost ($p=0,03$). Στην συνθήκη ultrastrpre vs. ultrastrpost ($p=0,09$) και στην strpre vs. strpost ($p= 0,11$) δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.



Διάγραμμα 6: Συγκριτικό διάγραμμα των διαφορών ανά συνθήκη για το κάθετο άλμα

Όσον αφορά το κάθετο άλμα των δοκιμαζόμενων για την συνθήκη Δultrastretch ο μέσος όρος ήταν 1,5 εκ. (Τ.Α.: $\pm 2,7$) για την συνθήκη Δstretch ο μέσος όρος ήταν 2,2 εκ. (Τ.Α.: $\pm 3,4$) και τέλος για το Δfoamstretch ο μέσος όρος ήταν 2,4 εκ. (Τ.Α.: $\pm 3,3$). Στη στατιστική ανάλυση repeated measures ANOVA δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες $p=0,433$.

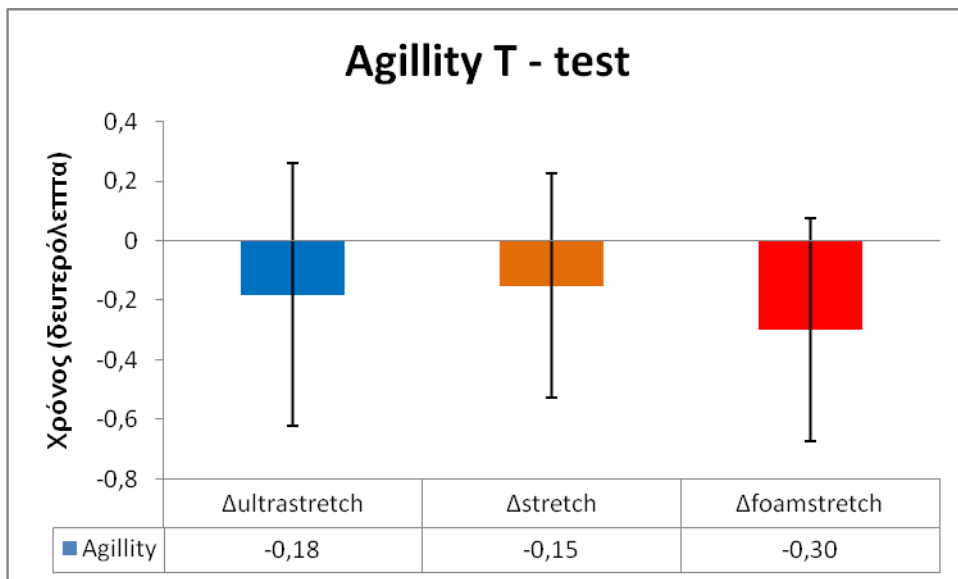
Η δεύτερη δοκιμασία νευρομυϊκής απόδοσης ήταν το Agility T-test. Η δοκιμασία εκτελέστηκε πριν και μετά από κάθε παρέμβαση .



Διάγραμμα 7: Συγκριτικό διάγραμμα των εκάστοτε συνθηκών πριν και μετά όσον αφορά της δοκιμασία Agility T-test. Στο διάγραμμα παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις σε δευτερόλεπτα (sec). *Στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνθήκη foamstrpre vs. foamstrpost ($p=0,02$).

Όσον αφορά τη δοκιμασία του Agility T-test, πριν την παρέμβαση ultrasound-static stretching ο μέσος όρος ήταν 13,7sec. (T.A.: ± 1), ενώ μετά την παρέμβαση ο μέσος όρος ήταν 13,5 sec. (T.A.: $\pm 0,9$). Πριν τη παρέμβαση της συνθήκης static stretching ο μέσος όρος ήταν 13,4 sec. (T.A.: $\pm 1,02$), ενώ μετά την παρέμβαση ο μέσος όρος ήταν 13,3 (T.A.: $\pm 0,8$). Πριν την παρέμβαση της συνθήκης foam roller-static stretching ο μέσος όρος ήταν 13,6 sec (T.A.: $\pm 0,92$), ενώ μετά την παρέμβαση ο μέσος όρος ήταν 13,31sec. (T.A.: ± 1). Συνεπώς στη συνθήκη ultrasound-static stretching υπήρξε μείωση 0.1 sec. μετά την παρέμβαση. Μετά τη παρέμβαση της συνθήκης static stretching υπήρξε μείωση 0.22 sec. Τέλος στην συνθήκη foam roller-static stretching υπήρξε μείωση 0.08 sec.

Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνθήκη foamstrpre vs. foamstrpost ($p=0,02$). Στην συνθήκη ultrastrpre vs. ultrastrpost ($p=0,20$) και στην strpre vs. strpost ($p= 0,2$) δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.



Διάγραμμα 8: Συγκριτικό διάγραμμα των διαφορών ανά συνθήκη για το Agillity T-test.

Όσον αφορά τη δοκιμασία του Agillity T-test για την συνθήκη Δultrastretch ο μέσος όρος ήταν -0,18 δευτερόλεπτα (Τ.Α.: $\pm 0,44$) για την συνθήκη Δstretch ο μέσος όρος ήταν -0,15 δευτερόλεπτα (Τ.Α.: $\pm 0,37$) και τέλος για το Δfoamstretch ο μέσος όρος ήταν -0,30 δευτερόλεπτα. (Τ.Α.: $\pm 0,37$). Στη στατιστική ανάλυση repeated measures ANOVA δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες $p=0,424$.

3.9. Συμπεράσματα- Συζήτηση

Σε προηγούμενες μελέτες εξετάστηκαν οι επιδράσεις των στατικών διατάσεων σε συνδυασμό με σύγχρονες τεχνικές (υπέρηχος και foam roller) στον ανθρώπινο οργανισμό. Η συγκεκριμένη έρευνα που πραγματοποιήθηκε είχε σκοπό να μελετήσει τις επιδράσεις των σύγχρονων μεθόδων (υπέρηχος και foam roller) και των στατικών διατάσεων στη βελτίωση της ευλυγισίας και της νευρομυϊκής απόδοσης σε άτομα με ανελαστικούς οπίσθιους μηριαίους. Επιπλέον στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν οι διαφορές του πριν και του μετά για την εκάστοτε συνθήκη για να αποφανθεί ποιά ήταν η πιο αποτελεσματική.

Η μειωμένη ευλυγισία μπορεί να προκαλέσει τραυματισμό και αποχή από την αθλητική δραστηριότητα (Magnusson και συν., 1996) και η πρόληψη της μπορεί να επιτευχθεί με την εκτέλεση διατατικών ασκήσεων που αυξάνουν το εύρος τροχιάς. Αναμφισβήτητα, έχει τεκμηριωθεί σε πολλές έρευνες ότι οι στατικές διατάσεις αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της προθέρμανσης (Yang και Behn, 2002). Πιο συγκεκριμένα, σε μυριάδες μελέτες αποδεικνύεται ότι οι στατικές διατάσεις αύξησαν την ευλυγισία και ταυτόχρονα το εύρος τροχιάς (Behn και Chaouachi, 2011). Παρόλ ' αυτά οι απόψεις είναι αντιφατικές καθώς σε άλλες έρευνες έχει αποδειχθεί ότι οι στατικές διατάσεις έχουν αρνητικές επιπτώσεις στην απόδοση και ότι δεν μειώνουν την εμφάνιση όλων των τραυματισμών (McHugh και Cosgrave, 2010). Στην παρούσα έρευνα επιλέχθηκαν οι στατικές διατάσεις με χρονική διάρκεια 30 δευτερολέπτων και 4 επαναλήψεων με ανάπαυση 15 δευτερόλεπτα οι οποίες αποδείχθηκαν αποτελεσματικές στην αύξηση ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων. Την ίδια άποψη υποστηρίζουν και οι Bandy και Irlon (1994) καθώς και οι Cini και Lima (2016) σε έρευνες που πραγματοποίησαν για την αποτελεσματικότητα των στατικών διατάσεων με διαφορετική χρονική διάρκεια. Αντίθετα οι Yildirim και συν. (2016) συγκρίναν τις στατικές διατάσεις, τις διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (PNF) και τις διατάσεις τεχνικής Mulligan για την αύξηση εύρους κάμψης του ισχίου σε ασθενείς με αμφοτερόπλευρη ανελαστικότητα οπίσθιων μηριαίων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι PNF και η τεχνική Mulligan ήταν πιο αποτελεσματικές από ότι οι στατικές διατάσεις στην αύξηση του εύρους τροχιάς της κάμψης του ισχίου. Σε αντίθεση με τους Sullivan και συν. (2009) που σύγκριναν τις επιδράσεις της προθέρμανσης των στατικών και δυναμικών διατάσεων στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων και τα αποτελέσματα απέδειξαν αυξημένο ROM μετά την εφαρμογή στατικών διατάσεων συγκριτικά με τις δυναμικές.

Οι Morishita και συν. (2014) υποστήριξαν ότι ο υπέρηχος παρέχει θερμότητα στους εν τω βάθει μύες με αποτέλεσμα την καλύτερη ευλυγισία τόσο των κολλαγόνων όσο και των μυϊκών ινών. Οι Akbari και συν. (2006) χρησιμοποίησαν τον υπέρηχο με ισχύ 2 W/cm^2 και συχνότητα 1 MHz με συνεχή παλμό 5 λεπτά στους έσω και έξω οπίσθιους μηριαίους 2 λεπτά για κάθε τένοντα και ανάμεσα στους 2 τένοντες 1 λεπτό και τη διάταση ξεχωριστά, καθώς και αυτές τις μεθόδους συνδυαστικά. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο υπέρηχος με τη διάταση 30 δευτερολέπτων συνδυαστικά είχαν μεγαλύτερα οφέλη στην αύξηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων από ότι αυτές οι μέθοδοι μεμονωμένα. Στην παρούσα μελέτη ακολουθήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο όσον αφορά τον υπέρηχο και τα αποτελέσματα της έρευνας απέδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά στην αύξηση της ευλυγισίας ($p \leq 0,001$) για την σύγκριση των παρεμβάσεων πριν και μετά. Οι Magalhaes και συν. (2015) εκπόνησαν μια έρευνα με σκοπό να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα των διατάσεων νευρομυϊκής διευκόλυνσης σε συνδυασμό με κρύα επιθέματα και θεραπευτικό υπέρηχο σε οπίσθιους μηριαίους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης όλες οι μέθοδοι ήταν ευεργετικές για την αύξηση ευλυγισίας. Ωστόσο σε μια άλλη έρευνα που πραγματοποίησαν οι Cho και συν. (2016) έχοντας ως στόχο να διερευνήσουν τα θετικά αποτελέσματα της μυϊκής ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων που συνδυάστηκε με την εφαρμογή της αυτομάλαξης με χρήση αφρώδους ρολού και του υπερήχου. Η μελέτη απέδειξε ότι η αυτομάλαξη με αφρώδες ρολό είχε θετικές επιδράσεις στην αύξηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων αλλά η προσθήκη υπερήχου δεν παρουσίασε περαιτέρω επιδράσεις. Οι Behara και Jacobson (2013) πραγματοποίησαν μια μελέτη που σύγκρινε τις οξείες επιδράσεις της αυτό-μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης των κάτω άκρων χρησιμοποιώντας foam roller και

δυναμικές διατάσεις μεμονωμένα. Οι αθλητές που έλαβαν μέρος αξιολογήθηκαν στο κάθετο άλμα, ταχύτητα, την ισομετρική ροπή γόνατος (ROM) και ισχίου άρση τεταμένου σκέλους (SLR). Σύμφωνα με τους Mohr και συν. (2014) το foam roller που εκτελέστηκε σε 3 σετ x 60 δευτερόλεπτα και 30 δευτερόλεπτα ανάπαυση σε συνδυασμό με τις στατικές διατάσεις ήταν πιο αποτελεσματικός από το foam roller και τις στατικές διατάσεις μεμονωμένα όσον αφορά την αύξηση της παθητικής κάμψης του ισχίου. Στην παρούσα έρευνα που εκπονήθηκε ακολουθήθηκε το ίδιο πρωτόκολλο για το foam roller και η συνθήκη αποδείχθηκε αποτελεσματική τόσο στην αύξηση της ευλυγισίας με ($p \leq 0,001$) όσο και στην νευρομυϊκή απόδοση για το κάθετο άλμα ($p \leq 0,03$) και για το Agility T-test ($p \leq 0,02$) για την σύγκριση πριν και μετά. Επιπρόσθετα οι Cuture και συν. (2015) εξέτασαν την επίδραση του foam roller για το εύρος κίνησης των οπίσθιων μηριαίων επιλέγοντας διαφορετικής χρονικής διάρκειας παρεμβάσεις με τη χρήση του foam roller. Η μελέτη απέδειξε ότι το foam roller συνολικής διάρκειας έως 2 λεπτά δεν είναι επαρκής για να προκαλέσει βελτίωση στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων. Αν και δεν έχουν γίνει πολλές μελέτες για την οξεία επίδραση του foam roller οι ερευνητές Hsuan και συν. (2016) αναφέρουν ότι είναι πιο αποτελεσματικό από στατικές και δυναμικές διατάσεις για την αύξηση της ευλυγισίας του τετρακέφαλου και των οπίσθιων μηριαίων και μπορεί να συνιστάται ως μέρος μιας προθέρμανσης ειδικά για αθλήματα που απαιτούν υψηλό βαθμό ευλυγισίας.

Η δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της ευλυγισίας ήταν η παθητική άρση τεταμένου σκέλους (PSLR). Όπως προκύπτει από την βιβλιογραφία ο δοκιμαζόμενος τοποθετήθηκε σε ύπτια θέση στο κρεβάτι με έναν ιμάντα σταθεροποίησης στην πνευλική περιοχή και έναν άλλον στον άκρο που δεν εξετάστηκε, το πόδι αυτό καθ' όλη την διάρκεια της δοκιμασίας ήταν επαπτόμενο με το κρεβάτι. Εκτελέστηκε παθητική κάμψη του ισχίου κρατώντας το γόνατο σε πλήρη έκταση και την ποδοκνημική άρθρωση σε ουδέτερη θέση. Η κίνηση σταματούσε όταν ο δοκιμαζόμενος αισθανόταν ισχυρή αντίσταση. Το μέσο μέτρησης ήταν το γωνιόμετρο που τοποθετήθηκε πάνω από το μείζονα τροχαντήρα (Neto και συν., 2014). Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος τρόπος για την εκτέλεση της δοκιμασίας άρσης τεταμένου σκέλους (SLR test). Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες για πριν και μετά την παρέμβαση. Για την συνθήκη *ultrastrpre vs. ultrastrpost* ($p \leq 0,001$), για την συνθήκη *strpre vs. strpost* ($p \leq 0,001$) και για τη συνθήκη *foamstrpre vs. foamstrpost* ($p \leq 0,001$) τόσο για το δεξί όσο και για το αριστερό κάτω άκρο. Ωστόσο όσον αφορά το δεξί πόδι των δοκιμαζόμενων στη στατιστική ανάλυση *repeated measures ANOVA* δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες: *Dultrastretch*, *Δstretch* και *τ Δfoamstretch* $p=0,559$. Όσον αφορά το αριστερό πόδι των δοκιμαζόμενων στη στατιστική ανάλυση *repeated measures ANOVA* δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες: *Dultrastretch*, *Δstretch* και *τ Δfoamstretch* $p=0,361$.

Για την νευρομυϊκή απόδοση χρησιμοποιήθηκε το κάθετο άλμα. Η δοκιμασία αυτή χρησιμοποιείται σε πολλά αθλήματα συμπεριλαμβανομένων της καλαθοσφαίρισης και της πετοσφαίρισης αφού είναι μια εκρηκτική κίνηση. Οι Roberson και Fleming (1987) διαπίστωσαν ότι τη μεγαλύτερη συνεισφορά για την απόδοση του κάθετου άλματος έχει το ισχίο (40%), ο αστράγαλος (35,8%), και το γόνατο (24,2%). Πιο συγκεκριμένα οι Soest και συν. (1993) υποστήριξαν ότι οι μύες οι οποίοι συμμετέχουν στην εκτέλεση του κάθετου άλματος είναι ο γαστροκνήμιος, ο ορθός μηριαίος, ο δικέφαλος μηριαίος, ο υποκνημίδιος και οι γλουτιαίοι. Επιπλέον μια άλλη μελέτη έδειξε ότι η ευλυγισία στην άρθρωση του αστραγάλου συμβάλλει σημαντικά στην αύξηση του ύψους του κάθετου άλματος. Για την δοκιμασία του κάθετου άλματος τα πόδια τοποθετούνται παράλληλα στο έδαφος ως το σημείο εκκίνησης. Οι δοκιμαζόμενοι έλαβαν οδηγίες να εκτελέσουν 3 μέγιστα κάθετα άλματα με τη χρήση και των 2 βραχιόνων προσπαθώντας να καλύψουν τη μακρύτερη δυνατή κάθετη απόσταση. Μετά από κάθε προσπάθεια δόθηκαν 3 λεπτά ξεκούρασης. Το καλύτερο άλμα από τα 3 ήταν αυτό που επιλεγόταν για ανάλυση (Sung Joan Yun και συν., 2016). Το ίδιο πρωτόκολλο χρησιμοποιήθηκε για την εκτέλεση του κάθετου άλματος και στην παρούσα έρευνα. Σύμφωνα με τη στατιστική ανάλυση t - test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά

στη συνθήκη foamstrpre vs. foamstrpost ($p=0,03$). Στην συνθήκη ultrastrpre vs. ultrastrpost ($p=0,09$) και στην strpre vs. strpost ($p=0,11$) δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Όσον αφορά το κάθετο άλμα των δοκιμαζόμενων στη σύγκριση που έγινε για τις διαφορές ανάμεσα στις συνθήκες: Δultrastretch, Δstretch, Δfoamstretch στη στατιστική ανάλυση repeated measures ANOVA δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά $p=0,433$.

Επιπρόσθετα, η δοκιμασία για την αξιολόγηση της νευρομυϊκής απόδοσης που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Agility T-test. Το test αυτό επιλέχθηκε για την διεξαγωγή της παρούσας έρευνας επειδή κρίθηκε ως έγκυρο και αξιόπιστο εργαλείο για την αξιολόγηση ευκινησίας όπως ανέφεραν οι Fessi και συν., (2016). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας στη στατιστική ανάλυση t-test βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνθήκη foamstrpre vs. foamstrpost ($p=0,02$). Ενώ στην συνθήκη ultrastrpre vs. ultrastrpost ($p=0,20$) και στην strpre vs. strpost ($p=0,2$) δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Όσον αφορά τη δοκιμασία του Agility T-test στη σύγκριση των διαφορών που έγινε ανάμεσα στις συνθήκες: Δultrastretch, Δstretch και Δfoamstretch η στατιστική ανάλυση repeated measures ANOVA έδειξε ότι δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις συνθήκες $p=0,424$.

Η μειωμένη ευλυγισία μπορεί να προκαλέσει αλλαγές στους μύες όπως μεταβολές στη σχέση μήκους τάσης καθώς και να προκληθεί μυϊκή βράχυνση που θα οδηγήσει σε λειτουργικούς περιορισμούς όσον αφορά στην εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων. Έπειτα η μειωμένη ευλυγισία συνδέεται άμεσα με την πρόκληση τραυματισμών και αναγκάζουν τον αθλητή να απέχει από αθλητικές δραστηριότητες. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί παρουσιάζουν αντιφατικές απόψεις όσον αφορά τις επιδράσεις των στατικών διατάσεων στην αύξηση της ευλυγισίας. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι στατικές διατάσεις προσφέρουν οφέλη σε πιο αργές ταχύτητες σε έκκεντρη συστολή παρατεταμένης διάρκειας και σε αθλήματα που απαιτούν υψηλό βαθμό ευλυγισίας χρησιμοποιούνται στατικές διατάσεις μικρής διάρκειας και χαμηλότερης έντασης που μειώνουν την εμφάνιση των τραυματισμών.

Εν συνεχεία η βιβλιογραφία που σχετίζεται με τα αποτελέσματα των επιδράσεων του θεραπευτικού υπέρηχου σε συνδυασμό με τις στατικές διατάσεις είναι ελλιπείς, όπως και η βιβλιογραφία που σχετίζεται με τα αποτελέσματα των επιδράσεων του foam roller σε συνδυασμό με τις στατικές διατάσεις. Στην παρούσα μελέτη όσον αφορά τις συνθήκες που εφαρμόστηκαν ήταν και οι τρεις αποτελεσματικές για την αύξηση ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά κατά τη δοκιμασία άρσης τεταμένου σκέλους (SLR test). Όσον αφορά τη βελτίωση της νευρομυϊκής απόδοσης κατά τη δοκιμασία του κάθετου άλματος υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συνθήκη του foamstrpre vs. foamstrpost αντίστοιχα και κατά την δοκιμασία του τεστ ευκινησίας (Agility T-test). Παρ' όλα αυτά δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά όταν πραγματοποιήθηκε η σύγκριση διαφορών όλων των συνθηκών.

Συμπερασματικά εφόσον δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα σε όλες τις συνθήκες και αποδείχθηκαν και οι τρεις αποτελεσματικές σε άτομα με ανελαστικούς οπίσθιους μηριαίους. Έτσι θα μπορούσαν να επιλεγθούν οι στατικές διατάσεις συγκριτικά με τις άλλες συνθήκες ως καταλληλότερη μέθοδος, επειδή δεν απαιτούν ειδικό εξοπλισμό μπορούν και να εκτελεστούν ευκολότερα από τον θεραπευτή καθώς και από το ίδιο το άτομο.

Αρθρογραφία

- Akbari, Moodi H., Moein A.A. & Nazok R., 2006. The effect of therapeutic ultrasound and duration of stretching of the hamstring muscle group on the passive knee extension. *Journal of Medical Sciences*, 6(6): 968-973.
- Bandy W., Irion J., & Briggler M., 1997. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical Therapy*, 7(9): 845-850.4
- Behara, B., & Jacobson, B. The acute effects of deep tissue foam rolling and dynamic stretching on muscular strength, power, and flexibility in division I linemen. *Journal of Strength and Conditioning Research (publish ahead of print)*. Oklahoma State University.
- Behm, G., D., & Chaouachi A., 2011. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal Applied Physiology*, 111(11): 2633-2651.
- Cameron M., D., & Bohannon W. R., 1993. Relationship between active knee extension and active straight leg raise test. *Journal of Orthopedic & Sports Physical Therapy*, 17(5): 257-260.
- Cheatham S., J. Kolber M., Cain M., & Lee M., 2015. The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6):827-838
- Cho S., H., Kim S., H., 2016. Immediate effect of stretching and ultrasound on hamstring flexibility and proprioception. *The Journal of Physical Therapy Science*, 28(6): 1806–1808.
- Cini A., G. S., 2016. Acute effect of different time periods of passive static stretching on the hamstring flexibility. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 14(31):1–6.
- Covert A. C., Melanie P. A., Petronis J., J., & Davis D. S., 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.
- Couture G., Karlik D., Glass S., & Hatzel B., 2015. The effect of foam rolling duration on hamstring range of motion. *Open Orthopaedics Journal*, 9: 450–455.
- Fessi, M., Makni, E., Jemni, M., Elloumi, M., Chamari, K., Nabli, M., et al., 2016. Reliability and criterion-related validity of a new repeated agility test. *Biological Sport*, 33(2): 159–164.
- García-Pinillosa A., Ruiz-Ariza R., Moreno D., C., & Latorre-Román P. Á., 2015. Impact of limited hamstring flexibility on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility in young football players. *Journal of Sports Sciences*, 32(12): 37-41.
- Gordon, C.-M., Andrasik, F., Schleip, R., Birbaumer, N., & Rea, M., 2016. Myofascial triggerpoint release (mtr) for treating chronic shoulder pain: *Journal of Bodywork & Movement Therapies*. 20(3):614-22.
- Joo H., C., 2016. The effects of short-term detraining on exercise performance in soccer players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(1): 54–59.
- Kirmizigil B., Bahtiyar O., & Colakoglu M., 2014. Effects of three different stretching techniques on vertical jumping performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5):1263–1271.

- Konrad, M. G., Tilp M., 2015. Effect of PNF stretching training on the properties of human muscle and tendon structures. *Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports*, 25: 346–355.
- Konrad S., Stafilidis, & Tilp M., 2016. Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties. *Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports*. doi: 10.1111/sms.12725.
- Lounsberry N. L., 2008. Therapeutic heat: effects of superficial and deep. *Medicine and Health Sciences Commons*,. All volumes 2001-2008: 138.
- Magalhães F., E., X., ,Arlindo R., M., J.,Harnold T., S., M., Santos R., P., M., Ezaine C., R., Gouveia M., S., S., V., & Gouveia G., P., M., 2015. Comparison of the effects of hamstring stretching using proprioceptive neuromuscular facilitation with prior application of cryotherapy or ultrasound therapy. *Journal Physical Therapy of Science*,. 27(5): 1549–1553.
- Mahieu, Cools A., De Wilde B., Boon M., & Witvrouw E., 2009. Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on the plantar flexor muscle-tendon tissue properties. *Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports* , 19: 553–560.
- Maulder P., Cronin J., 2005. Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport* , 6(2): 74-82.
- Mohr R. A., Long C. B., Goad L. C., 2014. Effect of foam rolling and static stretching on passive hip-flexion range of motion. *Journal of Sport Rehabilitation*, 23: 296-299.
- Odunaiya N., Hamzat T., & Ajayi O. 2005. The Effects of static stretch duration on the flexibility of hamstrings muscles. *African Journal of Biomedical Research* , 8 (2005); 79 – 82.
- Neto T., Jacobsohn L., Carita A. I. & Oliveira R., 2014.. Reliability of the active knee extension test and the straight leg raise test. *Journal of Sport Rehabilitation*. doi: 10-1123/jsr.2014-0220.
- O'Sullivan, K., Murray E., & Sainsbury, D.,2009. The effect of warm-up, static stretching and dynamic stretching on hamstring flexibility in previously injured subjects. *BMC Musculoskeletal Disord.*, 10: 37.
- Rama, F. C., 2016. Static stretching does not reduce variability, jump and speed performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*,. 11(2): 237–246.
- Rayav M., Gailey R., Gaunaurd I., Jayne D., Campbell S., Gagne, E., et al., 2013. Comparison of three agility tests with male servicemembers: edgren side step test, t-test, and illinois agility test. *Journal of Rehabilitation Research & Development (JRRD)* , 50(7): 951 -960.
- Simic, N. S., 2012. Does pre-exercise static stretching inhibit maximal muscular performance? A meta-analytical review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science Sports*, 23(2): 131–148.
- Spernoga G. S., Uhl L.T., Brent L. A., & Gansneder M. B., 2001. Duration of maintained hamstring flexibility after a one-time, modified hold-relax stretching protocol. *Journal of Athletic Training*,. 36(1): 44–48.
- Su H., , Chang N., J., Wu W., L., Guo L., Y., & Chu I., H., 2016. Acute effects of foam rolling, static stretching, and dynamic stretching during warm-ups on muscular flexibility and strength in young adults. *Journal of Sport Rehabilitation*,. 13: 1-24.

- Taylor K., L., Sheppard M. J., Hamilton L., & Plummer N., 2008. Negative effect of static stretching restored when combined. *Journal of Science and Medicine in Sport.*, 12(6):657-61.
- Walker N., R., Denegar C., & Preische J., 2007. Low-intensity pulsed ultrasound and pulsed electromagnetic field in the treatment of tibial fractures: A systematic review. *Journal Athletic Training.*, 42(4): 530–535.
- Wong K., K., Chai H. M., & Chen Y., J., 2016. Mechanical deformation of posterior thoracolumbar fascia after myofascial release in healthy men: A study of dynamic ultrasound . *Manual Therapy.*, 27:124–130.
- Van Soest J. A., Schwab I. A., Bobbert F.M., & Gerrit I., H.,. 1993. The influence of the biarticularity of the gastrocnemius muscle on vertical-jumping achievement. *Journal Biomechanics*, 26(1):1-8.
- Yıldırım M., Ozyurek S., Tosun O., Uzer S., & Gelecek N., 2016. Comparison of effects of static, proprioceptive neuromuscular facilitation and Mulligan stretching on hip flexion range of motion: a randomized controlled trial. *Biology of Sport.*, 33(1): 89–94.
- Ylinen J. J., Kautiainen H. J., & Kkinen A. H., 2010. Comparison of active, manual, and instrumental straight leg raise in measuring hamstring extensibility. *Journal of Strength and Conditioning Research.*, 24(4): 972–977.
- Yu, S. H., Sim, Y. H., Kim, M. H., Bang, J. H., Son, K. H., Kim, J. W., et al. 2016. The effect of abdominal drawing-in exercise and myofascial release on pain, flexibility, and balance of elderly females. *Journal Physical Therapy of Science* 28: 2812–2815.
- Yuktasir B., 2009. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* ,. 13: 11–21.
- Yun, S. J., Kim, M.-H., Weon, J.-H., Kim, Y., Jung, S.-H., & Kwon, O.-Y., 2016. Correlation between toe flexor strength and ankle dorsiflexion ROM during the countermovement jump. *Journal Physical Therapy of Science.*, 28(8): 2241–2244.

Ελληνική Βιβλιογραφία

Φουσέκης, Κ. Α. 2015. *Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία*. Nicosia: Cyprus. Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης

Βιβλιογραφία - Μεταφρασμένη

Hamilton, 2013. *Κινησιολογία-Επιστημονική βάση της ανθρώπινης κίνησης*. New York Μετάφραση-Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Γιόφτσος Γ. Εκδόσεις Παρισιανού Α.Ε.

Kisner, C., & Colby, L. A., 2003. *Θεραπευτικές Ασκήσεις – Βασικές Αρχές και Τεχνικές*. Μετάφραση-Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Σπυριδόπουλος Κ. και Σάτκα Γ. Ιατρικές εκδόσεις Σιώκης.

Oatis C., 2010. *Κινησιολογία: Η Μηχανική και η Παθολογική της Ανθρώπινης Κίνησης*. Μετάφραση-Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Λαγουδάκη Ε. Ρ., Σταθόπουλος Ι. Θ., Επιστημονικές Εκδόσεις Gotsis.

Robertson V., Ward, A., Low, J., & Reed, A., 2006. *Ηλεκτροθεραπεία: Βασικές Αρχές και Πρακτική Εφαρμογή*. United Kingdom: Tottenham. Μετάφραση-Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Κατσουλάκης Κ. Δ. Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιανού Α.Ε.

Shultz S. J., P. A. & Houghlum P. A., D. H., 2009. *Εξέταση Μυοσκελετικών κακώσεων*. Μετάφραση-Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Τσακλής Π. Α. Εκδόσεις Παρισιανού Α.Ε.

Watson T., 2008. *Ηλεκτροθεραπεία: Τεκμηριωμένη Πρακτική*. China. Μετάφραση-Επιμέλεια από τα Αγγλικά από Στριμπάκος Ν. Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Schleip R., T. W. 2012. *Fascia the tensional network of the human bob*.

Παράρτημα

Έντυπο συγκατάθεσης

Έντυπο συγκατάθεσης δοκιμαζόμενου

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 και της σωματικής μάζας. Η συμμετοχή σας στις παραπάνω μετρήσεις, δεν εγκυμονούν κανένα απολύτως κίνδυνο για τη σωματική σας ακεραιότητα.

Κύριες Πειραματικές Μετρήσεις:

Η συμμετοχή σας στην πειραματική διαδικασία απαιτεί 3 συνολικά επισκέψεις στο εργαστήριο Φυσικών Μέσων- Ηλεκτροθεραπείας του τμήματος Φυσικοθεραπείας στο Αίγιο Αχαΐας 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 στο εργαστήριο θα σας ζητηθεί να εκτελέσετε, 3 φορές μια διαδικασία αξιολόγησης της ευλυγισίας σας (SLR Test) και νευρομυϊκής απόδοσης (κάθετο άλμα, Agility T-test) δηλαδή πριν και έπειτα από την εφαρμογή των 3 διαφορετικών συνθηκών (μία σε κάθε επίσκεψη σας) που συνολικά θα πραγματοποιηθούν σε εσάς και είναι οι εξής:

- 1) Συνθήκη υπερήχου και διατάσεων: με ισχύ $2W\text{ cm}^{-2}$ με συχνότητα 1 MHz συνεχώς για 5 λεπτά (2 λεπτά για κάθε τένοντα) και μεταξύ των 2 τενόντων 1 λεπτό. Μετά από το τέλος της θερμοθεραπείας θα ακολουθήσει διάταση. Ο εξεταζόμενος τοποθετείται σε ύπτια θέση και γίνεται άρση του σκέλους (κάμψη ισχίου και διατήρηση γόνατος σε έκταση και ποδοκνημική σε ουδέτερη θέση). Η διάταση θα είναι 4 σετ x 30s και 15s ανάπαυση.
- 2) Συνθήκη διατάσεων: Τοποθέτηση σε ύπτια θέση και άρση του σκέλους (κάμψη ισχίου και διατήρηση γόνατος σε έκταση και ποδοκνημική σε ουδέτερη θέση). Η διάταση θα είναι 4 σετ x 30s και 15s ανάπαυση.
- 3) Συνθήκη foam roller και διατάσεων: Για το foam roller θα γίνουν 3 σετ x 60s και 30s ανάπαυση. Για τη διάταση τοποθετείται ο δοκιμαζόμενος σε ύπτια θέση και άρση του σκέλους (κάμψη ισχίου και διατήρηση γόνατος σε έκταση και ποδοκνημική σε ουδέτερη θέση). Η διάταση θα είναι 4 σετ x 30s και 15s ανάπαυση.

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

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

Σας ευχαριστούμε πολύ Παναγιώτης Γκρίλιας, Πηνελόπη Φερλέ, Ζωή Σινάνη

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

Όνομα δοκιμαζόμενου

Όνομα ερευνητή

Όνομα μάρτυρα

Υπογραφή

Υπογραφή

Υπογραφή

Αρχικά Δεδομένα (Raw Data)

Άρση τεταμένου σκέλους (SLR) ,3 πριν δοκιμασίες και 3 μετά τις 3 συνθήκες για το δεξί εξεταζόμενο κάτω άκρο																		
Δοκιμαζόμενοι	Υπέρηχος – στατική διάταση						Στατική διάταση						Foam roller –στατική διάταση					
	SLR Pre 1	SLR Pre 2	SLR Pre 3	SLR Post 1	SLR Post 2	SLR Post 3	SLR Pre 1	SLR Pre 2	SLR Pre 3	SLR Post 1	SLR Post 2	SLR Post 3	SLR Pre 1	SLR Pre 2	SLR Pre 3	SLR Post 1	SLR Post 2	SLR Post 3
Χ.Μ	70°	68°	68°	87°	87°	85°	75°	75°	73°	95°	89°	86°	90°	88°	89°	110°	110°	100°
Σ.Γ	63°	60°	60°	70°	69°	65°	71°	70°	70°	112°	110°	106°	119°	118°	115°	130°	130°	129°
Δ.Α	69°	65°	67°	78°	77°	77°	90°	86°	90°	118°	115°	110°	80°	78°	78°	100°	100°	99°
Δ.Σ	68°	68°	67°	76°	73°	75°	81°	81°	75°	122°	122°	121°	77°	77°	70°	120°	115°	115°
Σ.Χ	71°	70°	66°	95°	93°	95°	81°	81°	81°	120°	118°	120°	52°	51°	50°	67°	65°	65°
Δ.Ε	77°	76°	74°	89°	87°	84°	79°	75°	78°	100°	95°	95°	65°	59°	61°	73°	72°	68°
Π.Φ	85°	80°	83°	136°	130°	136°	90°	88°	88°	100°	95°	90°	65°	64°	64°	82°	78°	82°
Κ.Α	83°	82°	80°	90°	84°	87°	67°	66°	67°	90°	87°	85°	90°	90°	89°	110°	105°	105°
Κ.Κ	74°	74°	70°	115°	114°	105°	65°	65°	60°	95°	92°	90°	78°	77°	78°	122°	120°	122°
Γ.Ν	130°	125°	130°	145°	142°	145°	109°	106°	109°	127°	127°	120°	70°	68°	69°	86°	82°	82°
Μ.Π	85°	84°	84°	111°	110°	110°	68°	68°	67°	90°	88°	89°	75°	73°	75°	115°	110°	106°
Ν.Τ	90°	84°	88°	124°	121°	120°	69°	66°	64°	96°	93°	96°	85°	80°	79°	116°	115°	115°

Άρση τετατμένου σκέλους (SLR) ,3 πριν δοκιμασίες και 3 μετά τις 3 συνθήκες για το αριστερό εξεταζόμενο κάτω άκρο

Δοκιμαζόμενοι	Υπέρηχος – στατική διάταση						Στατική διάταση						Foam roller – στατική διάταση					
	SLR Pre 1	SLR Pre 2	SLR Pre 3	SLR Post 1	SLR Post 2	SLR Post 3	SLR Pre 1	SLR Pre 3	SLR Post 1	SLR Post 2	SLR Post 3	SLR Pre 1	SLR Pre 2	SLR Pre 3	SLR Post 1	SLR Post 2	SLR Post 3	
Χ.Μ	69°	66°	60°	82°	80°	80°	75°	73°	73°	95°	92°	92°	90°	90°	90°	110°	100°	110°
Σ.Γ	65°	64°	60°	75°	70°	69°	80°	80°	80°	120°	115°	115°	123°	120°	120°	140°	135°	130°
Δ.Α	65°	65°	62°	75°	71°	71°	94°	93°	92°	118°	115°	115°	76°	75°	73°	102°	102°	95°
Δ.Σ	65°	65°	64°	72°	70°	70°	80°	80°	80°	121°	120°	121°	88°	84°	87°	115°	115°	115°
Σ.Χ	81°	80°	75°	100°	100°	100°	82°	82°	81°	120°	118°	114°	62°	61°	62°	79°	75°	75°
Δ.Ε	78°	76°	76°	93°	89°	89°	81°	78°	80°	100°	95°	95°	65°	65°	63°	75°	75°	75°
Π.Φ	82°	80°	80°	126°	125°	120°	89°	88°	85°	110°	110°	110°	67°	65°	65°	80°	75°	79°
Κ.Α	86°	85°	85°	96°	85°	90°	60°	60°	55°	85°	84°	84°	80°	80°	79°	110°	100°	100°
Κ.Κ	72°	70°	69°	115°	115°	110°	70°	67°	66°	91°	85°	80°	80°	80°	80°	120°	118°	120°
Γ.Ν	126°	125°	120°	145°	145°	145°	110°	105°	105°	131°	130°	127°	68°	68°	68°	88°	85°	85°
Μ.Π	88°	86°	82°	108°	107°	102°	70°	68°	68°	85°	85°	80°	76°	73°	74°	112°	104°	101°
Ν.Τ	91°	91°	90°	127°	125°	126°	69°	66°	64°	100°	95°	94°	77°	76°	75°	114°	110°	110°

Κάθετο άλμα (vertical jump) 3 πριν δοκιμασίες και 3 μετά τις 3 συνθήκες

Δοκιμαζόμενοι	Υπέρηχος – στατική διάταση						Στατική διάταση						Foam roller – στατική διάταση					
	jump Pre 1	jump Pre 2	jump Pre 3	jump Post 1	jump Post 2	jump Post 3	jump Pre 1	jump Pre 2	jump Pre 3	jump Post 1	jump Post 2	jump Post 3	jump Pre 1	jump Pre 2	jump Pre 3	jump Post 1	jump Post 2	jump Post 3
Χ.Μ	42 cm	40cm	41cm	44,7cm	44cm	43cm	41cm	40,5cm	41cm	43cm	42cm	42cm	40cm	40cm	39 cm	41 cm	40,5 cm	41 cm
Σ.Γ	40 cm	40cm	39cm	45,5cm	45cm	45cm	36cm	36cm	35cm	39cm	38,5cm	38cm	41cm	39 cm	39,5 cm	41 cm	40 cm	39,5 cm
Δ.Α	30 cm	27cm	29cm	32,5cm	28cm	30cm	33cm	28cm	31cm	32,5cm	30cm	31,5cm	31,5cm	30 cm	31 cm	31,5 cm	29,7 cm	30,5 cm
Δ.Σ	32,5cm	31cm	32cm	33cm	31cm	33cm	40,5cm	40cm	40cm	41,5cm	41cm	40,5cm	34cm	30 cm	33 cm	40 cm	38.5 cm	39 cm
Σ.Χ	51 cm	50cm	48cm	51,3cm	49cm	50.5cm	50cm	48,5cm	49cm	55cm	52cm	53,5cm	50cm	49cm	49.5 cm	52 cm	49 cm	50 cm
Δ.Ε	41,5cm	39cm	38cm	44,5cm	44cm	42,5cm	45cm	43cm	40cm	43cm	41cm	39cm	43,5cm	39cm	42 cm	45,5 cm	44 cm	42,5 cm
Π.Φ	31 cm	29cm	27cm	29cm	25 cm	27cm	30cm	28cm	28,5cm	29,8cm	26 ,5cm	28cm	27,5cm	24cm	26 cm	31 cm	29,5 cm	30cm
Κ.Α	40 cm	38cm	39,5cm	37cm	34,5cm	36cm	42cm	40cm	40,5cm	40cm	39,7 cm	38cm	39cm	37cm	38 cm	41 cm	40,6 cm	41 cm
Κ.Κ	36 cm	34cm	35,7cm	37,5cm	36cm	37cm	36,5cm	34cm	34,8cm	42cm	39,8cm	41cm	40cm	39cm	39,5 cm	42 cm	40 cm	39,7 cm
Γ.Ν	32 cm	30 cm	31,5cm	30,5cm	30cm	29,5cm	31cm	28cm	30,6cm	30cm	28cm	27 ,5cm	22cm	20 cm	20,5 cm	23 cm	21,5 cm	22 cm
Μ.Π	30 cm	27 cm	29,5cm	35cm	32cm	35cm	34cm	32cm	33,8cm	35cm	34cm	34cm	36,5cm	35cm	36 cm	35 cm	33 cm	33,5 cm
Ν.Τ	41 cm	39cm	40,5cm	44cm	43cm	44cm	30,5cm	27,5 cm	29cm	40,5cm	37cm	39,7cm	30,5cm	38,8 cm	40 cm	41,5 cm	40 cm	41 cm

Agility T – test (σε sec.) 3 πριν δοκιμασίες και 3 μετά τις 3 συνθήκες

Υπέρηχος – στατική διάταση

Στατική διάταση

Foam roller – στατική διάταση

Δοκιμαζόμενο	T – test Pre 1	T – test Pre 2	T – test Pre 3	T – test Post 1	T – test Post 2	T – test Post 3	T – test Pre 1	T – test Pre 2	T – test Pre 3	T – test Post 1	T – test Post 2	T – test Post 3	T – test Pre 1	T – test Pre 2	T – test Pre 3	T – test Post 1	T – test Post 2	T – test Post 3
Χ.Μ	15s.	17,93 s.	15,21 s.	14,87 s.	14,88 s.	15,3s.	13,63 s.	14,25 s.	13,85 s.	13,65 s.	14,07 s.	13,91 s.	13,56 s.	13,92 s.	13,96 s.	13,85 s.	14,35 s.	13,9s.
Σ.Γ	14,75s	15,34 s.	15,21 s.	14,2s.	14,75 s.	15,18 s.	13,62 s.	13,71 s.	13,97 s.	13,66 s.	13,78 s.	13,7s.	13,29 s.	13,9s.	13,97 s.	13,08 s.	13,7s.	13,4s.
Δ.Α	14,09s	16,1s.	14,27 s.	13,3s.	14,51 s.	13,93 s.	12,75 s.	13,03 s.	12,97 s.	12,82 s.	13,2s.	13,32 s.	12,97 s.	13,43 s.	13,31 s.	12,44 s.	13,09 s.	12,6s.
Δ.Σ	13,58s	13,69 s.	13,93 s.	12,98 s.	13,32 s.	14,65 s.	12,67 s.	13,18 s.	12,4s.	12,02 s.	12,3s.	12,56 s.	12,58 s.	12,95 s.	12,7s.	11,84 s.	12,66 s.	12,7s.
Σ.Χ	12,82s	13,7s.	13s.	12,82 s.	12,9s.	13,83 s.	12,66 s.	13,57 s.	13,84 s.	12,8s.	14,11 s.	13,28 s.	14,93 s.	16,29 s.	15,5s.	13,89 s.	15,34 s.	14,5s.
Δ.Ε	12,03s	12,11 s.	12,5s.	12,35 s.	12,36 s.	12,59 s.	11,96 s.	12,55 s.	12,59 s.	12,14 s.	12,34 s.	12,61 s.	12,49 s.	12,52 s.	13,27 s.	12,2s.	12,45 s.	12,4s.
Π.Φ	12,82s	13,22 s.	12,96 s.	13,03 s.	13,27 s.	13,12 s.	12,76 s.	13,25 s.	13,4s.	12,99 s.	13,13 s.	12,99 s.	13,04 s.	14,14 s.	13,7s.	12,72 s.	13,27 s.	13,6s.
Κ.Α	12,71s	13,11 s.	13,54 s.	12,95 s.	13,69 s.	12,99 s.	12,86 s.	12,96 s.	14,5s.	12,68 s.	12,96 s.	12,91 s.	12,76 s.	12,87 s.	13,1s.	12,43 s.	13,02 s.	13,3s.
Κ.Κ	14,97s	15,36 s.	15,33 s.	14,9s.	15,16 s.	15,34 s.	15,36 s.	15,84 s.	16,98 s.	14,62 s.	15,14 s.	14,94 s.	15,27 s.	15,76 s.	15,7s.	14,91 s.	16,32 s.	15,3s.
Γ.Ν	13,48s	14s.	13,51 s.	13,67 s.	14,9s.	13,67 s.	13,69 s.	14,53 s.	14,29 s.	13,84 s.	14,48 s.	14,05 s.	14,33 s.	14,71 s.	14,87 s.	14,56 s.	15,41 s.	14,7s.
Μ.Π	13,33s	14,31 s.	14s.	12,34 s.	14,48 s.	13,69 s.	13,88 s.	14s.	14,02 s.	13,59 s.	14,36 s.	14,3s.	14s.	14,21 s.	14,43 s.	13,71 s.	15,02 s.	14,1s.
Ν.Τ	14,35s	14,84 s.	14,37 s.	14,41 s.	14,7.s	14,41 s.	15,09 s.	15,88 s.	15,11 s.	14,32 s.	15,02 s.	14,43 s.	14,03 s.	14,46 s.	14,31 s.	14,05 s.	14,47 s.	14,9s.