



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΟΡΟΥ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΜΕΣΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΑ ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ
ΕΝΟΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΣΤΟ
ΕΥΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΙΣΧΙΟΥ»**

Λύρα Δήμητρα

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια: Δόντη Ολύβια

ΙΟΥΛΙΟΣ 2022

© Copyright
Λύρα Δήμητρα
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

Έκφραση Ευχαριστιών

Η εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας συμβολίζει την περάτωση των προπτυχιακών μου σπουδών. Για την ολοκλήρωση της εργασίας συνέβαλαν συγκεκριμένα πρόσωπα, τα οποία θα ήθελα να ευχαριστήσω. Αρχικά την οικογένειά μου για την ηθική, κυρίως, στήριξη καθ' όλη την προσπάθεια.

Εν συνεχεία, τις φοιτήτριες που συμμετείχαν στην έρευνα, οι οποίες ακολούθησαν τη διαδικασία με πολύ καλή διάθεση και προσπάθεια, παρά τη δυσκολία του πρωτοκόλλου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Γάσπαρη Βασιλική καθώς επίσης και τις Πανίδα Ιόλη, Γιαννακοπούλου Γεωργία και Μαστρογιάννη Αγγελική που με βοήθησαν σε όλη τη διαδικασία της παρέμβασης και των μετρήσεων.

Επιπλέον, τον κύριο Γεράσιμο Τερζή, για το δανεισμό του εργαστηριακού εξοπλισμού από το εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης. Σημαντική ήταν η παρουσία του κυρίου Μπογδάνη Γρηγόρη, που με τις πολύτιμες συμβουλές του βοήθησε στην όλη διαδικασία.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, την κυρία Ολύβια Δόντη, που αποτέλεσε πηγή έμπνευσης από το πρώτο έτος των σπουδών μου, καθώς μου προσέφερε απλόχερα τις γνώσεις της.

ΑΜΕΣΗ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΑ ΔΙΑΣΤΑΥΡΟΥΜΕΝΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΣΕΩΝ ΣΤΟ ΕΥΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΙΣΧΙΟΥ

Περίληψη

Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν η διερεύνηση της άμεσης και της χρόνιας διασταυρούμενης επίδρασης ενός πρωτοκόλλου στατικών διατάσεων διάρκειας τεσσάρων εβδομάδων, στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου του σκέλους ελέγχου, σε φυσικά δραστήριες φοιτήτριες του ΤΕΦΑΑ Αθηνών. Στην έρευνα συμμετείχαν 17 φοιτήτριες (ηλικία: $22,53 \pm 2,20$) οι οποίες εκτέλεσαν 8 σετ μονόπλευρων στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών, 5 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες. Ο χρόνος διάτασης ήταν 45 sec το κάθε σετ για τις πρώτες δύο εβδομάδες και 60 sec το σετ για τις επόμενες δύο. Πριν την έναρξη και μετά την λήξη της παρέμβασης έγινε αξιολόγηση του εύρους κίνησης με τη δοκιμασία «Άρσης του σκέλους από ύπτια κατάκλιση». Πριν την έναρξη της παρέμβασης αξιολογήθηκε η άμεση διασταυρούμενη επίδραση 4 σετ των 45 sec μονόπλευρης στατικής διάτασης ενώ μετά τη λήξη αξιολογήθηκε η άμεση διασταυρούμενη επίδραση των 4 σετ 60 sec. Η ένταση της διάτασης, σε κάθε συνθήκη, ήταν στο 80% του ανεκτού πόνου. Δεν βρέθηκε χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου στο σκέλος ελέγχου ύστερα από 4 εβδομάδες στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών ($p=0,151$). Βρέθηκε ωστόσο βελτίωση στο σκέλος παρέμβασης ($p=0,021$). Ακόμα, 4 σετ των 45 sec στατικών διατάσεων οπίσθιων δεν προκάλεσαν άμεση διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου ($p=0,195$). Τέλος, 4 σετ των 60 sec στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων, μετά από 4 εβδομάδες προπόνησης ευλυγισίας δεν προκάλεσαν άμεση διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του σκέλους ελέγχου ($p=0,092$). Συμπεραίνουμε πως 4 εβδομάδες στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων στο ένα σκέλος δεν προκαλούν χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του σκέλους ελέγχου. Επιπλέον 4 σετ των 45 sec καθώς επίσης και 4 σετ των 60sec στατικών διατάσεων δεν προκαλούν άμεση διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του ισχίου του σκέλους ελέγχου.

Λέξεις κλειδιά: Χρόνια διασταυρούμενη επίδραση, άμεση διασταυρούμενη επίδραση, εύρος κίνησης, οπίσθιοι μηριαίοι

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	iv
Πίνακας Περιεχομένων	vi
Πίνακας Εικόνων	viii
Πίνακας Πινάκων	viii
Πίνακας Σχημάτων	viii
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος	1
1.2 Σημασία της έρευνας	3
1.3 Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις	4
1.3.1 Ερωτήματα	4
1.3.2 Υποθέσεις	4
1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας	5
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	6
2.1. Ορισμός και είδη διατάσεων	6
2.1.1. Στατικές Διατάσεις	6
2.1.2. Δυναμικές & Βαλλιστικές Διατάσεις	8
2.1.3. Διατάσεις Νευρομυϊκής Διευκόλυνσης (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ή PNF)	9
2.2. Μηχανικοί Παράγοντες Διάτασης	10
2.2.1. Δομή Σκελετικών Μυών	10
2.2.2. Μοντέλο μυϊκής συστολής	12
2.2.3. Μηχανική μη-συσταλών στοιχείων στη διάταση	13
2.3. Νευροφυσιολογικοί Παράγοντες Διάτασης	14
2.4. Άμεση επίδραση των στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης	15
2.5. Χρόνια επίδραση στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης	16
2.6. Διασταυρούμενη επίδραση	16
2.6.1 Άμεση διασταυρούμενη επίδραση διατάσεων	17
2.6.2 Χρόνια διασταυρούμενη επίδραση διατάσεων	18
2.7. Άρθρωση του ισχίου	20
2.8. Οπίσθιοι μηριαίοι μύες	21
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	23
3.1 Συμμετέχουσες	23
3.2 Πειραματικός Σχεδιασμός	23
3.2.1. Παρεμβατικό πρόγραμμα	25
3.3 Όργανα Μέτρησης	27
3.3.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά	27
3.3.2. Εύρος κίνησης	27

3.4	Στατιστική Ανάλυση	29
IV.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	30
4.1	Μεταβολές εύρους κίνησης στο σκέλος διάτασης και στο σκέλος ελέγχου	30
4.2	Σύγκριση αρχικών μετρήσεων μεταξύ των σκελών.....	31
V.	ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	32
5.1	Χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων	32
5.2	Άμεση διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων πριν και μετά την παρέμβαση 4 εβδομάδων	34
VI.	ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	36
VII.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	37
VIII.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	47

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.2.1 Μυϊκή Ίνα και Σαρκομέριο.....	12
Εικόνα 3.2.1 Στατική Διάταση Οπίσθιων Μηριαίων	26
Εικόνα 3.2.2 Στατική Διάταση Οπίσθιων Μηριαίων	26
Εικόνα 3.2.3 Στατική Διάταση Οπίσθιων Μηριαίων	26
Εικόνα 3.2.4 Στατική Διάταση Οπίσθιων Μηριαίων	27
Εικόνα 3.3.1 Δοκιμασία Άρσης σκέλους από ύπτια κατάκλιση (SLR test).....	28
Εικόνα 3.3.2 Κλίμακα Έντασης Διάτασης.....	28

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1-1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά συμμετεχουσών (μέσοι όροι ± τυπικές αποκλίσεις).....	23
Πίνακας 4.1-1 Χρόνια διασταυρούμενη επίδραση 4 εβδομάδων στατικών διατάσεων.....	30
Πίνακας 4.1-2 Άμεση διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων 4 σετ 45 sec.....	31
Πίνακας 4.1-3 Άμεση διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων 4 σετ 60 sec.....	31

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.2 Πειραματικός Σχεδιασμός	25
---	----

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Ο βαθμός κινητικότητας μιας άρθρωσης ονομάζεται εύρος κίνησης, και εξαρτάται από το επίπεδο δραστηριότητας του ατόμου και την ηλικία του, καθώς επίσης και από γενετικούς παράγοντες όπως η ανατομία της άρθρωσης και το φύλο (Baechle & Earle, 2008; Bonutti et al., 2014) . Το εύρος κίνησης είναι ειδικό για κάθε άρθρωση και εξαρτάται από την ανατομική κατασκευή αυτής και τις κινήσεις που εκτελούνται. Για παράδειγμα, η γληνοβραχιόνια άρθρωση πραγματοποιεί κινήσεις κάμψεις, έκτασης, απαγωγής, προσαγωγής, έξω και έσω στροφής ενώ στις κινήσεις της ωμοπλατοθωρακικής άρθρωσης περιλαμβάνονται επιπλέον και οι ανάσπαση, κατάσπαση και πρόσθια κλίση (Oatis, 2009). Οι κινήσεις αυτές εκτελούνται είτε παθητικά (παθητικό εύρος κίνησης), είτε ενεργητικά (ενεργητικό εύρος κίνησης), στην πλήρη τροχιά της άρθρωσης (Φουσέκης, 2015).

Κάθε άθλημα έχει διαφορετικές απαιτήσεις και προϋποθέτει διαφορετικό εύρος κίνησης σε διαφορετικές αρθρώσεις. Σύμφωνα με έρευνα των Garcia – Pinillos, Ruiz-Ariza, Moreno del Castillo και Lattore -Roman (2015) το εύρος κίνησης είναι πιθανό να επηρεάζει την αθλητική απόδοση αφού στην έρευνά τους φάνηκε ότι νεαροί ποδοσφαιριστές με υψηλότερο δείκτη διατασιμότητας οπισθίων μηριαίων μυών είχαν καλύτερη επίδοση σε μετρήσεις επιτάχυνσης, ταχύτητας, κάθετων αλμάτων, ευκινησίας και ταχύτητας λακτίσματος σε σύγκριση με αυτούς με μικρότερο δείκτη διατασιμότητας.

Η ευλυγισία μπορεί να οριστεί ως «το μέγιστο δυνατό εύρος κίνησης μιας άρθρωσης ή ομάδας αρθρώσεων» (Roberts & Wilson, 1999), και χωρίζεται σε ενεργητική και παθητική. Η ενεργητική ευλυγισία αναφέρεται στο εύρος κίνησης κατά τη διάρκεια μιας κίνησης και εκδηλώνεται ως αποτέλεσμα δράσης των ανταγωνιστών ή άλλων μυϊκών ομάδων . Η παθητική ευλυγισία εκφράζει το εύρος κίνησης που είναι αποτέλεσμα δράσης εξωτερικών δυνάμεων, όπως η βαρύτητα, ένας συνασκούμενος ή ένα μηχάνημα, και δεν απαιτεί εκούσιες μυϊκές συστολές (Baechle & Earle, 2008; Βεληγκέκας, Μπογδάνης & Παραδείσης, 2020).

Η προπόνηση για τη βελτίωση της ευλυγισίας γίνεται με τη χρήση διατάσεων, με σκοπό την επιμήκυνση των μαλακών ιστών των μυών (Φουσεκής, 20015) και την αύξηση του μέγιστου εύρους κίνησης (Lim, Nam & Jung, 2014). Η διάταση αποτελεί βασικό μέρος της διαδικασίας προθέρμανσης πριν τη συμμετοχή στα περισσότερα αθλήματα και σε φυσικές δραστηριότητες. Ιδιαίτερα δημοφιλής είναι και η εφαρμογή τους στη φάση της αποθεραπείας κατά το τέλος της άσκησης, και σε προγράμματα αποκατάστασης από τραυματισμούς (Bacurau et al., 2009; Saal, 1998). Ο όρος «μυϊκές διατάσεις» χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα σύνολο χειρισμών οι οποίοι αυξάνουν παροδικά το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης (Alter, 2004).

Οι στατικές διατάσεις, όπου η θέση διάτασης διατηρείται σταθερή για ένα διάστημα που συνήθως κυμαίνεται από 10 έως 30 sec, έχουν γίνει η πιο διαδεδομένη μέθοδος για τη βελτίωση της ευλυγισίας εξαιτίας της απλότητας στην εφαρμογή τους (Alter, 2004; Bandy & Irion, 1994). Όταν γίνεται εφαρμογή των κατάλληλων παραμέτρων μπορούν να επιφέρουν, αύξηση του μήκους των μυών (Covert et al., 2010), ενδεχόμενη βελτίωση της απόδοσης όταν γίνονται αμέσως πριν την αγωνιστική δραστηριότητα σε αθλήματα στα οποία η ευλυγισία είναι σημαντικός παράγοντας, πχ, ενόργανη και ρυθμική γυμναστική (Behm & Chaouachi, 2011) και μείωση συχνότητας τραυματισμών σε αθλήματα με κινήσεις «κύκλου διάτασης βράχυνσης» (Witvrouw et al., 2004). Η χρήση των στατικών διατάσεων είναι ευρέως διαδεδομένη ως μέσο για αύξηση του εύρους κίνησης μιας άρθρωσης καθώς έχει αποδειχτεί η σημαντική επίδρασή τους τόσο άμεσα (Bacurau et al., 2009; DePino et al., 2000; Kataura et al., 2017; Mizuno et al., 2011; Nakamura et al. 2021), όσο και ύστερα από χρόνια παρέμβαση (Bandy et al., 1997; Longo et al., 2021; Yuktasir & Kaya, 2009).

Με τον όρο διασταυρούμενη επίδραση (ή αλλιώς *contralateral effect*) αναφερόμαστε στο φαινόμενο όπου με μονόπλευρη προπόνηση μιας πλευράς του σώματος παρουσιάζονται προσαρμογές και στους μύες της άλλης πλευράς, η οποία δε δέχτηκε άμεσο προπονητικό ερέθισμα (Carroll et al., 2006). Το φαινόμενο της διασταυρούμενης επίδρασης παρατηρείται και μετά από προπονήσεις ευλυγισίας με στατικές ή δυναμικές διατάσεις (Behm et al., 2016). Μέσα από έρευνες έχουμε

δεδομένα για ύπαρξη άμεσης διασταυρούμενης επίδρασης διατάσεων στο εύρος κίνησης μιας άρθρωσης (Chaouachi et al., 2017) καθώς επίσης και χρόνιας διασταυρούμενης επίδρασης μετά από 4, 12 και 24 εβδομάδες προπόνησης (Moltubakk et al., 2021; Nakamura et al., 2022; Panidi et al., 2021). Ωστόσο πολύ λίγες έρευνες έχουν εξετάσει την διασταυρούμενη επίδραση διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου.

Οι οπίσθιοι μηριαίοι μύες είναι α) ο δικέφαλος μηριαίος που συμβάλει στην έκταση του ισχίου και στην κάμψη και έξω στροφή της κνήμης, β) ο ημιτενοντώδης μυς και γ) ο ημιϋμενώδης που συμβάλλουν στην κάμψη και έσω στροφή της κνήμης (Dufour, 2006; Φουσέκης 2015).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της άμεσης και χρόνιας διασταυρούμενης επίδρασης ενός πρωτοκόλλου στατικών διατάσεων διάρκειας 4 εβδομάδων, στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου του σκέλους ελέγχου, σε φυσικά δραστήριες φοιτήτριες Τ.Ε.Φ.Α.Α.

1.2 Σημασία της έρευνας

Πλήθος ερευνών έχουν εξετάσει την άμεση και χρόνια επίδραση των στατικών διατάσεων στους οπίσθιους μηριαίους μυς και έχουν καταλήξει ότι τα πρωτόκολλα στατικών διατάσεων μπορούν να αυξήσουν παροδικά το εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου. Ακόμα, αρκετοί ερευνητές έχουν μελετήσει το φαινόμενο της διασταυρούμενης επίδρασης των διατάσεων στο εύρος κίνησης των αρθρώσεων. Σε ξεχωριστές έρευνες οι Coratella και συν. (2021), οι Behm και συν. (2019) και οι Chaouachi και Behm (2017) εξέτασαν την άμεση διασταυρούμενη επίδραση των διατάσεων και συμπέραναν από κοινού την ύπαρξη του φαινομένου όσον αναφορά στο εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ισχίου και της ποδοκνημικής. Περιορισμένος αριθμός ερευνών ωστόσο έχει μελετήσει τη χρόνια διασταυρούμενη επίδραση ύστερα από πρωτόκολλο διατάσεων. Οι Nakamura και συν. (2021), οι Panidi και συν. (2021), και οι Moltubakk και συν. (2018) μελέτησαν την επίδραση μονόπλευρης προπόνησης ευλυγισίας στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης για 4, 12 και 24 εβδομάδες αντίστοιχα και κατέληξαν στην παρουσία χρόνιας διασταυρούμενης επίδρασης στη συγκεκριμένη άρθρωση.

Σχετικά με την άρθρωση του ισχίου ωστόσο δεν υπάρχουν αρκετά δεδομένα για το φαινόμενο της χρόνιας διασταυρούμενης επίδρασης. Οι Brusco και συν. (2018) εξέτασαν ένα πρωτόκολλο στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών συνολικής διάρκειας 6 εβδομάδων, ωστόσο βελτίωση βρέθηκε μόνο στο εύρος κίνησης του σκέλους παρέμβασης. Το αποτέλεσμα της έρευνας ωστόσο ίσως ευθύνεται στο μικρό συνολικά χρόνο ερεθίσματος ανά εβδομάδα και την ένταση της διάτασης. Οι ασκούμενοι εκτελούσαν μόνο δύο προπονήσεις με συνολικό χρόνο διάτασης 960 sec ανά εβδομάδα και γενικό χρόνο διάτασης στα 5.760 συνολικά στις 6 εβδομάδες παρέμβασης, δεδομένα αρκετά μικρά συγκριτικά με τις έρευνες που έχουν μελετήσει τη χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης της άρθρωσης της ποδοκνημικής όπου συναντάται συνολικός χρόνος διάτασης κατά την παρέμβαση στα 40.320 sec και 56.700 sec (Moltubakk et al., 2018; Panidi et al., 2021). Δεν είναι γνωστό εάν ένα πρωτόκολλο στατικών διατάσεων για τους οπίσθιους μηριαίους μυς, με μεγαλύτερο συνολικό χρόνο ερεθίσματος και υψηλή ένταση μπορεί να προκαλέσει χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου.

1.3 Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

1.3.1 Ερωτήματα

Ερώτημα πρώτο: θα υπάρχει χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του ισχίου του σκέλους ελέγχου από το σκέλος παρέμβασης;

Ερώτημα δεύτερο: θα υπάρχει άμεση διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του ισχίου του σκέλους ελέγχου από το σκέλος παρέμβασης πριν την έναρξη της παρέμβασης;

Ερώτημα τρίτο: μετά από προπόνηση στατικών διατάσεων τεσσάρων εβδομάδων θα διαφοροποιηθεί η άμεση διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του ισχίου του σκέλους ελέγχου από το σκέλος παρέμβασης;

1.3.2 Υποθέσεις

Υπόθεση πρώτη: θα υπάρχει χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του ισχίου του σκέλους ελέγχου από το σκέλος παρέμβασης.

Υπόθεση δεύτερη: θα υπάρξει άμεση διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του ισχίου του σκέλους ελέγχου από το σκέλος παρέμβασης.

Υπόθεση τρίτη: μετά από προπόνηση στατικών διατάσεων τεσσάρων εβδομάδων μπορεί να διαφοροποιηθεί η άμεση διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του ισχίου του σκέλους ελέγχου από το σκέλος παρέμβασης.

1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

Στη μελέτη έλαβαν μέρος αθλήτριες δυναμικών αθλημάτων (ενόργανη γυμναστική, πετοσφαίριση, καλαθοσφαίριση, στίβος, πολεμικές τέχνες), ηλικίας 19 έως 27 ετών. Οι αθλήτριες είχαν τουλάχιστον 5 χρόνια αγωνιστικής δραστηριότητας. Συνεπώς, τα αποτελέσματα της μελέτης μπορούν να γενικευθούν σε πληθυσμό με όμοια χαρακτηριστικά.

Περιορισμό της έρευνας αποτελεί το ότι δε διερευνήθηκαν νευρικοί μηχανισμοί που αφορούν τη διασταυρούμενη επίδραση κατά τη διάταση. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της μελέτης αφορούν μόνο τους οπίσθιους μηριαίους και δεν μπορούν να γενικευτούν σε άλλους μύες.

Προϋπόθεση για τη συμμετοχή στην έρευνα αποτέλεσε το να μην παίρνουν μέρος οι συμμετέχουσες σε άλλη αθλητική δραστηριότητα ή προπόνηση φυσικής κατάστασης και να είναι εξοικειωμένες με τις διαδικασίες αξιολόγησης. Επιπλέον, οι αθλήτριες έπρεπε να είναι υγιείς και χωρίς τραυματισμούς στα κάτω άκρα την περίοδο της διεξαγωγής των μετρήσεων.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Ορισμός και είδη διατάσεων

Διάταση ονομάζεται η επιμήκυνση ενός «μαλακού» ιστού μέσω κατάλληλων μεθόδων. Είναι η υπερνίκηση της αντίστασης που προβάλλει το συστατό στοιχείο του μυ αλλά και της παθητικής αντίστασης που προβάλλουν τα μυ συσταλά στοιχεία (Φουσέκης, 2015). Οι μυϊκές διατάσεις είναι ασκήσεις, η εκτέλεση των οποίων έχει ως στόχο τη βελτίωση ή διατήρηση της ευκαμψίας μιας άρθρωσης ή μιας ομάδας αρθρώσεων (Alter, 2004). Η διάταση απαιτεί την κίνηση ενός μέρους του σώματος στο εύρος κίνησής του, είτε ενεργητικά είτε παθητικά, μέχρι ένα ακραίο σημείο όπου υπάρχει σημαντική αντίσταση. Στο σημείο αυτό εφαρμόζεται πίεση. Όταν το ίδιο το άτομο παρέχει την εξωτερική δύναμη ώστε να γίνει η διάταση, συμβαίνει ενεργητική διάταση. Αντίθετα, παθητική διάταση ονομάζεται η διάταση που πραγματοποιείται χωρίς την ενεργητική συμμετοχή του διατεινόμενου μέρους, αλλά από μια εξωτερική δύναμη, η οποία μπορεί να είναι κάποιο άλλο τμήμα του σώματος (αυτοδιάταση), ένας συνασκούμενος ή κάποιο μηχάνημα (Baechle & Earle, 2008; Φουσέκης, 2015).

Οι μυϊκές διατάσεις κατηγοριοποιούνται σε τέσσερα είδη: στατικές διατάσεις, δυναμικές διατάσεις, βαλλιστικές διατάσεις και διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ή PNF).

2.1.1. Στατικές Διατάσεις

Οι στατικές διατάσεις εκτελούνται με την τοποθέτηση του σώματος ή του μέλους του σώματος σε θέση τέτοια όπου ο διατεινόμενος μυς έχει το μέγιστο δυνατό μήκος, και διατήρηση της θέσης σταθερή για ένα διάστημα που συνήθως κυμαίνεται από 10 έως 30 sec (Alter, 2004; Anderson & Burke, 1991; Beaulieu, 1981). Οι στατικές διατάσεις μπορεί να είναι ενεργητικές ή παθητικές. Όταν η θέση διάτασης διατηρείται με την ενεργητική σύσπαση των αγωνιστών μυών της κίνησης (π.χ. πλάγια κάμψη του κορμού αριστερά από ομόπλευρους πλάγιους κοιλιακούς για διάταση των ετερόπλευρων πλαγίων) ονομάζονται ενεργητικές. Αντίθετα, όταν η θέση διάτασης διατηρείται με εξωτερική «βοήθεια» δηλαδή με τη

βαρύτητα ή με την ενεργοποίηση ενός μέλους του σώματος ή με τη βοήθεια ενός συνασκούμενου ή προπονητή (π.χ. σε ύπτια κατάκλιση, άρση του κάτω σκέλους από συνασκούμενο και διατήρηση στη θέση διάτασης από αυτόν), ονομάζονται παθητικές (Βεληγκέκας, Μπογδάνης & Παραδείσης, 2020).

Πολλές έρευνες έχουν γίνει για να προσδιοριστεί ο κατάλληλος χρόνος διάτασης για μεγιστοποίηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων. Οι Bandy, Irion και Briggler (1997) ερεύνησαν την επίδραση των στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης των οπίσθιων μηριαίων, με παρέμβαση 6 εβδομάδων, σε 5 συνθήκες: α) 1 σετ 30 sec, β) 1 σετ 60 sec, γ) 3 σετ 30 sec, δ) 3 σετ 60 sec, και ε) καθόλου διάταση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι 1 σετ των 30 sec είναι αποτελεσματική μέθοδος αύξησης του εύρους κίνησης οπίσθιων μηριαίων μυών, ενώ οποιαδήποτε αύξηση του χρόνου αυτού δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά. Ωστόσο, οι Bandy et al. (1997) δεν έκαναν σύγκριση σε πρωτόκολλα ίσου χρονικού διαστήματος, έτσι οι Roberts και Wilson (1999) σύγκριναν την επίδραση στατικής διάτασης 3 σετ 15 sec και 9 σετ 5 sec, στο εύρος κίνησης αρθρώσεων του κάτω σκέλους. Και στις δύο συνθήκες παρατηρήθηκε αύξηση του εύρους κίνησης σε σχέση με τις αρχικές μετρήσεις. Όμως, μεταξύ των δύο πρωτοκόλλων, διαφορά παρατηρήθηκε μόνο στο ενεργητικό εύρος κίνησης όπου οι ασκούμενοι που έκαναν διάταση 3 σετ 15 sec είχαν σημαντική βελτίωση σε σχέση με την ομάδα των 9 σετ 5sec.

Οι στατικές διατάσεις είναι η πιο συνηθισμένη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αύξηση της διατασιμότητας των μυών καθώς έχουν το μικρότερο κίνδυνο τραυματισμού, μπορεί να γίνουν με αυτοδιάταση και είναι αποδεδειγμένα αποτελεσματικές για την αύξηση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων (Nelson & Bandy, 2005). Κατά τη συστηματική προπόνηση ευλυγισίας συνιστάται να γίνονται στατικές διατάσεις πριν ή μετά από μια τυπική προπόνηση ή σε προγραμματισμένη ξεχωριστή προπόνηση ευλυγισίας (Haff, 2006). Ακόμα, οι στατικές διατάσεις μπορεί να επιφέρουν ενδεχόμενη βελτίωση της απόδοσης, όταν γίνονται πριν την αγωνιστική δραστηριότητα σε αθλήματα στα οποία η ευλυγισία είναι σημαντική παράμετρος, π.χ. ενόργανη και ρυθμική γυμναστική (Behm & Chaouachi, 2011), καθώς και ταχύτερη αποκατάσταση του οργανισμού (αποθεραπεία) μετά από προπονητική επιβάρυνση (Da Costa & Vieira, 2008; DeVries, 1961). Επίσης,

υποστηρίζεται πως οι στατικές διατάσεις μπορεί να συντελέσουν στη μείωση συχνότητας τραυματισμών, όταν γίνονται στην προθέρμανση πριν από αθλήματα που περιλαμβάνουν κινήσεις «κύκλου διάτασης βράχυνσης» (Witvrouw et al., 2004).

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η χρήση στατικών διατάσεων πριν από ασκήσεις ταχύτητας και ισχύος μπορεί να προκαλέσει σημαντική αύξηση του χρόνου απόδοσης και μείωση της παραγόμενης δύναμης (Amir-Khorasani et al., 2016; Bacurau et al., 2009). Ωστόσο, υπάρχουν μελέτες με αντίθετα αποτελέσματα, όπου φαίνεται πως η χρήση στατικών διατάσεων δεν επηρέασε την απόδοση στο ύψος άλματος και τη μυϊκή δραστηριότητα (Perrier et al., 2011; Lim et al., 2014).

2.1.2. Δυναμικές & Βαλλιστικές Διατάσεις

Οι δυναμικές διατάσεις πραγματοποιούνται με τη χρήση κινήσεων σε ένα αυξανόμενο εύρος κίνησης με σταθερή ή αυξανόμενη ταχύτητα για 10-12 φορές (Βεληγκέκας, Μπογδάνης & Παραδείσης, 2020). Οι κινήσεις που εκτελούνται είναι ελεγχόμενες και συνήθως είναι εξειδικευμένες για κάποιο άθλημα ή ένα συγκεκριμένο κινητικό πρότυπο. Για τον λόγο αυτό αποτελούν μέρος της ειδικής προθέρμανσης καθώς βοηθούν τον αθλητή στη σωματική προετοιμασία για την προπόνηση ή τον αγώνα, επιτρέποντας του να αυξήσει την ειδική ευλυγισία για το συγκεκριμένο άθλημα (Baechle & Earle, 2008).

Οι βαλλιστικές διατάσεις είναι μια τεχνική που αποτελείται από ρυθμικές και απότομες κινήσεις αναπήδησης, στο διαθέσιμο εύρος κίνησης, όπου ο μυς φτάνει στο μέγιστο μήκος διάτασης. Η τελική θέση δεν διατηρείται (Baechle & Earle, 2008; Beaulieu, 1981; Ciullo & Zarins, 1983; Sandy et al., 1982;). Ο προς διάταση μυς παραμένει στατικός ενώ ο μοχλός κίνησης εκτελεί κινήσεις αναπήδησης (π.χ. άρσεις κάτω σκέλους, οι οπίσθιοι μηριαίοι έχουν σταθερή θέση ενώ η διάταση γίνεται με την κάμψη και έκταση στην άρθρωση του ισχίου). Στις κινήσεις αυτές γίνεται χρήση της ορμής του άκρου για να γίνει επιμήκυνση του μυός (Anderson & Burke, 1991). Οι γρήγορες, απότομες κινήσεις που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια των βαλλιστικών διατάσεων και η ενεργοποίηση του μυοστατικού αντανακλαστικού -σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι σε άλλα είδη διάτασης- μπορεί να

προκαλέσει τραυματισμό. Συνεπώς, θα πρέπει να εκτελούνται πάντα υπό την επίβλεψη ειδικών. (Anderson & Burke, 1991; Behm, 2018; DeVries, 1962; Page, 2012).

Σημαντικές είναι οι επιδράσεις που έχουν οι συγκεκριμένες διατάσεις σε πολλές παραμέτρους. Οι Kirmizigil, Ozcaldiran και Colakoglu (2014), και οι Perrier, Pavoι και Hoffman (2011), σε ξεχωριστές έρευνες με δείγμα κινητικά ενεργούς φοιτητές, μελέτησαν τις επιδράσεις διαφορετικών μορφών διάτασης σε αθλητικές παραμέτρους όπως το κάθετο άλμα. Και στις δύο έρευνες παρατηρήθηκε αύξηση του ύψους άλματος μετά από βαλλιστικές ή δυναμικές διατάσεις, συγκριτικά με μετρήσεις που έγιναν δίχως να υπάρξει νωρίτερα παρέμβαση. Ακόμα, πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν πως οι δυναμικές διατάσεις προκαλούν βελτίωση της απόδοσης όταν γίνονται πριν από ασκήσεις ανάπτυξης ταχύτητας, π.χ. 10 m και 20 m sprint test (Amir- Khorasani et al., 2016; Fletcher & Jones, 2004). Έντονη είναι και η δράση των διατάσεων αυτών στην ανάπτυξη του εύρους κίνησης των αρθρώσεων, αν και σε σύγκριση με τις στατικές διατάσεις, είναι μικρότερο το ποσοστό επιμήκυνσης του μύος (Bacurau et al., 2009; Covert et al., 2010).

2.1.3. Διατάσεις Νευρομυϊκής Διευκόλυνσης (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation ή PNF)

Οι διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, PNF) αρχικά αναπτύχθηκαν ως μέρος ενός νευρομυϊκού προγράμματος αποκατάστασης σχεδιασμένο να χαλαρώσει τους μύες με αυξημένο μυϊκό τόνο (Voss, Ionta & Myers, 1984). Από τότε, διαδεδομένη είναι η εφαρμογή τους στη αθλητική προετοιμασία και την αποκατάσταση ως μέθοδος βελτίωσης ευλυγισίας. Για τις διατάσεις αυτές, χρησιμοποιούνται ενεργητικές και παθητικές διατάσεις σε συνδυασμό με ισομετρικές συσπάσεις των αγωνιστών ή ανταγωνιστών μυών. Έτσι, διευκολύνονται τα τενόντια όργανα Golgi και η μυϊκή άτρακτος του μύος που εκτελεί την ισομετρική συστολή, προκαλώντας αυτογενή χαλάρωση και επιτρέποντας την επιμήκυνσή του (Behm et al., 2016; Chen et al., 2011; Nelson & Bandy, 2005). Υπάρχουν αρκετές και διαφορετικές τεχνικές της PNF και συνήθως εκτελούνται με εξωτερική βοήθεια από έμπειρο βοηθό,

θεραπευτή ή συνασκούμενο. Οι βασικές τεχνικές είναι οι εξής: α) τεχνική Σύσπασης- Χαλάρωσης, β) τεχνική Σύσπασης-Χαλάρωσης-Σύσπασης ανταγωνιστών, και γ) τεχνική αντίστροφης νεύρωσης και αναστολής, και ολοκληρώνονται σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση περιλαμβάνει μια παθητική διάταση για 10sec για καθεμία από τις τρεις τεχνικές, ενώ οι μυϊκές κινήσεις που χρησιμοποιούνται στη δεύτερη και την τρίτη φάση διαφέρουν για κάθε τεχνική (Baechle & Earle, 2009; Φουσέκης, 2015).

Οι Lim, Nam, και Jung (2014), ερεύνησαν τις άμεσες επιδράσεις στατικών διατάσεων και διατάσεων νευρομυϊκής διευκόλυνσης στου οπίσθιους μηριαίους μυς, στη μυϊκή διατασιμότητα, τη μυϊκή δραστηριότητα και την ισορροπία σε 48 άντρες με μειωμένη διατασιμότητα της συγκεκριμένης μυϊκής ομάδας. Από τις μετρήσεις που έγιναν, προκύπτει ότι εφαρμογή διατάσεων PNF σε υπό βράχυνση οπίσθιους μηριαίους είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για άμεση αύξηση του εύρους κίνησης χωρίς να επηρεάζει την μυϊκή δραστηριότητα. Σε αντίστοιχη έρευνα των Yildirim, Ozyurek, Tosun, Uzer και Gelecek (2016) έγινε σύγκριση της επίδρασης διαφορετικών τεχνικών διάτασης στο εύρος κίνησης της κάμψης ισχίου, σε 26 ασκούμενος με διμερή βράχυνση των οπίσθιων μηριαίων μυών, ύστερα από παρέμβαση 4 εβδομάδων. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως η τεχνική διατάσεων PNF έχει σημαντική δράση στην αύξηση του εύρους κίνησης, ενώ παράλληλα κρίθηκε πιο αποτελεσματική από τη χρήση στατικών διατάσεων, ύστερα από χρόνια παρέμβαση. Ωστόσο, παρότι φαίνεται οι PNF να είναι πιο αποτελεσματικές από τις στατικές διατάσεις ως προς την αύξηση του εύρους κίνησης, η χρήση τους δεν είναι τόσο διαδεδομένη διότι απαιτείται η συμμετοχή ενός εξειδικευμένου βοηθού για την εκτέλεση τους (Knott & Voss, 1968; Owings & Grabiner, 1996).

2.2. Μηχανικοί Παράγοντες Διάτασης

2.2.1. Δομή Σκελετικών Μυών

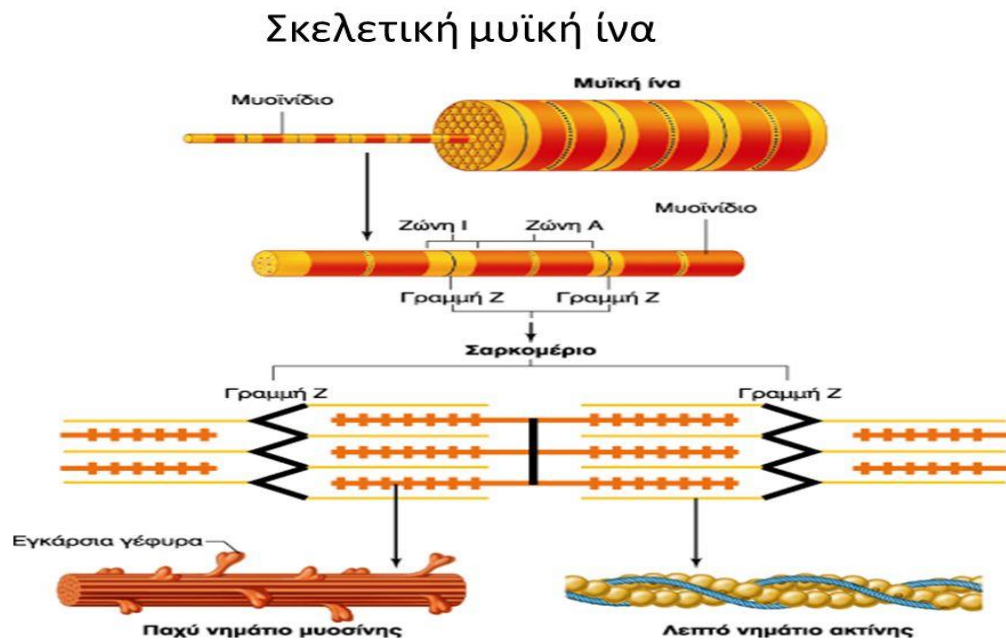
Οι σκελετικοί μύες είναι από τους πιο δυνατούς και ελαστικούς ιστούς του ανθρώπινου σώματος και καλύπτουν περίπου το 30-40% και το 40-50% του συνολικού βάρους σε γυναίκες και άντρες αντίστοιχα (Edman, 2003; Frontera & Ochala, 2015). Συνδέονται με τα οστά και στη συστολή τους οφείλεται η γένεση

της δύναμης και η παραγωγή της κίνησης των μερών του σκελετού και του σώματος (Κλεισούρας, 2011).

Η αρχιτεκτονική του σκελετικού μυός χαρακτηρίζεται από έναν καλά οργανωμένο σχηματισμό μυϊκών ινών, οι οποίες έχουν παράλληλη διάταξη και συνδέονται μεταξύ τους με συνδετικό ιστό (Edman, 2003). Το μέγεθος του μυός καθορίζεται κυρίως από τον αριθμό και το μέγεθος των μυϊκών ινών αν και η διείσδυση λίπους και συνδετικού ιστού μπορεί να επηρεάσει αυτή τη σχέση (Fortin et al., 2014; Javan et al., 2013). Κάθε μυς περιβάλλεται από έναν ινώδη συνδετικό ιστό που ονομάζεται επιμύιο και περικλείει τις μυϊκές ίνες. Οι μυϊκές ίνες οργανώνονται σε δεμάτια, τα οποία περιβάλλονται από έναν υμένα συνδετικού ιστού, το περιμύιο (Thomas, 2013). Κάθε μυϊκή ίνα ξεχωρίζει από τις γειτονικές με έναν άλλο λεπτό υμένα, το ενδομύιο. Κάτω από το ενδομύιο βρίσκεται ένα σωληνώδες έλυτρο που αποτελεί εξωτερικό περίβλημα κάθε μυϊκής ίνας, το σαρκείλημα (Κλεισούρας, 2011). Οι μυϊκές ίνες αποτελούνται από πολλές υπομονάδες τα μυοϊνίδια, τα οποία αποτελούνται από σειρές ενωμένων σαρκομερίων, τα οποία απαρτίζουν τη λειτουργική μονάδα του συσταλτικού συστήματος του μυός (Alter, 2004; Edman, 2003).

Το σαρκομέριο αποτελείται από παχιά και λεπτά μυονημάτια. Τα παχιά νημάτια περιέχουν μια πρωτεΐνη γνωστή ως μυοσίνη, και τα λεπτά μια άλλη πρωτεΐνη την ακτίνη. Τα νημάτια μυοσίνης βρίσκονται στο κέντρο του σαρκομερίου όπου με τη συστηματική παράλληλη διάταξή τους σχηματίζουν τη ζώνη «Α», στο κέντρο της οποίας εντοπίζεται η ζώνη «Η». Τα νημάτια ακτίνης συνδέονται στις δύο άκρες του σαρκομερίου με ένα δομικό στοιχείο που λέγεται δίσκος «Z» και εκτείνονται προς το κέντρο του όπου αλληλοκαλύπτονται με τα νημάτια μυοσίνης. Το τμήμα ανάμεσα στα άκρα δύο γειτονικών νηματίων μυοσίνης λέγεται ζώνη «I» και περιέχει μόνο νημάτια ακτίνης που διχοτομούνται από τον δίσκο «Z». Στο κέντρο της ζώνης «Η» διακρίνεται μια λεπτή πρωτεϊνική λωρίδα, η γραμμή «M», που συνδέει και συγκρατεί τα παχιά νημάτια διατηρώντας έτσι την παράλληλή τους διάταξη. Σε κάθε νημάτιο μυοσίνης υπάρχουν έξι κεφαλές με ελικοειδή διάταξη γύρω από το νημάτιο. Οι κεφαλές αυτές ονομάζονται εγκάρσιες γέφυρες γιατί συνδέουν τα νημάτια μυοσίνης με τα νημάτια ακτίνης. Μια ακόμα σημαντική

πρωτεΐνη στη λειτουργία του σαρκομερίου είναι η τιτανίνη. Τα μόρια τιτανίνης εκτείνονται στο μισό σαρκομέριο, καθώς είναι προσδεδεμένα στα νημάτια μυοσίνης και εκτείνονται από το δίσκο «Z» μέχρι τη γραμμή «M» (Κλεισούρας, 2011). Η τιτανίνη θεωρείται πως καθορίζει το μήκος του σαρκομερίου σε κατάσταση ηρεμίας και πως κρατάει την μυοσίνη στο κέντρο του σαρκομερίου. Ακόμα, προσδίδει ελαστικότητα στο σαρκομέριο, καθώς έχει τη δυνατότητα να αυξάνει το μήκος της κάτω από συνθήκη πίεσης και να το μειώνει όταν ακολουθεί χαλάρωση (Kontrogianni-Konstantopoulos et al., 2009; Meyer & Wright, 2013).



2.2.2. Μοντέλο μυϊκής συστολής

Η μυϊκή συστολή είναι αποτέλεσμα της παράλληλης ολίσθησης των μυονηματίων ακτίνης πάνω από τα νημάτια της μυοσίνης. Η μεταβολή του μήκους του μύος δε σημαίνει και μεταβολή του μήκους των μυονηματίων. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάταση του μύος, οι ζώνες «I» πλαταίνουν, ενώ οι ζώνες «A» παραμένουν αμετάβλητες καθώς τα μυονημάτια διατηρούν το μήκος τους (Κλεισούρας, 2011). Όταν η διάταση σταματά, το κάθε σαρκομέριο επιστρέφει στο αρχικό στάδιο ηρεμίας του (ελαστικότητα των μυών) (Riley, & Van Dyke, 2012).

Το μήκος της ζώνης «Α» παραμένει σταθερό και κατά τη διάρκεια της μυϊκής συστολής όπου τα νημάτια μυοσίνης και ακτίνης ολισθαίνουν το ένα δίπλα στο άλλο προς το κέντρο του σαρκομερίου (Huxley, 1969; Κλεισούρας, 2011). Ακόμα, κατά τη συστολή του μυός, οι δίσκοι «Ζ» σε κάθε σαρκομέριο πλησιάζουν πιο κοντά. Κατά τη συστολή του μυός, το μήκος του σαρκομερίου μπορεί να μειωθεί κατά το 30% ή και περισσότερο (Geeves & Holmes, 2005). Η μείωση του μήκους του μυός κατά τη διάρκεια της συστολής θα έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η διάμετρός του αφού ο όγκος του μυός είναι σταθερός (Elliott, Lowy, & Worthington, 1963). Όταν ο μυς ακινητοποιείται σε θέση επιμήκυνσης για μακρά περίοδο, ο αριθμός των σαρκομερίων θα αυξηθεί, οδηγώντας σε μονιμότερη επιμήκυνση του μυός (πλαστικότητα) (Riley, & Van Dyke, 2012).

2.2.3. Μηχανική μη-συσταλών στοιχείων στη διάταση

Στην επιμήκυνση των μαλακών ιστών επηρεάζουν τόσο τα χαρακτηριστικά των συσταλών ιστών (μυς), όσο και των μη συσταλών (σύνδεσμοι και τένοντες) (Φουσεκής, 2015). Ο συνδετικός ιστός αποτελείται από τρία είδη ινών: κολλαγόνου, ελαστικές και δικτυωτές, και ανταποκρίνεται στη διάταση σύμφωνα με τη γλοιοελαστική τους δομή (Kubo, Kanehisa, & Fukunaga, 2002; Saal, 1998). Οι προσαρμογές τους είναι και ελαστικές και πλαστικές (Saal, 1998). Οι τένοντες αποτελούνται κυρίως από ίνες κολλαγόνου και ελαστίνης και έχουν μειωμένη ικανότητα διάτασης σε σχέση με τους μύες, εξαιτίας της μικρότερης εγκάρσια διατομής τους και της σύστασής τους (Kubo, Kanehisa, & Fukunaga, 2002). Οι τένοντες παρουσιάζουν αλλαγές στις μηχανικές τους ιδιότητες και στην εγκάρσια διατομή τους, ως προσαρμογή στην άσκηση (Magnusson et al., 2007; Morse et al., 2008). Η σκληρότητα του τένοντα εξαρτάται από το μήκος του, με τους μακρύτερους τένοντες να είναι πιο ελαστικοί. Ένα μικρό φορτίο εφαρμοζόμενο για μεγάλο διάστημα θα προκαλέσει μεγαλύτερη αλλαγή στο μήκος του τένοντα, σε σύγκριση με ένα μεγάλο φορτίο που θα εφαρμοστεί σύντομα (Saal, 1998). Αν και ο μυϊκός ιστός και οι τένοντες μπορούν να μελετηθούν χωριστά στο εργαστήριο (in vitro), αυτό δεν μπορεί να συμβεί στις κλινικές μετρήσεις, όπου η ελαστικότητα

αναφέρεται τόσο στα συστατικά στοιχεία του μυός όσο και στα στοιχεία του τένοντα (Δόντη, Τσολάκης, & Μπογδάνης, 2014).

2.3. Νευροφυσιολογικοί Παράγοντες Διάτασης

Η επιμήκυνση των ιστών, και ιδιαίτερα του μυός, επηρεάζεται εκτός από φυσιολογικούς και μηχανικούς παράγοντες, και από νευροφυσιολογικούς. Οι κύριοι παράγοντες είναι δύο ιδιοδεκτικοί υποδοχείς του μυός, α) η μυϊκή άτρακτος, και β) τα τενόντια όργανα του Golgi (Houglum, 2001).

Οι μυϊκές άτρακτοι, βρίσκονται μέσα στη μυϊκή γαστέρα, και περιέχουν ενδοατράκτιες μυϊκές ίνες οι οποίες βρίσκονται σε παράλληλη διάταξη με τις εξωατράκτιες μυϊκές ίνες (Fox, 1979). Είναι ευαίσθητες τόσο στην αιφνίδια όσο και στην παρατεταμένη διάταση του μυός (Houglum, 2001). Κατά τη διάρκεια μιας γρήγορης, απότομης κίνησης όπου ο μυς διατείνεται, ενεργοποιούνται οι κεντρομόλες νευρικές ίνες τύπου Ια και τύπου ΙΙ της μυϊκής ατράκτου και μεταφέρεται το μήνυμα σε έναν αριθμό κινητικών νευρώνων στο νωτιαίο μυελό (Condon & Hutton, 1987; Cornelius & Hinson, 1980; Crago et al, 1976; Moore & Hutton, 1980). Οι κινητικοί νευρώνες προκαλούν άμεση σύσπαση των μυϊκών ινών μέσω νευρικών ώσεων που μεταφέρονται από τους «α» κινητικούς νευρώνες προς τον μυ. Αυτή η αντανακλαστική συστολή ολοκληρώνεται σε μικρό χρονικό διάστημα, κατά μέσο όρο 15-30 msec και ονομάζεται μυοτατικό αντανακλαστικό (stretch reflex) (Crago, Houk & Hasan, 1976).

Τα τενόντια όργανα Golgi, είναι μηχανοϋποδοχείς που βρίσκονται κοντά στην μυοτενόντια ένωση και είναι ευαίσθητοι στις αλλαγές του μήκους του μυός και στις αλλαγές της τάσης που αναπτύσσεται μέσα στον μυ (Behnke & Wilmore, 1974; Cooper, 1972; Hitchcock & Pauletto, 1987; Houglum, 2001). Ενεργοποιούνται εύκολα με την ενεργητική μυϊκή σύσπαση καθώς επίσης με μικρές ή μεγάλες αλλαγές της τάσης από παθητική διάταση (Houglum, 2001). Όταν ερεθίζεται το τενόντιο όργανο Golgi ενεργοποιούνται οι κεντρομόλες ίνες τύπου Ιb και λειτουργούν ανασταλτικά στο επίπεδο του νωτιαίου μυελού, μειώνοντας την ένταση των νευρικών ώσεων προς τους μυς, με αποτέλεσμα ο μυς να χαλαρώνει (αντίστροφο μυοτατικό αντανακλαστικό) (Crago, Houk & Hasan, 1976). Αυτή η

αντανακλαστική χαλάρωση χρησιμεύει ως ένας προστατευτικός μηχανισμός από την υπερβολική ανάπτυξη τάσης, τη λεγόμενη αυτογενής αναστολή, και επιτρέπει στον μυ να αυξήσει το μήκος του μέσω της χαλάρωσής του (Behnke & Wilmore, 1974; Cooper, 1972; Enoka, 2002; Hitchcock & Pauletto, 1987). Αν η διάταση διαρκεί τουλάχιστον 6 δευτερόλεπτα, τότε η ενέργεια του οργάνου Golgi φαίνεται πως υπερνικά αυτή του μυοτατικού αντανακλαστικού. Έτσι δεν υπάρχει αύξηση της μυϊκής τάσης κατά τη διάρκεια κάποιας παθητικής διάτασης (Chalmers, 2004).

2.4. Άμεση επίδραση των στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης

Οι στατικές διατάσεις είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μορφή προπόνησης ευλυγισίας καθώς φέρει τον χαμηλότερο κίνδυνο τραυματισμού, μπορεί να γίνει αυτοδιάταση και δεν απαιτείται η παρέμβαση έμπειρου ατόμου για την εκτέλεσή τους (Nelson & Bandy, 2005). Σημαντική είναι η επίδρασή τους στην άμεση βελτίωση του εύρους κίνησης των αρθρώσεων. Σε έρευνα των Mizuno και συν. (2011) φαίνεται πως ύστερα από 5 σετ στατικών παθητικών διατάσεων διάρκειας 1 λεπτού υπήρξε άμεση βελτίωση του εύρους κίνησης της άρθρωσης. Οι Nakamura και συν. (2021) παρατήρησαν θετική επίδραση στο εύρος κίνησης και τη μυϊκή σκληρότητα στην άρθρωση του αστραγάλου ύστερα από 4 σετ στατικών διατάσεων 30sec (συνολική διάρκεια διάτασης 2 min). Ακόμα, σε έρευνά τους οι Bacurau και συν. (2009) εξέτασαν τις άμεσες επιδράσεις στατικών και βαλλιστικών διατάσεων στην ευλυγισία των κάτω άκρων, όπου διαπιστώθηκε πως οι στατικές διατάσεις είχαν σημαντικά μεγαλύτερη επίδραση στο εύρος κίνησης σε σύγκριση με τις βαλλιστικές. Σχετικά με την ένταση της διάτασης, οι Kataura και συν. (2017) παρατήρησαν πως οι στατικές διατάσεις έντασης 100% και 120% είχαν σημαντικά μεγαλύτερη άμεση επίδραση στο εύρος κίνησης της άρθρωσης συγκριτικά με διάταση σε ένταση 80%. Τέλος, οι DePino και συν. (2000) εξέτασαν την άμεση επίδραση 4 σετ 30 sec στατικών διατάσεων με διάλειμμα 15 sec, στην άρθρωση του ισχίου, σε 30 ενήλικες άντρες και εντόπισε πως υπάρχει σημαντική βελτίωση η οποία αρχίζει να φθίνει μετά τα πρώτα 3 λεπτά που πραγματοποιείται η παρέμβαση διάτασης.

2.5. Χρόνια επίδραση στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης

Οι στατικές διατάσεις έχουν σημαντική επίδραση στο εύρος κίνησης των αρθρώσεων ύστερα από χρόνια παρέμβαση. Πιο συγκεκριμένα, οι Bandy, Irion και Briggler (1997) σε έρευνά τους μέτρησαν την επίδραση των στατικών διατάσεων με πρωτόκολλο 5 ημέρων για 6 εβδομάδες όπου οι ασκούμενοι εκτελούσαν διατάσεις α) 3 φορές από 1', β) 3 φορές από 30'', γ) 1 φορά από 1', δ) 1 φορά από 30'' και ε) ομάδα ελέγχου που δεν εκτελούσε διατάσεις. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως 30'' είναι επαρκής χρόνος για την αύξηση της ευλυγισίας των οπίσθιων μηριαίων μυών καθώς και τα 4 γκρουπ εμφάνισαν σημαντική διαφορά συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχαν και οι Yuktasir και Kaya (2009) στην έρευνα τους όπου μελέτησαν την επίδραση ενός πρωτοκόλλου στατικών διατάσεων 6 εβδομάδων. Οι ασκούμενοι ύστερα από 4 σετ στατικών διατάσεων διάρκειας 30 sec με 15sec διάλειμμα ανάμεσα στα σετ, 4 φορές την εβδομάδα για 6 εβδομάδες (συνολικά 24 συνεδρίες), παρουσίασαν αύξηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης του ισχίου. Επίσης, οι Longo και συν. (2021) απέδειξαν πως 2 σετ των 5*45 sec στατικών διατάσεων με 15 sec διάλειμμα, 5 φορές την εβδομάδα για 12 εβδομάδες, βελτιώνει σημαντικά το εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης αλλά δεν είναι αρκετό για να προκαλέσει αρχιτεκτονικές αλλαγές στους μύες που διατείνονται.

2.6. Διασταυρούμενη επίδραση

Με τον όρο διασταυρούμενη επίδραση (ή αλλιώς contralateral effect) αναφερόμαστε στο φαινόμενο όπου με μονόπλευρη προπόνηση μιας πλευράς του σώματος παρουσιάζονται προσαρμογές και στους μύες της άλλης πλευράς, η οποία δε δέχτηκε άμεσο προπονητικό ερέθισμα (Carroll et al., 2006). Για την ερμηνεία του φαινομένου αυτού έχουν προταθεί διάφορες υποθέσεις όπως η «διασταυρούμενη ενεργοποίηση» κατά την οποία, η μονόπλευρη προπόνηση προκαλεί ερεθίσματα και στα δύο ημισφαίρια, όμως με μεγαλύτερη επίδραση στην πλευρά όπου έγινε η προπόνηση, και η «διμερής πρόσβαση» κατά την οποία, οι μύες της πλευράς που δεν προπονήθηκε έχουν «πρόσβαση» στις προσαρμογές της προπονημένης πλευράς εξαιτίας της ενδοημισφαιρικής επικοινωνίας των σχετικών

κινητικών περιοχών (Green & Gabriel, 2018; Lee & Carroll, 2007; Ruddy & Carson, 2013). Το φαινόμενο της διασταυρούμενης επίδρασης έχει παρατηρηθεί και μετά από διατάσεις για την αύξηση του εύρους κίνησης (Behm et al, 2016, 2019; Chaouachi et al. 2017; Moltubakk et al., 2021; Panidi et al., 2021). Ο πιο πιθανός μηχανισμός για την εξήγηση αυτής της συνθήκης είναι η αύξηση της ανοχής στον πόνο (Behm et al., 2019). Με την παραπάνω διαπίστωση συμφωνούν αρκετοί ερευνητές που έχουν μελετήσει την επίδραση των στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου και έχει παρατηρηθεί πως η βελτίωσή του προέκυψε δίχως να αλλάξουν οι μηχανικές ιδιότητες των μυών, συμπεραίνοντας πως η επίδραση των στατικών διατάσεων στην ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων οφείλεται σε αυξημένη ανοχή στον πόνο κατά τη διάταση (Decoster et al., 2005, Donti et al., 2014).

2.6.1 Άμεση διασταυρούμενη επίδραση διατάσεων

Ιδιαίτερα διαδεδομένη είναι η συμβολή των διατάσεων στην αύξηση του εύρους κίνησης μιας άρθρωσης στο μέλος που δέχεται το αντίστοιχο ερέθισμα (Bandy et al., 1997; Covert et al., 2010). Πλέον αποδεδειγμένη είναι και η ύπαρξη της άμεσης διασταυρούμενης επίδρασης ύστερα από πρωτόκολλα διατάσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι Behm και συν. (2019) εξέτασαν την επίδραση 8 επαναλήψεων 30 sec στατικών διατάσεων (μέγιστης έντασης) στους οπίσθιους μηριαίους και τον τετρακέφαλο μυ του κυρίαρχου σκέλους σε 14 ασκούμενους και διαπίστωσαν πως το εύρος κίνησης των αρθρώσεων αυξήθηκε και στο σκέλος παρέμβασης και στο σκέλος ελέγχου (που δεν έκανε διάταση). Ακόμα, οι Coratella και συν. (2021) παρατήρησαν αύξηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης της ποδοκνημικής του ποδιού ελέγχου ύστερα από 5 σετ 45 sec παθητικής διάτασης (15 sec διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις, συνολικός χρόνος διάτασης 225 sec, ένταση 90%) στο πόδι παρέμβασης. Αντίστοιχα αποτελέσματα είχαν και Chaouachi και συν. (2017) όπου εξέτασαν την επίδραση στατικών και δυναμικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων ύστερα από 8 σετ 30 sec στο ένα σκέλος (20 sec διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις). Και οι δύο μέθοδοι διάτασης είχαν σημαντική επίδραση στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου και στο σκέλος παρέμβασης και στο σκέλος ελέγχου.

Επιπλέον, σε έρευνά τους οι Behm και συν. (2016) εξέτασαν την επίδραση στατικών και δυναμικών διατάσεων άνω άκρων στα κάτω άκρα και την επίδραση διατάσεων κάτω άκρων στα άνω άκρα. Όλες οι συνθήκες παρέμβασης αποτελούνται από 10 σετ 30 sec, με 15 sec διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις, και ένταση 70-90%. Παρατηρήθηκε αύξηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης του ώμου ύστερα από τα πρωτόκολλα στατικών και δυναμικών διατάσεων των κάτω άκρων καθώς επίσης αύξηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης του ισχίου έπειτα από στατικές διατάσεις άνω άκρων. Η αύξηση του εύρους κίνησης σε μυϊκές ομάδες που δεν υποβλήθηκαν σε διάταση οφείλεται πιθανόν στην αύξηση της ανοχής στη διάταση.

Με τα παραπάνω δεδομένα σχετικά με την άμεση διασταυρούμενη επίδραση των διατάσεων στο εύρος κίνησης είναι σύμφωνα και τα ευρήματα των Killen, Zelizney και Ye (2019). Οι ερευνητές εξέτασαν σε 23 υγιείς ενήλικες την επίδραση δύο παραγόντων στον εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου. Πρώτος παράγοντας ήταν οι στατικές διατάσεις και συγκεκριμένα ένα πρωτόκολλο αποτελούμενο από 10 σετ 30 sec, με 30 sec διάλειμμα ανάμεσα στις επαναλήψεις, στους οπίσθιους μηριαίους του ενός σκέλους. Δεύτερος παράγοντας ήταν η χρήση foam roller από τους δοκιμαζόμενους, με τρόπο που έδειξαν οι ερευνητές στους ασκούμενους. Και οι δύο συνθήκες προκάλεσαν αλλαγές στο εύρος κίνησης του σκέλους ελέγχου (που δεν δέχτηκε άμεσα προπονητικό ερέθισμα) στην άρθρωση του ισχίου. Ωστόσο καμία αλλαγή δεν παρατηρήθηκε στα μηχανικά χαρακτηριστικά των μυών, συνεπώς πιθανή αιτία της αύξησης του εύρους κίνησης φαίνεται να είναι η αυξημένη αντοχή στη διάταση.

2.6.2 Χρόνια διασταυρούμενη επίδραση διατάσεων

Το φαινόμενο της διασταυρούμενης επίδρασης παρατηρείται και ύστερα από χρόνια παρέμβαση στατικών διατάσεων. Οι Nakamura και συν. (2022) εξέτασαν την επίδραση ενός πρωτοκόλλου στατικών διατάσεων διάρκειας 4 εβδομάδων στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης. Οι ασκούμενοι χωρίστηκαν σε 2 ομάδες, χαμηλής ή υψηλής έντασης διάτασης. Και οι δύο ομάδες εκτέλεσαν 3 σετ 60 sec με 30 sec διάλειμμα ανάμεσα στα σετ, 3 φορές την εβδομάδα (συνολικός χρόνος διάτασης 2.160 sec), στο ένα μόνο σκέλος. Μετά το πέρας των 4 εβδομάδων

καταγράφηκε αύξηση του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης του σκέλους ελέγχου (σκέλος που δεν υπέστη διάταση) μόνο στην ομάδα εκτέλεσης των διατάσεων με υψηλή ένταση. Ακόμα, οι Moltubakk και συν. (2018) εξέτασαν την επίδραση 4 επαναλήψεων στατικής διάτασης διάρκειας 60 sec για την αύξηση του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης. Συμμετείχαν 26 ενήλικες που εκτελούσαν καθημερινά το παρεμβατικό πρόγραμμα για 24 εβδομάδες μόνο στο ένα σκέλος, ενώ το άλλο αξιολογήθηκε ως πόδι ελέγχου. Μετά το πέρας των 24 εβδομάδων το εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης αυξήθηκε κατά 11° στο πόδι παρέμβασης και κατά 4° στο πόδι ελέγχου. Ακόμα παρατηρήθηκε πως αν και από την 8η εβδομάδα και ύστερα, η αντιληπτή αίσθηση του πόνου κατά τη διάταση μειώθηκε σημαντικά και η ένταση διάτασης φαίνεται να ήταν πιο ήπια, το εύρος κίνησης συνέχισε να επηρεάζεται από τη διάταση και να αυξάνεται. Από την άλλη πλευρά, σε αντίστοιχη έρευνα οι Panidi και συν. (2021) εξέτασαν τη διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης στην ποδοκνημική άρθρωση χωρίς να μειώνεται η ένταση της διάτασης με το πέρας των εβδομάδων. Οι ασκούμενοι εκτελούσαν μια προπόνηση ευλυγισίας 5 μέρες την εβδομάδα για 12 εβδομάδες, μόνο στο ένα σκέλος (σκέλος παρέμβασης), με συνολικό χρόνο διάτασης να αυξάνεται προοδευτικά από 540 sec την 1η εβδομάδα σε 900 sec την 12η εβδομάδα. Με το τέλος της παρέμβασης το εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης αυξήθηκε κατά 23% στο πόδι παρέμβασης και κατά 13% στο πόδι ελέγχου.

Αντικρουόμενα αποτελέσματα είχαν οι Brusco και συν. (2018) σε έρευνα τους σχετικά με την επίδραση διατάσεων στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου. Ο ασκούμενος εκτέλεσε 2 προπονήσεις την εβδομάδα σε μη συνεχόμενες μέρες για 6 εβδομάδες (12 προπονήσεις συνολικά), με κάθε προπόνηση να αποτελείται από 8 σετ των 60 sec διάτασης με 30 sec διάλειμμα ανάμεσα στα σετ (συνολικός χρόνος διάτασης 5.760 sec). Το εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου αυξήθηκε κατά 10,6° ($\pm 6,3^\circ$) στο σκέλος παρέμβασης, δεν παρατηρήθηκε ωστόσο αλλαγή στο εύρος κίνησης του σκέλους ελέγχου.

Ωστόσο, η χρόνια διασταυρούμενη αύξηση του εύρους κίνησης μετά από διάταση έχει εξεταστεί σε μικρό αριθμό μελετών και συγκεκριμένα για τους

οπίσθιους μηριαίους μυς έχει βρεθεί μόνο μία έρευνα. Στην μελέτη των Brusco και συν. (2018) δεν εντοπίστηκε βελτίωση στο εύρος κίνησης του σκέλους ελέγχου, όμως είναι πιθανό να ευθύνεται για αυτό το μικρό σχετικά ερέθισμα (5.760 sec συνολικά) καθώς και η ένταση της διάτασης.

2.7.Άρθρωση του ισχίου

Η άρθρωση του ισχίου αποτελεί μια σφαιροειδή διάρθρωση που περιβάλλεται από αρκετούς ισχυρούς μύες, που της επιτρέπουν ένα μεγάλο εύρος κίνησης σε πολλά επίπεδα και παράλληλα εξασφαλίζουν τη σταθερότητά της (Campbell et al., 2001). Σχηματίζεται από την ένωση της μηνοειδούς αρθρικής επιφάνειας της κοτύλης του ανώνυμου οστού και της κεφαλής του μηριαίου οστού και πραγματοποιούνται κινήσεις κάμψης- έκτασης, προσαγωγής- απαγωγής, έσω και έξω στροφής (Netter & Colacino, 1989; Platzner, 2004; Snell, 1995).

Οι σύνδεσμοι της άρθρωσης του ισχίου διακρίνονται σε έξω και ένδο θυλακικούς. Οι εξωθυλακικοί είναι ο λαγονμηρικός, που εμποδίζει την υπερέκταση της άρθρωσης κατά την όρθια θέση, ο ισχιομηρικός ο οποίος περιορίζει την έκταση και έσω στροφή του μηρού, ο ηβομηρικός που περιορίζει την έκταση και απαγωγή του μηρού και τέλος η περιφερής ζώνη, η οποία περιβάλλει τον αυχένα του μηριαίου οστού. Οι ενδοθυλακικοί σύνδεσμοι ο στρογγύλος σύνδεσμος της κεφαλής του μηριαίου, ο οποίος περιορίζει την προσαγωγή του μηρού και ο εγκάρσιος σύνδεσμος της κοτύλης (Netter & Colacino, 1989; Platzner, 2004; Snell, 1995).

Η γεωμετρία του ισχίου επιτρέπει την περιστροφική κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις, απαιτώντας μεγάλο αριθμό μυών που συμβάλλουν στη σταθεροποίηση της άρθρωσης και παρέχουν τις δυνάμεις που απαιτούνται για την κίνησή του (Byrne, Mulhall & Baker, 2010). Οι μύες του ισχίου χωρίζονται στις εξής ομάδες: α) πρόσθια ομάδα ραχιαίων μυών: Μείζων ψοίτης και λαγόνιος (σχηματίζουν μαζί τον λαγονοψοίτη μυ, κάμψη μηρού), β) οπίσθια ομάδα ραχιαίων μυών: Μεγάλος γλουτιαίος (έξω στροφή ισχίου, έκταση ισχίου και έκταση γόνατος), μέσος γλουτιαίος (απαγωγή μηρού), μικρός γλουτιαίος(απαγωγή μηρού), τείνων την πλατεία περιτονία (κάμψη και απαγωγή) και απιοειδής (απαγωγή και

έξω στροφή κατά την όρθια θέση), γ) κοιλιακοί μύες: έσω και έξω θυροειδής, άνω και κάτω δίδυμος και τετράγωνος μηριαίος (έξω στροφή) (Dufour, 2006; Netter & Colacino, 1989; Platzer, 2004; Snell, 1995). Ακόμα, στην άρθρωση του ισχίου ενεργούν και οι μύες του μηρού οι οποίοι διακρίνονται σε: α) πρόσθιοι μύες: ραπτικός (κάμψη, απαγωγή και έξω στροφή μηρού & κάμψη και έσω στροφή κνήμης), λαγονοψοϊτής, κτενίτης (κάμψη και προσαγωγή μηρού) και τετρακέφαλος μηριαίος (έκταση κνήμης, κάμψη ισχίου), β) Προσαγωγοί μύες: ισχνός (προσαγωγή μηρού και κάμψη κνήμης), μακρός προσαγωγός (προσαγωγή και έξω στροφή μηρού), βραχύς προσαγωγός (προσαγωγή και έξω στροφή μηρού) και μέγας προσαγωγός (προσαγωγή, έκταση, έσω και έξω στροφή μηρού), γ) Οπίσθιοι μύες: δικέφαλος μηριαίος μύς (έκταση μηρού, κάμψη και έξω στροφή κνήμης), ημιτενοντώδης (έκταση μηρού, κάμψη και έσω στροφή κνήμης), ημιϋμενώδης (έκταση μηρού, κάμψη και έσω στροφή κνήμης) (Dufour, 2006; Netter & Colacino, 1989; Platzer, 2004; Snell, 1995).

2.8.Οπίσθιοι μηριαίοι μύες

Στην κατηγορία των μυών του οπίσθιου μέρους του μηρού ανήκουν τρεις μύες: ο δικέφαλος μηριαίος, ο ημιτενοντώδης μύς και ο ημιϋμενώδης μύς.

Ο δικέφαλος μύς είναι διαρθρικός μύς με τη μακρά κεφαλή του να εκφύεται από το ισχιακό κύρτωμα του πυελικού οστού και τη βραχεία κεφαλή από την τραχεία γραμμή του μηριαίου οστού. Η κατάφυση του μύς μέσω κοινού καταφυτικού τένοντα γίνεται στο άνω άκρο της περόνης. Η δυναμική του λειτουργία είναι η έκταση του ισχίου (μόνο η μακρά κεφαλή) και η κάμψη και έξω στροφή της κνήμης. Η νεύρωση του μύς γίνεται από το ισχιακό νεύρο. (Dufour, 2006; Φουσέκης, 2015).

Ο ημιτενοντώδης μύς εκφύεται από το ισχιακό κύρτωμα του πυελικού οστού και καταφύεται στην άνω μοίρα της έσω επιφάνειας του κνημιαίου οστού (πίσω από τον ραπτικό, κάτω από τον ισχνό). Η δυναμική του λειτουργία είναι η κάμψη και έσω στροφή της κνήμης. Η νεύρωση του μύς γίνεται από το ισχιακό νεύρο. (Dufour, 2006; Φουσέκης, 2015).

Ο ημιϋμενώδης μύς εκφύεται από το ισχιακό κύρτωμα του πυελικού οστού. Η κατάφυση του μύς γίνεται μέσω τριών δεσμίδων. Η ευθεία κεφαλή και η

ανεστραμμένη καταφύονται στην άνω επίφυση του κνημιαίου οστού ενώ η παλίνδρομη στο άνω και έξω τμήμα της κονδυλικής κάψας και δίνει το λοξό ιγνυακό σύνδεσμο που ενισχύει τον αρθρικό θύλακο του γόνατος. Η δυναμική λειτουργία του μυός είναι η κάμψη και έσω στροφή της κνήμης. Η νεύρωσή του γίνεται από το ισχιακό νεύρο ή το κνημιαίο εάν ο διχασμός των δεσμίδων είναι ψηλά (Dufour, 2006; Φουσέκης 2015).

Συνεπώς μπορούμε να πούμε πως οι οπίσθιοι μηριαίοι μύες, σαν μυϊκή ομάδα ενεργούν και στην άρθρωση του ισχίου προκαλώντας έκταση και στην άρθρωση του γόνατος προκαλώντας κάμψη αυτού. Για τον προσδιορισμό της αλλαγής στο εύρος κίνησης μιας άρθρωσης που προκαλείται από διάταση ενός διαρθρικού μυ συνίσταται η μέτρηση της τροχιάς του μυός διατηρώντας την άλλη άρθρωση σταθερή. Με βάση αυτό, μια πολύ διαδεδομένη μέθοδος προσδιορισμού της διατασιμότητας των οπίσθιων μηριαίων είναι η δοκιμασία «Άρση σκέλους από ύπτια κατάκλιση» ή αλλιώς «Straight Leg Raise test» (SLR test) όπου γίνεται κάμψη του ενός σκέλους στην άρθρωση του ισχίου ενώ διατηρείται σταθερή η άρθρωση του γόνατος (σε πλήρη έκταση). Η ευλυγισία των οπίσθιων μηριαίων μυών και κατά συνέπεια το αυξημένο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου κρίνεται ιδιαίτερα σημαντικό στην αθλητική απόδοση. Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνα, αθλητές με αυξημένη ευλυγισία οπίσθιων μηριαίων μυών είχαν καλύτερα αποτελέσματα σε δοκιμασίες ταχύτητας, όπως 5m, 10m και 20m σπριντ, σε δοκιμασίες αλτικότητας όπως το άλμα βάθους, και σε δοκιμασίες ευκινησίας, σε σύγκριση με συναθλητές τους με περιορισμένο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου (García- Pinillos et al., 2015). Επιπλέον, σε ορισμένα αθλήματα όπως είναι η ενόργανη γυμναστική και η καλλιτεχνική κολύμβηση το αυξημένο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου αποτελεί προϋπόθεση και περιοριστικό παράγοντα για τη συμμετοχή σε αγωνιστικό επίπεδο, καθώς υπάρχουν ειδικές μειώσεις στη βαθμολογία των αθλητών εάν δεν παρουσιαστούν συγκεκριμένες μοίρες σε ακραίες θέσεις (με βάση του κώδικα αξιολόγησης των αθλημάτων).

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1 Συμμετέχουσες

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 17 φοιτήτριες του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ, οι οποίες προέρχονται από ποικιλία αθλημάτων όπως η ενόργανη γυμναστική, ο στίβος και η κολύμβηση, και τα χαρακτηριστικά των οποίων βρίσκονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1-1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά συμμετεχουσών (μέσοι όροι \pm τυπικές αποκλίσεις)

	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση
Ηλικία (έτη)	22,53	2,20
Προπονητική εμπειρία (έτη)	10	3,79
Ύψος (cm)	1,65	0,04
Μάζα σώματος (Kg)	58,21	5,51
Δείκτης μάζας σώματος (kg/m ²)	21,26	1,94

Η Εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας- Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού ενέκρινε την μελέτη (1364/16-03-2022). Οι συμμετέχουσες αφού ενημερώθηκαν για το σκοπό της έρευνας υπέγραψαν έντυπο συγκατάθεσης (Παράρτημα). Προϋπόθεση για τη συμμετοχή τους ήταν η αποχή από κάθε διάταση οπίσθιων μηριαίων κατά τη διάρκεια των 6 εβδομάδων που διήρκτησε η μελέτη.

3.2 Πειραματικός Σχεδιασμός

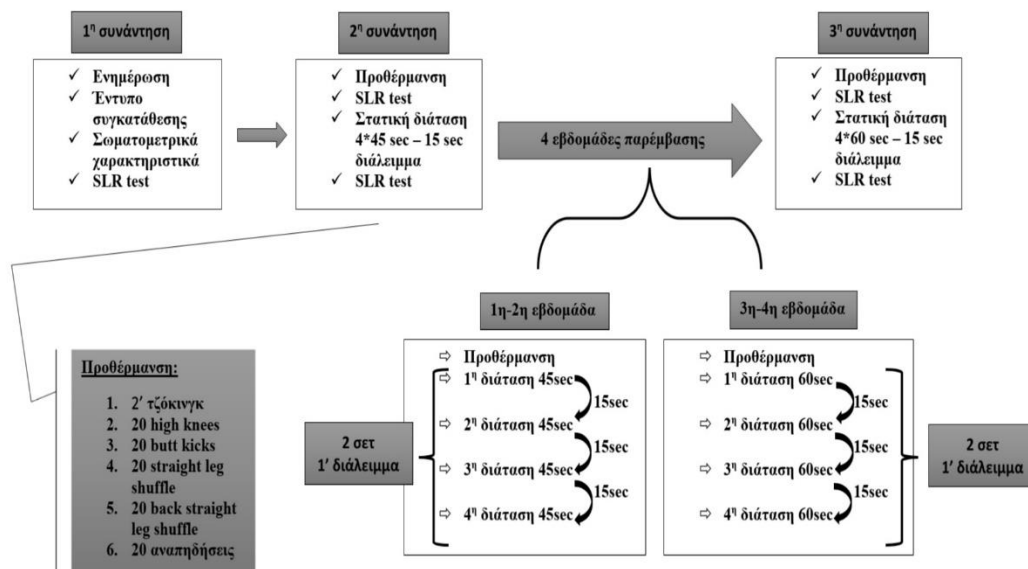
Οι διαδικασίες έλαβαν χώρο στην αίθουσα Γυμναστικής και Χορού Της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Οι συμμετέχουσες παραβρέθηκαν στο χώρο τρεις φορές για μετρήσεις και άλλες είκοσι για τις προπονήσεις του παρεμβατικού προγράμματος.

Στην πρώτη συνάντηση, οι φοιτήτριες ενημερώθηκαν σχετικά με τη διαδικασία του προγράμματος άσκησης, υπέγραψαν δήλωση συγκατάθεσης και έγινε η

αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών (σωματική μάζα και σωματικό ανάστημα). Τέλος, πραγματοποιήθηκε η αρχική μέτρηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης του ισχίου και των δύο σκελών, με τη δοκιμασία «Άρσης του σκέλους από ύπτια κατάκλιση».

Στη δεύτερη συνάντηση, οι φοιτήτριες ύστερα από προθέρμανση 5 λεπτών εκτέλεσαν την δοκιμασία «Άρσης του σκέλους από ύπτια κατάκλιση» και πραγματοποιήθηκε μέτρηση του εύρους κίνησης και των δύο σκελών. Ακολούθως πραγματοποιήθηκαν 4 σετ στατικών διατάσεων διάρκειας 45 sec, με 15 sec διάλειμμα ενδιάμεσα, στο σκέλος παρέμβασης και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε πάλι μέτρηση του εύρους κίνησης και των δύο σκελών των συμμετεχουσών για να αξιολογηθεί η άμεση διασταυρούμενη επίδραση 4 σετ 45 sec στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης στην άρθρωση του ισχίου.

Η τρίτη συνάντηση αξιολόγησης έγινε μετά το πέρας των 4 εβδομάδων παρέμβασης. Οι φοιτήτριες ύστερα από προθέρμανση 5 λεπτών εκτέλεσαν την δοκιμασία «Άρσης του σκέλους από ύπτια κατάκλιση» για να αξιολογηθεί η χρόνια επίδραση 4 εβδομάδων στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης στην άρθρωση του ισχίου. Στη συνέχεια οι ασκούμενες εκτέλεσαν 4 σετ στατικών διατάσεων διάρκειας 60 sec, με 15 sec διάλειμμα ενδιάμεσα, στο σκέλος παρέμβασης. Ακολούθησε η τελική μέτρηση για την αξιολόγηση της άμεσης διασταυρούμενης επίδρασης 4 σετ 60 sec στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης στην άρθρωση του ισχίου.



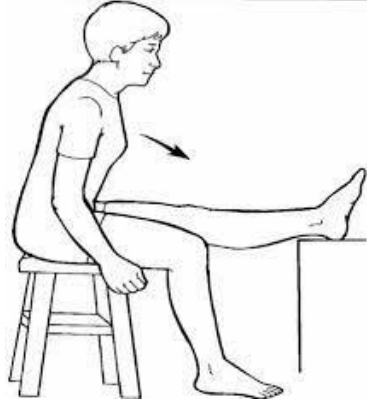
Σχήμα 3.2 Πειραματικός Σχεδιασμός

3.2.1. Παρεμβατικό πρόγραμμα

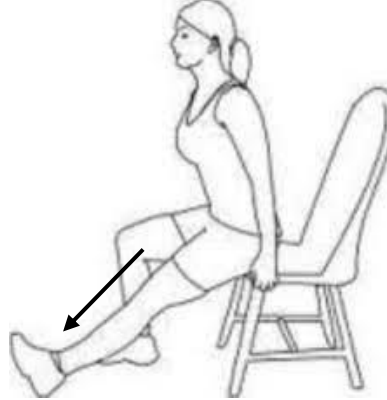
Το παρεμβατικό πρόγραμμα είχε διάρκεια 4 εβδομάδων, και οι ασκούμενες έκαναν 5 προπονήσεις διατάσεων στους οπίσθιους μηριαίους στο ένα σκέλος την εβδομάδα (20 προπονήσεις συνολικά). Το σκέλος παρέμβασης και το σκέλος ελέγχου προσδιορίστηκαν με τυχαιοποίηση (κυρίαρχο -μη κυρίαρχο σκέλος). Οι προπονήσεις είχαν διάρκεια 15 λεπτών και πραγματοποιήθηκαν στην αίθουσα γυμναστικής του ΤΕΦΑΑ.

Οι φοιτήτριες αρχικά πραγματοποιούσαν προθέρμανση 5 min., που αποτελούνταν από 2 min. χαλαρού τρεξίματος (τζόκινγκ), 20 επαναλήψεις από 4 επιτόπιες δυναμικές ασκήσεις (High Knees, Butt Kicks, Straight leg shuffle, Back straight leg shuffle) και 20 αναπηδήσεις. Στη συνέχεια εκτελούσαν 2 κύκλους αποτελούμενους από 4 στατικές διατάσεις οπίσθιων μηριαίων στο σκέλος παρέμβασης (Εικόνα 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3 και 3.2.4). Τις πρώτες δύο εβδομάδες οι διατάσεις είχαν διάρκεια 45 sec (συνολικά 1,800 sec ανά εβδομάδα), ενώ τις επόμενες δύο η διάρκεια διάτασης αυξήθηκε στα 60 sec (συνολικά 2,400 sec ανά εβδομάδα). Ο χρόνος διαλείμματος μεταξύ των διατάσεων ήταν 15 sec ενώ μεταξύ των δύο κύκλων ήταν στο 1 min. Η ένταση της κάθε διάτασης ορίστηκε στο 80%

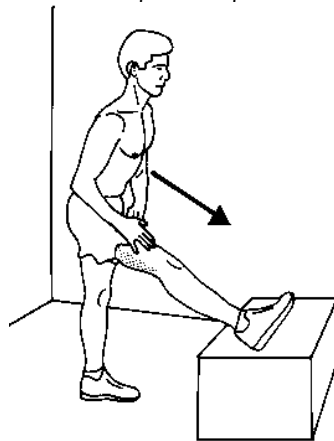
του πόνου της κάθε ασκούμενης με βάση την κλίμακα έντασης των Behm και Kibele (2007) (Εικόνα 3.3.2).



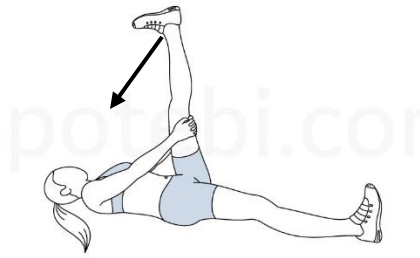
Εικόνα 3.2.1 Στατική Διάταση Οπίσθιων Μηριαίων



Εικόνα 3.2.2 Στατική Διάταση Οπίσθιων Μηριαίων



Εικόνα 3.2.3 Στατική Διάταση Οπίσθιων Μηριαίων



Εικόνα 3.2.4 Στατική Διάταση Οπίσθιων Μηριαίων

3.3 Όργανα Μέτρησης

3.3.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αξιολογήθηκαν στην πρώτη συνάντηση με τις συμμετέχουσες. Η μάζα σώματος μετρήθηκε στο πλησιέστερο δέκατο του κιλού με ψηφιακή ζυγαριά τύπου Soehnle 63312. Οι ασκούμενες (χωρίς παπούτσια και με ελαφρύ ρουχισμό) στάθηκαν στο κέντρο του μετρητή και ο εξεταστής κατέγραψε την τιμή του βάρους τους. Το ανάστημα μετρήθηκε με ακρίβεια 0,5 mm. χρησιμοποιώντας μετροταινία. Οι ασκούμενες χωρίς παπούτσια στάθηκαν σε θέση προσοχής με την πλάτη και τις φτέρνες να ακουμπούν σε τοίχο και το βλέμμα να εστιάζει ευθεία μπροστά και ο εξεταστής κατέγραψε την τιμή του ύψους τους. Οι μετρήσεις έγιναν δύο φορές και καταγράφηκε ο μέσος όρος τιμών για την έρευνα.

3.3.2. Εύρος κίνησης

Για την αξιολόγηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης του ισχίου οι μετρήσεις έγιναν με τις δοκιμαζόμενες σε ύπτια κατάκλιση επάνω σε κρεβάτι φυσικοθεραπείας στο χώρο της αίθουσας γυμναστικής του ΤΕΦΑΑ Αθηνών. Μετά από προθέρμανση, οι δοκιμαζόμενες εκτέλεσαν παθητική διάταση κάμψης του ενός σκέλους στην άρθρωση του ισχίου, με πλήρη έκταση στην άρθρωση του γονάτου και την ποδοκνημική σε ουδέτερη θέση (Straight Leg Raise test), και έπειτα στο άλλο (με τυχαία σειρά). Η ένταση της διάτασης δηλωνόταν από τη δοκιμαζόμενη, βάσει της κλίμακας των Behm και Kibele (2007) (Εικόνα 3.3.2). Στις δοκιμαζόμενες ζητήθηκε να φτάσουν στο «σημείο ανεκτού πόνου», στο 80% περίπου του πόνου. Οι λήψεις των εικόνων έγιναν με ψηφιακή κάμερα, σε επίπεδο

κάθετο στο επίπεδο της κίνησης της άρθρωσης σε προκαθορισμένη απόσταση (206 cm μεταξύ κρεβατιού και φακού κάμερας) με το φακό της κάμερας ακριβώς στο κέντρο του κρεβατιού και ύψος (του περισσότερο προεξέχοντος σημείου του μείζονος τροχαντήρα). Στη συνέχεια, η ανάλυση των λήψεων έγινε με χρήση του προγράμματος Tracker Version 6.0.8. Για κάθε συνθήκη έγινε ανάλυση δύο λήψεων και καταγράφηκε ο μέσος όρος τιμών για την περαιτέρω στατιστική ανάλυση.



Εικόνα 3.3.1 Δοκιμασία Άρσης σκέλους από ύπτια κατάκλιση (SLR test)



Εικόνα 3.3.2 Κλίμακα Έντασης Διάτασης

3.4 Στατιστική Ανάλυση

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSS (IBM SPSS Statistics Version 23.0, IBM Corporation, Armonk, New York, USA). Η κανονικότητα της κατανομής των δεδομένων ελέγχθηκε με τη δοκιμασία Shapiro-Wilks σύμφωνα με το μέγεθος του δείγματος. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν δείκτες περιγραφικής στατιστικής (μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις) για όλες τις υπό εξέταση μεταβλητές. Για να εξεταστούν οι διαφορές μεταξύ των δύο σκελών, έγινε t-test μεταξύ εξαρτημένων δειγμάτων.

Προκειμένου να εξεταστούν οι διαφορές μεταξύ των δύο σκελών σε άμεση και σε χρόνια συνθήκη διάτασης και ηρεμίας χρησιμοποιήθηκαν χωριστές αναλύσεις διακύμανσης σε δύο παράγοντες (χρόνος X σκέλος). Το μέγεθος αποτελέσματος (effect size ES) για την ANOVA προσδιορίστηκε με η^2 (μικρό: 0,01 έως 0,059, μέτριο: 0,06 έως 0,137, μεγάλο > 0,138). Πιο αναλυτικά, έγινε μία ανάλυση διακύμανση σε 2 παράγοντες (χρόνος X σκέλος) για τη χρόνια διασταυρούμενη επίδραση των διατάσεων, μία ανάλυση διακύμανση σε 2 παράγοντες (χρόνος X σκέλος) για την άμεση επίδραση πριν την έναρξη της προπόνησης και μία ανάλυση διακύμανση σε 2 παράγοντες (χρόνος X σκέλος) για την άμεση επίδραση μετά την έναρξη της προπόνησης.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στην ενότητα αυτήν παρουσιάζονται τα ευρήματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων τα οποία συλλέχθηκαν στην έρευνα. Στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης, χωριστά για κάθε μία ανάλυση διακύμανσης. Στη δεύτερη υποενότητα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης T-τεστ μεταξύ εξαρτημένων δειγμάτων.

4.1 Μεταβολές εύρους κίνησης στο σκέλος διάταξης και στο σκέλος ελέγχου

Από τα αποτελέσματα της χρόνιας επίδρασης, η ανάλυση διακύμανσης σε δυο παράγοντες (χρόνος x σκέλος) έδειξε κύρια επίδραση στον χρόνο ($p=0,000$, $\eta^2 = 0,729$), χωρίς να συνοδεύεται από κύρια επίδραση του παράγοντα σκέλους ($p=0,151$, $\eta^2 = 0,125$). Επιπλέον, παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση των παραγόντων χρόνος x σκέλος ($p=0,021$, $\eta^2 = 0,292$).

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για την άμεση επίδραση πριν την έναρξη της παρέμβασης δεν φάνηκε σημαντική επίδραση για τον χρόνο και στα δύο σκέλη ($p=0,900$, $\eta^2 = 0,001$). Η ανάλυση διακύμανσης σε δύο παράγοντες (χρόνος X ομάδα) δεν έδειξε διαφορά για το σκέλος ($p=0,189$, $\eta^2 = 0,105$) ούτε για τον χρόνο X σκέλος ($p=0,195$, $\eta^2 = 0,103$).

Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης διακύμανσης για την άμεση επίδραση μετά τη λήξη της παρέμβασης φάνηκε σημαντική επίδραση για τον χρόνο και στα δύο σκέλη ($p=0,001$, $\eta^2 = 0,496$). Η ανάλυση διακύμανσης σε δύο παράγοντες (χρόνος X ομάδα) έδειξε διαφορά για το σκέλος ($p=0,004$, $\eta^2 = 0,407$) αλλά όχι για τον χρόνο X σκέλος ($p=0,092$, $\eta^2 = 0,167$).

Πίνακας 4-1-1 Χρόνια διασταυρούμενη επίδραση 4 εβδομάδων στατικών διατάσεων

	Αρχική τιμή	Τελική τιμή
Σκέλος παρέμβασης (μοίρες)	88,88	101,44
Σκέλος ελέγχου (μοίρες)	88,45	95,26

Πίνακας 4.1-2 Άμεση διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων 4 σετ 45 sec

	Αρχική τιμή	Τελική τιμή
Σκέλος παρέμβασης (μοίρες)	88,88	93,72
Σκέλος ελέγχου (μοίρες)	88,45	84,56

Πίνακας 4.1-3 Άμεση διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων 4 σετ 60 sec

	Αρχική τιμή	Τελική τιμή
Σκέλος παρέμβασης (μοίρες)	101,44	105,86
Σκέλος ελέγχου (μοίρες)	95,26	97,06

4.2 Σύγκριση αρχικών μετρήσεων μεταξύ των σκελών

Η ανάλυση T-τεστ μεταξύ εξαρτημένων δειγμάτων δεν έδειξε διαφορά μεταξύ των αρχικών τιμών εύρους κίνησης μεταξύ των σκελών παρέμβασης και ελέγχου ($t = 0,175$, $p = 0,432$).

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθούν η άμεση και η χρόνια διασταυρούμενη επίδραση ενός πρωτοκόλλου στατικών διατάσεων διάρκειας τεσσάρων εβδομάδων, στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου του σκέλους ελέγχου, σε φυσικά δραστήριες φοιτήτριες Τ.Ε.Φ.Α.Α. Αξιολογήθηκε η άμεση διασταυρούμενη επίδραση πριν την έναρξη της παρέμβασης των τεσσάρων εβδομάδων καθώς επίσης και μετά τη λήξη της παρέμβασης. Τα κύρια ευρήματα αυτής της εργασίας ήταν ότι το πρωτόκολλο παρέμβασης στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων 4 εβδομάδων δεν προκάλεσε διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του σκέλους ελέγχου παρά μόνο βελτίωση του εύρους κίνησης του σκέλους παρέμβασης. Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκε άμεση διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης του ισχίου ύστερα από 4 σετ 45 sec στατικών διατάσεων στους οπίσθιους μηριαίους μυς του σκέλους παρέμβασης, ούτε στατιστικά σημαντική άμεση βελτίωση στο σκέλος παρέμβασης. Τέλος, μετά τη λήξη της παρέμβασης των 4 εβδομάδων, δεν παρατηρήθηκε άμεση διασταυρούμενη επίδραση στους οπίσθιους μηριαίους μυς ύστερα από 4 σετ 60 sec στατικών διατάσεων στο σκέλος παρέμβασης, παρά μόνο χρόνια βελτίωση στο εύρος κίνησης του σκέλους παρέμβασης. Ακολούθως, παρατίθενται τα αποτελέσματα της έρευνας σύμφωνα με τα ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις τα οποία τέθηκαν.

5.1 Χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων

Τα αποτελέσματα της εργασίας έδειξαν πως ένα πρωτόκολλο στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών διάρκειας τεσσάρων εβδομάδων και συνολικού χρόνου διάτασης 8.400 sec δεν προκαλεί διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης στην άρθρωση του ισχίου.

Παλιότερες έρευνες σχετικά με τη χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης των αρθρώσεων έδειξαν πως μπορεί να προκληθεί μετά από μακρόχρονα πρωτόκολλα διατάσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι Nakamura και συνεργάτες (2022) εφάρμοσαν 3 σετ των 60 sec στατικής διάτασης των μυών της ποδοκνημικής

άρθρωσης, 3 φορές την εβδομάδα για 4 εβδομάδες (συνολικά 2.169 sec) και παρατήρησαν πως η ομάδα που εκτέλεσε το πρωτόκολλο σε υψηλή ένταση είχε βελτίωση και στα δύο σκέλη ενώ η ομάδα χαμηλότερης έντασης εμφάνισε βελτίωση μόνο στο σκέλος ελέγχου. Ακόμα, σε ξεχωριστές έρευνες, οι Panidi και συν. (2021) και οι Moltubakk και συν. (2018) μελέτησαν το φαινόμενο της διασταυρούμενης επίδρασης στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης με πρωτόκολλα διάρκειας 12 εβδομάδων (συνολικά 56.700 sec) και 24 εβδομάδων (συνολικά 40.320 sec) αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα και των δύο μελετών έδειξαν την ύπαρξη διασταυρούμενης επίδρασης στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης ύστερα από μεγάλο χρονικό διάστημα προπόνησης ευλυγισίας μέσω στατικών διατάσεων.

Αντίθετα, οι Brusco και συν. (2018) εξέτασαν τη χρόνια διασταυρούμενη επίδραση διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών μέσα από ένα πρωτόκολλο διάρκειας 6 εβδομάδων και συνολικού χρόνου διάτασης 5.760 sec. Οι ερευνητές δεν βρήκαν αλλαγή στο εύρος κίνησης του σκέλους ελέγχου παρά μόνο βελτίωση στο σκέλος παρέμβασης. Τα αποτελέσματα των ερευνητών είναι αντίστοιχα με αυτά της παρούσας μελέτης, με το εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου να βελτιώνεται στο χρόνο ύστερα από ένα πρωτόκολλο στατικών διατάσεων μόνο στο σκέλος παρέμβασης. Στο σκέλος ελέγχου δεν εντοπίζεται στατιστικά σημαντική βελτίωση, σηματοδοτώντας τη μη ύπαρξη χρόνιας διασταυρούμενης επίδρασης διατάσεων στους οπίσθιους μηριαίους μύες ύστερα από πρωτόκολλα 4 και 6 εβδομάδων.

Πολύ σημαντικό είναι να τονίσουμε πως στις έρευνες που παρατηρήθηκε χρόνια διασταυρούμενη επίδραση εύρους κίνησης μελετήθηκε η ποδοκνημική άρθρωση και όχι η άρθρωση του ισχίου. Είναι πιθανό να μην προέκυψε διασταυρούμενη επίδραση ύστερα από διατάσεις οπίσθιων μηριαίων επειδή το εύρος κίνησης της άρθρωσης δεν χρησιμοποιείται στο μέγιστό του σε καθημερινή βάση όπως το εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης.

5.2 Άμεση διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων πριν και μετά την παρέμβαση 4 εβδομάδων

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως 4 σετ 45 sec στατικών διατάσεων στο ένα σκέλος δεν αρκούν για την πρόκληση διασταυρούμενης επίδρασης στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου στο σκέλος ελέγχου. Ακόμα, ύστερα από παρέμβαση στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων διάρκειας 4 εβδομάδων, 4 σετ των 60 sec στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων δεν άμεση προκαλείται διασταυρούμενη επίδραση.

Σε προγενέστερες έρευνες, αρκετοί ερευνητές έχουν αποδείξει την ύπαρξη του φαινομένου της άμεσης διασταυρούμενης επίδρασης διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών. Πιο συγκεκριμένα, οι Behm και συνεργάτες (2019), εφάρμοσαν 8 σετ των 30 sec στατικών διατάσεων στους οπίσθιους μηριαίους μύες και στον τετρακέφαλο μυ του σκέλους ελέγχου, με την ένταση της διάτασης στο μέγιστό της και παρατήρησαν αύξηση του εύρους κίνησης της άρθρωσης του ισχίου στο σκέλος ελέγχου. Ακόμα, οι Chaouachi και συνεργάτες (2017) παρατήρησαν την επίδραση στατικών και δυναμικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν πως 8 σετ των 30 sec αρκούν για τη βελτίωση του εύρους κίνησης του σκέλους παρέμβασης όσο και του σκέλους ελέγχου. Τέλος, οι Killen, Zelizney και Ye (2019) εφάρμοσαν πρωτόκολλο στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών αποτελούμενο από 10 σετ των 30 sec και παρατήρησαν αλλαγές στο εύρος κίνησης του σκέλους ελέγχου. Οι παραπάνω έρευνες αποτελούνται από συνολικό χρόνο διάτασης στα 240 sec, 240 sec και 300 sec αντίστοιχα, ενώ η παρούσα μελέτη εξέτασε διάταση συνολικής διάρκειας 180 sec στην πρώτη φάση της έρευνας, πριν την έναρξη της παρέμβασης και διάρκειας 240 sec στην τελική φάση της έρευνας, μετά τη λήξη της παρέμβασης.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν συνάδουν με αυτά των προηγούμενων ερευνών. Ωστόσο σημαντικός παράγοντας για τη διασταυρούμενη επίδραση φαίνεται να είναι ο συνολικός χρόνος διάτασης και η ένταση αυτής. Συνεπώς, ο πιο πιθανός παράγοντας που απέτρεψε την ύπαρξη διασταυρούμενης επίδρασης στην παρούσα έρευνα είναι ο συνολικός χρόνος διάτασης καθώς επίσης

και η ένταση αυτής, που ζητήθηκε να κυμαίνεται στο όριο του ανεκτού πόνου και με βάση την κλίμακα έντασης διάτασης (Εικόνα 3.3.2) να επιτυγχάνεται το 80% του και όχι στο μέγιστό της.

VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από τα αποτελέσματα της έρευνας προκύπτει πως τέσσερις εβδομάδες στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων στο ένα σκέλος δεν προκαλούν διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου του σκέλους παρέμβασης. Στατιστικά σημαντική βελτίωση εμφανίστηκε μόνο στο εύρος κίνησης του σκέλους παρέμβασης. Επιπλέον, όσο αναφορά την άμεση διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών, η έρευνα έδειξε πως 4 σετ των 45 sec δεν προκαλούν βελτίωση του εύρους κίνησης του ποδιού ελέγχου, καθώς επίσης ούτε 4 σετ των 60 sec μετά από τέσσερις εβδομάδες παρέμβασης στατικών διατάσεων στο σκέλος παρέμβασης. Συμπεραίνουμε λοιπόν στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου δεν παρουσιάζεται ούτε χρόνια ούτε άμεση διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών. Ωστόσο, η παρέμβαση της παρούσας μελέτης είχε σχετικά μικρή διάρκεια (4 εβδομάδες) και ο χρόνος συνολικής διάτασης ήταν στα 8.400 sec ενώ σε παλιότερες έρευνες σχετικά με το εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης, όπου παρουσιάστηκε διασταυρούμενη επίδραση, ο συνολικός χρόνος διάρκειας ήταν 40.320 sec και 56.700 sec (Moltubakk et al., 2018; Panidi et al., 2021). Με βάση τα παραπάνω προκύπτει πως ένα πρωτόκολλο στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων με μεγαλύτερη διάρκεια πιθανόν να μπορεί να προκαλέσει διασταυρούμενη επίδραση στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου. Περαιτέρω έρευνα σχετικά με την άμεση και χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών κρίνεται απαραίτητη.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alter, M. J. (2004). *Science of flexibility (3rd ed.)* Champaign, IL: Human Kinetics, 17- 373.
- Amako, M., Oda, T., Masuoka, K., Yokoi, H., & Campisi, P. (2003). Effect of static stretching on prevention of injuries for military recruits. *Military medicine*, 168(6), 442-446.
- Amiri-Khorasani, M., Calleja-Gonzalez, J., & Mogharabi-Manzari, M. (2016). Acute effect of different combined stretching methods on acceleration and speed in soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 50(1), 179-186.
- Anderson, B., Burke, E. R. (1991). Scientific, medical, and practical aspects of stretching. *Clin Sports Med*, 10, 63-86.
- Bacurau, R. F. P., Monteiro, G. A., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Cabral, L. F., & Aoki, M. S. (2009). Acute effect of a ballistic and static stretching exercise bout on flexibility and maximal strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1). 304-308.
- Baechle, T. R. & Earle, R. W. (2008). *Βασικές Αρχές της Προπόνησης με Αντίσταση*. Broken Hill Publishers Ltd.
- Bandy, W. D., & Irion, J. M. (1994). The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Physical therapy*, 74(9), 845-850.
- Bandy, W. D., Irion, J. M., & Briggler, M. (1997). The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Physical therapy*, 77(1), 1090-1096.
- Beaulieu, J. E. (1981). Developing a stretching program. *The Physician and Sports medicine*, 9(11), 59-65.
- Behm, D. G. (2018). *The Science and Physiology of Flexibility and Stretching*. Routledge.
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching performance. *European Journal of Applied Physiology*, 111(11), 2633-2651.

- Behm, D. G., & Kibele, A. (2007). Effects of differing intensities of static stretching on jump performance. *European journal of applied physiology*, *101*(5), 587-594.
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, nutrition, and metabolism*, *41*(1), 1-11.
- Behm, D. G., Cavanaugh, T., Quigley, P., Reid, J. C., Monteiro Nardi, P. S., & Marchetti, P. H. (2016). Acute bouts of upper and lower body static and dynamic stretching increase non-local joint range of motion. *European Journal of Applied Physiology*, *116*(1), 241-249.
- Behm, D. G., Lau, R. J., O'Leary, J. J., Rayner, M. C., Burton, E. A., & Lavers, L. (2019). Acute effects of unilateral self-administered static stretching on contralateral limb performance. *Journal of Performance Health Research*, *3*(1), 1-7.
- Behnke, A., & Wilmore, J. (1974). *Evaluation and Regulation of Body Build and Composition*. Prentice Hall.
- Bonutti, P. M., Bonutti, B. P., Ruholl, K. R., & Philips, G. A. (2014). *U.S. Patent No. 8,905,950*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Brusco, C. M., Blazevich, A. J., Radaelli, R., Botton, C. E., Cadore, E. L., Baroni, B. M., ... & Pinto, R. S. (2018). The effects of flexibility training on exercise-induced muscle damage in young men with limited hamstrings flexibility. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *28*(6), 1671-1680.
- Byrne, D. P., Mulhall, K. J., & Baker, J. F. (2010). Anatomy & biomechanics of the hip. *The open sports medicine Journal*, *4*(1), 51-57.
- Campbell, J. D., Higgs, R., Wright, K., & Leaver- Dunn, D. (2001). Pelvis, hip and thigh injuries. *Athletic Training and Sports Medicine*. Rosemount: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 399.
- Carroll, T. J., Herbert, R. D., Munn, J., Lee, M., & Gandevia, S. C. (2006). Contralateral effects of unilateral strength training: evidence and possible mechanisms. *Journal of applied physiology*, *101*(5), 1514-1522.

- Chalmers, G. (2004). Strength training: Re- examination of the possible role of Golgi tendon organ and muscle spindle reflexes in proprioceptive neuromuscular facilitation muscle stretching. *Sports Biomechanics*, 3(1), 159-183.
- Chaouachi, A., Padulo, J., Kasmi, S., Othmen, A. B., Chatra, M., & Behm, D. G. (2017). Unilateral static and dynamic hamstring increases contralateral hip flexion range of motion. *Clinical physiology and functional imaging*, 37(1), 23-29.
- Chen, H.-C., Nosaka, K., Chen, H.-L., Lin, M.-J., Tseng, K.-W., & Chen, T. C. (2011). Effects of Flexibility Training on Eccentric Exercise- Induced Muscle Damage. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(3), 491-500.
- Ciullo, J. V., & Zarins, B. (1983). Biomechanics of the musculotendinous unit: relation to athletic performance and injury. *Clinics in sports medicine*, 2(1), 71-86.
- Condon, S. M., & Hutton, R. S. (1987). Soleus muscle electromyographic activity and ankle dorsiflexion range of motion during four stretching procedures. *Physical Therapy*, 67(1), 24-30.
- Cooper, K. (1972). *The New Aerobics*. New York: Bantam Books.
- Coratella, G., Ce, E., Doria, C., Borrelli, M., Longo, S., & Esposito, F. (2021). Neuromuscular Correlates of the Contralateral Stretch-induced Strength Loss. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(10), 2066-2075.
- Cornelius, W. J., & Hinson, M. M. (1980). The relationship between isometric contractions of hip extensors and subsequent flexibility in males. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 20, 75-80.
- Covert, C. A., Alexander, M. P., Petronis, J. J., & Davis, D. S. (2010). Comparison of ballistic and static stretching on hamstring muscle length using an equal stretching dose. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11), 3008-3014.
- Crago, P. E., Houk, J. C., & Hasan, Z. (1976). Regulatory actions of human stretch reflex. *Journal of neurophysiology*, 39(5), 925-935.

- Da Costa, B. R., & Vieira, E. R. (2008). Stretching to reduce work-related musculoskeletal disorder: a systematic review. *Journal of Rehabilitation medicine*, 40(5), 321-328.
- Decoster, L. C., Cleland, J., Altieri, C., & Russell, P. (2005). The effects of hamstring stretching on range of motion: a systematic literature review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(6), 377-387.
- DePino, G. M., Webright, W. G., & Arnold, B. L. (2000). Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *Journal of athletic training*, 35(1), 56-59.
- DeVries, H. A. (1961). Prevention of muscular distress after exercise. *Research Quarterly American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 32(2), 177-185.
- DeVries, H. A. (1962). Evaluation of static stretching procedures for improvement of flexibility. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 33(2), 222-229.
- Dufour, M. (2006). *Ανατομία του Μυοσκελετικού συστήματος, τόμος 1*. Ιατρικές εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Edman, K. A. P. (2003). *Strength and power in sport*, edited by Komi PV, International Olympic Committee, International Federation of Sportive Medicine, International Olympic Committee, Medical Commission Oxford u.a.: Blackwell Science, 114-133.
- Elliott, G. F., Lowy, J., & Worthington, C. R. (1963). An X-ray and light-diffraction study of the filament lattice of striated muscle in the living state and in rigor. *Journal of Molecular Biology*, 6(4), 295-305.
- Enoka, R. M. (2002). *Neuromechanics of Human Movement*. 3rd ed. Human Kinetics Publishers.
- Fletcher, I. M., & Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20-meter sprint performance in trained rugby union players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 885-888.

- Fortin, M., Videman, T., Gibbons, L. E., & Battie, M. C. (2014). Paraspinal muscle morphology and composition: A 15-yr longitudinal magnetic resonance imaging study. *Medicine and science in sports and exercise*, *46*(5), 893-901.
- Fox, E. L. (1979). *Sports Physiology*. Philadelphia: Saunders.
- Frontera, W. R., & Ochala, J. (2015). Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcified tissue international*, *96*(3), 183-195.
- Garcia-Pinillos, F., Ruiz-Ariza, A., Moreno del Castillo, R., & Latorre-Roman, P. A. (2015). Impact of limited hamstring flexibility on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility in young football players. *Journal of sports sciences*, *33*(12), 1293-1297.
- Geeves, M. A., & Holmes, K. C. (2005). The molecular mechanism of muscle contraction. *Advances on protein chemistry*, *71*, 161-193.
- Green, L. A., & Gabriel, D. A. (2018). The effect of unilateral training on contralateral strength in young, older, and patient populations: a meta-analysis of cross education. *Physical Therapy Reviews*, *23*(4-5), 238-249.
- Haff, G. G. (2006). Roundtable discussion: flexibility training. *Strength and Conditioning Journal*, *28*(2), 64-85.
- Hartig, D. E., & Henderson, J. M. (1999). Increasing hamstring flexibility decreases lower extremity overuse injuries in military basic trainees. *The American journal of sports medicine*, *27*(2), 173-176.
- Hitchcock, H. & Pauletto, B. (1987). Tennessee's championship pre' season conditioning program. *Coaching Women's Basketball*, *5*, 10-14.
- Houglum, P. A. (2001). Range of Motion and Flexibility. In Houglum PA, editor. *Therapeutic Exercises for Athletic Injuries*. Human Kinetics, 122-151.
- Houglum, P.A. (2001). Range of Motion and Flexibility. *Therapeutic exercises for athletic injuries*. Champaign: Human Kinetics, 122-51.
- Huxley, H. E. (1969). The mechanism of muscular contraction. *Science*, *164*(3886), 1356-1366.
- Javan, R., Horvath, J. J., Case, L. E., Austin, s., Corderi, J., Dubrovsky, A., ... & Bashir, M. R. (2013). Generating color- coded anatomic muscle maps for

- correlation of quantitative magnetic resonance imaging analysis with clinical examination in neuromuscular disorders. *Muscle & nerve*, 48(2), 293-295.
- Kataura, S., Suzuki, S., Matsuo, S., Hatano, G., Iwata, M., Yokoi, K., ... & Asai, Y. (2017). Acute effects of the different intensity of static stretching on flexibility and isometric muscle force. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(12), 3403-3410.
- Kay, A. D., & Blazevich, A. J. (2012). Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(1), 154-164.
- Killen, B. S., Zelizney, K. L., & Ye, X. (2019). Crossover effects of unilateral static stretching and foam rolling on contralateral hamstring flexibility and strength. *Journal of sports rehabilitation*, 28(6), 533-539.
- Kirmizigil, B., Ozcaldiran, B., & Colakoglu, M. (2014). Effects of three different stretching techniques on vertical jumping performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1263-1271.
- Knott, M., & Voss, D. (1968). *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: Patterns and Techniques*. New York: Harper and Row.
- Kontogianni-Konstantopoulos, A., Ackermann, M. A., Bowman, A. L., Yap, S. V., & Bloch, R. J. (2009). Muscle giants: molecular scaffolds in sarcomerogenesis. *Physiological reviews*, 89, 1217-1267.
- Kubo, K., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (2002). Effect of stretching training on the viscoelastic properties on human tendon structures in vivo. *Journal of applied physiology*, 92(2), 595-601.
- Lee, M., & Carroll, T. J. (2007). Cross education: possible mechanisms for the contralateral effects of unilateral resistance training. *Sports Medicine*, 37(1), 1-14.
- Lim, K. I., Nam, H. C., & Jung, K. S. (2014). Effects on Hamstring Muscle Extensibility, Muscle Activity, and Balance of Different Stretching Techniques. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(2), 209-213.
- Longo, S., Ce, E., Bisconti, A. V., Rampichini, S., Doria, C., Borelli, M., ... & Esposito, F. (2021). The effects of 12 weeks of static stretch training on the

- functional, mechanical, and architectural characteristics of the triceps surae muscle-tendon complex. *European Journal of Applied Physiology*, 121(6), 1743-1758.
- Magnusson, S. P., Narici, M. V., Maganaris, C. N., & Kjaer, M. (2007). Human tendon behavior, in vivo. *The Journal of physiology*, 586(1), 71-81.
- Meyer, L. C., & Wright, N. T. (2013). Structure of giant muscle proteins. *Frontiers in physiology*, 4, 368-380.
- Mizuno, T., Matsumoto, M., & Umemura, Y. (2013). Viscoelasticity of the muscle-tendon unit is returned more rapidly than range of motion after stretching. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 23(1), 23-30.
- Moltubakk, M. M., Villars, F. O., Magulas, M. M., Magnusson, S. P., Seynnes, O. R., & Bojsen-Moller, J. (2021). Altered Triceps Surae Muscle- Tendon Unit Properties after 6 months of Static Stretching. *Medicine and science in sports and exercise*, 53(9), 1975- 1986.
- Moore, M. A., & Hutton, R. S. (1980). Electromyographic investigation of muscle stretching techniques. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 12(5), 322-329.
- Morse, C. I., Degens, H., Seynnes, O. R., Maganaris, C. N., & Jones, D. A. (2008). The acute effect of stretching on the passive stiffness of the human gastrocnemius muscle tendon unit. *The Journal of physiology*, 586(1), 97-106.
- Nakamura, M., Sato, S., Kiyono, R., Yahata, K., Yoshida, R., Fukaya, T., & Konrad, A. (2021). Comparison of the acute effects of hold-relax and static stretching among older adults. *Biology*, 10(2), 126.
- Nakamura, M., Yoshida, R., Sato, S., Yahata, K., Murakami, Y., Kasahara, K., ... & Konrad, A. (2022). Cross-education effect of 4-week high or low-intensity static stretching intervention programs on passive properties of plantar flexors. *Journal of Biomechanics*, 133, 110958.
- Nelson, R. T., & Bandy, W. D. (2005). An update on flexibility. *Strength and conditioning journal*, 27(1), 10-16.
- Netter, F. H., & Colacino, S. (1989). *Atlas of human anatomy*. Ciba- Geigy Corporation. 514.

- Oatis, C. A. (2009). *Kinesiology I-II: The mechanics and pathomechanics of human movement*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Owings, T. M., & Grabiner, M. D. (1996). Desperate ipsilateral and contralateral effects on concentrically vs eccentrically- induced fatigue. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28, 141.
- Page, P. (2012). Current concepts in muscle stretching for exercise and rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 7(1), 109-119.
- Panidi, I., Bogdanis, G. C., Terzis, G., Donti, A., Konrad, A., Gaspari, V., & Donti, O. (2021). Muscle architectural and functional adaptations following 12-weeks of stretching in adolescent female athletes. *Frontiers in physiology*, 12, 1-14.
- Perrier, E. T, Pavol, M. J., & Hoffman, M. A. (2011). The acute effects of a warm-up including static or dynamic stretching on countermovement jump height, reaction time, and flexibility. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 1925-1931.
- Platzer, W. (2004). *Color Atlas of Human Anatomy, vol. 1. Locomotor System*.
- Pope, R. P., Herbert, R. D., Kirwan, J. D., & Graham, B. J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine and science in sports and exercise*, 32(2), 271-277.
- Riley, D. A., & Van Dyke, J. M. (2012). The effects of active and passive stretching on muscle length. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 23(1), 51-57.
- Roberts, J. M., & Wilson, K. (1999). Effect of stretching duration on active and passive range of motion in the lower extremity. *British journal of sports medicine*, 33(4), 259-263.
- Rosenbaum, D., & Henning, E. M. (1995). The influence of stretching and warm-up exercises on Achilles tendon reflex activity. *Journal of sports sciences*, 13(6), 481-490.
- Ruddy, k L., & Carson, R. G. (2013). Neural pathways mediating cross education of motor function. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 397
- Saal, J. S. (1998). Flexibility Training. *Functional rehabilitation of sports and musculoskeletal injuries*, 85-97.

- Sady, S. P., Wortman, M. V., & Blanke, D. (1982). Flexibility training: ballistic, static, or proprioceptive neuromuscular facilitation? . *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 63(6), 261-263.
- Shrier, I. (2004). Does stretching improve performance? :a systematic and critical review of the literature. *Clinical Journal of sport medicine*, 14(5), 267-273.
- Small, K., Mc Naughton, L., & Matthews, M. (2008). A systematic review into the efficacy of static stretching as part of a warm-up for the prevention of exercise-related injury. *Research in sports medicine*, 16(3), 213-231.
- Snell, R. S. (1995). *Clinical anatomy for medical students*. Boston: Little, Brown.
- Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D. F., & Kimsey Jr, C. D. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(3), 371-378.
- Thomas, G. D. (2013). Functional muscle ischemia in Duchenne and Becker muscular dystrophy. *Frontiers in physiology*, 4, 1-6.
- Voss, D. E., Ionta, M. K., & Myers, B. J. (1984). *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: Patterns and Techniques*, 3rd ed. Philadelphia: Harper & Row.
- Weldon, S. M., & Hill, R. H. (2003). The efficacy of stretching for prevention of exercise-related injury: a systematic review of the literature. *Manual therapy*, 8(3), 141-150.
- Witvrouw, E., Mahieu, N., Danneels, L., & McNair, P. (2004). Stretching and injury prevention. *Sports medicine*, 34(7), 443-449.
- Yildirim, M. S., Ozyurek, S., Tosun, O.C., 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.
- Yuktasir, B., & Kaya, F. (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(1), 11-21.
- Βεληγκέκας, Π., Μπογδάνης, Γ. & Παραδείσης, Γ. (2020). *Σχεδιασμός & Προγραμματισμός της Αθλητικής Προπόνησης*. Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης. Broken Hill Publishers Ltd.

- Δόντη, Ο., Τσολάκης, Χ., & Μπογδάνης, Γ. (2014). Οξεία και Χρόνια Επίδραση των Στατικών Διατάσεων στην Αθλητική Απόδοση: Φυσιολογική Βάση και Πρακτικές Εφαρμογές. *Επιθεώρηση Βιοχημείας και Φυσιολογίας της Άσκησης*, 2: 1-23.
- Κλεισούρας, Β. (2011). *Εργοφυσιολογία*. (11^η έκδοση). Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης. Broken Hill Publishers Ltd.
- Φουσέκης, Κ. (2015). *Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία*. Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης. Broken Hill Publishers Ltd.

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Ονομάζομαι **Δήμητρα Λύρα** (στοιχεία επικοινωνίας: τηλέφωνο 6972451549, e-mail dimlyr1999@hotmail.gr) και σας προσκαλώ να συμμετάσχετε σε έρευνα που διεξάγεται στο πλαίσιο της πτυχιακής μου εργασίας στη Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΣΕΦΑΑ) του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Ο τίτλος της εργασίας μου είναι: «Άμεση και χρόνια διασταυρούμενη επίδραση ενός πρωτοκόλλου στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης του ισχίου».

Η έρευνα γίνεται υπό την επίβλεψη της Ολύβιας Δόντη, Επίκουρης Καθηγήτριας ΣΕΦΑΑ Αθηνών (στοιχεία επικοινωνίας: τηλέφωνο 6944775777, e-mail odonti@phed.uoa.gr). Η ερευνητική πρόταση έχει εγκριθεί με την υπ' αριθ. 1364/16-03-2022 απόφαση της Επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας- Βιοηθικής του τμήματος.

Σκοπός: Σκοπός της έρευνας είναι η διερεύνηση της άμεσης και χρόνιας διασταυρούμενης επίδρασης πρωτοκόλλου στατικών διατάσεων διάρκειας 4 εβδομάδων (5 προπονήσεις ανά εβδομάδα), στο εύρος κίνησης της άρθρωσης του ισχίου του σκέλους ελέγχου, σε φυσικά δραστήριες φοιτήτριες Τ.Ε.Φ.Α.Α.

Περιγραφή διαδικασίας:

Για τη διεξαγωγή της έρευνας θα χρειαστούν τρεις συναντήσεις για τις μετρήσεις και είκοσι για τις προπονήσεις. Οι συμμετέχουσες θα έρθουν στην αίθουσα Γυμναστικής της ΣΕΦΑΑ αρχικά δύο φορές –σε διαφορετικές ημέρες από 30 λεπτά περίπου κάθε φορά.

(α) Στην πρώτη συνάντηση θα γίνουν:

- ο Ενημέρωση, περιγραφή της διαδικασίας και του προγράμματος άσκησης και απάντηση σε πιθανές ερωτήσεις.
- ο Υπογραφή της Δήλωσης Συγκατάθεσης για τη συμμετοχή στην έρευνα.
- ο Καταγραφή Ατομικών Στοιχείων και μέτρηση του Βάρους και του Ύψους από την ερευνήτρια.
- ο Πραγματοποίηση αρχικών μετρήσεων εύρους κίνησης και των δύο σκελών των συμμετεχουσών
- ο Ορισμός ημερομηνίας και ώρας διεξαγωγής της πειραματικής διαδικασίας.

(β) Στη δεύτερη συνάντηση οι συμμετέχουσες -σε ομάδες των τριών ατόμων- θα έρθουν στην αίθουσα Γυμναστικής για την υλοποίηση της τελικής μέτρησης.

Η μέτρηση αυτή θα αφορά στην άμεση διασταυρούμενη επίδραση των στατικών διατάσεων. Οι φοιτήτριες ύστερα από προθέρμανση 5 λεπτών υπομέγιστης αερόβιας άσκησης (50%-60% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας) θα εκτελέσουν 4 σετ στατικών διατάσεων διάρκειας 45 sec, με 15 sec διάλειμμα ενδιάμεσα, στο σκέλος παρέμβασης.

Στη συνέχεια θα πραγματοποιηθεί μέτρηση του εύρους κίνησης και των δύο σκελών των συμμετεχουσών.

(γ) Στην τρίτη συνάντηση μετά από 4 εβδομάδες θα επαναληφθεί το πρωτόκολλο μετρήσεων της 2^{ης} συνάντησης.

Προπονητική παρέμβαση: Οι φοιτήτριες θα ακολουθήσουν 4 εβδομάδες προπόνησης διατάσεων οπίσθιων μηριαίων στο ένα σκέλος. Το σκέλος παρέμβασης και το σκέλος ελέγχου θα προσδιοριστούν με τυχαία σειρά (κυρίαρχο -μη κυρίαρχο σκέλος) και θα εξισωθούν ως προς το αρχικό εύρος κίνησης. Οι προπονήσεις θα έχουν διάρκεια 30 λεπτών και θα πραγματοποιούνται στην αίθουσα γυμναστικής του ΤΕΦΑΑ, πέντε φορές την εβδομάδα. Το πρωτόκολλο διατάσεων θα περιλαμβάνει 5 λεπτά προθέρμανση με υπομέγιστη αερόβια άσκηση (50%-60% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας των ασκούμενων), και στη συνέχεια 2 κύκλους διατάσεων με διάλειμμα 2 λεπτών ενδιάμεσα. Κάθε κύκλος θα αποτελείται από 4 θέσεις διάτασης για τους οπίσθιους μηριαίους μύες, διάρκειας 45 sec για τις πρώτες 2 εβδομάδες και 60 sec για τις επόμενες 2 εβδομάδες στην κάθε θέση, ενώ ανάμεσα στις θέσεις αυτές θα δίνεται διάλειμμα 15 sec. Μετά τον τέλος των 4 εβδομάδων θα γίνουν ξανά οι μετρήσεις του εύρους κίνησης της άρθρωσης του ισχίου. Ο χώρος διεξαγωγής του Προγράμματος θα είναι η Αίθουσα Γυμναστικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού και στον χώρο αυτό θα βρίσκονται τα μέλη της ερευνητικής ομάδας και η κύρια ερευνήτρια, οι οποίοι θα συντελέσουν στην ομαλή διεξαγωγή της έρευνας.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα της έρευνας θα ανακοινωθούν δημόσια κατά την υποστήριξη της Πτυχιακής μου εργασίας, ενώ ενδέχεται να δημοσιοποιηθούν σε επιστημονικό συνέδριο ή και επιστημονικό περιοδικό. Ωστόσο, αυτό θα γίνει ανώνυμα και θα αφορά στο σύνολο των συμμετεχουσών. Τα αποτελέσματα των δικών σου μετρήσεων θα είναι στη διάθεσή σου μετά το τέλος των αναλύσεων. Τα προσωπικά σου δεδομένα θα αποθηκευτούν σε υπολογιστή, όπου πρόσβαση θα έχουν μόνο οι ερευνητές που συμμετέχουν στην μελέτη. Για την πρόσβαση σε αυτά τα δεδομένα θα απαιτείται κωδικός.

Όφελος από τη συμμετοχή στη διεξαγωγή της μελέτης αποτελεί μόνο η συμβολή στην εκπόνηση μιας επιστημονικής έρευνας και η εξοικείωση με ένα πρωτόκολλο διατάσεων οπίσθιων μηριαίων μυών.

Ευχαριστώ εκ των προτέρων για τη συμμετοχή σας.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ

Δηλώνω ότι διάβασα, ενημερώθηκα και κατανόησα τη διαδικασία διεξαγωγής της έρευνας με τίτλο «Άμεση και χρόνια διασταυρούμενη επίδραση στατικών διατάσεων στο εύρος κίνησης του ισχίου», που διεξάγεται στο πλαίσιο εκπόνησης πτυχιακής εργασίας στη Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ. Επίσης, δηλώνω πως μου δόθηκε το δικαίωμα να κάνω διευκρινιστικές ερωτήσεις και συμμετέχω εθελοντικά στην έρευνα γνωρίζοντας ότι έχω το δικαίωμα να διατηρήσω την ανωνυμία μου και να αποσυρθώ όποτε θελήσω, χωρίς να έχω την υποχρέωση να εξηγήσω τους λόγους για τους οποίους θα το κάνω.

Ημερομηνία: _/_/2022

Όνοματεπώνυμο συμμετέχουσας

Υπογραφή συμμετέχουσας

Υπογραφή ατόμου που πήρε τη συγκατάθεση