



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΣΧΟΛΗ
ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ**

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΜΥΟΠΕΡΙΤΟΝΙΑΚΗΣ ΧΑΛΑΡΩΣΗΣ
ΤΟΥ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΚΝΗΜΗΣ ΣΤΗ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ ΑΡΘΡΩΣΗΣ**

Γιαννιώτη Μαρία

**Μεταπτυχιακή Διατριβή
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ»**

ΑΘΗΝΑ 2023

© Copyright

Γιαννιώτη Μαρία

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντίστασης 41, Δάφνη

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ



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

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών "Βιολογία της Άσκησης"

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Της Μαρίας Γιαννιώτη

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Συνέλευση του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 24/2/2020 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής της κ. **Μαρίας Γιαννιώτη** με τίτλο: «Φυσιολογικές και λειτουργικές αντιδράσεις του γαστροκνημίου μετά την εφαρμογή τεχνικών χαλάρωσης» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Δ. Μανδαλίδη** Αναπλ. Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπων), **Κ. Φουσέκη** Καθηγητή της Σχολής Επιστημών Αποκατάστασης Υγείας του Πανεπιστημίου Πατρών, **Μ. Κοσκολού** Αναπλ. Καθηγήτρια της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 29/6/2023 ημέρα Πέμπτη και ώρα 12:30 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε. Παυλίνη της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρινόμενη διατριβή πληροί όλους τους όρους εκπόνησής της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου κρίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται.

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Δ. Μανδαλίδης, Αναπληρωτής Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

DIMITRIOS MANDALIDIS
Jun 29 2023 6:39 PM

Κ. Φουσέκης, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Πατρών

KONSTANTINOS FOUSEKIS
30/06/2023 08:17

Μ. Κοσκολού, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Maria Koskolu
Jun 29 2023 2:33 PM
Maria Koskolu

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά την οικογένειά μου, τους φίλους μου και τον επιβλέποντα επικ. καθηγητή Δ. Μανδαλίδη για την υπομονή, τη βοήθεια και τη συμπαράσταση που μου προσέφεραν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον κ. Κ. Μυλωνά για την βοήθεια του με την Υποβοηθούμενη Κινητοποίηση Μαλακών Μορίων με Ειδικό Εξοπλισμό και την ERGON για την παραχώρηση των εργαλείων και τέλος τους υπεύθυνους της επιτροπής μου με έκαναν δεκτή στο πρόγραμμα. Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα δύο μέλη της τριμελούς επιτροπής κ. Κοσκολού Μ. και κ.Φουσέκη Κ. καθώς και ιδιαίτερα την σύμβουλο σπουδών κ.Ρουσάνογλου Ε. για την πολύτιμη βοήθεια τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι μύες του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης έχουν τάση να εμφανίζουν βράχυνση η οποία εκφράζεται συνήθως με περιορισμό στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής. Αποτέλεσμα της βράχυνσης, η οποία έχει σημαντική εμφάνιση στον αθλητισμό, είναι η αλλαγή σε διάφορα κινητικά πρότυπα των κάτω άκρων και η αύξηση του κινδύνου πρόκλησης τραυματισμών κυρίως στο κάτω άκρο. Η χαλάρωση των μυών, έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών μελετών στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί πλήθωρα μέσων και τεχνικών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ανάλογα με την διάρκεια εφαρμογής, μπορούν να επιδράσουν ή όχι στη φυσιολογία των ιστών αλλά και στη λειτουργικότητα της περιοχής. Αρκετοί παράμετροι όμως δεν έχουν μελετηθεί ακόμη. Η διερεύνηση και η σύγκριση των τεχνικών αυτών χαλάρωσης στη λειτουργικότητα της ποδοκνημικής και του κάτω άκρου θα βοηθήσει στην επιλογή της αποτελεσματικότερης τεχνικής χαλάρωσης των μυών. Σκοπός της παρούσας μελέτης, είναι να διερευνήσει τις επιδράσεις που έχουν διαφορετικές τεχνικές χαλάρωσης στην λειτουργικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν 13 νεαρά υγιή άτομα, με εύρος τροχιάς ραχιαίας κάμψης τουλάχιστον της μιας ποδοκνημικής $\leq 13^\circ$. Η λειτουργική αξιολόγηση της ποδοκνημικής πραγματοποιήθηκε πριν και μετά από την εφαρμογή μιας τεχνικής χαλάρωσης και περιλάμβανε την αξιολόγηση του εύρους κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, της δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ, τη δυναμική ισορροπία του σώματος και τη βάδιση. Οι τεχνικές χαλάρωσης που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι ασκήσεις αυτοδιατάσης σε κεκλιμένη

επιφάνεια με κλίση 3° μικρότερη του εύρους της ραχιαίας κάμψης σε κλειστή κινητική αλυσίδα (3x 30s με κάμψη και έκταση γόνατος), η χρήση αφρώδους κυλίνδρου (3x 30s για την έσω και έξω επιφάνεια) και η χρήση ειδικού εξοπλισμού υποβοηθούμενης μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης (6 min συνολική εφαρμογή). Οι τεχνικές χαλάρωσης πραγματοποιήθηκαν σε τρεις συνεδρίες με διαφορά επτά ημέρες μεταξύ τους. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό πρόγραμμα στατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων SPSS 25.0 (IBM Corp, Armonk, NY, USA), ενώ το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο επίπεδο $p \leq 0.05$.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν σημαντική διαφορά στην επίδραση των τεχνικών στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ. Επίσης έδειξαν σημαντική διαφορά πριν και μετά τις διατάσεις στη μέγιστη πίεση στην πλατφόρμα από το οπίσθιο μέρος του ποδιού. Όλοι οι άλλοι παράμετροι δεν εμφάνισαν καμία σημαντική διαφορά μετά την εφαρμογή των τεχνικών.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης, μια μεμονομένη συνεδρία στατικών διατάσεων, κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο ή ΥΚΜΜΕΕ στο οπίσθιο διαμέρισμα της κνήμης αυξάνει άμεσα το εύρος τροχιάς της ΠΔΚ σε άτομα με περιορισμό της τροχιάς της άρθρωσης, χωρίς να επηρεάζει την ισομετρική δύναμη των υποκείμενων μυών, τη δυναμική ισορροπία του σώματος ή την λειτουργικότητα του κάτω άκρου. Η αύξηση του εύρους κίνησης της ΠΔΚ ήταν επίσης μεγαλύτερη μετά από ΥΚΜΜΕΕ, ακολουθούμενη από τις κυλίσεις σε αφρώδη κύλινδρο και τις στατικές αυτοδιατάσεις.

ABSTRACT

The calf muscles have the tense to get thigh. This tightness expressed by ankle's dorsiflexion ROM limitation. As a result of this tightness is the change in various motor patterns and the increase in the injury risk mainly to the lower limb. Muscle relaxation has been the subject of many studies in which different techniques have been used (e.g. foam rollers, self-stretching exercises, IASTM etc.). The results showed that depending on the duration of application, they may or may not affect the physiology of the tissues as well as the functionality of the limb. However, several parameters have not yet been studied. Investigating and comparing these relaxation techniques on ankle and lower extremity functionality will help in choosing the most effective muscle relaxation technique. The purpose of the present study is to investigate the effects that different relaxation techniques have on the functionality of the ankle joint.

Thirteen young healthy subjects, without painful syndromes and/or injuries in the last year, with dorsiflexion range of motion $\leq 13^\circ$ at least on one leg, participated in the present study. The functional evaluation of the ankle was performed before and after the application of a relaxation technique and included assessment of ankle's dorsiflexion range of motion, strength of the plantar flexors, dynamic balance, and gait. The relaxation techniques which used was self-stretching on an inclined

surface with an inclination of 3° less than the ankle's dorsiflexion ROM in a closed kinetic chain (3x 30s with knee flexed and extended), foam roller (3x 30s for the inner and outer surface) and instrument assisted myofascial release (6 min total application).

The relaxation techniques were performed in three sessions seven days apart. The statistical analysis of the data was performed with the SPSS 25.0 statistical processing and data analysis software (IBM Corp, Armonk, NY, USA), while the level of significance was set at the $p \leq 0.05$ level.

The results of the study showed a significant difference in the effect of the techniques on the range of motion of dorsiflexion. They also showed a significant difference in the maximum pressure from the heel before and after the self stretching. All other parameters did not show any significant difference after applying the techniques.

According to the results of the above study, a single session of static stretching, foam rolling, or IASTM on the posterior compartment of the tibia increases the range of motion of the PTA in subjects with joint motion limitation, without affecting the isometric strength of the underlying muscles, dynamic body balance, or lower extremity functionality. The increase in the range of motion of the PDC was also greater after IASTM, followed by foam roller rolling and static self-stretching

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ	ii
ΕΚΦΡΑΣΗ ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΩΝ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ABSTRACT	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	viii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	viii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	x
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	xi

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

Εισαγωγή

1.1.	Σημασία της έρευνας	σελ. 1
1.2.	Ορισμός και διατύπωση του ερευνητικού προβλήματος	σελ. 8
1.3.	Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων	σελ. 9
1.3.1	Ερευνητικά ερωτήματα	σελ. 9
1.4.	Μεταβλητές	σελ. 9
1.4.1.	Ανεξάρτητες μεταβλητές	σελ. 9
1.4.2.	Εξαρτημένες μεταβλητές	σελ. 9
1.5.	Ερευνητικές και στατιστικές υποθέσεις	σελ. 9
1.6.	Οριοθέτηση	σελ. 10
1.7.	Περιορισμοί	σελ. 10
1.8.	Συντομογραφίες	σελ. 10

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙ

Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

2.1.	Στατικές αυτό-διατάσεις	σελ. 11
2.2.	Κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο	σελ. 13
2.3.	Τεχνική Κινητοποίησης Μαλακών Μορίων Με Ειδικό Εξοπλισμό	σελ. 15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

Μεθοδολογία

3.1.	Δείγμα	σελ. 17
------	--------	---------

3.2.	Διαδικασία μετρήσεων	σελ. 17
3.2.1.	Καθορισμός κυρίαρχου και στηρικτικού σκέλους	σελ. 17
3.2.2.	Μέτρηση μήκους κάτω άκρου	σελ. 18
3.2.3.	Δοκιμασία αξιολόγησης του εύρους κίνησης της ραχιαίας κάμψη της ΠΔΚ	σελ. 18
3.2.4.	Δοκιμασία αξιολόγησης δυναμικής ισορροπίας	σελ. 19
3.2.5.	Αξιολόγηση των χρονικών χαρακτηριστικών της φάσης στήριξης της βάδισης	σελ. 20
3.2.6.	Δοκιμασίες μέτρησης δύναμης	σελ. 20
3.3.	Εφαρμογή τεχνικών χαλάρωσης στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης	σελ. 22
3.3.1.	Στατικές ασκήσεις αυτοδιάτασης	σελ. 22
3.3.2.	Κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο	σελ. 23
3.3.3.	Τεχνική Κινητοποίησης Μαλακών Μορίων Με Ειδικό Εξοπλισμό	σελ. 23
3.4.	Στατιστική ανάλυση	σελ. 25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

Αποτελέσματα

4.1.	Ατομικά στοιχεία	σελ. 27
4.2.	Εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής	σελ. 28
4.3.	Κατακόρυφο άλμα	σελ. 29
4.4.	Ισομετρική δύναμη πελματιαίων καμπτήρων	σελ. 29
4.5.	Δυναμική ισορροπία του σώματος	σελ. 30
4.6.	Χαρακτηριστικά της φάσης στήριξης της βάδισης	σελ. 31

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙV

Συζήτηση

5.1.	Το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής μετά την εφαρμογή τεχνικών χαλάρωσης	σελ. 33
5.2.	Δοκιμασίες μέτρησης δύναμης μετά την εφαρμογή τεχνικών χαλάρωσης	σελ. 32
5.3.	Δυναμική ισορροπία του σώματος μετά την εφαρμογή τεχνικών χαλάρωσης	σελ. 36
5.4.	Αξιολόγηση των χρονικών και δυναμικών χαρακτηριστικών της φάσης στήριξης της βάδισης μετά την εφαρμογή χαλάρωσης	σελ. 37
5.5.	Περιορισμοί και κλινικές επιπτώσεις	σελ. 38
5.6.	Συμπεράσματα	σελ. 39
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	σελ. 41

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 4.1. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής (°) πριν και μετά την εφαρμογή ΣΤΑΥΔ, ΚΑΦΚΥ και ΥΚΜΜΕΕ	σελ. 29
Σχήμα 4.2. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις του μέγιστου ύψους κατακόρυφου άλματος (cm) πριν και μετά την εφαρμογή ΣΤΑΥΔ, ΚΑΦΚΥ και ΥΚΜΜΕΕ	σελ. 29
Σχήμα 4.3. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων (N) πριν και μετά την εφαρμογή στατικών ΣΤΑΥΔ, ΚΑΦΚΥ και ΥΚΜΜΕΕ	σελ. 30
Σχήμα 4.4. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις της μέγιστης απόδοσης (cm) στην πρόσθια κατεύθυνση στο Y test πριν και μετά την εφαρμογή ΣΤΑΥΔ, ΚΑΦΚΥ και ΥΚΜΜΕΕ	σελ. 30
Σχήμα 4.5. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις της διάρκειας (sec) της φάσης στήριξης κατά τη βάδιση πριν και μετά την εφαρμογή στατικών ΣΤΑΥΔ, ΚΑΦΚΥ και ΥΚΜΜΕΕ	σελ. 31
Σχήμα 4.6. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις της μέγιστη πίεσης προσθια του ποδιού στην φάση προώθησης κατά τη βάδιση (N/cm^2) πριν και μετά την εφαρμογή ΣΤΑΥΔ, ΚΑΦΚΥ και ΥΚΜΜΕΕ	σελ. 31
Σχήμα 4.7. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις της μέγιστη πίεσης στο μέσο του ποδιού στην φάση στήριξης κατά τη βάδιση (N/cm^2) πριν και μετά την εφαρμογή ΣΤΑΥΔ, ΚΑΦΚΥ και ΥΚΜΜΕΕ	σελ. 32
Σχήμα 4.8. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις της μέγιστη πίεσης οπίσθια του ποδιού στην αρχική φάση στήριξης κατά τη βάδιση (N/cm^2) πριν και μετά την εφαρμογή ΣΤΑΥΔ, ΚΑΦΚΥ και ΥΚΜΜΕΕ	σελ. 32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1 Περιγραφή πρωτοκόλλων παρέμβασης	σελ. 24
Πίνακας 4.1 Σωματομετρικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων	σελ. 27
Πίνακας 4.2 Διακύμανση του συντελεστή διακύμανσης (%)	σελ. 28

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 3.1 Μέτρηση μήκους του κάτω άκρου	σελ. 18
Εικόνα 3.2 Δοκιμασία αξιολόγησης του εύρους κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ από την ύπτια κατάκλιση	σελ. 18
Εικόνα 3.3 Θέση υπολογισμού του εύρους κατά τη δοκιμασία αξιολόγησης του	

εύρους κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ από όρθια στάση	σελ. 19
Εικόνα 3.4 Τελική θέση δοκιμασίας αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας	σελ. 19
Εικόνα 3.5 Επαφή του ποδιού που αξιολογείται με την πλατφόρμα, κατά την αξιολόγηση των χωροχρονικών χαρακτηριστικών στη φάση στήριξης της βάρδισης	σελ. 20
Εικόνα 3.6 Αρχική θέση δοκιμασίας αξιολόγησης κατακόρυφου άλματος	σελ. 21
Εικόνα 3.7 Θέση σταθεροποίησης ποδιού και λεκάνης κατά τη δοκιμασία αξιολόγησης της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων	σελ. 21
Εικόνα 3.8 ΑΡ: Στατική αυτοδιάταξη με το πόδι να πατά σε κεκλιμένη επιφάνεια με το γόνατο σε έκταση, ΔΕ: Στατική αυτοδιάταξη σε κεκλιμένη επιφάνεια με το γόνατο σε κάμψη	σελ. 22
Εικόνα 3.9 Κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο στην έξω οπίσθια επιφάνεια της κνήμης	σελ. 23
Εικόνα 3.10 Εφαρμογή ΥΚΜΜΕΕ στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης	σελ. 23

ΣΥΝΤΟΜΟΓΑΦΙΕΣ

ΠΔΚ: Ποδοκνημική

ΥΚΜΜΕΕ: υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

1. Εισαγωγή

1.1. Σημασία της έρευνας

Οι οπίσθιοι μυς της κνήμης διαχωρίζονται σε δύο διαμερίσματα, το επιφανειακό και το εν τω βάθει. Τους μύες του επιφανειακού διαμερίσματος της κνήμης αποτελούν ο γαστροκνήμιος, ο υποκνημίδιος και ο μακρός πελματικός μυς. Ο γαστροκνήμιος είναι ένας διάρθριος μυς (ενεργεί στην ΠΔΚ και την άρθρωση του γόνατος) και αποτελείται από δύο κεφαλές (την έξω και την έξω), οι οποίες εκτείνονται στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης και από υψηλό ποσοστό μυϊκών ινών ταχείας συστολής (Garrett, 1996). Ο υποκνημίδιος μυς βρίσκεται κάτω από τον γαστροκνήμιο, εκφύεται από την κεφαλή και το άνω τριτημόριο της περόνης και την μεσότητα της κνήμης, και κυριαρχείται από ίνες βραδείας συστολής (Spina, 2007). Τέλος, ο μακρός πελματικός μυς, εκφύεται από την έξω υπερκονδύλια γραμμή και συναντάται μόνο στο 7 με 20% των ανθρώπων (Simpson, Hertzog, & Barja, 1991; Moore & Dalley, 2006). Οι τένοντες των δύο κεφαλών του γαστροκνήμιου συνενώνονται με τον τένοντα του υποκνημίδιου και του μακρού πελματικού σχηματίζοντας τον Αχίλλειο τένοντα, ο οποίος καταφύεται στην οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας.

Οι μύες του εν τω βάθει διαμερίσματος είναι ο ιγνυακός, που εκφύεται από τον έξω κόνδυλο του μηριαίου οστού και καταφύεται στην κνήμη, ο μακρός καμπτήρας των δακτύλων, ο μακρός καμπτήρας του μεγάλου δακτύλου και ο οπίσθιος

κνημιαίος μυς, οι οποίοι εκφύονται από την κνήμη και την περόνη και καταφύονται στις άπω φάλαγγες των τεσσάρων έξω δακτύλων, του μεγάλου δακτύλου και στα οστά του ταρσού και τις βάσεις των μεταταρσίων, αντίστοιχα (Drake, Vogl, & Mitchell, 2010). Όλο το οπίσθιο διαμέρισμα (επιφανειακό και εν τω βάθει) νευρώνεται από το κνημιαίο νεύρο (Garrett, 1996) και περιβάλλεται από περιτονία που αποτελεί τμήμα του επιφανειακού μυοπεριτονιακού μεσημβρινού που εκτείνεται στην οπίσθια επιφάνεια του σώματος, από την πελματιαία ως την επικρανιακή απονεύρωση (Schleip, 2015). Ο γαστροκνήμιος και ο υποκνημίδιος, οι δύο κύριοι μύες του επιφανειακού οπίσθιου διαμερίσματος, μαζί με τον μακρό πελματικό ενεργούν ως πελματιαίοι καμπτήρες της ΠΔΚ άρθρωσης, με τον γαστροκνήμιο να ενεργεί επίσης και ως καμπτήρας του γόνατος (Palastanga & Soames, 2012). Οι μύες του εν τω βάθει οπίσθιου διαμερίσματος συμβάλλουν στην πελματιαία κάμψη της ΠΔΚ καθώς και στην κάμψη των δακτύλων του ποδιού.

Σε ότι αφορά την λειτουργικότητα τους, οι μύες της οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης στηρίζουν το σώμα και συμβάλλουν στην προώθηση που απαιτείται κατά το τρέξιμο, τη βάρδια και τα άλματα (Palastanga & Soames, 2012; Honeine et al., 2013; Binstead & Varacallo, 2019). Η υποστήριξη του σώματος κατά την βάρδια συμβαίνει από τον γαστροκνήμιο και τον υποκνημίδιο, η ενεργοποίηση των οποίων σταθεροποιεί την άρθρωση του γόνατος και της ΠΔΚ (Chastan et al., 2010; Honeine, Schieppati, Gagey, & Do, 2013). Έχει επίσης αναφερθεί πως, καθώς η ταχύτητα της

βάδισης αυξάνεται, η δραστηριότητα του γαστροκνήμιου αυξάνεται, γεγονός που πιθανόν συμβάλλει στην υποστήριξη του σώματος (Liu, Anderson, Schwartz, & Delp, 2008).

Το εύρος της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές ως ένδειξη της βράχυνσης των μυών του επιφανειακού οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης. Το φυσιολογικό εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, με το γόνατο σε κάμψη μικρότερη των 30° σε ανοιχτή κινητική αλυσίδα, κυμαίνεται από 15 έως 20° (Norkin & Levangie, 1992). Ωστόσο, πολλά, υγιή κατά τα άλλα, άτομα εμφανίζουν περιορισμό της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, ως αποτέλεσμα επίδρασης διαφόρων ενδογενών (μύες, περιτόνια, νεύρα κ.α.) και εξωγενών παραγόντων (άσκηση, κόπωση κ.α.), γεγονός που αποτελεί ένδειξη βράχυνσης στους μύες της επιφανειακής οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης (Chan et al., 2018). Το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ με το κάτω άκρο σε θέση ανοιχτής κινητικής αλυσίδας θεωρείται περιορισμένο όταν είναι λιγότερο από 10° (Root, Onen, & Weed, 1971; Dinh, Freeman, Granger, Wong, & Johanson, 2010; Grieve et al., 2011; Lee, Cynn & Park, 2019) ή, σύμφωνα με άλλους ερευνητές μικρότερο από 13° (Johanson, Baer, Hovermale, & Phouthavong, 2008; You et al., 2009). Με το κάτω άκρο σε θέση κλειστής κινητικής αλυσίδας το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ θεωρείται περιορισμένο όταν είναι μικρότερο από 30° σε σχέση με το κάθετο επίπεδο (Stanek, Sullivan, & Davis, 2018; Park & Kim, 2020).

Στους ενδογενείς παράγοντες συγκαταλέγονται κυρίως περιορισμοί που οφείλονται στο μυϊκό σύστημα και συνήθως προκαλούνται από βραχύνσεις ή συμφύσεις των μαλακών ιστών (Marieb et al., 2007). Συγκεκριμένα, η μυϊκή άτρακτος που υπάρχει εντός του συσταλτού ιστού είναι ένας ευαίσθητος στην επιμήκυνση του μυός υποδοχέας, που προκαλεί αντανάκλαστική συστολή του μυός (Seeley, Stephens, & Tate 2006). Αν αυτή η δραστηριότητα γίνει υπερβολική, μπορεί να προκαλέσει συστολή στο μυ, η οποία θα μπορούσε να είναι η αναφερόμενη βράχυνση του μυός (Werpler, & Magnusson, 2010). Επιπλέον, η υπερβολική συστολή των ινών θα οδηγήσει σε μία αίσθηση σφιχτού μυ (Taylor, Dalton, Seaber, & Garrett, 1990). Πιο ειδικά, το μειωμένο εύρος της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ έχει αναφερθεί ότι σχετίζεται σημαντικά με την ελαστικότητα των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ (Chino & Takahashi, 2016). Γενικά τα ελλείμματα στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ πιστεύεται ότι ίσως συμβαίνουν λόγω της μείωσης της εκτασιμότητας του συμπλέγματος του γαστροκνήμιου με τον υποκνημίδιο και του περιορισμού της ολίσθησης του αστράγαλου στην κνήμη (Mauntel, et al., 2013; Malloy, Morgan, Meinerz, Geiser, & Kipp, 2015). Ωστόσο, ιστοί όπως η περιτόνια και τα περιφερικά νεύρα παίζουν επίσης σημαντικό ρόλο στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ (Andrade et al., 2016). Για παράδειγμα, έχει βρεθεί μείωση στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης με το ισχίο σε θέση 90° κάμψης χωρίς να υπάρχει αλλαγή στη σκληρότητα και στη δύναμη του γαστροκνήμιου (Andrade, Lacourpaille, Freitas,

McNair, & Nordez, 2016). Επειδή δεν υπάρχει μυϊκό σύμπλεγμα που να διατρέχει την άρθρωση του ισχίου και την ΠΔΚ μαζί, προτείνεται ότι μη μυϊκές δομές όπως οι περιτονίες παίζουν ρόλο στο περιορισμένο εύρος τροχιάς της ΠΔΚ. Η περιτονία είναι δυνατό να προκαλέσει συμφύσεις (Schleip, Jäger, & Klingler, 2012). Οι συμφύσεις αυτές μπορούν να προκαλέσουν πίεση στις γύρω δομές και θα επηρεάσουν τις ιδιότητες της και τη μυϊκή δραστηριότητα (Shah & Bhalara, 2012). Άλλοι ερευνητές έδειξαν έμμεσα ότι ο νευρικός ιστός μπορεί να περιορίσει το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, αφού η διάταση του ισχιακού νεύρου έδειξε να μειώνει τη σκληρότητα του νευρικού ιστού και να βελτιώνει το μέγιστο εύρος ραχιαίας κάμψης της άρθρωσης (Andrade et al., 2018).

Η άσκηση θεωρείται από τους βασικούς εξωγενείς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ. Για παράδειγμα, οι δρομείς μεγάλων αποστάσεων εμφανίζουν μεγαλύτερη βράχυνση στους πελματιαίους καμπήρες της ΠΔΚ από ότι τα άτομα που δεν συμμετέχουν σε προπονήσεις τρεξίματος. Μάλιστα οι μύες από το κυρίαρχο πόδι εμφανίζουν σημαντικά μεγαλύτερη βράχυνση από τους μύες του μη κυρίαρχου ποδιού (Wang, Whitney, Burdett, & Janosky, 1993). Παράλληλα, στο τέλος μιας αγωνιστικής περιόδου στην καλαθοσφαίριση έχει βρεθεί μείωση εύρους τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ στο κυρίαρχο μέλος 13,8%, ενώ στο μη κυρίαρχο 12,5% (Moreno-Pérez et al., 2020). Στο ίδιο άθλημα, το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής

μειώνεται 24 ώρες μετά από έναν αγώνα, όμως 48 ώρες μετά το 20% των παικτών εμφανίζουν υψηλό περιορισμό στη συγκεκριμένη κίνηση (Moreno-Pérez, Del Coso, Raya-González, Nakamura, & Castillo, 2019; Moreno-Pérez et al., 2020).

Το περιορισμένο εύρος στη ραχιαία κάμψη της ΠΔΚ οδηγεί σε μεταβολές στην εμβιομηχανική των κάτω άκρων. Πρόσφατη μετα-ανάλυση έδειξε ότι το μειωμένο εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ συσχετίζεται με δυναμική βλαισότητα του γόνατος (Lima et al., 2018). Εκτός αυτού, συσχετίζεται με μείωση της ισορροπίας (Muckus, Juodbalienė, Kriseiukaitis, Pukenas, & Skikas, 2009), η οποία έχει εκφραστεί μέσω εμφάνισης αύξησης της ταλάντωσης του σώματος κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας Star Excursion Balance Test (SEBT) (Burns, Pierson, Roos, & Nakajima, 2017), ιδιαίτερα στην πρόσθια κατεύθυνση (Endo & Sakamoto, 2014). Επίσης, το περιορισμένο εύρος κίνησης μπορεί να οδηγήσει σε ελλείματα δύναμης στα κάτω άκρα (Secomb et al., 2015). Παράλληλα, το περιορισμένο εύρος ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ οδηγεί σε τροποποίηση των κινηματικών χαρακτηριστικών σε λειτουργικές δραστηριότητες, όπως είναι το κατακόρυφο άλμα (Godinho et al., 2019; Cammack & Howe, 2019), μεταβάλλοντας τη βιομηχανική της προσγείωσης (Mason-Mackay, Whatman & Reid, 2017; Kondo, 2018) και το κάθισμα (squat), κατά το οποίο εμφανίζουν μειωμένη δραστηριότητα στον τετρακέφαλο και αυξημένη στους πελματιαίους καμπήρες (Macrum, Bell, Boling, Lewek, & Padua, 2012). Τέλος, έχει βρεθεί ότι προκαλεί αντισταθμιστική έκταση (λόρδωση)

της οσφύος και αύξηση της κάμψης των αρθρώσεων του ισχίου και του γόνατος, τόσο κατά τη φάση στήριξης της βάδισης (You et al., 2009; Ota, Ueda, Aimoto, Suzuki, & Sigward, 2014), όσο και κατά τη φάση αιώρησης (Romkes & Schweizer, 2015). Επίσης οδηγεί σε ασυμμετρία στο μήκος βήματος, στο ρυθμό, στην ταχύτητα βάδισης και στην διάρκεια μονοποδικής στήριξης σε άτομα με λιγότερη από 4^ο ραχιαίας κάμψης και σε αλλαγή στην αναλογία μονοποδικής-διποδικής στήριξης σε άτομα με λιγότερο από 8^ο ραχιαίας κάμψης (Crosbie, Green, & Refshauge, 1999; Romkes & Schweizer, 2015).

Ο περιορισμός στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ επηρεάζει τόσο τα μαλακά μόρια και τις αρθρώσεις της περιοχής όσο και άλλων περιοχών του σώματος. Συγκεκριμένα, έχει ενοχοποιηθεί ως παράγοντας κινδύνου εμφάνισης κακώσεων της ΠΔΚ και του ποδιού όπως τα διαστρέμματα (Youdas, McLean, Krause, & Hollman, 2009), με τα άτομα με δύσκαμπτη ΠΔΚ $\leq 34^\circ$ (μετρημένο στην όρθια στάση) να έχουν περίπου 5 φορές περισσότερο κίνδυνο διαστρέμματος ΠΔΚ από ότι τα άτομα με φυσιολογικό εύρος (De Noronha, Refshauge, Herbert, Kilbreath, & Hertel, 2006). Επίσης έχει συνδεθεί με χρόνια αστάθεια της άρθρωσης (Hoch et al., 2012), αχίλλεια τενοντοπάθεια (Whitting, Steele, McGhee, & Munro, 2011; Rabin, Kozol, & Finestone, 2014), κατάγματα κόπωσης μετααρσίων (Chuckpaiwong, Cook, Pietrobon, & Nunley, 2007) και πελματιαία απονευρωσίτιδα (Nakale, Strydom, Saragas, & Ferrao, 2017).

Πέρα από τα παραπάνω, το περιορισμένο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ συμβάλλει επίσης σε αρκετές κακώσεις του γόνατος όπως, κάκωση του επιγονατιδικού τένοντα (Malliaras, Cook & Kent, 2006; Backman & Danielson, 2011), πρόκληση συνδρόμου επιγονατιδομηριαίου πόνου (Piva, Goodnite, & Childs, 2005) και ρήξη πρόσθιου χιαστού σύνδεσμου (Wahlstedt & Rasmussen-Barr, 2015). Συγκεκριμένα στην καλαθοσφαίριση, έχει βρεθεί ότι οι παίκτες με τιμές εύρους ραχιαίας κάμψης $\leq 36,5^\circ$ (μετρημένο στην όρθια στάση/ κλειστή κινητική αλυσίδα), διατρέχουν 18,5-29,4% κίνδυνο ανάπτυξης τενοντοπάθειας επιγονατιδικού μέσα σε ένα έτος, ενώ για άτομα με εύρος $\geq 36,5^\circ$ ο κίνδυνος είναι 1,8-2,1% (Backman & Danielson, 2011). Τέλος, ο περιορισμός στο εύρος της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, έχει συνδεθεί ακόμα και με θλάσεις οπίσθιων μηριαίων (Van Dyk, Farooq, Bahr, & Witvrouw, 2018), οσφυαλγία (McGregor & Hukins, 2009) και τραυματισμούς στην ωμοπλάτη και τον αγκώνα (Shitara et al., 2021).

Για να αποφευχθούν οι παραπάνω επιπτώσεις στην υγεία και την απόδοση, πρέπει να αντιμετωπιστεί ο παράγοντας πρόκλησης τους, δηλαδή να αυξήσουμε το εύρος κίνησης, χαλαρώνοντας τους πελματιαίους καμπτήρες. Είναι λοιπόν εύλογο να μελετηθούν τρόποι χαλάρωσης των μυών αυτών (Mason-Mackay et al., 2017; Moreno-Pérez et al., 2019). Για την βελτίωση του εύρους τροχιάς και της ελαστικότητας των μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης έχουν χρησιμοποιηθεί αρκετές τεχνικές μεταξύ των οποίων είναι η μάλαξη, οι στατικές αυτοδιατάσεις

και οι τεχνικές μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης.

Η μάλαξη είναι ευρέως γνωστή για την χρήση της στην προθέρμανση και την αποθεραπεία στον αθλητισμό (Weerapong, Hume, & Kolt, 2005). Εξειδικευμένος θεραπευτής ασκεί πιέσεις στους μαλακούς ιστούς με τα χέρια του, ανάλογα με τον σκοπό της παρέμβασης του. Δυναμικές κινήσεις προτείνονται για την τόνωση των ιστών και αργές για την χαλάρωση, ενώ στην αποκατάσταση προτιμούνται ζυμώσεις (Standley, Miller, & Binkley, 2010). Η μάλαξη έχει βρεθεί ότι αυξάνει τη θερμοκρασία του σημείου που θα εφαρμοστεί και την ταχύτητα της αιματικής ροής, μειώνει τις προσκολλήσεις των ινών και την κόπωση και συμβάλλει στην χαλάρωση (Gasibat & Suwehli, 2017). Ακόμα, έχει βρεθεί ότι οδηγεί σε αλλαγές στην παρασυμπαθητική και τη συμπαθητική δραστηριότητα και στα επίπεδα κορτιζόλης στο αίμα (Pinar, Kaya, Bicer, Erzeybek, & Cotuk, 2012). Τέλος συμβάλλει στην αύξηση της ελαστικότητας των ινών, χωρίς να επηρεάζει ή ακόμα και να βελτιώνει την απόδοση (Espí-López, Serra-Añó, Cuenca-Martínez, Suso-Martí, & Inglés, 2020), αλλά και στη μείωση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου (Dupuy, Douzi, Theurot, Bosquet, & Dugué, 2018).

Μία άλλη ευρέως γνωστή τεχνική χαλάρωσης είναι οι αυτοδιατάσεις, που ορίζονται ως μία μορφή άσκησης κατά την οποία ένας συγκεκριμένος σκελετικός μυς (ή ομάδα μυών) επιμηκύνεται σκόπιμα στο μέγιστο μήκος του, προκειμένου να βελτιωθεί η αισθητή ελαστικότητα του μυός και ο μυϊκός τόνος. Συνήθως χρησιμοποιούνται κατά την

προθέρμανση πριν από κάποια φυσική δραστηριότητα, με σκοπό να βελτιωθεί το εύρος τροχιάς μιας άρθρωσης με προσωρινό ή χρόνιο αποτέλεσμα (McHugh & Cosgrave, 2010). Τα βασικά είδη στα οποία κατηγοριοποιούνται συνήθως είναι οι δυναμικές και οι στατικές. Η δυναμική διάταση περιλαμβάνει αργές και ελεγχόμενες ενεργητικές συσπάσεις των μυών (Alter, 1998). Οι στατικές διατάσεις περιλαμβάνουν στατική τοποθέτηση του μυός μέχρι την ανάπτυξη αίσθησης τάσης (Faigenbaum & McFarland, 2007). Παρ'όλο που έχουν μελετηθεί αρκετά, δεν έχουν εδραιωθεί βέλτιστες παράμετροι των διατάσεων. Ωστόσο έχει προταθεί, για τις στατικές διατάσεις διάρκεια 10-30s με 2-4 επαναλήψεις και για τις διατάσεις νευρομυϊκής διευκόλυνσης κράτημα 20-75% της μέγιστης σύσπασης για 3-6s ακολουθούμενη από διάταση 10-30s (Garber et al., 2011).

Τα άμεσα οφέλη των διατάσεων αντικατοπτρίζονται στην αύξηση του εύρους τροχιάς των αρθρώσεων που ενεργεί ο μυς που διατείνουμε και στην αύξηση της ελαστικότητας του μυ αυτού, για μικρό χρονικό διάστημα (Behm, Blazevich, Kay, & McHugh, 2016). Οι διατάσεις φαίνεται ότι επιδρούν στις βιοελαστικές ιδιότητες του μυοτενόντιου συνόλου και στην απόδοση των μυών, κάτι που έχει βρεθεί ότι έχει σχέση με την διάρκεια των διατάσεων (Kallerud & Gleeson, 2013). Τα τελευταία δεδομένα αναφέρουν πως αν εφαρμόζεται διάταση σε πολύ μικρή διάρκεια (<60s) ή και σε συνδυασμό με ολόκληρο πρωτόκολλο προθέρμανσης οι απώλειες αυτές είναι αμελητέες (Chaabene, Behm,

Negra, & Granacher, 2019). Η μεγάλη διάρκεια διάτασης οδηγεί σε στατιστικά σημαντική μείωση της δυσκαμψίας της άρθρωσης που δρα ο μύς που διατάθηκε, όμως αυτό συμβάλλει επίσης στην μείωση της ικανότητας παραγωγής έργου (Kallerud & Gleeson, 2013).

Ο πιο γνωστός τύπος μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης που χρησιμοποιείται από τους αθλητές για χαλάρωση είναι η κύλιση σε αφρώδεις κυλίνδρους. Οι χρήστες του ασκούν αυτορυθμιζόμενη πίεση με το σωματικό του βάρους στον αφρώδη κύλινδρο ενώ εκτελούν κυλιόμενες κινήσεις, συνήθως με σταθερό ρυθμό και συγκεκριμένη διάρκεια. Η κύλιση γίνεται από το εγγύς μέρος του μυ προς το περιφερειακό ή αντίστροφα, κατά μήκος της γαστέρας του μυ στόχου (Hughes & Ramer, 2019). Οι αφρώδεις κύλινδροι έχουν διάφορα μεγέθη, πυκνότητα και διαφορετικές επιφάνειες επαφής που υποστηρίζεται ότι παίζουν ρόλο στο βάθος του ιστού στόχου. Οι συνήθειες οδηγίες που δίνονται για τον έλεγχο της έντασης της κύλισης είναι να εφαρμόζεται όση πίεση είναι εφικτή, περίπου ίση με το 25% του σωματικού βάρους (Sullivan, Silvey, Button, & Behn, 2013) ή όσο τα επίπεδα πόνου φτάνουν το 7 στην κλίμακα 0-10 και συνήθως προτείνεται μια κύλιση ανά 3 δευτερόλεπτα (Dębski et al., 2019). Όσο αναφορά στη διάρκεια της κύλισης, σημαντικό είναι να είναι τόση ώστε η επίδραση της να είναι εξίσου αποδοτική για όλους τους παράγοντες που επηρεάζει. Περισσότερα δευτερόλεπτα κύλισης οδηγούν σε μεγαλύτερη αύξηση του εύρους τροχιάς (Sullivan, Silvey, Button, & Behn, 2013). Γενικότερα, ο χρόνος κύλισης που εφαρμόζεται συχνότερα από τους ερευνητές είναι

μεταξύ 2 και 5 σετ των 20s με 60s (Cheatham, Kolber, Chain, & Lee, 2015), αν και υποστηρίζεται ότι λιγότερο από 30s εφαρμογής δεν οδηγεί σε βελτίωση της απόδοσης (Giovanelli et al., 2018). Ανασκοπήσεις της βιβλιογραφίας σχετικά με τη διάρκεια εφαρμογής της μυοπεριτονιακής κύλισης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα 90s ανά μυϊκή ομάδα είναι μία ελάχιστη διάρκεια που απαιτείται για μείωση της αίσθησης του πόνου (Hughes & Ramer, 2019) ενώ 90-120s απαιτούνται για να εμφανιστούν αποτελέσματα στην ελαστικότητα (Hendricks, Hill, Hollander, Lombard, & Parker, 2019). Επιπλέον παράγοντας που θεωρείται ότι πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν είναι η πυκνότητα του αφρώδους κυλίνδρου. Για εν τω βάθει ιστούς χρειάζεται πιο σκληρός κύλινδρος (Curran, Fiore, & Crisco, 2008), αν και πρόσφατα ερευνητικά στοιχεία αναφέρουν ότι όλα τα είδη σκληρότητας αποδίδουν τα ίδια αποτελέσματα, ειδικότερα στην αύξηση του εύρους τροχιάς (Cheatham & Kolber, 2018). Όμως, σύγκριση τριών διαφορετικών τύπων επιφάνειας κυλίνδρων (λεία, πολυεπίπεδη και σε σχήμα πλέγματος) έδειξε σημαντικά μικρότερη αύξηση κάμψης γόνατος στα λεία ρολά σε σχέση με τις άλλες επιφάνειες (Cheatham & Stull, 2019).

Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο, συστηματικές ανασκοπήσεις έδειξαν ότι μπορεί να αυξήσει παροδικά το εύρος κίνησης της άρθρωσης που επηρεάζουν οι μύες που έγινε η εφαρμογή (Beardsley & Škarabot, 2015; Cheatham et al., 2015; Wilke et al., 2020), χωρίς να επηρεαστεί αρνητικά η απόδοση του μυός και η αθλητική

απόδοση (Beardsley & Škarabot, 2015; Cheatham et al., 2015). Λίγα, αλλά θετικά στοιχεία υπάρχουν για την επίδραση στην αρτηριακή σκληρότητα και την ενδοθηλιακή λειτουργία (Beardsley & Škarabot, 2015) και βελτίωση μετά την κύλιση έχει βρεθεί και στον κορεσμό του οξυγόνου (Romero-Moraleda et al., 2019). Ωστόσο καμία διαφορά δεν βρέθηκε στη θερμοκρασία των μυών μετά από 60 δευτερόλεπτα κύλισης στους καμπήρες του ισχίου και τον τετρακέφαλο (Murray, Jones, Hogobeanu, Turner, & Sproule, 2016). Επίσης, η εφαρμογή κύλισης των κάτω άκρων σε αφρώδη κύλινδρο έδειξε βελτίωση στην εμφάνιση καθυστερημένου μυϊκού πόνου, στη δύναμη (Pearcey, Bradbury-Squires, Kawamoto, Drinkwater, Behm, & Button, 2015) και στην ηλεκτρομυογραφική απάντηση (McDonald, 2013). Δεδομένα πρόσφατης ανασκόπησης αναφέρουν ότι δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία υποστήριξης της θέσης ότι η κύλιση μπορεί να οδηγήσει σε απελευθέρωση συμφύσεων άρα ο όρος αυτο-μυοπεριτονιακή απελευθέρωση, στον οποίο περιλαμβάνονται αυτές οι τεχνικές, θεωρήθηκε παραπλανητικός (Behm & Wilke, 2019). Σημαντικό στοιχείο αποτελεί επίσης, ότι έχουν βρεθεί επιδράσεις σε απομακρυσμένα σημεία από την εφαρμογή κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο (Cheatham & Kolber, 2018; Killen, Zelizney, & Ye, 2018).

Τέλος, μια τεχνική που έχει διαδοθεί αρκετά, ειδικά τα τελευταία χρόνια με σκοπό τη χαλάρωση, είναι η τεχνική κινητοποίησης μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό. Ως τεχνική κινητοποίησης μαλακών μορίων ορίζεται η ισχυρή παθητική

κίνηση πάνω στα μυοπεριτονιακά στοιχεία που είναι σε βράχυνση, όπως αυτή αποτυπώνεται στις αρθρώσεις που επηρεάζονται από αυτούς τους ιστούς (Grodin & Cantu, 2001). Θεωρείται ότι η χρήση των εργαλείων παρέχει ένα μηχανικό πλεονέκτημα στους κλινικούς επιτρέποντας βαθύτερη διείσδυση στους ιστούς, μειώνοντας σημαντικά την κόπωση που βιώνουν οι θεραπευτές (Hayes, Loghmani, Lubitz, & Moore, 2007). Επίσης, υποστηρίζεται ότι επιτρέπει στον χειριστή/κλινικό τον ευκολότερο εντοπισμό των συμφύσεων των ιστών, ερευνητές όμως εντόπισαν κακή αξιοπιστία του εντοπισμού με τη χρήση του ειδικού εξοπλισμού, σε σύγκριση με απεικόνιση σε διαγνωστικό υπέρηχο (Kaitlyn, 2013). Προτείνεται ότι η ένταση της εφαρμογής ελέγχεται από τη γωνία και τη διάρκεια της και από την καμπυλότητα και το μέγεθος του εργαλείου (Carey-Loghmani, & Ploski, 2014). Συνήθως συστήνεται η εφαρμογή της να έπεται προθέρμανσης των ιστών και να ακολουθείται από διατάσεις, ασκήσεις ενδυνάμωσης και κρυοθεραπεία (Kim, Sung, & Lee, 2017). Επί του παρόντος δεν υπάρχει συναίνεση για το τι περιλαμβάνει η βέλτιστη προσέγγιση ΥΚΜΜΕΕ σε ότι αφορά, τον τύπο του εργαλείου, τις παραμέτρους της θεραπείας (πχ. διάρκεια, γωνία, ρυθμός) ή την εφαρμοζόμενη πίεση. Αν και δεν έχει βρεθεί διαφορά στο αποτέλεσμα, ανάμεσα σε ελαφριά πίεση εφαρμογής και σε πιο έντονη (Martz, 2018). Τέλος, θετικά αποτελέσματα έχουν βρεθεί μετά από εφαρμογές 40 δευτερολέπτων έως 18 λεπτών, με την πιο συνηθισμένη διάρκεια που προτείνεται να είναι μεταξύ 5-6 λεπτά (McMurray et al., 2015)

Η εφαρμογή ΥΚΜΜΕΕ βρέθηκε να αυξάνει σημαντικά τη δραστηριότητα των μηχανοϋποδοχέων του δέρματος χωρίς όμως σημαντική αύξηση στο κατώφλι του πόνου (Ge, Roth, & Sansone, 2017). Υποστηρίζεται ότι οδηγεί σε αναφερόμενο πόνο 4-5 βαθμούς στην κλίμακα VAS. Ο πόνος αυτός δεν πρέπει να οδηγεί σε προστατευτικό σπασμό και επιδείνωση της φλεγμονής. Για πολύ επώδυνες περιοχές ερευνητές απέδειξαν ότι η εφαρμογή ΥΚΜΜΕΕ σε άλλο σημείο κατά μήκος της περιτονίας μπορεί να έχει την ίδια βελτίωση στην ελαστικότητα του επώδυνου μυ (Fousekis et al., 2019).

Οι επιδράσεις που υποθέτουν οι κλινικοί ότι οδηγεί η εφαρμογή της τεχνικής είναι η διέγερση της επούλωσης και η ενδυνάμωση του νέου κολλαγόνου ιστού, η διάσπαση του ουλώδους ιστού και των περιτοναϊκών συμφύσεων, ο ελεγχόμενος μικροτραυματισμός, η αύξηση των ινοβλαστών (Gehlsen, Ganion, & Helfst, 1999) και η αποβολή των μεταβολικών απόβλητων (Chiu et al., 2010), ενώ έχει βρεθεί ότι έχει οδηγήσει σε εμφάνιση ερυθρότητας, μωλωπισμών (Lauche et al., 2012), αύξηση της θερμοκρασίας (Xu et al., 2012) και της αιματικής ροής (Nielsen, Knoblauch, Dobos, Michalsen, & Kartchuk, 2007; Xu et al., 2012) και οξεία αύξηση στα επίπεδα βλαστοκυττάρων. Τα παραπάνω μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επιβεβαίωση της θεωρίας ότι η τεχνική συμβάλλει θετικά στην επούλωση των ιστών και την αναγέννηση των κυττάρων (Loghmani et al., 2016).

Ανασκοπήσεις της βιβλιογραφίας αναφέρουν ότι η ΥΚΜΜΕΕ δρα θετικά στη βελτίωση του πόνου, της λειτουργικότητας και του εύρους τροχιάς της κίνησης (Kim et al., 2017; Portillo-Soto, Eberman, Demchak, & Peebles, 2014). Πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση/μετα-ανάλυση της βιβλιογραφίας υποστήριξε ότι η ΥΚΜΜΕΕ δεν οδηγεί σε διαφορά στους παραπάνω παράγοντες (Nazari, Bobos, MacDermid, & Birmingham, 2019). Παράλληλα άλλες ανασκοπήσεις υποστηρίζουν ότι μπορεί να βοηθήσει στην κινητοποίηση του συνδετικού ιστού και στις μυοσκελετικές κακώσεις (Bitra & Sudhan, 2019) και να αυξήσει βραχυπρόθεσμα το εύρος τροχιάς των αρθρώσεων (Cheatham, Lee, Cain, & Baker, 2016). Τέλος, συγκεκριμένα για τη μείωση του πόνου, αρκετές μελέτες έχουν δείξει θετικά αποτελέσματα, όμως η ετερογένεια μεταξύ των ερευνών δεν επιτρέπει ασφαλή συμπεράσματα (Karmali, Walizada, & Stuber, 2019).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να μελετηθεί η οξεία επίδραση διαφορετικών τεχνικών χαλάρωσης των μυών του επιπολής οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης σε άτομα με περιορισμένη ελαστικότητα στους πελματιαίους καμπήρες της ΠΔΚ, γεγονός που γίνεται εμφανές με περιορισμένο εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ στη λειτουργική ικανότητα της άρθρωσης.

1.2. Ορισμός και διατύπωση του ερευνητικού προβλήματος

Οι μύες της οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης έχουν την τάση να βραχύνονται, γεγονός που γίνεται εμφανές με τον περιορισμό της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ.

Αποτέλεσμα αυτής της κατάστασης είναι, πολλές φορές, η εκδήλωση τραυματισμών στο κάτω άκρο. Η χαλάρωση των μυών έχει αποτελέσει αντικείμενο μελέτης πολλών ερευνών, στις οποίες έχει χρησιμοποιηθεί πληθώρα μέσων και τεχνικών (π.χ. αφρώδεις κύλινδροι, ασκήσεις αυτοδιάτασης κλπ). Η διερεύνηση των λειτουργικών επιδράσεων της ΠΔΚ και του κάτω άκρου γενικότερα έπειτα από την εφαρμογή των τεχνικών αυτών θα βοηθήσει στην επιλογή της αποτελεσματικότερης τεχνικής χαλάρωσης των μυών.

1.3. Διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων

Ποιες είναι οι επιδράσεις των τεχνικών χαλάρωσης στη λειτουργικότητα των μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης, στη λειτουργικότητα της ΠΔΚ και του κάτω άκρου;

Ποια είναι η αποτελεσματικότερη τεχνική χαλάρωσης των μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης στη λειτουργικότητα της ΠΔΚ και του κάτω άκρου;

1.4. Μεταβλητές

1.4.1. Ανεξάρτητες μεταβλητές

Στατικές αυτοδιατάσεις, Κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο, Υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό

1.4.2. Εξαρτημένες μεταβλητές

Εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, ισομετρική δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ, κατακόρυφο άλμα, δυναμική ισορροπία του σώματος, χρονικά και δυναμικά χαρακτηριστικά της φάσης στήριξης της βάδισης

1.5. Ερευνητικές και στατιστικές υποθέσεις

Ερευνητική υπόθεση 1: Το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, η δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ, η δυναμική ισορροπία του σώματος και η βάδιση αναμένεται να βελτιωθούν μετά από την εφαρμογή των τεχνικών χαλάρωσης των μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης.

Ερευνητική υπόθεση 2: Οι τεχνικές χαλάρωσης των μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά την επίδραση τους στο εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ άρθρωσης, τη δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ, τη δυναμική ισορροπία του σώματος και τη βάδιση

Στατιστικές υποθέσεις

H₀: Οι στατικές αυτοδιατάσεις, η κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο και η ΥΚΜΜΕΕ δεν βελτιώνουν το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, τη δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ, τη δυναμική ισορροπία του σώματος και τη βάδιση της ΠΔΚ σε άτομα με περιορισμένο εύρος ραχιαίας κάμψης της άρθρωσης

H₁: Οι στατικές αυτοδιατάσεις, η κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο και η ΥΚΜΜΕΕ βελτιώνουν το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, τη δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ, τη δυναμική ισορροπία του σώματος και τη βάδιση της ΠΔΚ σε άτομα με περιορισμένο εύρος ραχιαίας κάμψης της άρθρωσης

H₀: Οι τεχνικές χαλάρωσης δεν διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά την επίδραση τους στο εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ άρθρωσης, τη δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ, τη δυναμική ισορροπία του σώματος και τη βάδισησε άτομα με περιορισμένο εύρος ραχιαίας κάμψης της άρθρωσης

H₁: Οι τεχνικές χαλάρωσης διαφέρουν μεταξύ τους όσον αφορά την επίδραση τους στο εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ άρθρωσης, τη δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ, τη δυναμική ισορροπία του σώματος και τη βάδισησε άτομα με περιορισμένο εύρος ραχιαίας κάμψης της άρθρωσης

1.6. Οριοθέτηση

- Στη μελέτη συμμετείχαν υγιείς άνδρες και γυναίκες νεαρής ηλικίας με εύρος της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ 8,3-13°, ανεξαρτήτου αιτίας πρόκλησης.
- Η χρονική διάρκεια και τα μέσα και οι αρχές εφαρμογής των τεχνικών μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης που χρησιμοποιήθηκαν (αφρώδης κύλινδρος επίπεδης επιφάνειας και εργαλεία της Ergon® IASTM Technique) ήταν συγκεκριμένα.
- Χρησιμοποιήθηκε τυχαία μόνο το ένα άκρο του κάθε ατόμου.

1.7. Περιορισμοί

- Η κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο απαιτεί ορισμένη εξοικείωση για να εκτελεστεί σωστά.
- Η πίεση που θα εφαρμοστεί κατά την κύλιση και την εφαρμογή της ΥΚΜΜΕΕ πρέπει να είναι ίδια σε κάθε εφαρμογή γεγονός δύσκολο

να ελεγχθεί χωρίς ειδικό εξοπλισμό.

- Η κύλιση στον αφρώδη κύλινδρο απαιτεί ορισμένη δύναμη στον κορμό και τα χέρια, κιναισθησία και ισορροπία.
- Ο αφρώδης κύλινδρος που θα χρησιμοποιηθεί έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.
- Η τεχνική κινητοποίησης μαλακών μορίων θα γίνει με συγκεκριμένο εξοπλισμό.

1.8. Συντομογραφίες

ΠΔΚ: Ποδοκνημική

ΥΚΜΜΕΕ: υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1. Στατικές αυτό-διατάσεις

Σε μελέτη που περιελάμβανε αποκλειστικά άτομα με περιορισμένο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης, οι στατικές αυτο-διατάσεις διάρκειας στους πελματιαίους καμπτήρες 5 σετ των 30s οδήγησαν σε σημαντική αύξηση του, ειδικότερα σε διατάσεις με ταυτόχρονο υπτιασμό στην υπαστραγαλική άρθρωση και με σταθεροποίηση του αστραγάλου (Lee et al., 2019). Ενώ οι στατικές διατάσεις, μόνες ή σε συνδυασμό με ασκήσεις αντίστασης στον πρόσθιο κνημιαίο, σε άτομα με περιορισμένο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, έδειξαν σημαντική διαφορά στο εύρος τροχιάς (Lee, Cynn, Shin, & Kim, 2021). Όσον αφορά σε έρευνες που περιλάμβαναν πληθυσμό με φυσιολογικό εύρος, σημαντική αύξηση στο εύρος της ραχιαίας κάμψης έχει βρεθεί ακόμα και μετά από 20s στατικής αυτοδιάτασης στον γαστροκνήμιο, διάρκεια που χρησιμοποιείται αρκετά στον αθλητισμό. Η αύξηση αυτή παρουσίασε φθίνουσα πορεία μετά από τα 5 και 10 λεπτά που επανεξετάστηκε (Sato et al., 2020). Μετά από στατική αυτοδιάταση 5 λεπτών στους πελματιαίους καμπτήρες έχει παρατηρηθεί αύξηση του εύρους της ραχιαίας κάμψης μέχρι και 17% (Morse, Degens, Seynnes, Maganaris, & Jones, 2008) και για διάρκεια >30 λεπτών (Mizuno, Matsumoto, & Umemura, 2011). Σημαντική αύξηση του εύρους της ραχιαίας κάμψης έχει βρεθεί επίσης και μετά από διάρκεια στατικής αυτοδιάτασης 5 σετ των

30s, έως 10 λεπτά μετά (Konrad, Reiner, Thaller, & Tilp, 2019) και 3 σετ των 60s έως 5 λεπτά μετά (Konrad & Tilp, 2020a) και 6 λεπτά μετά (Cè et al., 2015).

Στατική αυτοδιάταση, 15 σετ των 60s, σε συνδυασμό με επαναλαμβανόμενες μικρές αλλαγές στο μήκος των πελματιαίων καμπτήρων οδηγεί σε μεγαλύτερη αύξηση του εύρους, της τάξεως του $11,2 \pm 14,6\%$ έναντι του $7,2 \pm 8,1\%$, που διήρκησε για 30 λεπτά έναντι των 15 για τις στατικές διατάσεις (Ikeda, Inami, & Kawakami, 2019). Μεταξύ 10 επαναλήψεων των 10s και στατικών διατάσεων με την βοήθεια του τοίχου ή επικλινούς επιφάνειας βρέθηκε μεγαλύτερη αύξηση του μήκους των πελματιαίων καμπτήρων και του εύρους της ραχιαίας κάμψης στην δεύτερη περίπτωση, ωστόσο και οι δύο επέφεραν σημαντική διαφορά στους παράγοντες αυτούς (Kim, Lim, Park, & Lee, 2020). Σε σύγκριση των στατικών διατάσεων με τις διατάσεις τύπου σφίξε-χαλάρωσε, στον γαστροκνήμιο, η δεύτερη τεχνική βρέθηκε να αυξάνει περισσότερο το παθητικό έργο στο τέλος του εύρους που πιθανώς σημαίνει αλλαγή στην αισθητηριακή αντίληψη (Nakamura, Ikezoe, Tokugawa, & Ichihashi, 2015). Γενικότερα, ανασκόπηση της βιβλιογραφίας υποστηρίζει ότι, η αυτοδιάταση μόνη της ή η αυτοδιάταση σε συνδυασμό με άλλη θεραπευτική προσέγγιση αυξάνει το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης (Young, Nix, Wholohan, Bradhurst, & Reed, 2013).

Φαίνεται ότι υπάρχει αρνητική σχέση μεταξύ της διάρκειας της στατικής διάτασης και του παραγόμενου έργου των πελματιαίων καμπτήρων (Kay & Blazevich, 2008).

Εφαρμογή στατικής αυτοδιάτασης στους πελματιαίους καμπήρες, 5 σετ των 30 δευτερολέπτων, επέφερε μείωση της μέγιστης προσπάθειας δύναμης που παρέμεινε 10 λεπτά μετά την αυτοδιάταση (Konrad et al., 2019). Επιπλέον, μετά από 5 λεπτά στατικής αυτοδιάτασης, βρέθηκε μείωση της δύναμης που διαρκεί ως και 10 λεπτά (Mizuno, Matsumoto, & Umemura, 2014). Η στατική αυτοδιάταση, 15 σετ του ενός λεπτού, οδηγεί σε σημαντική μείωση της δύναμης κατά $4.3 \pm 3.5\%$ ενώ η αυτοδιάταση σε συνδυασμό με επαναλαμβανόμενες μικρές αλλαγές στο μήκος των πελματιαίων καμπήρων, δεν επηρεάζει τη δύναμη (Ikeda et al., 2019). Στατική αυτοδιάταση διάρκειας 20s, δεν είναι ικανή να οδηγήσει σε καμία διαφορά στην ισοκινητική δύναμη (Sato et al., 2020), ενώ κάποιιοι ερευνητές δεν βρήκαν καμία διαφορά ούτε μετά από 3 δίλεπτα στατικής αυτοδιάτασης (Akagi & Takahashi, 2013). Επίσης στατική αυτοδιάταση στους πελματιαίους και ραχιαίους καμπήρες συνολικής διάρκειας 5 λεπτών σε σετ των 20s, δεν έδειξε καμία διαφορά στην ισοκινητική δύναμη και στη στατική ισορροπία (Balci, Celebi, Zergeroglu & Guner, 2020). Επιπρόσθετα, μελέτη βρήκε ότι μετά από στατικές διατάσεις στα κάτω άκρα εκτός του ότι αυξήθηκε το εύρος κίνησης των αρθρώσεων, αυξήθηκε και η ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα (Lima et al., 2014), ενώ η μεικτή προθέρμανση με στατικές διατάσεις μπορεί να επηρεάζει αρνητικά την απόδοση στα άλματα (Stevanovic et al., 2019). Τέλος, στατική αυτοδιάταση, 5 σετ των 60s, οδηγεί σε μεγαλύτερη κατανομή των πιέσεων του ποδιού στο πρόσθιο μέρος του και μικρότερη

απόσταση διάνυσης του κέντρου πίεσης σε δοκιμασίες ισορροπίας με ανοιχτά και κλειστά τα μάτια (Martínez-Jiménez et al., 2020).

Το ποσό της ελαστικής διάτμησης των ινών είναι σημαντικά συνδεδεμένο με την βράχυνση του γαστροκνημίου και οι στατικές διατάσεις φαίνεται να βελτιώνουν σημαντικά αυτούς τους δύο παράγοντες (Nakamura et al., 2014; Hirata, Kanehisa, & Miyamoto, 2017). Ερευνητές εντόπισαν ότι 2 λεπτά στατικής αυτοδιάτασης των πελματιαίων καμπήρων είναι ικανά να μειώσουν σημαντικά τη βράχυνση του γαστροκνημίου (Ryan et al., 2008; Nakamura, Ikezoe, Takeno, & Ichihashi, 2013). Όμως, μόλις 10 λεπτά μετά επέρχεται επαναφορά στην αρχική κατάσταση, ενώ η διάρκεια επαναφοράς διπλασιάζεται ή τετραπλασιάζεται, αν διπλασιαστεί ή τετραπλασιαστεί αντίστοιχα ο χρόνος αυτοδιάτασης (Ryan et al., 2008). Επιπλέον οι διατάσεις μπορούν να μειώσουν την βράχυνση του γαστροκνημίου ανεξάρτητα από την ηλικία, όμως στις μεγαλύτερες ηλικίες τα αποτελέσματα περιορίζονται (Hirata, Yamadera & Akagi, 2020). Μετά από 6 λεπτά (Cè et al., 2015) ή 3 σετ των 2 λεπτών (Akagi & Takahashi, 2013) αυτοδιάτασης στον γαστροκνήμιο, βρέθηκε σημαντική μείωση της βράχυνσης κατά 22%, 12% και 16% αντίστοιχα για τη φυσική θέση 0°, τις 10° και τις 20° ραχιαίας κάμψης (Cè et al., 2015). Άλλοι, μετά από 5 λεπτά αυτοδιάτασης στον γαστροκνήμιο, βρήκαν μείωση της βράχυνσης του γαστροκνημίου μέχρι και 47% (Morse et al., 2008) και για διάρκεια >15 λεπτών (Mizuno et al., 2011), ενώ σε πρόσφατη έρευνα, μετά από 3x 60s αυτοδιάτασης, η μείωση στην

βράχυνση και στη δύναμη παρέμεινε σημαντική έως 5 λεπτά (Konrad & Tipl, 2020a). Αντίθετα, αυτοδιάταση διάρκειας 20s, δεν είναι ικανή να οδηγήσει σε καμία διαφορά στην βράχυνση του μυός (Sato et al., 2020). Επίσης, σε πρόσφατη έρευνα τονίστηκε ότι, ενώ η αυτοδιάταση 60s αύξησε το εύρος ραχιαίας κάμψης μέχρι και για 40 λεπτά, δεν βρέθηκε διαφορά στη βράχυνση των ιστών οδηγώντας στην υπόθεση ότι η αλλαγή στο εύρος συμβαίνει λόγω αύξησης της ανοχής στη αυτοδιάταση (Konrad & Tipl, 2020b). Σε κάθε περίπτωση, σημαντικό στοιχείο αποτελεί ότι το ποσοστό της δυσκαμψίας δεν επηρεάζει την στατική αυτοδιάταση (Takeuchi, Takemura, Shimono, & Miyakawa, 2018). Από την παραπάνω ανασκόπηση καταλαβαίνουμε ότι η εφαρμογή διατάσεων στους οπίσθιους μύς της κνήμης θα οδηγήσει σε αύξηση του εύρους τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ και, ανάλογα τη διάρκεια παρέμβασης, σε μείωση της βράχυνσης του γαστροκνημίου. Επίσης, η διάρκεια και τα σετ της παρέμβασης παίζουν σημαντικό ρόλο στην δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων.

2.2. Κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο

Σε άτομα με περιορισμένο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, ναι μεν η εφαρμογή κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο και η στατική αυτοδιάταση στους πελματιαίους καμπτήρες (5 λεπτών) αύξησαν το εύρος τροχιάς, μεγαλύτερη άμεση βελτίωση όμως, βρέθηκε μετά την εφαρμογή ενός μοντέλου περιτοναϊκής παραμόρφωσης με το οποίο συγκρίθηκαν (Park & Kim, 2020). Όσον αφορά άτομα με φυσιολογικό εύρος, παρέμβαση 3 σετ

των 20s στις μυϊκές ομάδες των κάτω άκρων δεν έδειξαν σημαντική διαφορά στο εύρος των αρθρώσεων του άκρου (Henning, 2019), όπως και 30s (Kelly & Breadsley, 2016) ή 60s (Somers, Aune, Horten, Kim, & Rogers, 2019; Blades et al., 2020) κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο, δεν βρέθηκαν ικανά να αυξήσουν το εύρος τροχιάς της ΠΔΚ. Ωστόσο, άλλοι ερευνητές μετά από την ίδια διάρκεια κύλισης (3 σετ 20s) σε κύλινδρο με ή χωρίς δόνηση έδειξαν σημαντική αύξηση του εύρους τροχιάς κατά 7% και 6%, αντίστοιχα (García-Gutiérrez, Guillén-Rogel, Cochrane, & Marín, 2018). Μεγαλύτερη διάρκεια κύλισης, 3 σετ των 30s, έδειξε επίσης σημαντική αύξηση, που εντοπίστηκε σε διάρκεια 20 αλλά όχι 30 λεπτών μετά την εφαρμογή (Kelly & Breadsley, 2016; Nakamura et al., 2021). Τέλος, η αύξηση του εύρους τροχιάς έχει βρεθεί ότι μεταφέρεται ως σημαντική και στο αντίθετο πόδι από το οποίο έγινε η παρέμβαση (García-Gutiérrez et al., 2018).

Η εφαρμογή κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο στους πελματιαίους καμπτήρες δεν έχει καμία επίδραση στο κατακόρυφο άλμα (Smith, Pridgeon & Hall, 2018), έπειτα από 20s (Henning, 2019), είτε 2 σετ των 30s (Baumgart et al., 2019) ή 90s κύλισης σε κύλινδρο με ή χωρίς δόνηση (Bailey, 2014), ούτε μετά από 30s ή 60s κύλισης, κάθε μυϊκής ομάδας του κάτω άκρου, με συνέπεια μη σημαντική διαφορά στην προώθηση, στην ταχύτητα ώθησης και στις δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους (Jones, Brown, Coburn, & Noffal, 2015; Blades, Jones, Brownstein & Hicks, 2022), και στην ηλεκτρομυογραφική δραστηριότητα (Mazzei, 2019).

Ωστόσο, διαφορά στην βράχυνση δεν εντοπίστηκε μετά από 30s, 3x30s ή 3min κύλισης στους πελματιαίους καμπήρες (Yoshimura, Schleip, & Hirose, 2020; Nakamura et al., 2021) ούτε στο μήκος των μυϊκών ινών (Yoshimura et al., 2020). Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η μικρή διάρκεια κύλισης δεν επιδρά στη μορφολογία του μυός (Yoshimura et al., 2019), ενώ άλλοι ερευνητές βρήκαν ότι η κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο 2min είναι ικανή να αλλάξει το εύρος της ραχιαίας κάμψης και τη βράχυνση των ιστών αλλά και την κινητικότητα του βαθύτερου στρώματος της περιτονίας (Krause, Wilke, Niederer, Vogt, & Banzer, 2019).

Όσον αφορά τις επιδράσεις της εφαρμογής της κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο στη φυσιολογία των πελματιαίων καμπτήρων, πρόσφατη έρευνα, μετά από 3 λεπτά κύλισης στον γαστροκνήμιο, έδειξε αλλαγή στη θερμοκρασία και στη μηχανική αντίσταση των ινών αλλά και στην περιφέρεια των μυών και μεγαλύτερη βελτίωση του εύρους τροχιάς στα άτομα που έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα νερού στο σώμα τους. Όμως, καμία διαφορά δεν βρέθηκε στη δραστηριότητα του αυτόνομου νευρικού συστήματος, στην καρδιακή συχνότητα και στην ταχύτητα της αιματικής ροής (Yoshimura et al., 2021), ούτε μετά από κύλιση 60s σε κάθε μυϊκή ομάδα του κάτω άκρου (Molloy, 2018). Αντίθετα, έπειτα από 15 λεπτά κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο σε όλο το κάτω άκρο, βρέθηκε μείωση του λόγου συμπαθητικής δραστηριότητας προς του κολπικού τόνου σε νεαρά υγιή άτομα, καθώς και μείωση της πίεσης του αίματος ακόμα και 30 λεπτά μετά την παρέμβαση, συμπεραίνοντας ότι

η μυοπεριτονιακή απελευθέρωση μπορεί να βοηθήσει στην αποφυγή υπέρτασης (Lastova, Nordvall, Walters-Edwards, Allnutt, & Wong, 2018). Τέλος, ερευνητές υποστήριξαν ότι στα άμεσα αποτελέσματα της κύλισης των κάτω άκρων σε αφρώδη κύλινδρο είναι η μείωση της δαπάνης ενέργειας αλλά και η αύξηση της δύναμης των άκρων, όταν εμπεριέχεται ελαστική ενέργεια στην κίνηση (Giovanelli et al., 2018).

Σε σύγκριση του εύρους τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ έπειτα από στατικές διατάσεις, κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο και συνδυασμό των δύο αυτών τεχνικών, στους πελματιαίους καμπήρες, διάρκειας 3 σετ των 30s, βρέθηκε σημαντική αύξηση του εύρους της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ (Skarabot, Beardsley, & Stirn, 2015; Koli, Kanhere, & Ghodey, 2019), με την κύλιση να υπερτερεί των διατάσεων (Koli et al., 2019). Έπειτα από διατάσεις η αύξηση ήταν της τάξης του 6,2% και μετά τον συνδυασμό διατάσεων και κύλισης 9,1%, χωρίς όμως στατιστική διαφορά μεταξύ τους, που παρέμειναν μη σημαντικές μετά από 10 λεπτά, ενώ ο συνδυασμός είχε σημαντικά καλύτερο αποτέλεσμα από την κύλιση (Skarabot et al., 2015).

Από τα παραπάνω, η κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο φαίνεται να βελτιώνει παροδικά το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ και την βράχυνση των πελματιαίων καμπτήρων σε εφαρμογές διάρκειας άνω του ενός λεπτού και δεν οδηγεί σε καμία διαφορά στο κατακόρυφο άλμα, γεγονός που ενισχύει την προτίμησή τους κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης. Επίσης, σε μεγάλη διάρκεια έχει θετικά αποτελέσματα

και στην φυσιολογία των μυών. Τέλος, φαίνεται να υπερτερεί των διατάσεων στις εφαρμογές στους μυς αυτούς. Ωστόσο ο συνδυασμός της κύλισης με τις διατάσεις είναι αποδοτικότερος από τις τεχνικές ανεξάρτητες.

2.3. Υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό

Σε σύγκριση 2 λεπτών εφαρμογής της YKMMEE με στατικές διατάσεις σε άτομα με εύρος ραχιαίας κάμψης ΠΔΚ $<13^\circ$, βρέθηκε σημαντική αύξηση του εύρους τροχιάς, με καμία διαφορά μεταξύ των παρεμβάσεων, όπως βρέθηκε με την ομάδα ελέγχου (Rowlett et al., 2018). Όμως παρά την αύξηση του εύρους τροχιάς, μετά από 5 λεπτά εφαρμογής της YKMMEE, είτε συμπιεστικής μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης δια χειρός, σε άτομα με περιορισμένο εύρος ραχιαίας κάμψης, σημαντική αύξηση βρέθηκε μόνο στην δεύτερη εφαρμογή (Stanek et al., 2018). Τέλος, η στοχευμένη συμπιεστική απελευθέρωση σημείων πυροδότησης πόνου βρέθηκε να οδηγεί επίσης σε μεγαλύτερη αύξηση του εύρους, ενώ η εφαρμογή YKMMEE, 30-60s σε κάθε σημείο που εντοπίστηκε περιορισμός, υπερτερεί στη μείωση του πόνου. Παρά το γεγονός ότι και οι δύο τεχνικές δείχνουν αποτελεσματικές, οι υποψήφιοι έδειξαν προτίμηση στην YKMMEE θεωρώντας την πιο ανεκτή (Vijayakumar, Jaideep, Khankal, Gazbare & Abraham, 2019).

Από στοιχεία που έχουμε από εφαρμογές σε άτομα με φυσιολογικό εύρος τροχιάς, πρόσφατη έρευνα μελέτησε την απόδοση στο κατακόρυφο άλμα μετά από εφαρμογή YKMMEE, κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο και δυναμικών

διατάσεων στους πελματιαίους καμπτήρες και τους οπίσθιους μηριαίους (8 λεπτά για ολόκληρο το πόδι). Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση της απόδοσης μετά τις εφαρμογές, με μεγαλύτερη βελτίωση έπειτα από την εφαρμογή της YKMMEE στους πελματιαίους καμπτήρες. Παρ'όλα αυτά δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των τεχνικών (Pisirici, Ekiz & Ihan, 2020). Ενάντια στα παραπάνω, η εφαρμογή μάλαξης με κύλινδρο επέφερε σημαντικά καλύτερη απόδοση στο κατακόρυφο άλμα, από ότι η YKMMEE που δεν βρέθηκε να βελτιώνει την απόδοση, ενώ το αποτέλεσμα σε δοκιμασία τρεξίματος δεν άλλαξε σημαντικά σε καμία περίπτωση (Stroiney, Mokris, Hanna & Ranney, 2020), ενισχύοντας αποτελέσματα από παλαιότερη μελέτη που δεν βρήκε διαφορά στην απόδοση στο κατακόρυφο άλμα και στη μέγιστη δύναμη μετά από 3min YKMMEE (MacDonald, Baker & Cheatham, 2016).

Όσον αφορά το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, μετά από εφαρμογή 5 λεπτών YKMMEE έχει δείξει αύξηση (Gamboa, Craft, Matos, Flink & Mokris, 2019) κατά $10,7\% \pm 10,8\%$ και μείωση της δυσκαμψία κατά $6,2\% \pm 10,1\%$. Παρ'όλα αυτά δεν άλλαξε τη βράχυνση στους μύες (Ikeda, Otsuka, Kawanishi & Kawakami, 2019). Σε άλλη μελέτη μεταξύ YKMMEE και διατάσεων νευρομυϊκής διευκόλυνσης βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη αύξηση του εύρους ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ και της αντοχής των μυών μετά από την εφαρμογή της YKMMEE στους πελματιαίους καμπτήρες (Ketabchi, Shahrbanian & Tasoujian, 2019). Όμως υπήρξαν και ερευνητές που

μετά από 7-8 λεπτά εφαρμογής δεν εντόπισαν διαφορά στο εύρος, στη μυϊκή βράχυνση και στη ροπή. Ενώ παρατήρησαν αύξηση του πόνου μετά την εφαρμογή της τεχνικής (Vardiman et al., 2014). Σε πρόσφατη έρευνα βρέθηκε ότι εφαρμογή 2 λεπτών ΥΚΜΜΕΕ στους οπίσθιους μυς της κνήμης, είναι ικανή να αυξήσει το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής αλλά δεν έδειξε καμία διαφορά στην απόδοση στη δοκιμασία Y-balance (Lehr, Fink, Ulrich & Butlet, 2022).

Τέλος, αποτελέσματα εφαρμογής 10 λεπτών ΥΚΜΜΕΕ ή μάλαξης στους πελματιαίους καμπήρες έδειξαν αύξηση της θερμοκρασίας και στις δύο περιπτώσεις με μικρή υπεροχή της μάλαξης, η οποία μάλιστα συνέχισε να είναι σημαντική ως και 25 λεπτά μετά την εφαρμογή και διατηρήθηκε σε ένα βαθμό πάνω από μία ώρα (Portillo-Soto, Eberman, Demchak & Peebles, 2014).

Συμπεραίνεται λοιπόν ότι, η ΥΚΜΜΕΕ βελτιώνει το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης ΠΔΚ σε κάθε περίπτωση, ενώ έχει δείξει ότι βελτιώνει και τη δύναμη αλλά και το κατακόρυφο άλμα. Φαίνεται επίσης ότι υπερέχει σε αποτελεσματικότητα της βελτίωσης του εύρους τροχιάς σε σχέση με την κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο. Τέλος, σημαντικό είναι πως υπάρχουν ενδείξεις ότι τα αποτελέσματα της ΥΚΜΜΕΕ έχουν μεγαλύτερη διάρκεια σε σχέση με τις άλλες τεχνικές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

3. Μεθοδολογία

3.1. Δείγμα

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν νεαρά υγιή ενήλικα άτομα ($n = 13$ άνδρες και γυναίκες) με ηλικιακό εύρος 21-30 έτη και εύρος τροχιάς ραχιαίας κάμψης τουλάχιστον της μίας ΠΔΚ $\leq 13^\circ$ (Root et al., 1971; Dinh et al., 2010; Grieve et al., 2011; Lee et al., 2019). Στα κριτήρια αποκλεισμού των ατόμων αυτών από τη μελέτη συμπεριλήφθησαν επώδυνα μυοσκελετικά σύνδρομα (π.χ. οσφυαλγία, πρόσθιος επιγονατιδομηριαίος πόνος) ή/και τραυματισμοί κατά τη διάρκεια του έτους πριν από τη συμμετοχή τους στη μελέτη, προβλήματα ισορροπίας, αγγειακά προβλήματα (π.χ. θρόμβωση, οξεία φλεβίτιδα, κίρσοι) ή/και δερματικές λοιμώξεις.

Όλοι οι δοκιμαζόμενοι συμμετείχαν εθελοντικά και αφού ενημερώθηκαν εγγράφως και προφορικά για τους στόχους της έρευνας υπέγραψαν σχετική δήλωση συγκατάθεσης. Η πειραματική διαδικασία διεξήχθη με την υπ' αριθμ. πρωτ. 1221/16-09-2020, χορηγηθείσα έγκριση της επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής του τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Καποδιστριακού πανεπιστημίου Αθηνών.

3.2. Διαδικασία μετρήσεων

Οι τεχνικές χαλάρωσης εφαρμόστηκαν σε τρεις διαφορετικές συνεδρίες μεταξύ των οποίων μεσολάβησαν επτά ημέρες. Όλες οι συνεδρίες πραγματοποιήθηκαν περίπου την ίδια ώρα της ημέρας (± 1 ώρα) και σε παρόμοιες περιβαλλοντικές συνθήκες. Στην

πρώτη συνεδρία έγινε ενημέρωση του εξεταζόμενου για τις συνθήκες και τις διαδικασίες των μετρήσεων και ζητήθηκε η συμπλήρωση εντύπου που αφορά τα δημογραφικά στοιχεία και ενός ερωτηματολογίου αξιολόγησης της πλευρίωσης των κάτω άκρων. Το πόδι που αξιολογήθηκε επιλέχθηκε με βάση αυτό που εμφάνιζε το μικρότερο εύρος ραχιαίας κάμψης- ανεξάρτητα με το εάν το εύρος αυτό ήταν $\leq 12^\circ$ στο ένα ή και στα δύο πόδια. Οι δοκιμασίες αξιολόγησης του κάτω άκρου επαναλήφθηκαν πριν και μετά την εφαρμογή των τεχνικών χαλάρωσης στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης. Η σειρά εφαρμογής των τεχνικών μεταξύ των συνεδριών, επιλέχθηκε τυχαία, με έλεγχο της επαναληψιμότητας μέσω κλήρωσης.

3.2.1. Καθορισμός κυρίαρχου και στηρικτικού σκέλους

Για τον καθορισμό του κυρίαρχου και του στηρικτικού σκέλους χρησιμοποιήθηκε η ελληνική έκδοση του αναθεωρημένου ερωτηματολογίου πλευρίωσης του ποδιού Waterloo Footedness Questionnaire-Revised (WFQR) (Elias, Bryden, & Bulman-Fleming, 1998). Η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου έχει διερευνηθεί σε προηγούμενες μελέτες και έχει θεωρηθεί επαρκής για την εφαρμογή στην κλινική πρακτική (Kaprili, Athanasopoulos, Stavridis, Billis & Strimpakos, 2015).



Εικόνα 3.1. Μέτρηση μήκους του κάτω άκρου

3.2.2. Μέτρηση μήκους κάτω άκρου

Το μήκος του κάτω άκρου μετρήθηκε από το κάτω χείλος της πρόσθιας άνω λαγόνιας άκανθας ως το κάτω χείλος του έσω σφυρού με τον εξεταζόμενο σε ύπτια κατάκλιση χρησιμοποιώντας κοινή μετροταινία. Η ουδέτερη θέση του ισχίου, της ΠΔΚ και της αστραγαλοσκαφοειδούς άρθρωσης κατά τη διάρκεια της μέτρησης εξασφαλίστηκε με την τοποθέτηση του ποδιού κάθε εξεταζόμενου, σε ειδική ορθογώνια κατασκευή. Η μέτρηση με μετροταινία ακρίβειας 5mm έχει κριθεί ως έγκυρη και αξιόπιστη (Jamaluddin et al., 2011).

3.2.3. Δοκιμασία αξιολόγησης του εύρους κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ

Η μέτρηση του εύρους τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ πραγματοποιήθηκε με τον εξεταζόμενο σε ύπτια κατάκλιση σε θεραπευτική τράπεζα, με το γόνατο

του σε έκταση και την πελματιαία επιφάνεια του ποδιού να εφάπτεται πλήρως σε κάθετη επιφάνεια, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ουδέτερη θέση της υπαστραγαλικής άρθρωσης (0°) χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό κλισιόμετρο (Saunders digital inclinometer, The Saunders Group Inc, Chaska, MN, USA). Το συγκεκριμένο όργανο έχει κριθεί αξιόπιστο και έγκυρο για τη μέτρηση του συγκεκριμένου εύρους κίνησης (Santos et al., 2012). Ως μέγιστο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ θεωρήθηκε αυτό που ο κάθε υποψήφιος μπορεί να πραγματοποιήσει ενεργητικά και χωρίς πόνο. Καταμετρήθηκαν 3 προσπάθειες και ο μέσος όρος τους χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 3.2. Δοκιμασία αξιολόγησης του εύρους κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ από την ύπτια κατάκλιση



Εικόνα 3.3. Θέση υπολογισμού του εύρους κατά τη δοκιμασία αξιολόγησης του εύρους κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ από όρθια στάση

Για την διεξαγωγή της άσκησης των διατάσεων σε κεκλιμένη επιφάνεια μετρήθηκε το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ και στην όρθια στάση. Κατά την δοκιμασία αυτή ζητήθηκε από τον εξεταζόμενο/η να σταθεί μπροστά στον τοίχο και να στηρίξει τα χέρια του σε αυτόν, χωρίς να φορά υποδήματα και κάλτσες. Στη συνέχεια, ζητήθηκε να λυγίσει το μη εξεταζόμενο πόδι, κάνοντας προβολή εμπρός, φέρνοντας το γόνατο σε όσο μεγαλύτερη κάμψη μπορεί ώστε το πίσω (εξεταζόμενο) πόδι να μην ανασηκωθεί ή λυγίσει. Σε αυτή τη θέση ο ερευνητής κατέγραφε το εύρος ραχιαίας κάμψης τοποθετώντας το ψηφιακό κλισιόμετρο, που αναφέρθηκε παραπάνω, στην πρόσθια επιφάνεια της κνήμης. Το εύρος της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ καθορίστηκε με βάση τον μέσο όρο τριών μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν, τοποθετώντας το ψηφιακό κλισιόμετρο στην πρόσθια επιφάνεια της κνήμης (Stanek & Pieczynski, 2020). Οι δοκιμασίες αξιολόγησης του εύρους κίνησης έχουν κριθεί ως αξιόπιστες (Krause, Cloud, Forster, Schrank, & Hollman, 2011).

3.2.4. Δοκιμασία αξιολόγησης δυναμικής ισορροπίας

Για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας μετρήσαμε την μέγιστη απόδοση στο y-test. Για να γίνει αυτό, χρησιμοποιήθηκε κατά την προβολή του ενός εκ των δύο σκελών προς τα εμπρός για 10s, με τον δοκιμαζόμενο/η σε όρθια μονοποδική στήριξη με το ετερόπλευρο σκέλος, μία ιδιοκατασκευή αποτελούμενη από μία ορθογώνια ξύλινη πλατφόρμα, καλυμμένη με ακρυλικό πλαστικό και έναν σωλήνα τοποθετημένο στο πρόσθιο άκρο της πλατφόρμας κατά μήκος του οποίου ολισθαίνει ένα ορθογώνιο ξύλινο πλακίδιο.

Για να θεωρηθεί μια προσπάθεια έγκυρη έπρεπε ο/η εξεταζόμενος/η να διατηρήσει την όρθια μονοποδική στήριξη με τα χέρια του στις λαγόνιες ακρολοφίες, τόσο κατά την προβολή του σκέλους προς τα εμπρός όσο και κατά την επαναφορά στην αρχική θέση, χωρίς να χάσει την ισορροπία



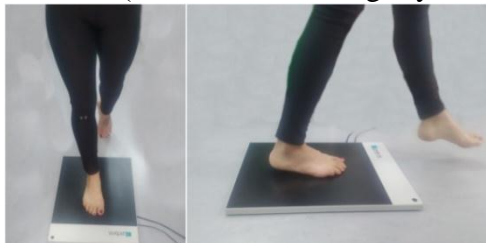
Εικόνα 3.4. Τελική θέση δοκιμασίας αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας

του/της. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε εάν ο/η εξεταζόμενος/η σήκωνε ή μετακινούσε το πόδι του/της από την πλατφόρμα, είτε εάν τα χέρια του/της έχαναν την επαφή με τις λαγόνιες ακρολοφίες ή εάν δεν κατάφερνε να επιστρέψει το εξεταζόμενο άκρο στην αρχική του θέση μετά το τέλος της προσπάθειας.

Το μήκος της απόστασης που προέκυπτε με την ολίσθηση του πλακιδίου από την προβολή του ελεύθερου σκέλους προσδιορίστηκε με μία αυτοκόλλητη κλίμακα μέτρησης (μετροταινία), βαθμονομημένη 1 χιλ., η οποία είναι επικολλημένη πάνω στον σωλήνα. Κάθε εξεταζόμενος/η πραγματοποίησε τρεις προσπάθειες για εξοικείωση και τρεις ακόμα προσπάθειες, ο μέσος όρος των οποίων λήφθηκε υπόψιν στην ανάλυση των αποτελεσμάτων (Linek, Sikora, Wolny & Saulicz, 2017). Η διανυόμενη απόσταση με το ελεύθερο σκέλος εκφράστηκε ως ποσοστιαία αναλογία του μήκους του κάτω άκρου.

3.2.5. Αξιολόγηση των χρονικών και δυναμικών χαρακτηριστικών της φάσης στήριξης της βάδισης

Η παραπάνω αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε με μία πλατφόρμα καταγραφής των πελματιαίων πιέσεων (FDM-S Measuring System

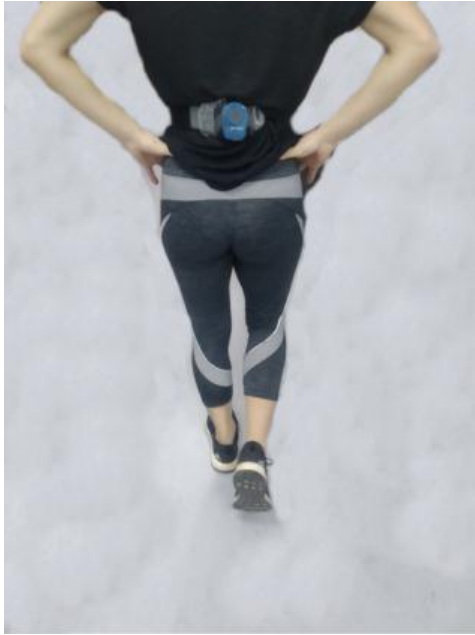


Εικόνα 3.5. Επαφή του ποδιού που αξιολογείται με την πλατφόρμα, κατά την αξιολόγηση των χωροχρονικών χαρακτηριστικών στη φάση στήριξης της βάδισης

for Force Distribution, Zebris Medical GmbH, Germany). Η πλατφόρμα καταγραφής της κατανομής των πελματιαίων πιέσεων που χρησιμοποιήθηκε είναι διαστάσεων 710 x 400 x 15 χιλιοστά, αποτελείται από 2560 αισθητήρες πίεσης και διαθέτει υψηλή συχνότητα μέτρησης. Η ενσύρματη σύνδεση της πλατφόρμας με ηλεκτρονικό υπολογιστή επιτρέπει την καταγραφή, την αποθήκευση και την ανάλυση των αποτελεσμάτων με ειδικό λογισμικό (Win FDMS v.0.1 for Windows, Zebris Medical GmbH, Germany). Στη δοκιμασία αυτή το πόδι που αξιολογούμε έπρεπε να πατήσει ολόκληρο στο κέντρο της πλατφόρμας, καθώς ο/η εξεταζόμενος/η βάδιζε με φυσιολογικό ρυθμό. Για να επιτευχθούν έγκυρες καταγραφές δόθηκε η δυνατότητα εκτέλεσης επαναλήψεων εξοικείωσης, ούτως ώστε να μπορέσει ο/η εξεταζόμενος/η να υπολογίσει την απόσταση που χρειάζεται και να καταφέρει φυσικά να πατήσει στο επιθυμητό σημείο. Συνολικά καταγράφηκαν 5 έγκυρες προσπάθειες.

3.2.6. Δοκιμασίες μέτρησης δύναμης

Δοκιμασία αξιολόγησης κατακόρυφου άλματος: Η αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος έγινε με τη χρήση ενός αδρανειακού αισθητήρα, διαστάσεων M50 x Y70 x Π30 mm και βάρους 35g (Gyko, Microgate, Bolzano, Italy), ο οποίος διαθέτει ενσωματωμένα ένα επιταχυνσιόμετρο, ένα γυροσκόπιο και ένα μαγνητόμετρο και χρησιμοποιείται για την ανάλυση της κίνησης οποιουδήποτε μέλους του



Εικόνα 3.6. Αρχική θέση δοκιμασίας αξιολόγησης κατακόρυφου άλματος

σώματος. Ο αισθητήρας εφαρμόζεται στο ανθρώπινο σώμα με ειδικά διαμορφωμένους μάντες και επιτρέπει καταγραφές σε συχνότητα 1000 Hz και 16g μέγιστη επιτάχυνση. Κατά τη διαδικασία μέτρησης, το σήμα που λαμβάνεται μεταφέρεται ασύρματα μέσω τεχνολογίας Bluetooth σε ηλεκτρονικό υπολογιστή. Για την αποθήκευση, απεικόνιση, επεξεργασία και μετέπειτα ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ειδικό λογισμικό (Gyko Repower έκδοση 1.1.1.10).

Η συσκευή τοποθετήθηκε με τον ειδικό μάντα στην περιοχή της οσφύς του εξεταζόμενου. Ο/Η εξεταζόμενος/η εκτέλεσε ένα κατάκόρυφο άλμα στηριζόμενος/η στο υπό αξιολόγηση κάτω άκρο, φορώντας τα υποδήματα του/της και διατηρώντας τα χέρια του/της στις λαγόνιες ακρολοφίες. Αρχικά δόθηκαν τρεις δοκιμαστικές

υπομέγιστες προσπάθειες για εξοικείωση των συμμετεχόντων με την τεχνική, με σκοπό να εξασφαλιστεί η μέγιστη δυνατή προσπάθεια και η ίδια τεχνική σε κάθε άλμα. Έπειτα καταγράφηκαν 3 προσπάθειες με διάλειμμα 30s. Το εργαλείο αυτό έχει βρεθεί αξιόπιστο και έγκυρο για την δοκιμασία αυτή (Arede, Figueira, Gonzalo-Skok & Leite, 2019).

Δοκιμασία αξιολόγησης της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων: Για την αξιολόγηση της ισομετρικής δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων χρησιμοποιήθηκε μία δυναμοκυψέλη τύπου S, διαστάσεων $Y76,2 \times M51 \times P28,2$ χιλιοστών (FH 5K, Sauter GmbH, Germany), η οποία ήταν συνδεδεμένη με μία συσκευή καταγραφής. Η συσκευή καταγραφής συνδέθηκε με ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω του οποίου έγινε η καταγραφή, η αποθήκευση και η ανάλυση των δεδομένων με ειδικό λογισμικό. Το μοντέλο αυτό έχει εύρος καταμέτρησης 5KN και ανάγνωση 1 N. Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, η δυναμοκυψέλη σταθεροποιήθηκε σε μία μεταλλική ιδιοκατασκευή η οποία είχε στερεωθεί στον τοίχο και περιλαμβάνει ανελαστικούς μάντες για την στερέωση του ποδιού.



Εικόνα 3.7. Θέση σταθεροποίησης ποδιού και λεκάνης κατά τη δοκιμασία αξιολόγησης της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων

Η μέτρηση της ισομετρικής δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων πραγματοποιήθηκε με τον/την κάθε εξεταζόμενο/η στην πρηνή κατάκλιση σε θεραπευτική τράπεζα, με το πόδι που εξεταάστηκε στην ουδέτερη θέση (0° κάμψης). Η θέση της τράπεζας προσαρμόστηκε έτσι ώστε η δυναμοκυψέλη να τοποθετείται στο ύψος των κεφαλών των μεταταρσίων. Ανελαστικοί ιμάντες χρησιμοποιήθηκαν για τη σταθεροποίηση του ποδιού πάνω στην ιδιοκατασκευή και της κνήμη και της λεκάνης στη θεραπευτική τράπεζα. Κάθε εξεταζόμενος/η πραγματοποίησε 2 υπομέγιστες προσπάθειες (50% και 75% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης) των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ για 5 δευτερόλεπτα, με σκοπό την εξοικείωση με τη δοκιμασία. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν τρεις επιπλέον μέγιστες προσπάθειες. Το ποσό της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων υπολογίστηκε από τον μέσο όρο, των τριών μέγιστων τιμών που προέκυψαν από την κάθε προσπάθεια. Μεταξύ των προσπαθειών υπήρχε διάλειμμα ανάπαυσης και αποκατάστασης 1 λεπτού (Brown & Weir, 2001).

3.3. Εφαρμογή τεχνικών χαλάρωσης στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης

3.3.1. Στατικές ασκήσεις αυτοδιάτασης

Οι στατικές ασκήσεις αυτο-διατάσης πραγματοποιήθηκαν από τον/την κάθε εξεταζόμενο/η στην όρθια στάση, πάνω σε κεκλιμένη επιφάνεια, η οποία έχει τη δυνατότητα να ρυθμίζεται έτσι ώστε η κλίση της να είναι 3° μικρότερη από το εύρος



Εικόνα 3.8. Αριστερά: Στατική αυτοδιάταση με το πόδι να πατά σε κεκλιμένη επιφάνεια με το γόνατο σε έκταση, Δεξιά: Στατική αυτοδιάταση σε κεκλιμένη επιφάνεια με το γόνατο σε κάμψη

τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ του/της εξεταζόμενου/ης που επετεύχθη στην όρθια στάση (Akagi & Takahashi, 2013; Kim et al., 2020).

Αφού περιγραφεί η τεχνική και η σωστή εκτέλεση της κάθε δοκιμαζόμενος/η έπρεπε να εκτελέσει αυτοδιάταση των μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης ως το σημείο που γίνει αισθητή μικρή ενόχληση, αλλά όχι πόνος. Οι ασκήσεις αυτοδιάτασης πραγματοποιήθηκαν στο υπό αξιολόγηση σκέλος, με το γόνατο σε μερική κάμψη και σε έκταση. Το ετερόπλευρο σκέλος στηριζόταν ελαφρώς είτε στο έδαφος, είτε σε σκαλοπάτι δίπλα από την κατασκευή, ενώ τα χέρια του/της εξεταζόμενου/ης χρησιμοποιούνταν για την στήριξη του/της από σταθερή επιφάνεια. Η συνολική διάρκεια των ασκήσεων ήταν 6 λεπτά και πραγματοποιήθηκε σε 3 σετ των 30s για κάθε στατική αυτοδιάταση (με το γόνατο σε έκταση και σε κάμψη) με 30s διάλειμμα μεταξύ των σετ, ενώ το διάλειμμα πριν την αλλαγή εκτέλεσης αυτοδιάτασης με κάμψη γόνατος σε αυτοδιάταση με έκταση γόνατος, ήταν 1 λεπτό. Η καταγραφή της ισομετρικής δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων έχει κριθεί αξιόπιστη (Hébert-Losier & Murray, 2019).



Εικόνα 3.9. Κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο στην έξω οπίσθια επιφάνεια της κνήμης

3.3.2. Κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο

Ο κύλινδρος που χρησιμοποιήθηκε για την κύλιση ήταν ο Blackroll Standard (Blackroll, Germany), μεγέθους 30cm x 15cm, 152g. Η διαδικασία διεξήχθη σε στρώμα γυμναστικής, στο δάπεδο. Ένας πιστοποιημένος θεραπευτής στην κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο (Blackroll, Germany), ενημέρωσε τους εξεταζόμενους σχετικά με την τεχνική και τη σωστή εκτέλεση της. Στην αρχή έγινε εξοικείωση με την τεχνική. Στη συνέχεια ζητήθηκε από τον εξεταζόμενο να εφαρμόσει κύλιση στους οπίσθιους μύς της κνήμης υπό συγκεκριμένες οδηγίες. Κατά την διαδικασία, το σκέλος που υποβάλλονταν σε κύλιση, ακουμπούσε τον κύλινδρο και το άλλο ζητήθηκε να τοποθετηθεί πάνω του ώστε να αυξάνεται η εφαρμοζόμενη πίεση. Ο εξεταζόμενος εφαρμόζοντας δύναμη στα χέρια του, ανασήκωνε το βάρος του και εκτελούσε γραμμικές κινήσεις πάνω στον κύλινδρο. Οι ολισθήσεις επαναλήφθηκαν με έσω και έξω στροφή στο ισχίο για να εφαρμόζεται πίεση στην έσω και έξω πλευρά της κνήμης, με τυχαία επιλογή της στροφής του ισχίου που εφαρμόστηκε αρχικά.

Η παρέμβαση διήρκεσε 6 λεπτά (Bailey, 2014; Yildiz & Akyildiz, 2018), 3x 30 δευτερόλεπτα (Dębski et al., 2019) με έσω στροφή στο ισχίο για να στοχεύσουμε στην έσω κεφαλή

και 3 x 30s με έξω στροφή στο ισχίο για να στοχεύσουμε στην έξω κεφαλή του γαστροκνημίου, με συχνότητα 15 beats ανά μισό λεπτό που καθορίστηκε με μετρονόμο (2s το κάθε beat), (Mazzei, 2019; Murray, Jones, Horobeanu, Turner & Sproule, 2016; Somers et al., 2019) και με 30 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων (Dębski et al., 2019), ενώ το διάλειμμα πριν την αλλαγή έσω/έξω ήταν 1 λεπτό.

3.3.3. Υποβοηθούμενη Κινητοποίηση Μαλακών Μορίων Με Ειδικό Εξοπλισμό (ΥΚΜΜΕΕ)

Η ΥΚΜΜΕΕ εφαρμόστηκε από πιστοποιημένο θεραπευτή (Ergon IASTM Technique, Greece). Ο εξεταζόμενος έπρεπε να βρίσκεται σε αναπαυτική και υποστηριζόμενη θέση, για να επιτραπεί η πρόσβαση σε ολόκληρη τη μυϊκή ομάδα. Για την εφαρμογή της ΥΚΜΜΕΕ χρησιμοποιήθηκαν τα τρία εργαλεία της ERGON IASTM (Fascializer, Rhino). Πριν από την εφαρμογή απλώθηκε, στο δέρμα της περιοχής που έγινε η κινητοποίηση, ειδική αλοιφή (Ergon Cream, Greece) ώστε να μειωθούν οι τριβές μεταξύ εργαλείου και δέρματος. Το πρώτο λεπτό αφιερώθηκε στον εισαγωγικό



Εικόνα 3.10. Εφαρμογή ΥΚΜΜΕΕ στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης

χειρισμό RUB (εργαλείο Rhino), έτσι ώστε να προετοιμαστεί κατάλληλα η περιοχή για τους επερχόμενους χειρισμούς. Στην συνέχεια ακολούθησαν χειρισμοί μεγάλων επιφανειών, όπως WAVE, οι οποίοι αποσκοπούν στην αξιολόγηση της περιοχής προς όλες τις κατευθύνσεις και στην κινητοποίηση μυοπεριτονιακών προσκολλησεων.




Έπειτα, χρησιμοποιήθηκαν ο διαγώνιος χειρισμός αποκόλλησης SNAKE, που έχει την ικανότητα να κινητοποιεί μαζικά την περιτονία και ο ημικυκλικός χειρισμός RAZOR και ο κυκλικός χειρισμός GLOBE (Fascializer). Ο χειρισμός SEP (Fascializer) εφαρμόστηκε για να επιτευχθεί ο διαχωρισμός της γαστέρας του γαστροκνημίου και της κνήμης με την έσω κεφαλή αυτού, ενώ ο χειρισμός SCULPT εφαρμόστηκε στην περιοχή του αχίλλειου τένοντα για να αποκολλήσει ρικνώσεις της περιοχής

(Rhino). Η κίνηση των εργαλείων έγινε προς όλες τις κατευθύνσεις (παράλληλα, εγκάρσια και διαγώνια των ιών). Το βάθος και η πίεση εφαρμογής εξαρτήθηκε από την ανοχή του ασθενή. Η γωνία εφαρμογής των χειρισμών RUB, WAVE, RAZOR και GLOBE κυμάνθηκε από 30-60 μοίρες. Η διαδικασία διήρκεσε 6 λεπτά (McMurray et al., 2015).

3.4. Στατιστική ανάλυση

Το μέγεθος του δείγματος, προκειμένου να επιτευχθεί στατιστική σημαντικότητα σε επίπεδο $\alpha = 0.05$, 80 % στατιστική ισχύ και επίδραση μεγέθους (f) = 0.2526 (υπολογισμένο με βάση το $\eta^2 = 0.06$), υπολογίστηκε a priori με ανάλυση στατιστικής ισχύος χρησιμοποιώντας τη διαδικτυακή εφαρμογή G * Power, έκδοση 3.1.9.2. (Franz Faul, Universität Kiel, Germany). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι ο αριθμός των συμμετεχόντων

Πίνακας 3.1. Περιγραφή πρωτοκόλλων παρέμβασης

Άσκηση	Περιγραφή	Σετ(n)× Διάρκεια(s)/ Διάλειμμα(s)
	Στατική αυτοδιάταση των μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης σε κεκλιμένη επιφάνεια -αυτοδιάταση με γόνατο σε έκταση -αυτοδιάταση με γόνατο σε κάμψη	3× 30/30 3x 30/30
	Κύλιση των μυών του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης σε αφρώδη κύλινδρο - κύλιση στην έσω επιφάνεια - κύλιση στην έξω επιφάνεια	3× 30/30 3× 30/30
	Εφαρμογή ΥΚΜΜΕΕ στους μυς του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης -προθέρμανση rub -εφαρμογή τεχνικής	1x 60 1x 300

που θα έπρεπε να συμμετέχει στην παρούσα μελέτη ήταν 15 άτομα.

Μετά την συλλογή των δεδομένων έγινε έλεγχος της διακύμανσης μεταξύ των επαναλήψεων που δόθηκαν σε κάθε δοκιμασία, με τον συντελεστή διακύμανσης CV %. Στη συνέχεια έγινε έλεγχος της κανονικότητας μεταξύ των διασπορών των συμμετεχόντων σύμφωνα με τη δοκιμασία Shapiro-Wilk.

Οι διαφορές μεταξύ των τεχνικών χαλάρωσης (ασκήσεις αυτοδιάτασης vs. κυλίσσεις σε αφρώδη κύλινδρο vs YKMMEE) και των χρονικών φάσεων αξιολόγησης (πριν και μετά την εφαρμογή των τεχνικών) εξετάστηκαν με ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις κατά δύο παράγοντες (Two-way repeated measures ANOVA). Έγινε έλεγχος σφαιρικότητας και όπου βρέθηκε σημαντικός (διάρκεια επαφής ποδιού στην πλατφόρμα από την πτέρνα ως το μεγάλο δάχτυλο) για την ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε χρήση της διόρθωσης Greenhouse-Geisser ($\epsilon < 0.75$). Οι παρατηρήσεις έγιναν αρχικά επί των κύριων επιδράσεων και ακολούθως ανά ζεύγη μεταξύ των επιμέρους μεθόδων χαλάρωσης για την κάθε χρονική φάση, χρησιμοποιώντας την προσαρμογή Bonferroni προκειμένου να αποφευχθεί στατιστικό σφάλμα Τύπου I. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό πρόγραμμα στατιστικής επεξεργασίας και ανάλυσης δεδομένων SPSS 28.0.1.1 (IBM Corp, Armonk, NY, USA), ενώ το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο επίπεδο $p \leq .05$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

Αποτελέσματα

4.1. Ατομικά στοιχεία

Συμμετείχαν 16 άτομα (6 Γυναίκες, 10 Άνδρες), όμως μόνο οι 13 (4 Γυναίκες, 9 Άνδρες) ολοκλήρωσαν και τις συνεδρίες και συμπεριλήφθηκαν στις αναλύσεις των αποτελεσμάτων. Από τα άτομα αυτά μόνο ένα δεν συμμετέχει σε κάποια αθλητική δραστηριότητα, 3 άτομα συμμετέχουν λιγότερο από 5 χρόνια, 2 μεταξύ 5,0-10, 5 μεταξύ 10-15 και δύο πάνω από 15 έτη.

Έπειτα από έλεγχο και των δύο ποδιών, 5 άτομα είχαν μικρότερο εύρος στο δεξί πόδι και τα υπόλοιπα 7 στο αριστερό. Το κυρίαρχο/επιδέξιο πόδι ήταν σε 12 άτομα το δεξί και σε 1 το αριστερό. Το στηρικτικό πόδι ήταν σε 6 άτομα το δεξί, σε 5 το

Πίνακας 4.1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

	Μέση τιμή (τυπική απόκλιση)
Ηλικία (έτη)	25,0 (3,2)
Ανάστημα (cm)	173,9 (9,0)
Βάρος (kg)	72,9 (12,3)
ΔΜΣ(kg/cm ²)	24,0(2,9)

Σημειώσεις: ΔΜΣ= δείκτης μάζας σώματος

αριστερό και σε 2 ήταν ουδέτερο. Σε σχέση με την κυριαρχία, μικρότερο εύρος τροχιάς βρέθηκε στο πόδι 6 ατόμων, ενώ το στηρικτικό πόδι ήταν για 11 άτομα αυτό με το μικρότερο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής

Πίνακας 4.2. Διακύμανση του συντελεστή διακύμανσης %

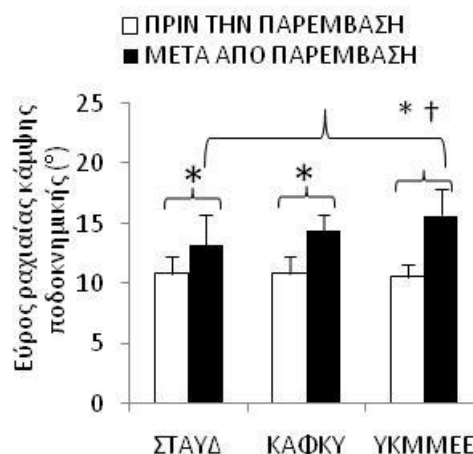
	ΣΔ		ΚΣΑΚ		ΥΚΜΜΕΕ	
	πριν	μετά	πριν	μετά	πριν	μετά
ΕΤΡΚΠΔΚ	0,0-13,0	0,-10,0	0,0-11,1	0,0-6,3	0,0-11,1	0,0-6,7
ΚΑ	0,6-6,0	0,7-5,6	1,5-12,1	0,7-7,3	1,6-9,4	0,6-7,5
ΙΔΠΚ	1,2-12,9	1,4-10,6	1,8-9,9	0,8-8,3	1,2-9,8	0,9-11,3
ΔΙ	0,6-3,3	1,2-3,2	0,7-3,7	0,4-6,5	0,7-5,7	0,8-6,2
ΔΦΣ	1,6-6,3	1,1-8,1	1,7-7,3	1,7-6,2	1,4-6,1	1,4-6,7
ΜΠΠΠ	3,8-15,0	3,4-12,9	1,5-12,3	3,2-13,1	2,6-16,5	2,9-11,9
ΜΠΠΡΠ	2,5-18,5	3,0-20,7	4,4-22,7	0,9-23,5	2,6-17,4	3,7-20,9
ΜΠΜΠ	4,3-29,9	9,5-40,5	9,6-48,9	10,5-32,7	12,5-36,7	8-31,0

Σημειώσεις: ΣΔ = στατικές διατάσεις, ΚΣΑΚ = κυλίσεις σε αφρώδη κύλινδρο, ΥΚΜΜΕΕ = υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό, ΕΤΡΚΠΔΚ = εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής, ΚΑ = κατακόρυφο άλμα, ΙΔΠΚ = ισομετρική δύναμη πελματιαίων καμπτήρων, ΔΙ= δυναμική ισορροπία, ΔΦΣ = διάρκεια φάσεις στήριξης, ΜΠΠΠ = μέγιστη πίεση στο πίσω πόδι, ΜΠΠΡΠ = μέγιστη πίεση στο πρόσθιο πόδι, ΜΠΜΠ = μέγιστη πίεση στο μέσο πόδι

Ο έλεγχος της κανονικότητας έδειξε ότι δεν υπήρχαν ακραίες τιμές ανάμεσα στα αποτελέσματα και ο έλεγχος της διακύμανσης έδειξε ότι δεν υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ των περιπτώσεων.

4.2. Εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν σημαντική κύρια επίδραση για τη φάση αξιολόγησης [$F(1,12) = 92,54$ $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,885$] και την αλληλεπίδραση μεταξύ των φάσεων αξιολόγησης (πριν και μετά την εφαρμογή της παρέμβασης) και των μεθόδων μυοπεριτονιακής χαλάρωσης στο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής [$F(2,24) = 11,723$ $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,494$]. Οι συγκρίσεις κατά ζεύγη έδειξαν μεγαλύτερη αύξηση του εύρους τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής μετά την εφαρμογή της ΥΚΜΜΕΕ ($10,5 \pm 1,1^\circ$ vs $15,7 \pm 2,2^\circ$, $p < 0,001$), ακολουθούμενη από τις κυλίσεις σε αφρώδη κύλινδρο ($10,8 \pm 1,4$ vs $14,4 \pm 1,3$, $p < 0,001$) και τις αυτοδιατάσεις ($10,8 \pm 1,5^\circ$ vs $13,2 \pm 2,5^\circ$, $p < 0,001$). Οι μετρήσεις του εύρους τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όταν πραγματοποιήθηκαν πριν την εφαρμογή των τεχνικών μυοπεριτονιακής χαλάρωσης των οπίσθιων μυών της κνήμης. Ωστόσο, το εύρος της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής αυξήθηκε περισσότερο μετά την εφαρμογή την ΥΚΜΜΕΕ απ'ότι με τις αυτοδιατάσεις ($p < 0,05$). Η κύρια επίδραση για την τεχνική μυοπεριτονιακής χαλάρωσης δεν ήταν στατιστικώς σημαντική [$F(2,24) = 1,722$ $p = 0,2$, $\eta^2 = 0,125$].

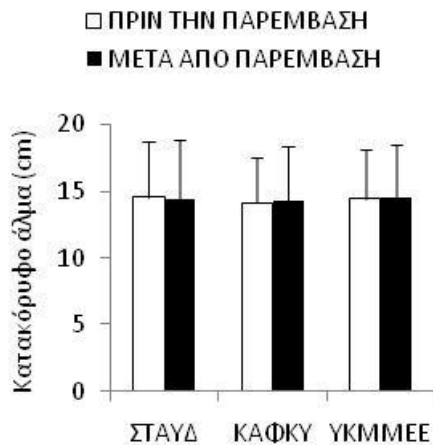


Σχήμα 4.9. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις (ράβδοι σφαλμάτων) της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής ($^\circ$) πριν και μετά την εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων (ΣΤΑΥΔ), κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο (ΚΑΦΚΥ) και ΥΚΜΜΕΕ (υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορών με ειδικό εξοπλισμό). * σημαντική διαφορά συγκριτικά με την μέτρηση του εύρους πριν την εφαρμογή της τεχνικής ($p < 0,001$). † σημαντική διαφορά συγκριτικά με την μέτρηση του εύρους μετά την εκτέλεση αυτοδιατάσεων ($p < 0,05$). ΠΔΚ = ποδοκνημική

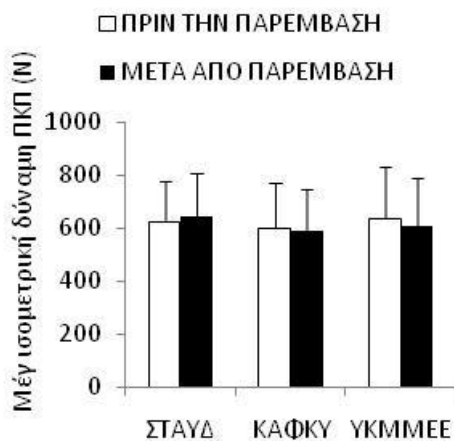
4.3. Κατακόρυφο άλμα

Στο κατακόρυφο άλμα στην παρούσα μελέτη δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές τόσο για τις κύριες επιδράσεις της φάσης αξιολόγησης [$F(1,12) = 0,024$ $p = 0,881$, $\eta^2 =$

$0,002$] και της τεχνικής μυοπεριτονιακής χαλάρωσης [$F(2,24) = 0,449$ $p = 0,644$, $\eta^2 = 0,036$], όσο και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους [$F(2,24) = 0,728$ $p = 0,493$, $\eta^2 = 0,057$]. Το κατακόρυφο άλμα ανερχόταν σε $14,56 \pm 4,17$ cm και $14,33 \pm 4,52$ cm πριν και μετά την εκτέλεση αυτοδιατάσεων αντίστοιχα, $14,14 \pm 3,39$ cm και $14,25 \pm 4,05$ cm πριν και μετά των κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο και $14,45 \pm 3,63$ cm και $14,46 \pm 4,00$ cm πριν και μετά την ΥΚΜΜΕΕ.



Σχήμα 4.10. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις (ράβδοι σφαλμάτων) του μέγιστου ύψους κατακόρυφου άλματος (cm) πριν και μετά την εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων (ΣΤΑΥΔ), κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο (ΚΑΦΚΥ) και ΥΚΜΜΕΕ (υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορών με ειδικό εξοπλισμό).



Σχήμα 4.11. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις (ράβδοι σφαλμάτων) της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων (N) πριν και μετά την εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων (ΣΤΑΥΔ), κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο (ΚΑΦΚΥ) και ΥΚΜΜΕΕ (υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό). ΠΚ = πελματιαίων καμπτήρων

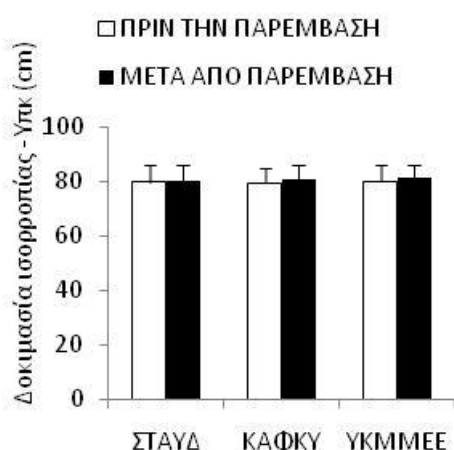
4.4. Ισομετρική δύναμη πελματιαίων καμπτήρων

Τόσο οι κύριες επιδράσεις της φάσης αξιολόγησης [$F(1,12) = 0,805$ $p = 0,881$, $\eta^2 = 0,002$] και της τεχνικής μυοπεριτονιακής χαλάρωσης [$F(2,24) = 1,867$ $p = 0,176$, $\eta^2 = 0,135$] όσο και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους [$F(2,24) = 2,843$ $p = 0,078$, $\eta^2 = 0,192$] για την ισομετρική δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων δεν βρέθηκαν σημαντικές. Η ισομετρική δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων ανερχόταν σε $623,70 \pm 153,0N$ και $642,4 \pm 166,7N$ πριν και μετά την εκτέλεση αυτοδιατάσεων αντίστοιχα, $601,3 \pm 169,5N$ και $587,4 \pm 161,7N$ πριν και μετά των κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο και $639,3 \pm 192,8N$ και $608,1 \pm 186,2N$ πριν και μετά την ΥΚΜΜΕΕ

4.5. Δυναμική ισορροπία του σώματος

Στη δυναμική ισορροπία σώματος, όπως εκφράστηκε από την μέγιστη απόδοση (cm) στην πρόσθια κατεύθυνση στο Y test, βρέθηκε σημαντική διαφορά για τις κύριες επιδράσεις της φάσης αξιολόγησης (πριν και μετά την εφαρμογή της παρέμβασης) [$F(1,12) = 4,817$ $p < 0,05$, $\eta^2 = 0,286$], όμως στις συγκρίσεις κατά ζεύγη δεν υπήρξε καμία σημαντική διαφορά. Επίσης βρέθηκε μη σημαντική διαφορά στην αλληλεπίδραση μεταξύ των φάσεων αξιολόγησης (πριν και μετά την εφαρμογή της παρέμβασης) και των μεθόδων μυοπεριτονιακής χαλάρωσης [$F(2,24) = 0,792$ $p = 0,439$, $\eta^2 = 0,062$] και στην κύρια επίδραση για την τεχνική μυοπεριτονιακής χαλάρωσης [$F(2,24) = 0,206$ $p = 0,815$, $\eta^2 = 0,017$].

Η μέγιστη απόδοση (cm) στην πρόσθια κατεύθυνση του Y test ήταν $79,8 \pm 6,1\text{cm}$ και $80,2 \pm 6,0\text{cm}$ πριν και μετά την εφαρμογή των αυτοδιατάσεων, $79,4 \pm 5,4\text{cm}$ και $80,8 \pm 5,5\text{cm}$ πριν και μετά των κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο και $80,1 \pm 5,8\text{cm}$ και $81,0 \pm 5,2\text{cm}$ πριν και μετά την ΥΚΜΜΕΕ.



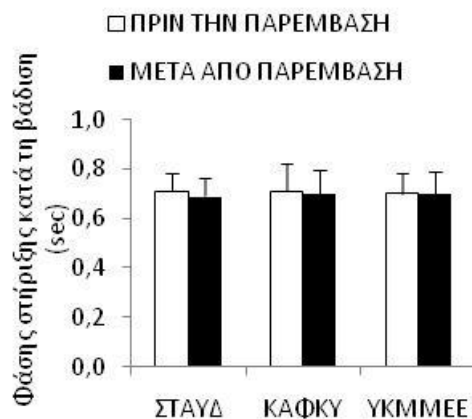
Σχήμα 12.4. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις (ράβδοι σφαλμάτων) της μέγιστης απόδοσης (cm) στην πρόσθια κατεύθυνση στο Y test πριν και μετά την εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων (ΣΤΑΥΔ), κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο (ΚΑΦΚΥ) και ΥΚΜΜΕΕ (υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό).

4.6. Χαρακτηριστικά της φάσης στήριξης της βάρδισης

Τόσο οι κύριες επιδράσεις της φάσης αξιολόγησης [$F(1,12) = 0,884$ $p = 0,366$, $\eta^2 = 0,069$] και της τεχνικής μυοπεριτονιακής χαλάρωσης [$F(2,24) = 0,449$ $p = 0,643$, $\eta^2 = 0,036$] όσο και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους [$F(2,24) = 0,987$ $p = 0,387$, $\eta^2 = 0,076$] για την διάρκεια (sec) της φάσης στήριξης κατά τη βάρδιση δεν βρέθηκαν σημαντικές.

Η διάρκεια της φάσης στήριξης κατά τη βάρδιση ήταν $0,70 \pm 0,07\text{sec}$ και $0,69 \pm 0,07\text{sec}$ πριν και μετά την εφαρμογή αυτοδιατάσεων, $0,71 \pm$

$0,11\text{sec}$ και $0,70 \pm 0,10\text{sec}$ πριν και μετά των κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο και $0,70 \pm 0,08\text{sec}$ και $0,70 \pm 0,09\text{sec}$ πριν και μετά την ΥΚΜΜΕΕ

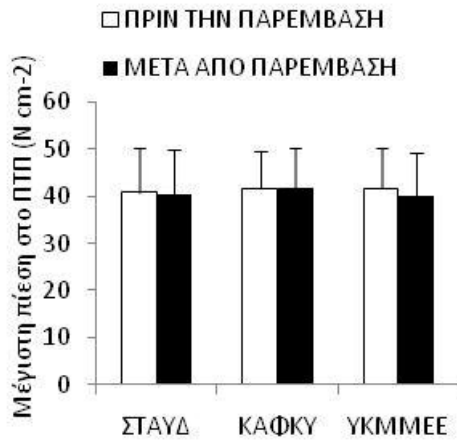


Σχήμα 4.13. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις (ράβδοι σφαλμάτων) της διάρκειας (sec) της φάσης στήριξης κατά τη βάρδιση πριν και μετά την εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων (ΣΤΑΥΔ), κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο (ΚΑΦΚΥ) και ΥΚΜΜΕΕ (υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό).

Τόσο οι κύριες επιδράσεις της φάσης αξιολόγησης [$F(1,12) = 2,350$ $p = 0,151$, $\eta^2 = 0,164$] και της τεχνικής μυοπεριτονιακής χαλάρωσης [$F(2,24) = 1,092$ $p = 0,352$, $\eta^2 = 0,083$] όσο και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους [$F(2,24) = 0,699$ $p = 0,522$, $\eta^2 = 0,053$] για την μέγιστη πίεση που ασκήθηκε στην πλατφόρμα από το πρόσθιο μέρος του ποδιού κατά τη φάση προώθησης της βάρδισης δεν βρέθηκαν σημαντικές.

Η μέγιστη πίεση που ασκήθηκε στην πλατφόρμα από πρόσθιο μέρος του ποδιού κατά τη φάση προώθησης της βάρδισης βρέθηκε $40,77 \pm 9,61\text{N} / \text{cm}^2$ και $40,27 \pm 9,50\text{N} / \text{cm}^2$ πριν και μετά τις αυτοδιατάσεις, $41,55 \pm 7,89\text{N} / \text{cm}^2$ και $41,59 \pm 8,60\text{N} / \text{cm}^2$ πριν και μετά τις κυλίσεις σε αφρώδη

κύλινδρο και $41,56 \pm 8,72\text{N} / \text{cm}^2$ και $39,85 \pm 9,28\text{N} / \text{cm}^2$ πριν και μετά την ΥΚΜΜΕΕ.



Σχήμα 4.14. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις (ράβδοι σφαλμάτων) της μέγιστη πίεσης προσθια του ποδιού (ΠΠΠ) στην φάση προώθησης κατά τη βάδιση (N / cm^2) πριν και μετά την εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων (ΣΤΑΥΔ), κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο (ΚΑΦΚΥ) και ΥΚΜΜΕΕ (υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό). ΜΠΠ = μέγιστη πίεση

Τόσο οι κύριες επιδράσεις της φάσης αξιολόγησης [$F(1,12) = 0,008$ $p = 0,931$, $\eta^2 = 0,001$] και της τεχνικής μυοπεριτονιακής χαλάρωσης [$F(2,24) = 0,521$ $p = 0,6$, $\eta^2 = 0,042$] όσο και της αλληλεπίδρασης μεταξύ τους [$F(2,24) = 0,757$ $p = 0,480$, $\eta^2 = 0,059$] για την μέγιστη πίεση που ασκήθηκε στην πλατφόρμα από το μέσο μέρος του ποδιού στο μέσο της φάσης στήριξης της βάδισης δεν βρέθηκαν σημαντικές.

Η μέγιστη πίεση που ασκήθηκε στην πλατφόρμα από μέσο μέρος του ποδιού, στο μέσο της φάσης στήριξης της βάδισης βρέθηκε $13,44 \pm 4,87\text{N} / \text{cm}^2$ και $13,09 \pm 5,74\text{N} / \text{cm}^2$ πριν και μετά και μεταξύ την εφαρμογή των αυτοδιατάσεων, $13,06 \pm 4,47\text{N} / \text{cm}^2$ και $13,79 \pm 4,88\text{N} / \text{cm}^2$ πριν και μετά των κυλίσεων σε αφρώδη

κύλινδρο και $(14,00 \pm 4,84\text{N} / \text{cm}^2$ και $13,76 \pm 6,60\text{N} / \text{cm}^2$ πριν και μετά την ΥΚΜΜΕΕ.

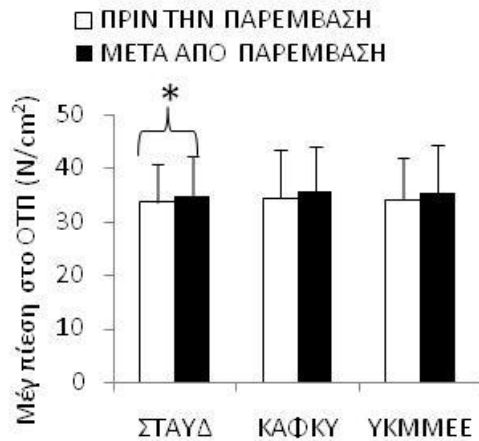


Σχήμα 4.15. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις (ράβδοι σφαλμάτων) της μέγιστη πίεσης στο μέσο του ποδιού (ΜΠΠ) στην φάση στήριξης κατά τη βάδιση (N / cm^2) πριν και μετά την εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων (ΣΤΑΥΔ), κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο (ΚΑΦΚΥ) και ΥΚΜΜΕΕ (υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό).

Η μέγιστη πίεση που ασκήθηκε στην πλατφόρμα από πίσω μέρος του ποδιού, στην αρχή της φάσης στήριξης βρέθηκε σημαντική διαφορά για τις κύριες επιδράσεις της φάσης αξιολόγησης (πριν και μετά την εφαρμογή της παρέμβασης) [$F(1,12) = 11,528$ $p < 0,005$, $\eta^2 = 0,490$] και μη σημαντική διαφορά στην αλληλεπίδραση μεταξύ των φάσεων αξιολόγησης (πριν και μετά την εφαρμογή της παρέμβασης) και των μεθόδων μυοπεριτονιακής χαλάρωσης [$F(2,24) = 0,305$ $p = 0,740$, $\eta^2 = 0,025$] και στην κύρια επίδραση για την τεχνική μυοπεριτονιακής χαλάρωσης [$F(2,24) = 0,006$ $p = 0,994$, $\eta^2 = 0,001$].

Στις συγκρίσεις κατά ζεύγη βρέθηκε αύξηση μετά την εφαρμογή

αυτοδιάτασης ($33,71 \pm 7,16\text{N} / \text{cm}^2$ vs $34,70 \pm 7,68\text{N} / \text{cm}^2$, $p < 0,05$), χωρίς διαφορά από την εφαρμογή των κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο ($34,43 \pm 9,14\text{N} / \text{cm}^2$ vs $35,50 \pm 8,54\text{N}/\text{cm}^2$) και την ΥΚΜΜΕΕ ($34,22 \pm 7,7 \text{ N} / \text{cm}^2$ vs $35,25 \pm 9,16\text{N} / \text{cm}^2$).



Σχήμα 4.16. Μέσοι όροι και σταθερές αποκλίσεις (ράβδοι σφαλμάτων) της μέγιστη πίεσης οπίσθια του ποδιού (ΟΤΠ) στην αρχική φάση στήριξης κατά τη βόδιση (N/cm^2) πριν και μετά την εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων (ΣΤΑΥΔ), κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο (ΚΑΦΚΥ) και ΥΚΜΜΕΕ (υποβοηθούμενη κινητοποίηση μαλακών μορίων με ειδικό εξοπλισμό). * σημαντική διαφορά συγκριτικά με την μέτρηση της μέγιστη πίεσης πριν την εφαρμογή της τεχνικής ($p < 0.001$).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

Συζήτηση

5.1. Το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής μετά την εφαρμογή τεχνικών χαλάρωσης

Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε σημαντική αύξηση του εύρους τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ μετά την εφαρμογή των παρεμβάσεων μυοπεριτονιακής χαλάρωσης του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης. Η αύξηση του εύρους μετά την εφαρμογή της ΥΚΜΜΕΕ ήταν μεγαλύτερη από ότι μετά την εφαρμογή κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο, και σημαντικά μεγαλύτερη από ότι μετά την εκτέλεση στατικών αυτοδιατάσεων. Παλαιότερα ευρήματα, από μελέτες σε άτομα με περιορισμένο (Lee et al., 2019; Lee et al., 2021) και φυσιολογικό εύρος τροχιάς (Morse et al., 2008; Mizuno et al., 2011; Ce et al., 2015; Konrad et al., 2019; Konrad & Tilp 2020a; Sato et al., 2020), συμφωνούν στο ότι η εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων ίδιας περίπου χρονικής διάρκειας με αυτή της παρούσας μελέτης οδηγεί σε αύξηση του εύρους της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ. Το εύρος τροχιάς ξεκινά να μειώνεται άμεσα μετά την εφαρμογή των αυτοδιατάσεων γι αυτό η διαφορά με την αρχική μέτρηση παύει σύντομα να είναι σημαντική (Mizuno et al., 2011; Konrad et al., 2019; Konrad & Tilp 2020a; Sato et al., 2020).

Μετά την εφαρμογή παρόμοιας διάρκειας κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο έχει βρεθεί, όπως και στην παρούσα μελέτη, σημαντική αύξηση στο εύρος της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ (Kelly & Breadsley, 2016; Garcia-Guierrez et al., 2018; Park &

Kim, 2020; Nakamura et al., 2021). Άλλοι ερευνητές ωστόσο έχουν εντοπίσει μη σημαντική αύξηση στο συγκεκριμένο εύρος τροχιάς μετά από κυλίσεις σε αφρώδη κύλινδρο διάρκειας έως 1 λεπτό συνολικά (Kelly & Breadsley, 2016; Henning, 2019; Somers et al., 2019; Blades et al., 2020). Όπως και στην περίπτωση των διατάσεων η αύξηση αυτή διατηρήθηκε για βραχύ χρονικό διάστημα (Kelly & Breadsley, 2016; Nakamura et al., 2021). Η εφαρμογή της ΥΚΜΜΕΕ, έχει βρεθεί και σε παλαιότερες μελέτες εξίσου ευεργετική με την παρούσα μελέτη στην αύξηση του εύρους της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ (Rowlett et al., 2018, Vijayakumar et al., 2019; Gamboa et al., 2019; Ikeda et al., 2019; Lehr et al., 2022). Αντίθετα υπήρξε μία μελέτη που έγινε σε άτομα με περιορισμένο εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ στην οποία δεν βρέθηκε σημαντική επίδραση της τεχνικής αυτής (Stanek et al., 2018).

Συγκρίνοντας τις τεχνικές μεταξύ τους σε ότι αφορά την επίδραση τους στο εύρος τροχιάς της ΠΔΚ, όπως και σε παλαιότερη μελέτη βρέθηκε μη σημαντική διαφορά μεταξύ των αυτοδιατάσεων και των κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο, με τις αυτοδιατάσεις όμως να προκαλούν μεγαλύτερη αύξηση της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ ($2,0^\circ \pm 2,71^\circ$) έναντι των κυλίσεων ($0,7^\circ \pm 0,67^\circ$) (Park & Kim, 2020). Επίσης αντίθετα με τα ευρήματα της παρούσας ο Rowlett και οι συνεργάτες του (2018) δεν βρήκαν σημαντική διαφορά μεταξύ των αυτοδιατάσεων και της ΥΚΜΜΕΕ.

Η οξεία αύξηση του εύρους τροχιάς μετά από τις τεχνικές

χαλάρωσης οφείλεται αρχικώς στην επιμήκυνση των βραχυμένων μυϊκών ινών. Η αύξηση του εύρους τροχιάς χωρίς αύξηση στην ελαστικότητα των ιστών οδηγεί στην υπόθεση ότι η αλλαγή στο εύρος συμβαίνει λόγω αύξησης της ανοχής στη διάταση (Konrad & Tirl, 2020b), η οποία είναι μία αυξημένη ικανότητα ανοχής της αίσθησης δυσφορίας που σχετίζεται με την διάταση των βραχυμένων ιστών (Magnusson, Simonsen, Aagaard, Sørensen & Kjaer, 1996). Έχει επίσης αναφερθεί ότι τα μηχανικά ερεθίσματα που παράγονται από τις διατάσεις πιθανόν να μεταβάλλουν την ενυδάτωση της περιτονίας, αυξάνοντας την ελαστικότητα του συνδετικού ιστού (Schleip et al., 2012). Αυτό το μηχανικό αποτέλεσμα οδηγεί σε παροδική αλλαγή στην ελαστικότητα του μυ που παραμένει για μικρό χρονικό διάστημα. Η αύξηση της ουδού του πόνου, με επακόλουθη αύξηση στην ανοχή στη διάταση, έχει εντοπιστεί και μετά την εφαρμογή κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο (Nakamura et al., 2021).

Άλλος πιθανός λόγος που οι τεχνικές μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης προκάλεσαν αύξηση του εύρους κίνησης είναι ότι θα οδηγήσουν σε αναπροσαρμογή των μυϊκών ινών και της περιτονίας (Vijayakumar et al., 2019). Οι θεωρίες για την αναπροσαρμογή αυτή στηρίζονται στην θιξοτροπία της περιτονίας (Twomey & Taylor, 1982) ένα φαινόμενο που συμβαίνει όταν το ιξώδες ενός παχύρευστου υγρού, όπως τα ενδοκυττάρια ή τα εξωκυττάρια υγρά, μειώνεται ή γίνεται πιο ρευστό, παρέχοντας λιγότερη αντίσταση στην κίνηση (Lakie & Robson, 1988). Έχει επίσης υποστηριχτεί ότι οι άμεσες αλλαγές

στον μαλακό ιστό μπορεί να οφείλονται σε νευρολογική απάντηση, η οποία προκαλεί χαλάρωση των μυϊκών ινών (Schleip, 2003). Τέτοιες αλλαγές υποτίθεται ότι συμβαίνουν από την αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλεί η τριβή και από την διατμητική τάση που δημιουργεί η πίεση από τις κυλίσεις σε αφρώδη κύλινδρο και η εφαρμογή ΥΚΜΜΕΕ. Επιπλέον, τα ιδιοδεκτικά ερεθίσματα φαίνεται να επηρεάζουν τον μυϊκό τόνο και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για χαλάρωση σχεδιάζονται λαμβάνοντας το υπόψιν (Bialosky, Bishop, Price, Robinson & George, 2009). Τελος, τα μέσα μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης μπορεί να συμβάλλουν στη διέγερση των μυοπεριτονιακών ιδιουποδοχέων και την αύξηση στην αιμάτωση που θα προκληθεί από τη μάλαξη στην περιοχή (Fonta, Tsepis, Fousekis & Mandalidis, 2021). Παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψιν είναι επίσης η ανατομία και το εύρος τροχιάς του γόνατος και του ισχίου και η στάση του κορμού (Lima et al., 2018). Αν και οι παράμετροι αυτοί δεν θεωρείται ότι συνέβαλλαν στη μέτρηση του εύρους της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ στην παρούσα μελέτη. Η μεγαλύτερη αύξηση του εύρους μετά την εφαρμογή της ΥΚΜΜΕΕ πιθανόν να οφείλεται στη μεγαλύτερη και πιο στοχευμένη επιβολή της πίεσης κατά μήκος της οπίσθιας επιφάνειας της κνήμης.

5.2. Δοκιμασίες μέτρησης δύναμης μετά την εφαρμογή τεχνικών χαλάρωσης

Το κατακόρυφο άλμα στην συγκεκριμένη μελέτη δεν επηρεάστηκε στατιστικά από τις τεχνικές χαλάρωσης. Τα αποτελέσματα των ερευνών σχετικά

με τη δοκιμασία αυτή στην αρθρογραφία είναι αντιφατικά. Κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι στατικές αυδιατάσεις οδηγούν σε μείωση της απόδοσης στα κατακόρυφα άλματα (Stevanovic et al., 2019). Όσο αναφορά την επίδραση της κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο δεν έχει βρεθεί καμία διαφορά έπειτα από εφαρμογές κύλισης διάρκειας ως και 90s (Bailey, 2014; Jones, Brown, Coburn & Noffal, 2015; Smith, Pridgeon & Hall, 2018; Henning, 2019; Baumgart et al., 2019; Blades et al., 2022), όπως και 3 λεπτά εφαρμογής ΥΚΜΜΕΕ δεν είχαν καμία επίδραση στην απόδοση στο κατακόρυφο άλμα (MacDonald et al., 2016; Stroiney et al., 2020). Άλλοι ερευνητές, μετά την εφαρμογή δυναμικών διατάσεων, κύλισης σε αφρώδη κύλινδρο και ΥΚΜΜΕΕ βρήκαν σημαντική αύξηση της απόδοσης στο κατακόρυφο άλμα (Pisirici et al., 2020).

Πρόσφατα έχει βρεθεί ότι οι αρθρώσεις του κάτω άκρου συμβάλλουν ισότιμα στο κατακόρυφο άλμα, γεγονός που σήμαινει ότι οποιαδήποτε δυσλειτουργία σε μία από τις αρθρώσεις αυτές θα μπορούσε να επηρεάσει την απόδοση στο κατακόρυφο άλμα (Kotsifaki, Korakakis, Graham-Smith, Sideris & Whiteley, 2021). Στην παρούσα μελέτη, η σημαντική βελτίωση στο εύρος κίνησης της κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ, αναμενόταν να διορθώσει κάποιο πιθανό έλλειμμα στην απόδοση του άλματος. Το γεγονός ότι δεν υπήρξε διαφορά ίσως σημαίνει ότι η αύξηση που επιτεύχθει στο εύρος τροχιάς δεν ήταν κλινικά σημαντική. Παλαιότερα ευρήματα έχουν δείξει επίσης

βελτίωση στο κατακόρυφο άλμα μετά την προθέρμανση (Stevanovic et al., 2019), γεγονός που σε συνδυασμό με τις τεχνικές χαλάρωσης πιθανόν να οδήγησε στην αύξηση στην απόδοση του. Πέρα από αυτό, η απόδοση στο κατακόρυφο άλμα εξαρτάται από τον τρόπο εφαρμογής της παρέμβασης, τον τύπο της διάτασης που εφαρμόζεται και τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (Reid et al., 2018).

Η δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων της ΠΔΚ άρθρωσης δεν παρουσίασε καμία διαφορά μετά την εφαρμογή των τεχνικών χαλάρωσης. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με αποτελέσματα προηγούμενων μελετών στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν στατικές διατάσεις διάρκειας 20s ή 3 σετ των 2 λεπτών (Santo et al., 2020; Akagi & Takahashi, 2013). Άλλες ωστόσο μελέτες έδειξαν σημαντική μείωση στην δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων έπειτα από διάρκεια 5 σετ των 30s και 20s ή 5 λεπτών αυδιάτασης (Mizuno et al., 2014; Konrad et al., 2019; Balci et al., 2020). Τέλος 3 λεπτά ΥΚΜΜΕΕ δεν είχαν επίσης καμία επίδραση στην δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων (MacDonald et al., 2016).

Η μείωση της δύναμης που εντοπίστηκε στις παραπάνω μελέτες, παρέμεινε σημαντική για 10 μόνο λεπτά (Mizuno et al., 2014; Konrad et al., 2019). Το χρονικό αυτό διάστημα είναι μικρότερο από τον χρόνο που παρεμβαλλόταν μεταξύ των παρεμβάσεων και της αξιολόγησης της δύναμης στην παρούσα μελέτη. Αυτό πιθανόν να εξηγεί και την μη εμφάνιση αλλαγών στη δύναμη. Έπειτα, από τη στατική αυτοδιάταξη δημιουργούνται νευρολογικά (π.χ.

μειωμένη εκούσια ενεργοποίηση, επίδραση στην διεγερσιμότητα των νευρώνων) και φυσιολογικά ελλείμματα (αλλαγές στην μηκοδυναμική, μείωση στην ευαισθησία του καλίου) που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση των μυών σε όλες τις δοκαμσίες (Behm, Kay, Trajano & Blazeovich, 2021). Η επίλογη της διάρκειας των αυτοδιατάσεων όμως στην παρούσα μελέτη έγινε με σκοπό να μην επηρεάσουν την δύναμη (<60s) (Chaabane et al., 2019). Η μικρή διάρκεια κύλισης δεν επιδρά στη μορφολογία του μυός (Yoshimura et al., 2019), άρα γι αυτό δεν αναμένεται και αλλαγή στην ικανότητα του να παράξει δύναμη.

Η μη επίδραση στην δύναμη δεν μπορεί να εξηγηθεί μόνο από τη διάρκεια εφαρμογής αλλά και από το είδος της σύσπασης, την ένταση της παρέμβασης και τον πληθυσμό που εφαρμόστηκε (Balci et al., 2020). Στην παρούσα μελέτη η σύσπαση ήταν ισομετρική και μετρήθηκε μόνο σε μία γωνία. Διαφορετικές γωνίες ή μέτρηση με άλλο είδος σύσπασης θα μπορούσε να προκαλέσει σημαντική διαφοροποίηση στην δύναμη των πελματιαίων καμπτήρων στην ΠΔΚ. Παρ'όλα αυτά, η υψηλή ροή αίματος που εντοπίζεται έως 30 λεπτά μετά από την εκτέλεση των κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο και την ΥΚΜΜΕΕ θα μπορούσε να οδηγήσει τον μυ στο καλύτερο επίπεδο λειτουργικότητας (Hotfiel et al., 2017)

Άλλος λόγος που πιθανόν επηρέασε τη δύναμη είναι το εάν οι παραπάνω παρεμβάσεις μπορούν να αυξήσουν την ελαστικότητα των μυών, γεγονός που έχει υποστηριχθεί ότι επηρεάζει και την ικανότητα παραγωγής δύναμης. Τα

αποτελέσματα είναι δυφορούμενα όσο αφορά τη στατική διάταση καθώς φαίνεται αποτελεσματική μόνο σε μεγαλύτερες του ενός λεπτού διάρκειας εφαρμογής του (Konrad & Tipl, 2020b). Η κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο και η ΥΚΜΜΕΕ δεν επέφερε καμία διαφορά στην ελαστικότητα των οπίσθιων μυών της κνήμης (Vardiman et al., 2014; Ikeda et al., 2019; Nakamura et al., 2021). Αν και, η ικανότητα του μυοτενόντιου συνόλου να αποθηκεύει και να μεταφέρει την ελαστική ενέργεια θα μπορούσε να μειωθεί με την αύξηση της ελαστικότητας των μυών (Cornwell, Nelson & Sidaway, 2002). Στην παραπάνω αρθρογραφία υποστηρίζεται ότι η ελαστικότητα δεν είναι ικανή να διατηρηθεί σημαντικά αυξημένη πάνω από 20 λεπτά έπειτα από αυτοδιατάσεις (Ryan et al., 2008), αυτό ίσως εξηγεί το ότι δεν βρέθηκε διαφορά στη δύναμη στην συγκεκριμένη μελέτη.

5.3. Δυναμική ισορροπία του σώματος μετά την εφαρμογή τεχνικών χαλάρωσης

Η δοκιμασία ελέγχου της δυναμικής ισορροπίας του σώματος δεν επηρεάστηκε σημαντικά μετά την εφαρμογή των τεχνικών μυοπεριτονιακής χαλάρωσης. Προηγούμενες έρευνες μετά από εφαρμογή αυτοδιατάσεων στους πελματιαίους καμπτήρες δεν βρήκαν καμία διαφορά στη στατική ισορροπία (Balci et al., 2020; Martinez-Jimenez et al., 2020) και στατικές αυτοδιατάσεις τριών σετ των 30s στις μυϊκές ομάδες του κάτω άκρου δεν οδήγησαν σε καμία σημαντική διαφορά στην δυναμική ισορροπία (Leblebici et al., 2017). Άλλοι ερευνητές βρήκαν αρνητική επίδραση μετά από 3 λεπτά

αυτοδιατάσεων (Nagano, Yoshioka, Hay, Himeno & Fukushima, 2006). Καμία διαφορά δεν βρέθηκε μετά από 30s αυτοδιάτασης στην δοκιμασία δυναμικής ισορροπίας LOS (limits of stability) (Wallmann, Player & Bugnet, 2012). Καμία διαφορά επίσης δεν βρέθηκε στην δυναμική ισορροπία που μετρήθηκε με τη δοκιμασία Star excursion balance επειτα από στατικές αυτοδιατάσεις, δεδομένα που συμφωνούν απόλυτα με τα ευρήματα αυτής της μελέτης (Amiri-Khorasani & Gulick, 2015). Ομοίως, εφαρμογή 2 λεπτών ΥΚΜΜΕΕ στους οπίσθιους μυς της κνήμης, είναι ικανή να αυξήσει το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής αλλά δεν έδειξε καμία διαφορά στην απόδοση στη δοκιμασία Y-balance (Lehr, Fink, Ulrich & Butlet, 2022).

Έχει αναφερθεί ότι η στατική αυτοδιάταξη θα οδηγήσει σε μείωση την απόδοσης σε δοκιμασίες ισορροπίας, γεγονός που αποδίδεται σε νευρολογικούς παράγοντες όπως η μείωση της μυϊκής δραστηριότητας, η μείωση της διέγερσης των ινών Ia, μείωσης των κινητικών νευρώνων Γάμα, της ευαισθησίας της μυϊκής ατράκτου και της τάσης και των αντανεκλαστικών του μυοτενόντιου συνόλου (Toft, Espersen, Kalund, Sinkjaer & Hornemann, 1989; Avela, Hyrolaine & Komi, 1999). Παρ'όλα αυτά, η αυτοδιάταξη οδηγεί σε βελτίωση της αίσθησης της θέσης της άρθρωσης, γεγονός που θα αυξήσει την ιδιοδεκτικότητα (Ghaffarinejad, Taghizadeh & Mohammadi, 2007). Από την άλλη, η κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο δεν έχει βρεθεί να επηρεάζει την ιδιοδεκτικότητα (David, Amasay, Ludwig & Shapiro, 2019).

Υποστηρίζεται ότι η δοκιμασία Y balance μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό ελλειμμάτων στην ελαστικότητα των κάτω άκρων και για την πρόβλεψη του ρίσκου τραυματισμού. Κάποιοι ερευνητές πρόσφατα υποστήριξαν πως δεν υπάρχει συσχέτιση της πρόσθιας απόστασης στη δοκιμασία Y balance με την μονοποδική ισορροπία (Hoch, Hoch, Powden, Gabriel & Welsh, 2020). Η πρόσθια κατεύθυνση από έχει συνδεθεί σημαντικά με το εύρος τροχιάς της ραχιαίας κάμψης (Overmoyer & Reiser, 2015). Στην συγκεκριμένη μελέτη καθώς το εύρος τροχιάς βελτιώθηκε, βελτιώθηκε μη σημαντικά και η απόδοση στην πρόσθια κατεύθυνση στη δοκιμασία αξιολόγησης της μονοποδικής ισορροπίας. Αυτό πιθανόν να αποδίδεται στην αύξηση του εύρους, είτε στο γεγονός ότι δοκιμασία αυτή συνδέεται και με το εύρος τροχιάς του γόνατος και του ισχίου (Robinson & Gribble, 2008), όπως και με τη δύναμη (Wilson et al., 2018) και τον νευρομυϊκό έλεγχο (Gribble, Hertel & Plisky, 2012). Οι διαφορετικές επιδράσεις των τεχνικών θεωρητικά θα οδηγούσαν σε διαφορές στην αύξηση της απόδοσης μεταξύ τους, παρ'όλα αυτά στην συγκεκριμένη μελέτη δεν υπήρχαν.

5.4. Αξιολόγηση των χρονικών και δυναμικών χαρακτηριστικών της φάσης στήριξης της βάδισης μετά την εφαρμογή χαλάρωσης

Όσον αφορά στη διάρκεια επαφής του ποδιού με την πλατφόρμα κατά τη φάση στήριξης της βάδισης, δεν βρέθηκε καμία σημαντική διαφορά μετά την εφαρμογή των τεχνικών μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης. Η μέγιστη πίεση που καταγράφηκε στο πρόσθιο, στο μέσο και στο οπίσθιο

μέρος του ποδιού διαπιστώθηκε μικρότερη κυρίως στο οπίσθιο μέρος μετά την εφαρμογή στατικών αυτοδιατάσεων, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην αύξηση του εύρους της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ. Η πίεση στην πλατφόρμα από το οπίσθιο μέρος του ποδιού ήταν σημαντικά μικρότερη μετά τις κυλίσεις σε αφρώδη κύλινδρο σε σχέση με τις αυτοδιατάσεις. Ωστόσο, παλαιότεροι ερευνητές αναφέρουν ότι η μέγιστη πίεση που ασκείται σε πλατφόρμα καταγραφής πιέσεων από το πόδι δεν έχει σαφές σχέση με το εύρος τροχιάς της ΠΔΚ (Hastings et al., 2012). Στην υπάρχουσα αρθρογραφία δεν υπάρχουν στοιχεία σύγκρισης με τα ευρήματα της μελέτης μας. Σημαντικό ρόλο στις πιέσεις του ποδιού παίζει το βάρος του ατόμου, το φύλο, η ηλικία, η δυνατότητα σταθεροποίησης του σώματος και η φυσική δραστηριότητα γενικότερα (Zulkifli & Loh, 2018). Ο χρόνος επαφής με την πλατφόρμα συσχετίζεται με την σταθερότητα του ποδιού (Hausdorff, Edelberg, Mitchell, Goldberger & Wei, 1997). Στη βάδιση κύριο ρόλο παίζουν ο πρόσθιος κνημιαίος, ο υποκνημίδιος, ο δικέφαλος μηριαίος, ο μέσος γλουτιαίος και ο έσω πλατύς (Hase & Stein, 1998). Στην φάση στήριξης της βάδισης, κύριο ρόλο παίζει η ενεργοποίηση του δικεφαλου μηριαίου και έπειτα οι υπόλοιποι που αναφέρθηκαν (Tirosh & Sparrow, 2005). Μεγαλύτερη ταχύτητα σχετίζεται με μείωση της ενεργοποίησης των μυών (Tirosh & Sparrow, 2005). Για να φανεί διαφορά στους παραμέτρους τις βάδισης πιθανόν να χρειάζεται να εφαρμοστεί παρέμβαση σε παραπάνω μυς και όχι μόνο χαλάρωση. Παρόλα αυτά βρέθηκε σημαντική διαφορά

($p < 0.05$) πριν και μετά την εφαρμογή στατικής αυτοδιάτασης στην μέγιστη πίεση στο πίσω μέρος του ποδιού και συγκεκριμένα μείωση της πίεσης, η διαφορά αυτή ίσως σχετίζεται με το γεγονός ότι υπάρχουν στοιχεία που αναφέρουν ότι η στατική διάταξη των οπίσθιων μυών της κνήμης οδηγεί σε αύξηση της ηλεκτρομυϊκής δραστηριότητας (Lima et al., 2014). Στη μη σημαντική διαφορά στην ηλεκτρομυϊκή δραστηριότητα (Mazzei, 2019) πιθανόν να οφείλεται η μη διαφορά μετά από κύλιση σε αφρώδη κύλινδρο.

5.5. Περιορισμοί και κλινικές επιπτώσεις

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης θα πρέπει να αξιολογηθούν λαμβάνοντας υπόψιν τους περιορισμούς που έχουν τεθεί. Αυτοί περιλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων και τα στοιχεία που σχετίζονται με την απόδοση των παρεμβάσεων. Πέρα από αυτά, αν και οι συμμετέχοντες στην παρούσα μελέτη δεν υποβλήθηκαν σε έλεγχο για την ουδό του πόνου και τη μυϊκή δυσκαμψία, ορισμένοι από αυτούς παρουσίασαν ήπια ενόχληση που προκλήθηκε από τις κυλίσεις σε αφρώδη κύλινδρο και την ΥΚΜΜΕΕ, η ενόχληση αυτή είναι πολύ πιθανό να επηρέασε την απόδοση στις δοκιμασίες που ακολούθησαν.

Η ΥΚΜΜΕΕ είναι η πιο αποδοτική τεχνική αύξησης του εύρους κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής, και θα έπρεπε να προτείνεται για την αύξηση του εύρους της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ και πιθανόν την αποφυγή του κίνδυνου τραυματισμού σε άτομα με μειωμένο εύρος κίνησης. Παρ' όλα αυτά η τεχνική αυτή απαιτεί ειδικό εξοπλισμό και εκπαιδευμένο χειριστή

των εργαλείων γεγονός που την εντάσει στις κοστοβόρες τεχνικές σε σχέση με τις άλλες δύο τεχνικές που μελετήθηκαν. Οι κυλίσεις με αφρώδη κύλινδρο απαιτούν φθινό εξοπλισμό και δεδομένου ότι τα αποτελέσματα της εφαρμογής τους δεν διαφοροποιούνται σημαντικά σε σχέση με την ΥΚΜΜΕΕ μπορούν να εκτελεστούν πιο εύκολα από τον κάθε ενδιαφερόμενο. Περαιτέρω συγκριτική διερεύνηση των δύο τεχνικών μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης, θα μπορέσει να δώσει πιο ασφαλή απάντηση στην επιλογή της καταλληλότερης σε κάθε περίπτωση.

5.6. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης, μια μεμονομένη συνεδρία στατικών διατάσεων, κυλίσεων σε αφρώδη κύλινδρο ή ΥΚΜΜΕΕ στο οπίσθιο διαμέρισμα της κνήμης αυξάνει άμεσα το εύρος τροχιάς της ΠΔΚ σε άτομα με περιορισμό της τροχιάς της άρθρωσης, χωρίς να επηρεάζει την ισομετρική δύναμη των υποκείμενων μυών, τη δυναμική ισορροπία του σώματος ή την λειτουργικότητα του κάτω άκρου. Η αύξηση του εύρους κίνησης της ΠΔΚ ήταν επίσης μεγαλύτερη μετά από ΥΚΜΜΕΕ, ακολουθούμενη από τις κυλίσεις σε αφρώδη κύλινδρο και τις στατικές αυτοδιατάσεις.

Όσον αφορά τις μεταβλητές που δεν επηρεάστηκαν σημαντικά, ίσως η οξεία εφαρμογή να μην ήταν αρκετή να οδηγήσει σε εμφανείς διαφορές. Περαιτέρω μελέτη πιθανόν δείξει ότι η εφαρμογή τεχνικών μυοπεριτονιακής χαλάρωσης των μυών στο οπίσθιο διαμέρισμα της κνήμης μεταβάλλει τις υπό μελέτη μεταβλητές αν η εφαρμογή των

τεχνικών διαρκεί περισσότερο ή αυξηθεί ο χρόνος αξιολόγησης των επιμέρους μεταβλητών μετά την εφαρμογή των επιμέρους τεχνικών αυτών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Akagi, R., & Takahashi, H. (2013). Acute effect of static stretching on hardness of the gastrocnemius muscle. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(7), 1348–1354. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182850e17>
- Alter, Michael J. (1998). Sport Stretch. *Human Kinetics*. = ISBN 978-0-88011-823-1.
- Amiri-Khorasani, M., & Gulick, D. T. (2015). Acute effects of different stretching methods on static and dynamic balance in female football players. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 22(2), 68–73. doi:10.12968/ijtr.2015.22.2.68
- Andrade, R. J., Freitas, S. R., Hug, F., Le Sant, G., Lacourpaille, L., Gross, R., ... Nordez, A. (2018). The potential role of sciatic nerve stiffness in the limitation of maximal ankle range of motion. *Scientific Reports*, 8(1). doi:10.1038/s41598-018-32873-6
- Andrade, R. J., Nordez, A., Hug, F., Ates, F., Coppieters, M. W., Pezarat-Correia, P., & Freitas, S. R. (2016). Non-invasive assessment of sciatic nerve stiffness during human ankle motion using ultrasound shear wave elastography. *Journal of Biomechanics*, 49, 326–331. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2015.12.017>
- Andrade, R. J., Lacourpaille, L., Freitas, S. R., McNair, P. J., & Nordez, A. (2016). Effects of hip and head position on ankle range of motion, ankle passive torque, and passive gastrocnemius tension. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26, 41–47. <https://doi.org/10.1111/sms.12406>
- Avela, J., Hyrolaine, H. & Komi P., V. (1999). Altered reflex sensitivity after repeated and prolonged passive stretching. *Journal of Applied Physiology*. 86:1283-91
- Arede, J., Figueira, B., Gonzalo-Skok, O., & Leite, N. (2019). Validity and reliability of Gyko Sport for the measurement of barbell velocity on the bench-press exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(10), 1651-1658. DOI: 10.23736/s0022-4707.19.09770-6.
- Backman, L. J., & Danielson, P., (2011). Low range of ankle dorsiflexion

- predisposes for patellar tendinopathy in junior elite basketball players: a 1-year prospective study. *American Journal of Sports Medicine*. 39(12), 2626-33.
- Bailey, U. (2014). Effect of Vibration Foam Rolling and Non Vibration Foam Rolling in the Lower Extremities on Jump Height. (Master's thesis). Available from *EWU Masters Thesis Collection* (259)
- Balci, A., Celebi, M., M., Zergeroglou, M., A. & Guner, R., S. (2020). The Effects of Static and Dynamic Stretching Exercises on Ankle Muscle Strength and Balance. *Journal of Sport Sciences Researches*, 5(1), 27-34
- Baumgart, C., Freiwald, J., Kühnemann, M., Hotfiel, T., Hüttel, M., & Hoppe, M. (2019). Foam Rolling of the Calf and Anterior Thigh: Biomechanical Loads and Acute Effects on Vertical Jump Height and Muscle Stiffness. *Sports*, 7(1), 27. doi:10.3390/sports7010027
- Beardsley, C., & Škarabot, J. (2015). Effects of self-myofascial release: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 747–758. doi:10.1016/j.jbmt.2015.08.007
- 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. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015>
- Behm, D. G., & Wilke, J. (2019). Do Self-Myofascial Release Devices Release Myofascia? Rolling Mechanisms: A Narrative Review. *Sports Medicine*. doi:10.1007/s40279-019-01149-y
- Behm, D., G., Kay, A.D., Trajano, G., S., & Blazevich, A., J. (2021). Mechanisms underlying performance impairments following prolonged static stretching without a comprehensive warm-up. *European Journal of Applied Physiology*, 121, 67–94. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04538-8>
- Bialosky, J., E., Bishop, M., D., Price, D., D., Robinson, M., E. & George, S., Z. (2009). The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive

- model. *Manual Therapy*, 14(5):531–538
- Binstead, J. T., & Varacallo, M., (2019). Anatomy, bony pelvis and lower limb, calf. *Treasure Island (FL): Stat Pearls Publishing*
- Bitra, M., & Sudhan, S. G. (2019). Instrument assisted soft tissue mobilisation in the management of musculoskeletal pain: a literature review with implications for clinical *Practice Guidelines*, 13(12): 1-5
<https://www.doi.org/10.7860/JCDR/2019/42687/13356>
- Blades, C., Jones, T., Brownstein, C., & Hicks, K. (2022). The Acute and Delayed Effects of Foam Rolling Duration on Male Athlete’s Flexibility and Vertical Jump Performance. *International Journal of Strength and Conditioning*, 2(1).
doi.org/10.47206/ijsc.v2i1.90
- Brown, L., & Weir, J., (2001). Asep procedures recommendation i: accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology Online*, 4(3), 1-21.
- Burns, K. N., Pierson, M. A., Roos, K. G., & Nakajima, M. A., (2017). Relationship Between Ankle Dorsiflexion Range of Motion and Dynamic Postural Control. *Journal of Athletic Training*, 52(6), 138.
- Cammack, N., & Howe, L., (2019). Ankle dorsiflexion range of motion impacts sagittal but not frontal-plane landing mechanics. *In: British Association of Sport and Exercise Sciences (BASES) Student Conference 2019: Sport and Exercise Science - Transforming Lives*
- Carey-Loghmani, M. T., & Ploski, M. R., (2014). Clinical foundations for graston technique. *Graston Technique® M1 Instruction Manual*, 14
- Cè, E., Longo, S., Rampichini, S., Devoto, M., Limonta, E., Venturelli, M., & Esposito, F. (2015). Stretch-induced changes in tension generation process and stiffness are not accompanied by alterations in muscle architecture of the middle and distal portions of the two gastrocnemii. *Journal of Electromyography and Kinesiology : Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, 25(3), 469–478.
doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.03.001

- Chaabene, H., Behm, D. G., Negra, Y., & Granacher, U., (2019). Acute effects of static stretching on muscle strength and power: an attempt to clarify previous caveats. *Frontiers in Physiology*, 10,1468. doi:10.3389/fphys.2019.01468
- Chan, O., Malhotra, K., Buraimoh, O., Cullen, N., Welck, M., Goldberg, A., & Singh, D. (2018). Gastrocnemius tightness: A population based observational study. *Foot and Ankle Surgery*. doi:10.1016/j.fas.2018.04.002
- Chastan, N., Westby, G. W. M., Montcel, S. T. du, Do, M. C., Chong, R. K., Agid, Y., & Welter, M. L. (2010). Influence of sensory inputs and motor demands on the control of the centre of mass velocity during gait initiation in humans. *Neuroscience Letters*, 469(3), 400–404. doi:10.1016/j.neulet.2009.12.038
- Cheatham, S. W., & Kolber, M. J. (2018). Does Roller Massage With a Foam Roll Change Pressure Pain Threshold of the Ipsilateral Lower Extremity Antagonist and Contralateral Muscle Groups? An Exploratory Study. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(2), 165–169. doi:10.1123/jsr.2016-0196
- Cheatham, S. W., & Stull, K. R. (2019). Roller massage: comparison of three different surface type pattern foam rollers on passive knee range of motion and pain perception. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. doi:10.1016/j.jbmt.2019.05.002
- Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., & Lee, M. (2015). The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: a systematic review. *International journal of sports physical therapy*, 10(6), 827–838. PMID:26618062
- Cheatham, S. W., Lee, M., Cain, M., & Baker, R. (2016). The efficacy of instrument assisted soft tissue mobilization: a systematic review. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 60(3), 200–211.
- Chen, F. C., & Tsai, C. L. (2015). The mechanisms of the effect of light finger touch on postural control. *Neuroscience letters*, 605, 69–73. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2015.08.016>

- Chino, K., & Takahashi, H. (2016). Measurement of gastrocnemius muscle elasticity by shear wave elastography: association with passive ankle joint stiffness and sex differences. *European Journal of Applied Physiology*, 116(4), 823–830. doi:10.1007/s00421-016-3339-5
- Chiu, J. Y., Gau, M. L., Kuo, S. Y., Chang, Y. H., Kuo, S. C., & Tu, H. C. (2010). Effects of Gua-Sha therapy on breast engorgement: a randomized controlled trial. *The journal of nursing research: JNR*, 18(1), 1–10. <https://doi.org/10.1097/JNR.0b013e3181ce4f8e>
- Chuckpaiwong, B., Cook, C., Pietrobon, R., & Nunley, J. A. (2007). Second metatarsal stress fracture in sport: comparative risk factors between proximal and non-proximal locations. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 510-514.
- Cornwell, A., Nelson, A. G., & Sidaway, B. (2002). Acute effects of stretching on the neuromechanical properties of the triceps surae muscle complex. *European journal of Applied Physiology*, 86(5), 428–434. <https://doi.org/10.1007/s00421-001-0565-1>
- Crosbie, J., Green, T., & Refshauge, K. (1999). Effects of reduced ankle dorsiflexion following lateral ligament sprain on temporal and spatial gait parameters. *Gait Posture*, 9, 167–72.
- Curran, P. F., Fiore, R. D., & Crisco, J. J. (2008). A Comparison of the Pressure Exerted on Soft Tissue by 2 Myofascial Rollers. *Journal of Sport Rehabilitation*, 17(4), 432–442. doi:10.1123/jsr.17.4.432
- David, E., Amasay, T., Ludwig, K., & Shapiro, S. (2019). The Effect of Foam Rolling of the Hamstrings on Proprioception at the Knee and Hip Joints. *International Journal of Exercise Science*, 12(1), 343–354.
- De Noronha, M., Refshauge, K. M., Herbert, R. D., Kilbreath, S. L., & Hertel, J. (2006). Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain? * COMMENTARY. *British Journal of Sports Medicine*, 40(10), 824–828. doi:10.1136/bjism.2006.029645
- Dębski, P., Białas, E., & Gnat, R. (2019). The parameters of foam

- rolling, self-myofascial release treatment: A review of the literature. *Biomedical Human Kinetics*, 11(1), 36–46. doi:10.2478/bhk-2019-0005
- Dinh, N. V., Freeman, H., Granger, J., Wong, S., & Johanson, M. (2010). Calf Stretching in Non-Weight Bearing Versus Weight Bearing. *International Journal of Sports Medicine*, 32(03), 205–210. doi:10.1055/s-0030-1268505
- Drake, R. L., Vogl, W., & Mitchell, A. W. M. (2010). *Gray's Anatomy for Students*. 2nd Ed. Philadelphia: Churchill Livingstone Elsevier
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugué, B. (2018). An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 403. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>
- Egan, D. A., Cole, J., & Twomey, L. (1999). An Alternative Method for the Measurement of Pelvic Skeletal Asymmetry (PSA) Using an Asymmetry Ratio (AR). *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 7(1), 11–19. <https://doi.org/10.1179/106698199790811889>
- Endo, Y., & Sakamoto, M. (2014). Relationship between Lower Extremity Tightness and Star Excursion Balance Test Performance in Junior High School Baseball Players. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(5), 661–663. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.661>
- Espí-López, G. V., Serra-Añó, P., Cuenca-Martínez, F., Suso-Martí, L., & Inglés, M. (2020). Comparison between classic and light touch massage on psychological and physical functional variables in athletes: a randomized pilot trial. *International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork*, 13(3), 30–37.
- Faigenbaum, A., & McFarland Jr., J. (2007, March). Guidelines for implementing a dynamic warm-up for physical education. *JOPERD: The Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 78(3), 25-28.
- Fonta, M., Tsepis, E., Fousekis, K., & Mandalidis, D. (2021). Acute effects of static self-stretching exercises and foam roller self-massaging

- on the trunk range of motions and strength of the trunk extensors. *Sports*, 9(12), 159. <https://doi.org/10.3390/sports9120159>
- Fousekis, K., Eid, K., Tafa, E., Gkrilias, P., Mylonas, K., Angelopoulos, P., ... Tsepis, E. (2019). Can the application of the Ergon® IASTM treatment on remote parts of the superficial back myofascial line be equally effective with the local application for the improvement of the hamstrings' flexibility? A randomized control study. *Journal of Physical Therapy Science*, 31(7), 508–511. doi:10.1589/jpts.31.508
- Gamboa, A. J., Craft, D. R., Matos, J. A., Flink, T. S., & Mokris, R. L. (2019). Functional movement analysis before and after instrument-assisted soft tissue mobilization. *International Journal of Exercise Science*, 12(3), 46–56.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., ... Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334–1359. doi:10.1249/mss.0b013e318213fefb
- García-Gutiérrez, M. T., Guillén-Rogel, P., Cochrane, D. J. & Marín, P. J. (2018). Cross transfer acute effects of foam rolling with vibration on ankle dorsiflexion range of motion. *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interact*, 18(2), 262-267.
- Garrett, W. E. (1996). Muscle Strain Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 24 (6_suppl), S2–S8. doi:10.1177/036354659602406s02
- Gasibat, Q., & Suwehli, W. (2017). Determining the benefits of massage mechanisms: a review of literature. *rehabilitation sciences*, 2(3): 58-67 doi: 10.11648/j.rs.20170203.12
- Ge, W., Roth, E., & Sansone, A. (2017). A quasi-experimental study on the effects of instrument assisted soft tissue mobilization on mechanosensitive neurons. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(4), 654–657. <https://doi.org/10.1589/jpts.29.654>
- Gehlsen, G. M., Ganion, L. R., & Helfst, R. (1999). Fibroblast responses to variation in soft tissue

- mobilization pressure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(4), 531–535. <https://doi.org/10.1097/00005768-199904000-00006>
- Ghaffarinejad, F., Taghizadeh, S. & Mohammadi, F. (2007). Effect of static stretching of muscles surrounding the knee on knee joint position sense. *British Journal of Sports Medicine*, 41(10), 684–7
- Giovanelli, N., Vaccari, F., Floreani, M., Rejc, E., Copetti, J., Garra, M., ... Lazzer, S. (2018). Short-term effects of rolling massage on energy cost of running and power of the lower limbs. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1–23. doi:10.1123/ijsp.2018-0142
- Godinho, I., Nobre-Pinheiro, B., Scipião Júnior L. D. G., Chaves-Lucas, G., Fernandes-Cavalcante, J., Matos-Monteiro, G., & Gomes-Uchoa, P. A. (2019). Effect of reduced ankle mobility on jumping performance in young athletes. *Motricidade*, 15(2-3), 46-51 DOI:<https://doi.org/10.6063/motricidade.12869>
- Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of athletic training*, 47(3), 339–357. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>
- Grieve, R., Clark, J., Pearson, E., Bullock, S., Boyer, C., & Jarrett, A. (2011). The immediate effect of soleus trigger point pressure release on restricted ankle joint dorsiflexion: A pilot randomised controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 15(1), 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2010.02.005>
- Grodin, R. I., & Cantu, A. J. (2001). *Myofascial Manipulation: Theory and Clinical Application 2nd Edition*
- Hamersma, D. T., Hofste, A., Rijken, N. H. M., Roe of Rohé, M., Oosterveld, F. G. J., Soer, R. (2020). Reliability and validity of the microgate gyko for measuring range of motion of the low back. *Musculoskeletal Science and Practice*, 45.
- Hase, K., & Stein, R. B. (1998). Analysis of rapid stopping during human walking. *Journal of neurophysiology*, 80(1), 255–261. <https://doi.org/10.1152/jn.1998.80.1.255>

- Hastings, M. K., Mueller, M. J., Sinacore, D. R., Strube, M. J., Crowner, B. E., Johnson, J. E., & Racette, B. R. (2012). Botulinum toxin effects on gasatrocnemius strength and plantar pressure in diabetics with peripheral neuropathy and forefoot ulceration. *Foot & Ankle International*, 33(5), 363–370.
<https://doi.org/10.3113/FAI.2012.0363>
- Hausdorff, J. M., Edelberg, H. K., Mitchell, S. L., Goldberger, A. L., & Wei, J. Y. (1997). Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(3), 278–283.
[https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(97\)90034-4](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(97)90034-4)
- Hayes, D., Loghmani, M. T., Lubitz, R., & Moore, E. (2007). A comparison of 2 instrument-assisted soft tissue mobilization techniques: effects on therapist discomfort/fatigue and treatment time [abstract]. *Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy*, 37. Abstract No. OPL19
- Hébert-Losier, K., & Murray, L. (2019). Reliability of centre of pressure, plantar pressure, and plantar-flexion isometric strength measures: A systematic review. *Gait & Posture*. doi:10.1016/j.gaitpost.2019.09.027
- Hendricks, S., Hill, H., Hollander, S. den, Lombard, W., & Parker, R. (2019). Effects of foam rolling on performance and recovery: a systematic review of the literature to guide practitioners on the use of foam rolling. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. doi:10.1016/j.jbmt.2019.10.019
- Henning, C. J. (2019). The acute effect of foam rolling on range of motion, Flexibility, agility and vertical jump height. (Master thesis). University of Wisconsin-la crosse
- Hirata, K., Kanehisa, H., & Miyamoto, N. (2017). Acute effect of static stretching on passive stiffness of the human gastrocnemius fascicle measured by ultrasound shear wave elastography. *European Journal of Applied Physiology*, 117(3), 493–499. doi:10.1007/s00421-017-3550-z
- Hirata, K., Yamadera, R., & Akagi, R. (2020). Can static stretching reduce stiffness of the triceps surae in older men?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(3), 673–679.
<https://doi.org/10.1249/SS.0000000000002186>

- Hoch, M. C., Andreatta, R. D., Mullineaux, D. R., English, R. A., Medina McKeon, J. M., Mattacola, C. G., & McKeon, P. O. (2012). Two-week joint mobilization intervention improves self-reported function, range of motion, and dynamic balance in those with chronic ankle instability. *Journal of Orthopedic Research*, 30, 1798-1804.
- Hoch, M., C., Hoch, J., M., Powden, C., J., Gabriel, E., H. & Welsch, L., A. (2020). Anterior reach and symmetry on the Y-balance test are related on dorsiflexion range of motion but not single-limb balance in physically active young adults, *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 26(2), 101-105. <https://doi.org/10.1123/ijatt.2020-0004>
- Honeine, J.-L., Schieppati, M., Gagey, O., & Do, M.-C. (2013). The functional role of the triceps surae muscle during human locomotion. *plos ONE*, 8(1), e52943. doi:10.1371/journal.pone.0052943
- Hotfiel, T., Swoboda, B., Krinner, S., Grim, C., Engelhardt, M., Uder, M., & Heiss, R. U. (2017). Acute effects of lateral thigh foam rolling on arterial tissue perfusion determined by spectral doppler and power doppler ultrasound. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 893–900. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001641>
- Hughes, G. A., & Ramer, L. M. (2019). Duration of myofascial rolling for optimal recovery, range of motion, and performance: a systematic review of the literature. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(6), 845–859 DOI: 10.26603/ijsppt20190845
- Ikeda, N., Inami, T., & Kawakami, Y. (2019). Stretching combined with repetitive small length changes of the plantar flexors enhances their passive extensibility while not compromising strength. *Journal of sports science & medicine*, 18(1), 58–64.
- Ikeda, N., Otsuka, S., Kawanishi, Y., & Kawakami, Y. (2019). Effects of Instrument-assisted Soft Tissue Mobilization on Musculoskeletal Properties. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(10), 2166–2172. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002035>
- Jamaluddin, S., Sulaiman, A. R., Imran, M. K., Juhara, H., Ezane, M. A., & Nordin, S. (2011).

- Reliability and accuracy of the tape measurement method with a nearest reading of 5 mm in the assessment of leg length discrepancy. *Singapore Medical Journal*, 52(9), 681–684.
- Johanson, M., Baer, J., Hovermale, H., & Phouthavong, P. (2008). Subtalar joint position during gastrocnemius stretching and ankle dorsiflexion range of motion. *Journal of Athletic Training*, 43(2), 172–178. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.2.172>
- Jones, A., Brown, L. E., Coburn, J. W. & Noffal, G. J. (2015). Effects of foam rolling on vertical jump performance. *International Journal of Kinesiology & Sports Science*, 3(3): 2202-946X doi:10.7575/aiac.ijkss.v.3n.3p.38
- Kaitlyn, S. (2013). Validity of instrument assisted soft tissue mobilization for detecting myofascial adhesions through secondary diagnostic ultrasound analysis (Master thesis). *Indiana State University*, <http://hdl.handle.net/10484/5386>
- Kallerud, H., & Gleeson, N., (2013). Effects of stretching on performances involving stretch-shortening cycles. *Sports Medicine*, 43, 733–750. doi: 10.1007/s40279-013-0053-x
- Kapreli, E., Athanasopoulos, S., Stavridis, I., Billis, E., & Strimpakos, N. (2015). Waterloo footedness questionnaire (WFQ-R): cross-cultural adaptation and psychometric properties of Greek version. *Physiotherapy*, 101, e721. doi:10.1016/j.physio.2015.03.3577
- Karmali, A., Walizada, A., & Stuber, K. (2019). The efficacy of instrument-assisted soft tissue mobilization for musculoskeletal pain: a systematic review. *Journal of Contemporary Chiropractic*, 2(1), 25-33. Retrieved from <https://journal.parker.edu/index.php/jcc/article/view/51>
- Kay, A. D., & Blazeovich, A. J. (2008). Reductions in active plantarflexor moment are significantly correlated with static stretch duration. *European Journal of Sport Science*, 8(1), 41–46. doi:10.1080/17461390701855505
- Kelly, S., & Breadsley, K., (2016). Specific and cross-over effects of foam rolling on ankle dorsiflexion range of motion. *The International*

- Journal of Sports Physical Therapy*, 11(4): 545-551
- Ketabchi, J., Shahrbanian, S., & Tasoujian, E. (2019). Comparison between the short term and durability effects of proprioceptive neuromuscular facilitation exercise and instrument assisted soft tissue mobilization technique on ankle-dorsiflexion range of motion. *Journal of Ilam University of Medicine Sciences*, 27(1), 137-147 doi:10.29252/sjimu.27.1.137
- Killen, B. S., Zelizney, K. L., & Ye, X. (2018). Crossover Effects of Unilateral Static Stretching and Foam Rolling on Contralateral Hamstring Flexibility and Strength. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1–27. doi:10.1123/jsr.2017-0356
- Kim, J., Sung, D. J., & Lee, J. (2017). Therapeutic effectiveness of instrument-assisted soft tissue mobilization for soft tissue injury: mechanisms and practical application. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 13(1), 12–22. doi:10.12965/jer.1732824.412
- Kim, T. H., Lim, O. K., Park, K. D., & Lee, J. K. (2020). Comparison of two static stretching techniques for the triceps surae in healthy individuals: wall and inclined board stretchings. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 44(2), 125–130. <https://doi.org/10.5535/arm.2020.44.2.125>
- Koli, S., Kanhere, A., & Ghodey, S., (2019). Comparative study of immediate effect of self myofascial release (using foam roller) versus passive stretching on ankle dorsiflexion range of motion over triceps surae in recreational marathon runners. *International Journal of Scientific Research*. 8(4), 2277 – 8179.
- Kondo, H. (2018). Changes in the ground reaction force, lower-limb muscle activity, and joint angles in athletes with unilateral ankle dorsiflexion restriction during a rebound-jump task. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 3(4), 52. doi:10.3390/jfmk3040052
- Konrad, A., & Tilp, M. (2020b). The acute time course of muscle and tendon tissue changes following one minute of static stretching. *Current Issues in Sport Science*, 5. DOI 10.15203/CISS_2020.003
- Konrad, A., & Tilp, M. (2020a). The time course of muscle-tendon unit function and structure

- following three minutes of static stretching. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(1), 52–58
- Konrad, A., Reiner, M. M., Thaller, S., & Tilp, M. (2019). The time course of muscle-tendon properties and function responses of a five-minute static stretching exercise. *European Journal of Sport Science*, 19. doi:10.1080/17461391.2019.1580319
- Kotsifaki, A., Korakakis, V., Graham-Smith, P., Sideris, V., & Whiteley, R. (2021). Vertical and horizontal hop performance: contributions of the hip, knee, and ankle. *Sports health*, 13(2), 128–135. <https://doi.org/10.1177/1941738120976363>
- Krause, D. A., Cloud, B. A., Forster, L. A., Schrank, J. A., & Hollman, J. H. (2011). Measurement of ankle dorsiflexion: a comparison of active and passive techniques in multiple positions. *Journal of Sport Rehabilitation*, 20(3), 333–344. doi:10.1123/jsr.20.3.333
- Krause, F., Wilke, J., Niederer, D., Vogt, L., & Banzer, W. (2019). Acute effects of foam rolling on passive stiffness, stretch sensation and fascial sliding: A randomized controlled trial. *Human Movement Science*, 67, 102514. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.102514>
- Lakie, M., & Robson, L. G. (1988). Thixotropic changes in human muscle stiffness and the effects of fatigue. *Quarterly Journal of Experimental Physiology* (Cambridge, England), 73(4), 487–500. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1988.sp003169>
- Lastova, K., Nordvall, M., Walters-Edwards, M., Allnutt, A., & Wong, A. (2018). Cardiac autonomic and blood pressure responses to an acute foam rolling session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. doi:10.1519/jsc.000000000000002562
- Lauche, R., Wübbeling, K., Lüdtke, R., Cramer, H., Choi, K. E., Rampp, T., Michalsen, A., Langhorst, J., & Dobos, G. J. (2012). Randomized controlled pilot study: pain intensity and pressure pain thresholds in patients with neck and low back pain before and after traditional East Asian "guasha" therapy. *The American Journal of Chinese Medicine*, 40(5), 905–917. <https://doi.org/10.1142/S0192415X1250067X>
- Leblebici, H., Yazar, H., Aydin, E., M., Zorlu, Z., Ertas, U. & Kingir, M., E. (2017). The acute effects

- of different stretching on dynamic balance performance, *International Journal of Sport Studies*. 7 (3), 153-159
- Lee, J., Cynn, H. S., & Park, D. H. (2019). Combined effect of gastrocnemius stretching with self-stabilising talus during subtalar supination on ankle kinematics in subjects with limited ankle dorsiflexion. *Isokinetics and Exercise Science*, 1–10. doi:10.3233/ies-182183
- Lee, J., Cynn, H., Shin, A. & Kim, B. (2021). Combined effects of gastrocnemius stretch and tibialis anterior resistance exercise in subjects with limited ankle dorsiflexion. *Physical therapy rehabilitation science*, 10(1), 10-5 <https://doi.org/10.14474/ptrs.2021.10.1.10>
- Lehr, M., E., Fink, M., L., Ulrich, E. & Butlet, R., J., (2022). Comparison of manual therapy techniques on ankle dorsiflexion range of motion and dynamic single leg balance in collegiate athletes. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 29, 206-214. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.11.004>
- Lima, B. N., Lucareli, P. R., Gomes, W. A., Silva, J. J., Bley, A. S., Hartigan, E. H., & Marchetti, P. H. (2014). The acute effects of unilateral ankle plantar flexors static- stretching on postural sway and gastrocnemius muscle activity during single-leg balance tasks. *Journal of Sports science & Medicine*, 13(3), 564–570.
- Lima, Y. L., Ferreira, V. M. L. M., de Paula Lima, P. O., Bezerra, M. A., de Oliveira, R. R., & Almeida, G. P. L. (2018). The association of ankle dorsiflexion and dynamic knee valgus: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, 29, 61–69. doi:10.1016/j.ptsp.2017.07.003
- Linek, P., Sikora, D., Wolny, T., & Saulicz, E. (2017). Reliability and number of trials of y balance test in adolescent athletes. *Musculoskeletal Science and Practice*, 31, 72–75. doi:10.1016/j.msksp.2017.03.011
- Liu, M. Q., Anderson, F. C., Schwartz, M. H., & Delp, S. L., (2008). Muscle contributions to support and progression over a range of walking speeds. *Journal of Biomechanics*, 41, 3243–3252.
- Loghmani, M. T., Fuller, E. M., Handt, R., Neff, B., Seasley, L., Swartz, C., Witted, M., & March, K. L., (2016). Instrument-assisted soft tissue

- mobilization in healthy young adult males mobilizes tissue-resident mesenchymal stem cells into circulation. *Journal of Orthopedic Sports Physical Therapy*, 46, 107
- MacDonald, N., Baker, R., & Cheatham, S. W. (2016). The effects of instrument assisted soft tissue mobilization on lower extremity muscle performance: a randomized controlled trial. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(7), 1040–1047.
- Macrum, E., Bell, D. R., Boling, M., Lewek, M., & Padua, D. (2012). Effect of Limiting Ankle-Dorsiflexion Range of Motion on Lower Extremity Kinematics and Muscle-Activation Patterns during a Squat. *Journal of Sport Rehabilitation*, 21(2), 144–150. doi:10.1123/jsr.21.2.144
- Magnusson, S. P., Simonsen, E. B., Aagaard, P., Sørensen, H., & Kjaer, M. (1996). A mechanism for altered flexibility in human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, 497 (Pt 1)(Pt 1), 291–298. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1996.sp021768>
- Malliaras, P., Cook, J. L., & Kent, P. (2006). Reduced ankle dorsiflexion range may increase the risk of patellar tendon injury among volleyball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(4), 304–309. doi:10.1016/j.jsams.2006.03.015
- Malloy, P., Morgan, A., Meinerz, C., Geiser, C., & Kipp, K. (2015). The association of dorsiflexion flexibility on knee kinematics and kinetics during a drop vertical jump in healthy female athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 23, 3550-3555.
- Marieb, E., & Hoehn, K. (2007). *Human Anatomy & Physiology* (Vol. 7th). San Francisco: Pearson Education, Inc
- Martínez-Jiménez, E. M., Losa-Iglesias, M. E., Becerro-de-Bengoa-Vallejo, R., Díaz-Velázquez, J. I., López-López, D., Calvo-Lobo, C., & Rodríguez-Sanz, D. (2020). Immediate Effects of Intermittent Bilateral Ankle Plantar Flexors Static Stretching on Balance and Plantar Pressures. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. doi:10.1016/j.jmpt.2019.02.012
- Martz, E. (2018). Graston Technique Pressure Changes On Hamstring

- Range Of Motion (Master thesis). Available in *Theses and Dissertations*. 870.
<https://ir.library.illinoisstate.edu/etd/870>
- Mason-Mackay, A. R., Whatman, C., & Reid, D. (2017). The effect of reduced ankle dorsiflexion on lower extremity mechanics during landing: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(5), 451–458.
doi:10.1016/j.jsams.2015.06.006
- Mauntel, T. C., Begalle, R. L., Cram, T. R., Frank, B. S., Hirth, C. J., Blackburn, T., & Padua, D. A. (2013). The effects of lower extremity muscle activation and passive range of motion on single leg squat performance. *Journal Strength Condition Research*, 27, 1813-1823.
- Mazzei, B. G., (2019). Different effects of static and vibrating foam rollers on ankle plantar flexion flexibility and neuromuscular activation. (Master thesis). Available in *University Honors Program Theses*. (423)
- McDonald, G. Z., (2013). Foam rolling as a recovery tool following an intense bout of physical activity. (Master thesis) Memorial University of Newfoundland
- McGregor, A. H., & Hukins, D. W. L., (2009). Lower limb involvement in spinal function and low back pain. *Journal Back Musculoskeletal Rehabilitation*, 22(4), 219–22
- McHugh, M. P. & Cosgrave, C. H., (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 20: 169–181.
PMID:20030776.
- McMurray, J., Landis, S., Lininger, K., Baker, R. T., Nasypany, A., & Seegmiller, J. (2015). A comparison and review of indirect myofascial release therapy, instrument-assisted soft tissue mobilization, and active release techniques to inform clinical decision making. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 20(5), 29–34.doi:10.1123/ijatt.2015-0009
- Mizuno, T., Matsumoto, M., & Umemura, Y. (2011). 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.doi:10.1111/j.1600-0838.2011.01329.x
- Mizuno, T., Matsumoto, M., & Umemura, Y. (2014). Stretching-induced deficit of maximal isometric torque is restored within 10 minutes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 147–153. doi:10.1519/jsc.0b013e3182964220
- Molloy, M. (2018). The effect of foam rolling on pulse wave velocity. (Master thesis) Salem State University . Available at Honors Theses. (186)
- Moore, K. L., & Dalley, A. F. (2006). Clinically oriented anatomy. 5th Ed. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia. 648–649
- Moreno-Pérez, V., Del Coso, J., Raya-González, J., Nakamura, F., Y. & Castillo, D., (2019). Effects of basketball match-play on ankle dorsiflexion range of motion and vertical jump performance in semi-professional players, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 60(1) doi:10.23736/S0022-4707.19.09918-3
- Moreno-Pérez, V., Soler, A., Ansa, A., López-Samanes, A., Madruga-Parera, M., Beato, M., & Romero-Rodríguez, D., (2020). Acute and chronic effects of competition on ankle dorsiflexion ROM in professional football players. *European Journal of Sport Science*, 20:1, 51-60, doi: 10.1080/17461391.2019.1611930
- 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. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.140434>
- Muckus, K., Juodþbalienė, V., Krišėiukaitis, A., Pukėnas, K. & Škikas, L. (2009). The gastrocnemius muscle stiffness and human balance stability. *Mechanika*, 6(80), 1392–1207.
- Murray, A. M., Jones, T. W., Horobeanu, C., Turner, A. P., & Sproule, J. (2016). Sixty seconds of foam rolling does not affect functional flexibility or change muscle temperature in adolescent athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(5), 765–776.
- Nagano, A., Yoshioka, S., Hay, D. C., Himeno, R. & Fukashiro, S. (2006). Influence of vision and static stretch of the calf

- muscles on postural sway during quiet standing. *Human Movement Science*, 25(3), 422-434.
- Nakale, N. T., Strydom, A., Saragas, N. P., & Ferrao, P. N. F. (2017). Association between plantar fasciitis and isolated gastrocnemius tightness. *Foot & Ankle International*, 39(3), 271–277.
doi:10.1177/1071100717744175
- Nakamura, M., Ikezoe, T., Kobayashi, T., Umegaki, H., Takeno, Y., Nishishita, S., & Ichihashi, N. (2014). Acute effects of static stretching on muscle hardness of the medial gastrocnemius muscle belly in humans: an ultrasonic shear-wave elastography study. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 40(9), 1991–1997.
doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2014.03.024
- Nakamura, M., Ikezoe, T., Takeno, Y., & Ichihashi, N. (2013). Time course of changes in passive properties of the gastrocnemius muscle-tendon unit during 5 min of static stretching. *Manual therapy*, 18(3), 211–215.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2012.09.010>
- Nakamura, M., Ikezoe, T., Tokugawa, T., & Ichihashi, N. (2015). Acute effects of stretching on passive properties of human gastrocnemius muscle-tendon unit: analysis of differences between hold-relax and static stretching. *Journal of Sport Rehabilitation*, 24(3), 286–292.
doi:10.1123/jsr.2014-0164
- Nakamura, M., Onuma, R., Kiyono, R., Yasaka, K., Sato, S., Yahata, K., Fukaya, T., & Konrad, A. (2021). The Acute and prolonged effects of different durations of foam rolling on range of motion, muscle stiffness, and muscle strength. *Journal of sports science & medicine*, 20(1), 62–68.
<https://doi.org/10.52082/jsm.2021.62>
- Nazari, G., Bobos, P., MacDermid, J. C., & Birmingham, T. (2019). The effectiveness of instrument-assisted soft tissue mobilization in athletes, participants without extremity or spinal conditions, and individuals with upper extremity, lower extremity, and spinal conditions: a systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100(9), 1726–1751.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.01.017>
- Nielsen, A., Knoblauch, N. T. M., Dobos, G. J.,

- Michalsen, A., & Kaptchuk, T. J. (2007). The effect of gua sha treatment on the microcirculation of surface tissue: a pilot study in healthy subjects. *explore: The Journal of Science and Healing*, 3(5), 456–466. doi:10.1016/j.explore.2007.06.001
- Norkin, C., & Levangie, P. (1992). *Joint structure and function. A comprehensive approach*, 2nd ed. Philadelphia: F. A. Davis.
- Ota, S., Ueda, M., Aimoto, K., Suzuki, Y., & Sigward, S. M. (2014). Acute influence of restricted ankle dorsiflexion angle on knee joint mechanics during gait. *The Knee*, 21(3), 669–675. doi:10.1016/j.knee.2014.01.006
- Overmoyer, G., V. & Reiser, R., F. (2017). Relationships between lower-extremity flexibility, asymmetries, and the y balance test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1240-1247. doi: 10.1519/JSC.0000000000.000693
- Palastanga, N., & Soames, R., (2012). *Anatomy and human movement: structure and function*. 6th ed. london, united kingdom: churchill livingstone
- Pearcey, G. E. P., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J.-E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). Foam rolling for delayed-onset muscle soreness and recovery of dynamic performance measures. *Journal of Athletic Training*, 50(1), 5–13. doi:10.4085/1062-6050-50.1.01
- Park, S., & Kim, J. (2020). Comparison of the effect of the fascial distortion model, foam rolling and self-stretching on the ankle dorsiflexion range of motion. *The Journal of Korean Physical Therapy*, 32(2), 238-244 <https://doi.org/10.18857/jkpt.2020.32.4.238>
- Pinar, S., Kaya, F., Bicer, B., Erzeybek, M. S., & Cotuk, H. B. (2012). Different recovery methods and muscle performance after exhausting exercise: comparison of the effects of electrical muscle stimulation and massage. *Biology of sport*, 29(4), 269–275. <https://doi.org/10.5604/20831862.1019664>
- Pisirici, P., Ekiz, M., B., & Ilhan, C. (2020). Investigation of the acute effect of myofascial release techniques and dynamic stretch on vertical jump performance in recreationally active individuals. *Journal of*

- Physical Education and Sport*, 20(3), 1569 – 1579.
- Piva, S. R., Goodnite, E. A., & Childs, J. D. (2005). Strength around the hip and flexibility of soft tissues in individuals with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 35(12), 793–801. doi:10.2519/jospt.2005.35.12.793
- Portillo-Soto, A., Eberman, L. E., Demchak, T. J., & Peebles, C. (2014). Comparison of blood flow changes with soft tissue mobilization and massage therapy. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 20(12), 932–936. doi:10.1089/acm.2014.0160
- Prentice, W. (2011). Therapeutic Modalities in Rehabilitation. In. *Psychology*, 11(4), 256-260. doi: 10.3758/BF03326804
- Rabin, A., Kozol, Z., & Finestone, A. S. (2014). Limited ankle dorsiflexion increases the risk for mid-portion Achilles tendinopathy in infantry recruits: a prospective cohort study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 7(1). doi:10.1186/s13047-014-0048-3
- Redmond, A. C., Crosbie, J., & Ouvrier, R. A. (2006). Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 21(1), 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002>
- Reid, J. C., Greene, R., Young, J. D., Hodgson, D. D., Blazeovich, A. J., & Behm, D. G. (2018). The effects of different durations of static stretching within a comprehensive warm-up on voluntary and evoked contractile properties. *European Journal of Applied Physiology*, 118(7), 1427–1445. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3874-3>
- Robinson, R., & Gribble, P. (2008). Kinematic predictors of performance on the star excursion balance test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 17(4), 347–357. <https://doi.org/10.1123/jsr.17.4.347>
- Romero-Moraleda, B., González-García, J., Cuéllar-Rayó, A., Balsalobre-Fernández, C., Muñoz-García, D., & Morencos, E. (2019). Effects of vibration and non-vibration foam rolling on recovery after exercise with induced muscle damage. *Journal of Sports*

- Science and Medicine*, 18, 172-180
- Romkes, J., & Schweizer, K. (2015). Immediate effects of unilateral restricted ankle motion on gait kinematics in healthy subjects. *Gait & Posture*, 41(3), 835–840. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.02.015>
- Root, M. L., Orion, W. P., & Weed J.H. (1977). Normal and abnormal function of the foot; *Clinical Biomechanics*. Corp. Los Angeles
- Root, M., Onen, W., & Weed, J., (1971). Biomechanical evaluation of the foot. Los Angeles: Clinical Biomechanics Corporation
- Rowlett, C. A., Hanney, W. J., Pabian, P. S., McArthur, J. H., Rothschild, C. E., & Kolber, M. J. (2018). Efficacy of instrument-assisted soft tissue mobilization in comparison to gastrocnemius-soleus stretching for dorsiflexion range of motion: Arandomized controlled trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*.doi:10.1016/j.jbmt.2018.02.008
- Ryan, E. D., Beck, T. W., Herda, T. J., Hull, H. R., Hartman, M. J., Costa, P. B., Defreitas, J. M., Stout, J. R., & Cramer, J. T. (2008). The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 38(10), 632–639. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2843>
- Sabharwal, S., & Kumar, A. (2008). Methods for assessing leg length discrepancy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 466(12), 2910–2922. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0524-9>
- Santos, C. M. dos, Ferreira, G., Malacco, P. L., Sabino, G. S., Moraes, G. F. de S., & Felício, D. C. (2012). Confiabilidade intra e interexaminadores e erro da medição no uso do goniômetro e inclinômetro digital. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 18(1), 38–41. doi:10.1590/s1517-86922012000100008
- Sato, S., Kiyono, R., Takahashi, N., Yoshida, T., Takeuchi, K., & Nakamura, M. (2020). The acute and prolonged effects of 20-s static stretching on muscle strength and shear elastic modulus. *PLoS ONE*, 15(2): e0228583. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228583>

- Schleip, R. (2003). Fascial plasticity: a new neurobiological explanation. Part2. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 7(2):104–116.
- Schleip, R., Duerselen, L., Vleeming, A., Naylor, I. L., Lehmann-Horn, F., Zorn, A., Jaeger, H., & Klingler, W. (2012). Strain hardening of fascia: static stretching of dense fibrous connective tissues can induce a temporary stiffness increase accompanied by enhanced matrix hydration. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(1), 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2011.09.003>
- Schleip, R., Jäger, H., & Klingler, W. (2012). What is “fascia”? A review of different nomenclatures. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(4), 496–502. doi:10.1016/j.jbmt.2012.08.001
- Schleip, R. (2015). Anatomy trains in motion. In T. Myers (Eds.), *Fascia, in sport and movement* (vol 6, pp. 94). United Kingdom: Handsprinh publishing limited
- Secomb, J. L., Lundgren, L. E., Farley, O. R., Tran, T. T., Nimphius, S., & Sheppard, J. M. (2015). Relationships between lower-body muscle structure and lower-body strength, power, and muscle-tendon complex stiffness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(8), 2221–2228. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000858>
- Seeley, R., Stephens, T. D., & Tate, P. (2006). *Anatomy & Physiology* (Vol. 7th). Boston: McGraw Hill
- Shah, S., & Bhalara, A. (2012). Myofascial release. *International Journal of Health Sciences and Research*, 2(2), 69-77.
- Shitara, H., Tajika, T., Kuboi, T., Ichinose, T., Sasaki, T., Hamano, N., Endo, T., Kamiyama, M., Honda, A., Miyamoto, R., Nakase, K., Yamamoto, A., Kobayashi, T., Takagishi, K., & Chikuda, H. (2021). Ankle dorsiflexion deficit in the back leg is a risk factor for shoulder and elbow injuries in young baseball players. *Scientific Reports*, 11(1), 5500. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85079-8>
- Simpson, S. L., Hertzog, M. S. & Barja, R. H. (1991). The plantaris tendon graft: an ultrasound study. *The Journal of hand surgery*. 16(4), 708-11
- Skarabot, J., Beardsley, C., & Stirn, I. (2015). Comparing the effects of

- self- myofascial release with static stretching on ankle range of motion in adolescent athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(2), 203–212. PMID:PMC4387728
- Smith, J. C., Pridgeon, B., & Hall, M. C. (2018). Acute effect of foam rolling and dynamic stretching on flexibility and jump height. *Journal of strength and conditioning research*, 32(8), 2209–2215. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002321>
- Somers, K., Aune, D., Horten, A., Kim, J., & Rogers, J. (2019). Acute effects of gastrocnemius/soleus self-myofascial release vs. dynamic stretching on closed chain dorsiflexion. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1–28. doi:10.1123/jsr.2018-0199
- Spina A. A. (2007). The plantaris muscle: anatomy, injury, imaging, and treatment. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 51(3), 158–165. PMID: PMC1978447
- Standley, R., A., Miller, M., G., & Binkley, H. (2010). Massage’s effect on injury, recovery, and performance: a review of techniques and treatment parameters. *Journal of Strength Condition*. 32(2), 64–67. doi: 10.1519/ssc.0b013e3181c33918
- Stanek, J., & Pieczynski, A. (2020). Effectiveness of clinician- and patient-applied mobilisation with movement technique to increase ankle dorsiflexion range of motion. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 27(4), 1-11 doi: 10.12968/ijtr.2018.0118
- Stanek, J., Sullivan, T., & Davis, S. (2018). Comparison of compressive myofascial release and the graston technique for improving ankle-dorsiflexion range of motion. *Journal of Athletic Training*, 53(2), 160–167. doi:10.4085/1062-6050-386-16
- Stevanovic, V. B., Jelic, M. B., Milanovic, S. D., Filipovic, S. R., Mikic, M. J., & Stojanovic, M. (2019). Sport-specific warm-up attenuates static stretching- induced negative effects on vertical jump but not neuromuscular excitability in basketball players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18(2), 282–289.
- Stroiney, D. A., Mokris, R. L., Hanna, G. R., & Ranney, J. D. (2020). Examination of self-

- myofascial release vs. instrument-assisted soft-tissue mobilization techniques on vertical and horizontal power in recreational athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(1), 79–88. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002628>
- Sullivan, K., M., Silvey, D., B., J., Button, D., C., & Behn, D., G., (2013). Roller- massager application to the hamstrings increases sit and reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *Intenational Journal of Sports Physical Therapy*, 8(3): 228–236. PMID:23772339
- Takeuchi, K., Takemura, M., Shimono, T., & Miyakawa, S. (2018). Baseline muscle tendon unit stiffness does not affect static stretching of the ankle plantar flexor muscles. *Journal of Physical Therapy Science*, 30(11), 1377–1380. doi:10.1589/jpts.30.1377
- Taylor, D., Dalton, J., Seaber, A., & Garrett, W. (1990). Viscoelastic properties of muscletendon units: The biomechanical effects of stretching. *The American Journal of Sports Medicine*, 18(3): 300-309.
- Tirosh, O., & Sparrow, W. A. (2005). Age and walking speed effects on muscle recruitment in gait termination. *Gait & Posture*, 21(3), 279–288. doi:10.1016/j.gaitpost.2004.03.00
- Toft, E., Espersn, G., T., Kalund, S., Sinkjaer, T. & Hornemann, B., C. (1989). Passive tension of the ankle before and after stretching. *The American Journal of Sports Medicine*. 17:489-94
- Twomey, L. & Taylor, J. (1982). Flexion creep deformation and hysteresis in the lumbar vertebral column. *Spine (Phila Pa 1976)*. 7(2):116–122.
- van Dyk, N., Farooq, A., Bahr, R., & Witvrouw, E., (2018). Hamstring and ankle flexibility deficits are weak risk factors for hamstring injury in professional soccer players: a prospective cohort study of 438 players including 78 injuries. *American Journal of Sports Medicine*. 46(9), 2203-10.
- Vardiman, J., Siedlik, J., Herda, T., Hawkins, W., Cooper, M., Graham, Z., ... Gallagher, P. (2014). Instrument-assisted soft tissue mobilization: effects on the properties of human plantar flexors. *International Journal of Sports Medicine*, 36(03),

- 197–203. doi:10.1055/s-0034-1384543
- Vijayakumar, M., Jaideep, A., Khankal, R., Gazbare, P., & Abraham, B. (2019). Effectiveness of Compressive myofascial release vs instrument assisted soft tissue mobilization in subjects with active trigger points of the calf muscle limiting ankle dorsiflexion. *International Journal of Health Sciences & Research*, 9(4), 98-106.
- Wahlstedt, C., & Rasmussen-Barr, E., (2015). Anterior cruciate ligament injury and ankle dorsiflexion. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 23(11), 3202-7.
- Wallmann, H. W., Player, K. R., & Bugnet, M. (2012). Acute effects of static stretching on balance in young versus elderly adults. *Physical & Occupational Therapy In Geriatrics*, 30(4), 301–315. doi:10.3109/02703181.2012.719076
- Wang, S. S., Whitney, S. L., Burdett, R. G., & Janosky, J. E. (1993). Lower extremity muscular flexibility in long distance runners. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 17(2), 102–107. doi:10.2519/jospt.1993.17.2.102
- Weerapong, P., Hume, P. A., & Kolt, G. S. (2005). The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(3), 235–256. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535030-00004>
- Weppler, C., H., & Magnusson, S., P., (2010). Increasing muscle extensibility: a matter of increasing length or modifying sensation?. *Physical Therapy*, 90, 438–449, <https://doi.org/10.2522/ptj.20090012>
- Whitting, J. W., Steele, J. R., McGhee, D. E., & Munro, B. J. (2011). Dorsiflexion capacity affects achilles tendon loading during drop landings. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 43(4), 706-13.
- Wilson, B. R., Robertson, K. E., Burnham, J. M., Yonz, M. C., Ireland, M. L., & Noehren, B. (2018). The relationship between hip strength and the y balance test. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1–6. doi:10.1123/jsr.2016-0187
- Xu, Q. Y., Yang, J. S., Zhu, B., Yang, L., Wang, Y. Y., & Gao, X. Y. (2012). The effects of scraping therapy on local temperature and blood perfusion volume in

- healthy subjects.
Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 1–6. doi:10.1155/2012/490292
- Yoshimura, A., Inami, T., Schleip, R., Mineta, S., Shudo, K., & Hirose, N. (2019). Effects of self-myofascial release using a foam roller on range of motion and morphological changes in muscle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. doi:10.1519/jsc.000000000000003196
- Yoshimura, A., Schleip, R., & Hirose, N. (2020). Effects of self-massage using a foam roller on ankle range of motion and gastrocnemius fascicle length and muscle hardness: a pilot study. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(8), 1171-1178
<http://journals.humankinetics.com/view/journals/jsr/29/8/article-p1171.xml>
- Yoshimura, A., Sekine, Y., Schleip, R., Furusyo, A., Yamazaki, K., Inami, T. ... Hirose, N., (2021). The acute mechanism of the self-massage-induced effects of using a foam roller. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*,
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.02.012>
- You, J. Y., Lee, H. M., Luo, H. J., Leu, C. C., Cheng, P. G., & Wu, S. K. (2009). Gastrocnemius tightness on joint angle and work of lower extremity during gait. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 24(9), 744–750. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2009.07.002>
- Youdas, J. W., McLean, T. J., Krause, D. A., & Hollman, J. H. (2009). Changes in active ankle dorsiflexion range of motion after acute inversion ankle sprain. *Journal of sport rehabilitation*. 18(3), 358-74.
- Young, R., Nix, S., Wholohan, A., Bradhurst, R., & Reed, L. (2013). Interventions for increasing ankle joint dorsiflexion: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research*, 6(1). doi:10.1186/1757-1146-6-46
- Zulkifli, S. S., & Loh, W. P. (2018). A state-of-the-art review of foot pressure. *Foot and Ankle Surgery*. doi:10.1016/j.fas.2018.12.005

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Περιεχόμενα παραρτήματος

1. Έγκριση επιτροπής Δεοντολογίας-Βιοηθικής	σελ. 68
2. Έντυπο δήλωσης συγκατάθεσης	σελ. 69
3. Ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας	σελ. 71

1. Έγκριση επιτροπής Δεοντολογίας-Βιοηθικής



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Δάφνη, Τετάρτη, 16 Σεπτεμβρίου 2020

Αριθμός πρωτοκόλλου έγκρισης: 1221/16-09-2020

Αγαπητή κυρία Γιαννιώτη,

Η εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, στη συνεδρίασή της στις 16-09-2020 εξέτασε την αίτησή σας από 11-09-2020, με τίτλο “Φυσιολογικές και λειτουργικές αντιδράσεις του γαστροκνημίου μετά από τεχνικές χαλάρωσης στην οπίσθια περιοχή της κνήμης” και αποφάσισε ότι η μελέτη εγκρίνεται. Παρακαλώ να προστεθούν τα μέλη της τριμελούς επιτροπής στην αίτηση.

Ο συντονιστής της Επιτροπής

*

Γρηγόρης Μπογδάνης,
Καθηγητής ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

*Η υπογραφή έχει τεθεί επί του πρωτοτύπου που τηρείται στη Γραμματεία της Επιτροπής

2. Έντυπο δήλωσης συγκατάθεσης



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

**ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ**
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΘΛΗΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
Δ/ντής: Δημήτριος Μανδαλίδης Επ. Καθηγητής

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ

Τίτλος Ερευνητικής εργασίας:	«Η επίδραση τεχνικών μυοπεριτονιακής χαλάρωσης στο οπίσθιο διαμέρισμα της κνήμης στη λειτουργικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης»
Επιστημονικός Υπεύθυνος:	Δημήτριος Μανδαλίδης, Επ. Καθηγητής, ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ, email: dmndldis@phed.uoa.gr, Τηλ. 2109702485
Ερευνητής:	Μαρία Γιαννιώτη, ΠΜΣ, ΤΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ email: margianniotti@yahoo.gr , Τηλ. 6977150176

Οι μύες του οπίσθιου διαμερίσματος της κνήμης έχουν τάση να εμφανίζουν βράχυνση, αποτέλεσμα της οποίας είναι, πολλές φορές η δημιουργία τραυματισμών κυρίως στο κάτω άκρο. Η χαλάρωση των μυών, έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών μελετών στις οποίες έχουν χρησιμοποιηθεί πληθώρα μέσων και τεχνικών (π.χ. αφρώδεις κύλινδροι, ασκήσεις αυτοδιάτασης κλπ.). Η διερεύνηση λειτουργικών αντιδράσεων του μυών αυτών στις τεχνικές χαλάρωσης θα βοηθήσει στην επιλογή της αποτελεσματικότερης τεχνικής χαλάρωσης των μυών. Σκοπός της παρούσας μελέτης, η οποία διεξάγεται από το Εργαστήριο Αθλητικής Φυσικοθεραπείας του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών είναι να διερευνήσει τις επιδράσεις που έχουν διαφορετικές τεχνικές χαλάρωσης στην λειτουργικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης.

Κατά τη μελέτη θα μετρηθούν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (π.χ. ανάστημα, σωματικό βάρος) και θα συμπληρωθούν ερωτηματολόγια που σχετίζονται με την πλευρικότητα του κάτω άκρου και την κατάσταση της υγείας του/της συμμετέχοντα/ουσας. Η λειτουργική αξιολόγηση της ποδοκνημικής θα πραγματοποιηθεί πριν και μετά από την εφαρμογή μιας τεχνικής χαλάρωσης και θα περιλαμβάνουν την αξιολόγηση i) του εύρους της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής, ii) της δύναμης των πελματιαίων καμπτήρων της ποδοκνημικής, iii) του ελέγχου της στάσης του σώματος σε δυναμικές συνθήκες iv) των πελματιαίων πιέσεων που ασκεί το πόδι κατά τη φάση στήριξης της βάρδισης και v) της απόδοσης σε κάθετο άλμα. Οι τεχνικές χαλάρωσης που θα χρησιμοποιηθούν είναι οι ασκήσεις αυτοδιάτασης, η χρήση αφρώδους κυλίνδρου και η χρήση ειδικού εξοπλισμού

μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης (Instrumented Assisted Soft Tissue Mobilization). Οι τεχνικές χαλάρωσης θα πραγματοποιηθούν σε τρεις συνεδρίες με διαφορά από πέντε ημέρες έως μια εβδομάδα μεταξύ τους.

Παρακαλούμε να λάβετε μέρος στην έρευνα συμπληρώνοντας τα παρακάτω στοιχεία έχοντας υπόψη ότι: (i) οι δοκιμασίες που θα συμμετέχετε είναι ακίνδυνες, (ii) η συμμετοχή σας είναι εθελοντική και οποιαδήποτε στιγμή μπορείτε να αποσυρθείτε από αυτή, (iii) τα στοιχεία που θα συλλεχθούν θα είναι απόρρητα και διαθέσιμα σε εσάς οποιαδήποτε στιγμή, (iv) τα αποτελέσματα της έρευνας ενδεχομένως να δημοσιευθούν σε επιστημονικά περιοδικά, και θα χρησιμοποιηθούν για διδακτικούς σκοπούς και κλινική εφαρμογή, (v) έχετε τη δυνατότητα ατομικής ενημέρωσης σχετικά με τα αποτελέσματα της έρευνας καθώς και για τα συνολικά αποτελέσματα που θα προκύψουν με την ολοκλήρωσή της, (vi) δεν υπάρχει άλλο όφελος για τους συμμετέχοντες στην έρευνα πέραν της ικανοποίησης από τη συμμετοχή σας στο συγκεκριμένο επιστημονικό έργο (vii) η έρευνα γίνεται για καθαρά επιστημονικούς λόγους και δεν υπάρχει εμπορική εκμετάλλευση.

Η ερευνητική πρόταση έχει εγκριθεί με την υπ' αριθμ 1221/16-09-2020 απόφαση της Επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής του τμήματος.

Ευχαριστούμε πολύ για τη συνεργασία σας.

Όνοματεπώνυμο δηλούντος ή χρήση κωδικού ή αρχικών:

Τηλ. Επικοινωνίας:

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ

..... / / 202..

Διάβασα και κατανόησα τον σκοπό της έρευνας με τίτλο «Η επίδραση τεχνικών μυοπεριτονιακής χαλάρωσης στο οπίσθιο διαμέρισμα της κνήμης στη λειτουργικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης», που διεξάγεται στο Εργαστήριο Αθλητικής Φυσικοθεραπείας του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών και δηλώνω ότι δέχομαι να λάβω μέρος σε αυτήν. Γνωρίζω ότι η συμμετοχή μου είναι εθελοντική και μπορώ να αποσυρθώ από αυτή οποιαδήποτε στιγμή.

Ο/Η Συμμετέχον/ουσα

.....

Υπογραφή

3. Ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας

Ερωτηματολόγιο WFQ-R

Όνοματεπώνυμο

Ημερομηνία

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

WFQ-R-GREEK

Translated into Greek by: Kapreli, E.; Stavridis, G. Billis, V.; Strimpakos, N.; Athanasopoulos, S.

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

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