ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΟΞΕΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΥΛΙΣΗΣ ΜΕ ΑΦΡΩΔΗ ΚΥΛΙΝΔΡΟ ΜΑΛΑΞΗΣ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΔΟΝΗΣΗ ΣΤΟ ΕΥΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ, ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΜΥΪΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ ΝΕΑΡΩΝ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΡΥΘΜΙΚΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ»

Κόρδα Λήδα Ουρανία

Επιβλέπων Καθηγητής: Νικολαΐδου Μαρία-Ελισσάβετ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

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

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κα. Μαρία – Ελισσάβετ Νικολαΐδου, κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, και την ακούραστη φροντίδα της κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της πτυχιακής μου εργασίας, όπως επίσης και για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή της.

Επίσης, θα ήθελα να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου, οι οποίοι με στήριξαν για την επιτυχή υλοποίηση των στόχων μου, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή κατάρτισή μου και την συνεχή μου πρόοδο.

Με εκτίμηση,
Κόρδα Λήδα - Ουρανία

ΟΞΕΙΑ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΥΛΙΣΗΣ ΜΕ ΑΦΡΩΔΗ ΚΥΛΙΝΔΡΟ ΜΑΛΑΞΗΣ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΔΟΝΗΣΗ ΣΤΟ ΕΥΡΟΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΠΟΔΟΚΝΗΜΙΚΗΣ, ΣΤΗΝ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗ ΜΥΪΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ ΝΕΑΡΩΝ ΑΘΛΗΤΡΙΩΝ ΡΥΘΜΙΚΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ

Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση της οξείας επίδρασης κύλισης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης με και χωρίς δόνηση στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής (ΠΔΚ), στην ισορροπία και στην μυϊκή δύναμη και ισχύς των κάτω άκρων νεαρών αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής. Επτά ενεργές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής, 22.8 ± 2.2 ετών, συμμετείχαν με τυχαιοποιημένη σειρά σε τρεις παρεμβάσεις που αφορούσαν: Α) παρέμβαση ΜΠΤ απελευθέρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς δόνηση, Β) παρέμβαση ΜΠΤ απελευθέρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης με δόνηση συχνότητας 25Hz, και Γ) καμία παρέμβαση (συνθήκη ελέγχου). Και για τις δύο συνθήκες παρέμβασης, εφαρμόστηκε έτερο-μάλαξη με χρήση αφρώδη κυλίνδρου αμφίπλευρα στους καμπτήρες και εκτείνοντες του γόνατος και στους πελματιαίους καμπτήρες της ΠΔΚ (3 σετ των 30δευτ σε ρυθμό 40χτ/δευτ και με εφαρμογή της πίεσης μάλαξης παράλληλα με τη φορά των μυϊκών ινών, με διάλειμμα 15δευτ μεταξύ των σειρών και 15δευτ μεταξύ των μυϊκών ομάδων). Πριν (ΑΡΧ) και μετά (ΤΕΛ) από κάθε παρέμβαση αξιολογήθηκε: α) το εύρος κίνησης της ΠΔΚ άρθρωσης μέσω της δοκιμασίας της βαρυμεταφέρουσας πρόσθιας προβολής του στηρικτικού άκρου (WBLT) αμφότερα και για τα δύο άκρα, β) η ικανότητα στατικής ισορροπίας, μέσω καταγραφής των δεδομένων του Κέντρου Πίεσης (ΚΠ) με χρήση προσαρμοσμένης μονοαξονικής πλατφόρμας (Wii Nintendo®, Fs=1000 HZ), σε δοκιμασίες μονοποδικής και διποδικής στήριξης με ανοικτά και κλειστά μάτια και γ) η μυϊκή δύναμη και ισχύς των κάτω άκρων μέσω της ίδιας πλατφόρμας σε δοκιμασίες κατακόρυφων αλμάτων τύπου CMJ και SJ (3 προσπάθειες ανά άλμα). Η στατική ισορροπία αξιολογήθηκε με τις παραμέτρους του μήκους και της περιοχής μετατόπισης του ΚΠ και της ταλάντευσης του ΚΠ στην πρόσθιο-οπίσθια και στην έσω-έξω πλάγια διεύθυνση. Η

κατακόρυφη αλτική ικανότητα προσδιορίστηκε από επιλεγμένες μηχανικές παραμέτρους της φάσης ώθησης του άλματος. Χρησιμοποιήθηκε ANOVA επαναλαμβανόμενων μετρήσεων με κατά ζεύγη μετά-συγκρίσεις Bonferonni για πιθανές διαφορές μεταξύ παρεμβάσεων και μετρήσεων (ΑΡΧ εν. ΤΕΛ) στο εύρος κίνησης της ΠΔΚ, στην στατική διποδική και μονοποδική ισορροπία και στην αλτική ικανότητα (α=0.05). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το εύρος κίνησης της ΠΔΚ αυξήθηκε σημαντικά ($p<0.05$) ανεξαρτήτως παρέμβασης σε αμφότερα τα κάτω άκρα (3,7% αύξηση για το αριστερό και 2,8% για το δεξί άκρο). Η στατική μονοποδική και διποδική ισορροπία δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά σε καμία από τις εξεταζόμενες παραμέτρους του ΚΠ ανεξαρτήτως της παρέμβασης της τεχνικής μάλαξης. Παρομοίως, η μυϊκή δύναμη και ισχύς δεν παρουσίασε καμία σημαντική διαφορά λόγω παρέμβασης σε κανένα από τα δύο είδη κατακόρυφων αλμάτων. Δεν βρέθηκε καμία σημαντική αλληλεπίδραση παρέμβασης και μέτρησης σε καμία παράμετρο. Συμπεραίνεται ότι η τεχνική ΜΠΤ απελευθέρωσης είτε με δόνηση είτε χωρίς δόνηση είχε οξεία θετική επίδραση στο εύρος κίνησης της ΠΔΚ νεαρών αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής ενώ η ικανότητα ισορροπίας και η κατακόρυφη αλτικότητά τους παρέμειναν αμετάβλητες.

Λέξεις κλειδιά: μυοπεριτονία (ΜΠΤ), ΜΠΤ απελευθέρωση, κύλινδρος μάλαξης, εύρος κίνησης, ποδοκνημική, ισορροπία, αλτικότητα

ACUTE EFFECT OF FOAM ROLLING WITH AND WITHOUT VIBRATION ON ANKLE JOINT RANGE OF MOTION, BALANCE, MUSCLE STRENGTH AND POWER OF THE LOWER LIMBS IN YOUNG RHYTHMIC GYMNASTIC ATHLETES

Abstract

The study's purpose was to investigate the acute effect of foam rolling, with and without vibration, on the ankle joint's range of motion (ROM), balance and muscle strength and power of the lower limbs in young rhythmic gymnastics athletes. Seven active female athletes, aged 22.8 ± 2.2 years old, participated in a randomized order in three interventions: A) foam rolling without vibration, B) foam rolling with vibration at a vibration frequency of 25Hz, and C) no intervention (control condition). In both the experimental conditions of foam rolling, participants received a foam rolling massage protocol applied bilaterally on the knee flexors and extensors and the ankle plantarflexors (3 sets x 30 sec per muscle group at a 40beats/min tempo, and with application of pressure parallel to the direction of muscle fibers, with 15 sec rest between sets and 15 sec rest between muscle groups). Before (PRE) and after (POST) each intervention, there were measurements of: a) ankle ROM with the weight bearing lunge test (WBLT) bilaterally for both limbs, b) static balance ability by recording the center of pressure (CoP) data by means of a customized uniaxial balance board (Wii Nintendo®, Fs = 1000 HZ) during one- and two-legged quiet stance trials, performed with open (OE) and closed eyes (CE), and c) muscle strength and power of the lower limbs, with the use of the same platform, during vertical CMJ and SJ jumps trials (3 trials per jump). Static balance ability was assessed with the parameters of the CoP path length and area, as well as the CoP sway in the anterior-posterior and the medio-lateral direction. Vertical jumping performance was assessed with selected mechanical parameters from the jump's impulse phase. Repeated-measures ANOVA with Bonferonni pairwise post hoc comparison were used to test for possible differences between interventions and measures (PRE vs POST) on ankle's ROM, unipedal and

bipedal static balance performance and jumping performance (a=0.05). The results showed that the ankle joint's ROM was significantly ($p<0.05$) increased regardless of the intervention in both limbs (3.7% increase for the left limb and 2.8% for the right limb). Static unipedal and bipedal balance performance did not show any significant difference in any of the examined CoP parameters regardless of the foam rolling technique intervention. Similarly, muscle strength and power did not show any significant difference due to foam rolling technique intervention in either type of vertical jump. There were no significant interaction of intervention and measurement for any CoP or vertical jumping performance parameter. In conclusion, the vibrating or non-vibrating foam rolling technique had an acute positive effect on the ankle joint ROM of young female rhythmic gymnasts, while their static balance performance and vertical jumping ability remained unaffected.

Key words: myofascial, myofascial release, foam roller, range of motion, ankle, balance, vertical jumping performance

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη Ελληνική i
Περίληψη Αγγλική..... iii
Πίνακας Περιεχομένων v
Κατάλογος Σχημάτων viii
Κατάλογος Πινάκων..... viii
Κατάλογος Εικόνων ix
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών ix

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....σελ. 1
1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....σελ. 1
1.2. Σημασία της μελέτης.....σελ. 4
1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις.....σελ. 5
1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας .....σελ. 6
1.5. Διευκρίνιση όρων.....σελ. 7

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....σελ. 8
2.1. Ορισμός της περιτονίας .....σελ. 8
2.1.1. Τεχνικές μυοπεριτονιακής (ΜΠΤ) απελευθέρωσης.....σελ. 9
2.1.1.1.Κύλιση με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς δόνηση.σελ.12
2.1.1.2.Κύλιση με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης με δόνηση…..σελ.13
2.1.2. Προπόνηση περιτονίας.....σελ. 13
2.2. Είδη διατάσεων .....σελ. 14
2.3. Επίδραση τεχνικών ΜΠΤ στη γυμναστική. .....σελ. 16

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....σελ. 19
3.1. Δοκιμαζόμενοι.....σελ. 19
3.2. Διαδικασία συλλογής των δεδομένων.....σελ. 19
3.3. Μέσα συλλογής δεδομένων σελ.22
3.3.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....σελ. 22

3.3.2. Αξιολόγηση ποδοπλευρικότητας .....σελ. 23
3.3.3. Εύρος κίνησης ποδοκνημικής άρθρωσης.....σελ. 23
3.3.4. Ικανότητα ισορροπίας.....σελ. 24
3.3.5. Μυϊκή δύναμη και ισχύς των κάτω άκρων .....σελ. 25
3.4. Στατιστική επεξεργασία.....σελ. 26

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....σελ. 26
4.1. Ποδοπλευρικότητα και μήκος κάτω άκρου.....σελ. 26
4.2. Εύρος κίνησης ποδοκνημικής άρθρωσης.....σελ. 26
4.3. Ικανότητα ισορροπίας .....σελ. 27
4.3.1. Ικανότητα ισορροπίας κατά τη στατική διποδική στήριξη ....σελ. 27
4.3.2. Ικανότητα ισορροπίας κατά τη στατική μονοποδική στήριξη σελ.28
4.4. Κατακόρυφη αλτική ικανότητα .....σελ. 30
4.4.1. Απόδοση αλτικής ικανότητας κατά την εκτέλεση αλμάτων τύπου CMJ και SJ ……..σελ.30

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....σελ. 32
5.1. Εύρος κίνησης ποδοκνημικής άρθρωσης.....σελ. 32
5.2. – 5.3. Ικανότητα στατικής διποδικής και μονοποδικής ισορροπίας .σελ. 34
5.4. Αλτική ικανότητα σε κατακόρυφα άλματα με προδιάταση (CMJ) και χωρίς προδιάταση (SJ) των κάτω άκρων .....σελ. 37

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....σελ. 40
6.1. Συμπεράσματα .....σελ. 40
6.2. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.....σελ. 40

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ. 41

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....σελ. 46
Α.1. Έγκριση Μελέτης Επιτροπής Βιοηθικής ΣΕΦΑΑ σελ.46
Α.2. Έντυπο Συναίνεσης Συμμετέχοντα σελ.47

Α.3. Πρωτόκολλο παρέμβασης τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης σελ.48
Α.4. Αναθεωρημένο ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας σελ.49
Α.5. Πρωτόκολλο καταγραφής δοκιμασιών σελ.50

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1. Αναπαράσταση εφαρμογής της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης της παρέμβασης Α στις μυϊκές ομάδες ενδιαφέροντος των κάτω άκρων.....σελ. 21
Σχήμα 3.2. Αναπαράσταση εφαρμογής της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης της παρέμβασης Β στις μυϊκές ομάδες ενδιαφέροντος των κάτω άκρων .....σελ. 22
Σχήμα 4.1. Απόδοση ισορροπίας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την στατική διποδική στήριξη πριν (αρχική) και μετά (τελική) την μέτρηση για τις δύο παρεμβάσεις ΜΠΤ χαλάρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς και με δόνηση και τη συνθήκη ελέγχου. Οι τιμές αφορούν το πηλίκο Romberg (τιμή ΚΜ προς τιμή με ΑΜ) για Α: μήκος διαδρομής ΚΠ, Β: περιοχή ταλάντωσης ΚΠ, Γ: προσθιοπίσθια ταλάντωση ΚΠ, Δ: έσω-έξω πλευρική ταλάντωση ΚΠ. Σημείωση: ΚΜ: κλειστά μάτια, ΑΜ: ανοικτά μάτια. .....σελ. 28
Σχήμα 4.2. Απόδοση ισορροπίας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την στατική μονοποδική στήριξη πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) από τις δύο παρεμβάσεις ΜΠΤ χαλάρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς και με δόνηση και τη συνθήκη ελέγχου. Οι τιμές αφορούν το πηλίκο Romberg (τιμή με ΚΜ προς τιμή με ΑΜ) ως μέση τιμή του αριστερού και δεξιού κάτω άκρου για Α: μήκος διαδρομής ΚΠ, Β: περιοχή ταλάντωσης ΚΠ, Γ: προσθιοπίσθια ταλάντωση ΚΠ, Δ: έσω-έξω πλευρική ταλάντωση ΚΠ ..... σελ. 29-30

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2.1. Παρουσίαση πρόσφατων πρωτοκόλλων της τεχνικής της ΜΠΤ απελευθέρωσης με χρήση αφρώδη κυλίνδρου μάλαξης με δόνηση ή χωρίς.σελ. 11
Πίνακας 4.1. Εύρος κίνησης ποδοκνημικής άρθρωσης (μέση τιμή ± τ.α.) αριστερού και δεξιού κάτω άκρου πριν (αρχική) και μετά (τελική) τη μέτρηση ανεξαρτήτως της πειραματικής συνθήκης παρέμβασης .....σελ. 27
Πίνακας 4.2. Παράμετροι απόδοσης ισορροπίας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την στατική διποδική στήριξη πριν (αρχική) και μετά (τελική) την μέτρηση ανεξαρτήτως της πειραματικής συνθήκης παρέμβασης.....σελ. 28

Πίνακας 4.3. Παράμετροι απόδοσης ισορροπίας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την στατική μονοποδική στήριξη ως μέση τιμή του αριστερού και δεξιού κάτω άκρου πριν (αρχική) και μετά (τελική) την μέτρηση ανεξαρτήτως της πειραματικής συνθήκης παρέμβασης. ..... σελ. 30
Πίνακας 4.4. Παράμετροι αλτικής ικανότητας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την εκτέλεση κατακόρυφων αλμάτων τύπου CMJ και SJ πριν (αρχική) και μετά (τελική) την μέτρηση ανεξαρτήτως της πειραματικής συνθήκης παρέμβασης. ..... σελ. 31

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 2.1. Σχηματική απεικόνιση και διάταξη των ανατομικών στρωμάτων περιτονίας ..... σελ. 9
Εικόνα 2.2. Παρουσίαση διαδεδομένων οργάνων της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωση ..... σελ. 10
Εικόνα 3.1. Φωτογραφίες των αφρώδη κυλίνδρων μάλαξης χωρίς και με δόνηση ..... σελ. 21
Εικόνα 3.2. Απεικόνιση της διαδικασίας αξιολόγησης του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης μέσω της δοκιμασίας της βαρυμεταφέρουσας πρόσθιας προβολής ..... σελ. 24

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΜΠΤ	Μυοπεριτονιακή	σελ. 1
ΠΔΚ	Ποδοκνημική	σελ. 26

Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Η τεχνική της μυοπεριτονιακής (ΜΠΤ) απελευθέρωσης με χρήση του αφρώδη κυλίνδρου μάλαξης είναι ευρέως διαδεδομένη κατά τα τελευταία χρόνια στο χώρο του αθλητισμού (Freiwald et al., 2016; Halperin et al., 2014; Healey et al., 2014). Χρησιμοποιείται κυρίως πριν από την προπόνηση ως προθέρμανση και μετά το πέρας αυτής κατά την αποκατάσταση (Nakamura et al., 2021a,b). Ως προπονητικό εργαλείο, η κύλιση με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης, χρησιμοποιείται ως μέθοδος προθέρμανσης των αθλητών συνήθως σε συνδυασμό με διάφορες μορφές διατάσεων (π.χ. στατικές ή δυναμικές) για την αύξηση της ευλυγισίας και του εύρους κίνησης. Κατά την αποκατάσταση, έχει βρεθεί ότι οι τεχνικές αυτές αυξάνουν την αθλητική απόδοση (Healey et al., 2014; MacDonald et al., 2013; Peacock et al., 2014), την ευλυγισία των μυών (Mohr et al., 2014), και μειώνουν τον καθυστερημένο μυϊκό πόνο και την μυϊκή σκληρότητα (Romero-Moraleda et al., 2019) συνεισφέροντας σε μια ταχύτερη αποκατάσταση (Konrad et al., 2021b; Nakamura et al., 2021a,b; Pearcey et al., 2015).

Στη φαρέτρα των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης έχει προστεθεί και ο αφρώδης κύλινδρος μάλαξης με δόνηση προκειμένου να αυξηθούν τα οφέλη από την μάλαξη. Πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι η μάλαξη με δονούμενο κύλινδρο συγκριτικά με τη μάλαξη χωρίς δόνηση έχει μεγαλύτερη θετική επίδραση στο εύρος κίνησης και σε παραμέτρους απόδοσης στη φάση της προθέρμανσης καθώς και στη μείωση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου και της σκληρότητας κατά την αποκατάσταση (Alonso Calvete et al., 2022; Lin et al., 2020; Lyu et al., 2020). Συγκεκριμένα, βελτίωση στο εύρος κίνησης των αρθρώσεων του ισχίου και γόνατος βρέθηκε μετά από χρήση του κυλίνδρου μάλαξης με δόνηση συγκριτικά με εκείνον χωρίς δόνηση (Park et al., 2021). Ως προτεινόμενοι μηχανισμοί αναφέρονται η μεγαλύτερη ενεργοποίηση και διέγερση του συνδετικού ιστού μέσω νευρομυϊκών μηχανισμών καθώς και μέσω της διέγερσης των μηχανοϋποδοχέων των αρθρώσεων που προκαλεί η δόνηση (Lai et al., 2020;

Reiner et al., 2021; Romero-Moraleda et al., 2019), αύξηση της αιματικής ροής, της θερμοκρασίας και αρτηριακή διαστολή (Peacock et al., 2014; Richman et al., 2019), ενώ μέσω της ασκούμενης από τον κύλινδρο πίεσης στο μυοτενόντιο σύνολο ενισχύεται η νευρολογική ανατροφοδότηση που συνεισφέρει στη βελτίωση της ελαστικότητας των μυών (Richman et al., 2019).

Στην βιβλιογραφία, η σύγκριση μεταξύ της τεχνικής της ΜΠΤ με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης και της εφαρμογής στατικών διατάσεων έχει δείξει ότι με την πρώτη μέθοδο υπήρξε μεγαλύτερη επίδραση στην βελτίωση του εύρους κίνησης της άρθρωσης του γόνατος και στην αύξηση της μυϊκής δύναμης των εκτεινόντων και της ισορροπίας σε αθλητές υψηλού επιπέδου (Lee et al., 2018). Οι στατικές διατάσεις θεωρούνται αποτελεσματικός τρόπος για την αύξηση του εύρους κίνησης (Magnusson and Renström, 2006), αλλά η πλειονότητα των ερευνών δείχνει μείωση απόδοσης στις εκρηκτικού τύπου κινήσεις (Kyranoudis et al., 2018) και στην ισχύ των κάτω άκρων μετά την εφαρμογή τους. Τα ευρήματα είναι αμφιλεγόμενα καθώς αρκετές μελέτες υποδεικνύουν μείωση της αλτικής απόδοσης μετά την εφαρμογή τους (Healey et al., 2014). Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να εφαρμόζονται εναλλακτικοί ενίσχυσης των παραμέτρων απόδοσης.

Από την άλλη, δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δυναμικών διατάσεων και της μάλαξης με αφρώδη κύλινδρο καθώς υπήρξε αύξηση της ευλυγισίας των κάτω άκρων με αμφότερες τις παρεμβάσεις (Anderson et al., 2021). Ο συνδυασμός δυναμικών διατάσεων και χρήσης αφρώδη κυλίνδρου μάλαξης με δόνηση βελτίωσε σημαντικά το ύψος κατακόρυφου άλματος (Peacock et al., 2014; Smith et al., 2018), αν και σε άλλη μελέτη αναφέρονται θετικά αποτελέσματα και για το συνδυασμό κυλίνδρου μάλαξης χωρίς δόνηση και δυναμικών διατάσεων στο εύρος κίνησης του γόνατος, στο ύψος του κατακόρυφου άλματος και στην ευκινησία (Lin et al., 2020). Έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει άμεσα το εύρος κίνησης (Behara et al., 2017; Behm et al., 2015) και την αλτικότητα (Lin et al., 2020; Pisiric et al., 2020). Αναφορικά με την δυναμική ισορροπία πρόσφατη μελέτη σε νεαρούς αθλητές έδειξε ότι η μάλαξη με κύλινδρο στους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής άρθρωσης δεν είχε καμία

επίδραση (Seever et al., 2022), ενώ σε απουσία σημαντικής βελτίωσης στην ισορροπία μονοποδικής στήριξης μετά την εφαρμογή της τεχνικής με κύλινδρο μάλαξης οδηγήθηκε προηγούμενη μελέτη (Halperin et al., 2014). Ωστόσο, μεταγενέστερη μελέτη ανέφερε βελτίωση της στατικής ισορροπίας μονοποδικής στήριξης μετά από μάλαξη με κύλινδρο (Park et al., 2017). Συνεπώς, η υπάρχουσα βιβλιογραφία δεν προσφέρει καταληκτικές ενδείξεις σχετικά με την πιθανή θετική επίδραση της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης με κύλινδρο μάλαξης στην απόδοση ισορροπίας.

Είναι γνωστό ότι η αλτική ικανότητα συνεισφέρει σημαντικά στην απόδοση στον αθλητισμό. Τα τελευταία χρόνια, η αύξηση της απόδοσης στο άλμα έχει γίνει το επίκεντρο του ενδιαφέροντος και οι δυναμικές διατάσεις και ο αφρώδης κύλινδρος μάλαξης προτείνονται για τη βελτίωση της απόδοσης του άλματος. Υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν ότι η παρέμβαση με κύλινδρο μάλαξης δεν αλλάζει την απόδοση του άλματος κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης (Behara & Jacobson, 2017; Healey et al., 2014), ενώ ορισμένες άλλες μελέτες έχουν αναφέρει αύξηση (Giovanelli et al., 2018; Peacock et al., 2014).

Η ρυθμική γυμναστική είναι ένα άθλημα, το οποίο, μεταξύ άλλων παραμέτρων φυσικής κατάστασης, βασίζεται στην ευλυγισία και την ισορροπία. Επιπλέον, το συγκεκριμένο άθλημα περιέχει κινήσεις που εκτελούνται σε μεγάλο εύρος τροχιάς των αρθρώσεων και απαιτούν υψηλά μεγέθη μυϊκής δύναμης και ισχύος. Το μέγιστο εύρος κίνησης επομένως είναι χρήσιμο όχι μόνο για τις τεχνικές απαιτήσεις του αθλήματος (Sands et al., 2016) αλλά και για την αύξηση της απόστασης που δύναται να εφαρμόζεται η μυϊκή δύναμη (Falsone et al., 2014). Αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι το αρθρικό εύρος κίνησης του ισχίου και της ποδοκνημικής μπορεί να αυξηθεί μέσω στατικών διατάσεων παρατεταμένης χρονικής διάρκειας (Donti et al., 2020b; Matsuo et al., 2013) και να επιτευχθεί κατά αυτόν τον τρόπο μέγιστο εύρος κίνησης, ωστόσο επιφέροντας παράλληλα μείωση στη μυϊκή δύναμη και ισχύς (Behm et al., 2015). Η βελτίωση του εύρους κίνησης έχει επιχειρηθεί μέσω διαφόρων μεθόδων διατάσεων ως μέρος προγραμμάτων φυσικής κατάστασης και αποκατάστασης με πρόθεση την βελτίωση της απόδοσης και την μείωση του κινδύνου τραυματισμού (Knight et al.,

2001). Από την άλλη, διασταυρωμένες μελέτες κατέληξαν πως τα άτομα που προπονούν την ευλυγισία μπορεί να επηρεάζονται λιγότερο από την μείωση της ισχύος και της δύναμης λόγω των διατάσεων (Donti et al., 2020a,b). Πιο πρόσφατη μελέτη διαπίστωσε ότι παρατεταμένης διάρκειας στατικές διατάσεις, με συνεχόμενα ή με ίδιας χρονικής διάρκειας σετ, αύξησαν το εύρος κίνησης άμεσα αλλά και μακροπρόθεσμα, χωρίς επιδείνωση στο ύψος άλματος και στη μυϊκή ισχύς των κάτω άκρων (Donti et al., 2020a). Σε αυτά τα πρωτόκολλα σημαντικό ρόλο παίζει η διάρκεια και ένταση διάτασης του μυ, ο μυς αυτός καθαυτός, τα σετ και το διάστημα ξεκούρασης μεταξύ των σετ (Behm et al., 2015; Magnusson and Renström, 2006). Έχει βρεθεί διαφορετική απόκριση στο είδος διατάσεων ανάλογα με το άθλημα, καθώς φάνηκε ότι οι διατάσεις συνεχόμενης και διαλειμματικής μορφής αύξησαν το εύρος κίνησης του ισχίου και γόνατος σε αθλητές και αθλήτριες γυμναστικής συγκριτικά με αθλητές ομαδικών αθλημάτων, οι οποίοι παρουσίασαν αύξηση του εύρους κίνησης των προαναφερόμενων αρθρώσεων με στατικές διακοπτόμενες διατάσεις (Donti et al., 2020a).

1.2. Σημασία της μελέτης

Στην βιβλιογραφία, δεν έχει αναφερθεί μέχρι στιγμής, η επίδραση των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης σε αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής. Όπως προαναφέρθηκε, είναι ένα άθλημα που επηρεάζεται άμεσα από τις ικανότητες της ευλυγισίας και της ισορροπίας. Έχει αποδειχθεί πως μέσω των στατικών και δυναμικών διατάσεων μπορούν να βελτιωθούν αυτές οι παράμετροι, ενώ τα ευρήματα σχετικά με την επίδραση της ΜΠΤ απελευθέρωσης σε διάφορες συνιστώσες της φυσικής κατάστασης, όπως η ευλυγισία, η δύναμη, το εύρος κίνησης και η ισορροπία κατά την προθέρμανση των αθλητών ή ασκούμενων ατόμων (McDonald et al, 2013; Murray et al, 2016) είναι αντιφατικά.

Σκοπιμότητα της παρούσας μελέτης αποτελεί η εφαρμογή των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης για την αξιολόγηση της πιθανής επίδρασης αυτών στις προσαρμογές

που σχετίζονται με τα συστηματικά προπονητικά ερεθίσματα σε αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής, που στοχεύουν στην βελτιστοποίηση παραμέτρων αναγκαίων για την επίτευξη υψηλής απόδοσης και για τις οποίες οι προαναφερόμενες τεχνικές πιθανόν να έχουν θετική επίδραση.

1.3. Ερευνητικές υποθέσεις και ερωτήματα

Σκοπός της μελέτης ήταν η εξέταση της οξείας επίδρασης της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης μέσω κυλίνδρου μάλαξης με και χωρίς δόνηση στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης, στην ισορροπία και στη μυϊκή δύναμη και ισχύς των κάτω άκρων σε νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής. Πιθανό όφελος της παρούσας μελέτης αφορά στην τεκμηρίωση γνώσης σχετικά με την θετική επίδραση αυτών των τεχνικών στις προαναφερόμενες παραμέτρους, προκειμένου οι ασκούμενοι και οι προπονητές ρυθμικής γυμναστικής να εντάξουν τέτοιου είδους τεχνικές στην καθημερινή προπονητική πρακτική με στόχο τη βελτίωση των προαναφερόμενων παραμέτρων απόδοσης παράλληλα με την πρόληψη ή την αποκατάσταση μυοσκελετικών τραυματισμών.

Τέθηκαν προς διερεύνηση τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα και οι αντίστοιχες ερευνητικές υποθέσεις:

α) Η τεχνική ΜΠΤ απελευθέρωσης με χρήση κυλίνδρου μάλαξης έχει οξεία θετική επίδραση σε παραμέτρους απόδοσης, και συγκεκριμένα στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης, στην ισορροπία, στην μυϊκή δύναμη και ισχύ των κάτω άκρων σε νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής;

β) Η τεχνική ΜΠΤ απελευθέρωσης με χρήση κυλίνδρου μάλαξης με δόνηση έχει μεγαλύτερο όφελος συγκριτικά με την χρήση κυλίνδρου μάλαξης χωρίς δόνηση στις προαναφερόμενες παραμέτρους απόδοσης σε νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής;

και αντιστοίχως:

α) Η τεχνική ΜΠΤ απελευθέρωσης με χρήση κυλίνδρου μάλαξης θα έχει οξεία θετική επίδραση σε παραμέτρους απόδοσης, και συγκεκριμένα στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης, στην ισορροπία, στην κατακόρυφη αλτικότητα και μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων, σε νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής,
β) Η τεχνική ΜΠΤ απελευθέρωσης με χρήση κυλίνδρου μάλαξης με δόνηση θα έχει μεγαλύτερο όφελος συγκριτικά με την χρήση κυλίνδρου μάλαξης χωρίς δόνηση στις προαναφερόμενες παραμέτρους απόδοσης σε νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής.

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίζονται η οξεία επίδραση της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης, διακρινόμενη σε δυο πειραματικές συνθήκες και σε συνθήκη ελέγχου: πειραματική συνθήκη Α΄: εφαρμογή πρωτοκόλλου παρέμβασης ΜΠΤ τεχνικής μάλαξης με αφρώδη κύλινδρο χωρίς δόνηση, πειραματική συνθήκη Β΄: εφαρμογή πρωτοκόλλου παρέμβασης ΜΠΤ τεχνικής μάλαξης με αφρώδη κύλινδρο με δόνηση, και συνθήκη ελέγχου Γ΄: καμία εφαρμογή τεχνικής μάλαξης, και η χρονική στιγμή μέτρησης (αρχικής έναντι τελικής). Ως εξαρτημένες μεταβλητές ορίζονται: (α) το εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης, (β) η ικανότητα στατικής ισορροπίας που εξετάζεται σε δοκιμασίες, β.1) διποδικής στήριξης με ανοιχτά και κλειστά μάτια, β.2) αμφίπλευρης μονοποδικής στήριξης με ανοιχτά και κλειστά μάτια και, γ.) η μυϊκή δύναμη και ισχύς μέσω κατακόρυφων αλμάτων τύπου CMJ και SJ.

1.4. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της μελέτης

Στην παρούσα μελέτη, συμμετείχαν αποκλειστικά νεαρές ενεργές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής με 8 χρόνια τουλάχιστον προπονητικής εμπειρίας και κάνοντας συστηματική προπόνηση για 3-4 φορές από 2 δύο ώρες εβδομαδιαίως. Ενώ καμία από τις δοκιμαζόμενες δεν είχε προηγούμενη εμπειρία με τεχνικές ΜΠΤ απελευθέρωσης, η χρονική απόσταση μεταξύ των πειραματικών συνθηκών δεν ξεπερνούσε τις 3 ημέρες, γεγονός που πιθανόν να επέφερε επίδραση λόγω μάθησης με τις δοκιμασίες.

1.5. Διευκρίνιση όρων

Ισορροπία: Ορίζεται ως η συνθήκη κατά την οποία όλες οι δυνάμεις που δρουν στο σώμα εξισορροπούνται έτσι ώστε το Κέντρο Βάρος του Σώματος (ΚΒΣ), μέσω της κάθετης προβολής του θεωρητικού σημείου εφαρμογής του, να εντοπίζεται εντός της βάσης στήριξης, είτε για μια συγκεκριμένη θέση του σώματος είτε κατά τη διάρκεια μιας κίνησης (Horak et al., 1997).

Στατική Ισορροπία: Η ικανότητα διατήρησης της όρθιας στάσης του σώματος και του περιορισμού της κίνησης του ΚΒΣ εντός μιας σταθερής βάσης στήριξης (Nashner and McCollum, 1985).

Άλμα τύπου CMJ: κατακόρυφο άλμα με προδιάταση των κάτω άκρων και χωρίς αιώρηση των άνω άκρων.

Άλμα τύπου SJ: άλμα χωρίς προδιάταση των κάτω άκρων από θέση έναρξης περίπου ~90° κάμψης των γονάτων και χωρίς αιώρηση των άνω άκρων.

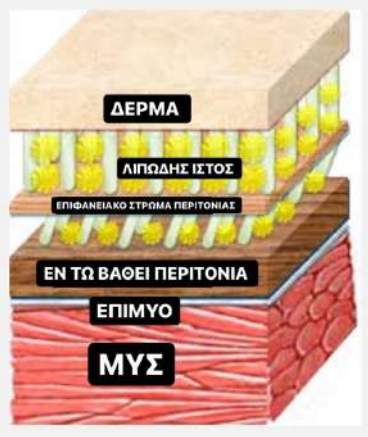
ΙΙ. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1. Ορισμός της περιτονίας

Η περιτονία ορίζεται ως μία δεσμίδα ή μεμβράνη από μαλακό, ινώδη και πυκνό ιστό κολλαγόνου που εισέρχεται, περιβάλλει και διαχωρίζει όλα τα εσωτερικά όργανα και τους σκελετικούς μύες ώστε να λειτουργούν κατά έναν ενιαίο τρόπο (Zügel et al., 2018). Είναι το μαλακό τμήμα του συστήματος συνδετικού ιστού που εισχωρεί και διέρχεται παντού σε όλα τα όργανα του ανθρώπινου σώματος και αποτελεί μέρος του συτήματος μετάδοσης δύναμης τάσης που διατρέχει όλο το σώμα (Schleip et al., 2012). Ως περιτονιακό σύστημα ορίζεται το τρισδιάστατο συνεχές σύστημα από μαλακό, κολλαγόνο, χαλαρό και πυκνό ινώδες συνδετικό ιστό που διαπερνά το σώμα. Ενσωματώνει ιστούς, όπως τον λιπώδη και μυικό ιστό και περιβάλλει, νεύρα, αρθρικούς θύλακες οστά, συνδέσμους, τένοντες, φλέβες και αρτηρίες (Adstrum et al., 2017).

Η περιτονία διαφέρει από άλλους συνδετικούς ιστούς όπως οι χόνδροι, τα όστα (τα οποία εμφανίζουν μεγάλη σκληρότητα) και το αίμα (δεν περιέχει ίνες κολλαγόνου) καθώς και από τρεις άλλους βασικούς ιστούς, που περιλαμβάνουν περισσότερο συμπαγή κυτταρική δομή, τον μυϊκό ιστό, τον νευρικό ιστό και τον επιθηλιακό ιστό. Παρέχει ένα περιβάλλον που επιτρέπει σε όλα τα συστήματα του σώματος να λειτουργούν με ενσωματωμένο τρόπο (Adstrum et al., 2017). Γι’ αυτό το λόγο, όταν τραυματιστεί, απενεργοποιηθεί ή υπόκειται σε φλεγμονή, προκαλεί μείωση της δύναμης ή της αντοχής της δομής που περιβάλλει (Sullivan & Behm, 2013). Υπάρχει μια πληθώρα διαφορετικών μορφολογιών, ωστόσο το επιφανειακό στρώμα της περιτονίας και το εν τω βάθει στρώμα περιτονίας αντίστοιχα φαίνεται να έχουν μελετηθεί και αξιολογηθεί λεπτομερώς (Stecco et al., 2011). Υπάρχει κάποια διαμάχη ως προς τον ακριβή ορισμό του επιφανειακού στρώματος, αλλά μια κοινή συμφωνία είναι ότι είναι ένα μεμβρανώδες στρώμα συνδετικού ιστού μέσα στον υποδόριο ιστό που βρίσκεται ανάμεσα στον επιφανειακό και τον εν τω βάθει λιπώδη ιστό. Το εν τω

βάθει στρώμα περιτονίας, βρίσκεται κάτω από αυτά τα στρώματα και αφορά περισσότερο μια ινώδης μεμβράνη που περιβάλλει όλους τους μύες, αλλά έχει ποικίλα χαρακτηριστικά ανάλογα με την περιοχή του σώματος που καλύπτει. Η απλούστερη περιγραφή της εν τω βάθει περιτονίας είναι πυκνός ακανόνιστος συνδετικός ιστός, αλλά περισσότερες έρευνες έχουν δείξει ότι μπορεί να έχει μια δομημένη οργάνωση ανάλογα με τη περιοχή και μπορεί επίσης να περιέχει στρώματα χαλαρού συνδετικού ιστού (Stecco et al., 2011).



Εικόνα 2.1. *Σχηματική απεικόνιση και διάταξη των ανατομικών στρωμάτων περιτονίας (Stecco et al., 2011).*

2.1.1. Τεχνικές μυοπεριτονιακής (ΜΠΤ) απελευθέρωσης

Το 1981 έγινε η πρώτη χρήση του όρου «Μυοπεριτονιακή απελευθέρωση» από τους Chila, Peckham & Manheim σε μάθημα με αυτή την ονομασία σε πανεπιστήμιο του Michigan. Το 1997, ο Barnes την ορίζει ως μια τεχνική με τα χέρια επί του μαλακού ιστού, που διευκολύνει μια διάταση στην περιορισμένη περιτονία με το αποτέλεσμα ότι μετά από κάποιες φορές [εφαρμογής της τεχνικής] ο ιστός θα γίνει μαλακότερος και πιο ευλύγιστος. Αυτή η τεχνική βασίζεται στη λογική της μάλαξης και φαίνεται να προκαλεί απελευθέρωση ή χαλάρωση μυϊκής τάσης, αυξάνοντας την ευλυγισία και κατά συνέπεια αυξάνοντας το εύρος κίνησης (Murray et al., 2016). Η μυοπεριτονιακή

απελευθέρωση, μπορεί να είναι μια αυτόχειρη θεραπεία υποβοηθούμενη από εξοπλισμό, όπως μπαστούνια και στικ μάλαξης, μπάλες (π.χ. τέννις, μπείζμπολ) και εξοπλισμό που αξιοποιεί το βάρος του σώματος. Ένα από τα πιο γνωστά, και ευρέως διαδεομένα εργαλεία της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης είναι οι κύλινδροι μάλαξης, που θεωρούνται ότι διευκολύνουν στη χαλάρωση μιας σφιχτής περιτονίας (Barnes, 1997) (Εικόνα 2.2.).



Εικόνα 2.2. *Παρουσίαση διαδεδομένων οργάνων της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης (εικόνα ανακτηθείσα από το διαδίκτυο).*

Στον Πίνακα 2.1. παρουσιάζονται ορισμένα πρόσφατα πρωτόκολλα παρέμβασης με τη συγκεκριμένα τεχνική με χρήση του αφρώδη κυλίδρου μάλαξης, με δόνηση και χωρίς δόνηση. Η πλειοψηφία αυτών συγκλίνει στις εξής επισημάνσεις: η φορά μάλαξης συνίσταται να είναι είτε μονής είτε διπλής κατεύθυνσης παράλληλα με τη φορά των μυϊκών ινών, η εφαρμοζόμενη πίεση συνήθως ελέγχεται με χρήση ενός μετρονόμου ώστε να διατηρείται ένας σταθερός ρυθμός μάλαξης, η διάρκεια παρέμβασης συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 60-90 δευτ με τα σετ να κυμαίνονται από 3-5 για κάθε μυ ή μυϊκή περιοχή και το διάλειμμα μεταξύ των σετ είναι 10-30 δευτ.

ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΚΜ	ΠΕΡΙΟΧΗ-ΜΥΪΚΗ ΟΜΑΔΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΜΑΛΑΞΗΣ-ΡΥΘΜΟΣ
1. **Nakamura et al., 2021**	**1.** Κύλιση με δόνηση* **2.** Στατική δόνηση *Συχνότητα: 48 Hz	Πελματιαίοι καμπτήρες ΠΔΚ: **1.** σε ολόκληρο το μυοτενόντιο σύνολο **2.** στη γαστέρα του μυός **3.** στην μυοτενόντια ένωση	3 σετ x 60΄΄ Διάλειμμα 30΄΄μεταξύ των σετ.	Από τον αχίλλειο τένοντα μέχρι τον ιγνυακό βόθρο Ρυθμός: 15 κύκλοι/λεπτό
2. **Chia-Lun Lee et al., 2018**	**1.** Κύλιση με δόνηση* **2.** Κύλιση χωρίς δόνηση *Συχνότητα: 28 Hz *Χαρακτηριστικά : 36 × 20 × 15 cm, βάρος: 1.8 kg*	Καμπτήρες – εκτείνοντες γόνατος Σε ολόκληρο το μυοτενόντιο σύνολο	6' διάρκειας ανά κάτω άκρο άκρο 3 σετ x 30'' -καμπτήρες & εκτείνοντες γόνατος	Κίνηση μπρος και πίσω (20 φορές στα 30΄΄) Ρυθμός: 40 χτύποι/λεπτό
3. **Ly et al., 2020**	**1.** Κύλιση με δόνηση* + δυναμική μυϊκή σύσπαση **2.** Κύλιση με δόνηση* ΧΩΡΙΣ δυναμική μυϊκή σύσπαση *Συχνότητα: 28 Hz *Χαρακτηριστικά : 36 × 20 × 15 cm, βάρος: 1.8 kg*	Πελματιαίοι καμπτήρες ΠΔΚ Σε ολόκληρο το μυοτενόντιο σύνολο	4' συνολικά **1)** Ενεργητική ραχιαία-πελματιαία κάμψη ΠΔΚ - 3 σετ x 30΄΄ - 10΄΄ ξεκούραση, μετά αλλαγή σκέλους **2.** - 3 σετ x 30΄΄ -10΄΄ ξεκούραση, μετά αλλαγή σκέλους	Κίνηση μπρός και πίσω Ρυθμός: 40 χτύποι/λεπτό
4. **Ribeiro et al., 2021**	Κύλιση χωρίς δόνηση	Πελματιαίοι -ραχιαίοι καμπτήρες ΠΔΚ	5' συνολικά Κύλιση και στα δύο άκρα	Ρυθμός: 60 χτύποι/λεπτό *Εφαρμογή δύναμης πίεσης μεγέθους 8.5 ± 5.0 kgf*
5. **Lin et al., 2020**	Κύλιση με δόνηση* Κύλιση χωρίς δόνηση *Συχνότητα: 28 Hz *Χαρακτηριστικά : 36 × 20 × 15 cm, βάρος: 1.8 kg*	Καμπτήρες - εκτείνοντες γόνατος, ραχιαίοι καμπτήρες ΠΔΚ Σε ολόκληρο το μυοτενόντιο σύνολο	1 σετ x 20΄΄ για κάθε μυϊκή ομάδα 2΄΄ κύλιση χωρίς δόνηση Και στα δύο κάτω άκρα	Κίνηση μπρός και πίσω με την φορά του μυός.
6. **Kasahara et al., 2022**	Κύλιση με δόνηση *χαμηλής* συχνότητας - 35 Hz Κύλιση με δόνηση *υψηλής* συχνότητας - 67 Hz	Εκτείνοντες γόνατος	90'' συνολικά κάθε συχνότητα -3 σετ x 30'' και στις 2 συχνότητες Στο κυρίαρχο κάτω άκρο	Από την κορυφή της επιγονατίδας μέχρι την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα 15 κύκλοι/30'' (45 κύκλους τα 3 σετ)
7. **Seever et al., 2022**	Κύλιση χωρίς δόνηση *Χαρακτηριστικά:* *Διάμετρος 3.5 cm, από ξύλο.*	Πελματιαίους καμπτήρες ΠΔΚ (γαστροκνήμιος) Σε ολόκληρο το μυοτενόντιο σύνολο	-3 σετ x 30'' Σε κάθε κάτω άκρο Σε κάθε σετ, γινόταν αλλαγή ποδιού, χωρίς διάλειμμα Διάρκεια, 6 μέρες/εβδ. για 2 εβδομάδες	Από τον αχίλλειο τένοντα μέχρι τον ιγνυακό βόθρο -4 προς τα κάτω και 4 προς τα πάνω κινήσεις Ρυθμός: 60 χτύποι/λεπτό

Πίνακας 2.1. *Παρουσίαση πρόσφατων πρωτοκόλλων της τεχνικής της ΜΠΤ απελευθέρωσης με χρήση αφρώδη κυλίνδρου μάλαξης με δόνηση ή χωρίς.*

Η τεχνική της ΜΠΤ απελευθέρωσης έχει μια σειρά από θετικά αποτελέσματα τόσο για αθλητές όσο και για τον γενικό πληθυσμό. Μελέτες έχουν δείξει ότι αυξάνει την ευλυγισία, ενισχύει την μυϊκή αποκατάσταση καθώς και την μυϊκή απόδοση πριν και μετά την άσκηση (Konrad et al., 2021b; Nakamura et al., 2021a). Υποστηρίζεται ότι η ΜΠΤ απελευθέρωση και συγκεκριμένα η μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο αυξάνει την απόδοση (Healey et al., 2014; MacDonald et al., 2013; Peacock et al., 2015), βελτιώνει και ενισχύει την αποκατάσταση (Pearcey et al. 2015), αυξάνει την ευλυγισία και το εύρος κίνησης (Mohr et al., 2014), μειώνει τον καθυστερημένο μυϊκό πόνο (Romero-

Moraleda et al., 2019) επηρεάζει την αρτηριακή λειτουργία (Murray et al., 2016) και ρυθμίζει το αυτόνομο νευρικό σύστημα.

Στον αθλητισμό, η χρήση των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης έχει δύο κύριους βασικούς στόχους: την βελτίωση της απόδοσης και την αποκατάσταση. Η προθέρμανση είναι ένα απαραίτητο συστατικό για τη βελτιστοποίηση της απόδοσης πριν την προπόνηση. Ως μέρος της προθέρμανσης, η τεχνική της ΜΠΤ απελευθέρωσης έχει βρεθεί ότι επιδρά στο εύρος κίνησης των αρθρώσεων και στην ευλυγισία (Behara & Jacobson 2017; Macdonald et al., 2013) αλλά και άλλες παραμέτρους απόδοσης όπως, η δύναμη, το άλμα και η ταχύτητα (Peacock et al. 2015). Θεωρείται ότι η απόδοση ενισχύεται μέσω αύξησης της αρτηριακής διαστολής (Richman et al., 2019) μειώνοντας τους περιορισμούς της περιτονίας (Behara et al., 2017) και ενισχύοντας την μυϊκή ελαστικότητα και την νευρολογική ανατροφοδότηση (Richman et al., 2019). Επιπλέον, οι τεχνικές ΜΠΤ απελευθέρωσης επιδρούν και κατά τη φάση αποκατάστασης αντιμετωπίζοντας τον καθυστερημένο μυικό πόνο μετά προκληθείσα μυϊκή βλάβη λόγω της άσκησης (Romero-Moraleda et al., 2019) καθώς και αυξάνοντας το εύρος κίνησης των αρθρώσεων, ιδιαίτερα μετά την εμφάνιση του καθυστερημένου μυϊκού πόνου (MacDonald et al., 2013).

2.1.1.1. Κύλιση με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς δόνηση

Ο αφρώδης κύλινδρος μάλαξης, είναι ένα εργαλείο αυτομυοπεριτονιακής απελευθέρωσης που έχει αποκτήσει μεγάλη απήχηση και δημοτικότητα από τον γενικό πληθυσμό. Το άτομο χρησιμοποιεί τον κύλινδρο, κυλώντας τον μπρος και πίσω, πάνω από τον μυ και την περιτονία, ασκώντας πίεση με το βάρος του σώματός του. Η μάλαξη μπορεί να εφαρμοστεί σε ποίκιλες στάσεις του σώματος, όπως εδραία, πρηνή, όρθια και καθιστή στάση, βάσει της μυικής ομάδας ενδιαφέροντος. Η ταχύτητα κύλισης πρέπει να είναι αργή και σταθερή, παράλληλα με την φορά των μυικών ινών και συνήθως παρακολουθείται με χρήση μετρονόμου. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κυλίνδρων ως προς το μέγεθος, διαστάσεις και σκληρότητα. Θεωρείται ότι κατά την

κύλιση, εφαρμόζεται άμεση πίεση στον μαλακό ιστό, προκαλώντας κινητοποίηση της περιτονίας και συνεισφέροντας στην βελτίωση του εύρους κίνησης. Ταυτόχρονα, η δύναμη τριβής που δημιουργείται κατά την κίνηση της κύλισης προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας της περιτονίας και μείωση του ιξώδους μεσοκυττάριας ουσίας. Αυτή η αλλαγή προκαλεί τον κατακερματισμό των συμφύσεων της περιτονίας μεταξύ των διαφόρων στρωμάτων της και αποκαθιστά την εκτασιμότητα και ευλυγισία των μαλακών ιστών (Sullivan et al., 2013).

2.1.1.2. Κύλιση με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης με δόνηση

Πρόσφατα, η δόνηση και οι κύλινδροι μάλαξης έχουν συνδυαστεί για την ανάπτυξη δονούμενων κυλίνδρων μάλαξης. Ωστόσο, λίγα είναι γνωστά για την αποτελεσματικότητα της κύλισης με δόνηση. Έχει αναδειχθεί ως εργαλείο αυτο-μυοπεριτονιακής απελευθέρωσης που βοηθά κατά την προθέρμανση και στην απόδοση της άσκησης (Lyu et al., 2020). Η θεραπεία δόνησης είναι μια παραλλαγή της ΜΠΤ απελευθέρωσης που μπορεί να αυξήσει την ευλυγισία και να μειώσει τον καθυστερημένο μυικό πόνο μετά την άσκηση, αποτελέσματα που αποδίδονται στην ενίσχυση της αντανακλαστικής δραστηριότητας μέσω της διέγερσης της μυϊκής ατράκτου Ia για την έναρξη ενός τονωτικού δονητικού αντανακλαστικού (Rehn et al., 2007) και αυξημένη ενδομυϊκή θερμοκρασία (Kerschan-Schindl et al., 2001). Ο τρόπος χρήση και εφαρμογής των δονούμενων κυλίνδρων μάλαξης είναι ο ίδιος με τους κυλίνδρους χωρίς δόνηση.

2.1.2. Προπόνηση περιτονίας

Η προπόνηση της περιτονίας, και ολόκληρου αυτού του συνδετικού ιστού, έχει σπουδαία σημαντικότητα για του αθλητές, τους χορευτές, και γενικώς τους φυσικά δραστήριους ανθρώπους (Schleip et al., 2013). Αν το σύστημα περιτονίας του ατόμου είναι καλά εκπαιδευμένο, που σημαίνει ότι είναι βέλτιστα ελαστικό και ανθεκτικό, τότε μπορεί να βασιστεί σε αυτό και να αποδώσει αποτελεσματικά προσφέροντας

ταυτόχρονα υψηλό βαθμός πρόληψης τραυματισμών. Μέχρι πρόσφατα, το μεγαλύτερο μέρος της έμφασης στον αθλητισμό και στην άσκηση είχε επικεντρωθεί στη κλασική τριάδα της μυϊκής δύναμης, καρδιαγγειακή προετοιμασία και νευρομυϊκό συντονισμό. Πλέον, η προπόνηση εστιάζει και σε μια βέλτιστη ανανέωση του περιτονιακού συστήματος. Μια από τις βασικές αρχές προπόνησης της περιτονίας, είναι η αργή και ενεργητική διάταση. Αυτή αφορά μια πιο ενεργητική συνεχόμενη διάταση με ροή και ομαλή κίνηση έναντι μιας ακίνητης και στατικής διάτασης. Πριν από οποιαδήποτε μορφή διάτασης, το περιτονιακό σύστημα θα πρέπει να προθερμαίνεται, και να αποφεύγονται οι γρήγορες, απότομες και σπασμωδικές κινήσεις. Είναι προτιμότερο να εκτελούνται αργές δυναμικές διατάσεις στις περιτονιακές αλυσίδες σε αντίθεση με στατικές διατάσεις σε απομονωμένες μυικές ομάδες. Χρησιμοποιούνται κινήσεις πολλών κατευθύνσεων με μικρές αλλαγές στη γωνία, που μπορεί να περιλαμβάνουν πλάγιες ή διαγώνιες κινήσεις καθώς και σπειροειδείς και κατά αυτόν τον τρόπο, μεγάλες περιοχές μιας περιτονίας ενεργοποιούνται ταυτοχρόνως (Schleip et al., 2013).

2.2. Είδη διατάσεων

Οι διατάσεις εκτελούνται συχνά κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης, πριν από την άσκηση για να αυξηθεί η ευλυγισία και το εύρος κίνησης μιας άρθρωσης, για τη μείωση της δυσκαμψίας των μυοτενόντιων μονάδων, και για την βελτιστοποίηση της απόδοσης (Behm et al., 2015). Συχνά εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές διατάσεων, όπως η στατική διάταση, η δυναμική διάταση, η βαλλιστική διάταση και η ιδιοδεκτική νευρομυϊκή διευκόλυνση.

Η στατική διάταση αφορά ενέργεια κατά την οποία ο μυς διατηρείται σε επιμήκυνση για μια καθορισμένη χρονική περίοδο, και εκτελείται πιο συχνά λόγω των ευεργετικών του επιδράσεων στη μείωση της ακαμψίας του μυοτενόντιου συνόλου και στην αύξηση της ανοχής στη διάταση (Magnusson & Renström, 2006). Παρόλα αυτά, έχουν εκφραστεί ανησυχίες ότι η στατική διάταση μπορεί να μειώσει τη μυϊκή δύναμη, τη μυϊκή ισχύ, τον μέγιστο αριθμό επαναλήψεων σε δοκιμασίες αξιολόγησης μυϊκής

δύναμης και την απόδοση κατακόρυφου άλματος. Συγκεκριμένα, εάν η στατική διάταση παρατείνεται και εκτελείται μεμονωμένα μπορεί να οδηγήσει σε μυϊκές ή συνδεσμικές βλάβες (Behm et al., 2015), συγκριτικά με την εκτέλεση της για κατάλληλο χρονικό διάστημα και εντός μιας ολοκληρωμένης προθέρμανσης, που δεν υφίσταται αυτή η περίπτωση. Οι στατικές διατάσεις συνίστανται να εκτελούνται για χρόνο ≥60 δευτ. για κάθε μυική ομάδα και με προσοχή στην εκτέλεσή τους, ειδικά όταν η προθέρμανση δεν είναι εξειδικευμένη στο άθλημα, καθώς έχουν παρατηρηθεί επιβλαβείς επιδράσεις στην μυϊκή απόδοση (Behm et al., 2015). Από την άλλη, η δυναμική διάταση, κατά την οποία τα άκρα μετακινούνται μέσω ενός ενεργού εύρους κίνησης συσπώντας τον ανταγωνιστή μυ, έχει αναφερθεί ότι βελτιώνει τη μυϊκή δύναμη και ισχύ, ταχύτητα και απόδοση κατακόρυφου άλματος και ως αποτέλεσμα, έχει πρόσφατα προωθηθεί για την φάση της προθέρμανσης πριν από άσκηση (Behm et al., 2015).

Τα τελευταία χρόνια διερευνείται η επίδραση των διατάσεων συγκριτικά με τις τεχνικές ΜΠΤ απελευθέρωσης. Είναι γνωστό από την σχετική βιβλιογραφία πως και οι δυο αυτές τεχνικές συνεισφέρουν θετικά στο αρθρικό εύρος κίνησης και σε παράγοντες απόδοσης. Σε μια μετά-ανάλυση μελετών, οι Konard και συνεργάτες (2021a,b), ανέφεραν μεγαλύτερο βαθμό επίδρασης με μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο χωρίς δόνηση έναντι στατικών διατάσεων σε παραμέτρους απόδοσης δύναμης, αλτικότητας, ταχύτητας και αντοχής, ενώ οι δυναμικές διατάσεις φανέρωσαν τον ίδιο βαθμό επίδρασης με την μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο χωρίς δόνηση. Επιπλέον, παρουσίασαν μια στατιστικά μεγαλύτερη επίδραση του κυλίνδρου μάλαξης με δόνηση σε σχέση με τις διατάσεις (στατικές και δυναμικές), ωστόσο το μέγεθος επίδρασης του κυλίνδρου μάλαξης χωρίς δόνησης έναντι των διατάσεων υπήρξε το ίδιο. Οι μετα-αναλύσεις των άμεσων επιπτώσεων των διατάσεων έχουν αναφέρει επιβλαβείς επιπτώσεις στην απόδοση, ειδικά όταν εφαρμόζονται με την τεχνική στατικής διάτασης και για μεγάλη διάρκεια (>60 δευτερόλεπτα) συγκριτικά με την μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο που παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα (Behm et al., 2015).

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα για τις δυναμικές διατάσεις, οι Behm και συνεργάτες (2015) αναφέρουν αυξήσεις της τάξεως του 1,3% στην απόδοση. επίσης, βρέθηκε ίδιο μέγεθος αλλαγής στην απόδοση μεταξύ δυναμικών διατάσεων και μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο, προτείνοντας την εφαρμογή τους ως ρουτίνα προθέρμανσης, εάν ο στόχος είναι η βελτιστοποίηση της απόδοσης. Ένας πιθανός μηχανισμός για το ευνοϊκό αυτό αποτέλεσμα του συνδυασμού των δυναμικών διατάσεων και της μάλαξης με κύλινδρο σε σύγκριση με τις στατικές διατάσεις, πιθανόν να αφορά στις διαφορετικές μηχανικές επιδράσεις αυτών των τεχνικών στο μυοτενόντιο σύνολο (Konard et al., 2021a,b). Μάλιστα, συνίσταται να προηγείται η μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο των δυναμικών διατάσεων (Konard et al., 2021a,b) εάν ο στόχος είναι η αύξηση της απόδοσης.

2.3. Επίδραση των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης στη γυμναστική

Η ρυθμική και/ή ενόργανη γυμναστική είναι αθλήματα υψηλών τεχνικών απαιτήσεων, συνεπώς και απαιτήσεων υψηλών επιπέδων νευρομυϊκού συντονισμού, ευλυγισίας, μυϊκής δύναμης και ισχύος για την εκτέλεση των διαφόρων ενεργειών. Το συγκεκριμένα αθλήματα περιέχουν κινήσεις που εκτελούνται σε μεγάλο εύρος τροχιάς των αρθρώσεων, επομένως κάνοντας το μέγιστο εύρος κίνησης όχι μόνο χρήσιμο για τις τεχνικές απαιτήσεις των αθλημάτων (Sands et al., 2016), αλλά και για την αύξηση της απόστασης κατά την οποία εφαρμόζεται η μυϊκή δύναμη (Falsone et al., 2014). Επιπλέον, απαιτείται άριστος ορθοστατικός έλεγχος και ισορροπία, καθώς η πλειοψηφία των διαφόρων ασκήσεων εκτελείται είτε σε ακροστασίες είτε σε θέσεις ή στηρίξεις που απαιτούν μέγιστη σταθερότητα σώματος και έλεγχο του προσανατολισμού του σε σχέση με τον χώρο (π.χ. μετακινήσεις πάνω στην δοκό γυμναστικής) (Asseman et al., 2004; Asseman et al., 2008; Vuillerme & Nougier, 2004).

Οι προηγούμενες μελέτες αφορούν την εξέταση της επίδρασης των διατάσεων σε κρίσιμες παραμέτρους για την μεγιστοποίηση της απόδοσης στα εν λόγω αθλήματα. Συγκεκριμένα, σε μελέτη της Donti και συνεργατών (2020a), σχετικά με την επίδραση

συνεχόμενων και διαλειμματικών στατικών διατάσεων στη γωνία κάμψης του ισχίου σε αθλήτριες ρυθμικής και ενόργανης γυμναστικής καθώς και ομαδικών αθλημάτων, που χαρακτηρίζονται από διαφορετικά προπονητικά υπόβαθρα ευλυγισίας, αναφέρεται παρόμοια αύξηση ύψους ~6% μεταξύ των αθλητριών ρυθμικής και ενόργανης γυμναστικής με αμφότερα τα πρωτόκολλα των συνεχόμενων και διαλειμματικών στατικών διατάσεων συγκριτικά με την αύξηση του 13% στις αθλήτριες των ομαδικών αθλημάτων, μόνο μετά από την εφαρμογή διαλεμματικών διατάσεων. Η παρόμοια αύξηση στις αθλήτριες γυμναστικής με τα δύο πρωτόκολλα διατάσεων αποδόθηκε στο προπονητικό τους υπόβαθρο καθώς και στο ότι η παρατεταμένη στατική διάταση χρησιμοποιείται ευρέως στη γυμναστική (Donti et al., 2020a). Σε επόμενη μελέτη της ίδιας ομάδας (Donti et al., 2020b), εξετάστηκε η άμεση και μακροπρόθεσμη επίδραση δυο πρωτοκόλλων στατικών διατάσεων (συνεχόμενου και διαλειμματικού ίδιας χρονικής διάρκειας) στο εύρος κίνησης του ισχίου και στο ύψος κατακόρυφου μονοποδικού άλματος τύπου CMJ προέφηβων αθλητριών γυμναστικής για όλους. Βερέθηκε, ανεξαρτήτως πρωτοκόλλου, αύξηση του ισχιακού εύρους κίνησης κατά 10.9% την 6η εβδομάδα εφαρμογής και 21.5% την 9η βδομάδα, αντίστοιχα με μια βελτίωση της τάξεως του 17% που διατηρήθηκε για τρεις βδομάδες αποπροπόνησης. Όσον αφορά το ύψος άλματος βρέθηκε ότι αυξανόταν με το πέρασμα των εβδομάδων ανεξαιρέτως ομάδας (διατάσεων - ελέγχου) και πρωτοκόλλου, χωρίς ωστόσο καμία στατιστικά σημαντική διαφορά. Επιπλέον, βρέθηκε ότι το ύψος άλματος του διατεταμένου κάτω άκρου δεν μειώθηκε σε σύγκριση με το μη-διατεταμένο κάτω άκρο 2 λεπτά μετά την εφαρμογή και των δύο πρωτοκόλλων στατικών διατάσεων, πιθανόν λόγω του ότι το συγκεκριμένο δείγμα έκανε τακτικά παρατεταμένες διατάσεις κατά τη προπόνησή του, με αποτέλεσμα να μην επηρεάζεται η κατακόρυφη απόδοσή του (Donti et al., 2020b).

Στη βιβλιογραφία δεν εντοπίζονται μελέτες που να έχουν εφαρμόσει κάποια τεχνική ΜΠΤ απελευθέρωσης σε αθλήτριες ή αθλητές γυμναστικής. Τα ευρήματα προηγούμενων μελετών αναφέρουν βελτιώσεις ή αυξήσεις σε παραμέτρους που

δυνητικά συνεισφέρουν στην απόδοση στο άθλημα της ενόργανης ή ρυθμικής γυμναστικής. Αρκετές μελέτες έχουν δείξει άμεσες αυξήσεις στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης μετά από μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο (Behara et al., 2017). Μια συστηματική ανασκόπηση μελετών επίσης αναφέρει ότι, ως μέθοδο ενεργής προθέρμανσης, η μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο μπορεί να μειώσει τη μυϊκή δυσκαμψία, να αυξήσει το εύρος κίνησης και να βελτιώσει την μυϊκή απόδοση των μυών (Hendricks et al., 2019). Επιπλέον, έχει βρεθεί αύξηση στην αλτική απόδοση μετά από εφαρμογή μάλαξης με αφρώδη κύλινδρο (Giovanelli et al., 2018; Peacock, et al., 2014; Pisiric et al., 2020), ενώ οι Lee και συνεργάτες (2018) βρήκαν σημαντικές αυξήσεις στο αρθρικό εύρος κίνησης, τη μέγιστη ισοκινητική δύναμη ροπής καμπτήρων και εκτεινόντων του γόνατος και την ισορροπία με την ίδια τεχνική. Αναφορικά με την πιθανή επίδραση των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης στην ικανότητα ισορροπίας τα ευρήματα εμφανίζονται μη καταληκτικά, καθώς ο Halperin και συνεργάτες (2014) δεν βρήκαν καμία θετική επίδραση στην ορθοστατική ισορροπία σε αντίθεση με μεταγενέστερη μελέτη του Park και συνεργατών (2017), οι οποίοι βρήκαν βελτίωση μετά από μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο στον γαστροκνήμιο μυ. Συνεπώς, διαπιστώνεται ένα σχετικό έλλειμμα στην βιβλιογραφία σχετικά με την πιθανή επίδραση των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης σε παραμέτρους που συνεισφέρουν στην βελτιστοποίηση της απόδοσης στα αθλήματα της γυμναστικής, τα οποία όπως προαναφέρθηκε λόγω της εξιδεικευμένης προπόνησης τους αποτελούνται από αθλητές και αθλήτριες με αυξημένο υπόβαθρο ευλυγισίας. Τέλος, βάσει των προαναφερόμενων μεγαλύτερων θετικών επιδράσεων της μάλαξης με κύλινδρο με δόνηση συγκριτικά με τα οφέλη που έχουν προκύψει από την μάλαξη χωρίς δόνηση όταν αυτά αντιπαρατίθενται στα οφέλη από την εφαρμογή στατικών ή/και δυναμικών διατάσεων, θα ήταν ενδιαφέρον να εξεταστεί η πιθανή επίδραση μάλαξης με κύλινδρο με δόνηση σε αυτούς τους αθλητές και αθλήτριες.

ΙΙΙ. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Δοκιμαζόμενοι

Στην έρευνα συμμετείχαν 7 νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής (ηλικίας 22.8 ± 2.2 ετών, σωματικού βάρους 61 ± 20 κιλών, ύψους 165 ± 8 εκ., ΔΜΣ 21 ± 8 κιλών/μ², και προπονητικής εμπειρίας >10 έτη, που προπονούνταν σε συστηματική βάση με συχνότητα 4 φορές την εβδομάδα και διάρκεια 2 ωρών. Οι δοκιμαζόμενες έδωσαν εγγράφως την συγκατάθεση τους για συμμετοχή στην μελέτη, αφού πρώτα ενημερώθηκαν για το σκοπό αυτής και τη διαδικασία των μετρήσεων (Παράρτημα Α.2). Ως προϋπόθεση για την συμμετοχή τους ορίστηκε ότι θα πραγματοποιούσαν τρείς συνεδρίες ή κάθε μία, σε διάστημα 7-10 ημερών και ότι δεν είχαν υποστεί κάποιο μυοσκελετικό ή συνδεσμικό τραυματισμό τους τελευταίους 6 μήνες. Καταγράφτηκε το ιστορικό μυοσκελετικών ενοχλήσεων ή/και παθήσεων και τους δόθηκε ως οδηγία να μην έχουν εκτελέσει συνεδρία έντονης άσκησης την ημέρα πριν τη διαδικασία των μετρήσεων. Η μελέτη είχε εγκριθεί από την εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της ΣΕΦΑΑ (Αρ. πρωτοκόλλου έγκρισης: 1403/13-07-2022) (Παράρτημα Α.1).

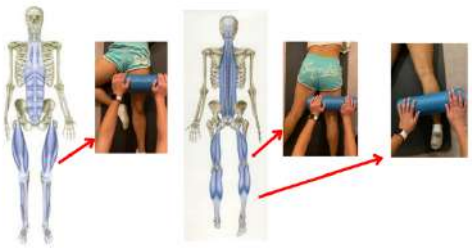
3.2. Διαδικασία συλλογής των δεδομένων

Οι δοκιμαζόμενες πήραν μέρος σε πρωτόκολλο παρέμβασης ΜΠΤ απελευθέρωσης 3 συνεδριών, με διαφορά 2-3 ημερών μεταξύ των παρεμβάσεων (Παράρτημα Α.3). Η εκτέλεση των συνεδριών πραγματοποιήθηκε με τυχαιοποιημένη σειρά ως εξής (η σειρά παράθεσης εδώ είναι τυχαία): 1η πειραματική συνθήκη: παρέμβαση ΜΠΤ απελευθέρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς δόνηση, 2η πειραματική συνθήκη: παρέμβαση ΜΠΤ απελευθέρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης με δόνηση και 3η πειραματική συνθήκη: καμία παρέμβαση (συνθήκη ελέγχου).

Κατά την παρέμβαση με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς δόνηση, ο κύλινδρος ήταν προϊόν της εταιρείας Live up (GR), είχε διαστάσεις 13 x 38 εκ. και βάρος 650 γραμμάρια (Εικόνα 3.1) και κατά την παρέμβαση με αφρώδη

κύλινδρο μάλαξης με δόνηση, αυτός ήταν προϊόν της εταιρείας Pulseroll (UK), διαστάσεων 15 x 38 εκ. και βάρους 1,1 κιλών (Εικόνα 3.1). Από τα 4 επίπεδα δόνησης, για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το 1ο επίπεδο με συχνότητα δόνησης 25 Hz (Lee et al., 2018; Lin et al., 2020; Lyu et al., 2020; Seever et al., 2022). Κατά την διάρκεια των παρεμβάσεων με χρήση του κυλίνδρου μάλαξης χωρίς και με δόνηση, χρησιμοποιήθηκε μετρονόμος μέσω εφαρμογής σε κινητό τηλέφωνο 'the metronome by soundbanner', που είχε οριστεί στους 40 χτύπους/λεπτό, προκειμένου να διασφαλιστεί ένας σχετικά σταθερός και αργός ρυθμός κύλισης/μάλαξης. Όπως προαναφέρθηκε, η σειρά πραγματοποίησης των πειραματικών παρεμβάσεων ήταν τυχαία με τη συνολική διάρκεια να ανέρχεται περίπου στα 13,5 λεπτά. Σε κάθε πειραματική παρέμβαση, η μάλαξη αφορούσε σε 3 μυϊκές ομάδες των κατώτερων άκρων και συγκεκριμένα:

Α) παρέμβαση ΜΠΤ απελευθέρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς δόνηση: η παρέμβαση περιλάμβανε αμφίπλευρη έτερο-μάλαξη από την εκπονούσα φοιτήτρια της πτυχιακής εργασίας στους α) εκτείνοντες μύες γόνατος, β) καμπτήρες μύες γόνατος και γ) πελματιαίους καμπτήρες μύες της ποδοκνημικής (Σχήμα 3.1). Εκτελούνταν 3 σειρές των 30 δευτ ανά πλευρά σώματος και ανά μυϊκή ομάδα με 15 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ των σειρών και 15 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ των μυϊκών ομάδων. Η διεύθυνση της μάλαξης γίνονταν από την έκφυση προς την κατάφυση παράλληλα με τη φορά των μυϊκών ινών κάθε ομάδας και με την εφαρμοζόμενη πίεση να ορίζεται έως του σημείου επίτευξης δυσφορίας βάσει ανατροφοδότησης από τον δοκιμαζόμενο. Συνήθως η τεχνική εφαρμόζονταν στην αριστερή και έπειτα στη δεξιά πλευρά της δοκιμαζόμενης.

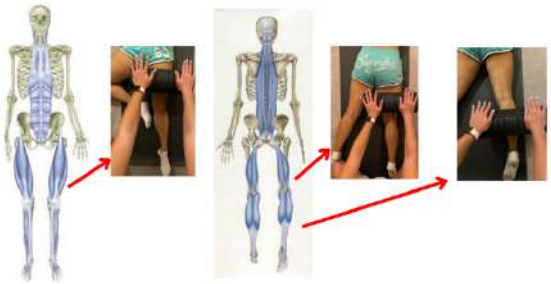


Σχήμα 3.1. *Αναπαράσταση εφαρμογής της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης της παρέμβασης Α στις μυϊκές ομάδες ενδιαφέροντος των κάτω άκρων.*



Εικόνα 3.1. *Φωτογραφίες των αφρώδη κυλίνδρων μάλαξης χωρίς (αριστερά) και με δόνηση (δεξιά).*

Β) παρέμβαση ΜΠΤ απελευθέρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης με δόνηση: Παρομοίως όπως και στην Α' πειραματική συνθήκη, η παρέμβαση περιλάμβανε αμφίπλευρη έτερο-μάλαξη με δόνηση στη χαμηλή συχνότητα των 25 Hz στους α) εκτείνοντες μύες γόνατος, β) καμπτήρες μύες γόνατος και γ) πελματιαίους καμπτήρες μύες της ποδοκνημικής (Σχήμα 3.2). Εκτελούνταν 3 σειρές των 30 δευτ ανά πλευρά σώματος και ανά μυϊκή ομάδα με 15 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ των σειρών και 15 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ των μυϊκών ομάδων. Η διεύθυνση της μάλαξης γίνονταν από την έκφυση προς την κατάφυση παράλληλα με τη φορά των μυϊκών ινών κάθε ομάδας και με την εφαρμοζόμενη πίεση να ορίζεται έως του σημείου επίτευξης δυσφορίας βάσει ανατροφοδότησης από τον δοκιμαζόμενο. Συνήθως η τεχνική εφαρμόζονταν στην αριστερή και έπειτα στη δεξιά πλευρά της δοκιμαζόμενης.



Σχήμα 3.2. *Αναπαράσταση εφαρμογής της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης της παρέμβασης Β στις μυϊκές ομάδες ενδιαφέροντος των κάτω άκρων.*

Γ) Συνθήκη ελέγχου: κατά τη διάρκεια αυτής της συνθήκης, η δοκιμαζόμενη δεν εκτελούσε καμία φυσική δραστηριότητα παρά παρέμενε σε αναπαυτική καθιστή θέση σε χώρο με ευρύχωρο χώρο επαρκή αερισμό για χρονικό διάστημα περίπου 13.5 λεπτών.

3.3. Μέσα συλλογής και επεξεργασία των δεδομένων

3.3.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Οι μετρήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών αφορούσαν την μέτρηση της σωματικής μάζας (σε κιλά) μέσω της προσαρμοσμένης πλατφόρμας ισορροπίας, του όρθιου αναστήματος (σε εκατοστά) με χρήση αναστημόμετρου και το μήκος αμφότερων των κάτω άκρων από ύπτια θέση με χρήση μεζούρας ανθρωπομετρήσεων (σε εκατοστά). Για το μήκος αμφότερων των κάτω άκρων λαμβάνονταν 2 καταγραφές και σε περίπτωση μεταξύ τους διαφοράς μεγαλύτερης του ενός εκατοστού, λαμβάνονταν και τρίτη καταγραφή.

3.3.2. Αξιολόγηση ποδοπλευρικότητας

Χρησιμοποιήθηκε η αναθεωρημένη και προσαρμοσμένη για τον ελληνικό πληθυσμό έκδοση του ερωτηματολογίου ποδοπλευρικότητας του Waterloo (WFQ-R-GREEK, Καπρέλη και συν., 2015) για την αξιολόγηση της πλευρικής κυριαρχίας του κάτω άκρου των δοκιμαζόμενων. Το συγκεκριμένο ερωτηματολόγιο αποτελείται από συνολικά 10 ερωτήσεις και έχει το πλεονέκτημα ότι αξιολογεί την προτίμηση του κάτω άκρου τόσο σε σταθεροποιητικούς κινητικούς σκοπούς όσο και σε δυναμικούς κινητικούς σκοπούς. Κάθε ερώτηση βαθμολογείται βάσει 5-βάθμιας κλίμακας (-2: πάντα αριστερό, -1: συνήθως αριστερό, 0: εξίσου και τα δύο, 1: συνήθως δεξί, 2: πάντα δεξί) (Παράρτημα Α.4).

3.3.3. Εύρος κίνησης ποδοκνημικής άρθρωσης

Το εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης και των δύο ποδιών μετρήθηκε πριν (Αρχική) και μετά το πέρας κάθε μίας παρέμβασης (Τελική) με την δοκιμασία της βαρυμεταφέρουσας πρόσθιας προβολής του στηρικτικού άκρου (εναλλάξ για αμφότερα τα κάτω άκρα). Οι δοκιμαζόμενες έχοντας στήριξη με τα άνω άκρα σε τοίχο απέναντί τους ερχόντουσαν σε θέση γονάτισης και τοποθετούσαν το πέλμα τους, αρχικά σε απόσταση του πλάτους μιας παλάμης (~10 εκ) από τον τοίχο. Έπειτα, λάμβαναν την οδηγία να μεταφέρουν τον βάρος τους προς το στηρικτικό πόδι μέσω πρόσθιας προβολής με ευθυτενή θέση του κορμού μέχρι το σημείο επαφής του γονάτου τους στον τοίχο, με την προϋπόθεση ότι η πτέρνα του ποδιού στήριξης εφάπτονταν συνεχώς με το έδαφος. Το πέλμα, μεταφερόταν προς τα πίσω, έως την θέση εκείνη στην οποία το γόνατο είχε μικρή επαφή με τον τοίχο και οι δοκιμαζόμενες θεωρούσαν ότι ήταν η μέγιστη δυνατή απόσταση που μπορούσαν να επιτύχουν (Εικόνα 3.2). Μέσω της συγκεκριμένης δοκιμασίας, η άρθρωση της ποδοκνημικής έρχεται στη μέγιστη ραχιαία κάμψη, οριζόμενη από την απόσταση μεταξύ του μεγάλου δάχτυλου του ποδιού στήριξης μέχρι την άκρη του τοίχου. Κάθε άκρο πόδι αξιολογήθηκε με 2 μετρήσεις και στην περίπτωση διαφοράς μεγαλύτερης του ενός εκατοστού, λαμβάνονταν και τρίτη μέτρηση. Για την ανάλυση των δεδομένων, υπολογίσθηκε η μέση τιμή του συνόλου των μετρήσεων για κάθε άκρο πόδι.



Εικόνα 3.2. *Απεικόνιση της διαδικασίας αξιολόγησης του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης μέσω της δοκιμασίας της βαρυμεταφέρουσας πρόσθιας προβολής.*

3.3.4. Ικανότητα ισορροπίας

Αξιολογήθηκε η ικανότητα στατικής ισορροπίας με χρήση προσαρμοσμένης μονοαξονικής πλατφόρμας (Wii Nintendo®, Fs = 1000 HZ) ως εξής: α) Η ισορροπία αξιολογήθηκε στις δοκιμασίες της α1) Διποδικής στήριξης με ανοικτά (ΑΜ) και κλειστά μάτια (ΚΜ) σε 2 προσπάθειες ανά συνθήκη όρασης (20 δευτερόλεπτα διάρκεια με 10-20 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών), και α2) μονοποδικής αριστερής και δεξιάς στήριξης με ανοικτά (ΑΜ) και κλειστά μάτια (ΚΜ) (2 προσπάθειες ανά πλευρά στήριξης και συνθήκης όρασης, διάρκειας 20 δευτερόλεπτα με 10-20 δευτερόλεπτα διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών). Κατά τις δοκιμασίες της στατικής ισορροπίας διποδικής στήριξης, οι δοκιμαζόμενες έλαβαν ως οδηγία να έχουν τα άνω άκρα τους χαλαρά στα πλάγια του σώματός τους και το βλέμμα τους εντοπισμένο σε ένα νοερό σημείο απέναντι στον τοίχο στην ευθεία των ματιών τους, ενώ κατά τις δοκιμασίες μονοποδικής στήριξης έπρεπε επιπλέον να φέρουν το ισχίο και το γόνατο σε κάμψη σε κάμψη με το πέλμα στον αέρα και διατηρώντας το σώμα σε όρθια ευθυτενή θέση και κοιτώντας ευθεία μπροστά. Σε όλες τις δοκιμασίες στατικής ισορροπίας καταγράφτηκαν τα δεδομένα του Κέντρου Πίεσης (ΚΠ), από τα οποία αναλύθηκαν και έπειτα υπολογίστηκαν για το διάστημα μεταξύ Δt=1-16^{o} δευτ με χρήση προσαρμοσμένου λογισμικού στο περιβάλλον Matlab (v. R2012b) οι παράμετροι: α) του μήκους μετατόπισης του ΚΠ (σε εκ), β) της περιοχής ταλάντευσης του ΚΠ (σε εκ^2), γ-δ) της ταλάντευσης ΚΠ στην πρόσθιο-οπίσθια διεύθυνση (σε εκ) και της ταλάντευσης ΚΠ στην έσω-έξω πλάγια διεύθυνση (σε εκ).

3.3.5. Μυϊκή δύναμη και ισχύς των κάτω άκρων

Αξιολογήθηκε η παραγόμενη μυϊκή δύναμη και ισχύς των άκρων με τη χρήση

προσαρμοσμένης μονοαξονικής πλατφόρμας (Wii Nintendo®, Fs = 1000 HZ) μέσω δοκιμασιών κατακόρυφων αλμάτων ως εξής: α) άλματος με προδιάταση των κάτω άκρων και χωρίς αιώρηση των άνω άκρων (τύπου CMJ) και β) άλματος από αρχική θέση 90° κάμψης των γονάτων και με τα άνω άκρα σε μεσολαβή (τύπου SJ). Κάθε δοκιμαζόμενη εκτελούσε 3 προσπάθειες για μέγιστο άλμα από κάθε τύπο με διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών τα 15-30 δευτερόλεπτα. Για την περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων αλτικότητας, υπολογίστηκε η μέση τιμή των 3 προσπαθειών.

3.4. Στατιστική επεξεργασία

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για τον έλεγχο πιθανών διαφορών μεταξύ παρεμβάσεων και μετρήσεων, ως εξής: 3 παρεμβάσεις (παρέμβαση Α εν. παρέμβασης Β εν. συνθήκης ελέγχου Γ) x 2 μετρήσεις (αρχική εν. τελική) για τις παραμέτρους α) του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης, β) της στατικής διποδικής και μονοποδικής ισορροπίας και γ) της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων για τον έλεγχο πιθανών διαφορών μεταξύ παρεμβάσεων και οπτικής συνθήκης χωριστά για την αρχική και τελική μέτρηση για τις παραπάνω παραμέτρους. Σε περίπτωση σημαντικής κύριας επίδρασης των παραγόντων παρέμβαση και οπτικής συνθήκης, διεξάχθηκαν κατά ζεύγη μετά-συγκρίσεις με διόρθωση Bonferroni. Πιθανές διαφορές στο μήκος αμφότερων των κάτω άκρων ελέγχθηκαν με έλεγχο t εξαρτημένων δειγμάτων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε σε a = 0.05.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης.

4.1. Ποδοπλευρικότητα και μήκος κάτω άκρου

Η αξιολόγηση της ποδοπλευρικότητας έδειξε ότι 6 στις 7 δοκιμαζόμενες (86%), είχαν ως κυρίαρχο κάτω άκρο το δεξί, ενώ μόλις 1 δοκιμαζόμενη αξιολογήθηκε με το αριστερό άκρο ως το κυρίαρχο κάτω άκρο. Το ύπτιο μήκος του αριστερού και δεξιού κάτω άκρου ήταν 85.5 ± 2.1 και 85.5 ± 2.3 εκατοστά, αντίστοιχα, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ αριστερής και δεξιάς πλευράς (p = 0.96).

4.2. Εύρος κίνησης ποδοκνημικής άρθρωσης

Στο πίνακα 4.1. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του εύρους κίνησης της ποδοκνημικής (ΠΔΚ) άρθρωσης για τα δύο κάτω άκρα συνολικά για τις δύο παρεμβάσεις ΜΠΤ χαλάρωσης και την συνθήκη ελέγχου, καθώς ο στατιστικός έλεγχος επίδρασης της παρέμβασης δεν έδειξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ($p>0.05$) για κανένα άκρο. Δεν υπήρξε αλληλεπίδραση μεταξύ μέτρησης και συνθήκης παρέμβασης ($p>0.05$). Ωστόσο, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά λόγω μέτρησης για το αριστερό ($p=0.003$) και το δεξί κάτω άκρο ($p=0.003$) αντίστοιχα, με την ποσοστιαία μεταβολή να κυμαίνεται μεταξύ 3.7% για το αριστερό και 2.8% για το δεξί άκρο κατά την τελική μέτρηση (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1. *Εύρος κίνησης ποδοκνημικής άρθρωσης (μέση τιμή ± τ.α.) αριστερού και δεξιού κάτω άκρου πριν (αρχική) και μετά (τελική) τη μέτρηση ανεξαρτήτως της πειραματικής συνθήκης παρέμβασης.*

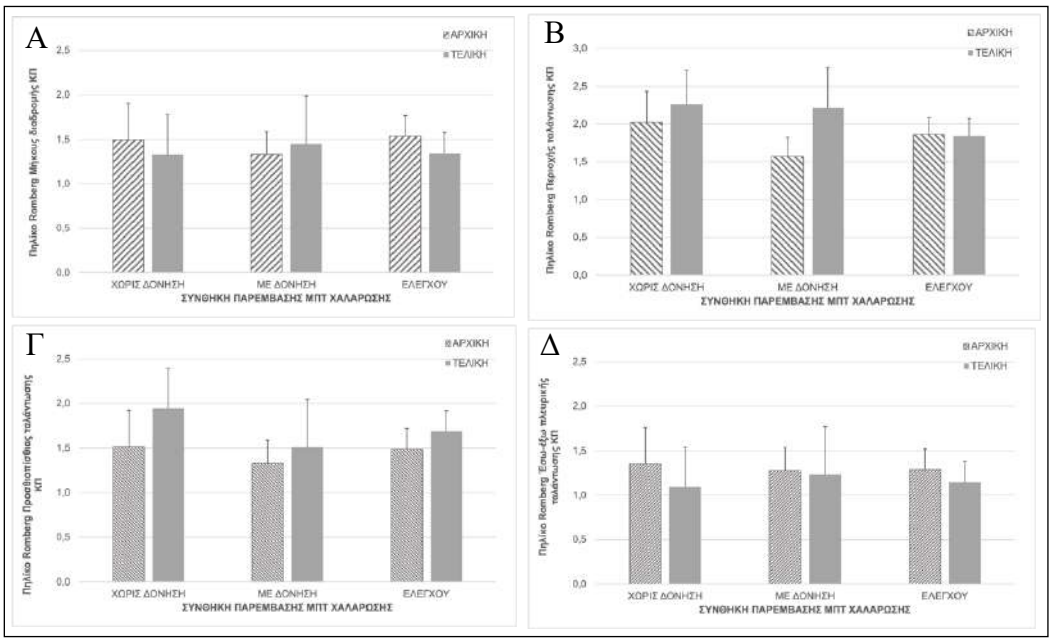
Παράμετρος	Κάτω άκρο	Αρχική μέτρηση	Τελική μέτρηση	Μέτρηση (τιμή *p*)	Μέτρηση x παρέμβαση (τιμή *p*)
Εύρος ΠΔΚ άρθρωσης	Αριστερό	13.4 ± 1.9	13.9 ± 1.8	*	0.270
	Δεξί	14.0 ± 1.4	14.4 ± 1.2	*	0.622

*Στατιστική σημαντικότητα: * $p<0.01$.*

4.3. Ικανότητα ισορροπίας

4.3.1 Ικανότητα ισορροπίας κατά τη στατική διποδική στήριξη

Στον Πίνακα 4.2. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα απόδοσης της ικανότητας ισορροπίας κατά τη στατική διποδική στήριξη συνολικά για τις δύο πειραματικές παρεμβάσεις ΜΠΤ χαλάρωσης και την συνθήκη ελέγχου, καθώς ο στατιστικός έλεγχος επίδρασης της συνθήκης παρέμβασης δεν έδειξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ($p>0.05$) για καμία παράμετρο του ΚΠ (Σχήμα 4.1.). Τα αποτελέσματα υπολογίστηκαν ως τιμές του πηλίκου Romberg (τιμή με ΚΜ προς τιμή με ΑΜ) και έδειξαν ότι η μέτρηση (αρχική – τελική) δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση ($p>0.05$) στην ικανότητα ισορροπίας διποδικής στήριξης με την εξάρτηση από την όραση (τιμές πηλίκου Romberg >1) να είναι παρόμοια σε όλες τις εξεταζόμενες παραμέτρους του ΚΠ (Πίνακας 4.2). Επιπλέον, δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ($p>0.05$) μέτρησης και συνθήκης παρέμβασης για καμία από της εξεταζόμενες παραμέτρους στην απόδοση διποδικής στατικής ισορροπίας (Πίνακας 4.2).



Σχήμα 4.1. *Απόδοση ισορροπίας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την στατική διποδική στήριξη πριν (αρχική) και μετά (τελική) την μέτρηση για τις δύο παρεμβάσεις ΜΠΤ χαλάρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς και με δόνηση και τη συνθήκη ελέγχου. Οι τιμές αφορούν το πηλίκο Romberg (τιμή ΚΜ προς τιμή με ΑΜ) για Α: μήκος διαδρομής ΚΠ, Β: περιοχή ταλάντωσης ΚΠ, Γ: προσθιοπίσθια ταλάντωση ΚΠ, Δ: έσω-έξω πλευρική ταλάντωση ΚΠ. Σημείωση: ΚΜ: κλειστά μάτια, ΑΜ: ανοικτά μάτια).*

Πίνακας 4.2. *Παράμετροι απόδοσης ισορροπίας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την στατική διποδική στήριξη πριν (αρχική) και μετά (τελική) την μέτρηση ανεξαρτήτως της πειραματικής συνθήκης παρέμβασης.*

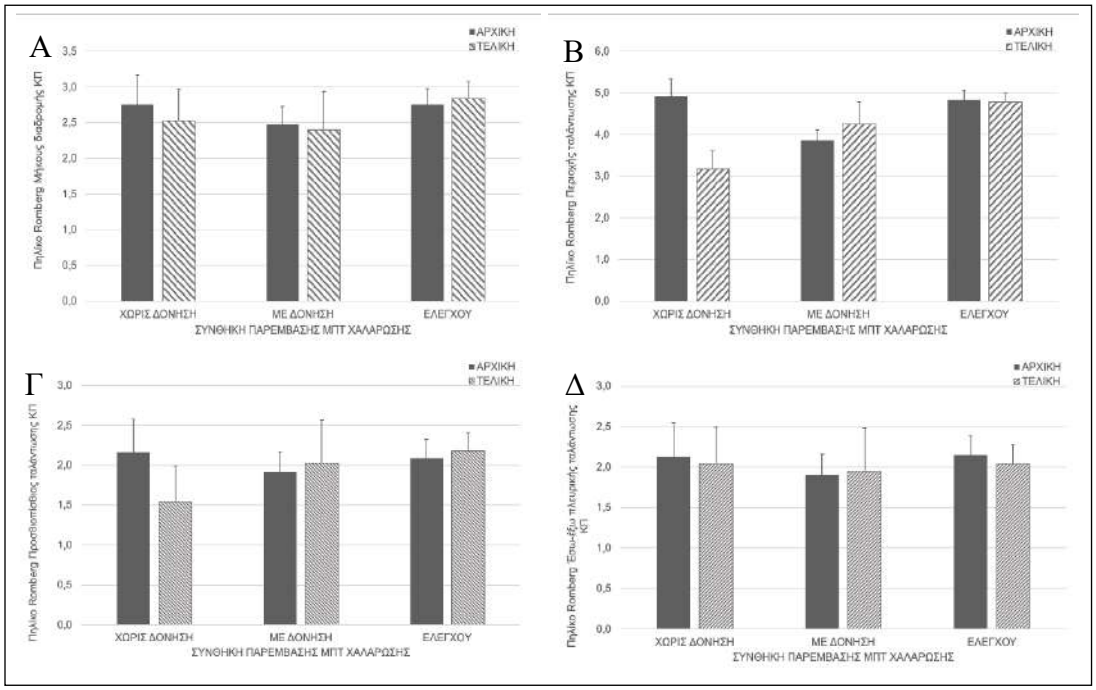
Παράμετρος ΚΠ	Ισορροπία	Αρχική μέτρηση	Τελική μέτρηση	Μέτρηση (τιμή *p*)	Μέτρηση x παρέμβαση (τιμή *p*)
Μήκος διαδρομής	Διποδική στήριξη	1.45 ± 0.31	1.37 ± 0.41	0.514	0.506
Περιοχή ταλάντωσης		1.82 ± 0.84	2.11 ± 1.47	0.485	0.796
Εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντωσης		1.44 ± 0.44	1.71 ± 0.74	0.152	0.814
Εύρος έσω-έξω πλευρικής ταλάντωσης		1.31 ± 0.29	1.16 ± 0.32	0.213	0.736

Σημείωση: Οι τιμές αφορούν το πηλίκο Romberg (τιμή με ΚΜ προς τιμή με ΑΜ).

4.3.2 Ικανότητα ισορροπίας κατά τη στατική μονοποδική στήριξη

Τα αποτελέσματα απόδοσης της ικανότητας ισορροπίας κατά τη στατική μονοποδική στήριξη αφορούν τη μέση τιμή του αριστερού και δεξιού κάτω άκρου

λόγω της απουσίας στατιστικά σημαντικών διαφορών (p>0.05) μεταξύ των κάτω άκρων σε καμία παράμετρο του ΚΠ και σε καμία από τις 3 συνθήκες παρέμβασης. Επιπλέον, τα αποτελέσματα υπολογίστηκαν ως τιμές του πηλίκου Romberg (τιμή με ΚΜ προς τιμή με ΑΜ). Στον Πίνακα 4.3. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατικής μονοποδικής ισορροπίας κατά την αρχική και τελική μέτρηση ανεξαρτήτως των πειραματικών παρεμβάσεων ΜΠΤ χαλάρωσης και της συνθήκης ελέγχου καθώς ο έλεγχος επίδρασης της παρέμβασης δεν έδειξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά (p>0.05) για καμία παράμετρο του ΚΠ (Σχήμα 4.2.). Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέτρηση δεν είχε καμία στατιστικά σημαντική επίδραση (p>0.05) στην ισορροπία μονοποδικής στήριξης, με την εξάρτηση από την όραση (τιμές πηλίκου Romberg >1) να είναι παρόμοια σε όλες τις εξεταζόμενες παραμέτρους (Πίνακας 4.3). Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση (p>0.05) μέτρησης και συνθήκης παρέμβασης για το μήκος διαδρομής, την περιοχή ταλάντωσης και το εύρος της έσω-έξω πλευρικής ταλάντωσης του ΚΠ, ενώ υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση (p=0.047) για το εύρος της προσθιοπίσθιας ταλάντωσης του ΚΠ, ωστόσο οι κατά ζεύγη μετά-συγκρίσεις Bonferroni δεν έδειξαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των παρεμβάσεων πριν και μετά την εφαρμογή τους.



Σχήμα 4.2. *Απόδοση ισορροπίας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την στατική μονοποδική στήριξη πριν (αρχική μέτρηση) και μετά (τελική μέτρηση) από τις δύο παρεμβάσεις ΜΠΤ χαλάρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης χωρίς και με δόνηση και τη συνθήκη ελέγχου. Οι τιμές αφορούν το πηλίκο Romberg (τιμή με ΚΜ προς τιμή με ΑΜ)ως μέση τιμή του αριστερού και δεξιού κάτω άκρου για Α: μήκος διαδρομής ΚΠ, Β: περιοχή ταλάντωσης ΚΠ, Γ: προσθιοπίσθια ταλάντωση ΚΠ, Δ: έσω-έξω πλευρική ταλάντωση ΚΠ.*

Πίνακας 4.3. *Παράμετροι απόδοσης ισορροπίας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την στατική μονοποδική στήριξη ως μέση τιμή του αριστερού και δεξιού κάτω άκρου πριν (αρχική) και μετά (τελική) την μέτρηση ανεξαρτήτως της πειραματικής συνθήκης παρέμβασης.*

Παράμετρος ΚΠ	Ισορροπία	Αρχική μέτρηση	Τελική μέτρηση	Μέτρηση (τιμή *p*)	Μέτρηση x παρέμβαση (τιμή *p*)
Μήκος διαδρομής	Μονοποδική στήριξη	2.66 ± 0.49	2.59 ± 0.47	0.344	0.230
Περιοχή ταλάντωσης		4.54 ± 1.69	4.06 ± 1.39	0.280	0.126
Εύρος προσθιοπίσθιας ταλάντωσης		2.05 ± 0.43	1.91 ± 0.45	0.284	*
Εύρος έσω-έξω πλευρικής ταλάντωσης		2.06 ± 0.3	2.01± 0.28	0.541	0.724

4.4. Κατακόρυφη αλτική ικανότητα

4.4.1 Απόδοση αλτικής ικανότητας κατά την εκτέλεση αλμάτων τύπου CMJ και SJ.

Στον Πίνακα 4.4. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα απόδοσης της κατακόρυφης αλτικής ικανότητας συνολικά για τις παρεμβάσεις ΜΠΤ χαλάρωσης και τη συνθήκη ελέγχου καθώς ο στατιστικός έλεγχος επίδρασης της συνθήκης παρέμβασης δεν έδειξε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ($p>0.05$) για καμία παράμετρο ούτε στο άλμα τύπου CMJ ούτε στο άλμα τύπου SJ αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέτρηση δεν είχε στατιστικά σημαντική επίδραση ($p>0.05$) σε καμία από τις παραμέτρους της κατακόρυφης αλτικής απόδοσης για κανένα από τους δύο τύπους αλμάτων (Πίνακας 4.4). Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση ($p>0.05$) μέτρησης και συνθήκης παρέμβασης για καμία από τις εξεταζόμενες παραμέτρους με

εξαίρεση την μέγιστη κατακόρυφη δύναμη (p=0.045) για το άλμα τύπου CMJ, ωστόσο οι κατά ζεύγη μετά-συγκρίσεις Bonferroni δεν έδειξαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των παρεμβάσεων πριν και μετά την εφαρμογή τους. Σύμφωνα με τον πίνακα 4.4., η διάρκεια της φάσης ώθησης και στους δύο τύπους αλμάτων είχε μία ελάχιστη μη στατιστικώς σημαντική βελτίωση (p>0.05), ενώ οι υπόλοιπες παράμετροι εμφάνισαν ελάχιστη επιδείνωση (p>0.05) από την αρχική στην τελική μέτρηση.

Πίνακας 4.4. *Παράμετροι αλτικής ικανότητας (μέση τιμή ± τ.α.) κατά την εκτέλεση κατακόρυφων αλμάτων τύπου CMJ και SJ πριν (αρχική) και μετά (τελική) την μέτρηση ανεξαρτήτως της πειραματικής συνθήκης παρέμβασης.*

Παράμετρος	Άλμα	Αρχική μέτρηση	Τελική μέτρηση	Μέτρηση (τιμή *p*)	Μέτρηση x παρέμβαση (τιμή *p*)
Διάρκεια φ. ώθησης (χ.δευτ)	CMJ	704 ± 102	688 ± 106	0.222	0.194
Ύψος άλματος (εκ)		19.2 ± 4.1	19.1 ± 4.3	0.568	0.177
Μέγιστη κατακόρυφη δύναμη (N)		1407 ± 272	1413 ± 229	0.773	*
Μέγιστη δύναμη ώθησης (N•δευτ)		131± 21	131 ± 20	0.347	0.325
Μέση συνολική ισχύς (Watt/κιλά)		4.25 ± 1	4.15 ± 0.9	0.508	0.120
Μέση ισχύς σύγκεντρης φάσης (Watt/κιλά)		20.6 ± 2.8	20.6 ± 3.1	0.781	0.05
Διάρκεια φ. ώθησης (χ.δευτ)	SJ	592 ± 96	582 ± 77	0.487	0.837
Ύψος άλματος (εκ)		14.6 ± 6.3	14.0 ± 6.5	0.334	0.573
Μέγιστη κατακόρυφη δύναμη (N/κιλά)		1403 ± 314	1398 ± 276	0.782	0.312
Μέγιστη δύναμη ώθησης (N•δευτ)		115 ± 18	113 ± 18	0.412	0.682
Μέση συνολική ισχύς (Watt/κιλά)		6.37 ± 2	6.61 ± 2.1	0.340	0.840
Μέση ισχύς σύγκεντρης φάσης (Watt/κιλά)		16.28 ± 4.1	16.08 ± 4.1	0.723	0.754

*Στατιστική σημαντικότητα: * p<0.05.*

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στο παρόν κεφάλαιο συζητούνται τα αποτελέσματα της εργασίας σύμφωνα με τον σκοπό και τις ερευνητικές υποθέσεις που είχαν διατυπωθεί.

5.1. Εύρος κίνησης ποδοκνημικής άρθρωσης

Η παρούσα εργασία εξέτασε την οξεία επίδραση της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης μέσω κυλίνδρου μάλαξης με και χωρίς δόνηση στο εύρος κίνησης της ΠΔΚ άρθρωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το εύρος κίνησης αυξήθηκε σημαντικά αμέσως μετά την παρέμβαση σε αμφότερα τα κάτω άκρα επιβεβαιώνοντας την 1η υπόθεση της εργασίας για την οξεία θετική επίδραση της τεχνικής αυτής στο εύρος κίνησης. Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αύξηση υπήρξε παρόμοια και για τις 3 πειραματικές συνθήκες και συνεπώς απορρίπτοντας την 2η ερευνητική υπόθεση σχετικά με το μεγαλύτερο όφελος της χρήσης κυλίνδρου μάλαξης με δόνησης συγκριτικά με την χρήση κυλίνδρου μάλαξης χωρίς δόνηση.

Προηγούμενες μελέτες αναφέρουν θετική επίδραση της ΜΠΤ απελευθέρωσης στο εύρος κίνησης της ΠΔΚ άρθρωσης. Συγκεκριμένα, οι Nakamura και συνεργάτες (2021a), σε μια μελέτη με υγιή απροπόνητα άτομα, βρήκαν θετική αύξηση στο εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ποδοκνημικής, μετά από εφαρμογή μάλαξης με αφρώδη κύλινδρο με δόνηση 48Hz, στον γαστροκνήμιο. Συγκεκριμένα, υπήρξε 21,9% αύξηση όταν έγινε μάλαξη σε ολόκληρο το μυοτενόντιο σύνολο συγκριτικά με την αύξηση του 14,4% όταν υπήρξε στατική δόνηση, ενώ 12,3% όταν έγινε στην γαστέρα του μυός με στατική δόνηση. Η μέτρηση του εύρους κίνησης πραγματοποιήθηκε μέσω ενός ισοκινητικού δυναμόμετρου, με ταχύτητα 5º/δευτ – 30º/δευτ από θέση πελματιαίας έως την ραχιαία κάμψη, μέχρι ο δοκιμαζόμενος να αρχίσει να αισθάνεται δυσφορία. Σε ακόμη μία έρευνα της ίδιας ομάδας, με ενήλικες καθιστικής ζωής, που εξέτασε την οξεία και παρατεταμένη επίδραση της μάλαξης, βρέθηκε θετική αύξηση στο εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ μετά παρέμβαση διαφορετικής

διάρκειας (Nakamura et al., 2021a). Όταν εφαρμόστηκε παρέμβαση μάλαξης για 30 δευτ x 3 φορές και 30 δευτ x 10 φορές παρουσιάστηκε αύξηση τους εύρους κίνησης αλλά οι τιμές επέστρεψαν στα αρχικά τους επίπεδα μετά από 30 λεπτά. Οι Lyu και συνεργάτες (2020), σε μια μελέτη με ερασιτεχνικά δραστήριους άνδρες, όπου εφαρμόστηκε μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο με δόνηση 28Hz στον γαστροκνήμιο μυ ανέφερε επίσης οξεία αύξηση κατά 15% στο αρθρικό εύρος κίνησης της ΠΔΚ μετά την παρέμβαση μέσω αξιολόγησης του εύρους κίνησης με την χρήση ενός πλαστικού γωνιόμετρου. Επιπλέον, έχει βρεθεί οξεία θετική επίδραση και χρόνια επίδραση μετά από 14 ημέρες καθώς και θετικές εναπομένουσες επιδράσεις μετά από 7 ημέρες ξεκούρασης μέσω αυτό-μάλαξης στον γαστροκνήμιο με αφρώδη κύλινδρο χωρίς δόνηση σε φυσικά δραστήρια άτομα (Seever et al., 2022). Στη συγκεκριμένη μελέτη, το εύρος κίνησης της ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ άρθρωσης πραγματοποιήθηκε με την δοκιμασία της βαρυμεταφέρουσας πρόσθιας προβολής, όπως και στην παρούσα εργασία, και βρέθηκε ποσοστιαία μεταβολή του αρθρικού εύρους κίνησης 3% για την οξεία επίδραση, 7% για την χρόνια επίδραση και 5% για την εναπομένουσα επίδραση αντίστοιχα. Μεγαλύτερη αύξηση στο εύρος κίνησης της ΠΔΚ κατά 19% για το αριστερό και 20% για το δεξί κάτω άκρο αντίστοιχα βρήκαν ο Zhang και συνεργάτες (2020) αμέσως μετά από αμφίπλευρη μάλαξη σε ολόκληρη την οπίσθια μυϊκή αλυσίδα σε δραστήριους νεαρούς άντρες και γυναίκες μέσω αξιολόγησης με την προαναφερόμενη δοκιμασία.

Διαπιστώνεται επομένως πως η μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης είτε με είτε χωρίς δόνηση προκαλεί θετική αύξηση στο εύρος κίνησης ραχιαίας κάμψης της ΠΔΚ άρθρωσης. Παρόλο που το δείγμα, τα πρωτόκολλα παρέμβασης και οι τρόποι αξιολόγησης διαφέρουν μεταξύ των μελετών, τα αποτελέσματα είναι παρόμοια. Στην παρούσα εργασία, ωστόσο παρουσιάζονται μικρές τιμές συγκριτικά με τα αποτελέσματα των προηγούμενων μελετών, και πιθανόν αυτή η διαφορά να οφείλεται σε μεθοδολογικά ζητήματα μεταξύ των μελετών και στο δείγμα που αφορούσε νεαρές ενεργές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής που προπονούνται συστηματικά σε ένα

άθλημα, στο οποίο η προπόνηση ευλυγισίας έχει κυρίαρχη θέση στον προπονητικό σχεδιασμό και ως αποτέλεσμα αυτού να υπήρχαν στενά περιθώρια βελτίωσης.

5.2 - 5.3. Ικανότητα στατικής διποδικής και μονοποδικής ισορροπίας

Η παρούσα εργασία εξέτασε την οξεία επίδραση της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης μέσω κυλίνδρου μάλαξης με και χωρίς δόνηση στην ικανότητα ισορροπίας κατά την διποδική και μονοποδική στήριξη. Δεν βρέθηκε καμία σημαντική διαφορά στην διποδική ισορροπία για καμία από τις 4 εξεταζόμενες παραμέτρους του ΚΠ, ανεξαρτήτως της παρέμβασης της τεχνικής μάλαξης καθώς και συγκριτικά με την συνθήκη ελέγχου, μην επιβεβαιώνοντας επομένως καμία από τις δύο ερευνητικές υποθέσεις της εργασίας. Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν πως ο αποκλεισμός της όρασης επηρέασε με παρόμοιο τρόπο την απόδοση διποδικής ισορροπίας των δοκιμαζόμενων καθώς η επιδείνωση στην απόδοσή τους υπήρξε παρόμοια ανεξαρτήτως πειραματικής συνθήκης.

Οι ερευνητικές υποθέσεις της εργασίας σχετικά με την οξεία θετική επίδραση της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης γενικά και το μεγαλύτερο όφελος της μάλαξης με δόνηση συγκριτικά με την μάλαξη χωρίς δόνηση στην μονοποδική ισορροπία δεν επιβεβαιώθηκαν γιατί τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε σημαντική διαφορά για καμία πειραματική συνθήκη καθώς και συγκριτικά με την συνθήκη ελέγχου σε καμία από τις εξεταζόμενες παραμέτρους του ΚΠ. Βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μέτρησης και συνθήκης στο εύρος της προσθιοπίσθιας ταλάντωσης του ΚΠ, ωστόσο οι μετά-συγκρίσεις δεν παρουσίασαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις αρχικές και τελικές μετρήσεις για καμία παρέμβαση κατά τις δοκιμασίες μονοποδικής ισορροπίας. Επιπλέον, οι αρχικές αναλύσεις έδειξαν ότι η μονοποδική στατική ισορροπία δεν διέφερε μεταξύ των κάτω άκρων σε καμία συνθήκη ούτε κατά την αρχική ούτε κατά την τελική μέτρηση και για το λόγο αυτό τα αποτελέσματα αναφέρθηκαν ως μέση τιμή του αριστερού και δεξιού κάτω άκρου. Τέλος, ο

αποκλεισμός της όρασης επιδείνωσε την απόδοση της μονοποδικής στατικής ισορροπίας κατά παρόμοιο τρόπο σε όλες τις πειραματικές συνθήκες.

Στην βιβλιογραφία, δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες που να ερευνούν την επίδραση της ΜΠΤ απελευθέρωσης στην στατική ισορροπία. Σε συμφωνία με την παρούσα εργασία, πρόσφατη μελέτη αναφέρει ότι η μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης στους πελματιαίους καμπτήρες μύες της ΠΔΚ άρθρωσης νεαρών ανδρών δεν επηρέασε την στατική διποδική ισορροπία τους (Ribeiro et al., 2021). Συγκεκριμένα, βρέθηκε παρόμοια μείωση κατά 10% στην ταχύτητα ταλάντευσης του ΚΠ μεταξύ της πειραματικής ομάδας, της ψευδό-ομάδας και της ομάδας ελέγχου υποδεικνύοντας ότι μετά από μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο διάρκειας 5 λεπτών με ελεγχόμενο ρυθμό στους 60 κτύπους/λεπτό δεν βελτιώθηκε η διποδική στατική ισορροπία.

Αντιστοίχως αναφορικά με την μονοποδική ισορροπία, εντοπίζονται ελάχιστες μελέτες που αξιολόγησαν την επίδραση της μάλαξης με αφρώδη κύλινδρο στους πελματιαίους καμπτήρες της ΠΔΚ άρθρωσης στην ορθοστατική ισορροπία σε νεαρά άτομα (Halperin et al., 2014; Park et al., 2017). Οι Halperin και συνεργάτες (2014), εφαρμόζοντας την προαναφερόμενη τεχνική μάλαξης, σε φυσικά δραστήριους άντρες και γυναίκες, δεν βρήκαν διαφορά μετά την παρέμβαση στην μονοποδική ισορροπία με κλειστά μάτια στο κυρίαρχο κάτω άκρο των δοκιμαζόμενων. Αντιθέτως, οι Park και συνεργάτες (2017) ανέφεραν βελτίωση του χρόνου παραμονής σε θέση μονοποδικής στήριξης σε ασταθή επιφάνεια και με κλειστά μάτια μετά από εφαρμογή μάλαξης διάρκειας 5 λεπτών στον αριστερό και δεξιό γαστροκνήμιο μυ νεαρών φοιτητών. Οι Lee και συνεργάτες (2018) που συνέκριναν μεταξύ παρέμβασης μάλαξης με αφρώδη κύλινδρο με και χωρίς δόνηση αντίστοιχα και στατικών διατάσεων, ανέφεραν ότι η μάλαξη με δόνηση επέφερε μεγαλύτερη βελτίωση στη μονοποδική δυναμική ισορροπία συγκριτικά με την μάλαξη χωρίς δόνηση. Συγκεκριμένα, μετά τη μάλαξη με δόνηση υπήρξε μεγαλύτερη συνολική μετατόπιση του άκρου στήριξης προς 3 κατευθύνσεις (πρόσθια, οπίσθια-έσω πλευρική, οπίσθια-έξω πλευρική) με τις αρχικές και τελικές τιμές να ανέρχονται στο 98 ± 6% και 102 ± 6% και στο 97 ± 6% και 100 ± 6% του μήκους του κάτω άκρου αντιστοίχως για τις παρεμβάσεις. Άμεση βελτίωση

στη δυναμική ισορροπία στην οπίσθια έσω πλευρική κατεύθυνση της δοκιμασίας Y μετά από παρέμβαση 2 εβδομάδων μάλαξης με αφρώδη κύλινδρο για 3 σετ x 60 δευτ στους ραχιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής, βρήκε πρόσφατη μελέτη με τις θετικές να διατηρούνται και μετά από 7 ημέρες από-προπόνησης (Seever et al., 2022).

Βάσει των ερευνητικών υποθέσεων, αναμένονταν βελτίωση της ισορροπίας μέσω των τεχνικών μάλαξης, ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε, δεν βρέθηκε κάποια σημαντική διαφορά ούτε στην διποδική ούτε στην μονοποδική απόδοση ισορροπίας. Έχει αναφερθεί ότι για να διατηρηθεί η ισορροπία μέσω της εξισορρόπησης της δύναμης δράσης των μυών των κάτω άκρων και της δύναμης αντίδρασης του εδάφους, απαιτείται η πρόκληση ελάχιστης μυϊκής σύσπασης κυρίως από τους πελματιαίους καμπτήρες της ποδοκνημικής άρθρωσης (Schieppati et al., 1994). Μέσω των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης, θεωρείται ότι μεταβάλλονται οι ιξωδοελαστικές ιδιότητες της μυϊκής περιτονίας λόγω της ασκούμενης δύναμης τάσης μέσω της μάλαξης και προκαλείται καλύτερη ενυδάτωση του ιστού και μείωση της σκληρότητας του. Ακόμα, οι τεχνικές μάλαξης ενισχύουν την αισθητηριακή ανατροφοδότηση καθώς η δύναμη τάσης διεγείρει περισσότερους μυϊκούς υποδοχείς στις απαγωγές ίνες τύπου Ia, II, και Ib οδηγώντας σε αύξηση της επιστράτευσης των κινητικών ινών, άρα σε υψηλότερη μυϊκή δραστηριότητα και σε ενισχυμένη νευρολογική απόκριση (Reiner et al., 2021). Η δόνηση, επιπλέον, έχει ως αποτέλεσμα την πρόσθετη μετάδοση μηχανικών ταλαντώσεων, που θα διεγείρει ακόμα περισσότερους μηχανοϋποδοχείς και τα φυσιολογικά συστήματα της μυϊκής ατράκτου προκαλώντας υψηλότερη μυϊκή δραστηριότητα (Reiner et al., 2021) και βελτιώνοντας πιθανόν την αισθητηριακή ανατροφοδότηση των μυών των κάτω άκρων.

Η παρατηρούμενη μη επίδραση της μάλαξης είτε με κύλινδρο με δόνηση είτε χωρίς δόνηση στην ικανότητα ισορροπίας πιθανότατα να οφείλεται στην οξεία παρέμβαση, που σε συνδυασμό με το προπονητικό επίπεδο των νεαρών αθλητριών να μην παρείχε ένα αρκετά ισχυρό ερέθισμα πρόκλησης θετικών αλλαγών στην ισορροπία. Επιπλέον, το άθλημα της ρυθμικής γυμναστικής απαιτεί υψηλό ορθοστατικό έλεγχο του σώματος και είναι πιθανόν οι επιλεχθείσες δοκιμασίες αξιολόγησης της στατικής μονοποδικής

και διποδικής στήριξης να μην υπήρξαν κατάλληλες ως προς την ανίχνευση εξιδεικευμένων προπονητικών προσαρμογών στην ισορροπία των νεαρών αθλητριών.

5.4. Αλτική ικανότητα σε κατακόρυφα άλματα με προδιάταση (CMJ) και χωρίς προδιάταση (SJ) των κάτω άκρων

Η παρούσα εργασία εξέτασε την οξεία επίδραση της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης μέσω κυλίνδρου μάλαξης με και χωρίς δόνηση στην αλτική ικανότητα κατά την εκτέλεση κατακόρυφων αλμάτων τύπου CMJ και SJ χωρίς αιώρηση των άνω άκρων. Δεν βρέθηκε καμία σημαντική διαφορά στην αλτικότητα για καμία από τις εξεταζόμενες παραμέτρους σε κανένα από τα δύο είδη αλμάτων ανεξαρτήτως της παρέμβασης της τεχνικής μάλαξης καθώς και συγκριτικά με την συνθήκη ελέγχου, μην επιβεβαιώνοντας επομένως καμία από τις δύο ερευνητικές υποθέσεις της εργασίας. Εξαίρεση υπήρξε η σημαντική αλληλεπίδραση μέτρησης και συνθήκης στην μέγιστη κατακόρυφη δύναμη ($p=0.045$) για το άλμα CMJ, ωστόσο οι μετά-συγκρίσεις δεν παρουσίασαν καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις αρχικές και τελικές μετρήσεις για καμία παρέμβαση.

Λόγω της σημασίας του ύψους άλματος στην αθλητική απόδοση, πολλές μελέτες έχουν εξετάσει την επίδραση των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης στην αλτική ικανότητα. Σε συμφωνία με την παρούσα εργασία, οι Kopec και συνεργάτες (2017) δεν βρήκαν διαφορά στο ύψος άλματος CMJ με χρήση κυλίνδρου μάλαξης χωρίς δόνηση στους καμπτήρες και εκτείνοντες γόνατος καθώς και στους πελματιαίους καμπτήρες της ΠΔΚ σε υγιείς ενήλικες. Αντιθέτως, ο Lin και συνεργάτες (2020) ανέφεραν βελτίωση του ύψους άλματος CMJ κατά 2.41% μετά από εφαρμογή δυναμικών διατάσεων σε συνδυασμό με μάλαξη με δόνηση στους καμπτήρες και εκτείνοντες μύες του γόνατος και στους πελματιαίους καμπτήρες της ΠΔΚ σε αθλητές μπάτμινγκτον. Βελτίωση κατά 9.7% με μάλαξη σε χαμηλή συχνότητα δόνησης (35Hz) και κατά 13.2% με μάλαξη σε υψηλή συχνότητα δόνησης (67Hz) αντίστοιχα, βρήκαν οι Kasahara και συνεργατών (2022) σε μη φυσικά δραστήριους άνδρες με έκκεντρα

τραυματισμένους τους εκτείνοντες του γόνατος. Υψηλή αύξηση κατά 21% στο ύψος άλματος βρέθηκε σε ερασιτεχνικά δραστήριους δοκιμαζόμενους με συχνότητα τρεξίματος 3 φορές την εβδομάδα διάρκειας 30 λεπτών μετά από μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο (Pisiric et al., 2020). Παρομοίως, αναφορικά με την αλτική απόδοση κατά τα άλματα SJ και σε συμφωνία με την παρούσα εργασία, δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στο ύψος άλματος σε νεαρούς ενήλικες άντρες και γυναίκες μετά από εφαρμογή ΜΠΤ απελευθέρωσης σε ολόκληρη την οπίσθια μυοπεριτονιακή αλυσίδα (Zhang et al., 2020). Αντιθέτως, φοιτήτριες με ιστορικό τραυματισμού που δέχτηκαν μάλαξη με αφρώδη κύλινδρο σε όλους τους βασικούς μύες των κάτω άκρων σε συνδυασμό με δυναμικές διατάσεις είχαν αύξηση στο ύψος άλματος SJ σε σύγκριση με την εφαρμογή παρέμβασης με ήπιο περπάτημα και δυναμικές διατάσεις (Richman et al., 2019).

Παραμένει αμφιλεγόμενο ζήτημα εάν οι τεχνικές ΜΠΤ απελευθέρωσης βελτιώνουν ή όχι την κατακόρυφη αλτική ικανότητα. Προηγούμενες μελέτες αναφέρουν ότι η παρέμβαση με την τεχνική ΜΠΤ απελευθέρωσης δεν αλλάζει την απόδοση του άλματος κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης (Behara & Jacobson, 2017; Healey et al., 2014), ωστόσο ορισμένες μελέτες έχουν αναφέρει αύξησή της (Giovanelli et al., 2018; Peacock et al., 2014). Στην παρούσα εργασία εξετάστηκε η επίδραση αυτών των τεχνικών αμέσως μετά την εφαρμογή τους και όπως ήδη αναφέρθηκε υπήρξε συμφωνία με κάποιες μελέτες που δεν ανέφεραν βελτίωση στο ύψος άλματος (Kopec et al., 2017; Zhang et al., 2020) και διαφωνία με άλλες που βρήκαν βελτίωση (Kasahara et al., 2022; Lin et al., 2020; Pisiric et al., 2020; Richman et al., 2019). Το κατακόρυφο άλμα είναι μια πολύπλοκη και πολυαρθρική κίνηση που απαιτεί υψηλό νευρομυϊκό συντονισμό και μυϊκή ενεργοποίηση σε συνδυασμό με συνεχείς προσαρμογές στην ευλυγισία των αρθρώσεων των κάτω άκρων προκειμένου να διατηρηθεί ή να αυξηθεί η απόδοση του άλματος (Babault et al., 2003). Ένας πιθανός μηχανισμός βελτίωσης της αλτικής ικανότητας θα μπορούσε να είναι, ότι μέσω της τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης, αυξάνεται η θερμοκρασία των μυών και η αιματική ροή και προκαλείται καλύτερη ενυδάτωση του ιστού και μείωση της σκληρότητας του (Knight, et al., 2001). Επίσης, αλλαγές στη θιξοτροπική ιδιότητα των μυών και της περιτονίας

μέσω της μάλαξης δύναται να οδηγήσουν σε μείωση του ιξώδους των ιστών με αποτέλεσμα μεγαλύτερη ανοχή στη διάταση (McDonald et al, 2013; Mohr et al., 2014), γεγονός που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση του μήκους των μυών, διευκολύνοντας την παραγωγή μυϊκής δύναμης και βελτιώνοντας εμμέσως την αλτική ικανότητα. Από την άλλη, η μειωμένη απόδοση των αλμάτων υποτίθεται ότι σχετίζεται με την αυξημένη ευλυγισία μετά από την μάλαξη, η οποία μπορεί να μειώσει προσωρινά την ικανότητα των μυών να παράγουν ισχύ λόγω της αυξημένης ανοχής τους στη διάταση. Στην παρούσα εργασία, η κατακόρυφη αλτική απόδοση εξετάστηκε εκτός του ύψους του άλματος και με άλλες παραμέτρους και συνεπώς υπήρξε μια πληρέστερη αποτύπωση της συμπεριφοράς των δοκιμαζόμενων. Τα αντικρουόμενα αποτελέσματα οφείλονται σε μεθοδολογικά ζητήματα ως προς την τεχνική μάλαξης (με δόνηση ή χωρίς), τη διάρκεια και συχνότητα παρέμβασης, τις μυϊκές ομάδες, την εφαρμοζόμενη πίεση καθώς και ως προς το επίπεδο φυσικής κατάστασης των δοκιμαζόμενων που θα επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό την απόκρισή τους στο ερέθισμα της παρέμβασης.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6.1. Συμπεράσματα

- Η οξεία εφαρμογή των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης με δόνηση και χωρίς είχε παρόμοια θετική επίδραση στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης σε νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής,
- Η οξεία εφαρμογή των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης με δόνηση και χωρίς δεν μετέβαλλε την ικανότητα στατικής διποδικής και μονοποδικής ισορροπίας καθώς και την μυϊκή δύναμη και ισχύς των κάτω άκρων των νεαρών αθλητριών.

6.2. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Προτείνεται περαιτέρω διερεύνηση της επίδρασης των παρεμβάσεων ΜΠΤ απελευθέρωσης σε μεγαλύτερο δείγμα αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής και διαφορετικών ηλικιακών ομάδων, που θα συνεπάγεται διαφορετικά προπονητικά φορτία, σε σημαντικές παραμέτρους για την απόδοση στην ρυθμική γυμναστική. Επιπλέον, προτείνεται η εξέταση της χρόνιας επίδρασης αυτών των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης δεδομένου ότι η ρυθμική γυμναστική αποτελεί άθλημα με υψηλές απαιτήσεις ευλυγισίας, δύναμης και ισχύος και συνεπώς η οξεία παρέμβαση πιθανόν να μην αποτελεί επαρκές ερέθισμα πρόκλησης θετικών αλλαγών στις εξεταζόμενες παραμέτρους απόδοσης.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Adstrum, S., Hedley, G., Schleip, R., Stecco, C., & Yucesoy, C. A. (2017). Defining the fascial system. ***Journal of Bodywork and Movement Therapies,*** 21(1), 173–177. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.11.003

Anderson, B. L., Harter, R. A. & Farnsworth II, J. L. (2021). The Acute Effects of Foam Rolling and Dynamic Stretching on Athletic Performance: A Critically Appraised Topic. ***Journal of Sport Rehabilitation,*** 30, 501-506. doi: 10.1123/jsr.2020-0059.

Alonso-Calvete, A., Lorenzo-Martínez, M., Padrón-Cabo, A., Pérez-Ferreirós, A., Kalén, A., Abelairas-Gómez, C. & Rey, E. (2022). Does Vibration Foam Roller Infuence Performance and Recovery? A Systematic Review and Meta-analysis. ***Sports Medicine***, 8, 32. doi: 10.1186/s40798-022-00421-2.

Asseman, F., Caron, O. & Crémieux.J. (2004). Is there a transfer of postural ability from specific to unspecific postures in elite gymnasts? ***Neuroscience Letters***, 358(2), 83-6. doi: 10.1016/j.neulet.2003.12.102

Asseman, F., Caron, O. & Crémieux.J.. (2008). Are there specific conditions for which expertise in gymnastics could have an effect on postural control and performance? ***Gait Posture***, 27(1), 76-81. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.01.004.

Babault, N., Pousson, M. Michaut, A. & Hoecke, J. V. (2003). Effect of quadriceps femoris muscle length on neural activation during isometric and concentric contractions. ***Journal of Applied Physiology,*** 94(3), 983-90. doi: 10.1152/japplphysiol.00717.2002

Barnes, M. F. (1997). The basic science of myofascial release: morphologic change in connective tissue. ***Journal of Bodywork and Movement Therapies***, 1(4), 231-238.

Behara, B. & Jacobson, B. H. (2017). Acute Effects of Deep Tissue Foam Rolling and Dynamic Stretching on Muscular Strength, Power, and Flexibility in Division I Linemen. ***Journal of Strength and Conditioning Research,*** 31(4), 888-892. doi: 10.1519/JSC.0000000000001051.

Behm, D.G., Blazevich, A.J., Kay, A.D. & Mc Hugh, M. (2015). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. ***Applied Physiology and Nutrition Metabolism****,* 41, 1–11. doi: 10.1139/apnm-2015-0235

Donti, O., Gaspari, V., Papia, K., Panidi, I., Donti, A. & Bogdanis, G. C. (2020a). Acute Effects of Intermittent and Continuous Static Stretching on Hip Flexion Angle in Athletes with Varying Flexibility Training Background. ***Sports,*** 8, 28. doi: 10.3390/sports8030028.

Donti, O., Papia, K., Toubekis, A., Donti, A., Sands, W. A. & Bogdanis, G. C. (2020b). Acute and long-term effects of two different static stretching training protocols on range of motion and vertical jump in preadolescent athletes. ***Biology of Sport,*** 38(4). doi: 10.5114/biolsport.2021.101127.

Falsone, S. *High-Performance Training for Sports,* Human Kinetics: Champaign, IL, USA, 2014; pp. 61–70.

Freiwald, J., Baumgart, C., Kühnemann, M. & Hoppe, M.W. (2016). Foam-rolling in sport and therapy—potential benefts and risks. ***Sports Orthopaedics and Traumatology****,* 32(3), 258–66. doi:10.1016/j.orthtr.2016.07.002

Giovanelli, N., Vaccari, F., Floreani, M., Rejc, E., Copetti, J., Garra, M., Biasutti, L. & 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,*** 13(10), 1337-1343. doi: 10.1123/ijspp.2018-0142.

Halperin, I. (2014). Roller massager improves range of motion of plantar flexor muscles without subsequent decreases in force parameters. ***International Journal of Sports Physical Therapy,*** 9 (1), 92-102. doi: 10.1123/ijspp.2018-0142.

Healey K. C., Hatfield D. L., Blanpied P., Dorfman L. R., Riebe D. (2014). The effects of myofascial release with foam rolling on performance. ***Journal of Strength and Conditioning Research,*** 28(1), 61-68. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182956569.

Hendricks, S., Hill, H., den Hollander, S., 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 & Movement Therapies,*** 24(2), 151-174. doi: 10.1016/j.jbmt.2019.10.019.

Hoch, M. C., & McKeon, P. O. (2011). Normative range of weight-bearing lunge test performance asymmetry in healthy adults. ***Manual Therapy***, 16(5), 516–519. doi:10.1016/j.math.2011.02.012

Horak, F. B., Henry, S. M., & Shumway-Cook A. (1997). Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. ***Physical Therapy,*** 77(5): 517-33. doi: 10.1093/ptj/77.5.517.

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. ***WCPT Congress / Physiotherapy*** (101), Suppl.1: 633–eS832 http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2015.03.3577.

Kasahara, K., Yoshida, R., Yahata, K., Sato, S., Murakami, Y., Aizawa, K., Konrad, A. & Nakamura, M. (2022). Comparison of the Acute Effects of Foam Rolling with High and Low Vibration Frequencies on Eccentrically Damaged Muscle. ***Journal of Sports Science and Medicine,*** 21, 112-119. doi: 10.52082/jssm.2022.112.

Kerschan-Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka-Moser, V. & Imhof, H. (2001). Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. ***Clinical Physiology***, 21(3), 377-82. doi: 10.1046/j.1365-2281.2001.00335.x.

Knight, C. A., Rutledge, C. R., Cox, M. E., Acosta, M. & Hall, S. J. (2001). Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. ***Physical Therapy,*** 81(6), 1206-14.

Konrad, A., Tilp, M. & Nakamura, M. (2021). A Comparison of the Effects of Foam Rolling and Stretching on Physical Performance. A Systematic Review and Meta-Analysis. ***Frontiers in Physiology,*** 12, 720531. doi: 10.3389/fphys.2021.720531

Konrad, A., Nakamura, M., Bernsteiner, D. & Tilp, M. (2021). The Accumulated Effects of Foam Rolling Combined with Stretching on Range of Motion and Physical Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. ***Journal of Sports Science and Medicine,*** 20(3), 535-545. doi: 10.52082/jssm.2021.535.

Kopec, T. J., Bishop, P. A., & Esco, M. R. (2017). Influence of dynamic stretching and foam rolling on vertical jump. ***Athletic Training & Sports Health Care,*** 9, 33–38. doi:10.3928/19425864-20161003-01

Kyranoudis, A., Arsenis, S., Ispyrlidis, I., Chatzinikolaou, A., Gourgoulis, V., Kyranoudis, E. & Metaxas, T. (2019). The acute effects of combined foam rolling and static stretching program on hip flexion and jumping ability in soccer players. ***Journal of Physical Education & Sport,*** 19(2), 1164-1172. doi:10.7752/jpes.2019.02169

Kirby, T., McBride, J., Haines, T. & Dayne, A. (2011). Relative Net Vertical Impulse Determines Jumping Performance. ***Journal of Applied Biomechanics,*** 27, 207-214

Lai, Y.H., Wang, A.Y., Yang, C.C. & Guo, L.Y. (2020). The recovery benefit on skin blood flow using vibrating foam rollers for postexercise muscle fatigue in runners. ***International Journal of Environmental Research and Public Health,*** 17(23), 9118. doi: 10.3390/ijerph17239118.

Lee, C. L., Chub, I. H., Lyu, B.J., Chang, W. D. & Chang, N. J. (2018). Comparison of vibration rolling, nonvibration rolling, and static stretching as a warm-up exercise on flexibility, joint proprioception, muscle strength, and balance in young adults. ***Journal of Sports Sciences,*** 36(22), 2575-2582. doi: 10.1080/02640414.2018.1469848.

Lin, W. C., Lee, C. L. & Chang, N. J. (2020). Acute Effects of Dynamic Stretching Followed by Vibration Foam Rolling on Sports Performance of Badminton Athletes. ***Journal of Sports Science and Medicine,*** 19, 420-428.

Lyu, BJ., Lee, CL., Chang, WD. & Chang, NJ. (2020). Effects of Vibration Rolling with and without Dynamic Muscle Contraction on Ankle Range of Motion, Proprioception, Muscle Strength and Agility in Young Adults: A Crossover Study. ***International Journal of Environmental Research & Public Health,*** 17(1), 354. doi: 10.3390/ijerph17010354

MacDonald, G. Z., Penney, M. D., Mullaley, M. E., Cuconato, A. L., Drake, C. D., Behm, D. G., & Button, D. C. (2013). An acute bout of self-myofascial release increases range of motion without a subsequent decrease in muscle activation or force. ***Journal of Strength and Conditioning Research,*** 27(3), 812–821. doi: 10.1519/JSC.0b013e31825c2bc1.

Magnusson, P. & Renström, P. (2006). The European College of Sports Sciences Position statement: The role of stretching exercises in sports. ***European Journal of Sport Science***, 6, 87–91. doi:10.1080/17461390600617865

Matsuo, S., Suzuki, S. & Iwata, M. (2013). Acute effects of different stretching durations on passive torque, mobility, and isometric muscle force. ***Journal of Strength and Conditioning Research,*** 27, 3367–3376. doi: 10.1519/JSC.0b013e318290c26f.

Mohr, A. R., Long, B. C. & Goad, C. L. (2014). Effect of foam rolling and static stretching on passive hip-flexion range of motion. ***Journal of Sports Rehabilitation***, 23(4), 296-9. doi: 10.1123/jsr.2013-0025.

Murray, A., Jones, T., Horobeanu, C., Turner, A., & 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.

Nakamura, M., Onuma, R., Kiyono, R., Yasaka, K., Sato, S., Yahata, K., Fukaya, T. & Konrad, A. (2021a). The Acute and Prolonged Effects of Different Durations of Foam Rolling on Range of Motion, Muscle Stiffness, and Muscle Strength. ***Journal of Sports Science and Medicine***, 20(1), 62–68. doi: 10.52082/jssm.2021.62.

Nakamura, M., Sato, S., Kiyono, R., Yoshida, R., Murakami, Y., Yasaka, K., Yahata, K. & Konrad, A. (2021b). Acute Effect of Vibration Roller With and Without Rolling on Various Parts of the Plantar Flexor Muscle. ***Frontiers in Physiology,*** 12, 716668. doi: 10.3389/fphys.2021.716668

Nashner, L.M., & McCollum, G. (1985). The organization of human postural movements: a formal basis and experimental synthesis. ***Behavioral and Brain sciences***, 8(1), 135-150.

Park, S. J., Lee, S. I., Jeong, H. J. & Kim B. G. (2021). Effect of vibration foam rolling on the range of motion in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. ***Journal of Exercise Rehabilitation,*** 17(4), 226-233. doi: 10.12965/jer.2142322.161

Park, J., Shim, J., Kim, S., Namgung, S., Ku, I., & Cho, M. (2017). Application of massage for ankle joint flexibility and balance. ***Journal of Physical Therapy Science,*** 29 (5), 789-792. doi: 10.1589/jpts.29.789

Peacock, C. A., Krein, D. D., Silver, T. A., Sanders, G. J. & Carlowitz, K.P.A. (2014). An Acute Bout of Self-Myofascial Release in the Form of Foam Rolling Improves Performance Testing. ***International Journal of Exercise Science,*** 7(3), 202-211.

Pearcey, G., 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

Pisiric, P., Ekiz, M. B., and 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 & Sport,*** 20, 1569–1579. doi:10.7752/jpes.2020.03215

Rehn, B., Lidström, J., Skoglund, J. & Lindström, B. (2007). Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. ***Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports,*** 17, 2–11. doi: 10.1111/j.1600-0838.2006.00578.x

Reiner, M. M., Glashüttner, C., Bernsteiner, D., Tilp, M., Guilhem, G., Morales-Artacho, A., & Konrad A. (2021). A comparison of foam rolling and vibration foam rolling on the quadriceps muscle function and mechanical properties. ***European Journal of Applied Physiology***, 121(5):1461-1471. doi: 10.1007/s00421-021-04619-2.

Ribeiro, D. L. F., Medeiros, F.V.A., Marinho, E. B. A., Ferreira, J. B., Bottaro, M. F. & Carmo, J. C. (2021). Effects of myofascial release of the ankle plantar flexors on static postural balance of young men: A randomized clinical trial. ***Journal of Bodywork & Movement Therapies,*** 28, 121-125. doi: 10.1016/j.jbmt.2021.07.034.

Richman, E. D., Tyo, B. M. & Nicks, C.R. (2019). Combined Effects of Self-Myofascial Release and Dynamic Stretching on Range of Motion, Jump, Sprint, and Agility Performance. ***Journal of Strength and Conditioning Research****,* 33(7), 1795-1803. doi: 10.1519/JSC.0000000000002676.

Romero-Moraleda, B., Gonzalez-Garcia, J., Cuellar-Rayo, A., Balsalobre-Fernandez, C., Munoz-Garcia, 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.

Sands, W. A., McNeal, J.R. & Penitente, G. (2016). Stretching the spines of gymnasts: a review. ***Sports Medicine****,* 46*,* 315–327. doi: 10.1007/s40279-015-0424-6

Schieppati, M., Hugon, M., Grasso, M., Nardone, A., & Galante, M. (1994). The limits of equilibrium in young and elderly normal subjects and in parkinsonians. ***Electroencephalography and Clinical Neurophysiology***, 93, 286–298. doi: 10.1016/0168-5597(94)90031-0

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. & Müller, D. G. (2013). Training principles for fascial connective tissues: Scientific foundation and suggested practical applications. ***Journal of Bodywork & Movement Therapies,*** 17, 103-115. doi: 10.1016/j.jbmt.2012.06.007.

Seever, T. C., Mason, J. & Zech, A. (2022). Chronic and Residual Effects of a Two-Week Foam Rolling Intervention on Ankle Flexibility and Dynamic Balance. ***Frontiers in Sports and Active Living,*** 4, 799985. doi: 10.3389/fspor.2022.799985.

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 & Condition Research,*** 32, 2209–2215. doi: 10.1519/JSC.0000000000002321.

Smith, J. C., Washell, B. R., Aini, M. F., Brown, S. & Hall, M. C. (2019). Effects of Static Stretching and Foam Rolling on Ankle Dorsiflexion Range of Motion. ***Medicine and Science in Sports and Exercise,*** 51(8), 1752-1758. doi: 10.1249/MSS.0000000000001964.

Stecco, C., Macchi, V., Porzionato, A., Duparc, F., & Caro, R. (2011). The fascia: the forgotten structure. ***Italian Journal of Anatomy and Embryology***, 116(3),127-38.

Sullivan, K. M., Silvey, D., Button, D. & Behm, D. (2013). Roller – massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. ***International Journal of Sports Physical Therapy,*** 8(3), 228–236.

Vuillerme, N, & Nougier, V. (2004). Attentional demand for regulating postural sway: the effect of expertise in gymnastics. ***Brain Research Bulletin***, 63(2): 161-5. doi: 10.1016/j.brainresbull.2004.02.006.

Zhang, O., Trama, R., Fouré, A. & Hautier, CA. (2020). The Immediate Effects of Self-Myofacial Release on Flexibility, Jump Performance and Dynamic Balance Ability. ***Journal of Human Kinetics.*** 75, 139–148. doi: 10.2478/hukin-2020-0043

Zügel, M., Maganaris, C. N., Wilke, J., Jurkat-Rott, K., Klingler, W., Wearing, S. C., & Hodges, P. W. (2018). Fascial tissue research in sports medicine: from molecules to tissue adaptation, injury and diagnostics***. British Journal of Sports Medicine***, 52(23), 1497.doi:10.1136/bjsports-2018-099308

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Α.1. Έγκριση μελέτης Επιτροπής Βιοηθικής και Δεοντολογίας ΣΕΦΑΑ

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Δάφνη, Τετάρτη, 13 Ιουλίου 2022

Αριθμός πρωτοκόλλου έγκρισης: 1403/13-07-2022

Αγαπητή κυρία Κόρδα,

Η εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, στη συνεδρίασή της στις 13-07-2022 εξέτασε την αίτησή σας από 12-07-2022, με τίτλο "Οξεία επίδραση κύλισης με αφρώδη κύλινδρο μάλαξης με και χωρίς δόνηση στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής, στην ισορροπία και στην μυική δύναμη των κάτω άκρων νεαρών αθλητριών ρυθμικής γυμναστικής" και αποφάσισε ότι η μελέτη εγκρίνεται με την προϋπόθεση να μειωθεί η έκταση των επιμέρους ενοτήτων της αίτησης στην απολύτως απαραίτητη για την ουσιαστική κρίση της.

Ο συντονιστής της Επιτροπής
*
Γρηγόρης Μπογδάνης,
Καθηγητής ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

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

Α.2. Έντυπο Συναίνεσης Συμμετέχοντα

Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού (ΣΕΦΑΑ)
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού (ΤΕΦΑΑ)
Ειδίκευση «Ευρωστία & Υγεία», Τομέας Αθλητιατρικής & Βιολογίας της Άσκησης

Σύντομο έντυπο δήλωσης συγκατάθεσης σε ερευνητική εργασία

Η ερευνητική εργασία διεξάγεται στα πλαίσια του Προπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών της Σ.Ε.Φ.Α.Α του ΕΚΠΑ. Σε περίπτωση δυσκολίας, προβληματισμού ή/και ένστασης για τη διαδικασία μπορείτε να απευθυνθείτε στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κα. Μαρία-Ελισσάβετ Νικολαΐδου (Τηλ. επικοινωνίας: 697 2039616, email: mnikola@phed.uoa.gr).

Αγαπητή αθλήτρια,
Στο πλαίσιο συνεργασίας μεταξύ του Α.Σ. Πρωτοπορία της Ελληνοαγγλικής Αγωγής και της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ, θα διεξαχθεί εργασία με σκοπό την διερεύνηση της οξείας επίδρασης της τεχνικής μυοπεριτονιακής (ΜΠΤ) απελευθέρωσης μέσω αφρώδη κυλίνδρου μάλαξης στο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης, στην ισορροπία και στην κατακόρυφη αλτική ικανότητα σε νεαρές αθλήτριες ρυθμικής γυμναστικής και έχουμε τη τιμή να σε καλέσουμε να συμμετάσχεις. Συνοπτικά, ο σχεδιασμός της εργασίας θα περιλαμβάνει:
α) Παρέμβαση τεχνικής ΜΠΤ απελευθέρωσης: αφορά 3 συνεδρίες με διάστημα 2-3 ημερών μεταξύ των συνεδριών. Η παρέμβαση θα περιλαμβάνει μάλαξη μέσω αφρώδη κυλίνδρου χωρίς και με δόνηση (χαμηλής συχνότητας) διάρκειας περίπου 15 λεπτών σε τρεις μυϊκές ομάδες σε αμφότερα τα κάτω άκρα και μια συνεδρία ελέγχου (καμία παρέμβαση). Αμέσως πριν και μετά από κάθε συνεδρία, θα διεξαχθούν δοκιμασίες, όπως περιγράφονται ακολούθως. Το πρωτόκολλο παρέμβασης είναι απόλυτα ασφαλές, θα εκτελείται με μετρονόμο (40 κτύποι/λεπτό) ώστε να εξασφαλίζεται ελεγχόμενη πίεση και θα πραγματοποιηθεί από την κα. Κόρδα Λήδα Ουρανία.
β) Πρωτόκολλο δοκιμασιών: Αμέσως πριν και μετά το πέρας κάθε συνεδρίας ΜΠΤ απελευθέρωσης και της συνεδρίας ελέγχου, οι νεαρές αθλήτριες θα συμμετέχουν σε μετρήσεις αξιολόγησης της: α) στατικής διποδικής και μονοποδικής ισορροπίας (με ανοιχτά και κλειστά μάτια), β) κατακόρυφης αλτικής απόδοσης και, γ) εύρους κίνησης της ποδοκνημικής άρθρωσης. Οι δοκιμασίες είναι απόλυτα ασφαλείς, θα διεξαχθούν σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο, θα γίνονται με αθλητική ενδυμασία μέσω κατάλληλου εξοπλισμού και ο συνολικός χρόνος διεξαγωγής τους εκτιμάται στα 25 λεπτά.
Το προσωπικό όφελος της κάθε αθλήτριας είναι ότι θα λάβει γνώση σχετικά με την απόδοσή της στην ισορροπία, την κατακόρυφη αλτική ικανότητα και την ευλυγισία. Επιπλέον, μέσω της παρούσας συνεργασίας, προσδοκούμε ότι θα υπάρξει όφελος για το άθλημα της ΡΑΓ, καθώς οι επιστημονικές ενδείξεις σχετικά με την επίδραση των τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης ως μέρος της προθέρμανσης που δυνητικά βελτιώνει παραμέτρους που συνεισφέρουν στην απόδοση του αθλήματος είναι περιορισμένες.
Σε ευχαριστούμε θερμά εκ των προτέρων για το ενδιαφέρον σου να συνδράμεις στο εκπόνημα αυτό.

Με εκτίμηση,

Κόρδα Λήδα Ουρανία
Προπτυχιακή φοιτήτρια ειδικότητας Ευρωστίας και Υγείας, ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

Συγκατάθεση:

Ο/Η .....συμφωνώ να λάβω μέρος στην παρούσα εργασία και αποδέχομαι να συμμετάσχω στις προβλεπόμενες παρεμβάσεις και δοκιμασίες. Αποδέχομαι πιθανή φωτογράφηση ή βιντεογράφηση με μοναδικό σκοπό την καταγραφή οπτικού υλικού για ερευνητικούς σκοπούς, όπου η ανωνυμία και μη αναγνωρισιμότητα μου θα τηρηθεί απαρεγκλίτως. Καταλαβαίνω ότι η συμμετοχή είναι εθελοντική και ότι είναι ελεύθερο να αποσυρθώ από τη μελέτη οποιαδήποτε ώρα, ακόμα και μετά από την υπογραφή της παρούσας δήλωσης συγκατάθεσης.

Ημερομηνία:..... Υπογραφή συμμετέχοντα/ουσας: .....

Ημερομηνία:..... Υπογραφή προπονητή/τριας: .....

Α.3. Πρωτόκολλο παρέμβασης τεχνικών ΜΠΤ απελευθέρωσης

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΚΜ - ΣΥΝΘΗΚΕΣ	ΜΥΙΚΗ ΟΜΑΔΑ	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ	ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ	ΦΟΡΑ-ΡΥΘΜΟΣ ΚΥΛΙΣΗΣ
1. κύλινδρος χωρίς δόνηση Χαρακτηριστικά: 90 × 15 cm, βάρος: 730 gr	i. εκτείνοντες γόνατος ii. καμπτήρες γόνατος iii. πελματιαίοι καμπτήρες ποδοκνημικής	• **3 σετ Χ 30΄΄ μάλαξης στο δεξί σκέλος** • **3 σετ Χ 30΄΄ μάλαξης στο αριστερό σκέλος** *Για κάθε μυϊκή ομάδα* **ΣΥΝΟΛΟ: ~12 λεπτά μάλαξης σε κάθε μυϊκή ομάδα και για τα δυο άκρα**	15΄΄ διάλειμμα μεταξύ των σετ	Διπλής κατεύθυνσης μάλαξη Μετρονόμος: 40 χτύπους/λεπτό
2. κύλινδρος με δόνηση *συχνότητα δόνησης: 28 Hz Χαρακτηριστικά : × cm, βάρος: gr	i. εκτείνοντες γόνατος ii. καμπτήρες γόνατος iii. πελματιαίοι καμπτήρες ποδοκνημικής	• **3 σετ Χ 30΄΄ μάλαξης στο δεξί σκέλος** • **3 σετ Χ 30΄΄ μάλαξης στο αριστερό σκέλος** *Για κάθε μυϊκή ομάδα* **ΣΥΝΟΛΟ: 6 λεπτά μάλαξης σε κάθε μυϊκή ομάδα και για τα δυο άκρα**	15΄΄ διάλειμμα μεταξύ των σετ	Διπλής κατεύθυνσης μάλαξη Μετρονόμος: 40 χτύπους/λεπτό
3. ομάδα ελέγχου	Καμιά φυσική δραστηριότητα για το χρονικό διάστημα της παρέμβασης.	-	-	-

Α.4. Αναθεωρημένο ερωτηματολόγιο ποδοπλευρικότητας

Ερωτηματολόγιο WFQ-R

Ονοματεπώνυμο

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

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

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

3. Ποιο πόδι θα 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

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

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

5. Ποιο πόδι θα 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

6.Εάν έπρεπε να ισορροπήσεις 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

7.Εάν ήθελες να σηκώσεις ένα βώλο 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

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

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

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;

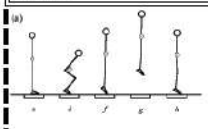
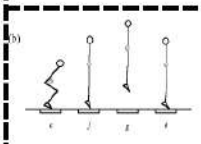
-2	Πάντα αριστερό
-1	Συνήθως αριστερό
0	Εξίσου και τα δυο
1	Συνήθως δεξί
2	Πάντα δεξί

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

Α.5. Πρωτόκολλο καταγραφής δοκιμασιών

Χρόνος δοκιμασίας =20''

BW (wii)	Όνοματεπώνυμο:		
	Ημερ. Γέννησης / Μέτρησης		
	Μήκος κάτω άκρου AP= ..... ΔΕΞΙ-		
ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ (έτη):	Κωδικός φακέλου:		
ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ:	***3 x 30 sec with 30 sec rest***		
	ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΠΛΕΥΡΑ	**ΔΕΞΙΑ ΠΛΕΥΡΑ**	**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**
ΕΚΤΕΙΝΟΝΤΕΣ ΓΟΝ	1 2 3	1 2 3	
ΚΑΜΠΤΗΡΕΣ ΓΟΝ	1 2 3	1 2 3	
ΠΕΛΜΑΤΙΑΙΟΙ ΚΑΜΠΤ	1 2 3	1 2 3	
WBLT (απόσταση μεγ.δαχτ.ποδιού από τοίχο) **-όλες οι τιμές**			

Ισορροπία	**Δοκιμασία**	**PRE measures**	**POST measures**
Στατική	1) 2-leg OPEN EYES		
Στατική	2) 2-leg CLOSED eyes		
Στατική	3) LEFT-leg OPEN EYES		
Στατική	4) RIGHT-leg OPEN EYES		
Στατική	5) LEFT-leg CLOSED EYES		
Στατική	6) RIGHT-leg CLOSED EYES		
	**CMJ.1.**		
	CMJ.2.		
	CMJ.3.		
	**SQUAT.1.**		
	SQUAT.2.		
	SQUAT.3.		