



Τ.Ε.Φ.Α.Α - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ «ΑΣΚΗΣΗ
ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ»

«Master of Science in Exercise and Health»

**«Η επίδραση της προπόνησης με περιορισμό αιματικής
ροής στη βελτίωση της ισορροπίας σε υγιή πληθυσμό»**

Διπλωματική/Ερευνητική Εργασία

που υποβλήθηκε στο Τμήμα Τρικάλων του Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας ως μέρος των απαιτήσεων για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην Άσκηση και Υγεία από
τον

Σιδηρόπουλο Γεώργιο του Ζαχαρία
Επιβλέπων: Καθηγητής Παναγιώτης Β. Τσακλής

Δεκέμβριος 2022

Τριμελής Επιτροπή

1. Τσακλής Β. Παναγιώτης, Επιβλέπων καθηγητής
2. Γιάκας Ιωάννης, β' μέλος
3. Τσιόκανος Αθανάσιος, γ' μέλος

Δήλωση Αυθεντικότητας ζητήματα Copyright

«Ο μεταπτυχιακός φοιτητής που εκπόνησε την παρούσα διπλωματική εργασία φέρει ολόκληρη την ευθύνη προσδιορισμού της δίκαιης χρήσης του υλικού, η οποία ορίζεται στη βάση των εξής παραγόντων: του σκοπού και χαρακτήρα της χρήσης (μη-εμπορικός, μη- κερδοσκοπικός, αλλά εκπαιδευτικός και ερευνητικός), της φύσης του υλικού που χρησιμοποιεί (τμήμα του κειμένου, πίνακες, σχήματα εικόνες κ.λπ.) του ποσοστού και της σημαντικότητας του τμήματος που χρησιμοποιεί σε σχέση με το όλο κείμενο υπό copyright και των πιθανών συνεπειών της χρήσης αυτής στην αγορά ή την γενικότερη αξία του υπό copyright κειμένου».

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Σκοπός: Η διερεύνηση της επίδρασης ενός προγράμματος άσκησης ενδυνάμωσης και ιδιοδεκτικότητας στη βελτίωση της δυναμικής ισορροπιστικής ικανότητας κατά τη μονοποδική στήριξη και εάν η προπόνηση με αποκλεισμό αιματικής ροής συνεισφέρει επιπλέον στη βελτίωση αυτή.

Μεθοδολογία: Στην έρευνα έλαβαν μέρος 12 άτομα ηλικίας 17-34 ετών. Έγιναν 10 παρεμβάσεις (2 φορές την εβδομάδα για 5 εβδομάδες). Η αξιολόγηση της ισορροπίας έγινε μέσω της δοκιμασίας Y-Balance test. Το δείγμα μελετήθηκε ως σύνολο αλλά και ατομικά (σύγκριση κυρίαρχο – μη κυρίαρχο μέλος εκάστοτε συμμετέχων). Στο κυρίαρχο πόδι έγινε η εφαρμογή της μεθόδου αποκλεισμό αιματικής ροής (τύπου Fit Cuff). Τέλος κατά τις προπονήσεις δύναμης και ιδιοδεκτικότητας (ελεύθερα βάρη σε κλειστή κινηματική αλυσίδα και ασκήσεις σε δίσκο ισορροπίας, bosu και συντονισμού) η χρήση της περιμηρίδας στο κυρίαρχο πόδι έγινε στο 70% της Αρτηριακή Αποφρακτική Πίεση (ΑΑΠ), η οποία μετρήθηκε κατά την πρώτη αξιολόγηση με τη χρήση ειδικού Doppler.

Αποτελέσματα: Οι μετρήσεις μέσα από τη δυναμική δοκιμασία αξιολόγησης ισορροπίας Y balance test έδειξε θετική συνεισφορά του προγράμματος ενδυνάμωσης και ιδιοδεκτικότητας σε όλους τους συμμετέχοντες. Όσον αφορά την επίδραση που είχε η χρήση της προπόνησης με μειωμένη αιματική ροή στο κυρίαρχο πόδι του εκάστοτε συμμετέχων φαίνεται από τα δεδομένα της παρούσας έρευνας να είναι θετικά.

Συμπεράσματα: Η συνεισφορά της προπόνησης με μειωμένη αιματική ροή στο κυρίαρχο πόδι φαίνεται να είχε μία στατιστική σημαντική διαφορά ($p=0.00$) σε σχέση με τα δεδομένα που ελήφθησαν πριν και μετά την παρέμβαση στο μη κυρίαρχο πόδι ($p=0.03$) του εκάστοτε συμμετέχων.

Λέξεις κλειδιά: ισορροπία, ιδιοδεκτικότητα, περιορισμός αρτηριακής ροής, αρτηριακή αποφρακτική πίεση, δοκιμασία y balance

ABSTRACT

Aim: To investigate the effect of an exercise program based with strengthening, conditioning and proprioception in improving unilateral balance and if the blood flow restriction training can contribute additionally.

Methods: The study was attended by 12 people aged 17-34 years. 10 interventions were made (2 times per week for 5 weeks total). The evaluation of the dynamic unilateral balance was done through the Y-Balance test. The sample studied as a whole but also individually (comparison of dominant and non-dominant lower extremity of each participant) The blood flow restriction training (Fit Cuff) was used to the dominant leg. During strength and proprioception work out (free weights and in closed kinematic chain and exercise on balance disk, bosu surface and coordination) the use of periphery in the dominant leg was evaluated during the first session with a Doppler. First, the maximal arterial obstructive pressure (AAP) was measured. The interventions was on the 70% of the AAP.

Results: The strength and proprioception training seems to has a positive effect on improving dynamic balance, which was tested by the Y Balance Test (YBT). The three directions of the test (Anterior , posterolateral and posteromedial) were As for the blood flow restriction that was used to each of the participant's dominant leg, the results were also positive.

Conclusion: The effect of blood flow restriction training in the dominant leg seems to have statistically greater improvement ($p=0.00$) than the traditionally training in the non-dominant leg ($p=0.03$) of each participant.

KeyWords: balance, proprioception, blood flow restriction, training, maximal arterial obstructive pressure, y balance test

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της εργασίας μου, θα ήθελα να ευχαριστήσω αρχικά τον καθηγητή μου κ. Τσακλή Παναγιώτη, για όλη την επιστημονική υποστήριξη και την πολύτιμη βοήθεια, τόσο στη μεταπτυχιακή μου εργασία όσο και κατά τη διάρκεια των βασικών και μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω ξεχωριστά τους συμμετέχοντες της μελέτης. Είμαι ιδιαίτερα τυχερός που δούλεψα με ανθρώπους που καταφέραμε να συνδυάσουμε τη σοβαρή δουλειά και παράλληλα την καλή διάθεση και όρεξη. Επιπλέον θέλω να ευχαριστήσω ξεχωριστά τον εργοδότη μου Πάνο Χοντολίδη, που σε όλη την επαγγελματική μας συνεργασία στάθηκε αρωγός και σύμμαχος στη μόρφωση και την εκπαίδευση μου.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την αγαπημένη μου οικογένεια. Τον αδερφό μου Κωνσταντίνο και τους γονείς μου Ζαχαρία και Κλεονίκη, που ο καθένας τους με στηρίζει όλα αυτά τα χρόνια με το δικό του ξεχωριστό και υπέροχο τρόπο.

Η παρούσα εργασία είναι αφιερωμένη στους παππούδες μου Τζώρτζη & Κώστα και στις γιαγιάδες μου Λίτσα & Κατερίνα (Ειρήνη).

Περιεχόμενα

| | |
|---|-----------|
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ: | 2 |
| ABSTRACT | 4 |
| Ευχαριστίες | 5 |
| Συντομογραφίες | 9 |
| Κατάλογος εικόνων | 12 |
| Κατάλογος πινάκων / γραφημάτων | 13 |
| Κεφάλαιο 1 | 15 |
| 1.Εισαγωγή | 15 |
| Κεφάλαιο 2 | 18 |
| 2.1 Προπόνηση με περιορισμό αιματική ροής (ΠΕΑΙΜΡ)..... | 18 |
| 2.1.1 Προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ) σε ασθενείς με μυοσκελετικά προβλήματα..... | 21 |
| 2.1.2 Προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ) σε αθλητές... | 22 |
| 2.1.3 Η επίδραση της προπόνησης με μειωμένη αιματική ροή στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα | 24 |
| 2.1.4 Η επίδραση της προπόνησης με μειωμένη αιματική ροή στη μυϊκή δύναμη και τις δομικές προσαρμογές | 25 |
| 2.1.5 Η βραχυπρόθεσμη επίδραση της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής στην ικανότητα οξυγόνωσης των σκελετικών μυών. | 26 |
| 2.1.6 Η συνεισφορά της προπόνησης περιορισμού αιματικής ροής στην αποκατάσταση μετά από επέμβαση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Π.Χ.Σ.)..... | 27 |
| 2.1.7. Η προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής χαμηλής έντασης και προπόνηση υψηλής αντίστασης στον επιγονατιδικό τένοντα | 28 |
| 2.1.8. Προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής και υπερτροφία | 30 |
| 2.1.9. Μέτρα προφύλαξης και προπόνηση με περιορισμού αιματικής ροής | 31 |
| 2.1.10 Απόλυτες και σχετικές αντενδείξεις για τη χρήση προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής | 33 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.11. Η επίδραση της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής στη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας και της ισορροπίας. | 34 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3..... | 35 |
| 3.1.1. Συσχέτιση μεταξύ ιδιοδεκτικότητας, μυϊκής δύναμης και ικανότητα ισορροπίας | 35 |
| 3.1.2. Η ικανότητα δυναμικής ισορροπίας και η συσχέτιση με τους τραυματισμούς των κάτω άκρων μη επαφής..... | 37 |
| 3.1.3 Η επίδραση του κινητικού ελέγχου στην αθλητική απόδοση | 39 |
| 3.1.4 Η επίδραση της νευρομυϊκής προπόνησης με το βάρος σου σώματος στη δυναμική ισορροπία | 40 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4..... | 41 |
| 4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ | 41 |
| 4.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ | 41 |
| 4.2 ΗΘΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ | 43 |
| 4.3. ΔΕΙΓΜΑ | 44 |
| 4.3.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ | 44 |
| 4.3.2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ..... | 47 |
| 4.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ | 48 |
| 4.4.1. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ | 48 |
| 4.4.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ..... | 48 |
| 4.5. ΧΩΡΟΣ- ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ | 49 |
| 4.6. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ | 50 |
| 4.7. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ | 51 |
| 4.7.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Υ BALANCE TEST | 56 |
| 4.7.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΑΣΚΗΣΗΣ..... | 59 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5..... | 70 |
| 5.1. Αποτελέσματα | 70 |
| 5.2 Αξιοπιστία των αποτελεσμάτων..... | 71 |
| 5.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων | 73 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6..... | 82 |
| 6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 82 |
| 6.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ | 82 |

| | |
|--|------------|
| 6.1.1. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ | 83 |
| 6.1.2. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ | 83 |
| 6.2. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ..... | 85 |
| 6.3. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ | 85 |
| 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 87 |
| 8. ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... | 89 |
| 8.1. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 100 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ..... | 101 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΗ ΧΡΗΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΑΙΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ | 101 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ | 104 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΡΤΕΛΑ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ | 105 |

Συντομογραφίες

- **ΠΕΑΙΜΡ** : Περιορισμός Αιματικής Ροής
- **HGH** : Human Growth Hormone (Αυξητική Ορμόνη)
- **M.E.**: Μέγιστη Επανάληψη
- **A.A.M**: Αρτηριακή απόφραξη μέλους
- **Συν.**: συνεδρίες
- **Ημ.**: ημέρα
- **mmHg**: χιλιοστά της στήλης υδραργύρου
- **U/S**: Ultrasound (Υπέρηχος)
- **Εβδ.**: εβδομάδα
- **C.S.A.**: cross-sectional area (εύρημα κατά τη διαγνωστική εξέταση μυϊκών ινών)
- **M.R.I**: Magnetic Resonance Imaging (Μαγνητική Τομογραφία)
- **VO2max**: Μέγιστη Πρόσληψη οξυγόνου
- **EMG**: Electromyography (ηλεκτρομυογράφημα)
- **ATP**: Adenosine Triphosphate Τριφωσφορική αδενοσίνη
- **Π.Χ.Σ.**: Πρόσθιος Χιαστός Σύνδεσμος
- **D.N.A.**: Deoxyribonucleic acid (δεσοξυριβονουκλεϊκό οξύ)
- **Δ.Μ.Σ**: Δείκτης Μάζας Σώματος

- **YBT-LQ:** Y Balance Test – Lower Quarter (Δοκιμασία γ balance – κάτω άκρα)
- **Β.Π.Ε.:** Βάρος που χρησιμοποιήθηκε στις επαναλήψεις
- **Α.Ε.Ε.:** Αριθμός επαναλήψεων έως την εξάντληση
- **IBM SPSS:** Statistical Product and Service Solutions
- **I.C.C:** Intraclass Correlations
- **Sig.:** significance (σημαντικότητα)
- **Interv.:** intervention (παρέμβαση)
- **Dom:** dominant leg (κυρίαρχο πόδι)
- **Nondom:** non dominant leg (μη κυρίαρχο πόδι)
- **Pre:** before intervention (πριν την παρέμβαση)
- **Post:** after intervention (μετά την παρέμβαση)
- **SD:** Standard Deviation (τυπική απόκλιση)
- **N:** Αριθμός τιμών
- **KYE:** Κλίμακα Υποκειμενικής Εξάντλησης,
- **Δ.Ι.:** Δίσκος Ισορροπίας,
- **DL:** Dominant leg (κυρίαρχο πόδι),
- **NonBFR-NDL:** Non Blood Flow Restriction (intervention) Non Dominant Leg
- **RDL:** Romanian DeadLift,

- **BSQ:** Bulgarian Split Squat

Κατάλογος εικόνων

- **Εικόνα 4.1.1.** Δοκιμασία Y Balance
- **Εικόνα 4.1.2.** Εξοπλισμός Περιορισμού Αιματικής Ροής (ΠΕΑΙΜΡ): Ειδικό Doppler, Μανόμετρο, Περιμερίδα
- **Εικόνα 4.5.** Χώρος αξιολόγησης (δοκιμασία Y Balance)
- **Εικόνα 4.7.1** Μέτρηση περιφέρειας μηρού με τη χρήση μεζούρας.
- **Εικόνα 4.7.2.** Μέτρηση μέγιστης απόφραξης (κυρίαρχου) άκρου με τη χρήση ειδικού φορητού Doppler από ύπτια θέση.
- **Εικόνα 4.7.3.** Μέτρηση μήκους άκρου με τη χρήση μεζούρας από ύπτια θέση (μέρος της δοκιμασίας Y Balance)
- **Εικόνα 4.7.1.1.** Πλατφόρμα δοκιμασίας Y balance
- **Εικόνα 4.7.1.2.** Χαρακτηριστικά πλατφόρμας Y Balance που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική μελέτη
- **Εικόνα 4.7.2.1.** Ασκήσεις δύναμης, ισορροπίας και συντονισμού που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη
- **Εικόνα 4.7.2.2.** Ποδήλατο γυμναστικής
- **Εικόνα 4.7.2.3.** Κυλιόμενος τάπητας / διάδρομος γυμναστικής
- **Εικόνα 4.7.2.4.** Κλίμακα υποκειμενικής εξάντλησης.

Κατάλογος πινάκων / γραφημάτων

- **Πίνακας 2.1.2** Προγράμματα άσκησης με περιορισμό αιματικής ροής σε αθλητικό πληθυσμό στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης, αντοχής, υπερτροφίας και αθλητικής απόδοσης και επίδοσης.
- **Πίνακας 4.3.1.1.** Βασικά χαρακτηριστικά δείγματος που έλαβαν μέρος στην έρευνα
- **Πίνακας 4.3.1.1.** Βασικά χαρακτηριστικά δείγματος που έλαβαν μέρος στην έρευνα
- **Πίνακας 4.3.1.2** Ειδικά χαρακτηριστικά δείγματος που έλαβαν μέρος στην έρευνα
- **Γράφημα 4.3.1.3.** Γράφημα φύλου συμμετεχόντων που έλαβαν μέρος στην έρευνα
- **Πίνακας 4.7.2.1. Πειραματικό πρωτόκολλο παρέμβασης** , KYE: Κλίμακα Υποκειμενικής Εξάντλησης, Δ.Ι.: Δίσκος Ισορροπίας, DL: Dominant leg (κυρίαρχο πόδι), NonBFR-NDL: Non Blood Flow Restriction (intervention) Non Dominant Leg, RDL: Romanian DeadLift, BSQ: Bulgarian Split Squat
- **Πίνακας 4.7.2.2.** Βασικές αρχές προπόνησης του πειραματικού πρωτοκόλλου
- **Πίνακας 5.2.1.** Intraclass Correlation Coefficients. Έλεγχος αξιοπιστίας αποτελεσμάτων YBT-LQ (3 κατευθύνσεις)

- **Πίνακας 5.2.2.** Intraclass Correlation Coefficients. Έλεγχος αξιοπιστίας αποτελεσμάτων YBT-LQ (Composite Score)
- **Πίνακας 5.3.1** Κανονικής κατανομής δεδομένων που ελήφθησαν για τις κατευθύνσεις πριν και μετά και στα δύο κάτω άκρα (τεστ Shapiro Wilk), Σημαντικότητα (Sig)
- **Πίνακας 5.3.2.** Δεδομένων ανά κατεύθυνση δοκιμασίας Y balance πριν και μετά την παρέμβαση. Μέσοι όροι (Mean), αριθμός τιμών (N), Τυπική απόκλιση (SD)
- **Πίνακας 5.3.3.** Αποτελεσμάτων t test για εξαρτημένα δείγματα (μέσοι όροι, τυπικοί απόκλιση, σημαντικότητα αποτελεσμάτων)
- **Πίνακας 5.3.4.** «Έλεγχος κανονικότητας της κατανομής των δεδομένων» που ελήφθησαν από τη δοκιμασία YBT πριν και μετά στο κυρίαρχο και μη κυρίαρχο πόδι (μέσω Shapiro-Wilk)
- **Πίνακας 5.3.5.** «Αποτελέσματα και αναλογίες μεταξύ των δύο μετρήσεων» πριν και μετά την παρέμβαση στο κυρίαρχο και μη κυρίαρχο πόδι (mean = μέσος όρος τιμών, S.D=Τυπική απόκλιση)
- **Πίνακας 5.3.6.** Αποτελέσματα μετρήσεων (μέσος όρος, τυπική απόκλιση, σημαντικότητα αποτελεσμάτων)

Κεφάλαιο 1

1.Εισαγωγή

Η ισορροπία είναι η ικανότητα του ανθρώπινου σώματος να αντισταθμίζει τις εξωτερικές δυνάμεις και να παραμένει σταθερό. Τόσο στις αθλητικές δραστηριότητες όσο και στην καθημερινή ζωή, η ισορροπία παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της κάθε στάσης και τέλος αποτελεί ένα περίβλημα μέσα στο οποίο συμβαίνουν με αρμονία και ασφάλεια όλες οι κινήσεις. Η ισορροπία μπορεί να διακριθεί σε στατική και δυναμική. Εμβιομηχανικά, η αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας μπορεί να συμβεί με τη μεμονωμένη μελέτη των κινήσεων από και προς το κέντρο βάρους με φορά προσθιοπίσθια, πλάγια ή και σε συνδυασμούς. Η βελτίωση της ισορροπιστικής ικανότητας επιτυγχάνεται άμεσα με την ιδιοδεκτική προπόνηση είτε έμμεσα μέσω προπόνηση δύναμης. Ιδιοδεκτικότητα ορίζεται ως η αίσθηση της κιναισθησίας, δηλαδή της κατανόησης της θέσης στο χώρο και του κινητικού ελέγχου όταν το σώμα μεταβάλλει τη θέση του.

Το να έχει κάποιος καλή ισορροπιστική ικανότητα παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της γενικής υγείας και συγκεκριμένα της μυοσκελετικής υγείας. Ένα σώμα που μπορεί να ανταπεξέλθει σε απότομες ή αυξημένες μεταβολές είναι ένα σώμα που δεν θα υποπέσει εύκολα σε κακώσεις και τραυματισμούς. Για το λόγο αυτό στη σύγχρονη εκγύμναση ή αποκατάσταση δίνεται έμφαση στη βελτίωση της ισορροπίας. Η ισορροπία, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, μπορεί να δεχτεί βελτίωση μέσω ενός

προγράμματος ενδυνάμωσης και ισορροπίας. Όταν διαταράσσεται η βάση στήριξης, ο κάθε άνθρωπος ακολουθεί κάποιες στρατηγικές ανάκτησης ισορροπίας, δηλαδή κάποιους συνδυασμούς κινήσεων που συμβαίνουν στις αρθρώσεις των κάτω άκρων (ισχίο, γόνατο, ποδοκνημική) και του κορμού. Οι επαγγελματίες άσκησης και υγείας επειδή δεν μπορούν να παρέμβουν ή να προβλέψουν το μέγεθος και την πολυπλοκότητα της διαταραχής που οδήγησε το σώμα να προσπαθεί να επιδιώκει την ισορροπία του στο χώρο, ασχολούνται με τη βελτίωση τόσο της δύναμης όσο και την αντίδραση και την έκθεση σε περιβάλλον που δοκιμάζεται η ισορροπία. Βασικά όργανα ισορροπίας στα προγράμματα ενδυνάμωσης και ιδιοδεκτικότητας είναι οι δίσκοι ισορροπίας (μονοαξονικοί ή πολυαξονικοί), οι πλατφόρμες ισορροπίας, τα μαξιλαράκια αφρού, ο τάπητας ισορροπίας ενώ τέλος τα τελευταία χρόνια σημαντικό μέρος των προγραμμάτων αυτών παίζει το bosu. Όλες οι παραπάνω επιλογές οδηγούν τον ασκούμενο στο να βελτιώσει την ισορροπία του, την ιδιοδεκτικότητα του, την καρδιοαναπνευστική του αντοχή, τη δύναμη και τέλος την ισορροπία του. Κατ' επέκταση, η βασική αιτιολογία πίσω από τη χρήση αυτών των οργάνων ισορροπίας βρίσκονται στο ότι η ασταθής επιφάνεια άσκησης αποτελεί σημαντικό προπονητικό και ιδιοδεκτικό ερέθισμα.

Η εξειδικευμένη προπόνηση ιδιοδεκτικότητας πλεονεκτεί σε σχέση με την παραδοσιακή προπόνηση δύναμης ως προς τα οφέλη της ισορροπίας καθώς η πρώτη φέρνοντας μεγαλύτερη αστάθεια κατά την άσκηση, ζητάει από τον εκάστοτε ασκούμενο μεγαλύτερη φόρτιση του νευρομυϊκού του συστήματος. Αυτό με τη σειρά του θα φέρει τις απαραίτητες προσαρμογές στο νευρικό σύστημα. Από την άλλη όμως, η ισορροπία μπορεί να περιορίζεται από τη δυναμική του σώματος, την κινητικότητα των αρθρώσεων, το μήκος και τη δύναμη του μυϊκού συστήματος. Όλα αυτά καθιστούν αναγκαία και την προπόνηση δύναμης σε ένα πρόγραμμα με στόχο τη βελτίωση της ισορροπίας.

Τέλος, η ισορροπία προκύπτει από μία πολύπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ του αισθητικού και του μυοσκελετικού συστήματος. Αυτά αντιδρούν στη μεταβολή των εσωτερικών και / ή εξωτερικών συνθηκών, μέσω του κεντρικού νευρικού συστήματος. Το αισθητικό σύστημα αποτελείται από το αιθουσαίο, το οπτικό και το σωματοαισθητικό σύστημα. Το κάθε ένα από αυτά έχει το ρόλο του στη συνεργασία τους με το μυοσκελετικό για τη διατήρηση ή την ομαλή ισορροπιστική ικανότητα του ανθρώπινου σώματος. Το αιθουσαίο σύστημα παρέχει πληροφορίες για τη θέση της κεφαλής σε σχέση με τη βαρύτητα καθώς και για τις γραμμικές και γωνιακές της κινήσεις. Το ιδιοδεκτικό σύστημα, που αποτελείται από τους υποδοχείς που βρίσκονται στους μύες, στις αρθρώσεις και στο δέρμα παρέχει πληροφορίες για την κατάσταση των παραπάνω σε συνάρτηση με τη θέση στο χώρο (κιναισθησία)

Κεφάλαιο 2

2.1 Προπόνηση με περιορισμό αιματική ροής (ΠΕΑΙΜΡ)

Η προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ), γνωστή και ως 'kaatsu training', αναπτύχθηκε από τον Yoshiaki Sato στην Ιαπωνία τις δεκαετίες του '60 και '70, την οποία ανακάλυψε τυχαία την ώρα που προσευχόταν. Κατά την προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ μια ειδική φουσκωτή περιχειρίδα ή περιμηρίδα ή τουρνικέ τοποθετείται στο πιο κοντινό τμήμα του άνω ή κάτω άκρου που δέχεται την παρέμβαση άσκησης. Ο περιορισμός της αιματικής ροής προτείνεται να είναι έως 80% για τα κάτω άκρα και έως 50% για τα άνω άκρα. Περιορίζεται μερικώς η αρτηριακή ροή και πλήρως η φλεβική ροή. Αυτό οδηγεί στη μείωση της οξυγόνωσης των μυών χωρίς πλήρη απόφραξη και με τη συγκέντρωση της αιματικής ροής προκύπτει μία αύξηση στα τριχοειδή αγγεία των μυών στην περιοχή, που γίνεται η εφαρμογή. Λόγω της υποξίας που προκύπτει ακολουθεί κόπωση (όχι εξάντληση) και μεγάλη συγκέντρωση «μεταβολιτών». Αυτή η διεργασία επιστρατεύει την ενεργοποίηση του συμπαθητικού συστήματος και δίνεται εντολή από τον εγκέφαλο στην υπόφυση να απελευθερωθεί αυξητική ορμόνη HGH (Human Growth Hormone). Αυτές οι αναβολικές ορμόνες στοχεύουν τους αντίστοιχους υποδοχείς και διευκολύνεται η επούλωση των μυών που γυμνάζονται. Δεδομένου ότι η ένταση δεν είναι υψηλή και δεν προκύπτουν υψηλά/επικίνδυνα μηχανικά φορτία προκύπτει αύξηση δύναμης (λόγω των ορμονών που αναφέρθηκαν) χωρίς την καταστροφή ιστών (η προπόνηση είναι κάτω από το μέγιστο όριο ανοχής των ιστών). Οι προτεινόμενοι τύποι άσκησης που γίνονται με την ΠΕΑΙΜΡ είναι είτε

αερόβιο πρόγραμμα είτε ασκήσεις με αντιστάσεις με ένταση <50% της 1Μέγιστης Επανάληψης (Μ.Ε). Οι παραπάνω τύποι άσκησης φαίνεται να δείχνουν ωφέλιμες προσαρμογές στην αύξηση δύναμης, μάζας, αντοχής των μυών σε υγιή και κλινικό πληθυσμό. Η τεκμηρίωση ότι η παρέμβαση / προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ μπορεί να έχει ανάλογα αποτελέσματα σε χαμηλή ένταση συγκριτικά με προγράμματα άσκησης υψηλής έντασης και φορτίων φάνηκε να ελκύει μεγάλο μέρος της επιστημονικής κοινότητας στην προσπάθειά τους να αναβαθμίσουν και να εμπλουτίσουν πρωτόκολλα και προγράμματα αποκατάστασης πληθυσμών που δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν ασκήσεις υψηλής ένταση λόγω πόνου, φόβου ή τραυματικής αιτιολογίας. Δεδομένα που έχουν προκύψει από μελέτες δείχνουν ότι η προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ επιδρά καλύτερα στο μυοσκελετικό κέρδος σε σχέση με ίδιας έντασης παραδοσιακή προπόνηση, δηλαδή όταν η άσκηση γίνεται σε «ελεύθερη ροή». Επίσης, η υποκειμενική εξάντληση φαίνεται να έρχεται γρηγορότερα, καθιστώντας την προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ πιο αποδοτική από μεταβολική σημασία χωρίς κινδύνους από μηχανικές φορτίσεις. Ως προς τα οφέλη στην ενδυνάμωση στα βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα επιδρά περισσότερο ή ίσα με προπόνηση μέτριας αντίστασης (60-75% της 1 Μέγιστης Επανάληψης) ενώ στα μακροπρόθεσμα αποτελέσματα είναι καλύτερη επιλογή όταν η εναλλακτική είναι η παραδοσιακή ελεύθερη και χωρίς κλιμάκωση, καλύτερη ή ισάξια σε μέτριας έντασης παραδοσιακής προπόνησης και σίγουρα αφήνει λιγότερα συμπτώματα μετά από υψηλής συχνότητας προπόνηση (σετ και επαναλήψεις). Η προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ ως προς την αερόβια ικανότητα μπορεί να είναι καλύτερη επιλογή όταν η ένταση είναι κοντά στο 40% της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου, ενώ όταν η ένταση της αερόβιας προπόνησης φτάνει ή ξεπερνά το 80% της Μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου φαίνεται να δείχνει όμοια οφέλη με φτωχά όμως ερευνητικά δεδομένα.

Στη βιβλιογραφία υπάρχει μεγάλη σύγχυση ως προς την προτεινόμενη εφαρμοσμένη πίεση ενώ ως προς το σημείο εφαρμογής υπάρχει συμφωνία. Πιο συγκεκριμένα, τα σημεία εφαρμογής της περιχειρίδας ή περιμηρίδας αντίστοιχα είναι:

- Για προπόνηση/θεραπεία στα άνω άκρα: κατάφυση δελτοειδή μυ
- Για προπόνηση/θεραπεία στα κάτω άκρα: τέλος γλουτιαίας πτυχής

Αν και όπως αναφέρθηκε δεν υπάρχει ξεκάθαρη προτεινόμενη πίεση, αυτό που προτείνεται είναι να μετράτε η αρτηριακή απόφραξη μέλους (Α.Α.Μ.). Για να συμβεί αυτό χρειάζεται μία ειδική συσκευή doppler που θα ελέγξει τον καρδιακό σφυγμό κατά την εφαρμογή της περιχειρίδας ή περιμηρίδας. Τα σημεία που οι κλινικοί χρησιμοποιούν για να εντοπίσουν και να σημειώσουν τη μέγιστη τιμή απόφραξης της αρτηριακής πίεσης για το άνω άκρο είναι η κερκιδική αρτηρία και για το κάτω άκρο είναι η οπίσθια κνημιαία αρτηρία. Η κερκιδική αρτηρία βρίσκεται στην παλαμιαία/έξω επιφάνεια της κάτω κερκιδωλениκής άρθρωσης, ενώ η οπίσθια κνημιαία αρτηρία βρίσκεται μεταξύ του έσω σφυρού και του αχιλλείου τένοντα. Είναι σημαντικό πέρα από τα δεδομένα που θα δώσει το Doppler, να ρωτάτε ο ασκούμενος για την υποκειμενική πίεση/αίσθηση της μανσέτας. Σε αυτή την υποκειμενική κλίμακα αίσθησης πίεσης, όπου 0=καθόλου πίεση και 10=η χειρότερη δυνατή πίεση που έχεις νιώσει ή η αίσθηση πίεση στην πλήρη απόφραξη (αν έγινε η μέτρηση με το ειδικό Doppler), θα πρέπει για τα άνω άκρα να μην ξεπερνά το 5 στα 10 ενώ για τα κάτω άκρα να μην ξεπερνά το 7 στα 10.

Η προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ βελτιώνει το μυϊκό όγκο, την αερόβια ικανότητα, την οστική πυκνότητα, τη διατήρηση της μυϊκής δύναμης σε αγωνιστική περίοδο και τη διατήρηση της μυϊκής δύναμης και ισχύος σε αναγκαστική αδράνεια (όπως πχ μετά από τραυματισμό). Αποτελεί ένδειξη για αύξηση σωματικής διάπλασης, αύξηση αθλητικής απόδοσης, αποκατάσταση και πρόληψη τραυματισμών, συμπληρωματική ή εναλλακτική λύση για

βελτίωση και διατήρηση αντοχής και καρδιοαναπνευστικής ικανότητας και τέλος δείχνει να βοηθά ασθενείς με οστεοπενία και οστεοπόρωση. Απόλυτες αντενδείξεις για εφαρμογή ΠΕΑΙΜΡ αποτελεί η φλεβοθρόμβωση, οι αρρυθμίες, η εγκυμοσύνη, οι κιρσοί, η υπέρταση και ιστορικό ραβδομυόλυσης.

2.1.1 Προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ) σε ασθενείς με μυοσκελετικά προβλήματα

Η χρήση της μεθόδου ΠΕΑΙΜΡ αποτελεί μία ενδιαφέρουσα εναλλακτική στην αντιμετώπιση διαφόρων κλινικών ευρημάτων. Οι Hughes et al, (2017), έκανα μία συστηματική ανασκόπηση μελέτες που ασχολήθηκαν με τη διαχείριση και αποκατάσταση μυοσκελετικών παθολογιών με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ. Τα αποτελέσματα ήταν θετικά ως προς την κλινική σημασία της μεθόδου καθώς κοντά στο 70% των ασθενών που έλαβαν τη θεραπεία αυξήθηκε η μυϊκή τους δύναμη. Στη συστηματική αυτή ανασκόπηση όμως αναλύεται σημαντικά ένα πολύ σημαντικό μειονέκτημα της μεθόδου: η μεθοδολογικές αδυναμίες. Η ανομοιογένεια αυτή, που κυρίως αφορά τα βασικά στοιχεία των εκάστοτε προγραμμάτων αποκατάστασης (σετ, επαναλήψεις, διάρκεια και συχνότητα προπόνησης, εξοπλισμός. ΠΕΑΙΜΡ) δεν μπορεί να οδηγήσει σε ξεκάθαρα συμπεράσματα ως προς την αποτελεσματικότητα και τα ακριβή χαρακτηριστικά ενός προγράμματος αποκατάστασης με τη μέθοδο ΠΕΑΙΜΡ.

2.1.2 Προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ) σε αθλητές

Μία άλλη συστηματική ανασκόπηση των Wortman et al. (2020) έδειξε σημαντικές επιδράσεις της προπόνησης με ΠΕΑΙΜΡ στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης, της μυϊκής υπερτροφίας, της μυϊκής αντοχής και της αθλητικής απόδοσης σε υγιείς αθλητές. Σημαντικά ευρήματα φάνηκαν όταν έγινε συνδυασμός κλασικής-παραδοσιακής προπόνησης δύναμης με προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ καθώς έδειξε ότι μπόρεσαν να βελτιώσουν στα μέγιστα δυνατά τις αθλητικές τους επιδόσεις ενώ σημαντικές ήταν οι αναφορές για αδυναμία εύρεσης κοινής μεθοδολογικής προσέγγισης της προπόνησης με ΠΕΑΙΜΡ, κάνοντας έτσι τα συμπεράσματα λιγότερο ισχυρά. Γενικότερα, η δύναμη έχει τη μεγαλύτερη μεταβλητότητα με τη χρήση της μεθόδου σε υγιή πληθυσμό.

Η προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ μπορεί να επιφέρει βελτίωση στη δύναμη και την απόδοση όταν συνδυαστεί και αποτελέσει μέρος ενός δομημένου και ολιστικού προγράμματος ενδυνάμωσης στους υγιείς αθλητές. Αντίθετα, υπάρχει ανομοιογένεια ως προς την εφαρμογή της μεθόδου για την επίτευξη μυϊκής υπερτροφίας.

Πίνακας 2.1.2 Προγράμματα άσκησης με περιορισμό αιματικής ροής σε αθλητικό πληθυσμό στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης, αντοχής, υπερτροφίας και αθλητικής απόδοσης και επίδοσης.

| Έρευνα | Παράμετροι άσκησης | Πίεση ΠΕΑΙΜΡ | Αποτελέσματα ομάδα BFR σε σχέση με ομάδα |
|--------|-----------------------|--------------|--|
| | | | |

| | | | ελέγχου |
|-----------------------------|--|--|---|
| Abe et al, (2005) | Squat και leg curls (3σετ των 15επαν. στο 20% της 1Μ.Ε) / 8ημ. (2συν. /ημ.) | 160-240 mmHg | ↑↑ 1Μ.Ε πρέσα ποδιών , ↑↑ γρηγορότερο σε χρόνο σπριντ 30μέτρων και 10 μέτρων ↑↑ υπερτροφία μηριαίων μυών (μέτρηση με U/S) |
| Manimmanakorn et al, (2013) | Διποδική ενδυνάμωση καμπτήρων και εκτεινόντων (από 3σετ έως την κόπωση στο 20% της 1 Μ.Ε) / 5εβδ., 3 συν/εβδ. | 160-230 mm Hg | ↑↑ μυϊκή αντοχή, καλύτερες επιδόσεις στο 5μ τρέξιμο, 10μ τρέξιμο, άλμα εις ύψους ↑↑ C.S.A. στους καμπτήρες και εκτείνοντες (μέσω M.R.I) |
| Scott et al, (2016) | Ημικαθίσματα (3συν/εβδ.) | Ελαστικές περιμηρίδες σφιγμένοι στο 7/10 | Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | υποκειμενικής πίεσης του εκάστοτε ασκούμενου | |
|--|--|--|--|

2.1.3 Η επίδραση της προπόνησης με μειωμένη αιματική ροή στην καρδιοαναπνευστική ικανότητα

Τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο χρησιμοποιείται η μέθοδος ΠΕΑΙΜΡ στον αθλητικό χώρο και ειδικά στα πλαίσια πρωταθλητισμού. Τα αποτελέσματα φαίνονται να είναι θετικά καθώς η εφαρμογή της φαίνεται να φέρει σημαντικές προσαρμογές ως προς τη δύναμη και την αντοχή των αθλητών. Η προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ, πέρα από συσχέτιση σε επίπεδο ενδυνάμωσης, φαίνεται να επιδρά θετικά και στη βελτίωση της ικανότητας για διαλειμματική προπόνηση. Συγκεκριμένα, η προπόνηση με χρήση ΠΕΑΙΜΡ σε προπονημένους ποδηλάτες με 4 φορές την εβδομάδα (συχνότητα) διαλειμματικό τρέξιμο (τύπο άσκησης) έδειξε σημαντική βελτίωση στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) κατά 6 % , ενώ η ομάδα ελέγχου δεν είχε την αντίστοιχη βελτίωση (Emma et al, 2018).

Αντίστοιχες θετικές επιδράσεις φαίνεται να έχει η μέθοδος και στη βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας σε αθλητές κωπηλατικής. Συγκεκριμένα, 15 συνεδρίες προπόνησης ΠΕΑΙΜΡ βελτίωσαν σημαντικά τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (Held et al, υπό δημοσίευση).

2.1.4 Η επίδραση της προπόνησης με μειωμένη αιματική ροή στη μυϊκή

δύναμη και τις δομικές προσαρμογές

Σημαντικός στόχος και συχνά προτεραιότητα στον πρωταθλητισμό ενός προγράμματος ενδυνάμωσης είναι η βελτίωση της δύναμης και της ισχύος. Αυτό για να συμβεί πρέπει ο ασκούμενος να βελτιωθεί ως προς τη μέγιστη ικανότητα να παράγει δύναμη σε εξωτερικές αντιστάσεις σε υπομέγιστες και μέγιστες προσπάθειες. Υπομέγιστες προσπάθειες είναι όλες εκείνες οι προσπάθειες όπου ο ασκούμενος δεν φτάνει στα υποκειμενικά του όρια, ενώ μέγιστες προσπάθειες είναι όταν φτάνει στο μέγιστο όριο γνωστό και ως κατώφλι χωρητικότητας δύναμης. Κάθε προσπάθεια πέρα από αυτό το σημείο θεωρείται επικίνδυνο ως παράγοντας τραυματισμού ή κόπωσης. Στη βιβλιογραφία διαφαίνεται ότι η χαμηλής ένταση (20-30% της 1 Μέγιστης Προσπάθειας) προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ μπορεί να επιφέρει παρόμοιες προσαρμογές και ευρήματα στην ενδυνάμωση με ένα παραδοσιακό πρόγραμμα ενδυνάμωσης (ένταση: 60-90% της 1 Μέγιστης Προσπάθειας) (Grønfeldt et al, υπό δημοσίευση). Ωστόσο, αν και η συσχέτιση μεταξύ μυϊκής δύναμης και μυϊκής υπερτροφίας παραμένει άλυτη, η αποτελεσματικότητα της μεθόδου μπορεί να φανεί μέσα από τη βελτίωση της υποκυτταρικής υπερτροφίας (CSA) που συχνά αποτελεί εύρημα μέσα από μία μαγνητική τομογραφία (MRI). Έρευνες δείχνουν ότι μία βραχυπρόθεσμη επίδραση της προπόνησης με ΠΕΑΙΜΡ αφορά τη μυοϊνιδιακή πρωτεϊνοσύνθεση κατά 10% σε σχέση με παραδοσιακή παρέμβαση (Nyakayiru et al, 2019).

Παρά το ότι βιβλιογραφικά υπάρχουν διάφορες μελέτες με μικρές διαφορές στη συχνότητα, ένταση, όγκο και προοδευτικότητα της άσκησης τα αποτελέσματα δεν μπορούν

να αγνοηθούν. Η χρήση της μεθόδου φαίνεται να επιλέγεται όλο και περισσότερο σε μία προσπάθεια για ασφαλέστερη προσέγγιση στην ενδυνάμωση, δεδομένου ότι η προπόνηση λαμβάνει χώρα σε πολύ χαμηλές εντάσεις όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω. Ωστόσο, παρά τη θετική συσχέτιση, η μέθοδος μπορεί να κρύβει σημαντικούς κινδύνους, οι οποίοι θα αναλυθούν και παρακάτω. Τέλος, άλλο ένα σημαντικό εύρημα που αποδεικνύει ότι η άσκηση με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στη δύναμη βρίσκεται στο ότι υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα που μελέτησαν τις άμεσες νευρικές προσαρμογές μετά από την παρέμβαση με τη χρήση επιφανειακής ηλεκτρομυογραφίας (EMG) για την αξιολόγηση της μυϊκής διεγερσιμότητας, η οποία έδειξε θετικά αποτελέσματα (Centner & Lauber, 2020).

2.1.5 Η βραχυπρόθεσμη επίδραση της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής στην ικανότητα οξυγόνωσης των σκελετικών μυών.

Η υψηλή οξειδωτική ικανότητα των σκελετικών μυών αποτελεί βασικό ρόλο στην οξυγόνωση του αίματος και τη διατήρηση της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας. Η οξυγόνωση των σκελετικών μυών επιτρέπει την αερόβια προπόνηση αλλά επίσης δέχεται μεγάλη βελτίωση όταν βελτιώνεται η αερόβια ικανότητα. Έχει συσχετιστεί με αύξηση μιτοχονδρίων στο αίμα. Όταν η άσκηση συνδυάζεται με περιορισμό αιματικής ροής και το σώμα αναζητά επιπλέον οξυγόνο για να συνεχίσει και δεν συμβαίνει λόγω της παρέμβασης, τότε στρέφεται σε άλλες πηγές ενέργειας όπως είναι το γλυκογόνο, η φωσφοκρεατίνη για την παραγωγή τριφωσφορική αδενοσίνη (ATP). 6 εβδομάδες

προπόνηση σε χαμηλά φορτία με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ αυξάνουν τη μιτοχονδρική πρωτεΐνη των μυών και την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, ενώ αν η παρέμβαση δεν σεβαστεί τα φυσιολογικά – υποκειμενικά όρια εξάντλησης τα παραπάνω ευρήματα δεν θα συμβούν (Nielsen et al, 2020). Φυσικά βασικότερος παράγοντας για τη βελτίωση της οξυγόνωσης αποτελεί ο τύπος προπόνησης με την αερόβια προπόνηση και προπόνηση αντοχής (μέτρια αντίσταση, αρκετές επαναλήψεις) να επικρατούν στην επιλογή των επαγγελματιών άσκησης. Η προσθήκη της παρέμβασης ΠΕΑΙΜΡ φαίνεται να συνεισφέρει θετικά, ωστόσο περισσότερες μελέτες πρέπει να λάβουν χώρα με στόχο τη δημιουργία ειδικών πρωτοκόλλων, καθώς και σε αυτή την περίπτωση υπάρχει μεγάλη ανομοιογένεια στις παραμέτρους προπόνησης με και χωρίς περιορισμό αιματικής ροής.

2.1.6 Η συνεισφορά της προπόνησης περιορισμού αιματικής ροής στην αποκατάσταση μετά από επέμβαση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Π.Χ.Σ.)

Η συνεισφορά της προπόνησης ΠΕΑΙΜΡ μετά από μία χειρουργική επέμβαση βοηθάει στον περιορισμό της μείωσης της εκάστοτε μυϊκής ομάδας που προσβάλλεται. Στις πρώτες εβδομάδες υπάρχει μία σημαντική παρενέργεια που πρέπει οι κλινικοί να λαμβάνουν υπόψη και να ενημερώνουν τον ειδικό ιατρό προτού προχωρήσουν στην παρέμβαση. Ο λόγος για τον κίνδυνο θρόμβωσης, όπου συχνά αποτελεί αντένδειξη για χρήση ΠΕΑΙΜΡ και μετά την επέμβαση θέλει ιδιαίτερη προσοχή. Επιπλέον, ένα ακόμα σημαντικό ερώτημα στην κλινική πρακτική γύρω από το θέμα αυτό είναι εάν υπάρχει κατάλληλη ηλικία που ενδείκνυται η άσκηση με ΠΕΑΙΜΡ μετά από επέμβαση πρόσθιου χιαστού συνδέσμου. Οι

Prue et al (2022) στην πιλοτική του μελέτη ασχολήθηκαν με τις παρενέργειες και την ανοχή, που αποτελεί σημαντική ανομοιογένεια στα πρωτόκολλα ΠΕΑΙΜΡ, σε νεαρούς μετά από επέμβαση ΠΧΣ. Ηλικίες μεταξύ 12 και 18 ετών συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη και εφαρμόστηκε ένα πρόγραμμα 12 εβδομάδων. Δεν παρατηρήθηκαν σοβαρές παρενέργειες (υποδόρια αιμορραγία, εν τω βάθει φλεβική θρόμβωση). Αναφέρθηκαν οι εξής παρενέργειες:

- «Μούδιασμα στο πόδι θεραπείας (7,85%)
- Παραισθησία στο πόδι θεραπείας (2,81%)
- Ζάλη (0,75%)
- Τέλος, 10,47% των συνεδριών άσκησης δεν ολοκληρώθηκε λόγω μη ανοχής του προπονητικού φορτίου, ενώ 3,5% των συνεδριών έγιναν με μείωση πίεσης απόφραξης του μέλους.»

2.1.7. Η προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής χαμηλής έντασης και προπόνηση υψηλής αντίστασης στον επιγονατιδικό τένοντα

Η χαμηλή ένταση (<35% της Μέγιστης Επανάληψης) προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ φέρει όμοια (βραχυπρόθεσμα) οφέλη στον επιγονατιδικό τένοντα (ανοχή στα φορτία, ευκαμψία) σε σχέση με υψηλής έντασης, παραδοσιακής, προπόνησης (>70% της Μέγιστης Επανάληψης). Οι πρόσφατες μελέτες που ασχολούνται με το παρών θέμα ουσιαστικά θέτουν υπό αμφισβήτηση για το πως ο τενόντιος ιστός μπορεί να προσαρμοστεί στο μηχανικό στρες που του προσφέρει ένα πρόγραμμα άσκησης και δυνητικά πως η άσκηση

επηρεάζει το τοπικό μεταβολικό περιβάλλον του τένοντα, είτε πρόκειται για υγιή ιστό είτε σε παθολογικό ιστό. Οι Centner et al (2021) διερεύνησαν τη συνεισφορά της προπόνησης ΠΕΑΙΜΡ σε χαμηλή ένταση (<35% της 1 Μέγιστης Επανάληψης) ως προς κλινικά ευρήματα (εύρος κίνησης, δύναμη) και απεικονιστικά ευρήματα (CSA και μήκος μυών από U/S και MRI) και τα σύγκριναν με την παραδοσιακής προπόνηση (υψηλής έντασης, δηλαδή στο 70-85% της 1 Μέγιστης Επανάληψης). Στη μελέτη συμμετείχαν 40 υγιή άτομα που δεν είχαν πρόσφατο ιστορικό προπόνησης με αντιστάσεις και ακολούθησαν τη μελέτη 3 φορές την εβδομάδα για 14 εβδομάδες. Η κατανομή στις 2 ομάδες έγινε τυχαία. Η απόφραξη του άκρου έγινε από καθιστή θέση στο 50% της μέγιστης αρτηριακής απόφραξης και αυξήθηκε κατά 5% ανά 4 εβδομάδες. Πρωτόκολλο άσκησης 4 σετ των 30 – 15 -15 – 15, ενώ η περιμηρίδα φουσκωνόταν σε όλη τη συνεδρία και χαλάρωνε μεταξύ των ασκήσεων για 3 λεπτά. Η παραδοσιακή προπόνηση έκανε 3 σετ των 6-12 επαναλήψεων στο 70% και προοδευτικά ανέβαινε η ένταση κατά 5% κάθε 4 εβδομάδες και μειωνόντουσαν οι επαναλήψεις κατά 2. Ξεκούραση 1 λεπτό ανά σετ, ενώ ανά άσκηση 3 λεπτά. Από τη μελέτη προέκυψε ότι η ελαστικότητα του τένοντα βελτιώθηκε όμοια (+22,5% στην παραδοσιακή ομάδα, +25,2% στην ομάδα ΠΕΑΙΜΡ), ενώ η δύναμη (1 Μέγιστη Επανάληψη) είχε όμοιες επιδράσεις και στις δύο ομάδες με τη διαφορά ότι στην άσκηση εκτάσεις γονάτων παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση στη δύναμη στην ομάδα ΠΕΑΙΜΡ έναντι στην παραδοσιακή ομάδα (+50,9% έναντι +37,9%) $p=0,044$. Συμπερασματικά, η προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ στη διαχείριση μίας τενοντοπάθειας μπορεί να επιδράσει θετικά στην αύξηση ανοχής των φορτίων και να εξασφαλίσει μία σιγουριά στην προοδευτικότητα της έντασης χωρίς τον κίνδυνο τραυματισμών. Σίγουρα πρέπει να αποτελεί μία σημαντική εναλλακτική λύση στην αποκατάσταση ειδικά σε περιστατικά όπου τα υψηλά φορτία δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν (Van Cant et al., 2020).

2.1.8. Προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής και υπερτροφία

Όπως έχει ήδη γίνει μία σύντομη αναφορά, η προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ επιδρά θετικά στη μυϊκή υγεία και μπορεί να καθυστερήσει τη μυϊκή ατροφία σε καταστάσεις αναγκαστικής αδράνειας (μετά από έναν τραυματισμό ή μία επέμβαση) αποτελώντας σημαντική εναλλακτική επιλογή θεραπείας στην αποκατάσταση. Επίσης σε υγιή πληθυσμό μπορεί να φέρει μυϊκή υπερτροφία με χαμηλή ένταση είτε σαν μοναδική παρέμβαση άσκησης είτε σε συνδυασμό με την παραδοσιακή προπόνηση υπερτροφίας που χρήζει μεγάλα προπονητικά κενά για την αποφυγή τραυματισμών. Συνδυαστικά, εφαρμόζεται στις «κενές προπονητικές ημέρες» και έτσι αυξάνει τα επίπεδα έκθεσης του ιστού στα φορτία, δίνοντας του περισσότερα ερεθίσματα να αναπτυχθεί τόσο ποιοτικά, όσο και ποσοτικά. Βιοχημικά, συγκεντρώνονται μεταβολίτες (γαλακτικό, ιόντα υδρογόνου, τριφωσφορική αδενοσίνη) και ξεκινούν τα μεταβολικά μονοπάτια ανάπτυξης. Προκύπτει γρηγορότερη ενεργοποίηση μυϊκών ινών τύπου II και III, που παραδοσιακά δεν θα συνέβαινε λόγω της χαμηλής έντασης άσκησης (Loenneke et al., 2010). Τέλος, αυξάνεται το μεταβολικό στρες, το οποίο θα φέρει αύξηση επιστράτευσης περισσότερων μυϊκών ινών και μείωση του χρόνου που απαιτείται για σύσπαση.

Ο δεύτερος μηχανισμός που φέρει υπερτροφία με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ είναι η κυτταρική διόγκωση μέσω της συγκέντρωσης του πλάσματος και της υπεραιμίας. Αυτή η διόγκωση θα φέρει την ενεργοποίηση του αισθητήρα όγκου εσωτερικά της μυϊκής ίνας, η οποία όταν θα διαταθεί θα ξεκινήσει η διαδικασία της μυϊκής πρωτεϊνοσύνθεσης.

Μέσω της προπόνησης με ΠΕΑΙΜΡ αυξάνονται οι αναβολικές ορμόνες και μειώνονται τα ανασταλτικά ένζυμα (μυοστατίνη), ενεργοποιούνται οι μύες ταχείας συστολής τύπου II, αυξάνεται η διεργασία της πρωτεϊνοσύνθεσης και τέλος μειώνεται ο μυϊκός τραυματισμός (κρεατινική κίνηση). Όλα αυτά δημιουργούν ένα πολύ γόνιμο, μεταβολικά, περιβάλλον μέσα στο οποίο οι μυϊκοί ιστοί αναπτύσσονται γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά (Centner & Lauber, 2020).

2.1.9. Μέτρα προφύλαξης και προπόνηση με περιορισμού αιματικής ροής

Τα οφέλη της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής είναι σημαντικά και όλο και περισσότερο η σύγχρονη πρακτική τείνει να την περιλαμβάνει στο οπλοστάσιο της αποκατάστασης ή της βελτίωσης απόδοσης. Είναι σημαντικό ο επαγγελματίας υγείας ή άσκησης που θα εφαρμόσει τη μέθοδο ΠΕΑΙΜΡ να γνωρίζει και να λάβει υπόψη κάποια μέτρα ασφαλείας. Πρωταρχική ανησυχία και ανάγκη για ασφαλή εφαρμογή της προπόνησης ΠΕΑΙΜΡ αφορά τα καρδιαγγειακά. Όπως είναι λογικό η περιφερική αιματική ροή αλλάζει. Η κυκλοφορία του αίματος μεταβάλλεται μετά την εφαρμογή του εξοπλισμού (μανσέτα, περιχειρίδα, περιμηρίδα). Αλλαγές δέχεται και το φλεβικό δίκτυο τοπικά στην περιοχή όπου γίνεται η εφαρμογή της μεθόδου ΠΕΑΙΜΡ. Όλα αυτά μπορεί να οδηγήσουν σε πιθανές καταστάσεις βλάβης των βαλβίδων.

Άλλο σημαντικό μέτρο προφύλαξης αφορά την ικανότητα πήξης του αίματος. Η αιμόσταση διατηρείται από την ισορροπημένη σχέση μεταξύ πήξης και ινωδιαλυτικής δραστηριότητας μέσω της άσκησης. Η διαφορά μεταξύ θετικής ή αρνητικής επίδρασης της άσκησης συμβαίνει στην ένταση της. Συγκεκριμένα η τακτική άσκηση επιδρά θετικά στον

ανθρώπινο οργανισμό, ενώ η επίπονη (και συνήθως αραιή) μορφή άσκησης μπορεί να επιφέρει φλεβική θρόμβωση λόγω αυξημένης τοπικής καταπόνησης. Κατά τη διάρκεια της αρτηριακής απόφραξης μπορεί να συμβεί φλεβική θρόμβωση και μικροαγγειακή απόφραξη, ενώ όταν αποκατασταθεί η αιματική ροή έχει παρατηρηθεί μυϊκή βλάβη και κυτταρική νέκρωση. Όλα αυτά δίνουν σημαντική αξία στην αξιολόγηση και ομαλή ρύθμιση της «έντασης» του περιορισμού αιματικής, με τη βιβλιογραφία, όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, να συμφωνεί στο 50% της απόφραξης αρτηριακής ροής για προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ στα άνω άκρα και 75-80% για τα κάτω άκρα.

Σημαντική προσοχή χρειάζεται και γύρω από το οξειδωτικό στρες, το οποίο αποτελεί ένα βιολογικό φαινόμενο εξισορρόπησης στους ιστούς (Halliwell & Gutteridge, 1999). Πρακτικά το χρόνιο ή οξύ οξειδωτικό στρες μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλες και σοβαρές τροποποιήσεις σε ιχνοστοιχεία και το DNA. Για να αποφευχθεί αυτό η βιβλιογραφία συμφωνεί ότι είναι ανάλογη της έντασης της προπόνησης. Η απόκριση του οξειδωτικού στρες δεν είναι το μόνο μεταβλητό στοιχείο που επηρεάζεται από την ένταση της άσκησης. Το μυϊκό σύστημα αυξάνει την αγγειακή του διαπερατότητα, κάτι που ξεκινά κατά την ισχαιμική του φάση και κορυφώνεται κατά την επαναιμάτωση. Για το λόγο αυτό, μέτρα ασφαλείας γύρω από τη βέλτιστη έκθεση των ιστών σε ισχαιμικό περιβάλλον η βιβλιογραφία συμφωνεί ότι πρέπει κατά την προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ να γίνεται χαλάρωση του περιορισμού αιμάτωσης ανά μία άσκηση και να δίνεται επαρκές χρόνος, όπου ο ασκούμενος να νιώθει φυσιολογικά.

2.1.10 Απόλυτες και σχετικές αντενδείξεις για τη χρήση προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής

Μια πολύ σημαντική επίδραση σε σχέση με την ασφάλεια εφαρμογής της μεθόδου ΠΕΑΙΜΡ σχετίζεται με την αρτηριοσκλήρυνση και την αγγειοδιαστολή που απαιτείται κατά την άσκηση. Εάν κατά τη διάρκεια της συγκεκριμένης άσκησης υπάρχει αναντιστοιχία μεταξύ καρδιακής παροχής, συμπαθητικού ελέγχου των αγγείων και της αγγειακής υπεραιμίας τότε δεν αποκλείεται η εμφάνιση υπότασης και συν κοπτικού επεισοδίου (Hogan, 2009).

Η άμεση και έντονη εξωτερική πίεση που υπόκεινται τα αγγεία από τον εξοπλισμό έχει συσχετιστεί με εμφάνιση εν τω βάθι φλεβικής θρομβοεμβολής. Αυτό αποτελεί ένα συχνό προβληματισμό των ερευνητών και επαγγελματιών υγείας και άσκησης για την ευρεία χρήση της μεθόδου.

Υπάρχουν ενδογενείς και εξωγενείς παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να υπολογίζονται για την πρόληψη εμφάνισης θρομβοεμβολής κατά την άσκηση με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ. Η ηλικία είναι ένας από τους βασικότερους παράγοντες και πιο συγκεκριμένα όταν ο ασκούμενος έχει συμπληρώσει το εβδομηκοστό έτος της ηλικίας του. Άλλοι παράγοντες είναι: το κάπνισμα, ο Υψηλός Δείκτης Μάζας Σώματος (Δ.Μ.Σ.) ειδικά εάν πρόκειται για άνω του 35 (παχυσαρκία τύπου II) (Cushman, 2007).

Ωστόσο παρόλα αυτά είναι σημαντική η αξιολόγηση του ιστορικού των ατόμων που πρόκειται να συμμετάσχουν σε ένα πρόγραμμα αποκατάστασης ή εξάσκησης με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ. Εάν το ιστορικό δεν βγάλει κάποια ανωμαλία στην πηκτική ικανότητα του αίματος

ή εάν υπάρξει κάποια υποψία και ο ειδικός ιατρός δώσει την έγκριση τότε μπορεί να ξεκινήσει η άσκηση με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ.

Έχει παρατηρηθεί αυξημένος κίνδυνος εμφάνισης ραβδομυόλυσης σε άτομα που ασκούνται με τη μέθοδο ΠΕΑΙΜΡ καθώς το μεταβολικό στρες, παρά την ένταση της άσκησης, είναι πολύ υψηλό (Tabata et al., 2016). Η ραβδομυόλυση αφορά την κατάρρευση του σκελετικού μυϊκού ιστού μετά από ακραίες καταστάσεις, όπως δηλαδή μία υπερβολική μορφή άσκησης (σε υψηλή ένταση, συχνότητα, ρυθμό ή και συνδυασμό των παραπάνω). Αξιοσημείωτη αναφορά σημειώνεται στο ότι όσον αφορά τη στιγμή της προπόνησης, ανεξάρτητα το είδος προπόνησης που ακολουθεί ο ασκούμενος, μεγαλύτερο ποσοστό τραυματισμών συμβαίνει στην έκκεντρη φάση της μυϊκής συστολής.

2.1.11. Η επίδραση της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής στη βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας και της ισορροπίας.

Η ενδυνάμωση παίζει σημαντικό και απαραίτητο στοιχείο στη δυναμική ισορροπία, ειδικά σε αθλητικό πληθυσμό. Οι απότομες και εκρηκτικές κινήσεις, χρειάζονται ένα σωστά δομημένο κινητικό έλεγχο και ικανότητα ισορροπίας για την ομαλή έναρξη και την ασφαλή ολοκλήρωσή τους. Οι Akin και Kesilmis (2020) μελέτησαν την επίδραση της προπόνησης με ΠΕΑΙΜΡ, ως μία εναλλακτική μέθοδο ενδυνάμωσης και πλειομετρικής προπόνησης σε αθλητές ταεκβοντό. Πέρα από τους μηχανισμούς επίδρασης που έχουν αναλυθεί και σε προηγούμενες ενότητες, η μελέτη αυτή ασχολείται με τη βραχυπρόθεσμη επίδραση της μεθόδου ΠΕΑΙΜΡ στη δύναμη και τις νευρομυϊκές προσαρμογές που αυτές προκύπτουν σε

σύγκριση με αντίστοιχο περιβάλλον εξάσκησης χωρίς περιορισμό αιματικής ροής.

Συνολικά, η 6 εβδομάδων παρέμβαση / 3 φορές την εβδομάδα έδειξε.....

Η συχνότητα εξάσκησης με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ που ήταν 10 λεπτά πριν το κλασικό πρόγραμμα άσκησης έδειξε σημαντική επίδραση στη δυναμική ισορροπία σε σύγκριση με το πλειομετρικό πρόγραμμα πριν την ίδια κυρίως προπόνηση.

Η προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ συμβάλλει στις νευρομυϊκές προσαρμογές, οι οποίες με τη σειρά τους καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την ικανότητα στατικής και δυναμικής ισορροπίας. Σε ένα δομημένο πρόγραμμα ενδυνάμωσης και βελτίωσης της ισορροπίας, θεωρητικά η προπόνηση με ΠΕΑΙΜΡ μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης (δύναμη, στατική και δυναμική ισορροπία, έκρηξη).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1.1. Συσχέτιση μεταξύ ιδιοδεκτικότητας, μυϊκής δύναμης και ικανότητα ισορροπίας

Η ισορροπία ορίζεται ως μία ενέργεια του κεντρικού νευρικού συστήματος που προκύπτει από ιδιοδεκτικά, αιθουσαία και οπτικά σήματα των νευρώνων. Οι κινητικοί νευρώνες ελέγχουν τη στάση και κίνηση του ανθρώπινου σώματος και ρυθμίζουν τη μυϊκή δραστηριότητα. Ο κινητικός έλεγχος και ο έλεγχος της στάσης χωρίζεται σε στατική ισορροπία και δυναμική ισορροπία. Η μεν αφορά την ικανότητα του ανθρώπινου σώματος

να παραμένει ακίνητο όσο πιο κοντά στην αρχική του θέση, ενώ η δε αφορά στην ισορροπία μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών πληροφοριών ως προς την ανάλυση των παραγόντων που επηρεάζουν τις μεταβολές της στατικής κατάστασης (πχ περπάτημα) και τη διατήρηση του κινητικού ελέγχου. Η αρμονική λειτουργία μεταξύ στατικής και δυναμικής ισορροπίας είναι ζωτικής σημασίας για την ασφαλή και κανονική διεκπεραίωση των καθημερινών δραστηριοτήτων στη ζωή ενός ανθρώπου.

Η ικανότητα διατήρησης της ισορροπίας, τόσο σε σταθερή όσο και σε δυναμική κατάσταση, μπορεί να επηρεαστεί από την κόπωση (καρδιοαναπνευστική ικανότητα), την ικανότητα σωματικής δραστηριότητας και τυχόν τραυματισμών στην οσφυϊκή μοίρα ή τα κάτω άκρα. Αυτοί οι λόγοι αποτελούν τους τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου στην ικανότητα ισορροπίας και μπορούν μέσα από ένα δομημένο πρόγραμμα άσκησης και ενεργητικής αποκατάστασης να προληφθούν και να έρθουν σε τιμές τέτοιες που δεν θα αποτελούν κίνδυνο για τον εκάστοτε άνθρωπο. Από την άλλη υπάρχουν και μη τροποποιήσιμοι παράγοντες που επιδρούν αρνητικά στην ικανότητα ισορροπίας. Αυτοί είναι το φύλο και η ηλικία.

Η ιδιοδεκτικότητα προκύπτει από το μυοσκελετικό σύστημα και τους μηχανικούς υποδοχείς. Αυτοί μεταδίδουν νευρικές ώσεις από και προς το κεντρικό νευρικό σύστημα σε μία προσπάθεια αλληλεπίδρασης του οργανισμού με το περιβάλλον και τις εκάστοτε δοκιμασίες.

Οι ιδιοδεκτικοί υποδοχείς χωρίζονται στους αργούς και γρήγορους τύπους. Οι γρήγοροι τύποι υποδοχείς ιδιοδεκτικότητας αντιδρούν γρήγορα στα εξωτερικά ερεθίσματα και εκδίδουν άμεσα νευρικές ώσεις, των οποίων κύρια λειτουργία είναι η κιναισθησία κατά την επιτάχυνση ή επιβράδυνση κατά την αρχή ή την τελική θέση σε μία κίνηση που λαμβάνει χώρα στο περιβάλλον. Οι αργοί τύποι υποδοχείς ιδιοδεκτικότητας συνεχίζουν

χρονικά την αλληλεπίδραση με τα ερεθίσματα και κύρια λειτουργία τους είναι η αίσθηση αλλαγής θέσης και η ακριβή τοποθέτηση των αρθρώσεων στο χώρο κίνησης. Σημαντικό στοιχείο στην κατανόηση και εξατομικευμένη παρέμβαση, στην εξάσκηση ή αποκατάσταση της ιδιοδεκτικότητας και ισορροπίας είναι οι γωνίες κίνησης των αρθρώσεων των κάτω άκρων. (Wang et al 2016).

3.1.2. Η ικανότητα δυναμικής ισορροπίας και η συσχέτιση με τους τραυματισμούς των κάτω άκρων μη επαφής.

Οι τραυματισμοί ανάλογα με το μηχανισμό πρόκλησης χωρίζονται σε επαφής και μη επαφής. Οι τραυματισμοί επαφής αφορούν όλους εκείνους που προκύπτουν μετά από επαφή με ένα εξωτερικό ερέθισμα. Ένα παράδειγμα τραυματισμού επαφής είναι όταν ένας αθλητής ποδοσφαίρου δέχεται τάκλιν από έναν αντίπαλο και τραυματίζεται. Οι τραυματισμοί μη επαφής θεωρούνται και ενδογενούς αιτιολογίας και αποτελούν τη βασική αιτία εξάσκησης και συνεχούς βελτίωσης για όλο τον πληθυσμό. Συγκεκριμένα, στο παράδειγμα του ποδοσφαίρου, η ένταση του εξωτερικού ερεθίσματος (τάκλιν αντιπάλου) αποτελεί το βασικό παράγοντα του τραυματισμού. Εννοείται πως και σε αυτές τις περιπτώσεις ένα υγιές και γυμνασμένο μυοσκελετικό σύστημα θα μπορέσει να απορροφήσει άμεσα μεγαλύτερο μέρος των κραδασμών που θα δεχτεί κατά την επαφή. Ακόμα, ο γυμνασμένος αθλητής πλεονεκτεί και στο κομμάτι της αποκατάστασης τους καθώς το ιστορικό άθλησης και εκγύμνασης αντανακλά σε όλες εκείνες τις διεργασίες που αφορούν τον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα. Το μυϊκό σύστημα έχει μνήμη και ο

συνεπής, στις αθλητικές του υποχρεώσεις, αθλητής θα επιστρέψει γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά σε σχέση με έναν αντίστοιχο τραυματισμό ενός αθλητή που δεν προπονείται επαρκώς.

Η διαφορά μεταξύ τραυματισμών μη επαφής και τραυματισμών επαφής στον αθλητισμό μπορεί να διαλευκανθεί από τη σύγχρονη αθλητιατρική βιβλιογραφία γύρω από την αποκατάσταση του πρόσθιου χιαστού συνδέσμου (Π.Χ.Σ.). Συγκεκριμένα, όταν ο τραυματισμός συμβεί χωρίς επαφή με αντίπαλο και προκύψει μετά από μηχανισμό μη επαφής (όπως απότομο σταμάτημα, κακή προσγείωση και περιστροφικοί ελιγμοί) κατατάσσεται σε μεγαλύτερο κίνδυνο επανατραυματισμού (Yu και Garrett, 2007). Η εξήγηση πίσω από αυτό πιθανώς να κρύβεται στο ότι η αποτυχία που οδήγησε στον τραυματισμό οφείλεται παραπάνω σε ενδογενή αίτια παρά σε εξωγενή.

Η βελτίωση απόδοσης της δυναμικής ισορροπίας φαίνεται να επιδρά θετικά στη διαχείριση και πρόληψη τραυματισμών τόσο στο γενικό όσο και στον αθλητικό πληθυσμό. Οι Butler et al (2013), αξιολόγησαν τη δυναμική ισορροπία αθλητών στην καλοκαιρινή προετοιμασία μέσω του Y Balance Test – Lower Quarter (YBT-LQ). Η δοκιμασία αυτή αξιολογεί το δοκιμαζόμενο ως προς την απόσταση και την επιστροφή στην αρχική θέση. Αφορά τις κατευθύνσεις. Το πόδι που εξετάζεται είναι αυτό που παραμένει στο έδαφος, ενώ το άλλο πηγαίνει προς τα εμπρός (anterior), προς τα πίσω-έξω (posterolateral) και προς τα πίσω-μέσα (posteromedial). Παρακάτω, θα αναλυθεί περισσότερο η μεθοδολογία της δοκιμασίας αυτής. Στη μελέτη παρατηρήθηκε ότι η επίδοση στη δοκιμασία μπορεί να προβλέψει ποιοι δοκιμαζόμενοι βρίσκονται σε κίνδυνο για τραυματισμό μη επαφής στα κάτω άκρα.

3.1.3 Η επίδραση του κινητικού ελέγχου στην αθλητική απόδοση

Η προπόνηση που στοχεύει στη βελτίωση της ισορροπίας και της ενδυνάμωσης του κορμού, γνωστή και ως ενδυνάμωση πυρήνα, συχνά συσχετίζεται με τη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης και της αναγκαίας πρόληψης τραυματισμών. Η στατική ισορροπία αποτελεί βασικό εργαλείο για την παραγωγή δυναμικών και εκρηκτικών κινήσεων, που παρατηρούνται στο αθλητικό επίπεδο. Η βιβλιογραφία έχει ασχοληθεί σημαντικά με τη στατική ισορροπία στην αθλητική απόδοση ενώ έχουν γίνει κάποια σημαντικά βήματα που δείχνουν τη σημαντική σχέση μεταξύ της προπόνησης του πυρήνα και των ειδικών αθλητικών δεξιοτήτων που απαιτεί το κάθε άθλημα.

Ο ρόλος του πυρήνα είναι καθοριστικός, καθώς το συνεχές ενεργοποιημένο κεντρικό νευρικό σύστημα θα φέρει ταχύτερα και πιο αποτελεσματικά τη βέλτιστη κίνηση, δομημένο και με ασφαλή ροή. Ένας δυνατός και ικανός κορμός είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την αναγκαία σταθεροποίηση και παραγωγή δύναμης, ταχυδύναμης και έκρηξης των κάτω άκρων.

Μέρος της ενδυνάμωσης του κορμού είναι και η ενδυνάμωση στην περιοχή της ιερολαγόνιας άρθρωσης, του ισχίου και στη βουβωνική χώρα (Zazulak et al, 2007). Ανωμαλίες ή ανισορροπίες στη σχέση συνεργών – ανταγωνιστών μυϊκών ομάδων του κορμού αποτελούν παράγοντα πιο γρήγορης και πιο σοβαρής μυοσκελετικής και καρδιοαναπνευστικής κόπωσης, μειωμένη αντοχή στην παραγόμενη δύναμη και αντίσταση σε εξωτερικές δυνάμεις και αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού ή επανατραυματισμού στον αθλητικό πληθυσμό (Rivera, 2016).

3.1.4 Η επίδραση της νευρομυϊκής προπόνησης με το βάρος σου σώματος στη δυναμική ισορροπία

Ο νευρομυϊκός έλεγχος αποτελεί σημαντικό παράγοντα διατήρησης της ισορροπίας, ειδικά σε καταστάσεις όπου η βάση στήριξης και το κέντρο του βάρους μετατοπίζεται σε μεγάλη ταχύτητα σε σχέση με το χώρο. Οι Vitale et al (2018) μελέτησαν την επίδραση της νευρομυϊκής προπόνησης στη βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας σε νεαρούς (16-19 ετών) αθλητές σκι. Από τους παράγοντες κινδύνου για τραυματισμούς οι τροποποιήσιμοι παράγοντες φαίνεται να είναι το προπονητικό επίπεδο (τεχνικό και ενδυνάμωση / ιδιοδεκτικότητα) η σημαντικότερη αιτία.

Η νευρομυϊκή προπόνηση χρειάζεται ειδικό εξοπλισμό, όπου η διατήρηση της στάσης και η βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας να δοκιμάζεται σε όλη τη διάρκεια της προπόνησης και ασκήσεις με το βάρος του σώματος (ενδυνάμωση κορμού σε συνδυασμό με Πλειομετρικές ασκήσεις). Στη μελέτη τους για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε το Y balance test (YBT-LQ). Φτωχά αποτελέσματα στη δοκιμασία αυτή συχνά υποδεικνύει αυξημένο κίνδυνο τραυματισμού των άκρων με μηχανισμό μη επαφής, ειδικά στον αθλητικό πληθυσμό. Οι προπονήσεις έγιναν 2 φορές την εβδομάδα για 8 εβδομάδες. Από τη μελέτη φάνηκε ότι το πρωτόκολλο άσκησης βελτίωσε τη δυναμική ισορροπία (βελτιωμένα ευρήματα από την αξιολόγηση μέσω YBT-LQ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στο ιδιωτικό φυσικοθεραπευτήριο PhysioKaterini Chontolidis Panos. Σκοπός της παρούσας εργασίας, ήταν η διερεύνηση της προπόνησης με έμφαση στην ενδυνάμωση και ασκήσεις ισορροπίας και συντονισμού στη βελτίωση της δυναμικής ισορροπίας (η οποία μετρήθηκε με το κλινικό λειτουργικό τεστ Y Balance Test Lower Quarter (YBT-LQ) (Εικόνα 4.1.1). Επίσης, στην προπόνηση εντάχθηκε και η μέθοδος περιορισμού αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ) (Εικόνα 4.1.2), όπου έγινε χρήση στο κυρίαρχο πόδι του εκάστοτε συμμετέχοντα.



Εικόνα 4.1.1. Δοκιμασία Y Balance



Εικόνα 4.1.2. Εξοπλισμός Περιορισμού Αιματικής Ροής (ΠΕΑΙΜΡ): Ειδικό Doppler, Μανόμετρο, Περιμηρίδα

4.2 ΗΘΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Η παρούσα μελέτη εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στα Τρίκαλα και η αίτηση εγκρίθηκε από την Επιτροπή με αριθμό πρωτοκόλλου. Έπειτα δόθηκε στους εθελοντές ένα

έντυπο ενημέρωσης και συναίνεσης μετά από πληροφόρηση. Η συγκεκριμένη μελέτη τηρεί τις βασικές αρχές της ηθικής και δεοντολογίας, σεβόμενη πλήρως τα ανθρώπινα δικαιώματα και τα προσωπικά δεδομένα.

4.3. ΔΕΙΓΜΑ

4.3.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Στην έρευνα έλαβαν μέρος 12 άτομα ηλικίας 17-34 (με μέσο όρο ηλικίας 23.7 ± 5.5). Ο μέσος όρος του ύψους τους ήταν $179,08 \pm 8,15$ εκατοστά και του βάρους $75,66 \pm 12,07$. Από τα παραπάνω γνωρίζουμε ότι τα 12 άτομα έχουν μέσο όρο Δείκτη Μάζας Σώματος (Δ.Μ.Σ.) 23.5 ± 3.19 (Πίνακας 4.3.1.1). Όσον αφορά τα ειδικά χαρακτηριστικά που πάρθηκαν για τη χρήση της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ) , οι συμμετέχοντες στην έρευνα είχαν μέσο όρο 60.83 εκατοστά (± 5.82) περιφέρεια μηρού στο κυρίαρχο πόδι, που πάρθηκε για τον υπολογισμό της πίεσης στην άσκηση. Επίσης, η μέγιστη αρτηριακή απόφραξη κυμαίνεται από 150 έως 220 (με μέσο όρο 172.02 ± 18.76) (Πίνακας 4.3.1.2). Τέλος, άλλο ένα ειδικό χαρακτηριστικό που μετρήθηκε στην έρευνα αυτή ήταν το μήκος του κάθε ποδιού. Αυτό έγινε για τη σύνθεση αποτελεσμάτων στη δοκιμασία ισορροπίας Y Balance test (YBT). Συγκεκριμένα οι συμμετέχοντες είχαν μέσο όρο 96.16 εκατοστά μήκος κυρίαρχου ποδιού και 96.08 εκατοστά μέσο όρο μήκος μη κυρίαρχου ποδιού.

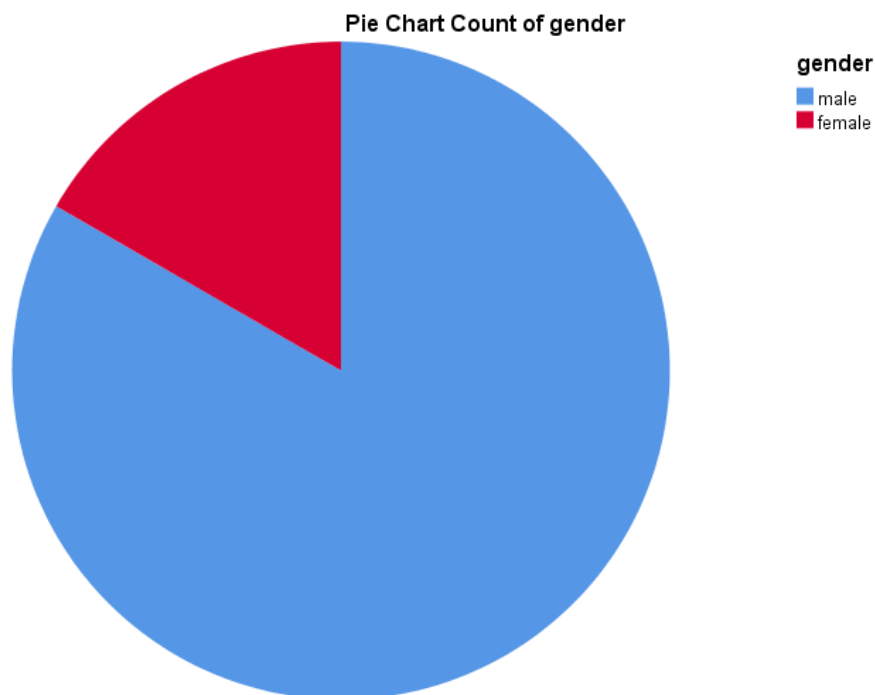
Όλοι οι εθελοντές ενημερώθηκαν για τον τρόπο συμμετοχής τους στην έρευνα γραπτά, μέσω του έντυπου ενημέρωσης που τους δόθηκε και έδωσαν τη γραπτή συναίνεση τους πριν την έναρξη των μετρήσεων. Επίσης, κάθε συμμετέχοντας συμπλήρωσε ένα ειδικό ερωτηματολόγιο ασφαλείας για την ομαλή χρήση της προπόνησης ΠΕΑΙΜΡ. Τέλος, η πλειοψηφία των συμμετεχόντων ήταν άνδρες (10) ενώ συμμετείχαν και 2 γυναίκες (Πίνακας 4.3.1.3).

| Μέγεθος (12 άτομα) | Ηλικία (σε χρόνια) | Ύψος (σε εκατοστά) | Βάρος (σε κιλά) | Δείκτης Μάζας Σώματος |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------|
| Μέσος όρος (mean) | 23.75 | 179.08 | 75.66 | 23.5 |
| Τυπική απόκλιση (SD) | 5.51 | 8.15 | 12.07 | 3.1 |
| Χαμηλότερη τιμή | 17 | 166 | 55.0 | 19.0 |
| Υψηλότερη τιμή | 34 | 194 | 98.0 | 32.0 |

Πίνακας 4.3.1.1. Βασικά χαρακτηριστικά δείγματος που έλαβαν μέρος στην έρευνα

| Μέγεθος (12 άτομα) | Περιφέρεια μηρού κυρίαρχου ποδιού (σε εκατοστά) | Μέγιστη αρτηριακή απόφραξη κυρίαρχου ποδιού (σε χιλιοστά της στήλης υδραργύρου /mmHg) | Μήκος κυρίαρχου ποδιού (σε εκατοστά) | Μήκος ΜΗ-κυρίαρχου ποδιού (σε εκατοστά) |
|-----------------------------|--|--|---|--|
| Μέσος όρος (mean) | 60.83 | 172.0 | 96.16 | 96.08 |
| Τυπική απόκλιση (SD) | 5.82 | 18.76 | 7.19 | 7.07 |
| Χαμηλότερη τιμή | 52.0 | 150 | 90.0 | 90.0 |
| Υψηλότερη τιμή | 71.0 | 220 | 116 | 115.5 |

Πίνακας 4.3.1.2 Ειδικά χαρακτηριστικά δείγματος που έλαβαν μέρος στην έρευνα



Γράφημα 4.3.1.3. Γράφημα φύλου (Άνδρες – Γυναίκες) συμμετεχόντων που έλαβαν μέρος στην έρευνα

4.3.2. ΜΕΘΟΔΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Το δείγμα αποτελείται από παλιούς πελάτες και συνεργάτες του φυσικοθεραπευτήριου PhysioKaterini Chontolidis Panos, που εργάζεται ως υπάλληλος ο μεταπτυχιακός φοιτητής. Πληρούν τα κριτήρια εισαγωγής και ήταν δειγματοληψία βάσει σκοπού. Πιο συγκεκριμένα, ήταν συνδυασμός «δείγματος ευκολίας» και «δείγματος χιονοστιβάδας», που συμπεριέλαβε υγιείς κατοίκους της Κατερίνης, όπου θα μπορούσαν να τηρήσουν εξ αρχής τη συχνότητα και κλιμάκωση της έρευνας. Επίσης, εκ των προτέρων προτάθηκαν άτομα, τα οποία έχουν κάνει πρόσφατα εξετάσεις σε καρδιολόγο και δεν έχουν κάποιο ιστορικό

καρδιοπάθειας ή πρόσφατες καρδιαγγειακές ανωμαλίες (στα πλαίσια ασφάλειας της προπόνησης περιορισμού αιματικής ροής). Τέλος, να αναφερθεί ότι ο συνδυασμός δείγματος ευκολίας και χιονοστιβάδας αποτελεί το πιο συχνό τρόπο δειγματοληψίας σε πειραματικές έρευνες.

4.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

4.4.1. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Ο υποψήφιος θα πρέπει να έχει συμπληρώσει το 17^ο έτος της ηλικίας του, να είναι υγιής και πρόσφατα να έχει κάνει μία γενική εξέταση αίματος και τυπική επίσκεψη σε καρδιολόγο που να επιβεβαιώνει την άριστη γενική υγεία και κυρίως την καρδιοαναπνευστική ικανότητα.

4.4.2. ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΥ

Ο υποψήφιος ή η υποψήφια δεν θα πρέπει να έχει οποιαδήποτε καρδιοπάθεια, υπέρταση, υψηλή πίεση, προβλήματα πήξης του αίματος, ιστορικό θρόμβωσης. Εάν πρόκειται για γυναίκα να μην βρίσκεται σε κύηση ή να κάνει κάποια θεραπεία που να συσχετίζεται με γυναικολογικά θέματα. Επίσης, θα αποκλειστούν υποψήφιοι οι οποίοι είχαν μυοσκελετικό τραυματισμό και ιστορικό χειρουργείου τους τελευταίους 6 μήνες στην οσφυϊκή μοίρα και

τα κάτω άκρα. Τέλος, από την μελέτη αποκλείονται συμμετέχοντες και συμμετέχουσες, οι οποίοι/ες παράλληλα ασχολούνται ατομικά με τη βελτίωση της ισορροπίας τους σε άλλα προγράμματα.

4.5. ΧΩΡΟΣ- ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΧΩΡΟΥ

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στον πρώτο όροφο θεραπευτικής άσκησης του ιδιωτικού φυσικοθεραπευτηρίου PhysioKaterini Chontolidis Panos στην Κατερίνη, Πιερίας. Ο χώρος (Εικόνα 4.5.) διαμορφώθηκε με τέτοιο τρόπο, ώστε να εκτελεστούν όλες οι δραστηριότητες (αξιολόγηση και παρέμβαση) της μελέτης με καθορισμένο και ασφαλή, για όλους τους συμμετέχοντες, τρόπο.



Εικόνα 4.5. Χώρος αξιολόγησης (δοκιμασία Y Balance)

4.6. ΠΙΛΟΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Βασικό κομμάτι του προπαρασκευαστικού σταδίου μίας έρευνας αποτελεί η πιλοτική έρευνα. Πριν την κανονική έναρξη της έρευνας και αφού είχε κατατεθεί η ερευνητική πρόταση, έγιναν κάποιες δοκιμαστικές μετρήσεις και προπονήσεις ενδυνάμωσης και

ισορροπίας προκειμένου να σχεδιαστεί και να οργανωθεί καλύτερα η έρευνα και να εντοπιστούν και να αντιμετωπιστούν πιθανά προβλήματα.

Αρκετές φορές η πιλοτική έρευνα μπορεί να οδηγήσει σε τροποποίηση της αρχικής ερευνητικής πρότασης. Στην παρούσα μελέτη, η πιλοτική μελέτη έγινε σε δείγμα 2 ατόμων. Με τον τρόπο αυτό, εντοπίστηκαν κάποια πρακτικά λάθη και αφού διορθώθηκαν ξεκίνησε η διαδικασία εύρεσης του κυρίως δείγματος. Τα λάθη που εντοπίστηκαν αφορούσαν κυρίως την προοδευτικότητα και τη συχνότητα της κάθε προπόνησης, με την τελική απόφαση να προϋποθέτει το να διεξαχθεί με ένα πιο εξατομικευμένο χαρακτήρα.

4.7. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ

Αρχικά, ο κάθε εθελοντής, πριν ξεκινήσει τις μετρήσεις αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας τους δόθηκε ένα έντυπο ενημέρωσης για τους σκοπούς της έρευνας, ένα ερωτηματολόγιο για την ομαλή και ασφαλή χρήση της μεθόδου περιορισμού αιματικής ροής και στη συνέχεια τους δόθηκε χρόνος για οποιαδήποτε απορία σχετικά με τη μελέτη και το πως θα κινηθούν οι προπονήσεις. Αφού κατανοήθηκαν τα βασικά μέρη της μελέτης υπέγραψαν το έντυπο συναίνεσης.

Αμέσως μετά καταγράφηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε εθελοντή και οι βασικές του πληροφορίες. Συγκεκριμένα μετρήθηκε το ύψος (σε εκατοστόμετρα) και το βάρος (σε κιλά). Για τις δύο αυτές μετρήσεις, ο κάθε συμμετέχων ήταν ξυπόλητος, φορώντας μόνο ελαφρύ ρουχισμό. Από τα στοιχεία αυτά έγινε ο υπολογισμός του δείκτη μάζας σώματος.

Στη συνέχεια για τη χρήση της μεθόδου ΠΕΑΙΜΡ, μετρήθηκε η περιφέρεια του μηρού του κυρίαρχου ποδιού (με τη χρήση μεζούρας). Ο εθελοντής βρισκόταν σε όρθια θέση με τα πόδια του ελαφρά πιο έξω από το ύψος των ώμων και μετρήθηκε η περιφέρεια από το τέλος της γλουτιαίας πτυχής. (Εικόνα 4.7.1) Επίσης, μετρήθηκε η μέγιστη αρτηριακή απόφραξη του κυρίαρχου ποδιού με τη χρήση φορητού υπέρηχου Doppler (Εικόνα 4.7.2). Η τιμή της μέγιστης αρτηριακής απόφραξης ήταν η τιμή εκείνη όπου εξαφανιζόταν χτύπος της καρδιάς. Η περιμερίδα τοποθετήθηκε στο τέλος της γλουτιαίας πτυχής (τόσο στις μετρήσεις πριν και μετά όσο και στην κυρίως παρέμβαση), ενώ η κεφαλή του ειδικού Doppler βρισκόταν στην οπίσθια κνημιαία αρτηρία, δίπλα στο έσω σφυρό. Η θέση όπου έγινε η αξιολόγηση αυτή ήταν η ύπτια, η οποία προτιμήθηκε και κατά την εφαρμογή και χαλάρωση σε όλες τις συνεδρίες προπονήσεις. (Εικόνα 4.7.3)

Πριν την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας μέσω του Y balance test, μετρήθηκε το μήκος του κάθε ποδιού (από την πρόσθια άνω λαγόνια άκανθα – έσω σφυρό) με χρήση μεζούρας (Beattie et al, 1990) (Εικόνα 4.7.4).

Κατά την αξιολόγηση μέσω του Y balance test , χρησιμοποιήθηκε βίντεο από το διαδίκτυο που να δείχνει το πως θα εκτελεστεί η δοκιμασία, στη συνέχεια δόθηκαν από 6 προσπάθειες εξοικείωσης και έπειτα έγιναν οι επίσημες καταγραφές. Αυτές αφορούν 3 προσπάθειες στις τρεις κατευθύνσεις (πρόσθια κατεύθυνση, οπίσθια έξω και οπίσθια μέσα), όπου κρατήθηκε η καλύτερη προσπάθεια των τριών προσπαθειών της κάθε κατεύθυνσης και των δύο ποδιών. Όλοι οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν και πριν την παρέμβαση και στο τέλος με το κυρίαρχο πόδι τη δοκιμασία αξιολόγησης της δυναμικής ισορροπίας. Κατά την εκτέλεση των κινήσεων, στον ειδικά διαμορφωμένο χώρο ήταν μόνο

ο φοιτητής που διεξάγει τη μελέτη και ο συμμετέχων. Επίσης, δόθηκε μεγάλη σημασία στο φωτισμό και τη θερμοκρασία του χώρου και μόνο όταν ο εκάστοτε εθελοντής ένιωθε καλά στο περιβάλλον ξεκίνησε τις προσπάθειες εξοικείωσης και τις τρεις επίσημες.

Για τη σωστή και αντικειμενική διεκπεραίωση των μετρήσεων, οι εθελοντές δεν έλαβαν κάποια συμβουλή στις επίσημες προσπάθειες. Τα αποτελέσματα πριν και μετά δεν κοινοποιήθηκαν σε τρίτους και οι πράξεις για τη συνολική εικόνα πριν και μετά των μετρήσεων δεν έγιναν πριν την ολοκλήρωση της μελέτης, ως μία προσπάθεια να παραμείνει ο φοιτητής που διεξάγει τη μελέτη κατά το μέγιστο δυνατό αντικειμενικός, αμερόληπτος και να μην παρέμβει ξεχωριστά προς όφελος των αποτελεσμάτων.



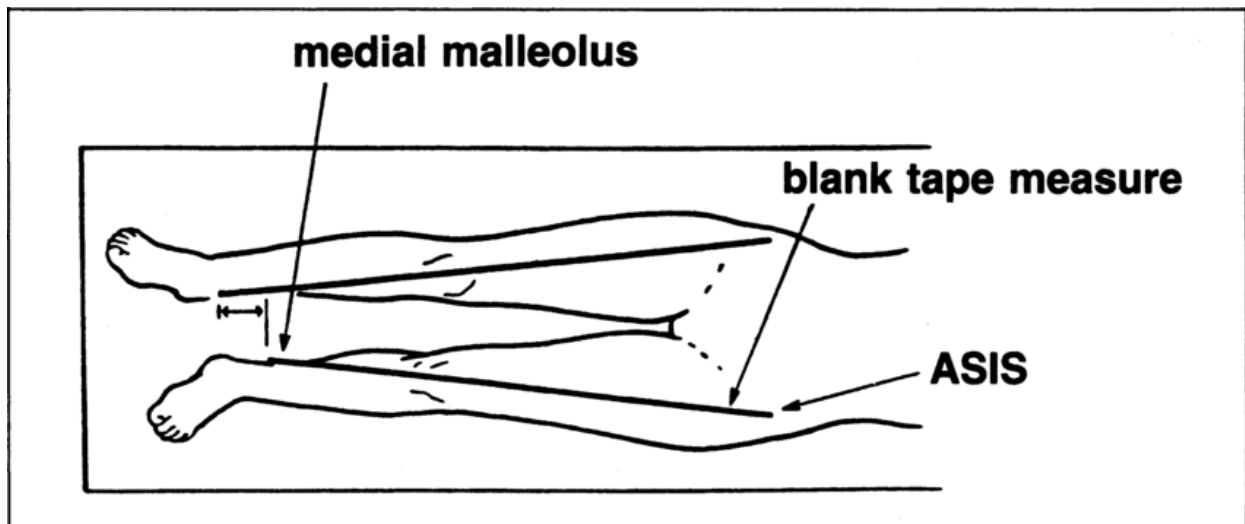
Εικόνα 4.7.1 Μέτρηση περιφέρειας μηρού με τη χρήση μεζούρας.



Εικόνα 4.7.2. Sonotrax Lite Pocket Doppler υπερήχων απλής (διαλείπουσα ακρόαση) ακρόασης



Εικόνα 4.7.3. Μέτρηση μέγιστης απόφραξης (κυρίαρχου) άκρου με τη χρήση ειδικού φορητού Doppler από ύπτια θέση.



Εικόνα 4.7.4. Μέτρηση μήκους άκρου με τη χρήση μεζούρας από ύπτια θέση (μερος της δοκιμασίας Y Balance)

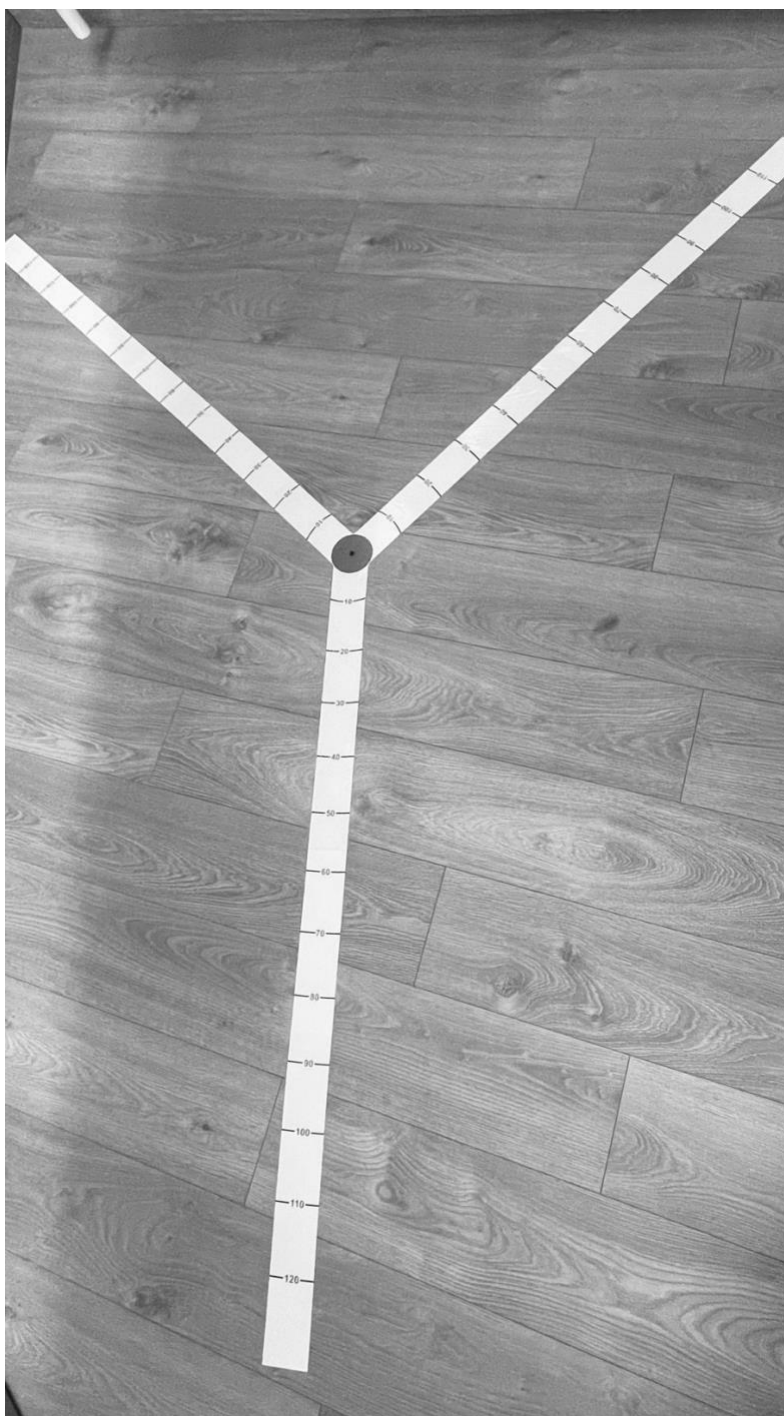
4.7.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ Y BALANCE TEST

Η δοκιμασία y balance test χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της ισορροπίας του κάθε εθελοντή προς τρεις κατευθύνσεις: πρόσθια, οπίσθια έξω και οπίσθια μέσα. Κατά την εκτέλεση των κινήσεων, το σταθερό πόδι όπου δοκιμάζεται παραμένει σταθερό με το μεγάλο δάκτυλο να πατάω την ειδική βούλα που προστέθηκε για ευκολία χρήσης και εξασφάλισης πιο αντικειμενικών μετρήσεων. Εξοικείωση έγινε και με την παρακολούθηση βίντεο από το διαδίκτυο, επεξήγηση από το φοιτητή που έκανε τη μελέτη και τέλος δόθηκαν έξι (6) προσπάθειες εξοικείωσης προς κάθε κατεύθυνση και στα δύο πόδια. Οι μετρήσεις ξεκίνησαν στο κυρίαρχο πόδι για όλους.

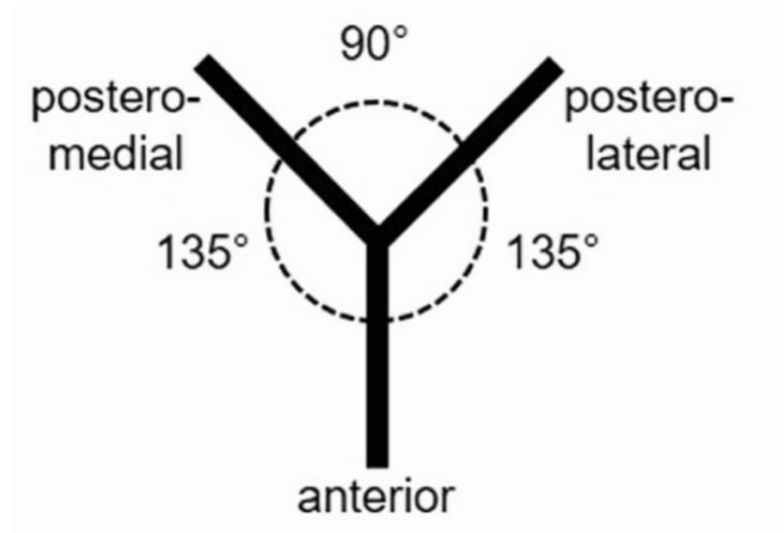
Από τις τρεις επίσημες μετρήσεις που καταγράφηκαν για κάθε κατεύθυνση, κρατήθηκε η καλύτερη επίδοση. Ακυρωμένη προσπάθεια θεωρήθηκε κάθε απώλεια ισορροπίας του

πίσω ποδιού καθώς επίσης και όταν το πόδι που κινούνταν πατούσε αντί να ακουμπήσει και να επιστρέψει στην αρχική θέση ή ακουμπούσε εκτός των ειδικών γραμμών. Για τη δοκιμασία δόθηκαν ειδικές οδηγίες ως προς τις μοίρες μεταξύ των τριών κατευθύνσεων ενώ ζητήθηκε η καταγραφή των εκατοστημορίων ανά δέκα για διευκόλυνση του φοιτητή που αξιολογούσε τα αποτελέσματα των εθελοντών.

Ο κάθε συμμετέχων ξεκίνησε τις επίσημες προσπάθειες με την παρακάτω σειρά: πρόσθια κατεύθυνση (anterior direction), οπίσθια έξω (posterolateral direction) και οπίσθια έσω (posteromedial direction). Εάν χανόταν η ισορροπία σε μία από τις τρεις κατευθύνσεις, ο συμμετέχων μηδενιζόταν και συνέχιζε στις επόμενες. Κατά τις επίσημες προσπάθειες, στο δωμάτιο βρισκόταν μόνο ο εθελοντής που εκτελούσε τις προσπάθειες και ο φοιτητής που κάνει τη μελέτη, ώστε να καταγράψει τις επιδόσεις. Οι μετρήσεις πριν και μετά την παρέμβαση έγιναν την ίδια ώρα της ημέρας, ενώ οι επαναμετρήσεις έγιναν τουλάχιστον 24 ώρες μετά την τελευταία παρέμβαση / προπόνηση δύναμης και ιδιοδεκτικότητας. Αυτό αποφασίστηκε εκ των προτέρων για τον περιορισμό των αναμενόμενων βραχυπρόθεσμων νευρομυϊκών προσαρμογών που προκύπτουν μετά από μία προπόνηση δύναμης και ισορροπίας. (Εικόνα 4.7.1.1 ; Εικόνα 4.7.1.2)



Εικόνα 4.7.1.1. Πλατφόρμα δοκιμασίας Y balance



Εικόνα 4.7.1.2. Χαρακτηριστικά πλατφόρμας Y Balance που χρησιμοποιήθηκε στην πειραματική μελέτη

4.7.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΑΣΚΗΣΗΣ

Ο κάθε συμμετέχων έλαβε δέκα προπονήσεις με στόχο τη βελτίωση της δύναμης, της ισορροπίας / ιδιοδεκτικότητας και του συντονισμού των κάτω άκρων. Το πρωτόκολλο άσκησης χωρίστηκε σε ζέσταμα, κυρίως προπόνηση και χαλάρωμα. Και στα τρία στάδια το –υποκειμενικά – κυρίαρχο πόδι ασκούσαν υπό τη χρήση του ειδικού εξοπλισμού ΠΕΑΙΜΡ.

Οι παράμετροι άσκησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής:

- **Συχνότητα προπονήσεων:** 2 φορές την εβδομάδα για 5 εβδομάδες

- Ένταση προπόνησης:** Η ένταση / δυσκολία του προγράμματος έγινε εξατομικευμένα με βάση βασικά κριτήρια του κάθε ασκούμενου (όπως ιστορικό άθλησης, ιστορικό με ισορροπιστικό εξοπλισμό τύπου δίσκο ισορροπίας ή bosu). Στις μονοποδικές ασκήσεις δύναμης και ισορροπίας, το κυρίαρχο πόδι (προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ) ασκήθηκε στο 30-40% της 1 Μέγιστης Επανάληψης, ενώ η ένταση του μη κυρίαρχου ποδιού (παραδοσιακή προπόνηση) έφτασε έως το 70% της 1 Μέγιστης Επανάληψης. Η Μέγιστη Επανάληψη υπολογίστηκε μέσα από την πρόβλεψη κατά Adams. Πιο συγκεκριμένα η πρόβλεψη κατά Adams αφορά στην πρόβλεψη της 1 Μέγιστης Επανάληψης μέσα από την αξιολόγηση της δύναμης μέσα από 5 – 10 επαναλήψεις. Η εξίσωση που προκύπτει είναι $1 \text{ Μέγιστη Επανάληψη (Μ.Ε.)} = \text{Το βάρος με το οποίο χρησιμοποιήθηκαν οι επαναλήψεις (Β.Π.Ε.)} \div 1 - (0.02 \times \text{Αριθμό επαναλήψεων ως την εξάντληση, εν συντομία Α.Ε.Ε.})$.
- Χρόνος προπόνησης** (σετ, επαναλήψεις, χρόνος ξεκούρασης, συνολική διάρκεια προπόνησης) : Στις διποδικές ασκήσεις δύναμης και ισορροπίας ακολουθήθηκε το πιο διαδεδομένο πρωτόκολλο χρήσης ΠΕΑΙΜΡ, 4 κύκλοι (σετ) των 30-15-15-15 επαναλήψεων, με διάλειμμα έως 45 δευτερόλεπτα ανάμεσα στο κάθε σετ και 1-3 λεπτά μεταξύ των ασκήσεων. Στις μονοποδικές ασκήσεις το κυρίαρχο πόδι με ΠΕΑΙΜΡ συνέχισε το 4X30-15-15-15 ενώ το μη κυρίαρχο πόδι δούλεψε 4X15-12-10-8, αρνητικά συσχετισμένο με την ένταση του κάθε σετ. Όσο ανέβαινε η ένταση, τόσο μειωνόντουσαν οι αριθμοί επαναλήψεων. Τέλος όσον αφορά το χρόνο ξεκούρασης ανάμεσα στα σετ και τις ασκήσεις μονοποδικής στήριξης ισχύουν οι ίδιοι παράμετροι που ακολουθήθηκαν και στις ασκήσεις διποδικής στήριξης.
- Είδος άσκησης:** Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, το είδος άσκησης των προπονήσεων που έλαβαν οι συμμετέχοντες ήταν προπόνηση δύναμης και

ισορροπίας. Για τη δύναμη, χρησιμοποιήθηκαν βαράκια, kettlebell, μπάρα με πλάκες, ενώ για την ισορροπία χρησιμοποιήθηκαν δίσκοι ισορροπίας (δύο βαθμών δυσκολίας), επιφάνεια bosu, πλειομετρικό κουτί 3 διαστάσεων, stepper, μαξιλαράκια αφρού, στρώμα ισορροπίας (Εικόνα 4.7.2.1.).



Εικόνα 4.7.2.1. Ασκήσεις δύναμης, ισορροπίας και συντονισμού που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη

- **Όγκος προπόνησης:** Ο όγκος άσκησης μετρήθηκε στην πρώτη και τελευταία φάση της κάθε προπόνησης (ζέσταμα και χαλάρωμα) με τη χρήση των πληροφοριών που έδινε το GearUp Air Bike (Εικόνα 4.7.2.2) και ο κυλιόμενος τάπητας (Εικόνα 4.7.2.3). Στη δεύτερη φάση / κυρίως προπόνηση ο όγκος υπολογιζόταν από την προφορική υποκειμενική κλίμακα δυσκολίας και κόπωσης στην ενδυνάμωση και την προφορική υποκειμενική κλίμακα δυσκολίας ως προς τη διατήρηση της ισορροπίας. Και οι δύο κλίμακες, αποτέλεσαν μία πρακτική πατέντας για τη διευκόλυνση της προσπάθειας.



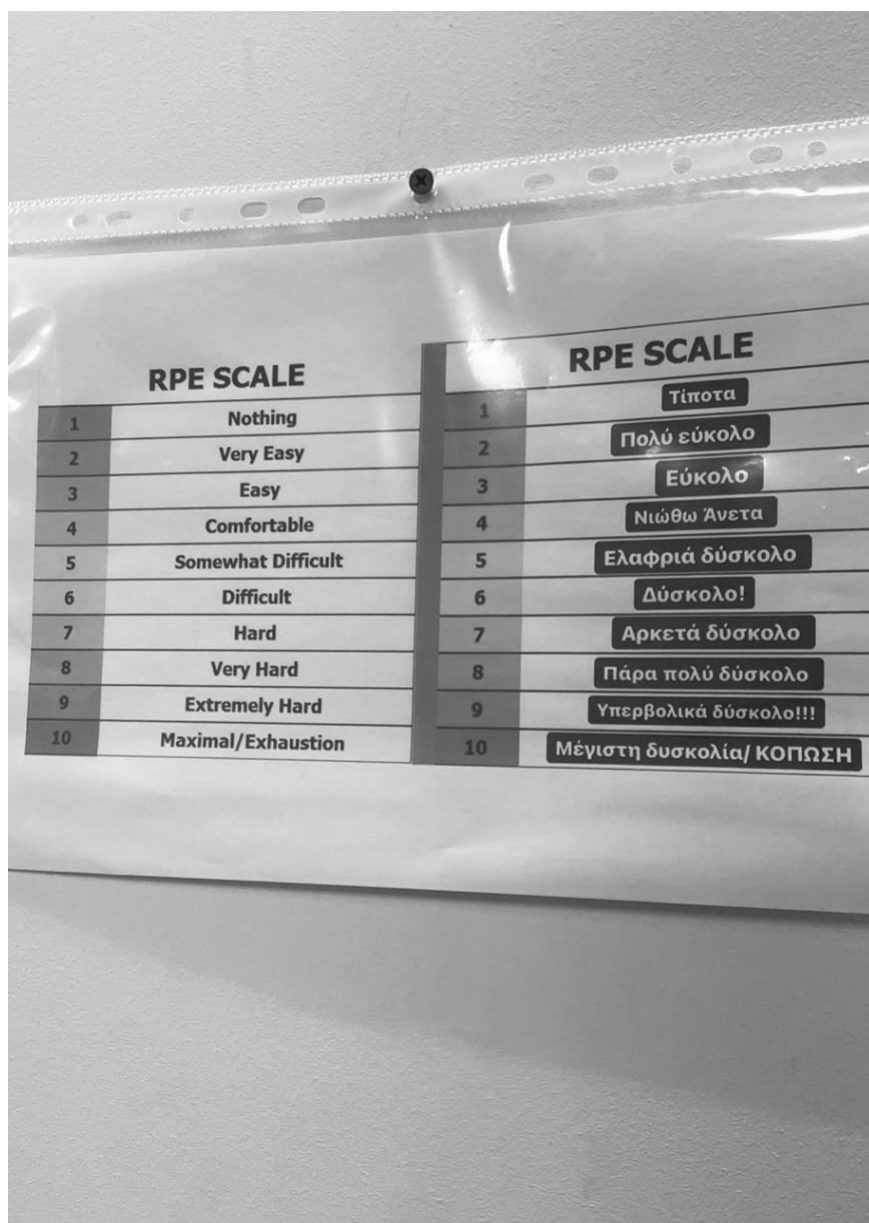
Εικόνα 4.7.2.2. Ποδήλατο γυμναστικής



Εικόνα 4.7.2.3. Κυλιόμενος τάπητας / διάδρομος γυμναστικής

- **Προοδευτικότητα προπόνησης:** Η προοδευτικότητα των προπονήσεων δεν ήταν ίδια για όλους τους συμμετέχοντες. Συγκεκριμένα, ανάλογα τις προπονητικές ικανότητες και το ιστορικό άθλησης, η προοδευτικότητα ήταν γρηγορότερη σε σχέση με τους λιγότερο προπονημένους συμμετέχοντες. Η πρώτη εβδομάδα (2

προπονήσεις) ήταν η μόνη εβδομάδα, όπου όλοι οι συμμετέχοντες έκαναν σχετικά τα ίδια πράγματα. Τις υπόλοιπες προπονήσεις σημαντικό εργαλείο που καθόριζε την προοδευτικότητα των προπονήσεων ήταν η κλίμακα Υποκειμενικής εξάντλησης (Lea et al, 2020) (Εικόνα 4.7.2.4). Η κλίμακα αυτή αφορά το βαθμό δυσκολίας που υποκειμενικά έδινε ο ασκούμενος κατά τη διάρκεια των επαναλήψεων. Αποτελείται από 0 έως 10, όπου 0=καμία δυσκολία και 10=μέγιστη δυσκολία / κατάσταση κόπωσης. Τηρήθηκε η αρχή οι ασκήσεις να είναι κοντά στο 4 με 7 στα 10. Όπου ήταν η αίσθηση υποκειμενικά χαμηλότερη δυσκολία, ανέβαινε κάποια από τις παραμέτρους της προπόνησης, με πρώτη επιλογή την ένταση και όχι την επιπλέον συχνότητα λόγω της προσπάθειας να σεβαστούν οι βασικές αρχές της ενδυνάμωσης και να μην εκτεθεί σε κίνδυνο ενοχλήσεων από την περισσότερη, σε χρόνο, χρήση της προπόνησης με ΠΕΑΙΜΡ. Έγινε από την πρώτη ημέρα εξοικείωση, ενώ σε όλη τη διάρκεια της διεξαγωγής της έρευνας η κλίμακα αυτή παρέμεινε κρεμασμένη στο χώρο άθλησης των συμμετεχόντων. Τα παραπάνω έγιναν στην προσπάθεια της μελέτης να αποκτήσει εξατομικευμένο χαρακτήρα και να βοηθήσει περισσότερο και πιο αποτελεσματικά τη δυναμική ισορροπία του εκάστοτε συμμετέχον- ουσας.



Εικόνα 4.7.2.4. Κλίμακα υποκειμενικής εξάντλησης.

| Ημέρα Παρέμβασης | Προθέρμανση | Κυρίως προπόνηση-παρέμβαση | Αποθεραπεία |
|---------------------|-----------------------|---|-----------------------|
| 1 ^η | 5 λεπτά ποδήλατο ή | Δ.Ι.(στατικά, μετατοπίσεις πρόσθια πλάγια), ημικαθίσματα σε δίσκο, | 5 λεπτά ποδήλατο ή |

| | | | |
|----------------|---|---|--|
| | κυλιόμενο τάπητα με τη | πρόσθιο step up στο stepper, pistol ημί- κάθισμα | κυλιόμενο τάπητα με τη |
| 2 ^η | χρήση ΠΕΑΙΜΡ στο κυρίαρχο πόδι (ΚΥΕ <8/10) | Δ.Ι. (μονοποδική στήριξη και μετατοπίσεις) , ημί κάθισμα στο Δ.Ι., μονοποδική κάμψη γόνατος στο Δ.Ι. , πρόσθιο step up στο stepper με στήριξη στα δάκτυλα του ποδιού | χρήση ΠΕΑΙΜΡ στο κυρίαρχο πόδι (ΚΥΕ <6/10) |
| 3 ^η | | Δ.Ι. (μονοποδική στήριξη και μετατοπίσεις), βαθύ κάθισμα στο Δ.Ι., μονοποδική κάμψη γόνατος στο Δ.Ι. και κίνηση του άλλου άκρου σε 3 κατευθύνσεις (πρόσθια – έξω και οπίσθια) , stepper και heels up με αντίσταση | |
| 4 ^η | | Δ.Ι.: Single Leg RDL (DL: 30X15X15X15 επαναλήψεις, ένταση: 4-6 κιλά , NDL 20X15X12X10 επαναλήψεις, ένταση: 8- 10κιλά), Πλάγιο ανέβασμα σε stepper , πρόσθιο ανέβασμα σε κουτί 40εκ, | |
| 5 ^η | | Αφρώδη ασταθή επιφάνεια: μονοποδική στήριξη 2X1λεπτό σε κάθε πόδι, 3X1λεπτό με αντίσταση , πλάγιο ανέβασμα στο κουτί , πρόσθιες προβολές | |

| | | | |
|-----------------|--|---|--|
| | | (Bulgarian split squat) σε κουτί | |
| 6 ^η | | Αφρώδη ασταθή επιφάνεια: μονοποδική στήριξη 2Χ1λεπτό σε κάθε πόδι, 3Χ1λεπτό πάσες μπάλα , πρόσθιες προβολές (BSQ) στο κουτί, αρσεις θανάτου (DeadLift) | |
| 7 ^η | | Bosu: προσγειώσεις , μονοποδική στήριξη (2λ/πόδι Χ2 και 3 ^ο σετ με αντίσταση μπάλας (3κιλά μπάλα στο κυρίαρχο, 5κιλά στο μη κυρίαρχο) κυκλικές κινήσεις γύρω από το κεφάλι , κορμό και άλλο άκρο) | |
| 8 ^η | | Bosu: προσγειώσεις και πάσες , μονοποδικό RDL οπίσθια κίνηση , squat με έκρηξη στην επαναφορά, / swings με kettlebell, | |
| 9 ^η | | Bosu to bosu : skipping, άλματα πρόσθια και πλάγια, deadlift με heel raise (με χρήση πλατφόρμα πελματιαίας κάμψης) , hip thrust με μπάρα στο έδαφος | |
| 10 ^η | | Hip thrust με χρήση κουτιού, bosu training (άλματα, προσγειώσεις, μονοποδικά RDL 3 κατευθύνσεων), squat | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | με μπάρα, αφρώδη επιφάνεια ιδιοδεκτική επίδοση (στατικά με μάτια κλειστά, ρίψεις μπάλας) | |
|--|--|--|--|

Πίνακας 4.7.2.1. Πειραματικό πρωτόκολλο παρέμβασης , ΚΥΕ: Κλίμακα

Υποκειμενικής Εξάντλησης, Δ.Ι.: Δίσκος Ισορροπίας, DL: Dominant leg (κυρίαρχο πόδι),

NonBFR-NDL: Non Blood Flow Restriction (intervention) Non Dominant Leg, RDL: Romanian

DeadLift, BSQ: Bulgarian Split Squat

| Βασικές Αρχές πειραματικού πρωτοκόλλου |
|---|
| 4 ασκήσεις ανά παρέμβαση (συνεδρία) |
| Ξεκούραση έως 30 δευτερόλεπτα ανά σετ και 60 δευτερόλεπτα ανά άσκηση |
| Στη μέση της προπόνησης γίνεται χαλάρωση του ΠΕΑΙΜΡ εξοπλισμού (περιμηρίδα) |
| Η αντίσταση σε κάθε άσκηση δίνεται στο 3 ^ο και 4 ^ο σετ και η αναλογία αντίστασης είναι 0.5:1.0 (Κυρίαρχο που προπονείται με την ΠΕΑΙΜΡ: Μη Κυρίαρχο που εξασκείται με την παραδοσιακή προπόνηση) |
| Ο Ρυθμός εκτέλεσης των ασκήσεων ήταν 2'' (σύγκεντρη) – 2'' (έκκεντρη) στις ασκήσεις δύναμης ενώ στις ισορροπιστικές ασκήσεις (δίσκο, αφρώδη επιφάνεια, bosu) έγιναν παραλλαγές για περαιτέρω πρόκλησης ισορροπιστικής ικανότητας. Σε περιπτώσεις όπου δεν μπορούσε ο εθελοντής να τηρήσει το ρυθμό, έγινε χρήση μετρονόμου (μέσω εφαρμογής κινητού) |
| Η ένταση των ασκήσεων ήταν μεταξύ 20% και 50% για το κυρίαρχο πόδι και >65% για το μη |

| |
|---|
| κυρίαρχο πόδι της 1 Μέγιστης Επανάληψης, ενώ στις διποδικές ασκήσεις δύναμης επιλέχθηκε η ένταση του ΠΕΑΙΜΡ (20-50%) για λόγους ασφάλειας. |
| 2 φορές την εβδομάδα για 5 εβδομάδες |
| Ο περιορισμός της αιματικής ροής κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων ήταν στο 70% της μέγιστης αρτηριακής απόφραξης, η οποία δείχνει την ελάχιστη πίεση που χρειάζεται για την πλήρη απόφραξη και της αρτηριακής και της φλεβικής ροής του υπό εξάσκησης άκρου |

Πίνακας 4.7.2.2. Βασικές αρχές προπόνησης του πειραματικού πρωτοκόλλου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα από τη δοκιμασία γ balance test και στις τρεις κατευθύνσεις που δοκιμάστηκαν οι συμμετέχοντες (anterior, posteromedial, posterolateral) περάστηκαν στο πρόγραμμα Microsoft Excel για την περιγραφική στατιστική. Από εκεί υπολογίστηκε και το σύνθετο σκορ (composite score) πριν και μετά για κάθε ένα πόδι που έλαβε διαφορετικό είδος παρέμβασης και στη συνέχεια έγινε η επαγωγική στατιστική μέσω του ειδικού προγράμματος στατιστικής ανάλυσης IBM SPSS 22.0.

5.2 Αξιοπιστία των αποτελεσμάτων

Έχοντας ως σκοπό να γίνουν οι μετρήσεις όσο πιο αξιόπιστες γίνεται, τοποθετήθηκε κάμερα κινητού τηλεφώνου για να βιντεοσκοπήσει τις κάθε προσπάθειες των συμμετεχόντων. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων στο δωμάτιο, όπου έλαβε μέρος η τροποποιημένη πλατφόρμα Y balance, βρισκόταν μόνο ο κάθε συμμετέχων και ο μεταπτυχιακός φοιτητής που σημείωνε το κάθε σκορ ανά κατεύθυνση και πόδι. Η πλατφόρμα της δοκιμασίας αναγράφει νούμερο ανά δέκα εκατοστημόρια.

Δεδομένου ότι υπήρχε βιντεοσκόπηση πριν και μετά έγινε μία προσπάθεια να δοθούν οι ίδιες οδηγίες στον κάθε συμμετέχοντα ως προς την εκτέλεση των προσπαθειών. Σε κανέναν συμμετέχοντα δεν δόθηκε διαφορετική οδηγία ως προς την εκτέλεση και τα αποτελέσματα των μετρήσεων δεν γνωστοποιήθηκαν νωρίτερα πριν την ολοκλήρωση όλων των μετρήσεων και των 12 συμμετεχόντων. Τέλος, η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων ελέγχθηκε και μέσα από τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιώντας το δείκτη αξιοπιστίας ICC (Intraclass Correlation Coefficients) (Πίνακας 5.2.1; Πίνακας 5.2.2)

| | Κατεύθυνση YBT | Συσχέτιση (Correlation) | Σημαντικότητα (Sig.) |
|--|----------------|----------------------------|-------------------------|
|--|----------------|----------------------------|-------------------------|

| | | | |
|---------------------|---|------|------|
| Ζεύγος 1 | Πρόσθια κατ. / κυρίαρχο / πριν - μετά | .793 | .002 |
| Ζεύγος 2 | Οπισθοπλάγια-έξω κατ. / κυρίαρχο / πριν - μετά | .892 | .000 |
| Ζεύγος 3 | Οπισθοπλάγια-έσω κατ. / κυρίαρχο / πριν - μετά | .851 | .000 |
| Ζεύγος 4 | Πρόσθια κατ. / ΜΗκυρίαρχο / πριν - μετά | .730 | .007 |
| Ζεύγος 5 | Οπισθοπλάγια-έξω κατ. / ΜΗκυρίαρχο / πριν - μετά | .863 | .000 |
| Ζεύγος 6 | Οπισθοπλάγια-έσω κατ. / ΜΗκυρίαρχο / πριν - μετά | .895 | .000 |

Πίνακας 5.2.1. Intraclass Correlation Coefficients. Έλεγχος αξιοπιστίας αποτελεσμάτων ΥΒΤ-LQ (3 κατευθύνσεις)

| | | | |
|--|--|------------------|----------------------|
| | | Συσχέτιση | Σημαντικότητα |
|--|--|------------------|----------------------|

| | | (Correlation) | (Sig.) |
|-----------------|---|---------------|--------|
| Ζεύγος 1 | Σύνθετη βαθμολογία YBT / Κυρίαρχο / ΠΡΙΝ- ΜΕΤΑ | .925 | .000 |
| Ζεύγος 2 | Σύνθετη βαθμολογία YBT / ΜΗ-Κυρίαρχο / ΠΡΙΝ-ΜΕΤΑ | .894 | .000 |

Πίνακας 5.2.2. Intraclass Correlation Coefficients. Έλεγχος αξιοπιστίας αποτελεσμάτων YBT-LQ (Y Balance test Lower Quarters), (Σύνθετη Βαθμολογία=Composite Score)

5.3 Ανάλυση αποτελεσμάτων

Στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των προσπαθειών πριν και μετά στο κυρίαρχο (dominant leg) και μη κυρίαρχο πόδι (non dominant leg) του εκάστοτε συμμετέχοντα.

Εκτελέστηκε τεστ Shapiro-Wilk για τον έλεγχο της κανονικότητας της κατανομής των δεδομένων ξεχωριστά ως προς την κάθε κατεύθυνση της δοκιμασίας Y Balance (Πίνακας

5.3.1) Βρέθηκε ότι η κατανομή των δεδομένων δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την κανονική κατανομή με $p > 0.05$ για όλα τα δεδομένα που ελήφθησαν και στις 3 κατευθύνσεις πριν και μετά στο εκάστοτε κάτω άκρο. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε t τεστ για εξαρτημένα δείγματα για να εξετάσει αν οι τιμές στο κυρίαρχο πόδι που έλαβε την παρέμβαση ΠΕΑΙΜΡ είναι αντίστοιχες με εκείνες του μη κυρίαρχου ποδιού που έκανε παραδοσιακή προπόνηση δύναμης και ισορροπίας (Πίνακας 5.3.2).

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, προκύπτει ότι τα καλύτερα αποτελέσματα βελτίωσης της δυναμικής ισορροπίας που προκύπτει από τη δοκιμασία Y Balance έγιναν με την παρακάτω ιεραρχική σειρά βελτίωσης (Πίνακας 5.3.3):

- Οπισθοπλάγια-Έξω (Posteromedial) κατεύθυνση του κυρίαρχου ποδιού (προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ) με $p=0.001$
- Οπισθοπλάγια-Έσω (Posterolateral) κατεύθυνση του κυρίαρχου ποδιού (προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ) με $p=0.010$
- Πρόσθια (Anterior) κατεύθυνση του κυρίαρχου ποδιού (προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ) με $p=0.017$
- Οπισθοπλάγια-Έξω (Posteromedial) κατεύθυνση του μη κυρίαρχου ποδιού (παραδοσιακή προπόνηση) με $p=0.021$
- Πρόσθια (Anterior) κατεύθυνση του μη κυρίαρχου ποδιού (παραδοσιακή προπόνηση) με $p=0.076$
- Οπισθοπλάγια-Έσω (Posterolateral) κατεύθυνση του μη κυρίαρχου ποδιού (παραδοσιακή προπόνηση) με $p=0.183$

| Κατεύθυνση YBT / κάτω άκρο | Σημαντικότητα (Sig) |
|--|---------------------|
| Πρόσθια κατ. / Κυρίαρχο / πριν | .306 |
| Οπισθοπλάγια έξω κατ. / Κυρίαρχο / πριν | .425 |
| Οπισθοπλάγια-έσω / Κυρίαρχο / πριν | .992 |
| Πρόσθια κατ. / ΜΗ-Κυρίαρχο / πριν | .910 |
| Οπισθοπλάγια έξω κατ. / ΜΗ- Κυρίαρχο / πριν | .963 |
| Οπισθοπλάγια-έσω / ΜΗ-Κυρίαρχο / πριν | .904 |
| Πρόσθια κατ. / Κυρίαρχο / μετά | .782 |
| Οπισθοπλάγια έξω κατ. / Κυρίαρχο / μετά | .815 |
| Οπισθοπλάγια-έσω / Κυρίαρχο / μετά | .979 |
| Πρόσθια κατ. / ΜΗ-Κυρίαρχο / μετά | .880 |
| Οπισθοπλάγια έξω κατ. / ΜΗ- Κυρίαρχο / μετά | .225 |
| Οπισθοπλάγια-έσω / ΜΗ-Κυρίαρχο | .211 |

| | |
|--------|--|
| / μετά | |
|--------|--|

Πίνακας 5.3.1 Κανονικής κατανομής δεδομένων που ελήφθησαν για τις κατευθύνσεις πριν και μετά και στα δύο κάτω άκρα (τεστ Shapiro Wilk)

| | | Μέσοι Όροι | Τυπική απόκλιση (SD) |
|---------------------|---|---------------|----------------------------|
| Ζεύγος 1 | Πρόσθια κατ. / Κυρίαρχο / πριν | 68.0 | 9.05 |
| | Πρόσθια κατ. / Κυρίαρχο / μετά | 72.5 | 7.82 |
| Ζεύγος 2 | Οπισθοπλάγια έξω κατ. / Κυρίαρχο / πριν | 101.1 | 14.40 |
| | Οπισθοπλάγια έξω κατ. / Κυρίαρχο / μετά | 109.4 | 12.46 |
| Ζεύγος 3 | Οπισθοπλάγια-έσω / Κυρίαρχο / πριν | 97.8 | 14.17 |
| | Οπισθοπλάγια-έσω / Κυρίαρχο / μετά | 104.5 | 11.57 |
| Ζεύγος 4 | Πρόσθια κατ. / ΜΗ-Κυρίαρχο / πριν | 68.9 | 9.30 |
| | Πρόσθια κατ. / ΜΗ-Κυρίαρχο / μετά | 72.5 | 8.08 |

| | | | |
|---------------------|--|-------|-------|
| Ζεύγος 5 | Οπισθοπλάγια έξω κατ. / ΜΗ- Κυρίαρχο / πριν | 102.9 | 12.96 |
| | Οπισθοπλάγια έξω κατ. / ΜΗ- Κυρίαρχο / μετά | 108.3 | 13.60 |
| Ζεύγος 6 | Οπισθοπλάγια-έσω / ΜΗ-Κυρίαρχο / πριν | 103.5 | 14.77 |
| | Οπισθοπλάγια-έσω / ΜΗ- Κυρίαρχο / μετά | 106.3 | 14.48 |

Πίνακας 5.3.2. Δεδομένων ανά κατεύθυνση δοκιμασίας Y balance πριν και μετά την παρέμβαση.

| ΠΡΙΝ – ΜΕΤΑ (Κατεύθυνση – Πόδι) | Μέσοι Όροι | Τυπική Απόκλιση | t | df | Σημαντικότητα (Sig) |
|---|-----------------------|----------------------------|----------|-----------|--------------------------------|
| Ζεύγος 1 : ΠΡΙΝ – ΜΕΤΑ / Κυρίαρχο πόδι / Πρόσθια κατ. | -4.50 | 5.55 | -2.808 | 11 | .017 |
| Ζεύγος 2 : ΠΡΙΝ – ΜΕΤΑ / Κυρίαρχο πόδι / | -8.25 | 6.53 | -4.371 | 11 | .001 |

| | | | | | |
|---|-------|------|--------|----|------|
| Οπισθοπλάγια έξω κατ. | | | | | |
| Ζεύγος 3: ΠΡΙΝ – ΜΕΤΑ / Κυρίαρχο Πόδι / Οπισθοπλάγια έσω κατ. | -6.75 | 7.46 | -3.134 | 11 | .010 |
| Ζεύγος 4 : ΠΡΙΝ – ΜΕΤΑ / ΜΗ-Κυρίαρχο πόδι / Πρόσθια κατ. | -3.66 | 6.48 | -1.959 | 11 | .076 |
| Ζεύγος 5 : ΠΡΙΝ – ΜΕΤΑ / ΜΗ-Κυρίαρχο πόδι / Οπισθοπλάγια έξω κατ. | -5.41 | 6.97 | -2.691 | 11 | .021 |

| | | | | | |
|------------------|-------|------|--------|----|------|
| Ζεύγος 6: | | | | | |
| ΠΡΙΝ – ΜΕΤΑ / | | | | | |
| ΜΗ-Κυρίαρχο | -2.75 | 6.70 | -1.421 | 11 | .183 |
| Πόδι / | | | | | |
| Οπισθοπλάγια | | | | | |
| έσω κατ. | | | | | |

Πίνακας 5.3.3. Αποτελεσμάτων t test (paired t test) για εξαρτημένα δείγματα (μέσοι όροι, τυπικοί απόκλιση, σημαντικότητα αποτελεσμάτων)

Στη συνέχεια, έγινε η σύνθεση των παραπάνω δεδομένων με το Composite Score of Y Balance test. Εκτελέστηκε τεστ Shapiro-Wilk (Πίνακας 5.3.4) για τον έλεγχο της κανονικότητας της κατανομής των δεδομένων. Βρέθηκε ότι η κατανομή των δεδομένων δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά από την κανονική κατανομή με $p > 0.05$. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε t τεστ για εξαρτημένα δείγματα για να εξετάσει αν οι τιμές στο κυρίαρχο πόδι που έλαβε την παρέμβαση ΠΕΑΙΜΡ είναι αντίστοιχες με εκείνες του μη κυρίαρχου ποδιού που έκανε παραδοσιακή προπόνηση δύναμης και ισορροπίας. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικότερες διαφορές (Πίνακας 5.3.5) (σε σχέση με το μη κυρίαρχο πόδι) στη μέση τιμή μεταξύ των δύο μετρήσεων της δοκιμασίας Y Balance test πριν (92.83 ± 12.10) και μετά (99.64 ± 11.50) στο κυρίαρχο πόδι που προπονήθηκε με την ΠΕΑΙΜΡ με $t(11) = -5.118$, $p = 0.000$. Αναλυτικά τα αποτελέσματα του μη κυρίαρχου ποδιού ως προς τις

μέσες τιμές ήταν: 95.81 ± 12.20 (πριν την παρέμβαση) και 99.98 ± 12.80 (μετά την παρέμβαση) με $t(11) = -2.499$, $p = 0.030$ (Πίνακας 5.3.6).

| Σύνθετη Βαθμολογία δοκιμασίας Y Balance (Composite Score YBT) | Σημαντικότητα (Sig) |
|--|------------------------|
| Σύνθετη βαθμ. ΚΥΡΙΑΡΧΟΥ / ΠΡΙΝ | .763 |
| Σύνθετη βαθμ. ΚΥΡΙΑΡΧΟΥ / ΜΕΤΑ | .940 |
| Σύνθετη βαθμ. Μη- ΚΥΡΙΑΡΧΟΥ / ΠΡΙΝ | .660 |
| Σύνθετη βαθμ. Μη- ΚΥΡΙΑΡΧΟΥ / ΜΕΤΑ | .786 |

Πίνακας 5.3.4. «Έλεγχος κανονικότητας της κατανομής των δεδομένων» που ελήφθησαν από τη δοκιμασία YBT πριν και μετά στο κυρίαρχο και μη κυρίαρχο πόδι (μέσω Shapiro-Wilk)

| | | Μέσοι όροι (Mean) | Τυπική Απόκλιση (SD) |
|--|--|-------------------------|----------------------------|
| | | | |

| | | | |
|-----------------|---|-------|-------|
| Ζεύγος 1 | Σύνθετη Βαθμολογία YBT/ Κυρίαρχο πόδι / ΠΡΙΝ | 92.83 | 12.10 |
| | Σύνθετη Βαθμολογία YBT/ Κυρίαρχο πόδι / ΜΕΤΑ | 99.64 | 11.50 |
| Ζεύγος 2 | Σύνθετη Βαθμολογία YBT/ ΜΗ- Κυρίαρχο πόδι / ΠΡΙΝ | 95.81 | 12.20 |
| | Σύνθετη Βαθμολογία YBT/ ΜΗ- Κυρίαρχο πόδι / ΜΕΤΑ | 99.98 | 12.80 |

Πίνακας 5.3.5. «Αποτελέσματα και αναλογίες μεταξύ των δύο μετρήσεων»
πριν και μετά την παρέμβαση στο κυρίαρχο και μη κυρίαρχο πόδι (paired t
test), n= αριθμός τιμών , mean = μέσος όρος τιμών, S.D=Τυπική απόκλιση.

| | | Μέσοι Όροι | Τυπική Απόκλιση | t | df | Σημαντικότητ α (Sig) |
|--|--|-----------------------|----------------------------|----------|-----------|-------------------------------------|
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|-----------------|--|-------|------|-------|----|------|
| Ζεύγος 1 | Σύνθετη Βαθμολογία ΥΒΤ/ Κυρίαρχο πόδι / ΠΡΙΝ – ΜΕΤΑ | -6.81 | 4.60 | -5.11 | 11 | .000 |
| Ζεύγος 2 | Σύνθετη Βαθμολογία ΥΒΤ / ΜΗ- Κυρίαρχο πόδι / ΠΡΙΝ – ΜΕΤΑ | -4.17 | 5.78 | -2.49 | 11 | .030 |

Πίνακας 5.3.6. Αποτελέσματα μετρήσεων (μέσος όρος, τυπική απόκλιση, σημαντικότητα αποτελεσμάτων) Μέσοι όροι (Mean), αριθμός τιμών (N), Τυπική απόκλιση (SD)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ

6.1.1. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Τα εργαλεία μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή του πειραματικού πρωτοκόλλου και κατ'επέκταση για την πραγματοποίηση της έρευνας παρατηρούνται κάποιες τροποποιήσεις σε σχέση με την υπάρχουσα αρθρογραφία. Συγκεκριμένα, για τη δοκιμασία δυναμικής ισορροπίας Y balance δε χρησιμοποιήθηκε η ειδική πλατφόρμα ισορροπίας με τον ειδικό μοχλό (Butler et al, 2013). Η τροποποιημένη πλατφόρμα αξιολόγησης της ισορροπίας Y Balance αντιγράφηκε πιστά σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία ως προς την απόσταση σε μήκος, πλάτος και τις μοίρες των γωνιών μεταξύ των γραμμών της (Schwiertz, G., Beurskens, R., Muehlbauer, T., 2020).

Τα υπόλοιπα εργαλεία μέτρησης πληρούν τις προδιαγραφές και είναι απόλυτα σύμφωνα με την αρθρογραφία. Συγκεκριμένα, για τη μέτρηση της περιφέρειας του μηρού, που αποτελεί μέρος της εκτίμησης της βέλτιστης αρτηριακής απόφραξης (70%) για την προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ) χρησιμοποιήθηκε μία απλή μεζούρα. Επίσης για τη μέτρηση της μέγιστης αρτηριακής απόφραξης (Laurentino et al, 2020; Brekke et al, 2020) χρησιμοποιήθηκε ειδικό φορητό doppler, όπου σε συνδυασμό με ειδική γέλη (gel) τοποθετήθηκε ενώ φουσκωνόταν η περιμηρίδα με το μανόμετρο για την εύρεση της μεγαλύτερης τιμής στα χιλιοστά της στήλης υδραργύρου που χρειάστηκαν για τον πρώτο σφυγμό μετά την πλήρη απόφραξη.

6.1.2. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ

Όσον αφορά το πειραματικό πρωτόκολλο παρέμβασης και συγκεκριμένα την προσέγγιση (προπόνηση) βελτίωσης της ισορροπίας δεν υπάρχουν διαφορές με την υπάρχουσα γνώση. Αντίθετα, το πειραματικό πρωτόκολλο εξάσκησης που έλαβε μέρος για τη βελτίωση της δύναμης και ισορροπίας στο κυρίαρχο πόδι (προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ) στήθηκε με τέτοιο τρόπο που συνδύασε την υπάρχουσα γνώση και επεκτάθηκε παραπέρα ως μία προσπάθεια να δοκιμαστεί η συγκεκριμένα μέθοδος (ΠΕΑΙΜΡ) στην συνεισφορά της στην ισορροπιστική ικανότητα (Granacher, 2012).

Η βιβλιογραφία ασχολείται ξεχωριστά με τη μέθοδο αυτή κυρίως ως προς τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας, βελτίωση της δύναμης και επίτευξης υπερτροφίας και τέλος και για τη γρηγορότερη και αποτελεσματικότερη αποκατάσταση δίνοντας βέλτιστα φορτία στις πρώτες ημέρες μετά από τραυματισμούς ή χειρουργεία (Hughes et al., 2017). Αντίθετα, δεν υπάρχει ερευνητικό υπόβαθρο για τη συμβολή της στην ισορροπία. Έτσι, το πειραματικό πρωτόκολλο που δοκιμάστηκε στην παρούσα μελέτη περιείχε το gold standard στοιχείο προπόνησης με ΠΕΑΙΜΡ: 4 κύκλοι από 30 – 15 -15 -15 επαναλήψεις σε όλες τις ασκήσεις έγιναν σε διποδική στήριξη (Abe et al, 2005).

Στις μονοποδικές ασκήσεις του κυρίαρχου ποδιού (που έλαβε την παρέμβαση ΠΕΑΙΜΡ) συνεχίστηκε το πρωτόκολλο εξάσκησης 4 X 30 – 15 – 15 - 15 ενώ για το μη κυρίαρχο πόδι (που έλαβε την παραδοσιακή προπόνηση δύναμης και ισορροπίας) 4 σετ από 15 – 12 – 10 - 8 επαναλήψεις όπου η μείωση των επαναλήψεων ήταν αντιστρόφως σχετιζόμενη με την αύξηση στην αντίσταση (Schoenfeld, 2010). Η ένταση μεταξύ του κυρίαρχου και μη κυρίαρχου ποδιού ήταν πάντα διαφορετική δεδομένου της χρήσης της μεθόδου ΠΕΑΙΜΡ, όπου κατά κύριο λόγο ήταν 30-40% στο κυρίαρχο πόδι που έλαβε την ΠΕΑΙΜΡ παρέμβαση και >70% στο μη κυρίαρχο πόδι που έκανε την παραδοσιακή εξάσκηση (Rolnick et al, 2020)

Παρακάτω το πρόγραμμα προπόνησης των δέκα παρεμβάσεων (Πίνακας 6.1.2.1) και οι

βασικές παράμετροι και αρχές που τηρήθηκαν σε όλες τις ημέρες παρέμβασης προς όλους τους εθελοντές (Πίνακας 6.1.2.2.)

6.2. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Σκοπός αυτής της έρευνας ήταν η μελέτη της βελτίωσης της δυναμικής ισορροπίας στο κυρίαρχο (παρέμβαση ΠΕΑΙΜΡ) και μη κυρίαρχο πόδι (παραδοσιακή παρέμβαση) με τη δοκιμασία Υ balance μετά από ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης, ισορροπίας, ιδιοδεκτικότητας και συντονισμού. Ήταν εξ αρχής μία πρόκληση να εξεταστεί αυτή η πιθανή αποτελεσματικότητα της παρέμβασης (προπόνηση ΠΕΑΙΜΡ). Τα αποτελέσματα ήταν θετικά καθώς η συντριπτική πλειοψηφία. Βελτιώθηκε στατιστικά σημαντικά στο κυρίαρχο πόδι (όπου έγινε η παρέμβαση με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ) σε σχέση με το μη κυρίαρχο πόδι, που έλαβε την παραδοσιακή προπόνηση δύναμης και ισορροπίας.

6.3. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ

Στους περιορισμούς της έρευνας ανήκουν:

- Το περιεχόμενο του προγράμματος παρέμβασης
- Το δείγμα
- Ο εξοπλισμός αξιολόγησης
- Ο εξοπλισμός ΠΕΑΙΜΡ (BFR)

Αρχικά, το περιεχόμενο του προγράμματος παρέμβασης δεν ήταν επιβεβαιωμένο με κάτι που να συμφωνεί η βιβλιογραφία. Έτσι, συγκροτήθηκε ένα πρόγραμμα που να περιλάμβανε ένα σύνολο ασκήσεων ενδυνάμωσης, στατικής και δυναμικής ισορροπίας, ασκήσεις συντονισμού και ιδιοδεκτικότητας και τέλος ασκήσεις που βελτιώνουν την ισορροπία προς όλες τις κατευθύνσεις και τα επίπεδα κίνησης σε σταθερές ή ασταθείς επιφάνειες. Παρόλα αυτά, ήταν ίδιο για όλους κρατώντας υψηλά την αξιοπιστία του.

Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε αφορούσε μεμονωμένη ομάδα του πληθυσμού και επομένως δεν μπορούν να γενικευτούν τα αποτελέσματα. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες ήταν νεαροί σε ηλικία.

Επίσης, ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε δεν ήταν ο αυθεντικός εξοπλισμός της δοκιμασίας Y Balance. Οι λόγοι που δεν χρησιμοποιήθηκε η επίσημη πλατφόρμα ήταν καθαρά οικονομικοί και λόγοι ιδιοκτησίας, καθώς ο ερευνητής δεν διαθέτει δικό του εργαστήριο, όπου θα μπορούσε να παραμείνει μετά τις μετρήσεις τις έρευνας για επαγγελματική χρήση.

Τέλος, ένας ακόμα περιορισμός ήταν ο εξοπλισμός για την προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ), όπου το οικονομικό κριτήριο δεν επέτρεψε τη χρήση εξοπλισμού όπου θα μπορούσε να κάνει αυτόματα τη δουλειά της αντλίας, την πίεση της απόφραξης και τη ρύθμιση της πίεσης στο προκαθορισμένο – για τον εκάστοτε συμμετέχων – ποσοστό πίεσης απόφραξης του άκρου. Τέλος, βασικός περιορισμός είναι ότι κατά την παρέμβαση / προπονήσεις γινόταν συχνά, μέσα στα διαλείμματα ανά σετ, έλεγχος της πίεσης της αρτηριακής απόφραξης μέσω του σφυγμομανομέτρου.

Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται οι μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες να:

- συγκροτηθούν επιπλέον ομάδες, όπως ομάδα ελέγχου χωρίς την παρέμβαση ΠΕΑΙΜΡ στο κυρίαρχο πόδι ή και στα δύο πόδια και ίσως μία εικονική ομάδα ΠΕΑΙΜΡ (placebo) όπου δεν θα γνώριζε ότι δεν λαμβάνει πραγματικά την ΠΕΑΙΜΡ παρέμβαση.
- χρησιμοποιηθούν καλύτερος εξοπλισμός ΠΕΑΙΜΡ και εξοπλισμός αξιολόγησης της ισορροπίας.
- βελτιωθεί της ισορροπίας με τη χρήση ΠΕΑΙΜΡ να ασχοληθεί σε κλινικό πληθυσμό, όπου θα αφορά άμεσα την αποκατάσταση μίας οξείας ή χρόνιας δομικής ή/και λειτουργικής αστάθειας

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα ερευνητική μελέτη έγινε μία διεξοδική προσπάθεια καταγραφής και ανάλυσης της δυναμικής ισορροπίας μέσα από την κλινική δοκιμασία Υ Balance, η οποία αξιολογεί την ικανότητα ισορροπίας σε τρεις κατευθύνσεις. Οι συμμετέχοντες έλαβαν την ίδια παρέμβαση με τη διαφορά ότι στο – υποκειμενικά – κυρίαρχο του άκρο έγινε η χρήση της μεθόδου περιορισμό αιματικής ροής (ΠΕΑΙΜΡ).

Παρά τη θετική σημασία της επίδρασης της μεθόδου ΠΕΑΙΜΡ στη δυναμική ισορροπία στο κυρίαρχο πόδι σε σχέση με το μη κυρίαρχο, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε απόλυτα ότι η μέθοδος ΠΕΑΙΜΡ μπορεί να επιδράσει θετικότερα σε υγιή πληθυσμό στη βελτίωση της δυναμικής τους ισορροπίας. Τα ευρήματα που είναι διαθέσιμα έως σήμερα είναι λίγα και

σποραδικά, καθιστώντας απαραίτητη την εκ ενίσχυση των προσπαθειών για μελέτη και έρευνα γύρω από το παρόν θέμα.

Πιο αναλυτικά, στην παρούσα ερευνητική μελέτη κάναμε ίδια αξιολόγηση πριν και μετά την παρέμβαση στους 12 συμμετέχοντες. Αξιολογήθηκε η δυναμική ισορροπία του εκάστοτε κάτω άκρου σε τρεις κατευθύνσεις (πρόσθια, Οπισθοπλάγια έξω και έσω). Οι προσπάθειες των συμμετεχόντων πριν και μετά την παρέμβαση έγιναν όσο πιο αντικειμενικά και «τυφλά» μπορούσαμε. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες έλαβαν τα δεδομένα των μετρήσεων αμέσως μόλις ολοκληρώθηκαν όλες επαναμετρήσεις με σκοπό να μην υπάρξει κάποια αλλοίωση ή έμφαση στην εκάστοτε προσπάθειά τους.

Τα ευρήματα έδωσαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην πλειοψηφία των κυρίαρχων ποδιών κατά την εκτέλεση της δοκιμασίας δυναμικής ισορροπίας Y Balance, όπου έγινε η χρήση της μεθόδου ΠΕΑΙΜΡ. Η υπάρχουσα βιβλιογραφία δεν έχει εμβαθύνει αρκετά στη συνεισφορά της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής στη βελτίωση της ισορροπίας σε υγιή ή κλινικό πληθυσμό καθιστώντας δυσκολότερο το έργο μας.

Παρ' όλα αυτά, καταφέραμε να αποδώσουμε ένα αντάξιο και αποτελεσματικό πρόγραμμα βελτίωσης ισορροπίας μέσω ασκήσεων ιδιοδεκτικότητας, ισορροπίας και ενδυνάμωσης, συνδυάζοντας πρωτόκολλα ενδυνάμωσης και αερόβιας άσκησης στη δημιουργία των βασικών και ειδικών ασκήσεων που φαίνεται να επηρεάζουν την ισορροπιστική ικανότητα. Σκοπός μας ήταν να κινηθούμε με ίδιο τρόπο προς όλους τους συμμετέχοντες, σεβόμενοι βέβαια το εξατομικευμένο στοιχείο ενός αποτελεσματικού προγράμματος άσκησης. Έτσι, η ένταση της προπόνησης είχε θετική συσχέτιση με το ιστορικό άθλησης του εκάστοτε

συμμετέχοντα, δηλαδή όσο παραπάνω εμπειρία άσκησης είχε ο / η ασκούμενος – η τόσο πιο πολύ ένταση μπορούσε να λάβει κατά το ασκησιολόγιο.

Η κλίμακα υποκειμενικής κόπωσης έπαιξε καθοριστικό ρόλο καθώς βοήθησε το μεταπτυχιακό φοιτητή να μεταφράζει και να κλιμακώνει την προοδευτικότητα της εκάστοτε άσκησης.

Τέλος, δεν παρατηρήθηκε κάποια αντένδειξη (όπως ορίζει η βιβλιογραφία) με τη χρήση της μεθόδου ΠΕΑΙΜΡ καθώς τηρήθηκε «κατά γράμμα» όλο το πρωτόκολλο ασφαλείας που έχει λεπτομερώς αναφερθεί παραπάνω.

8. ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Abe, T., Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Thiebaud, R. S., & Bemben, M. G. (2012). Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: A brief review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32(4), 247–252. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2012.01126.x>
2. Akin, M., & Kesilmiş, İ. (2020). The effect of blood flow restriction and plyometric training methods on dynamic balance of Taekwondo athletes. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 24(4), 157–162. <https://doi.org/10.15561/26649837.2020.0401>
3. Beattie, P., Isaacson, K., Riddle, D. L., & Rothstein, J. M. (1990). Validity of Derived Measurements of Leg-Length Differences Obtained by Use of a Tape Measure. *Physical Therapy*, 70(3), 150–157. <https://doi.org/10.1093/ptj/70.3.150>
4. Behm, D. G., Muehlbauer, T., Kibele, A., & Granacher, U. (2015). Effects of Strength Training Using Unstable Surfaces on Strength, Power and Balance Performance

- Across the Lifespan: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1645–1669. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0384-x>
5. Benis, R., Bonato, M., & Torre, A. L. (2016). Elite Female Basketball Players' Body-Weight Neuromuscular Training and Performance on the Y-Balance Test. *Journal of Athletic Training*, 51(9), 688–695. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.12.03>
 6. Brekke, A. F., Sørensen, A. N., Buhr, C., Johannesdóttir, Í. O., & Jakobsen, T. L. (2020). THE VALIDITY AND RELIABILITY OF THE HANDHELD OXIMETER TO DETERMINE LIMB OCCLUSION PRESSURE FOR BLOOD FLOW RESTRICTION EXERCISE IN THE LOWER EXTREMITY. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(5), 783–791. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200783>
 7. Butler, R. J., Lehr, M. E., Fink, M. L., Kiesel, K. B., & Plisky, P. J. (2013). Dynamic Balance Performance and Noncontact Lower Extremity Injury in College Football Players: An Initial Study. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 5(5), 417–422. <https://doi.org/10.1177/1941738113498703>
 8. Centner, C., & Lauber, B. (2020). A Systematic Review and Meta-Analysis on Neural Adaptations Following Blood Flow Restriction Training: What We Know and What We Don't Know. *Frontiers in Physiology*, 11, 887. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00887>
 9. Chern, C. J., & Beutler, E. (1976). Biochemical and electrophoretic studies of erythrocyte pyridoxine kinase in white and black Americans. *American Journal of Human Genetics*, 28(1), 9–17.
 10. Chtara, M., Rouissi, M., Bragazzi, N. L., Owen, A. L., Haddad, M., & Chamari, K. (2018). Dynamic balance ability in young elite soccer players: Implication of isometric

- strength. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(4).
<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06724-4>
11. Corvino, R. B., Oliveira, M. F. M., Denadai, B. S., Rossiter, H. B., & Caputo, F. (2019). Speeding of oxygen uptake kinetics is not different following low-intensity blood-flow-restricted and high-intensity interval training. *Experimental Physiology*, 104(12), 1858–1867. <https://doi.org/10.1113/EP087727>
12. Cristina-Oliveira, M., Meireles, K., Spranger, M. D., O’Leary, D. S., Roschel, H., & Peçanha, T. (2020). Clinical safety of blood flow-restricted training? A comprehensive review of altered muscle metaboreflex in cardiovascular disease during ischemic exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 318(1), H90–H109. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00468.2019>
13. Cushman, M. (2007). Epidemiology and Risk Factors for Venous Thrombosis. *Seminars in Hematology*, 44(2), 62–69.
<https://doi.org/10.1053/j.seminhematol.2007.02.004>
14. Dai, B., Layer, J., Vertz, C., Hinshaw, T., Cook, R., Li, Y., & Sha, Z. (2019). Baseline Assessments of Strength and Balance Performance and Bilateral Asymmetries in Collegiate Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 3015–3029. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002687>
15. de Oliveira, M. F. M., Caputo, F., Corvino, R. B., & Denadai, B. S. (2016). Short-term low-intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength: Functional gains and short-term training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(9), 1017–1025.
<https://doi.org/10.1111/sms.12540>

16. Early, K. S., Rockhill, M., Bryan, A., Tyo, B., Buuck, D., & McGinty, J. (2020). EFFECT OF BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING ON MUSCULAR PERFORMANCE, PAIN AND VASCULAR FUNCTION. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(6), 892–900. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200892>
17. Emery, C. A., Roy, T.-O., Whittaker, J. L., Nettel-Aguirre, A., & van Mechelen, W. (2015). Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 865–870. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094639>
18. Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The Adaptations to Strength Training: Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145–168. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737020-00004>
19. Gebel, A., Lesinski, M., Behm, D. G., & Granacher, U. (2018). Effects and Dose–Response Relationship of Balance Training on Balance Performance in Youth: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(9), 2067–2089. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0926-0>
20. Granacher, U. (2012). Effects of balance and resistance training in children, adolescents, and seniors. *Sportwissenschaft*, 42(1), 17–29. <https://doi.org/10.1007/s12662-011-0218-4>
21. Grønfeldt, B. M., Lindberg Nielsen, J., Mieritz, R. M., Lund, H., & Aagaard, P. (2020). Effect of blood-flow restricted vs heavy-load strength training on muscle strength: Systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(5), 837–848. <https://doi.org/10.1111/sms.13632>
22. Held, S., Behringer, M., & Donath, L. (2020). Low intensity rowing with blood flow restriction over 5 weeks increases $\dot{V}O_{2\max}$ in elite rowers: A randomized controlled

- trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(3), 304–308.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.10.002>
23. Hübscher, M., Zech, A., Pfeifer, K., Hänsel, F., Vogt, L., & Banzer, W. (2010). Neuromuscular Training for Sports Injury Prevention: A Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(3), 413–421.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b88d37>
24. Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(13), 1003–1011.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097071>
25. Jenkins, N. D. M., Housh, T. J., Buckner, S. L., Bergstrom, H. C., Cochrane, K. C., Hill, E. C., Smith, C. M., Schmidt, R. J., Johnson, G. O., & Cramer, J. T. (2016). Neuromuscular Adaptations After 2 and 4 Weeks of 80% Versus 30% 1 Repetition Maximum Resistance Training to Failure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2174–2185. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001308>
26. Jessee, M., Buckner, S., Mattocks, K., Dankel, S., Mouser, J., Bell, Z., Abe, T., & Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction augments the skeletal muscle response during very low-load resistance exercise to volitional failure. *Physiology International*, 106(2), 180–193. <https://doi.org/10.1556/2060.106.2019.15>
27. Kohlbrenner, D., Aregger, C., Osswald, M., Sievi, N. A., & Clarenbach, C. F. (2021). Blood-Flow–Restricted Strength Training Combined With High-Load Strength and Endurance Training in Pulmonary Rehabilitation for COPD: A Case Report. *Physical Therapy*, 101(6), pzab063. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab063>

28. Laurentino, G. C., Loenneke, J. P., Mouser, J. G., Buckner, S. L., Counts, B. R., Dankel, S. J., Jessee, M. B., Mattocks, K. T., Iared, W., Tavares, L. D., Teixeira, E. L., & Tricoli, V. (2020). Validity of the Handheld Doppler to Determine Lower-Limb Blood Flow Restriction Pressure for Exercise Protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(9), 2693–2696. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002665>
29. Lesinski, M., Hortobágyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(12), 1721–1738. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0375-y>
30. Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Berton, R., Vechin, F. C., Conceição, M. S., Damas, F., Libardi, C. A., & Roschel, H. (2018). Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(2), 361–378. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0795-y>
31. Loenneke, J., Abe, T., Wilson, J., Thiebaud, R., Fahs, C., Rossow, L., & Bemben, M. (2012). Blood flow restriction: An evidence based progressive model (Review). *Acta Physiologica Hungarica*, 99(3), 235–250. <https://doi.org/10.1556/APhysiol.99.2012.3.1>
32. Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Fahs, C. A., & Rossow, L. M. (2012). Blood flow-restricted resistance exercise: Rapidly affecting the myofibre and the myonuclei. *The Journal of Physiology*, 590(21), 5271–5271. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.242859>

33. Loenneke, J. P., Wilson, G. J., & Wilson, J. M. (2010). A Mechanistic Approach to Blood Flow Occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, 31(01), 1–4. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1239499>
34. Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Wilson, G. J., Pujol, T. J., & Bemben, M. G. (2011). Potential safety issues with blood flow restriction training: Safety of blood flow-restricted exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 510–518. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01290.x>
35. Martín-Hernández, J., Marín, P. J., Menéndez, H., Ferrero, C., Loenneke, J. P., & Herrero, A. J. (2013). Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training: Analysis of occlusion training volume. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(2), e114–e120. <https://doi.org/10.1111/sms.12036>
36. Martín-Hernández, J., Ruiz-Aguado, J., Herrero, A. J., Loenneke, J. P., Aagaard, P., Cristi-Montero, C., Menéndez, H., & Marín, P. J. (2017). Adaptation of Perceptual Responses to Low-Load Blood Flow Restriction Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 765–772. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001478>
37. Mitchell, E. A., Martin, N. R. W., Turner, M. C., Taylor, C. W., & Ferguson, R. A. (2019). The combined effect of sprint interval training and postexercise blood flow restriction on critical power, capillary growth, and mitochondrial proteins in trained cyclists. *Journal of Applied Physiology*, 126(1), 51–59. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01082.2017>

38. Nelson, S., Wilson, C. S., & Becker, J. (2021). Kinematic and Kinetic Predictors of Y-Balance Test Performance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(2). <https://doi.org/10.26603/001c.21492>
39. Nielsen, J. L., Aagaard, P., Bech, R. D., Nygaard, T., Hvid, L. G., Wernbom, M., Suetta, C., & Frandsen, U. (2012). Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction: Elevation of myogenic stem cells with blood flow restricted exercise. *The Journal of Physiology*, 590(17), 4351–4361. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.237008>
40. Nielsen, J. L., Frandsen, U., Jensen, K. Y., Prokhorova, T. A., Dalgaard, L. B., Bech, R. D., Nygaard, T., Suetta, C., & Aagaard, P. (2020). Skeletal Muscle Microvascular Changes in Response to Short-Term Blood Flow Restricted Training—Exercise-Induced Adaptations and Signs of Perivascular Stress. *Frontiers in Physiology*, 11, 556. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00556>
41. Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019). Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Frontiers in Physiology*, 10, 533. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
42. Powden, C. J., Dodds, T. K., & Gabriel, E. H. (2019). THE RELIABILITY OF THE STAR EXCURSION BALANCE TEST AND LOWER QUARTER Y-BALANCE TEST IN HEALTHY ADULTS: A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(5), 683–694. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190683>

43. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. (2009). *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(3), 687–708.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
44. Prue, J., Roman, D. P., Giampetruzzi, N. G., Fredericks, A., Lolic, A., Crepeau, A., Pace, J. L., & Weaver, A. P. (2022). Side Effects and Patient Tolerance with the Use of Blood Flow Restriction Training after ACL Reconstruction in Adolescents: A Pilot Study. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 17(3).
<https://doi.org/10.26603/001c.32479>
45. Riva, D., Bianchi, R., Rocca, F., & Mamo, C. (n.d.). *PROPRIOCEPTIVE TRAINING AND INJURY PREVENTION IN A PROFESSIONAL MEN'S BASKETBALL TEAM: A SIX-YEAR PROSPECTIVE STUDY*. 15.
46. Rivera, C. E. (2016). Core and Lumbopelvic Stabilization in Runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 27(1), 319–337.
<https://doi.org/10.1016/j.pmr.2015.09.003>
47. Rolnick, N., Kimbrell, K., Cerqueira, M. S., Weatherford, B., & Brandner, C. (2021). Perceived Barriers to Blood Flow Restriction Training. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 2, 697082. <https://doi.org/10.3389/fresc.2021.697082>
48. Schiftan, G. S., Ross, L. A., & Hahne, A. J. (2015). The effectiveness of proprioceptive training in preventing ankle sprains in sporting populations: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(3), 238–244.
<https://doi.org/10.1016/j.isams.2014.04.005>
49. Schoenfeld, B. J. (2010). The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2857–2872. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e840f3>

50. Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508–3523. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002200>
51. Schorderet, C., Hilfiker, R., & Allet, L. (2021). The role of the dominant leg while assessing balance performance. A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture*, 84, 66–78. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.11.008>
52. Schwiertz, G., Beurskens, R., & Muehlbauer, T. (2020). Discriminative validity of the lower and upper quarter Y balance test performance: A comparison between healthy trained and untrained youth. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 12(1), 73. <https://doi.org/10.1186/s13102-020-00220-w>
53. Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2015). Exercise with Blood Flow Restriction: An Updated Evidence-Based Approach for Enhanced Muscular Development. *Sports Medicine*, 45(3), 313–325. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0288-1>
54. Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., & Dascombe, B. J. (2016). Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(5), 360–367. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.04.014>
55. Shaffer, S. W., Teyhen, D. S., Lorensen, C. L., Warren, R. L., Koreerat, C. M., Straseske, C. A., & Childs, J. D. (2013). Y-Balance Test: A Reliability Study Involving Multiple Raters. *Military Medicine*, 178(11), 1264–1270. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-13-00222>
56. Tabata, S., Suzuki, Y., Azuma, K., & Matsumoto, H. (2016). Rhabdomyolysis After Performing Blood Flow Restriction Training: A Case Report. *Journal of Strength and*

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001295>

57. Takarada, Y., Nakamura, Y., Aruga, S., Onda, T., Miyazaki, S., & Ishii, N. (2000). Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. *Journal of Applied Physiology*, 88(1), 61–65. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.88.1.61>
58. Van Cant, J., Dawe-Coz, A., Aoun, E., & Esculier, J.-F. (2020). Quadriceps strengthening with blood flow restriction for the rehabilitation of patients with knee conditions: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 33(4), 529–544. <https://doi.org/10.3233/BMR-191684>
59. Vitale, J. A., La Torre, A., Banfi, G., & Bonato, M. (2018). Effects of an 8-Week Body-Weight Neuromuscular Training on Dynamic Balance and Vertical Jump Performances in Elite Junior Skiing Athletes: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4), 911–920. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002478>
60. Wachter, R. F., Briggs, G. P., & Pedersen, C. E. (1975). Precipitation of phase I antigen of *Coxiella burnetii* by sodium sulfite. *Acta Virologica*, 19(6), 500.
61. Wang, H., Ji, Z., Jiang, G., Liu, W., & Jiao, X. (2016). Correlation among proprioception, muscle strength, and balance. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(12), 3468–3472. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.3468>
62. Wortman, R. J., Brown, S. M., Savage-Elliott, I., Finley, Z. J., & Mulcahey, M. K. (2021). Blood Flow Restriction Training for Athletes: A Systematic Review. *The American*

Journal of Sports Medicine, 49(7), 1938–1944.

<https://doi.org/10.1177/0363546520964454>

63. Yu, B., & Garrett, W. E. (2007). Mechanisms of non-contact ACL injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 41(Supplement 1), i47–i51.

<https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.037192>

64. Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk: Prospective Biomechanical-Epidemiologic Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1123–1130. <https://doi.org/10.1177/0363546507301585>

65. Zech, A., Hübscher, M., Vogt, L., Banzer, W., Hänsel, F., & Pfeifer, K. (2010). Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training*, 45(4), 392–403. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-45.4.392>

66. Zemková, E. (2014). Sport-Specific Balance. *Sports Medicine*, 44(5), 579–590. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0130-1>

67. Zemková, E., & Zapletalová, L. (2022). The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Frontiers in Physiology*, 13, 796097. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097>

8.1. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΕΡΓΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ. G. Gregory Haff & Charles Dumke (2η Έκδοση). Εκδόσεις Κωνσταντάρρα, Αθήνα, Ελλάδα, 2020.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΑΣΦΑΛΗ ΧΡΗΣΗ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ

ΑΙΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ



APPENDIX 1: BLOOD FLOW RESTRICTION PRE-SCREENING QUESTIONNAIRE

Athlete Name:

Date:

I have been informed about the potential risks and benefits associated with the use of BFR:

☐ Yes ☐ No

Please request this education before progressing any further with the questionnaire or BFR training.

BFR contradictions

Do you have peripheral vascular disease (circulatory problem involving the arteries to your arms or legs)? ☐ Yes ☐ No

Have you had vascular (artery or vein) surgery to your arms or legs before? ☐ Yes ☐ No

Have you had a skin graft to your arms or legs? ☐ Yes ☐ No

Do you have an arteriovenous fistula in your arms or legs? ☐ Yes ☐ No

BFR training is contraindicated in the case of answering yes to any of the questions above. Do not proceed with BFR training. Discuss with your doctor if clarification about your condition or history is required.

BFR precautions

Do you have a cognitive impairment or physical impairment? ☐ Yes ☐ No

Have you ever been diagnosed with hypertension / high blood pressure? ☐ Yes ☐ No

Do you have a bleeding disorder (e.g. haemophilia)? ☐ Yes ☐ No

Do you have a blood clotting disorder (e.g. SLE [lupus], factor-V Leiden thrombophilia)? ☐ Yes ☐ No

Do you have a past history of deep vein thrombosis [DVT] or pulmonary embolism [PE]? ☐ Yes ☐ No

Have you had surgery in the last 12 weeks? ☐ Yes ☐ No

Have you had one or both legs, or arms, immobilised for some reason in the last 4 weeks (e.g. prolonged bed rest, or having your leg or arm in plaster or a 'moon boot')? ☐ Yes ☐ No

February 2021



APPENDIX 1: BLOOD FLOW RESTRICTION PRE-SCREENING QUESTIONNAIRE

- Have you ever had a stroke (haemorrhagic or thrombotic) or a transient ischaemic attack (TIA)? ☐ Yes ☐ No
- Have you ever been diagnosed with cancer? ☐ Yes ☐ No
- Have you been diagnosed with heart disease? ☐ Yes ☐ No
- Have you ever had rhabdomyolysis? ☐ Yes ☐ No
- Have you been diagnosed with diabetes? ☐ Yes ☐ No
- Do you have sickle cell disease? ☐ Yes ☐ No
- Have you ever had compartment syndrome? ☐ Yes ☐ No
- Do you have a history of nerve damage or injury? ☐ Yes ☐ No
- Have you had a previous complication or adverse event following BFR training? ☐ Yes ☐ No
- Do you have any other medical conditions not covered above, that you think should be discussed with a doctor prior to commencing BFR training? ☐ Yes ☐ No
- Are you pregnant? ☐ Yes ☐ No

If you answer yes to any of the questions above, do not proceed. Please arrange a consult with a doctor before commencing BFR training, to assess whether it is safe for you

- Are you taking the oral contraceptive pill? ☐ Yes ☐ No

The oral contraceptive pill may slightly increase the risk of blood clots. You may wish to discuss your individual risk further with your doctor before commencing BFR training.

- Do you have any other medical conditions not covered above, that you think should be discussed with a doctor prior to commencing BFR training? ☐ Yes ☐ No

Please arrange a consult with a doctor before commencing BFR training, to assess whether it is safe for you.

It is important to acknowledge that this is not an exhaustive list of medical conditions that should prompt medical review. Any participant with medical concerns should be encouraged to err on the side of caution and seek medical review prior to commencing BFR training.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΡΕΥΝΑ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Έντυπο συναίνεσης δοκιμαζόμενου σε ερευνητική εργασία

Τίτλος Ερευνητικής Εργασίας: «Η επίδραση της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής στην βελτίωση της ισορροπίας σε υγιή πληθυσμό.»

Επιστημονικός Υπεύθυνος-η: Παναγιώτης Τσακλής, Καθηγητής, ΤΕΦΑΑ, ΠΘ, email: ptsakdis@gmail.com, τηλ.: 6972074378

Ερευνητές: Σιδηρόπουλος Γεώργιος email:georgezacsid@gmail.com, τηλ: 6983443489)

1. Σκοπός της ερευνητικής εργασίας

Σκοπός της μελέτης είναι η αξιολόγηση της προπόνησης με περιορισμό αιματικής ροής (BloodFlowRestriction) ως προς την βελτίωση της ισορροπίας σε υγιή πληθυσμό.

2. Διαδικασία

Οι συμμετέχοντες θα αξιολογηθούν 2 φορές μέσω της ειδικής δοκιμασίας αξιολόγησης δυναμικής ισορροπίας "Y balance test" και στα δύο πόδια σε τρεις κατευθύνσεις. Η προπόνηση με περιορισμό αιματικής ροής θα γίνει στο κυρίαρχο πόδι με την χρήση ειδικής περιμηρίδας. Η συνολική διάρκεια των συνεδριών προπόνησης ορίζονται έως 45 λεπτά με συχνότητα 2 φορές / εβδομάδα για 5 εβδομάδες. Το είδος της παρέμβασης στόχο έχει την βελτίωση της ισορροπίας. Περιλαμβάνει ασκήσεις σε δίσκο ισορροπίας, bosu, κουτί, πλατφόρμα πελματιαίας κάμψης, σκαλοπάτι. Όλοι οι συμμετέχοντες πρέπει να κάνουν ζέσταμα και χαλάρωμα 5 λεπτά με την περιμηρίδα στο κυρίαρχο μέλος. Η κυρίως προπόνησης περιλαμβάνει ασκήσεις διποδικής στήριξης, όσο και σε μονοποδική στήριξη με λάστιχα γυμναστικής και αλτήρες. Όλη η προοδευτικότητα των συνεδριών θα ορίζεται μέσω της υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης (ως προς την δυσκολία των ασκήσεων) και της τροποποιημένης προφορικής κλίμακας άνεσης (ως προς την πίεση που θα αισθάνεστε με την περιμηρίδα Fit Cuff).

Κίνδυνοι και ενοχλήσεις

Κατά την αξιολόγηση της μέγιστης απόφραξης του άκρου, ενημερώστε άμεσα για τυχόν ενόχληση στην περιοχή που τοποθετήθηκε ο εξοπλισμός, ενώ επίσης ενημερώστε άμεσα όταν κατά την διάρκεια των προπονήσεων νιώσετε νωρίτερα κόπωση που προέρχεται από την πίεση της περιμηρίδας, την προοδευτικότητα του προγράμματος προτού έρθει η προβλεπόμενη χαλάρωση πίεσης της περιμηρίδας, όπως ορίζεται στο πρωτόκολλο ασφάλειας.

3. Προσδοκώμενες ωφέλειες

Με την συμμετοχή σας θα λάβετε δωρεάν βελτίωση ισορροπίας, δύναμης και συντονισμού στα δύο άκρα και τον κορμό. Η καλή ισορροπία αποτελεί σημαντικό δείκτη πρόληψης τραυματισμών.

4. Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων

Η συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με την μελλοντική δημοσίευση των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομα σας δε θα φαίνεται πουθενά.

5. Πληροφορίες

Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή την διαδικασία της εργασίας. Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση ζητήστε μας να σας δώσουμε διευκρινίσεις.

6. Ελευθερία συναίνεσης

Η συμμετοχή σας στην εργασία είναι εθελοντική. Είστε ελεύθερος-η να μην συναινέσετε ή να διακόψετε τη συμμετοχή σας όποτε το επιθυμείτε.

7. Δήλωση συναίνεσης

Διάβασα το έντυπο αυτό και κατανοώ τις διαδικασίες που θα ακολουθήσω. Συναινώ να συμμετάσχω στην ερευνητική εργασία.

Ημερομηνία: __/__/__

Ονοματεπώνυμο και υπογραφή
συμμετέχοντος

Υπογραφή ερευνητή

Ονοματεπώνυμο και
υπογραφή παρατηρητή

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΑΡΤΕΛΑ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΟΥ

| Βασικά στοιχεία | | | |
|--|-----|-----|-----|
| 1.Όν/μο: | | | |
| 2.Φύλλο: | | | |
| 3.Ημ/γεννησης: | | | |
| 4.Ημερομηνία πρώτης αξιολόγησης και συνεδρίας BFR: | | | |
| 5.Ύψος: | | | |
| 6.Βάρος: | | | |
| 7.Δ.Μ.Σ: | | | |
| Στοιχεία για BFR | | | |
| 8.Blood Flow Restriction pre-screening questionnaire | | | |
| Όλες οι ερωτήσεις (25) όχι , εκτός από: | | | |
| 9.Περιφέρεια (BFR leg) ισχίου/μηρού: | | | |
| Αξιολόγηση περίφραξης άκρου | | | |
| 10.Πίεση απόφραξης άκρου: | | | |
| 11. 70% LOP για την προπόνηση: | | | |
| Αξιολόγηση ισορροπίας (Y balance test) {PRE-POST} | | | |
| 12.Μήκος κυρίαρχου μέλους (): | | | |
| 13.Μήκος ΜΗ-κυρίαρχου μέλους (): | | | |
| 14. {PRE} Επιδόσεις y balance test κυρίαρχο πόδι (): | | | |
| Anterior: | T1: | T2: | T3: |
| Posteromedial | T1: | T2: | T3: |
| Posterolateral | T1: | T2: | T3: |
| 15. {PRE} Επιδόσεις y balance test ΜΗ-κυρίαρχο πόδι (): | | | |
| Anterior: | T1: | T2: | T3: |
| Posteromedial | T1: | T2: | T3: |
| Posterolateral | T1: | T2: | T3: |
| 14. {POST} Επιδόσεις y balance test κυρίαρχο πόδι (): | | | |
| Anterior: | T1: | T2: | T3: |
| Posteromedial | T1: | T2: | T3: |
| Posterolateral | T1: | T2: | T3: |
| 15. {POST} Επιδόσεις y balance test ΜΗ-κυρίαρχο πόδι (): | | | |
| Anterior: | T1: | T2: | T3: |
| Posteromedial | T1: | T2: | T3: |
| Posterolateral | T1: | T2: | T3: |
| 16.Composite Score Y balance: | | | |
| Dominant () PRE : | | | |
| Dominant () POST : | | | |
| NON-Dominant () PRE : | | | |
| NON-Dominant () POST : | | | |