



UNIVERSITY OF
PATRAS
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
«ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ»

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ
(Σ.Ε.Α.Υ.)**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ»

«Η επίδραση του περιορισμού της αιματικής ροής κατά την πλειομετρική άσκηση του τετρακεφάλου μυός στην λειτουργική ικανότητα του κάτω άκρου σε ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές.»

ΥΠΟ

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΡΙΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ

ΜΠΙΛΛΗ ΕΥΔΟΚΙΑ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΤΡΑ 06/06/2022



UNIVERSITY OF
PATRAS
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
«ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ»

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΥΓΕΙΑΣ

(Σ.Ε.Α.Υ.)

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ»

«Η επίδραση του περιορισμού της αιματικής ροής κατά την πλειομετρική άσκηση του τετρακεφάλου μυός στην λειτουργική ικανότητα του κάτω άκρου σε ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές.»

ΥΠΟ

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ
ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΡΙΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ

ΜΠΙΛΛΗ ΕΥΔΟΚΙΑ
ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΤΡΑ 06/06/2022

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια των σπουδών για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης στην "ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ" που απονέμει η Σχολή Επιστημών Αποκατάστασης Υγείας του Πανεπιστημίου Πατρών

Εγκρίθηκε τηναπό την
εξεταστική επιτροπή:

ΥΠΟΓΡΑΦΕΣ

.....
.....

.....
.....

ΒΑΘΜΟΣ: **ΑΡΙΣΤΗ:**.....

ΠΟΛΥ ΚΑΛΗ:.....

ΚΑΛΗ:.....

ΑΠΟΔΕΚΤΗ:.....

«ΒΕΒΑΙΩΝΩ ΟΤΙ Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΝΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΔΙΚΗΣ ΜΟΥ ΔΟΥΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΓΡΑΜΜΕΝΗ ΜΕ ΔΙΚΑ ΜΟΥ ΛΟΓΙΑ. ΣΤΙΣ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ Ή ΜΗ ΔΗΜΟΣΙΕΥΜΕΝΕΣ ΠΗΓΕΣ ΠΟΥ ΑΝΑΦΕΡΩ ΕΧΩ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΕΙ ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΟΠΟΥ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΚΑΙ ΕΧΩ ΠΑΡΑΘΕΣΕΙ ΤΙΣ ΠΗΓΕΣ ΜΟΥ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ»

ΒΕΒΑΙΩΝΩ ΟΤΙ Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΛΕΞΕΩΝ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΜΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΔΕΝ ΞΕΠΕΡΝΑ ΤΙΣ 50.000 ΛΕΞΕΙΣ

ΥΠΟΓΡΑΦΗ.....

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|---|-----|
| Κατάλογος πινάκων | iii |
| Κατάλογος γραφημάτων | iv |
| Κατάλογος εικόνων | v |
| Συντομογραφίες | vi |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 1 |
| ABSTRACT..... | 2 |
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ..... | 3 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 4 |
| ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ... | 5 |
| Κεφάλαιο 1. ΟΙ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ..... | 5 |
| Κεφάλαιο 2. Η ΑΣΚΗΣΗ ΩΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΣΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ..... | 7 |
| Κεφάλαιο 3. Η ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ..... | 9 |
| 3.1 Η έννοια της πλειομετρικής προπόνησης..... | 9 |
| 3.2 Μηχανισμοί και φυσιολογία της πλειομετρικής άσκησης..... | 9 |
| 3.3 Ο ρόλος της πλειομετρικής άσκησης..... | 11 |
| 3.3.1 Η πλειομετρική προπόνηση ως μέσο πρόληψης και αποκατάστασης των τραυματισμών του κάτω άκρου..... | 11 |
| 3.3.2 Η πλειομετρική προπόνηση στο ποδόσφαιρο..... | 12 |
| 3.4 Σχεδιασμός προγράμματος πλειομετρικής άσκησης..... | 16 |
| Κεφάλαιο 4. Ο ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΙΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ..... | 18 |
| 4.1 Η έννοια του BFR..... | 18 |
| 4.2 Μηχανισμοί δράσης του BFR..... | 18 |
| 4.3 Παράμετροι χρήσης του BFR..... | 19 |
| 4.4 Εφαρμογές του BFR..... | 21 |
| Κεφάλαιο 5. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ..... | 23 |
| ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | |
| 6. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ..... | 25 |
| 7. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ..... | 26 |
| 8. ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ..... | 27 |
| 9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ..... | 29 |
| 10. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BFR..... | 34 |
| 11. ΜΕΤΡΑ ΕΚΒΑΣΗΣ..... | 35 |
| 11.1 Δοκιμασία 10RM..... | 35 |
| 11.2 Y Balance Test..... | 36 |
| 11.3 Αξιολόγηση λειτουργικής ικανότητας..... | 37 |

| | |
|---|----|
| 11.3.1 Vertical Countermovement Jump (VCJ)..... | 37 |
| 11.3.2 Horizontal Countermovement Jump (HCJ)..... | 38 |
| 11.3.3 Single Leg Triple Hop Test (THT)..... | 39 |
| 12. ΈΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ..... | 40 |
| 13. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ..... | 41 |
| 14. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... | 42 |
| 14.1 Στατιστική ανάλυση..... | 43 |
| 14.2 Περιγραφική ανάλυση..... | 43 |
| 14.2.1 Ενδιάμεσες μετρήσεις..... | 43 |
| 14.2.2 Τελικές μετρήσεις..... | 46 |
| 15. ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 48 |
| 16. ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ..... | 54 |
| 17. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ..... | 55 |
| 18. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ..... | 56 |
| 19. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ | 57 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 58 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ..... | 65 |
| Α. Έντυπο ενημέρωσης και συγκατάθεσης συμμετεχόντων..... | 65 |
| Β. Φόρμα λήψης προσωπικών στοιχείων και σύντομου ιατρικού ιστορικού συμμετεχόντων..... | 67 |
| Γ. Ερωτηματολόγιο πλευρίωσης κάτω άκρου Waterloo Footedness Questionnaire GREEK..... | 68 |
| Δ. Κλίμακα Borg CR10..... | 71 |
| Ε. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures Anova..... | 72 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | |
|---|----|
| ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Παρεμβάσεις θεραπευτικής άσκησης..... | 7 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Μελέτες που ερευνούν την πλειομετρική άσκηση στο ποδόσφαιρο ... | 14 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Ενδεικτικός όγκος έναρξης ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης ανάλογα με τον επίπεδο του ασκούμενου | 16 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Αναλυτικό πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης ανά εβδομάδα προπόνησης | 31 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Δείκτες αξιοπιστίας των δοκιμασιών που χρησιμοποιήθηκαν ως μέτρα έκβασης | 41 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων | 42 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 7. Ποσοστό συμμόρφωσης ανά ομάδα..... | 43 |
| ΠΙΝΑΚΑΣ 8. Σύγκριση εξαρτημένων μεταβλητών μεταξύ των ομάδων..... | 45 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

| | |
|---|----|
| ΓΡΑΦΗΜΑ 1. Ποσοστά μεταβολής των μέτρων έκβασης ανά ομάδα από την 1 ^η έως την 7 ^η εβδομάδα..... | 44 |
| ΓΡΑΦΗΜΑ 2. Ποσοστά μεταβολής των μέτρων έκβασης ανά ομάδα από την 1 ^η έως την 11 ^η εβδομάδα..... | 46 |
| ΓΡΑΦΗΜΑ 3. Μέσος όρος των τιμών της δοκιμασίας Vertical Countermovement Jump (VCJ) ανά ομάδα κατά την έναρξη της μελέτης, την 7 ^η εβδομάδα και την 11 ^η εβδομάδα..... | 47 |
| ΓΡΑΦΗΜΑ 4. Μέσος όρος των τιμών της δοκιμασίας Triple Hop Test Left leg (THTL) ανά ομάδα κατά την έναρξη της μελέτης, την 7 ^η εβδομάδα και την 11 ^η εβδομάδα..... | 47 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

| | |
|--|----|
| ΕΙΚΟΝΑ 1. Σύγκεντρη και έκκεντρη σύσπαση στον δικέφαλο βραχιόνιο μυ..... | 9 |
| ΕΙΚΟΝΑ 2. Παραδείγματα ασκήσεων με άλματα. | 10 |
| ΕΙΚΟΝΑ 3. Οι 3 φάσεις της πλειομετρικής άσκησης | 11 |
| ΕΙΚΟΝΑ 4. . Παραδείγματα εφαρμογής BFR | 19 |
| ΕΙΚΟΝΑ 5. Τύποι εξοπλισμού για πρόκληση BFR | 20 |
| ΕΙΚΟΝΑ 6. Διάγραμμα ροής συμμετεχόντων..... | 27 |
| ΕΙΚΟΝΑ 7. Ενδεικτικές φωτογραφίες από την πρώτη φάση του προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων | 32 |
| ΕΙΚΟΝΑ 8. Ενδεικτικές φωτογραφίες από την δεύτερη φάση του προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων | 32 |
| ΕΙΚΟΝΑ 9. Ενδεικτικές φωτογραφίες από την τρίτη φάση του προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων..... | 33 |
| ΕΙΚΟΝΑ 10. Το σύστημα Fitcuffs που χρησιμοποιήθηκε για τον περιορισμό της αιματικής ροής | 34 |
| ΕΙΚΟΝΑ 11. Εφαρμογή συστήματος περιορισμού αιματικής ροής | 34 |
| ΕΙΚΟΝΑ 12. Δοκιμασία αξιολόγησης του 10 RM..... | 36 |
| ΕΙΚΟΝΑ 13. Το σχήμα με τις αντίστοιχες γωνίες όπως αυτό σχεδιάστηκε για την εκτέλεση του Y Balance Test..... | 36 |
| ΕΙΚΟΝΑ 14. Δοκιμασία Y Balance Test στο αριστερό πόδι..... | 37 |
| ΕΙΚΟΝΑ 15. Δοκιμασία Vertical Countermovement Jump..... | 38 |
| ΕΙΚΟΝΑ 16. Δοκιμασία Horizontal Countermovement Jump..... | 38 |
| ΕΙΚΟΝΑ 17. Δοκιμασία Single Leg Triple Hop Test..... | 39 |

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

BFR: Blood Flow Restriction

RM: Repetition Maximum

YBT: Y Balance Test

YBTR: Y Balance Test Right

YBTL: Y Balance Test Left

H CJ: Horizontal Countermovement Jump

V CJ: Vertical Countermovement Jump

THT: Triple Hop Test

THTR: Triple Hop Test Right

THTL: Triple Hop Test Left

Δ.Σ.: Διοικητικό Συμβούλιο

ΕΠΣΔ: Ένωση Ποδοσφαιρικών Σωματείων Δωδεκανήσου

ACSM: American College of Sports Medicine

BMI: Body Mass Index

WFQ-R: Waterloo Footedness Questionnaire Revised

ICC: Intra Class Correlation Coefficient

IBM: International Business Machines Corporation

SPSS: Statistical Product and Service Solutions

MVC: Maximum Voluntary Contraction

Borg CR10: Borg's Category Ratio-scale

FIFA: Federation Internationale de Football Association

MGF: Mechano-Growth Factor

ROS: Reactive Oxygen Species

DOMS: Delayed Onset of Muscle Pain

LOP: Limb Occlusion Pressure

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Υπόβαθρο: Το ποδόσφαιρο είναι ένα από τα πιο δημοφιλή αθλήματα απασχολώντας πληθώρα ανθρώπων ανά τον κόσμο. Οι αθλητές του επιδιώκουν την συνεχή βελτίωση της απόδοσης τους αλλά και την γρηγορότερη αποκατάσταση τους έπειτα από τραυματισμό. Η πλειομετρική άσκηση και η άσκηση με περιορισμό αιματικής ροής (Blood Flow Restriction) (BFR) είναι δύο σύγχρονα μεν, αλλά διαφορετικά μέσα που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση της αθλητικής απόδοσης σε υγιείς αθλητές αλλά και κατά την αποκατάσταση μυοσκελετικών κακώσεων. Από όσο γνωρίζουμε μέχρι τώρα δεν έχει μελετηθεί ο συνδυασμός της πλειομετρικής άσκησης με το BFR.

Σκοπός: Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει την επίδραση που έχει το BFR κατά την πλειομετρική άσκηση κάτω άκρων, στην δύναμη του τετρακεφάλου μύος, την λειτουργική ικανότητα και την δυναμική ισορροπία του κάτω άκρου σε ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές.

Μεθοδολογία: Πρόκειται για μία συγκριτική μελέτη παράλληλης παρέμβασης σε 2 διαφορετικές ομάδες ασυμπτωματικών εθελοντών ποδοσφαιριστών. Η ομάδα A (N=5) εκτελούσε πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης και η ομάδα B (N=5) εκτελούσε το ίδιο πρόγραμμα άσκησης με την ταυτόχρονη εφαρμογή BFR. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 10 εβδομάδες με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα. Οι υπό εξέταση μεταβλητές μετρήθηκαν πριν την παρέμβαση, στις 7 εβδομάδες και μετά το τέλος της παρέμβασης, στις 10 εβδομάδες. Ως μέτρα έκβασης χρησιμοποιήθηκαν το 1RM στην άσκηση του καθίσματος (1RM), το Y Balance Test (YBT), το οριζόντιο άλμα (HCJ), το κάθετο άλμα (VCJ), και το τριπλό μονοποδικό άλμα (THT).

Αποτελέσματα: Η στατιστική ανάλυση έγινε με το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics 26 και η στατιστική σημαντικότητα ορίστηκε $p \leq 0.05$ για όλες τις μεταβλητές. Μετά το τέλος της παρέμβασης υπήρχε στατιστικά σημαντική βελτίωση και στις δύο ομάδες στα 1RM ($p < 0.001$), VCJ ($p = 0.005$), HCJ ($p = 0.01$), THT δεξί πόδι ($p = 0.005$), YBT δεξί πόδι ($p = 0.03$) και YBT αριστερό πόδι ($p < 0.001$). Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική βελτίωση σε καμία ομάδα, μετά το πέρας της παρέμβασης, στο THT αριστερό πόδι ($p = 0.683$). Η σύγκριση ανάμεσα στις δύο ομάδες πριν και μετά την παρέμβαση έδειξε στατιστικά μη σημαντικές διαφορές για όλες τις παραμέτρους. Παρόλα αυτά, κατά την περιγραφική ανάλυση μετά το τέλος της παρέμβασης η ομάδα A είχε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης στις μεταβλητές HCJ(9,4%), THTR(12,5%), THTL(4,3%), YBTL(15,5%). Στις μεταβλητές αυτές η ομάδα A υπερέρχει της ομάδας B σε ποσοστά που κυμαίνονται μεταξύ 0,3 και 2,2%. Η ομάδα B είχε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης στις μεταβλητές 1RM(19,2%), VCJ(23,7%), YBT(16,6%). Η διαφορά με τα αντίστοιχα ποσοστά βελτίωσης της ομάδας A κυμαίνονταν από 3,4% έως 13,1%.

Συμπέρασμα: Η πλειομετρική άσκηση, είτε εφαρμόζεται με περιορισμό αιματικής ροής είτε χωρίς αυτόν, βελτίωσε την δύναμη, την ισορροπία και την λειτουργική ικανότητα σε άνδρες ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές.

Λέξεις κλειδιά: ποδόσφαιρο, πλειομετρική προπόνηση, περιορισμός αιματικής ροής, δύναμη, λειτουργική ικανότητα

ABSTRACT

Background: Football is one of the most popular sports employing a plethora of people around the world. Its athletes seek the continuous improvement of their performance but also faster recovery after injury. Plyometric exercise and Blood Flow Restriction (BFR) exercise are two different means used to enhance athletic performance in healthy athletes and also during rehabilitation of musculoskeletal injuries. To our knowledge, the combination of plyometric exercise and BFR has not yet been studied.

Aim: The aim of this study is to investigate the effect of BFR during plyometric lower limb exercise on quadriceps muscle strength, functional capacity and dynamic balance of the lower limb in amateur football players.

Methodology: This is a comparative study with parallel interventions in 2 different groups. Group A (N = 5) performed a plyometric exercise program and group B (N = 5) performed the same exercise program with the concurrent application of BFR. The duration of the intervention was 10 weeks with twice per week frequency. The variables under examination were measured before intervention, at 7 weeks and after the end of the intervention (following 10 weeks). Outcome measures were 1 Repetition Maximum of the squat exercise (1RM), Y Balance Test (YBT), Horizontal Countermovement Jump (HCJ), Vertical Countermovement Jump (VCJ), and single leg Triple Hop Test (THT).

Results: Statistical analysis was performed with the IBM SPSS Statistics 26 program and the statistical significance was set $p \leq 0.05$ for all variables. Overall there was statistically significant improvement in both groups in 1RM ($p = 0.001$), VCJ ($p = 0.005$), HCJ ($p = 0.01$), THT right leg ($p = 0.005$), YBT right leg ($p = 0.03$) and YBT left leg ($p < 0.001$). There was no statistically significant improvement overall in both groups in THT left leg ($p = 0.683$). Changes between the two groups before and after the intervention showed no statistically significant differences. In particular though, Group A had higher improvement rates in the variables HCJ (9.4%), THTR (12.5%), THTL (4.3%), YBTL (15.5%). In these variables, group A is superior to group B in percentages ranging between 0.3 and 2.2%. Group B had higher improvement rates in the variables 1RM (19.2%), VCJ (23.7%), YBTR (16.6%). The difference with the corresponding improvement rates of group A ranged from 3.4% to 13.1%.

Conclusion: Plyometric exercise, either applied with or without blood flow restriction, improved strength, balance and functional capacity in male amateur football players.

Key words: football, plyometric training, blood flow restriction, strength, functional capacity

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μελέτη αυτή διεξήχθη στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών ‘Θεραπευτική Άσκηση’ του τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Πατρών. Το θέμα επιλέχθηκε έπειτα από συζήτηση με την επόπτρια καθηγήτρια κ. Μπίλλη Ευδοκία η οποία ήταν υπεύθυνη και για την παρακολούθηση της προόδου της εργασίας.

Η εργασία αυτή είναι μία πρώτη προσπάθεια να συνδυάσει την πλειομετρική άσκηση με τον περιορισμό της αιματικής ροής. Αποτελεί μία πρώιμη προσέγγιση που πιθανόν να μην κάλυψε όλες τις πλευρές του θέματος είναι όμως μία προσπάθεια εμπειρισταωμένη που προσφέρει νέα στοιχεία για μελλοντικές έρευνες.

Το ερευνητικό ερώτημα προέκυψε έπειτα από την μελέτη της αρθρογραφίας αλλά και την παρατήρηση μέσα από την επαγγελματική εμπειρία. Για την στοιχειοθέτηση της εργασίας αξιοποιήθηκαν πρόσφατες μελέτες γύρω από την πλειομετρική άσκηση, την αποκατάσταση και την τεχνική περιορισμού αιματικής ροής. Πέρα από το συγγραφικό κομμάτι, για την ολοκλήρωση της εργασίας ήταν απαραίτητη και η φυσική μου παρουσία στο ποδοσφαιρικό γήπεδο ώστε να εξασφαλισθεί η κατά το δυνατόν σωστότερη εφαρμογή της παρέμβασης, και συλλογή των δεδομένων. Στην προσπάθεια μου αυτή υπήρξαν άνθρωποι που με στήριξαν θερμά. Θα ήθελα να ευχαριστήσω το Δ.Σ. του αθλητικού συλλόγου Δόξα Καρδάμαινας, του αθλητές του συλλόγου και κυρίως τον προπονητή της ομάδας κ. Οικονόμου Εμμανουήλ.

Η εργασία αυτή δεν θα υπήρχε χωρίς την επόπτρια της μελέτης κ. Μπίλλη Ευδοκίας η οποία στάθηκε αρωγός δίπλα μου μέχρι την ολοκλήρωση της. Οι συμβουλές της και η καθοδήγηση της έκαναν τις σκέψεις μου πράξη και έπειτα κείμενο και την ευχαριστώ θερμά για αυτό.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ανά τα έτη ο αθλητής προσπαθεί να βελτιώσει την απόδοση του και ο πάσχων να βελτιώσει την υγεία του. Η επιστήμη μέσα από μελέτες προσφέρει νέα στοιχεία και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις. Ένα από τα όπλα στην φαρέτρα της επιστήμης αποτελεί η άσκηση. Τόσο η πλειομετρική άσκηση όσο και η άσκηση με περιορισμό της αιματικής ροής έχουν αποδειχθεί ότι ενισχύουν την αθλητική απόδοση αλλά και την αποκατάσταση της υγείας. Από όσο γνωρίζουμε όμως μέχρι τώρα δεν έχει ερευνηθεί ο συνδυασμός τους. Η εργασία αυτή λοιπόν έχει σκοπό να μελετήσει την επίδραση του περιορισμού της αιματικής ροής κατά την πλειομετρική άσκηση στην λειτουργική ικανότητα ερασιτεχνών ποδοσφαιριστών.

Στο γενικό μέρος παρατίθενται στοιχεία σχετικά με τον ποδόσφαιρο ως άθλημα, τα είδη των τραυματισμών που συναντώνται στο ποδόσφαιρο και την συχνότητα αυτών. Στην συνέχεια αναλύεται η πλειομετρική άσκηση, η φυσιολογία της και πως αυτή χρησιμοποιείται στον αθλητισμό και την αποκατάσταση. Έπειτα γίνεται λόγος για την προπόνηση με περιορισμό της αιματικής ροής, πως λειτουργεί και ποιες είναι οι εφαρμογές της. Τελειώνοντας το γενικό μέρος ο αναγνώστης έχει αποκτήσει μία εικόνα για το ποδόσφαιρο και τους τραυματισμούς του και βασικές γνώσεις στην πλειομετρική άσκηση και την άσκηση με περιορισμό αιματικής ροής.

Συνεχίζοντας της ανάγνωση της εργασίας συναντάμε το ειδικό μέρος. Εκεί αρχικά γίνεται επεξήγηση των σκοπών και των στόχων της μελέτης και έπειτα αναλύεται η μεθοδολογία της έρευνας. Εκεί δίνονται όλες οι πληροφορίες σχετικά με την διαδικασία επιλογής του δείγματος και την αξιολόγηση των συμμετεχόντων, παρατίθεται ο σχεδιασμός της έρευνας και έπειτα αναλύεται διεξοδικά ο τρόπος της παρέμβασης. Τέλος περιγράφεται όλα τα μέτρα έκβασης και ο τρόπος εκτέλεσης τους. Διαβάζοντας μέχρι εδώ ο αναγνώστης κατανοεί τον λόγο και τον σκοπό που πραγματοποιήθηκε η εργασία αλλά και όλη την διαδικασία της ολοκλήρωσης της.

Στην συνέχεια επεξηγείται ο τρόπος με τον οποίο έγινε η στατιστική ανάλυση των δεδομένων και παρατίθενται τα αποτελέσματα αυτής. Έπειτα ακολουθεί το κομμάτι της συζήτησης όπου γίνεται λόγος γύρω από τα ευρήματα της έρευνας και σύγκριση τους με την υπάρχουσα αρθρογραφία. Στο τέλος παρατίθεται το συμπέρασμα της μελέτης. Ο αναγνώστης μέχρι εδώ έχει κατανοήσει τι βρήκε η μελέτη, πως αυτό σχετίζεται με την ήδη υπάρχουσα γνώση και πως μπορεί να αξιοποιηθεί για μελλοντικές έρευνες αλλά ενημερώνεται και για τους περιορισμούς της μελέτης.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΟΙ ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΙ ΣΤΟ ΠΟΔΟΣΦΑΙΡΟ

Το ποδόσφαιρο είναι ένα από τα πιο δημοφιλή αθλήματα απασχολώντας πληθώρα ανθρώπων ανά τον κόσμο. Αποτελεί ένα πολύπλοκο άθλημα με συχνά βίαιες επαφές μεταξύ των αθλητών και σχετικά υψηλά ποσοστά τραυματισμών σε επαγγελματίες και ερασιτέχνες αθλητές τόσο κατά την διάρκεια των προπονήσεων όσο και κατά την διάρκεια των αγώνων (*Pfirschmann et al. 2016*). Οι τραυματισμοί στο ποδόσφαιρο σχετίζονται με την ηλικία του αθλητή, το φορτίο της άσκησης, το επίπεδο το παιχνιδιού και το είδος της προπόνησης (*Häggglund et al. 2005*). Το συνολικό ποσοστό τραυματισμών στο επαγγελματικό ποδόσφαιρο κυμαίνεται από 2,48 έως 9,4 τραυματισμοί ανά 1000 ώρες ενασχόλησης. Η συχνότητα εμφάνισης τραυματισμών στο επαγγελματικό ποδόσφαιρο είναι από 3,3 έως 15,3 φορές υψηλότερη κατά την διάρκεια των αγώνων σε σχέση με την προπόνηση. Το ποσοστό τραυματισμών κατά την διάρκεια των αγώνων κυμαίνεται από 8,7 έως 65,9 τραυματισμοί ανά 1000 ώρες ενασχόλησης ενώ κατά την διάρκεια των προπονήσεων το ποσοστό κυμαίνεται από 1,37 έως 5,8 τραυματισμοί ανά 1000 ώρες προπόνησης (*Pfirschmann et al. 2016*). Αυτό αποδίδεται στις υψηλότερες σωματικές απαιτήσεις κατά την διάρκεια του αγώνα σε σύγκριση με την προπόνηση, τον μεγαλύτερο αριθμό συγκρούσεων και επαφών και την κόπωση που δημιουργείται στην διάρκεια ενός αγώνα. (*Bangsbo et al 2006*)

Οι περισσότερες κακώσεις στο επαγγελματικό ποδόσφαιρο είναι αιτία τραυματισμού σε ποσοστό 5,9 τραυματισμοί ανά 1000 ώρες ενασχόλησης. Συγκεκριμένα από ενέργειες αναχαίτισης (tackling) ή σύγκρουσης με τον αντίπαλο προκύπτει το 50% των τραυματισμών ενώ κατά την διάρκεια ενεργειών χωρίς επαφή με αντίπαλο προκύπτει ένα 30% των τραυματισμών. Οι τραυματισμοί υπέρχρησης συναντώνται σε ποσοστό 2,4 τραυματισμοί ανά 1000 ώρες ενασχόλησης. Οι περισσότεροι τραυματισμοί είναι νέοι τραυματισμοί σε ποσοστό 7,0 ανά 1000 ώρες ενασχόλησης ενώ οι υποτροπιάζοντες τραυματισμοί προκύπτουν σε ποσοστό 1,3 τραυματισμοί ανά 1000 ώρες ενασχόλησης. Το κάτω άκρο είναι αυτό που τραυματίζεται πιο συχνά στο επαγγελματικό ποδόσφαιρο με συχνότητα 6,8 τραυματισμούς ανά 1000 ώρες ενασχόλησης. Ο μηρός είναι η πιο συχνή ανατομική περιοχή όπου προκύπτουν οι τραυματισμοί στο κάτω άκρο και ακολουθείται από το γόνατο (*López-Valenciano et al. 2020*). Επιδημιολογικές μελέτες αναφέρουν ότι οι ισχιοκνημιαίοι μύες είναι η μυϊκή ομάδα που τραυματίζεται πιο συχνά στους επαγγελματίες ποδοσφαιριστές (*Stubbe et al. 2015*). Οι πιο κοινοί τύποι κακώσεων είναι μυϊκοί και τενόντιοι τραυματισμοί, οι περισσότεροι εκ των οποίων είναι μικρής σοβαρότητας (*López-Valenciano et al. 2020*).

Οι τραυματισμοί στο ποδόσφαιρο αποτελούν την πιο κοινή αιτία απουσίας των αθλητών από την προπόνηση και τους αγώνες, και μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση μίας ομάδας κατά την διάρκεια μίας ποδοσφαιρικής περιόδου (*Parry and Drust 2006*). Ο αριθμός των διαθέσιμων ποδοσφαιριστών κατά την διάρκεια ενός αγώνα έχει υψηλή συσχέτιση με την επιτυχία της ομάδας, τραυματισμοί κατά την διάρκεια ενός αγώνα μπορούν να επηρεάσουν με αρνητικό τρόπο το αποτέλεσμα του αγώνα. Οι τραυματισμοί αποτελούν επίσης οικονομικό φορτίο για τις ομάδες, υπολογίζεται ότι το μέσο κόστος για να ένα επαγγελματία ποδοσφαιριστή υψηλού επιπέδου που είναι τραυματισμένος για ένα μήνα ανέρχεται στα 500.000€ (*Hägglund et al. 2013*).

2. Η ΑΣΚΗΣΗ ΩΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΟ ΜΕΣΟ ΣΤΗΝ ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ

Η πρόληψη των τραυματισμών αλλά και η ορθή αποκατάσταση τους είναι σημαντική για την καλύτερη απόδοση μιας ομάδας. Η πρόληψη είναι ένα πολύ σημαντικό κεφάλαιο στο κομμάτι του αθλητισμού που διαμορφώνεται από πολλές διαφορετικές παραμέτρους. Μία από τις στρατηγικές πρόληψης των τραυματισμών αποτελεί η ένταξη ειδικών προγραμμάτων άσκησης (*Ekstrand et al. 2021*). Ενώ υπάρχει ομοφωνία ως προς το ότι ένα πρόγραμμα βασισμένο σε ασκήσεις αποτελεί χρυσό κανόνα για την πρόληψη των τραυματισμών στο ποδόσφαιρο, δεν είναι ακόμα ξεκάθαρο ποιο είδος άσκησης βοηθάει περισσότερο, με ποιο τρόπο και πώς μπορεί να ενταχθεί στην προπόνηση (*McCall et al. 2020*). Οι περισσότερες έρευνες προσανατολίζονται προς ένα πολυπαραγοντικό πρόγραμμα το οποίο περιέχει στοιχεία ενδυνάμωσης με έγκεντρες ασκήσεις, πλειομετρικής προπόνηση, ασκήσεις ιδιοδεκτικότητας, ασκήσεις ευλυγισίας, ασκήσεις κορμού και ασκήσεις ταχύτητας (*Lemes et al. 2020*).

Η άσκηση αποτελεί επίσης σημαντικό εργαλείο της αποκατάστασης καθώς χρησιμοποιείται, με διαφορετικές παραμέτρους, σε όλα τα στάδια ανάρρωσης από έναν τραυματισμό. Η θεραπευτική άσκηση περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά είδη ασκήσεων. (Πίνακας 1) Το κάθε πρόγραμμα θεραπευτικής άσκησης είναι εξατομικευμένο και η επιλογή των ασκήσεων βασίζεται στην κλινική εικόνα του ασθενή, το επίπεδο της φυσικής του κατάστασης και τους στόχους της αποκατάστασης (*Kisner and Colby, 2007, p.37*)

Πίνακας 1. Παρεμβάσεις θεραπευτικής άσκησης

Παρεμβάσεις θεραπευτικής άσκησης

- **Αερόβια άσκηση**
- **Μυϊκές ασκήσεις: ενδυνάμωση, ισχύ και αντοχή**
- **Διατατικές ασκήσεις**
- **Ασκήσεις νευρομυϊκού ελέγχου**
- **Ασκήσεις ελέγχου κορμού**
- **Ασκήσεις ισορροπίας**
- **Ασκήσεις χαλάρωσης**
- **Αναπνευστικές ασκήσεις**
- **Λειτουργική προπόνηση**

(*Kisner and Colby, 2007, p.36*)

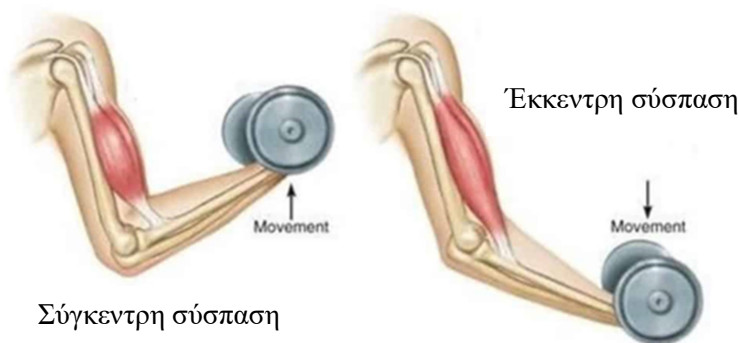
Η ικανότητα λοιπόν, ενός αθλητή ποδοσφαίρου, είτε είναι υγιής είτε έχει επιστρέψει από κάποιο τραυματισμό, να παράγει δυνατές, εκρηκτικές κινήσεις κατά την διάρκεια του αγώνα είναι πολύ σημαντική για την απόδοση του αλλά και για την αποφυγή τραυματισμών και θα πρέπει να εξασκείται κατά την διάρκεια της προπόνησης (*Ramírez-Campillo et al. 2015*). Η πλειομετρική προπόνηση είναι ένας τρόπος ενίσχυσης της δυνατότητας των μυών να παράγουν μέγιστη δύναμη στο ελάχιστο χρονικό διάστημα, μία σημαντική ιδιότητα για αθλήματα, όπως το ποδόσφαιρο, που περιλαμβάνουν επιτάχυνση και αναπηδήσεις (*Ramírez-Campillo et al. 2015*).

3. Η ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ

3.1 Η έννοια της πλειομετρικής προπόνησης

Ο όρος πλειομετρική άσκηση (plyometrics) αναφέρεται σε εκείνες τις δραστηριότητες που επιτρέπουν στον μυ να αναπτύξει μέγιστη δύναμη στον λιγότερο δυνατό χρόνο. Ο σκοπός της πλειομετρικής άσκησης είναι να αυξήσει την ισχύ των ασκούμενων, οπότε να βελτιώσει την σχέση δύναμης-ταχύτητας των μυών. Οι πλειομετρικές ασκήσεις αφορούν γρήγορες και ισχυρές κινήσεις που περιλαμβάνουν έναν κύκλο επιμήκυνσης και έπειτα βράχυνσης του μυός, δηλαδή πριν την σύσπαση του μυός και την εκτέλεση της άσκησης προηγείται μία κίνηση προς την θέση επιμήκυνσης του μυός (Haff and Triplett, 2016, p.472). Η δυναμική σύσπαση του μυός διαιρείται σε σύγκεντρη και έκκεντρη σύσπαση. Κατά την σύγκεντρη σύσπαση του μυός υπάρχει πραγματοποιείται βράχυνση των μυϊκών ινών, σε αντίθεση με την σύγκεντρη σύσπαση όπου πραγματοποιείται ενεργητική επιμήκυνση των μυϊκών ινών (Roig et al 2009). (Εικόνα 1) Η ακολουθία της έκκεντρης (eccentric) σύσπασης που προηγείται της σύγκεντρης (concentric) σύσπασης του μυός, όπως περιγράφηκε παραπάνω ως κύκλος επιμήκυνσης και έπειτα βράχυνσης, αποτελεί τον όρο της πλειομετρικής άσκησης και έχει βρεθεί ότι αυξάνει περισσότερο την δύναμη και την ταχύτητα σε σχέση με την μεμονωμένη σύγκεντρη ή έκκεντρη σύσπαση του μυός (Bobbert et al. 1996).

Εικόνα 1. Σύγκεντρη και έκκεντρη σύσπαση στον δικέφαλο βραχιόνιο μυ.



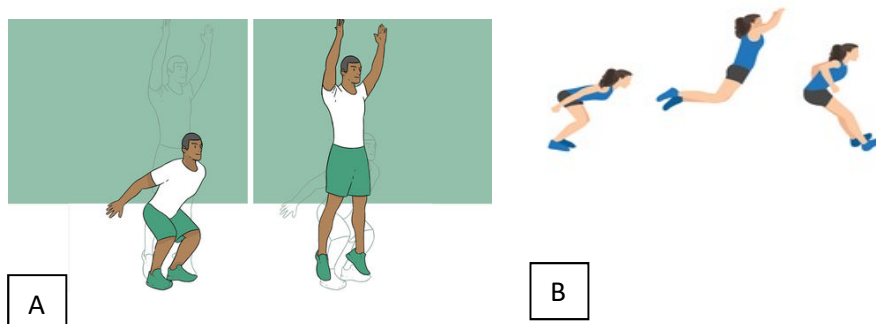
3.2 Μηχανισμοί και φυσιολογία της πλειομετρικής άσκησης

Η εκτέλεση της πλειομετρικής άσκησης επιτυγχάνεται μέσω του κύκλου επιμήκυνσης-βράχυνσης και οφείλεται στην αποθήκευση και χρήση της ελαστικής ενέργειας και στην έκλυση του μυοτατικού αντανακλαστικού (Kawakami et al. 2002). Στην πλειομετρική άσκηση οι μυϊκές άτρακτοι (μηχανοϋποδοχείς που βρίσκονται

μέσα στην μυϊκή γαστέρα των σκελετικών μυών και εντοπίζουν τις αλλαγές στο μήκος του μυός) ενεργοποιούνται από την απότομη επιμήκυνση του μυός κατά την έκκεντρη σύσπαση ενεργοποιώντας το μυοτατικό αντανακλαστικό. Το μυοτατικό αντανακλαστικό ενεργοποιείται από τις μυϊκές ατράκτους κατά την διάταση του μυός και το αποτέλεσμα του είναι η σύσπαση του ίδιου του μυός και η αναχαίτιση των ανταγωνιστών μυών. Αυτή η αντανακλαστική απάντηση ενισχύει την ενεργοποίηση του πρωταγωνιστή μυός αυξάνοντας την δύναμη που παράγει ο μυς (*Katch, McArdle and Katch, 2011, p.469*).

Επίσης, όταν η μυοτενόντια μονάδα επιμηκύνεται κατά την έκκεντρη συστολή, αποθηκεύεται ελαστική ενέργεια. Εάν ο μυς πραγματοποιήσει σύγκεντρη σύσπαση αμέσως μετά την έκκεντρη, τότε η αποθηκευμένη ελαστική ενέργεια απελευθερώνεται συμβάλλοντας στην συνολική παραγωγή δύναμης. Εάν η σύγκεντρη σύσπαση δεν πραγματοποιηθεί αμέσως μετά την έκκεντρη συστολή ή εάν η έκκεντρη συστολή είναι αργή ή σε μεγάλη τροχιά τότε η ελαστική ενέργεια εξανεμίζεται και το μυοτατικό αντανακλαστικό δεν ενεργοποιείται (*Haff and Triplett, 2016, p.472*). Η πλειομετρική προπόνηση περιλαμβάνει ασκήσεις με άλματα και αναπηδήσεις διποδικά ή μονοποδικά σε οριζόντιο και κάθετο επίπεδο (*Ramirez-Campillo et al. 2018*). (Εικόνα 2)

Εικόνα 2. Παραδείγματα ασκήσεων με άλματα. Α: άλμα σε κάθετο επίπεδο. Β: άλμα σε οριζόντιο επίπεδο



Η πλειομετρική άσκηση αποτελείται από τρεις φάσεις:

Φάση 1: Πραγματοποιείται η έκκεντρη σύσπαση του αγωνιστή μυός. Σε αυτή τη φάση γίνεται η αποθήκευση της ελαστικής ενέργειας και ενεργοποιούνται οι μυϊκές άτρακτοι.

Φάση 2: Είναι η παύση ανάμεσα στην έκκεντρη και την σύγκεντρη σύσπαση του αγωνιστή μυός. Σε αυτή την φάση γίνεται η μεταφορά των σημάτων από τις μυϊκές ατράκτους στον νωτιαίο μυελό και από εκεί στον αγωνιστή μυ.

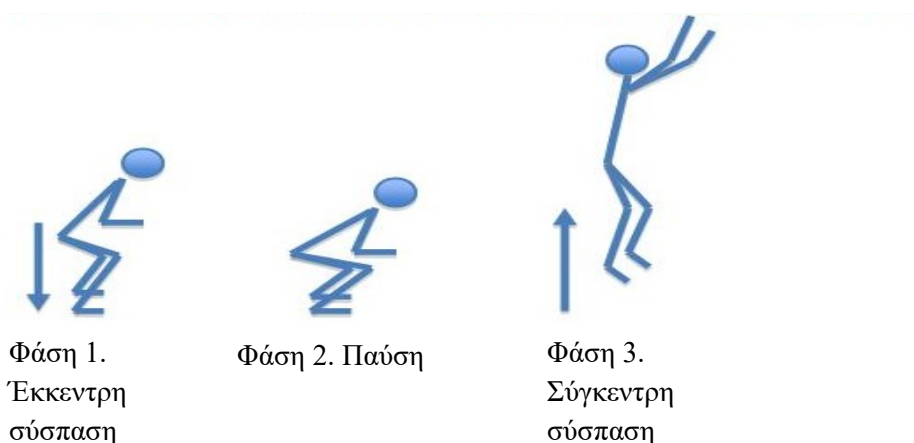
Φάση 3: Πραγματοποιείται η σύγκεντρη σύσπαση του αγωνιστή μυός. Σε αυτή την απελευθερώνεται η ελαστική ενέργεια και ενεργοποιείται ο αγωνιστής μυς μέσω του μυοτατικού αντανακλαστικού. (Εικόνα 3)

(*Haff and Triplett, 2016, p.473*)

3.3 Ο ρόλος της πλειομετρικής άσκησης

Η πλειομετρική προπόνηση χρησιμοποιείται με σκοπό την ενίσχυση της δυνατότητας των μυών να παράγουν μέγιστη δύναμη στο ελάχιστο χρονικό διάστημα. Η δυνατότητα του νευρομυοσκελετικού συστήματος να παράγει δύναμη σε συγκεκριμένη ταχύτητα είναι σημαντική για τα αθλήματα, όπως το ποδόσφαιρο, που περιλαμβάνουν επιτάχυνση και αναπηδήσεις (*Ramírez-Campillo et al. 2015*). Βρίσκει εφαρμογή στον αθλητισμό ως μέσο βελτίωσης παραμέτρων όπως του κάθετου άλματος, της απόδοσης της επιτάχυνσης και της βελτίωσης της νευρομυϊκής λειτουργίας (π.χ. αυξημένη ενεργοποίηση κινητικών μονάδων) (*Oxfeldt et al. 2019*). Οι πλειομετρικές ασκήσεις επίσης εντάσσονται σε προγράμματα πρόληψης τραυματισμών και αποκατάστασης έπειτα από τραυματισμό (*Lemes et al. 2020*).

Εικόνα 3. Οι 3 φάσεις της πλειομετρικής άσκησης



3.3.1 Η πλειομετρική προπόνηση ως μέσο πρόληψης και αποκατάστασης των τραυματισμών του κάτω άκρου.

Όπως προαναφέρθηκε η πρόληψη των τραυματισμών είναι πολύ σημαντική στον αθλητισμό ανεξαρτήτως ηλικίας, επίπεδου και αθλήματος, καθώς ο τραυματισμός επιφέρει απώλεια χρόνου από αγώνες και προπονήσεις, οικονομικό βάρος και αυξημένο κίνδυνο επανατραυματισμού. Η πλειομετρική προπόνηση συμβάλλει στην πρόληψη μέσω των νευρομυϊκών προσαρμογών που προκαλεί όπως η βελτίωση της προενεργοποίησης των μυών (η βελτίωση του αντανακλαστικού χρόνου λόγω υπερευαισθητοποίησης των μυϊκών ατράκτων) που προετοιμάζει για φόρτιση του μύες (*Φουσέκης Κ., 2015, p.384*). Έχει βρεθεί ότι παρεμβάσεις άσκησης με πολλαπλά στοιχεία, όπως ενδυνάμωση, διατακτικότητα, πλειομετρική άσκηση, ιδιοδεκτικότητα και ισορροπία, ήταν αποτελεσματικές στην μείωση του ποσοστού τραυματισμών του κάτω άκρου σε αθλητές ομαδικών αθλημάτων (*Brunner et al. 2019*). Προγράμματα πρόληψης τραυματισμών που ενσωματώνουν την πλειομετρική άσκηση μειώνουν τις

δυνάμεις προσγείωσης, μειώνουν την ροπή απαγωγής και προσαγωγής ισχίου, αυξάνουν την ισχύ των κάτω άκρων και μειώνουν το ποσοστό σοβαρών τραυματισμών (Acevedo et al 2014). Ένα από τα πιο διαδεδομένα προγράμματα που χρησιμοποιείται για πρόληψη τραυματισμών στο ποδόσφαιρο και έχει βρεθεί ότι μειώνει τους τραυματισμούς κατά 39% είναι το FIFA 11+. Πρόκειται για ένα πολυπαραγοντικό πρόγραμμα που περιλαμβάνει μεταξύ άλλων (τρέξιμο, δυναμικές διατάξεις, ασκήσεις δύναμης σε κορμό και πόδια, ασκήσεις ισορροπίας) και πλειομετρικές ασκήσεις (Lemes et al. 2020).

Η πλειομετρική άσκηση βρίσκει εφαρμογή και στην αποκατάσταση. Η λειτουργική ικανότητα ενός αθλητή (η οποία περιλαμβάνει πολλές ιδιότητες όπως δύναμη, ισχύς, αντοχή, νευρομυϊκός συντονισμός) επηρεάζεται σε ποικίλο βαθμό μετά από κάποια κάκωση και η αποκατάσταση τους γίνεται μέσα από συνδυαστικές ασκήσεις προοδευτικής επιβάρυνσης που προσομοιάζουν το άθλημα του. Μέρος της λειτουργικής αποκατάστασης αποτελεί και η πλειομετρική προπόνηση. (Φουσέκης Κ. 2015, p.574). Σταδιακά η πλειομετρική προπόνηση προοδεύει σε ασκήσεις υψηλότερης έντασης με σκοπό να προετοιμάσει το μυοσκελετικό σύστημα, μετά από ένα τραυματισμό, για γρήγορες κινήσεις με υψηλές δυνάμεις παρόμοιες με αυτές που απαιτεί το εκάστοτε άθλημα (Oxfeldt et al. 2019).

3.3.2 Η πλειομετρική προπόνηση στο ποδόσφαιρο.

Πολλές μελέτες στο ποδόσφαιρο έχουν επικεντρωθεί στο να καθορίσουν ποιο είδος προπόνησης βελτιώνει την απόδοση των αθλητών κατά τις προπονήσεις και τους αγώνες. Η βελτίωση της αθλητικής απόδοσης στο ποδόσφαιρο συνδέεται με την ενίσχυση της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, της ισχύος, του σπριντ (sprint) και των αλμάτων στο κάθετο επίπεδο (Saez de Villarreal et al. 2015). Ένα από τα είδη προπόνησης το οποίο ερευνάται αρκετά στο ποδόσφαιρο με σκοπό την βελτίωση της απόδοσης των αθλητών στο γήπεδο είναι και η πλειομετρική άσκηση. Η πλειομετρική άσκηση ως παρέμβαση στις μελέτες εντάσσεται μέσα στο πρόγραμμα προπόνησης της ομάδας είτε σε συνδυασμό με άλλα είδη άσκησης είτε ως μεμονωμένη παρέμβαση. (Πίνακας 2)

Οι Beato et al (2018) μελέτησαν την επίδραση δύο προγραμμάτων άσκησης σε νεαρούς ελίτ αθλητές ποδοσφαίρου. Η μία ομάδα έκανε προπόνηση αλλαγής κατευθύνσεων σε συνδυασμό με πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων και η δεύτερη ομάδα έκανε μόνο την προπόνηση με τις αλλαγές κατευθύνσεων. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 8 εβδομάδες και η συχνότητα της παρέμβασης ήταν 2 φορές την εβδομάδα. Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν ήταν το Sprint, το Long Jump (οριζόντιο άλμα), το Triple Hop Jump (τριπλό άλμα) και η δυνατότητα αλλαγής κατευθύνσεων. Μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση. Υπήρξε βελτίωση σε όλες τις παραμέτρους και στις 2 ομάδες με την ομάδα που ακολουθούσε το πλειομετρικό πρόγραμμα να έχει καλύτερα αποτελέσματα στο Long Jump (οριζόντιο άλμα) και το Sprint. Δεν

αναφέρεται όμως εάν το πρόγραμμα άσκησης είχε προοδευτικότητα (*Beato et al. 2018*). (Πίνακας 2)

Μία ακόμα έρευνα που μελέτησε τις ασκήσεις αλλαγής κατευθύνσεων σε σχέση με την πλειομετρική άσκηση είναι των *Michailidis et al. (2019)*. Σε αυτή την έρευνα μελετάται ο συνδυασμός των ασκήσεων αλλαγής κατεύθυνσης με την πλειομετρική προπόνηση. Η πειραματική ομάδα εκτελούσε πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων σε συνδυασμό με ασκήσεις αλλαγής κατευθύνσεων παράλληλα με την προπόνηση της ομάδας, ενώ η ομάδα ελέγχου πραγματοποιούσε μόνο την προπόνηση της ομάδας. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 6 εβδομάδες και η συχνότητα 2 φορές ανά εβδομάδα. Οι υπό μελέτη μεταβλητές ήταν το Sprint, το Countermovement Jump (κάθετο άλμα), το Squat Jump (κάθετο άλμα), το Long Jump (οριζόντιο άλμα), το multiple 5-bound (έλεγχος μυϊκής ισχύος και συντονισμού κάτω άκρου), το T-test (έλεγχος ικανότητας αλλαγής κατευθύνσεων), το Yo-Yo Intermittent Endurance Test 1 (έλεγχος αερόβιας ικανότητας). Μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση. Η απόδοση στην επιτάχυνση, το T-test και το Long Jump βελτιώθηκε και στις δύο ομάδες. Η απόδοση στο Squat Jump εμφάνισε βελτίωση στην πειραματική ομάδα και μία ελαφριά βελτίωση στην ομάδα ελέγχου. Η απόδοση στο Squat Jump και Long Jump διέφερε σημαντικά υπέρ της πειραματικής ομάδας (*Michailidis et al. 2019*). (Πίνακας 2)

Οι *Ribeiro et al. (2019)* έκαναν σύγκριση ανάμεσα σε δύο προγράμματα άσκησης σε νεαρούς άνδρες αθλητές ποδοσφαίρου. Στην συγκεκριμένη μελέτη η μία ομάδα πραγματοποιούσε πλειομετρική προπόνηση (ασκήσεις σε οριζόντιο και κάθετο επίπεδο) ενώ η δεύτερη ομάδα έκανε ασκήσεις ισχύος (Squat Hip και Hip Thrusts με μέγιστη ισχύ). Αξιολογήθηκαν οι μεταβλητές Squat Jump, Countermovement Jump, Sprint και η ικανότητα αλλαγής κατευθύνσεων. Μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση. Το Squat Jump, το Countermovement Jump και η ικανότητα αλλαγής κατευθύνσεων βελτιώθηκαν και στις δύο ομάδες. Το Sprint δεν εμφάνισε κάποια μεταβολή στην ομάδα με τις ασκήσεις ισχύος ενώ στην ομάδα με το πλειομετρικό πρόγραμμα πιθανόν βελτιώθηκε ελαφρώς (*Ribeiro et al. 2019*). (Πίνακας 2)

Η πλειομετρική άσκηση στο ποδόσφαιρο έχει ερευνηθεί και σε συνδυασμό με ασκήσεις ταχύτητας σε νεαρούς άνδρες αθλητές από τους *Aloui et al. (2021)*. Στην παρούσα μελέτη η πειραματική ομάδα πραγματοποιούσε ένα πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων σε συνδυασμό με ασκήσεις ταχύτητας παράλληλα με την προπόνηση της ομάδας ενώ η ομάδα ελέγχου ακολουθούσε μόνο την προπόνηση της ομάδας. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 8 εβδομάδες και συχνότητα 2 φορές ανά εβδομάδα. Τα Μέτρα έκβασης αξιολογήθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση και ήταν το Squat Jump (κάθετο άλμα), το Countermovement Jump (κάθετο άλμα), το Standing Long Jump (οριζόντιο άλμα), το Sprint, η ικανότητα αλλαγής κατευθύνσεων, και η στατική ισορροπία. Βελτίωση υπήρχε και στις δύο ομάδες με την πειραματική ομάδα να υπερέχει σε όλες τις παραμέτρους εκτός από την στατική ισορροπία (*Aloui et al. 2021*). (Πίνακας 2)

Πίνακας 2. Μελέτες που ερευνούν την πλειομετρική άσκηση στο ποδόσφαιρο.

| Συγγραφέας, Έτος | Συμμετέχοντες | Παρέμβαση | Μέτρα έκβασης | Αποτελέσματα |
|-------------------------|--|--|---|---|
| Aloui et al. 2021 | Άνδρες νεαροί αθλητές ποδοσφαίρου | Πειραματική ομάδα: Πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων σε συνδυασμό με ασκήσεις ταχύτητας παράλληλα με την προπόνηση της ομάδας. Ομάδα ελέγχου: μόνο προπόνηση ομάδας. Διάρκεια 8 εβδομάδες. Συχνότητα 2 φορές/εβδομάδα | Μέτρα έκβασης: Squat Jump, Countermovement Jump, Standing Long Jump, Sprint, ικανότητα αλλαγής κατευθύνσεων, στατική ισορροπία. Μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση. | Η πειραματική ομάδα είχε μεγαλύτερη βελτίωση σε όλες τις παραμέτρους εκτός από την στατική ισορροπία. |
| Beato et al. 2018 | Νεαροί άνδρες ελίτ αθλητές ποδοσφαίρου | Ομάδα Α: ασκήσεις αλλαγής κατευθύνσεων σε συνδυασμό με πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων. Ομάδα Β: ασκήσεις αλλαγής κατευθύνσεων μόνο. Διάρκεια 8 εβδομάδες. Συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα. | Sprint, Long Jump, Triple Hop Jump, δυνατότητα αλλαγής κατευθύνσεων. Μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση. | Υπήρξε βελτίωση σε όλες τις παραμέτρους και στις 2 ομάδες με την ομάδα Α να έχει καλύτερα αποτελέσματα στο Long Jump και το Sprint. |

Πίνακας 2. Μελέτες που ερευνούν την πλειομετρική άσκηση στο ποδόσφαιρο.

| | | | | |
|-------------------------|-----------------------------------|---|---|---|
| Michailidis et al. 2019 | Νεαροί άνδρες αθλητές ποδοσφαίρου | Πειραματική ομάδα: Πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων σε συνδυασμό με ασκήσεις αλλαγής κατευθύνσεων παράλληλα με την προπόνηση της ομάδας. Ομάδα ελέγχου: μόνο προπόνηση ομάδας. Διάρκεια 6 εβδομάδες. Συχνότητα 2 φορές/εβδομάδα | Sprint, Countermovement Jump, Squat Jump, Long Jump, multiple 5-bound, T-test, Yo-Yo Intermittent Endurance Test 1. Μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση. | Η απόδοση στην επιτάχυνση, το T-test και το Long Jump βελτιώθηκε και στις δύο ομάδες. Η απόδοση στο Squat Jump εμφάνισε βελτίωση στην πειραματική ομάδα και μία ελαφριά βελτίωση στην ομάδα ελέγχου. Η απόδοση στο Squat Jump και Long Jump διέφερε σημαντικά υπέρ της πειραματικής ομάδας. |
| Ribeiro et al. 2019 | Νέοι άνδρες αθλητές ποδοσφαίρου | Ομάδα A: πλειομετρική προπόνηση (ασκήσεις σε οριζόντιο και κάθετο επίπεδο). Ομάδα B: ασκήσεις ισχύος (Squat Hip και Hip Thrusts με μέγιστη ισχύ) 12 προπονήσεις σε διάρκεια 7 εβδομάδων | Squat Jump, Countermovement Jump, Sprint, ικανότητα αλλαγής κατευθύνσεων. Μετρήσεις έγιναν πριν και μετά την παρέμβαση. | Το Squat Jump, το Countermovement Jump και η ικανότητα αλλαγής κατευθύνσεων βελτιώθηκαν και στις 2 ομάδες. Το Sprint δεν εμφάνισε κάποια μεταβολή στην ομάδα B ενώ στην ομάδα A πιθανόν βελτιώθηκε ελαφρώς. |

Αν και δεν υπάρχει ακόμα ομοφωνία σε όλες τις παραμέτρους ενός πλειομετρικού προγράμματος προπόνησης, σύμφωνα με την αρθρογραφία, συστήνεται η ένταξη της πλειομετρικής προπόνησης στην τακτική προπόνηση της ομάδας με σκοπό την ενίσχυση παραγόντων που συνδέονται με την αθλητική απόδοση (sprint, άλματα κ.α.)

3.4 Σχεδιασμός προγράμματος πλειομετρικής άσκησης

Για τον σχεδιασμό ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης χρειάζεται να οριστούν ο τύπος της άσκησης, η συχνότητα, διάλειμμα και προοδευτικότητα.

- Τύπος άσκησης. Ο τύπος της άσκησης καθορίζεται από το ποιο μέρος του σώματος στοχεύουμε, το επίπεδο του ασκούμενου και τι θέλουμε να πετύχουμε. Ο τύπος της επιφάνειας που πραγματοποιούνται οι ασκήσεις παίζει επίσης ρόλο καθώς φαίνεται να επηρεάζει την ταχύτητα του κύκλου επιμήκυνσης-βράχυνσης. (Ramirez-Campillo et al. 2018)
- Συχνότητα. 2-3 φορές την εβδομάδα. (Ramirez-Campillo et al. 2018)
- Διάρκεια. 6-12 εβδομάδες (Φουσέκης, p.395)
- Σετ και επαναλήψεις. 2-4 σετ των 8-10 επαναλήψεων (Φουσέκης, p.395)
- Διάλειμμα. Το διάλειμμα ανάμεσα στα σετ εξαρτάται από τον χρόνο που διαρκεί η άσκηση. Η αναλογία της άσκησης με το διάλειμμα κυμαίνεται από 1:5 έως 1:10 (Haff and Triplett, p.477).
- Προοδευτικότητα. Σταδιακή και συστηματική αύξηση της συχνότητας, του όγκου και της έντασης της προπόνησης σε ποικίλους συνδυασμούς (Haff and Triplett, p.478).

Ο όγκος της πλειομετρικής προπόνησης ανά συνεδρία ορίζεται με 'επαφές με το έδαφος'. (Πίνακας 3)

Πίνακας 3. Ενδεικτικός όγκος έναρξης ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης ανάλογα με τον επίπεδο του ασκούμενου. Ο όγκος μετράται σε επαφές με το έδαφος ανά συνεδρία .

| Εμπειρία στην πλειομετρική άσκηση | Όγκος πλειομετρικής προπόνησης |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Αρχάριοι | 80-100 |
| Ενδιάμεσο επίπεδο | 100-120 |
| Προχωρημένο επίπεδο | 120-140 |

(Haff and Triplett, p.477)

Λόγω του σχετικά χαμηλού όγκου αλμάτων που απαιτείται ανά συνεδρία για την βελτίωση της απόδοσης των αθλητών οι πλειομετρικές ασκήσεις εντάσσονται στο πρόγραμμα προπόνησης της ομάδας (Ramirez-Campillo et al. 2021). Η πλειομετρική

προπόνηση σε οριζόντιο επίπεδο είναι το ίδιο αποτελεσματική με την πλειομετρική προπόνηση σε κάθετο επίπεδο στην ενίσχυση της κάθετης απόδοσης αλλά υπερέχει στην ενίσχυση της οριζόντιας απόδοσης. Ένας συνδυασμός από διποδικές και μονοποδικές ασκήσεις πλειομετρικές ασκήσεις, σε οριζόντιο και κάθετο επίπεδο, φαίνεται ότι είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος ενίσχυσης της απόδοσης του αθλητή όσον αφορά την αναπήδηση και την επιτάχυνση (*Moran et al. 2021*).

4. Ο ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΑΙΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

4.1 Η έννοια του BFR

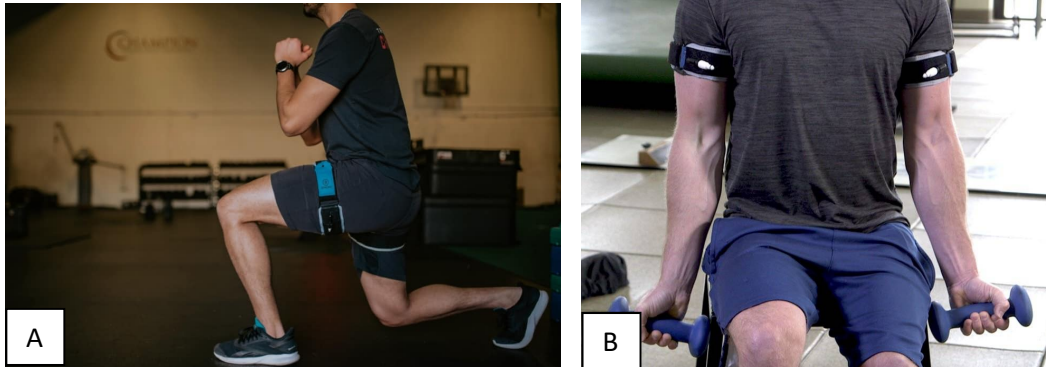
Η προπόνηση με περιορισμό της αιματικής ροής (BFR) εμφανίστηκε αρχικά στην Ιαπωνία με την ονομασία 'Kaatsu' που σημαίνει προπόνηση με προστιθέμενη πίεση. Πρόκειται για την εκτέλεση άσκησης με ταυτόχρονη εφαρμογή εξωτερικής πίεσης σε κάποιο από τα άνω ή κάτω άκρα, η οποία περιορίζει μερικώς την αιματική ροή στο μέλος αυτό. Η καινοτομία του BFR έγκειται στην πρόκληση υπερτροφίας και την αύξηση της μυϊκής δύναμης με άσκηση χαμηλής έντασης, για αυτό και έχει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από την ενίσχυση της απόδοσης στους αθλητές έως και την αντιμετώπιση της μυϊκής ατροφίας στον κλινικό πληθυσμό (*Fahs et al. 2012*).

4.2 Μηχανισμοί δράσης του BFR

Για την πρόκληση BFR κατά την άσκηση, εφαρμόζεται ένας μάντας ή ένα σύστημα πεπιεσμένου αέρα με μανσέτα το οποίο τοποθετείται στο κεντρικό άκρο του μέλους (άνω ή κάτω μέλος). (Εικόνα 4) Αυτή η εξωτερική πίεση που ασκείται στο μέλος προκαλεί μειωμένη εισροή αρτηριακού αίματος αλλά κυρίως περιορίζει την φλεβική επιστροφή, δημιουργώντας συνθήκες υποξίας στον μυ που συσπάται (*Mattocks et al. 2018*). Οι ακριβείς μηχανισμοί δράσης του BFR δεν έχουν αποσαφηνιστεί πλήρως, περιγράφονται όμως κάποιοι μηχανισμοί που συμμετέχουν στην διαδικασία της άσκησης με BFR και συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητά της. Ως βασικοί μηχανισμοί δράσης περιγράφονται το μεταβολικό στρες, που προκύπτει στις συνθήκες υποξίας, αλλά και η μηχανική τάση που προκύπτει από την πίεση στην περιοχή. Αυτοί οι δύο βασικοί μηχανισμοί δρουν σε συνεργασία ώστε να ενεργοποιηθούν οι εξής δευτερογενείς μηχανισμοί:

- μηχανική μεταγωγή, η μετατροπή της μηχανικής τάσης στις μυϊκές ίνες σε χημικά σήματα που ενεργοποιούν αναβολικά μονοπάτια.
- αυξημένη τοπική παραγωγή ορμονών, όπως η MGF (mechano-growth factor) η οποία ενεργοποιεί υπερτροφία στον μυ ως απάντηση μετά την άσκηση.
- μυϊκή βλάβη προκαλούμενη από την άσκηση (exercise induced muscle damage) η οποία θεωρείται ως ένα πιθανό ερέθισμα ενεργοποίησης της μυϊκής υπερτροφίας.
- παραγωγή ROS (Reactive Oxygen Species) οι οποίες είναι χημικές ενώσεις υψηλής αντίδρασης σχηματισμένες από οξυγόνο, και η δράση τους έχει συνδεθεί με την μυϊκή υπερτροφία.
- αυξημένη στρατολόγηση μυϊκών ινών τύπου II των οποίων η αύξηση σε μέγεθος και αριθμό συνδέεται με την μυϊκή υπερτροφία. (*Pearson and Hussain 2014*)

Εικόνα 4. Παραδείγματα εφαρμογής BFR. Α. Εφαρμογή στο κάτω άκρο
Β. Εφαρμογή στο άνω άκρο



4.3 Παράμετροι χρήσης του BFR

Για την πρόκληση των επιθυμητών αποτελεσμάτων κατά την διάρκεια της άσκησης με BFR γίνεται ο χειρισμός των εξής μεταβλητών:

- Έλεγχος ασφάλειας ασθενούς. Παρόλο που η μέθοδος BFR θεωρείται ασφαλής υπάρχουν αναφορές για ανεπιθύμητες ενέργειες όπως μούδιασμα, εμφάνιση καθυστερημένου μυϊκού πόνου (Delayed Onset of Muscle Pain- DOMS) και υποδόρια αιμορραγία (Scott et al. 2015). Οι Nakajima et al. (2012) έχουν προτείνει ένα σύστημα με πόντους το άθροισμα των οποίων καθορίζει το επίπεδο ρίσκου ανά ασθενή κατά την εφαρμογή BFR. Αντενδείξεις αποτελούν το ιστορικό εν τω βάθει θρόμβωσης, η εγκυμοσύνη, η φλεβίτιδα και ο συνδυασμός άλλων παραγόντων που σχετίζονται με το ιστορικό του ασθενή (Nakajima et al. 2012).
- Τύπος εξοπλισμού. Η εξωτερική πίεση μπορεί να εφαρμοστεί από μανσέτες με αυτόματη ή χειροκίνητη ροή αέρα, ή από ιμάντες (Patterson et al. 2018). (Εικόνα 5)
- Πίεση εφαρμογής BFR. Η εξωτερική πίεση που απαιτείται για να προκαλέσει μειωμένη εισροή αρτηριακού αίματος και περιορισμό της φλεβικής επιστροφής εξαρτάται από τον τύπο του εξοπλισμού, το υλικό του (π.χ. νάιλον, ελαστικό ή άλλο), το πλάτος της μανσέτας και την περιφέρεια του μέλους (όσο μεγαλύτερη είναι η περιφέρεια τόσο μεγαλύτερη πίεση απαιτείται) (Patterson et al. 2019). Δεν υπάρχει ομοφωνία των ερευνητών σχετικά με την ιδανική πίεση κατά το BFR. Κάποιοι ερευνητές υποστηρίζουν την εξατομικευμένη πίεση στο 40-80% της LOP (Limb Occlusion Pressure, η πίεση που απαιτείται για την πλήρη σύγκλιση της αιματικής ροής στο μέλος) (McEwen et al. 2019). Από

κάποιους έχει γίνει προσπάθεια να συσχετίσουν την πίεση του BFR με την συστολική πίεση στο βραχιόνιο όμως δεν υπάρχουν στοιχεία που να προτείνουν ότι αυτό παρέχει μία καλή εκτίμηση για το BFR στα κάτω άκρα (Scott et al. 2015). Οι περισσότερες έρευνες χρησιμοποιούν πιέσεις μεταξύ 140mmHg και 240mmHg για τα κάτω άκρα (Fahs et al. 2012). Φαίνεται όμως ότι και η πίεση των 100mmHg στα κάτω άκρα είναι αρκετή ώστε να ενεργοποιήσει μηχανισμούς που σχετίζονται με την υπερτροφία (Wernbom et al. 2013).

Εικόνα 5. Τύποι εξοπλισμού για πρόκληση BFR. Α. μάντες Β. μανσέτες με χειροκίνητη ή αυτόματη ροή αέρα.



- Συχνότητα εφαρμογής. 2-3 συνεδρίες άσκησης με BFR την εβδομάδα είναι αρκετές για να ενισχύσουν την μυϊκή δύναμη και υπερτροφία. Η ίδια συχνότητα ισχύει και για την αερόβια άσκηση. Υπάρχει όμως και η προσέγγιση με υψηλή συχνότητα (1-2 φορές ανά ημέρα) η οποία εφόσον απαιτείται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μικρά χρονικά διαστήματα (1-3 εβδομάδες) (Patterson et al. 2019).
- Διάρκεια εφαρμογής προγράμματος. Οι μυϊκές προσαρμογές ξεκινούν να συμβαίνουν μετά τις 3 εβδομάδες αλλά πιο αποτελεσματικά συμβαίνουν μετά τις 6 εβδομάδες (Patterson et al. 2019).
- Φορτίο άσκησης. Άσκηση αντίστασης με φορτίο μεταξύ 20 και 40 % του 1 RM σε συνδυασμό με BFR έχει βρεθεί συστηματικά από μελέτες ότι προκαλεί αύξηση της μυϊκής δύναμης και υπερτροφία. Στην αερόβια άσκηση με BFR χρησιμοποιούνται εντάσεις χαμηλές (45% της καρδιακής εφεδρείας ή 40% του VO2 max) (Patterson et al. 2019).
- Επαναλήψεις και διαλείμματα. Έχει βρεθεί ότι 4 σετ, με το πρώτο να έχει 30 επαναλήψεις και τα υπόλοιπα από 15, είναι αποτελεσματικά για την αύξηση της μυϊκής υπερτροφίας και δύναμης κατά την άσκηση αντίστασης με BFR. Τα διαλλείματα ανάμεσα στα σετ είναι μικρά, 30-60 δευτερόλεπτα. Η διακοπτόμενη εφαρμογή μειώνει την πίεση άρα και το μεταβολικό στρες στην περιοχή οπότε δεν συνίσταται η διακοπτόμενη εφαρμογή του BFR αλλά η συνεχόμενη εφαρμογή του ακόμα και κατά την

διάρκεια των διαλλειμάτων. Όσον αφορά την αερόβια άσκηση συνίσταται 5-10 λεπτά ανά άσκηση με συνεχόμενη εφαρμογή BFR (*Patterson et al. 2019*).

4.4 Εφαρμογές του BFR

Το BFR απευθύνεται σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, από την ενίσχυση της απόδοσης στους αθλητές έως και την αντιμετώπιση της μυϊκής ατροφίας στον κλινικό πληθυσμό. Έως τώρα υπάρχουν μελέτες που συνδυάζουν το BFR μόνο με την άσκηση αντίστασης ή με την αερόβια άσκηση.

Ένας ακόμα τρόπος χρήσης του BFR είναι η παθητική εφαρμογή χωρίς την εκτέλεση κάποιας άσκησης, αυτή η προσέγγιση όμως δεν έχει τραβήξει το ενδιαφέρον των ερευνητών και οι μελέτες προς αυτή την κατεύθυνση είναι λιγοστές. Τα διαθέσιμα στοιχεία αναφέρουν ότι η διακοπτόμενη εφαρμογή του BFR μπορεί να καθυστερήσει την μυϊκή ατροφία και την απώλεια της δύναμης που συμβαίνει σε περιόδους ακινητοποίησης του μέλους ή σε κλινήρης περιπτώσεις (*Patterson et al. 2017*).

Οι περισσότερες έρευνες είναι προσανατολισμένες στον συνδυασμό του BFR με την άσκηση αντίστασης. Έχει βρεθεί ότι την αύξηση της μυϊκής δύναμης, η προπόνηση με υψηλό φορτίο υπερέχει της προπόνησης με χαμηλό φορτίο και BFR ενώ για την πρόκληση μυϊκής υπερτροφίας η προπόνηση με υψηλό φορτίο βρέθηκε να προκαλεί συγκρίσιμα αποτελέσματα με την προπόνηση χαμηλού φορτίου σε συνδυασμό με BFR. Επίσης η προπόνηση με χαμηλό φορτίο και BFR υπερέχει της προπόνησης με χαμηλό φορτίο χωρίς BFR όσον αφορά την αύξηση της μυϊκής υπερτροφίας και δύναμης (*Lixandrão et al. 2018*). Λόγω της καινοτομίας του αυτής βρίσκει ευρεία εφαρμογή στον κλινικό πληθυσμό όπου η ενδυνάμωση με υψηλό φορτίο δεν ενδείκνυται ή δημιουργεί δυσφορία. Σε πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση που είχε ως σκοπό να συγκρίνει την προπόνηση με υψηλό φορτίο (70% του 1RM) με την προπόνηση με χαμηλό φορτίο και BFR (30% του 1RM) στην μετεγχειρητική αποκατάσταση προσθίου χιαστού συνδέσμου βρέθηκε ότι οι δύο προσεγγίσεις είχαν παρόμοια αποτελέσματα στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και υπερτροφίας όμως η ομάδα με το BFR είχε σημαντικότερη βελτίωση στη μείωση του πόνου στο γόνατο και στην φυσική δραστηριότητα (*Hughes et al. 2019*). Όμοια ήταν και τα αποτελέσματα σε ακόμα μία συστηματική ανασκόπηση που σύγκρινε την ενδυνάμωση με υψηλό φορτίο (70% του 1RM) με την ενδυνάμωση με χαμηλό φορτίο και BFR (30% του 1RM) σε συμμετέχοντες με επιγονατιδομηριαίο πόνο. Και οι δυο ομάδες είχαν όμοια αποτελέσματα όσον αφορά την αύξηση της δύναμης αλλά η ομάδα με το BFR είχε καλύτερα αποτελέσματα στην μείωση του πόνου κατά τις καθημερινές δραστηριότητες (*Giles et al. 2017*).

Το BFR μπορεί να είναι αποτελεσματικό στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και μάζας, και κατά την χαμηλής έντασης αερόβια άσκηση, συνήθως κατά την βάρδια ή την ποδηλασία (Scott et al. 2015). Η αύξηση της μυϊκής δύναμης και μάζας από την αερόβια άσκηση με BFR, αντικατοπτρίζεται στην βελτίωση της λειτουργικής ικανότητας κατά την διάρκεια δραστηριοτήτων σχετικών με την καθημερινότητα, την υγεία και την ευεξία. Παράλληλα η αερόβια άσκηση με BFR μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση της αερόβιας ικανότητας, αν και αυτό δεν συμβαίνει πάντα. (Patterson et al 2019).

Η προπόνηση με BFR όμως βρίσκει εφαρμογή και στον υγιή πληθυσμό αλλά και στον αθλητισμό. Έχει βρεθεί ότι προπόνηση με χαμηλό φορτίο και BFR μπορεί να επιφέρει σημαντική βελτίωση στην δύναμη και το μέγεθος του μυός που ασκείται ακόμα και σε καλά προπονημένους αθλητές. Αυτή η ενίσχυση της λειτουργίας των μυών μεταφράζεται στην βελτίωση της αθλητικής απόδοσης. Δεν είναι σαφές παρόλα αυτά εάν θα προκαλούνταν παρόμοια αποτελέσματα και στην περίπτωση που στους αθλητές εφαρμοζόταν ένα κλασικό πρόγραμμα ενδυνάμωσης με υψηλό φορτίο. (Scott et al. 2016).

5. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ

Το ερευνητικό ερώτημα και σκοπός της εργασίας προκύπτουν μέσα από την παρατήρηση και την μελέτη της αρθρογραφίας.

Σύμφωνα με την υπάρχουσα αρθρογραφία η πλειομετρική άσκηση στο ποδόσφαιρο εντάσσεται στο πρόγραμμα προπόνησης με στόχο την βελτίωση της απόδοσης των αθλητών, την πρόληψη τραυματισμών, και ανά περίπτωση με στόχο την αποκατάσταση κάποιου τραυματισμού. Ενδεικτικά οι Beato et al. (2018) βρήκαν ότι η προσθήκη πλειομετρικής άσκησης σε συνδυασμό με ασκήσεις αλλαγής κατευθύνσεων 2 φορές την εβδομάδα για περισσότερες από 6 εβδομάδες, στην προπόνηση νέων επαγγελματιών αθλητών ποδοσφαίρου, επέφερε σημαντική βελτίωση στις παραμέτρους που αφορούσαν την απόδοση της επιτάχυνσης και του άλματος (Beato et al. 2018). Όμοια αποτελέσματα βρήκαν και οι Michailidis et al. (2019) όταν μελέτησαν την επίδραση της πλειομετρικής άσκησης και της άσκησης αλλαγής κατευθύνσεων στην φυσική κατάσταση νέων ποδοσφαιριστών. Παρατήρησαν ότι ένα συνδυαστικό πρόγραμμα 6 εβδομάδων μπορεί να βελτιώσει την ικανότητα αναπήδησης και επιτάχυνσης καθώς και τις παραμέτρους αντοχής (Michailidis et al. 2019). Σε συμφωνία είναι και τα αποτελέσματα της πρόσφατης συστηματικής ανασκόπησης των Ramirez-Campillo et al. (2021) όταν μελέτησαν την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην απόδοση του άλματος και της επιτάχυνσης σε νέους άνδρες ποδοσφαιριστές, καθώς συμπέραναν ότι η πλειομετρική άσκηση είναι αποτελεσματική στην βελτίωση των παραπάνω παραμέτρων (Ramirez-Campillo et al. 2021).

Όσον αφορά το BFR υπάρχει αρκετή αρθρογραφία που μελετάει την εφαρμογή του στην αποκατάσταση μυοσκελετικών τραυματισμών, παρόλα αυτά παρατηρεί κανείς ότι τα τελευταία χρόνια διεξάγονται έρευνες που μελετάνε την επίδραση του και σε υγιή πληθυσμό και αθλητές. Οι Hosseini Kakhak et al. μελέτησαν την επίδραση της προπόνησης ποδοσφαίρου σε συνδυασμό με BFR, στην απόδοση νέων αθλητών και τα ευρήματα έδειξαν ότι η ομαδική προπόνηση με BFR μπορεί να βελτιώσει τα σωματικά χαρακτηριστικά που σχετίζονται με την απόδοση των νέων αθλητών ποδοσφαίρου (Hosseini Kakhak et al. 2020). Ομοίως οι Korkmaz et al. βρήκαν ότι η προπόνηση ενδυνάμωσης με χαμηλό φορτίο και BFR μπορεί να παρέχει πλεονεκτήματα έναντι της ενδυνάμωσης με υψηλό φορτίο όσον αφορά την βελτίωση της μυϊκής υπερτροφίας σε νέους αθλητές ποδοσφαίρου (Korkmaz et al. 2020). Σε αντιστοιχία είναι και τα αποτελέσματα της συστηματικής ανασκόπησης των Scott et al. που μελέτησαν την επίδραση της άσκησης με BFR σε καλά προπονημένους αθλητές. Τα στοιχεία της ανασκόπησης σύστηναν ότι η προπόνηση αντίστασης με χαμηλό φορτίο μπορεί να ενισχύσει την υπερτροφία και την δύναμη σε καλά προπονημένους αθλητές που κανονικά δεν θα ωφελούνταν από την χρήση χαμηλού φορτίου. Επιπλέον στους υγιείς αθλητές, η άσκηση αντίστασης με χαμηλό φορτίο και BFR, σε συνδυασμό με άσκηση αντίστασης με υψηλό φορτίο χωρίς BFR μπορεί να

προσφέρει επιπλέον ερέθισμα με σκοπό την μυϊκή ανάπτυξη. Ως συμπέρασμα προτείνεται η προσθήκη άσκησης με χαμηλό φορτίο και BFR στην συνήθη προπόνηση των υγιών αθλητών με σκοπό να προκαλέσει ευεργετικές μυϊκές αντιδράσεις (Scott et al. 2016).

Μελετώντας την αρθρογραφία μπορεί κανείς να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τα παραπάνω είδη προπόνησης και την ένταξη τους στον αθλητισμό και το ποδόσφαιρο. Από όσο γνωρίζουμε όμως ο συνδυασμός τους δεν έχει μελετηθεί έως τώρα. Υπάρχει ενδιαφέρον να ερευνηθεί ο συνδυασμός BFR κατά την πλειομετρική άσκηση καθώς τα αποτελέσματα της εργασίας θα μπορούσαν να φανούν χρήσιμα τόσο στους υγιείς αθλητές ως μέσο βελτίωσης της απόδοσης τους, αλλά και σε τραυματισμούς ως μέσο αποκατάστασης.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

6. ΣΚΟΠΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει την επίδραση που έχει το BFR κατά την πλειομετρική άσκηση των κάτω άκρων σε παραμέτρους αθλητικής απόδοσης. Συγκεκριμένα, να διερευνηθεί η επίδρασή του , στην δύναμη του τετρακεφάλου μυός, την λειτουργική ικανότητα (οριζόντιο, κάθετο και μονοποδικό άλμα) και την δυναμική ισορροπία του κάτω άκρου σε ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές.

7. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

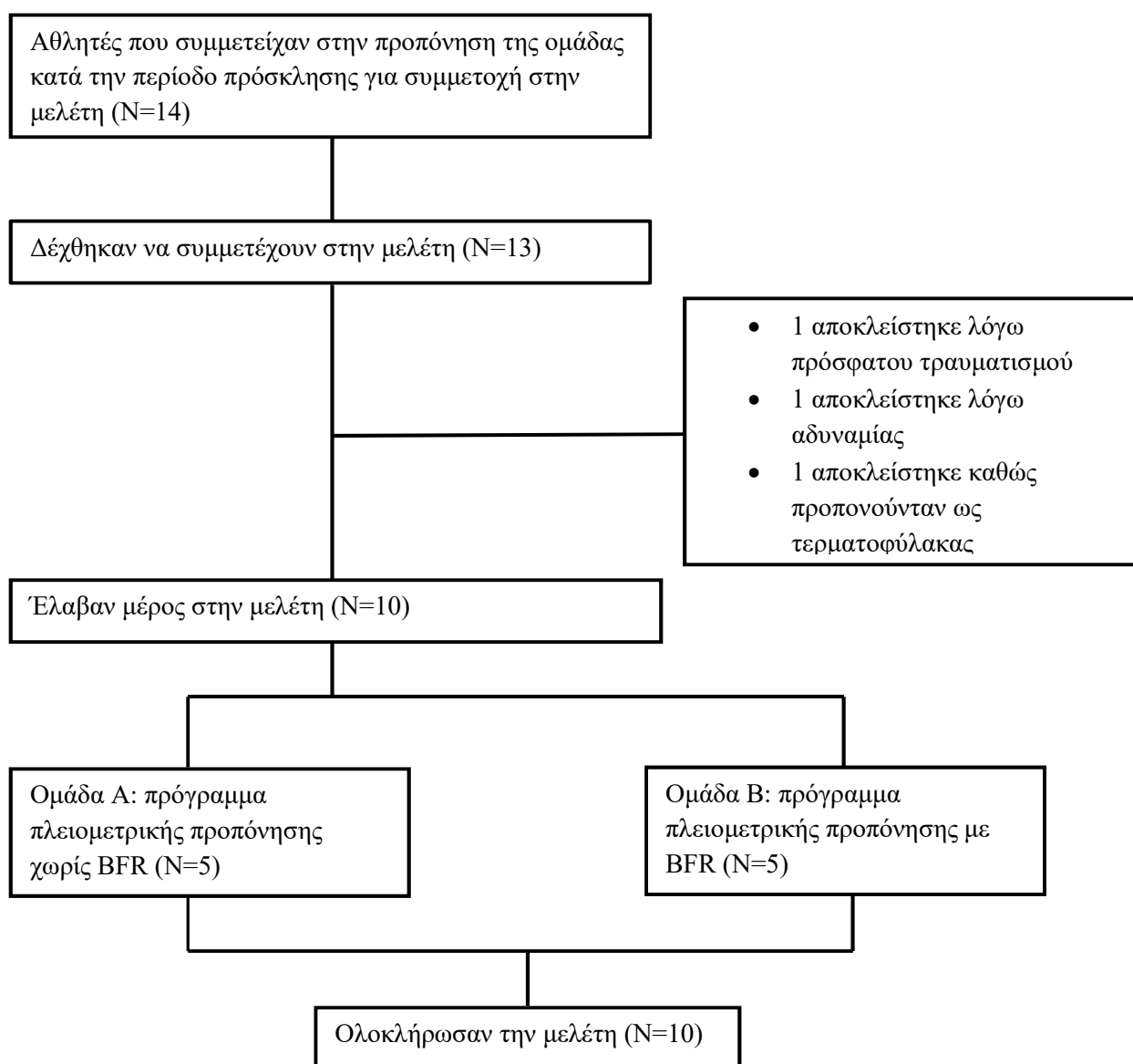
Η εργασία είναι μία πιλοτική συγκριτική μελέτη με παράλληλη παρέμβαση σε 2 διαφορετικές ομάδες η οποία πήρε έγκριση από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών (αρ. πρωτ. 11965/20-10-2021).

Οι 10 συμμετέχοντες με κλήρωση από άτομο που δεν είχε σχέση με την εργασία χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες των 5 ατόμων. Η ομάδα Α εκτελούσε πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης και η ομάδα Β εκτελούσε το ίδιο πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης με την ταυτόχρονη εφαρμογή BFR. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν 10 εβδομάδες και η συχνότητα της 2 φορές την εβδομάδα. Η παρέμβαση πραγματοποιούνταν στο γήπεδο ποδοσφαίρου κατά την διάρκεια της προπόνησης, μετά την προθέρμανση και πριν την αποθεραπεία. Οι υπό εξέταση μεταβλητές μετρήθηκαν πριν την παρέμβαση, στις 7 εβδομάδες και μετά το τέλος της παρέμβασης.

8. ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Στην μελέτη συμμετείχαν αθλητές της τοπικής ερασιτεχνικής ομάδας ποδοσφαίρου στην περιοχή διεξαγωγής της έρευνας η οποία αγωνίζεται στην Α κατηγορία της Ένωσης Ποδοσφαιρικών Σωματείων Δωδεκανήσου (ΕΠΣΔ). Κατά την περίοδο έναρξης της εργασίας στις προπονήσεις της ομάδας συμμετείχαν μόλις 14 άτομα εκ των οποίων οι 13 δέχθηκαν να συμμετέχουν στην μελέτη. Κριτήρια ένταξης αποτελούσαν το ανδρικό φύλο, η ηλικία άνω των 18 ετών και η συμμετοχή στις προπονήσεις της ομάδας. Κριτήρια αποκλεισμού αποτελούσαν αθλητές της ομάδας που προπονούνταν για την θέση του τερματοφύλακα, πρόσφατο χειρουργείο μεγάλο χειρουργείο (<1 χρόνο), πρόσφατος τραυματισμός ή χειρουργείο σε κάποιο από τα κάτω άκρα, ιστορικό εν τω βάθει θρόμβωσης, δυσλειτουργία στο κυκλοφορικό σύστημα, υπέρταση, καρδιολογικά προβλήματα, νευρολογικά προβλήματα,

Εικόνα 6. Διάγραμμα ροής συμμετεχόντων.



παθολογίες που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την λειτουργία των μυών και των αρθρώσεων και BMI>30 (Motykie et al. 2000).

Κατά την πρώτη συνάντηση με τους συμμετέχοντες, τους εξηγήθηκε προφορικά αλλά και γραπτά η διαδικασία της παρέμβασης, ο σκοπός και η διάρκεια της μελέτης. Έγινε λήψη σύντομου ιατρικού ιστορικού (όπως ιστορικό καρδιοπάθειας ή θρόμβωσης, υπέρταση, διαβήτη, πρόσφατο χειρουργείο ή τραυματισμός, συστηματική λήψη φαρμάκων κ.α.), καταγράφηκαν τα προσωπικά τους στοιχεία και τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (ύψος, βάρος, BMI, περιφέρεια μηρού), επίσης συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο πλευρίωσης κάτω άκρου Waterloo Footedness Question-Revised (WFQ-R) Greek. Το WFQ-R έχει σχεδιαστεί ώστε να αξιολογεί την πλευρίωση των κάτω άκρων, δηλαδή το μέλος επιλογής, τόσο σε δυναμικές όσο και σε στατικές δραστηριότητες. Οι εξεταζόμενος απαντάει σε 10 βαθμολογημένες ερωτήσεις και το άθροισμα των απαντήσεων του, υποδεικνύει το κυρίαρχο μέλος στα κάτω άκρα (Kapreli E. et al 2019). Καταγράφηκε το κυρίαρχο μέλος των κάτω άκρων όλων των συμμετεχόντων ώστε να εξεταστεί εάν αυτό είχε επίδραση στο αποτέλεσμα των μονοποδικών διαδικασιών.

Κατά την πρώτη συνάντηση ένας από τους συμμετέχοντες δήλωσε αδυναμία να συμμετάσχει στην μελέτη καθώς σύντομα θα άλλαζε τόπο διαμονής, ένας αποκλείστηκε λόγω του ότι προπονούσαν ως τερματοφύλακας και ακόμη ένας αποκλείστηκε λόγω πρόσφατου τραυματισμού. Οι 10 εναπομείναντες συναίνεσαν γραπτώς για την συμμετοχή τους στην εργασία. (Διάγραμμα 1)

9. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

Η συστηματική αύξηση των απαιτήσεων μίας προπόνησης είναι απαραίτητη για την επίτευξη των στόχων της προπόνησης και την περεταίρω βελτίωση των επιθυμητών μεταβλητών (π.χ. δύναμη, αντοχή κ..α.) Η προοδευτικότητα στην άσκηση χαρακτηρίζεται από την σταδιακή αύξηση του φορτίου που εφαρμόζεται στο σώμα κατά την διάρκεια της προπόνησης. Το φορτίο της προπόνησης αυξάνεται σε βάθος χρόνου, ώστε το ερέθισμα της προπόνησης να παραμένει αποτελεσματικό για την επίτευξη των επιθυμητών προσαρμογών στο σώμα. Αυτό συμβαίνει με τον χειρισμό των εξής μεταβλητών: 1) την ένταση της άσκησης (π.χ. η αντίσταση ή το φορτίο σε μία δεδομένη άσκηση) 2) τον συνολικό αριθμό επαναλήψεων που εκτελούνται ανά άσκηση 3) η ταχύτητα εκτέλεσης της άσκησης 4) η χρονική περίοδος διαλείμματος και 5) ο συνολικός όγκος της προπόνησης (Ratamess et al. 2009).

Το πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης χωρίζονταν σε 3 φάσεις, η κάθε μία εκ των οποίων είχε διάρκεια τουλάχιστον 3 εβδομάδες, με σκοπό την επίτευξη της προοδευτικότητας και των επιθυμητών προσαρμογών στην δύναμη, την ισορροπία και την λειτουργική ικανότητα των συμμετεχόντων. Η πρώτη φάση είχε διάρκεια 3 εβδομάδες, η δεύτερη 4 εβδομάδες και η τρίτη φάση διήρκησε 3 εβδομάδες. Υπήρχε προοδευτικότητα στις ασκήσεις, τόσο στις επαφές με το έδαφος ανά εβδομάδα αλλά και στην δυσκολία των ασκήσεων. Οι επαφές με το έδαφος κυμαίνονταν από 80 την πρώτη εβδομάδα της παρέμβασης έως 140 την 10^η εβδομάδα της παρέμβασης. Ανά εβδομάδα αυξάνονταν τα σετ ή οι επαναλήψεις ενώ σε κάθε φάση αυξάνονταν η δυσκολία στις ασκήσεις. Στην πρώτη φάση υπήρχαν διποδικές ασκήσεις (π.χ. κάθετα άλματα Countermovement Jump) (Εικόνα 6), στην δεύτερη φάση προστέθηκε εμπόδιο στις διποδικές ασκήσεις (π.χ. Countermovement Jump και ανέβασμα σε πλειομετρικό κουτί 50cm) (Εικόνα 7) ενώ εισήχθησαν και μονοποδικές ασκήσεις (π.χ. μονοποδικά άλματα σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση). Στην τρίτη και τελευταία φάση προστέθηκε εμπόδιο στις μονοποδικές ασκήσεις (π.χ. μονοποδικά άλματα σε προσθιοπίσθια κατεύθυνση πάνω από εμπόδιο 15cm) (Εικόνα 8) και αυξήθηκε το ύψος του εμποδίου στις διποδικές ασκήσεις (π.χ. Countermovement Jump και ανέβασμα σε πλειομετρικό κουτί 70cm). Κατά την 7^η εβδομάδα της παρέμβασης, ο όγκος της άσκησης μειώθηκε ώστε να πραγματοποιηθεί η ενδιάμεση αξιολόγηση των μεταβλητών. Από την 8^η εβδομάδα συνεχίστηκε η προοδευτικότητα του προγράμματος. Ανάμεσα στα σετ υπήρχε διάλειμμα διάρκειας από 60 έως 90 δευτερόλεπτα. Το πρόγραμμα των πλειομετρικών ασκήσεων παρατίθεται αναλυτικά στον πίνακα 4.

Το πρόγραμμα των πλειομετρικών ασκήσεων εφαρμοζόταν στους συμμετέχοντες 2 φορές ανά εβδομάδα στο γήπεδο (συνθετικό γρασίδι) κατά την διάρκεια της τυπικής προπόνησης της ομάδας μετά την προθέρμανση και πριν την αποθεραπεία. Η ομάδα έκανε 4 προπονήσεις και 0-2 αγώνες την εβδομάδα. Η παρέμβαση ξεκίνησε πριν την αγωνιστική περίοδο και έληξε κατά την διάρκεια αυτής. Η παρουσία των συμμετεχόντων καταγραφόταν ώστε μετά το τέλος της παρέμβασης να είναι γνωστή η συμμερφωση ανά ομάδα. Το ποσοστό συμμερφωσης ανά ομάδα υπολογίστηκε

διαιρώντας τον αριθμό των συνεδριών άσκησης που πραγματοποίησε ο κάθε συμμετέχων με τον αριθμό συνεδριών που θα έπρεπε να πραγματοποιήσει συνολικά κατά την διάρκεια της μελέτης.

Το πρόγραμμα της πρώτης εβδομάδας εφαρμόστηκε πιλοτικά στις ομάδες A (χωρίς BFR) και B (με BFR) κατά την διάρκεια της προπόνησης μία εβδομάδα πριν την παρέμβαση ώστε οι συμμετέχοντες να εξοικειωθούν με την διαδικασία της παρέμβασης και την χρήση του BFR. Επίσης τους ζητήθηκε να βαθμολογήσουν την δυσκολία του στην κλίμακα Borg CR10. Η κλίμακα Borg CR 10 είναι ένας τρόπος προσδιορισμού του επιπέδου έντασης της φυσικής δραστηριότητας από τον ίδιο τον ασκούμενο. Ο ασκούμενος βαθμολογεί την ένταση της άσκησης, όπως ο ίδιος την αντιλαμβάνεται, σε μία κλίμακα από το 0 έως το 10 όπου το 0 αντιστοιχεί στην ξεκούραση και το 10 στην μέγιστη ένταση (*Buckley and Borg 2011*). Στην ομάδα A και οι 5 το βαθμολόγησαν ως 3 δηλαδή μέτριας έντασης ενώ στην ομάδα B οι 4 το βαθμολόγησαν ως 3 και ο ένας ως 4 δηλαδή κάπως δύσκολο.

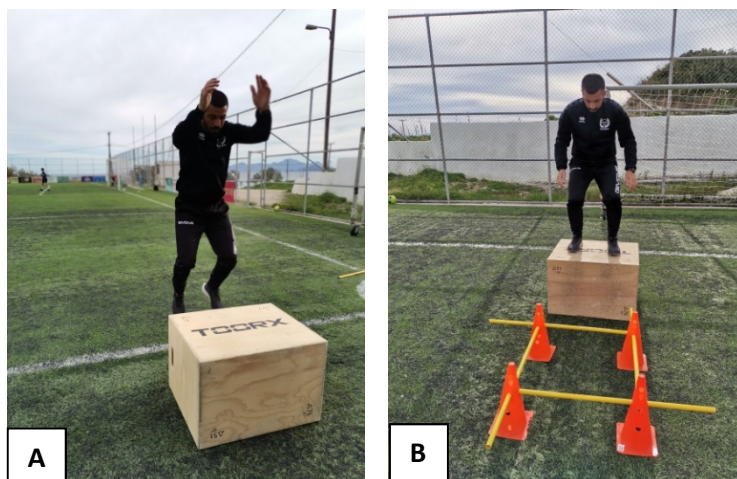
Πίνακας 4. Αναλυτικό πρόγραμμα πλειομετρικής άσκησης ανά εβδομάδα προπόνησης. Περιγράφονται τα σετ και οι επαναλήψεις ανά άσκηση, όπου ο πρώτος αριθμός αντιστοιχεί στα σετ και ο δεύτερος στις επαναλήψεις (π.χ. 1x2).

| Πλειομετρικές Ασκήσεις | Εβδομ. 1 | Εβδομ. 2 | Εβδομ. 3 | Εβδομ. 4 | Εβδομ. 5 | Εβδομ. 6 | Εβδομ. 7 | Εβδομ. 8 | Εβδομ. 9 | Εβδομ. 10 |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| Countermovement Jump | 2x8 | 2x12 | 2x15 | | | | | | | |
| Άλματα ψαλιδάκια (scissor hops) | 2x8 | 2x12 | 2x15 | | | | | | | |
| Οριζόντια (μπροστά-πίσω) διποδικά άλματα | 2x8 | 2x12 | 2x15 | | | | | | | |
| Πλάγια (δεξιά-αριστερά) διποδικά άλματα | 2x8 | 2x12 | 2x15 | | | | | | | |
| Οριζόντιες αναπηδήσεις σε πρόσθια κατεύθυνση εναλλάξ (Bounds) | 2x8 | 2x12 | 2x15 | | | | | | | |
| Οριζόντια (μπροστά-πίσω) μονοποδικά άλματα | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 | 1x8 | | | |
| Πλάγια (δεξιά-αριστερά) μονοποδικά άλματα | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 | 1x8 | | | |
| Άλμα σε βάθος 50cm + 2 άλματα πάνω από εμπόδια 15cm | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 | 1x8 | | | |
| Διποδικά άλματα σε σταυρό πάνω από εμπόδιο 15cm | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 | 1x8 | | | |
| Countermovement Jump και ανέβασμα σε πλειομετρικό κουτί 50cm | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 | 1x8 | | | |
| Οριζόντια μονοποδικά άλματα πάνω από εμπόδιο 15cm | | | | | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 |
| Πλάγια (δεξιά-αριστερά) μονοποδικά άλματα πάνω από εμπόδιο 15cm | | | | | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 |
| Countermovement Jump και ανέβασμα σε πλειομετρικό κουτί 70cm | | | | | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 |
| Άλμα σε βάθος 70cm + 2 άλματα πάνω από εμπόδια 30cm | | | | | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 |
| Διποδικά άλματα σε σταυρό πάνω από εμπόδιο 30cm | | | | | | | | 1x8 | 2x8 | 2x10 |

Εικόνα 7. Ενδεικτικές φωτογραφίες από την πρώτη φάση του προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων. Α και Β άσκηση ‘Countermovement Jump Γ. άσκηση ‘άλματα ψαλιδάκια’



Εικόνα 8. Ενδεικτικές φωτογραφίες από την δεύτερη φάση του προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων. Α. Countermovement Jump και ανέβασμα σε πλειομετρικό κουτί ύψους 50cm Β. άσκηση ‘άλμα σε βάθος 50cm + 2 άλματα πάνω από εμπόδια 15cm’



Εικόνα 9. Ενδεικτικές φωτογραφίες από την τρίτη φάση του προγράμματος πλειομετρικών ασκήσεων. Α. άσκηση 'οριζόντια (μπροστά-πίσω) μονοποδικά άλματα πάνω από εμπόδιο 15cm' Β. άσκηση 'πλάγια (δεξιά-αριστερά) μονοποδικά άλματα πάνω από εμπόδιο 15cm'



10. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ BFR

Για τον περιορισμό της αιματικής ροής, χρησιμοποιήθηκε το σύστημα Fitcuffs που αποτελούνται από μανσέτες νάιλον πλάτους 10 cm με χειροκίνητη ροή αέρα και μανόμετρο για τον έλεγχο της πίεσης που εφαρμόζεται. (Εικόνα 9) Οι μανσέτες τοποθετούνταν και στα δύο πόδια στο ανώτερο άκρο του μηρού, κάτω από την γλουτιαία γραμμή. (Εικόνα 1) Η εφαρμογή και η ροή του αέρα γινόταν στην όρθια θέση ώσπου η πίεση να φτάσει τα 100 mmHg. (Wernbom *et al.* 2013). (Εικόνα 10) Στα διαλείμματα γινόταν έλεγχος της πίεσης και αναπροσαρμογή στα 100 mmHg.



Εικόνα 10. Το σύστημα Fitcuffs που χρησιμοποιήθηκε για τον περιορισμό της αιματικής ροής. Μανσέτες νάιλον πλάτους 10 cm με χειροκίνητη ροή αέρα και μανόμετρο

Εικόνα 11. Εφαρμογή συστήματος περιορισμού αιματικής ροής. Α. οπίσθια άποψη. Β. πρόσθια άποψη.



11. ΜΕΤΡΑ ΕΚΒΑΣΗΣ

Στην παρούσα εργασία αξιολογήθηκε η επίδραση του BFR κατά την πλειομετρική άσκηση κάτω άκρων, στην δύναμη του τετρακεφάλου μυός, την λειτουργική ικανότητα και την δυναμική ισορροπία του κάτω άκρου. Για την αξιολόγηση της δύναμης του τετρακεφάλου μυός χρησιμοποιήθηκε το 1RM. Για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας χρησιμοποιήθηκε το Y Balance Test (YBT). Για την λειτουργική ικανότητα χρησιμοποιήθηκαν το διποδικό κάθετο άλμα με συσπείρωση (Vertical Countermovement Jump- VCJ), το διποδικό οριζόντιο άλμα με συσπείρωση (Horizontal Countermovement Jump- HCJ) και το μονοποδικό τριπλό οριζόντιο άλμα (Single Leg Triple Hop Test-THT). Για όλες τις δοκιμασίες έγινε επεξήγηση, επίδειξη και εξοικείωση από τους συμμετέχοντες. Οι δοκιμασίες αξιολογήθηκαν μία εβδομάδα πριν την έναρξη της παρέμβασης, κατά την 7η εβδομάδα της παρέμβασης και 2 μέρες μετά το τέλος της παρέμβασης. Τα YBT, VCJ, HCJ, και THT αξιολογούνταν την ίδια μέρα με τυχαία σειρά. Το 10RM αξιολογούνταν διαφορετική μέρα από τις άλλες δοκιμασίες και απείχε 2 μέρες από τις άλλες μετρήσεις.

Για όλες τις δοκιμασίες αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε έλεγχος αξιοπιστίας 2 εβδομάδες πριν την έναρξη της μελέτης. Κατά τον έλεγχο αξιοπιστίας επιλέχθηκαν τυχαία από το συγγενικό, φιλικό και εργασιακό περιβάλλον 10 άτομα για την κάθε δοκιμασία. Τα άτομα αυτά αφού εξοικειώθηκαν με τις δοκιμασίες τις εκτέλεσαν σε δύο διαφορετικές μη διαδοχικές μέρες, με τον ίδιο τρόπο που είχε οριστεί να εκτελεστούν και από τους συμμετέχοντες (περιγράφεται παρακάτω).

11.1 Δοκιμασία 10RM

Η δύναμη αξιολογήθηκε με το 1RM. Το 1RM αποτελεί μονάδα μέτρησης της δύναμης και είναι το μέγιστο βάρος που θα μπορούσε να σηκώσει ένας άνθρωπος με μία μόνο επανάληψη. Ο υπολογισμός του 1RM έγινε έμμεσα με την χρήση του τύπου του Brzycki ο οποίος εμφανίζει υψηλό επίπεδο ακρίβειας πρόβλεψης του 1RM του τετρακέφαλου με την χρήση του υπομέγιστου φορτίου 10RM (*McNair et al 2011*). Η μέτρηση του 10RM (το μέγιστο βάρος που θα μπορούσε να σηκώσει κάποιος για 10 επαναλήψεις) έγινε σε κλειστή κινητική αλυσίδα με την άσκηση του καθίσματος. Οι εξεταζόμενοι πριν την δοκιμασία έκαναν προθέρμανση σε στατικό ποδήλατο 5-10 λεπτά με χαλαρή ένταση στον ρυθμό που εκείνοι επιθυμούσαν. Έπειτα τοποθετούνταν σε εξοπλισμό τύπου Smith όπου εκτελούσαν κάθισμα από 90° κάμψη γόνατος έως πλήρη έκταση κρατώντας μία μπάρα με βάρος πίσω στους ώμους τους. Στον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε η μπάρα κινούνταν σε σταθερή τροχιά και υπήρχε η δυνατότητα αύξησης της αντίστασης ανά 5 κιλά. (Εικόνα 11) Στόχος ήταν να βρεθεί το βάρος με το οποίο εκτελούσαν 10 επαναλήψεις με σωστή τεχνική χωρίς να υπάρχει δυνατότητα 11ης επανάληψης. Ξεκινούσαν με κάποια αντίσταση και αν υπερέβαιναν τις 10 επαναλήψεις η αντίσταση αυξανόταν αφού μεσολαβούσαν 2-3 λεπτά διάλειμμα. Γίνονταν 3-4 αναπροσαρμογές στο βάρος έως ότου να βρεθεί το

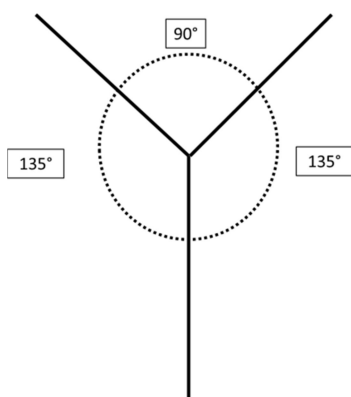
10RM (Katch, McArdle and Katch, 2011, p.451). Η δοκιμασία για την εύρεση του 10RM γινόταν μόνο μία φορά.



Εικόνα 12. Δοκιμασία αξιολόγησης του 10 RM A. αρχική θέση B. τελική θέση

11.2 Y Balance Test

Για την αξιολόγηση της δυναμικής ισορροπίας (η ικανότητα ενός ατόμου να διατηρήσει το κέντρο βάρους του μέσα στην βάση στήριξης καθώς κάποιο από τα μέλη του σώματος του κινείται) χρησιμοποιήθηκε το Y Balance Test. Για την διενέργεια της δοκιμασίας σχηματίστηκε στο πάτωμα με ταινία χρώματος μαύρου το γράμμα Y όπου οι μεγάλες γωνίες ήταν 135° και η μικρή 90° (Εικόνα 12). Ο εξεταζόμενος στεκόταν με το ένα πόδι γυμνό σε σημάδι που είχε τοποθετηθεί στο κέντρο του Y, βλέποντας την μονή γραμμή του Y.



Εικόνα 13. Το σχήμα με τις αντίστοιχες γωνίες όπως αυτό σχεδιάστηκε για την εκτέλεση του Y Balance Test.

Καθώς διατηρούσε την ισορροπία στην μονοποδική στήριξη προσπαθούσε με τα δάχτυλα του άλλου ποδιού να ακουμπήσει όσο πιο μακριά μπορούσε και να επιστρέψει στην αρχική θέση. Η δοκιμασία αφορά το πόδι που βρίσκεται στο έδαφος και η κατεύθυνση εξέτασης χαρακτηριζόταν με αναφορά το πόδι που εξετάζεται ως πρόσθια, οπίσθια έξω και οπίσθια έσω κατεύθυνση. (Εικόνα 13) Η δοκιμασία χαρακτηριζόταν ως άκυρη εάν ο εξεταζόμενος έχανε την ισορροπία του, εάν μετέφερε το βάρος του στο μη εξεταζόμενο πόδι ή εάν δεν κατάφερνε να επιστρέψει στην αρχική θέση. Η απόσταση μετρούνταν από συγκεκριμένο σημάδι που είχε

τοποθετηθεί στο κέντρο του Υ. Έγιναν 3 προσπάθειες προς κάθε κατεύθυνση και υπολογίστηκε ο μέσος όρος (Greenberg et al 2019).



Εικόνα 14. Δοκιμασία Y Balance Test στο αριστερό πόδι.
Α. πρόσθια κατεύθυνση.
Β. οπίσθια έξω κατεύθυνση.

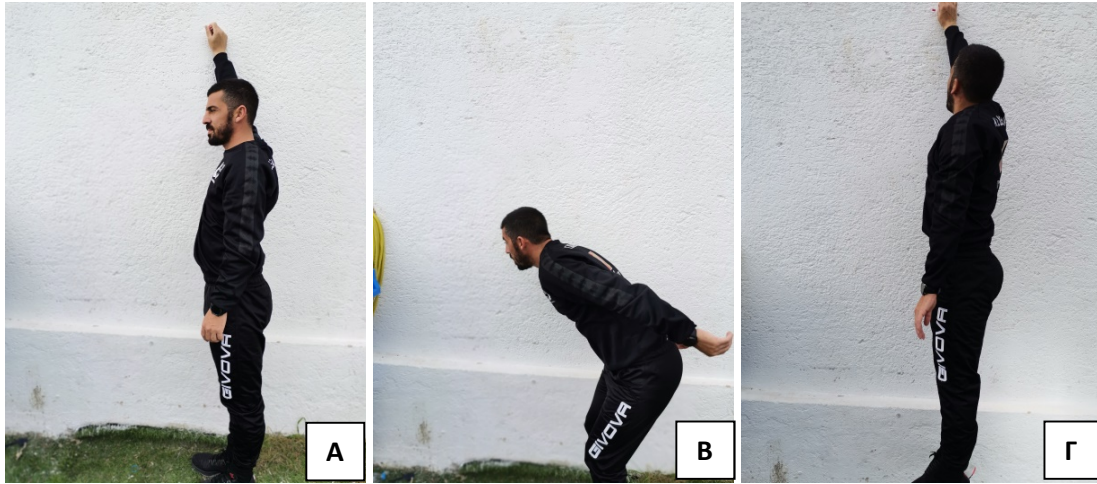
11.3 Αξιολόγηση λειτουργικής ικανότητας

Όπως προαναφέρθηκε για την αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας χρησιμοποιήθηκαν 3 δοκιμασίες στις οποίες οι συμμετέχοντες φορούσαν παπούτσια και συμβουλευτήκαν να φοράνε τα ίδια παπούτσια κάθε φορά στις δοκιμασίες. Όλες οι δοκιμασίες αξιολόγησης της λειτουργικής ικανότητας γίνονταν έπειτα από ήπια προθέρμανση με 5-10 λεπτά χαλαρό τρέξιμο στο ρυθμό που επιθυμούσαν εκείνοι. Ακολουθεί η περιγραφή των δοκιμασιών λειτουργικής ικανότητας.

11.3.1 Vertical Countermovement Jump (VCJ)

Μία από τις δοκιμασίες ήταν το VCJ. Ο εξεταζόμενος στεκόταν με το πλάγιο μέρος του σώματος του στον τοίχο, έφερνε τον ώμο του σε πλήρη κάμψη με τον αγκώνα σε έκταση και με κιμωλία που κρατούσε σημείωνε που έφτανε. Έπειτα βύθιζε την λεκάνη του και όσο πιο γρήγορα μπορούσε έκανε κάθετο άλμα όπου σημείωνε με την κιμωλία τα ύψος που έφτανε (Maulder and Cronin 2005). (Εικόνα 14) Η δοκιμασία χαρακτηριζόταν άκυρη εάν μετά την βύθιση της λεκάνης δεν γινόταν αμέσως το άλμα ή εάν εκτός από κάθετη μετατόπιση υπήρχε και οριζόντια μετατόπιση. Η μέτρηση γινόταν από το σημάδι που έβαζε όταν στεκόταν όρθιος μέχρι το σημάδι που έβαζε κατά το άλμα. Έγιναν 3 προσπάθειες και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Ανάμεσα σε κάθε προσπάθεια υπήρχε 1 λεπτό διάλειμμα.

Εικόνα 15. Δοκιμασία Vertical Countermovement Jump. Α. ο εξεταζόμενος στέκεται με το πλάγιο μέρος του σώματος του στον τοίχο και με κιμωλία που κρατάει σημειώνει που φτάνει. Β. βυθίζει την λεκάνη του Γ. κάνει κάθετο άλμα όπου σημειώνει με την κιμωλία τα ύψος που φτάνει.



11.3.2 Horizontal Countermovement Jump (HCJ)

Η λειτουργική ικανότητα αξιολογήθηκε επίσης με την δοκιμασία HCJ. Οι συμμετέχοντες στεκόντουσαν με τα δάχτυλα των ποδιών μπροστά στην γραμμή έναρξης της δοκιμασίας με τα χέρια ελεύθερα στην άκρη του σώματος. Οι οδηγίες ήταν να βυθίσουν την λεκάνη τους και όσο πιο γρήγορα γινόταν να πηδήξουν όσο πιο μακριά μπορούσαν σε οριζόντια κατεύθυνση και να προσγειωθούν στα δυο τους πόδια (Maulder and Cronin 2005). (Εικόνα 15) Η δοκιμασία χαρακτηριζόταν άκυρη εάν δεν προσγειώνονταν σταθερά και στα δύο τους πόδια ή εάν βύθιζαν την λεκάνη τους και δεν έκαναν αμέσως το άλμα. Η μέτρηση γινόταν από την γραμμή έναρξης μέχρι το σημείο που έφταναν οι πτέρνες του εξεταζόμενου. Οι συμμετέχοντες έκαναν 3 προσπάθειες και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Ανάμεσα σε κάθε προσπάθεια υπήρχε 1 λεπτό διάλειμα.



Εικόνα 16. Δοκιμασία Horizontal Countermovement Jump Α. Ο εξεταζόμενος στέκεται με τα δάχτυλα των ποδιών μπροστά στην γραμμή έναρξης της δοκιμασίας με τα χέρια ελεύθερα στην άκρη του σώματος και βυθίζει την λεκάνη του. Β. κάνει οριζόντιο άλμα Γ. προσγειώνεται σταθερά και στα δύο πόδια



11.3.3 Single Leg Triple Hop Test (THT)

Μία ακόμα δοκιμασία που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση της λειτουργικής ικανότητας ήταν το THT. Κατά την δοκιμασία οι συμμετέχοντες στέκονταν μπροστά στην γραμμή έναρξης, με το ένα πόδι έκαναν 3 οριζόντια διαδοχικά άλματα ακολουθώντας μία από τις γραμμές του γηπέδου και στο τελευταίο άλμα έπρεπε να μείνουν σταθερά στην μονοποδική στήριξη (Φουσέκης Κ., 2015 p.577). (Εικόνα 16) Η δοκιμασία θεωρούνταν άκυρη εάν έκαναν στάση ανάμεσα στα άλματα, εάν δεν κρατούσαν την ισορροπία τους στην μονοποδική στήριξη στο τέλος των τριών αλμάτων ή εάν παρέκλιναν από την ευθεία γραμμή του γηπέδου πάνω στην οποία έκαναν τα άλματα. Η μέτρηση γινόταν από την γραμμή έναρξης έως το σημείο που έφτανε η πτέρνα του εξεταζόμενου. Οι συμμετέχοντες έκαναν 3 προσπάθειες και υπολογίστηκε ο μέσος όρος για το κάθε πόδι. Ανάμεσα σε κάθε προσπάθεια υπήρχε 1 λεπτό διάλλειμα.

Εικόνα 17. Δοκιμασία Single Leg Triple Hop Test Α. ο εξεταζόμενος στέκεται μπροστά στην γραμμή έναρξης με ισορροπία στο ένα πόδι Β. με το ένα πόδι κάνει 3 οριζόντια διαδοχικά άλματα ακολουθώντας την γραμμή του γηπέδου Γ. στο τελευταίο άλμα μένει σταθερά στην μονοποδική στήριξη



12. ΈΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για όλες τις δοκιμασίες αξιολόγησης πραγματοποιήθηκε έλεγχος αξιοπιστίας 2 εβδομάδες πριν την έναρξη της μελέτης. Κατά τον έλεγχο αξιοπιστίας επιλέχθηκαν τυχαία από το συγγενικό, φιλικό και εργασιακό περιβάλλον 10 άτομα για την κάθε δοκιμασία. Τα άτομα αυτά αφού εξοικειώθηκαν με τις δοκιμασίες τις εκτέλεσαν σε δύο διαφορετικές μη διαδοχικές μέρες, με τον ίδιο τρόπο που είχε οριστεί να εκτελεστούν και από τους συμμετέχοντες.

13. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε περιγραφικά και στατιστικά.

Η στατιστική ανάλυση έγινε με το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics 26 και η στατιστική σημαντικότητα ορίστηκε $p \leq 0.05$ για όλες τις μεταβλητές. Δεν έγινε υπολογισμός του μεγέθους του δείγματος (sample size calculation).

Για την σύγκριση της επίδρασης της πλειομετρικής άσκησης χωρίς BFR (ομάδα Α) και της πλειομετρικής άσκησης με BFR (ομάδα Β), στην δύναμη, την ισορροπία και την λειτουργική ικανότητα χρησιμοποιήθηκε repeated measures ANOVA για κάθε μία μεταβλητή ξεχωριστά.

Για την περιγραφική ανάλυση υπολογίστηκε το ποσοστό μεταβολής (αύξηση ή μείωση) για κάθε μεταβλητή, από την αρχική έως την ενδιάμεση μέτρηση, από την ενδιάμεση έως την τελική μέτρηση και από την αρχική έως την τελική μέτρηση.

Η μεταβλητή YBT για το κάθε πόδι αποτελούνταν από 3 τιμές που αφορούσαν τις 3 κατευθύνσεις εξέτασης (πρόσθια, οπίσθια έξω και οπίσθια έσω κατεύθυνση). Για την στατιστική και την περιγραφική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των τριών αυτών τιμών για το κάθε πόδι.

Για τον προσδιορισμό της αξιοπιστίας των μέτρων έκβασης χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ICC. Όλες οι δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν είχαν υψηλή έως εξαιρετική αξιοπιστία. (Πίνακας 5)

Πίνακας 5. Δείκτες αξιοπιστίας των δοκιμασιών που χρησιμοποιήθηκαν ως μέτρα έκβασης

| Μέτρο έκβασης | Δείκτης ICC |
|---------------------------------|--------------------|
| Δύναμη (10RM) | 0.96 |
| Horizontal Countermovement Jump | 0.97 |
| Vertical Countermovement Jump | 0.97 |
| Single Leg Triple Hop Test | 0.99 |
| Y Balance Test | 0.87 |

Για την εξακρίβωση της ομοιογένειας των χαρακτηριστικών και των μεταβλητών ανάμεσα στις 2 ομάδες πριν την έναρξη της παρέμβασης (baseline) χρησιμοποιήθηκε το t-test independent samples. Τα περιγραφικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται ως μέση τιμή με τυπική απόκλιση. (Πίνακας 6) Το ερωτηματολόγιο πλευρίωσης κάτω άκρου Waterloo Footedness Question-Revised (WFQ-R) Greek έδειξε ότι 1 από τους 10 συμμετέχοντες είχε επικρατούν κάτω άκρο το αριστερό (ανήκε στην ομάδα με την πλειομετρική άσκηση χωρίς το BFR) ενώ οι υπόλοιποι 9 συμμετέχοντες είχαν επικρατούν το δεξί κάτω άκρο.

14. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Από τα μόλις 14 άτομα που συμμετείχαν στις προπονήσεις της ομάδας κατά την περίοδο έναρξης της εργασίας, οι 13 δέχθηκαν να συμμετέχουν στην μελέτη. Έπειτα ένας από αυτούς δήλωσε αδυναμία να συμμετάσχει στην μελέτη, και άλλοι δύο αποκλείστηκαν γιατί δεν πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης.

Οι 10 εναπομείναντες (ηλικίας 31.3 ± 7.59) ολοκλήρωσαν την μελέτη. Δεν παραιτήθηκε κανένας μετά την έναρξη της παρέμβασης. Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις αρχικές μετρήσεις των μεταβλητών (baseline) ανάμεσα στις δύο ομάδες. Δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα χαρακτηριστικά των ομάδων όσον αφορά την ηλικία, τον δείκτη μάζας σώματος, το ύψος (οριακά στατιστικά μη σημαντικό) και την περιφέρεια του μηρού. Η μόνη στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες αφορούσε το βάρος των συμμετεχόντων. (Πίνακας 6)

Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων

| Χαρακτηριστικά/Μεταβλητές | Ομάδα (n=5) mean \pm SD | A Ομάδα (n=5) | B p-value |
|--|---------------------------------|---------------------|--------------|
| Ηλικία (έτη) | 33.8 \pm 6.94 | 28.8 \pm 8.1 | 0.89 |
| Βάρος (kg) | 78.6 \pm 4.03 | 71.4 \pm 7.93 | 0.02* |
| Ύψος (m) | 1.75 \pm 0.06 | 1.75 \pm 0.03 | 0.06 |
| Body mass index (BMI) (kg/m ²) | 25.68 \pm 2.01 | 23.16 \pm 2.47 | 0.42 |
| Περιφέρεια μηρού (cm) | 57.8 \pm 2.59 | 57.0 \pm 2.55 | 0.8 |
| Δύναμη (1RM) (kg) | 76 \pm 7.68 | 89.4 \pm 13.65 | 0.44 |
| Vertical Countermovement Jump (cm) | 41 \pm 5.48 | 42.38 \pm 7.31 | 0.67 |
| Horizontal Countermovement Jump (m) | 1.82 \pm 0.19 | 2.09 \pm 0.25 | 0.5 |
| Triple Hop Test Right Leg (m) | 4.16 \pm 0.26 | 4.59 \pm 0.36 | 0.28 |
| Triple Hop Test Left Leg (m) | 4.2 \pm 0.31 | 5.04 \pm 0.35 | 0.68 |
| Y Balance Test Right Leg (cm) | 64.07 \pm 5.27 | 72.47 \pm 10.75 | 0.33 |
| Y Balance Test Left Leg (cm) | 63.3 \pm 5.85 | 73.23 \pm 10.62 | 0.51 |

Δεν καταγράφηκαν ανεπιθύμητες ενέργειες από την εφαρμογή του προγράμματος ασκήσεων στους συμμετέχοντες. Το ποσοστό συμμόρφωσης των συμμετεχόντων για την ομάδα A (πλειομετρική άσκηση) ήταν 74% και για την ομάδα B (πλειομετρική άσκηση και BFR) ήταν 72%. (Πίνακας 7)

Πίνακας 7. Ποσοστό συμμόρφωσης ανά ομάδα

| Ομάδα | Ποσοστό Συμμόρφωσης | Μέγιστο ποσοστό | Ελάχιστο ποσοστό |
|---------------------------------|---------------------|-----------------|------------------|
| A (πλειομετρική άσκηση) | 74% ± 16.36 | 95% | 50% |
| B (πλειομετρική άσκηση και BFR) | 72% ± 23.61 | 100% | 45% |

14.1 Στατιστική ανάλυση

Η παραδοχή της σφαιρικότητας εξετάστηκε με το Mauchly's Test of Sphericity και βρέθηκε στατιστικά μη σημαντική για όλες τις υπό εξέταση μεταβλητές.

Το Repeated Measures Anova έδειξε ότι συνολικά υπήρχε στατιστικά σημαντική βελτίωση και στις δύο ομάδες στις μεταβλητές 1RM ($p < 0.001$), VCJ ($p = 0.005$), HCJ ($p = 0.01$), THTR (δεξί πόδι) ($p = 0.005$), YBTR (δεξί πόδι) ($p = 0.03$) και YBTL (αριστερό πόδι) ($p < 0.001$). Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική βελτίωση συνολικά και στις δύο ομάδες στο THTL (αριστερό πόδι) ($p = 0.683$). Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες για όλες τις μεταβλητές ($p > 0.05$). (Πίνακας 8)

14.2 Περιγραφική ανάλυση

14.2.1 Ενδιάμεσες μετρήσεις

Στις 7 εβδομάδες η ομάδα A είχε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης σε σχέση με την ομάδα B, στις μεταβλητές HCJ(6,6%), THTR(7,7%), THTL(8,3%).

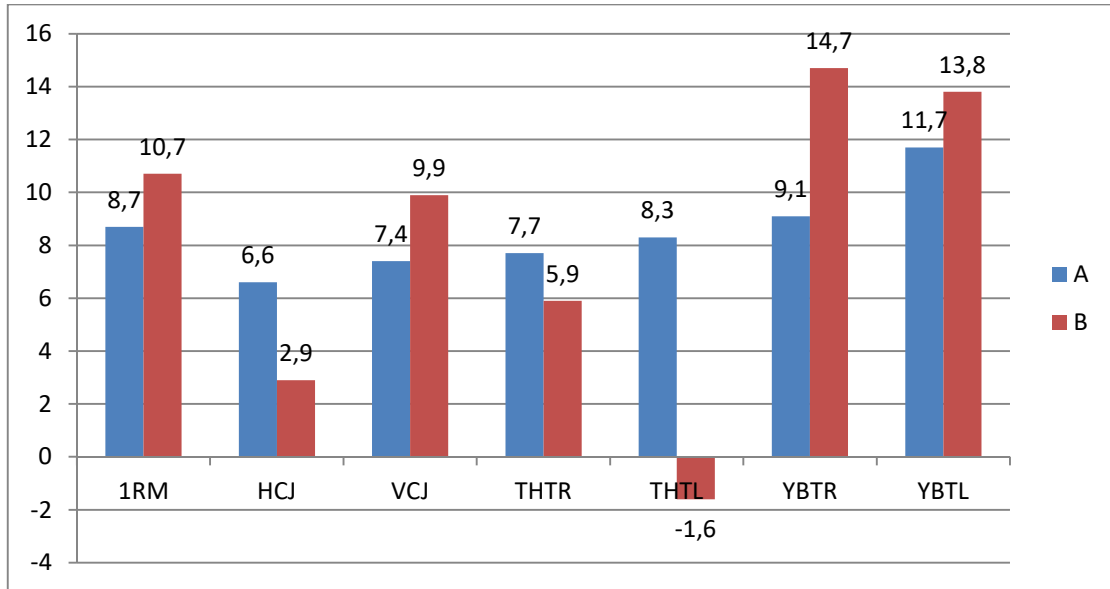
Αντίστοιχα η ομάδα B είχε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης σε σχέση με την ομάδα A στις μεταβλητές RM(10,7%), VCJ(9,9%), YBTR(14,7%), YBTL(13,8%). (Γράφημα 1)

Στο γράφημα 1 μπορεί κανείς να δει το ποσοστό μεταβολής της κάθε μεταβλητής, ανά ομάδα, από την αρχική έως την ενδιάμεση μέτρηση.

Γράφημα 1. Ποσοστά μεταβολής των μέτρων έκβασης ανά ομάδα από την 1^η έως την 7^η εβδομάδα.

Οριζόντια στήλη: μεταβλητές όπου RM:Repetition Maximum, HCJ: Horizontal Countermovement Jump, VCJ: Vertical Countermovement Jump, THTR: Triple Hop Test Right (leg), THTL:Triple Hop Test Left (leg), YBTR: Y Balance Test Right (leg), YBTL: Y Balance Test Left (leg)

Κάθετη στήλη: ποσοστό μεταβολής επί τοις εκατό (%)



Πίνακας 8. Σύγκριση εξαρτημένων μεταβλητών μεταξύ των ομάδων

| Μεταβλητή | Ομάδα | Αρχική Μέτρηση (Baseline) | 7η εβδομάδα | 11η εβδομάδα (τελική μέτρηση) | ANOVA p-value |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------------|--|----------------------|
| Δύναμη (1RM) (kg) | A | 76.0 ± 7.68 | 82.6 ± 7.64 | 88.0 ± 9.95 | p=0.263, F=1.451 |
| | B | 89.4 ± 13.65 | 99 ± 15.44 | 106.6 ± 19,92 | |
| Horizontal Countermovement Jump (m) | A | 1.81 ± 0.19 | 1.93 ± 0.18 | 1.98 ± 0.21 | p=0.835, F=0.046 |
| | B | 2.09 ± 0.25 | 2.15 ± 0.25 | 2.24 ± 0.25 | |
| Vertical Countermovement Jump (m) | A | 41.0 ± 5.48 | 44.02 ± 5.8 | 45.34 ± 6.07 | p=0.094, F=3.597 |
| | B | 42.38 ± 7.3 | 46.58 ± 6.29 | 52.44 ± 7.29 | |
| Triple Hop Test Right Leg (m) | A | 4.16 ± 0.26 | 4.48 ± 0.22 | 4.68 ± 0.12 | p=0.815, F=0.066 |
| | B | 4.59 ± 0.36 | 4.86 ± 0.65 | 5.15 ± 0.6 | |
| Triple Hop Test Left Leg (m) | A | 4.2 ± 0.31 | 4.55 ± 0.56 | 4.38 ± 1.26 | p=0.969, F=0.002 |
| | B | 5.03 ± 0.35 | 4.95 ± 0.44 | 5.19 ± 0.61 | |
| Y Balance Test Right Leg (cm) | A | 64.07 ± 5.28 | 69.89 ± 10.21 | 71.92 ± 7.62 | p=0.253, F=1.520 |
| | B | 72.46 ± 10.75 | 83.13 ± 10.9 | 84.47 ± 7.18 | |
| Y Balance Test Left Leg (cm) | A | 63.3 ± 5.85 | 70.7 ± 11.01 | 73.13 ± 6.95 | p=0.726, F=0.131 |
| | B | 73.23 ± 10.62 | 83.3 ± 12.64 | 84.1 ± 11.69 | |

14.2.2 Τελικές μετρήσεις

Στις 11 εβδομάδες η ομάδα Α είχε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης στις μεταβλητές HCJ(9,4%), THTR(12,5%), THTL(4,3%), YBTL(15,5%). Στις μεταβλητές αυτές η ομάδα Α υπερέχει της ομάδας Β σε ποσοστά που κυμαίνονται μεταξύ 0,3 έως 2,2%.

Η ομάδα Β είχε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης στις μεταβλητές 1RM(19,2%), VCJ(23,7%), YBTR(16,6%). Η διαφορά με τα αντίστοιχα ποσοστά βελτίωσης της ομάδας Α κυμαίνονταν από 3,4% έως 13,1%. (Γράφημα 2)

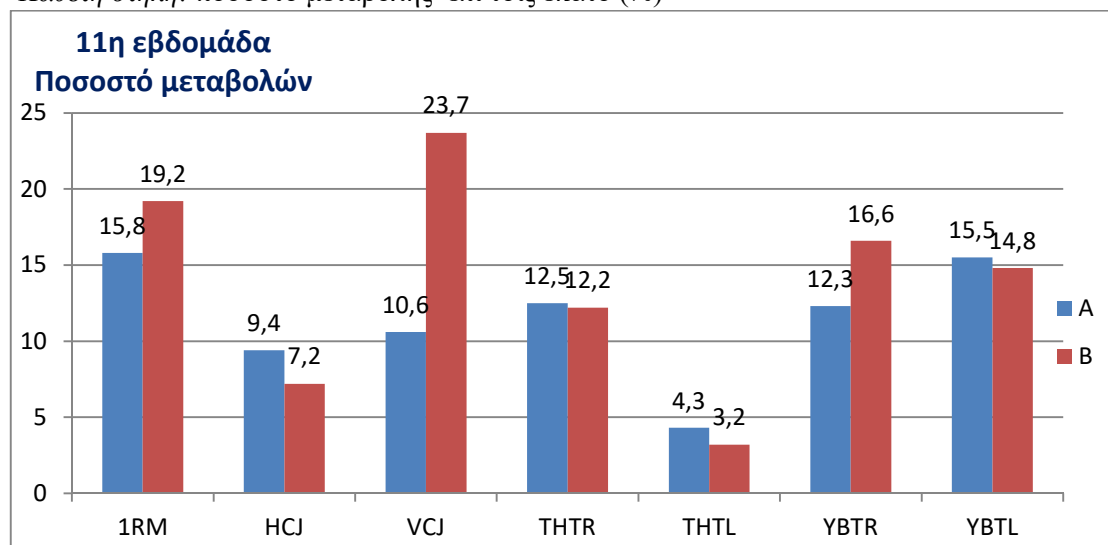
Στο γράφημα 2 παρουσιάζεται το ποσοστό βελτίωσης της κάθε μεταβλητής, ανά ομάδα, μετά το τέλος της παρέμβασης.

Παρατηρήθηκε ότι από την 7^η έως την 11^η εβδομάδα ο ρυθμός βελτίωσης των μεταβλητών VCJ και THTL στην ομάδα Β αυξήθηκε ενώ στην ομάδα Α μειώθηκε. Αντίστοιχες διαφορές αλλά σε μικρότερο βαθμό υπάρχουν και στον ρυθμό βελτίωσης των μεταβλητών HCJ και THTR όπου η ομάδα Α δείχνει μία μικρή πτώση στον ρυθμό της από την 7^η έως την 11^η εβδομάδα σε αντίθεση με την ομάδα Β της οποίας ο ρυθμός βελτίωσης αυξάνεται ελαφρά. Ενδεικτικά υπάρχουν τα γραφήματα 3 και 4. Η στατιστική ανάλυση repeated measures Anova παρατίθεται ολόκληρη στο παράρτημα.

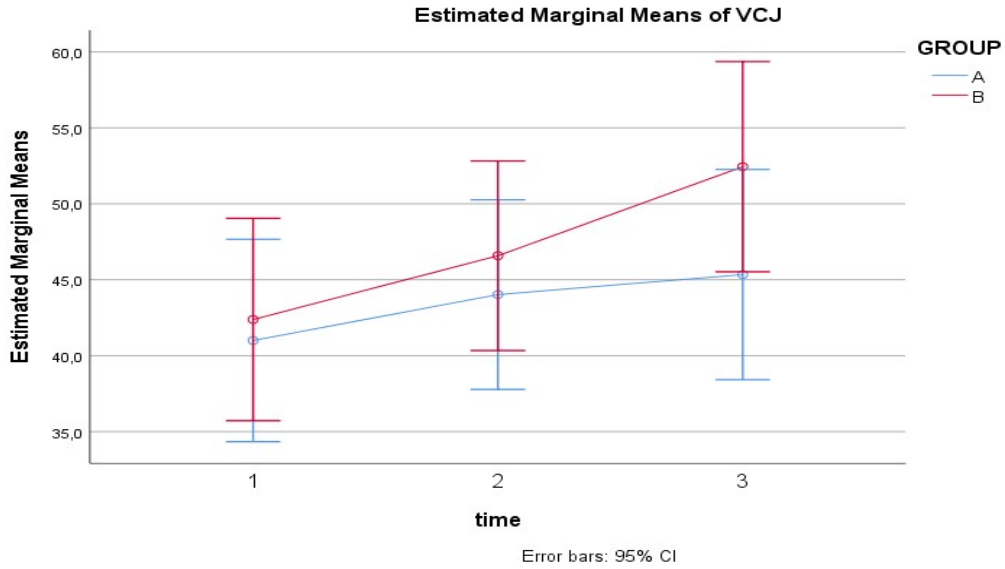
Γράφημα 2. Ποσοστά μεταβολής των μέτρων έκβασης ανά ομάδα από την 1^η έως την 11^η εβδομάδα.

Οριζόντια στήλη: μεταβλητές όπου RM:Repetition Maximum, HCJ: Horizontal Countermovement Jump, VCJ: Vertical Countermovement Jump, THTR: Triple Hop Test Right (leg), THTL:Triple Hop Test Left (leg), YBTR: Y Balance Test Right (leg), YBTL: Y Balance Test Left (leg)

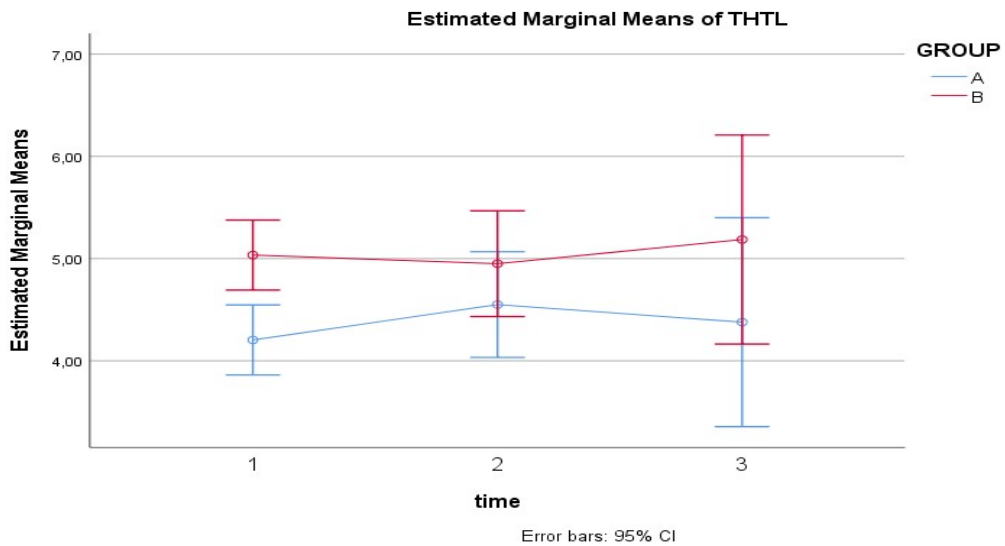
Κάθετη στήλη: ποσοστό μεταβολής επί τοις εκατό (%)



Γράφημα 3. Μέσος όρος των τιμών της δοκιμασίας Vertical Countermovement Jump (VCJ) ανά ομάδα κατά την έναρξη της μελέτης (1), την 7^η εβδομάδα (2) και την 11^η εβδομάδα(3)



Γράφημα 4. Μέσος όρος των τιμών της δοκιμασίας Triple Hop Test Left leg (THTL) ανά ομάδα κατά την έναρξη της μελέτης (1), την 7^η εβδομάδα (2) και την 11^η εβδομάδα(3)



15. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετήσει την επίδραση που έχει το BFR κατά την πλειομετρική άσκηση των κάτω άκρων, στην δύναμη του τετρακεφάλου μυός, την λειτουργική ικανότητα (οριζόντιο, κάθετο και μονοποδικό άλμα) και την δυναμική ισορροπία του κάτω άκρου σε ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές.

Το πρόγραμμα πλειομετρικών ασκήσεων που εφαρμόστηκε και στις δύο ομάδες αποτελούσε μία δομημένη προοδευτική πλειομετρική προπόνηση διάρκειας 10 εβδομάδων με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα. Λόγω της αποτελεσματικότητας του BFR να προκαλεί υπερτροφία και αύξηση της μυϊκής δύναμης με άσκηση χαμηλής έντασης, και αφού δεν υπήρχε προηγούμενη αντίστοιχη έρευνα που να οριοθετεί τον όγκο της πλειομετρικής άσκησης με BFR, αποφασίστηκε το πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης να είναι μέτριας έντασης (ξεκινούσε με 80 επαφές με το έδαφος και προοδευτικά έφτανε μέχρι 140 επαφές με το έδαφος). Οι συμμετέχοντες μετά το τέλος της κάθε συνεδρίας αξιολογούσαν την δυσκολία στην κλίμακα Borg CR10 ώστε να βεβαιώνεται ότι το πρόγραμμα δεν υπερβαίνει την μέτρια δυσκολία.

Όπως έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο της παρέμβασης το πρόγραμμα χωριζόταν σε 3 φάσεις. Η κάθε φάση αποτελούνταν από 5 ασκήσεις των 1 ή 2 σετ και οι επαναλήψεις κυμαίνονταν από 8 έως 15. Εκτός από τον όγκο της άσκησης υπήρχε προοδευτικότητα και στην δυσκολία των ασκήσεων. Επιλέχθηκαν ασκήσεις με μικρότερο βαθμό δυσκολίας στην 1^η φάση (διποδικές πλειομετρικές ασκήσεις χωρίς εμπόδια) ενώ ο βαθμός δυσκολίας των ασκήσεων στην 2^η και την 3^η φάση αυξάνονταν προοδευτικά. Στη 2^η φάση έγινε εισαγωγή μονοποδικών ασκήσεων και στις διποδικές ασκήσεις προστέθηκε εμπόδιο. Στην 3^η φάση προστέθηκε εμπόδιο στις μονοποδικές ασκήσεις και αυξήθηκε το ύψος του εμποδίου στις διποδικές ασκήσεις. Για να προσδιοριστούν οι ιδανικές παράμετροι της πλειομετρικής άσκησης με το BFR χρειάζεται περαιτέρω έρευνα.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες σε καμία από τις υπό εξέταση μεταβλητές.

Παρατηρήθηκε ότι συνολικά και στις δύο ομάδες υπήρχε στατιστικά σημαντική βελτίωση στην δύναμη, στην ισορροπία και στα δύο πόδια, στο κάθετο και το οριζόντιο άλμα καθώς και το μονοποδικό άλμα στο δεξί πόδι.

Για την περιγραφική ανάλυση των δεδομένων υπολογίστηκε το ποσοστό μεταβολής (αύξησης ή μείωσης) της κάθε μεταβλητής ανά ομάδα κατά την ενδιάμεση μέτρηση (7^η εβδομάδα) και τελική μέτρηση (11^η εβδομάδα).

Ποσοστά μεταβολής κατά την ενδιάμεση μέτρηση

- 1RM: ομάδα A αύξηση δύναμης κατά 8,7%, ομάδα B αύξηση δύναμης κατά 10,7%
- HCL: ομάδα A βελτιώθηκε κατά 6,6%, ομάδα B κατά 2,9%
- VCJ: ομάδα A βελτιώθηκε κατά 7,4%, ομάδα B κατά 9,9%
- THTR: ομάδα A βελτιώθηκε κατά 7,7%, ομάδα B κατά 5,9%
- YBTR: ομάδα A βελτιώθηκε κατά 9,1%, ομάδα B κατά 14,7%

- YBTL: βελτιώθηκε κατά 11,7%, ομάδα Β κατά 13,8%

Ποσοστά μεταβολής κατά την τελική μέτρηση

- 1RM: ομάδα Α αύξηση δύναμης κατά 15,8 %, ομάδα Β αύξηση δύναμης κατά 19,2%
- HCJ: ομάδα Α βελτιώθηκε κατά 9,4%, ομάδα Β κατά 7,2%
- VCJ: ομάδα Α βελτιώθηκε κατά 10,6%, ομάδα Β κατά 23,7%
- THTR: ομάδα Α βελτιώθηκε κατά 12,5%, ομάδα Β κατά 12,2%
- YBTR: ομάδα Α βελτιώθηκε κατά 12,3%, ομάδα Β κατά 16,6%
- YBTL: βελτιώθηκε κατά 15,5%, ομάδα Β κατά 14,8%

Μετά το πέρας της παρέμβασης η ομάδα Α είχε μεγαλύτερα ποσοστό βελτίωσης στις μεταβλητές HCJ(9,4%), THTR(12,5%), YBTL(15,5%). Στις μεταβλητές αυτές η ομάδα Α υπερέρχει της ομάδας Β σε ποσοστά που κυμαίνονται μεταξύ 0,3 έως 2,2%. Αντίστοιχα η ομάδα Β είχε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης στις μεταβλητές RM(19,2%), VCJ(23,7%), YBTR(16,6%). Η διαφορά με τα αντίστοιχα ποσοστά βελτίωσης της ομάδας Α κυμαίνονταν από 3,4% έως 13,1%.

Παρατηρήθηκε επίσης, ότι από την 7^η έως την 11^η εβδομάδα ο ρυθμός βελτίωσης της ομάδας Β αυξήθηκε στο οριζόντιο άλμα και το μονοποδικό άλμα στο δεξί κάτω άκρο αλλά κυρίως στο κάθετο άλμα και το μονοποδικό άλμα στο αριστερό κάτω άκρο ενώ ο ρυθμός βελτίωσης της ομάδας Α στις αντίστοιχες μεταβλητές μειώθηκε. Σύμφωνα με τους Loenneke et. al. (2012) οι νευρικές προσαρμογές στην άσκηση με χαμηλό φορτίο και BFR προκύπτουν αρκετά αργότερα σε ένα πρόγραμμα προπόνησης, σε αντίθεση με την άσκηση με υψηλό φορτίο όπου οι νευρικές προσαρμογές συμβαίνουν τις πρώτες εβδομάδες προπόνησης (Loenneke et al. 2012). Παρόλο που το χρονικό σημείο όπου ξεκινούν να παρατηρούνται οι νευρικές προσαρμογές δεν αναφέρεται στην μετανάλυση των Loenneke et al. (2012) αυτό θα μπορούσε να είναι μία πιθανή εξήγηση για την αύξηση του ρυθμού βελτίωσης από την 7^η έως την 11^η εβδομάδα της ομάδας Β, στις δοκιμασίες με τα άλματα.

Η βελτίωση στο μονοποδικό τριπλό άλμα στο αριστερό πόδι (THTL) δεν ήταν στατιστικά σημαντική συνολικά και για τις 2 ομάδες. Κατά την περιγραφική ανάλυση βρέθηκαν οι παρακάτω μεταβολές.

Ποσοστά μεταβολής κατά την ενδιάμεση μέτρηση

- THTL: ομάδα Α βελτιώθηκε κατά 8,3%, ενώ στην ομάδα Β μειώθηκε κατά 1,6%.

Ποσοστά μεταβολής κατά την τελική μέτρηση

- THTL: ομάδα Α βελτιώθηκε κατά 4,3%, ενώ στην ομάδα Β κατά 3,2%.

Παρατηρούμε ότι κατά την ενδιάμεση μέτρηση το THTL στην ομάδα Β μειώθηκε (-1,6%) ενώ κατά την τελική μέτρηση μειώθηκε το ποσοστό βελτίωσης της ομάδας Α. Αυτό πιθανόν να σχετίζεται με την κακή συμμόρφωση των συμμετεχόντων και με το ότι μόλις 1 από τους 10 συμμετέχοντες είχε επικρατούν κάτω άκρο το αριστερό (της ομάδας με την πλειομετρική άσκηση), οι υπόλοιποι 9 συμμετέχοντες είχαν επικρατούν το δεξί κάτω άκρο. Μία πιθανή εξήγηση είναι ότι η μυϊκή δύναμη στο επικρατούν μέλος είναι υψηλότερη σε σχέση με το μη επικρατούν μέλος (Suh et. al.

2020). Ακόμα μία πιθανή εξήγηση είναι ότι το τεστ του τριπλού μονοποδικού άλματος (Single Leg Triple Hop Test) αξιολογεί και τον νευρομυϊκό συντονισμό στο κάτω άκρο (Φουσέκης Κ., 2015). Ο νευρομυϊκός συντονισμός υπερτερεί στο επικρατούν μέλος σε σχέση με το μη επικρατούν (*De lang et al. 2019*).

Δύναμη

Στην παρούσα μελέτη η δύναμη στην ομάδα με το BFR είχε μεγαλύτερο ποσοστό αύξησης (19,2%) σε σχέση με την ομάδα χωρίς το BFR (15,8 %).

Μελετώντας την αρθρογραφία παρατηρεί κανείς ότι οι περισσότερες έρευνες αφορούν την εφαρμογή του BFR στην αποκατάσταση πάσχοντα πληθυσμού. Οι Hughes et al συμπεράναν ότι μία προπόνηση με χαμηλό φορτίο και BFR μπορεί να παρέχει μία πιο αποτελεσματική προσέγγιση στην άσκηση ενδυνάμωσης με αντίσταση στον πληθυσμό που βρίσκεται σε διαδικασία μυοσκελετικής αποκατάστασης. (*Hughes et al. 2017*) Όμοια ήταν και τα αποτελέσματα σε ανασκόπηση που μελέτησε την προπόνηση με BFR στην μυοσκελετική αποκατάσταση και βρήκε ότι η αποτελεσματικότητα της προπόνησης ενδυνάμωσης με χαμηλή ένταση και BFR είναι χαμηλότερη σε σχέση με την κλασική προπόνηση με υψηλή αντίσταση όμως είναι χρήσιμη ως μέθοδος ενδυνάμωσης στον πληθυσμό όπου το υψηλό φορτίο δεν είναι ανεκτό ή αντενδείκνυται. (*Rolff et al. 2020*)

Στον αθλητικό κόσμο τα τρέχοντα στοιχεία προτείνουν ότι η προπόνηση με χαμηλή αντίσταση και BFR μπορεί να ενισχύσει την μυϊκή υπερτροφία και δύναμη σε καλά προπονημένους αθλητές που κανονικά δεν θα ωφελούνταν από την προπόνηση με χαμηλό φορτίο. Στους υγιείς αθλητές η προπόνηση με χαμηλό φορτίο και BFR μπορεί να εφαρμοσθεί σε συνδυασμό με την προπόνηση υψηλού φορτίου και να προσφέρει επιπλέον ερεθίσματα στην μυϊκή ανάπτυξη. (*Yamanaka et al. 2012*) Στο Αμερικάνικο ποδόσφαιρο οι Luebbers et al. βρήκαν ότι μετά από 7 εβδομάδες εφαρμογής ενός συνδυαστικού προγράμματος ενδυνάμωσης με ασκήσεις υψηλού φορτίου σε συνδυασμό με ασκήσεις χαμηλού φορτίου και BFR αυξήθηκε η δύναμη των τετρακέφαλων μυών στο squat στους αθλητές. (*Luebbers et al. 2014*) Στους υγιείς αθλητές, χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να οριστεί ο καταλληλότερος τρόπος εισαγωγής του BFR στις τυπικές προπονήσεις μίας ομάδας, με σκοπό την βελτίωση της εκάστοτε παραμέτρου.

Από όσο γνωρίζουμε ο περιορισμός της αιματικής ροής δεν έχει μελετηθεί ποτέ έως τώρα σε συνδυασμό με την πλειομετρική άσκηση, οπότε τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν δύναται να επιβεβαιωθούν άμεσα από την παρούσα αρθρογραφία. Είναι ενδιαφέρον όμως ότι ενώ και οι δύο ομάδες ακολουθούσαν το ίδιο πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης σε μέτρια ένταση, η δύναμη αυξήθηκε περισσότερο στην ομάδα του BFR κατά 3,4% κάτι που συμβαδίζει με τα στοιχεία από τις έρευνες για την προπόνηση χαμηλής έντασης με περιορισμό αιματικής ροής.

Η δύναμη είναι ένας παράγοντας που έχει διερευνηθεί και σε σχέση με την πλειομετρική άσκηση. Συστηματική ανασκόπηση που διερεύνησε την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε ενήλικες άνδρες ποδοσφαιριστές βρήκε ότι η πλειομετρική προπόνηση βελτίωσε το κάθετο άλμα, την επιτάχυνση και την αντοχή στους άνδρες ποδοσφαιριστές αλλά όχι την δύναμη τους. Σημειώνεται όμως από τους ερευνητές ότι τα αποτελέσματα θα πρέπει να ερμηνευθούν με προσοχή λόγω της χαμηλής ποιότητας και της ετερογένειας των ερευνών που συμπεριλήφθησαν (*Van de Hoef et al 2019*) Σε μία άλλη συστηματική ανασκόπηση έγινε σύγκριση της πλειομετρικής προπόνησης με την προπόνηση με αντιστάσεις και την επίδραση τους στην μυϊκή υπερτροφία. Συμπέραναν λοιπόν ότι και τα δύο είδη προπόνησης μπορούν να επιφέρουν παρόμοια αποτελέσματα στην μυϊκή υπερτροφία των κάτω άκρων σημειώνεται όμως ότι τα στοιχεία για την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην υπερτροφία της μυϊκής ίνας είναι περιορισμένα. (*Grgic et al. 2020*) Τυχαιοποιημένη μελέτη παρέμβασης βρήκε ότι η πλειομετρική προπόνηση αύξησε την δύναμη μέγιστης εκούσιας σύσπασης (maximum voluntary contraction) (MVC) και την νευρική ενεργοποίηση των τετρακέφαλων μυών τόσο στην έκκεντρη όσο και την σύγκεντρη σύσπαση. (*Behrens et al. 2016*)

Λειτουργική ικανότητα

Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η σημαντική βελτίωση στο κάθετο άλμα στην ομάδα Β του BFR που υπερέιχε της ομάδας Α κατά 13,1%. Θετική φαίνεται να είναι η επίδραση όμως και στα άλλα δύο άλματα, οριζόντιο και τριπλό μονοποδικό. Σε αυτά η ομάδα με το BFR είχε χαμηλότερο ποσοστό σε σχέση με την ομάδα Α όμως η διαφορά ήταν πολύ μικρή (0,3-2,2%). Παρατηρήθηκε ότι ο ρυθμός βελτίωσης, των διποδικών και των μονοποδικών αλμάτων, στην ομάδα με το BFR έδειξε να αυξάνεται περισσότερο μετά την 7^η εβδομάδα ενώ αντίστοιχα της ομάδας Α έδειξε να μειώνεται. Ίσως μεγαλύτερη διάρκεια στην παρέμβαση να έδινε πιο καθαρή εικόνα στην ομάδα του στην επίδραση που είχε η πλειομετρική άσκηση με το BFR στα άλματα. Ακόμη, ενώ το THT στο δεξί πόδι είχε στατιστικά σημαντική βελτίωση, στο αριστερό η βελτίωση δεν ήταν στατιστικά σημαντική (τα πιθανά αίτια επεξηγούνται ωρύτερα στο κεφάλαιο της συζήτησης).

Τα άλμα, είτε σε οριζόντιο ή κάθετο επίπεδο είτε μονοποδικό, είναι μία μεταβλητή που δεν βρίσκεται συχνά υπό εξέταση στις μελέτες που ερευνούν την άσκηση σε συνδυασμό με το BFR. Μία έρευνα που ανάμεσα στις υπό εξέταση μεταβλητές συμπεριέλαβε και τα άλματα στο κάθετο επίπεδο ήταν στο Αυστραλιανό ποδόσφαιρο. Οι αθλητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες (η μία με BFR και η άλλη χωρίς) και παράλληλα με την τακτική προπόνηση της ομάδας ποδοσφαίρου εκτελούσαν επιπλέον 3 φορές την εβδομάδα ασκήσεις squat με χαμηλό φορτίο (δεν αναφέρεται προοδευτικότητα). Βρέθηκε ότι η προσθήκη ασκήσεων ενδυνάμωσης με χαμηλό φορτίο και BFR δεν προσέφερε κάποιο επιπλέον όφελος σε καμία από τις

μεταβλητές, σε υγιείς αθλητές. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο ότι ο υψηλός όγκος του προπονητικού φορτίου κατά την προαγωνιστική περίοδο έδινε αρκετό ερέθισμα ώστε να συμβούν μυϊκές προσαρμογές και της άσκησης του squat με BFR σε αυτή την περίοδο δεν απέδωσε κάτι παραπάνω (Scott et al. 2017). Περισσότερη έρευνα είναι απαραίτητη ώστε να μελετηθεί η επίδραση του BFR στην αλματική ικανότητα.

Μία μεταβλητή η οποία έχει διερευνηθεί αρκετά σε σχέση με την πλειομετρική προπόνηση είναι αυτή της αλτικής ικανότητας ειδικά στον αθλητικό πληθυσμό. Σε πρόσφατη τυχαίοποιημένη μελέτη ελέγχου ερευνήθηκε η προπόνηση αλλαγής κατευθύνσεων σε συνδυασμό με πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης σε νέους επαγγελματίες αθλητές ποδοσφαίρου. Η παρέμβαση είχε διάρκεια 8 εβδομάδες και συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα. Βρήκαν λοιπόν ότι το οριζόντιο άλμα όπως και το μονοποδικό τριπλό άλμα βελτιώθηκαν στην ομάδα που έκανε την πλειομετρική προπόνηση. (Beato et al 2018) Όμοια ήταν και τα αποτελέσματα της επίσης πρόσφατης συστηματικής ανασκόπησης που μελέτησε την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης σε ενήλικες άνδρες ποδοσφαιριστές. Βρέθηκε λοιπόν ότι η πλειομετρική προπόνηση βελτίωσε το κάθετο άλμα, την επιτάχυνση και την αντοχή στους άνδρες ποδοσφαιριστές. (Van de Hoef et al 2019).

Ισορροπία

Στην παρούσα μελέτη και οι δυο ομάδες βελτίωσαν στην ισορροπία με την ομάδα χωρίς το BFR να υπερτερεί της ομάδας με το BFR κατά 4,3 στο δεξί πόδι και κατά 0,7 στο αριστερό πόδι.

Η ισορροπία είναι μια μεταβλητή που δεν συναντάται συχνά στις μελέτες για το BFR. Σε έρευνα που μελέτησε την προπόνηση αντίστασης με χαμηλό φορτίο και BFR στην μυοσκελετική αποκατάσταση βρέθηκε ότι η ισορροπία βελτιώθηκε τόσο στην ομάδα με το BFR όσο και στην ομάδα με την προπόνηση αντίστασης με υψηλό φορτίο. (Ladlow et al. 2018). Σε μία άλλη μελέτη που έκανε σύγκρινε την προπόνηση ενδυνάμωσης με υψηλή αντίσταση και την προπόνηση ενδυνάμωσης με χαμηλή αντίσταση και BFR στην μετεγχειρητική αποκατάσταση ασθενών με ανακατασκευή προσθίου χιαστού συνδέσμου βρέθηκε ότι η ομάδα με το BFR είχε στατιστικά και κλινικά σημαντικότερη βελτίωση στην ισορροπία σε σύγκριση με την ομάδα του υψηλής αντίστασης. (Hughes et al. 2019)

Σε αντίθεση με την αλτική ικανότητα, η ισορροπία είναι μία μεταβλητή η οποία δεν έχει μελετηθεί εκτενώς σε σχέση με την πλειομετρική άσκηση. Την σειρά με τη οποία μπορούν να εφαρμοσθούν σε συνδυασμό η πλειομετρική άσκηση με τις ασκήσεις ισορροπίας με σκοπό την βελτίωση της αθλητικής απόδοσης σε νέους αθλητές ποδοσφαίρου ερεύνησε τυχαίοποιημένη μελέτη ελέγχου. Εκτός από την ισορροπία μελετήθηκαν και η αλτική ικανότητα, η δύναμη και η επιτάχυνση. Παρατήρησαν λοιπόν ότι ο συνδυασμός της πλειομετρικής άσκησης με τις ασκήσεις ισορροπίας έφερε βελτίωση σε όλες τις μεταβλητές όμως η ομάδα που είχε την

μεγαλύτερη βελτίωση ήταν αυτή που εφάρμοσε πρώτα τις ασκήσεις ισορροπίας για 4 εβδομάδες και έπειτα την πλειομετρική προπόνηση για άλλες 4 εβδομάδες. (Hammami et al. 2016) Μία πρόσφατη συστηματική ανασκόπηση μελέτησε την επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης στην ισορροπία σε υγιή πληθυσμό και βρήκε ότι η πλειομετρική άσκηση βελτιώνει την στατική και την δυναμική ισορροπία σε επαγγελματίες και ερασιτέχνες αθλητές. Η βελτίωση όμως που προσέφερε η πλειομετρική προπόνηση ήταν όμοια με την βελτίωση που προσέφεραν άλλα είδη προπόνησης όπως για παράδειγμα οι ασκήσεις ισορροπίας (Ramachandran et al 2021).

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την μελέτη της αρθρογραφίας δείχνουν ότι η πλειομετρική προπόνηση έχει θετική επίδραση στην ισορροπία όμως συνήθως μελετάται ή και συστήνεται σε συνδυασμό με ασκήσεις ισορροπίας. Στην παρούσα μελέτη η πλειομετρική προπόνηση, παρόλο που δεν συνδυάστηκε με άλλο είδος προπόνησης της ισορροπίας, βελτίωσε την ισορροπία και στις δύο ομάδες.

16. ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Το BFR εφαρμόζεται περισσότερο συχνά κατά την εκτέλεση ασκήσεων ενδυνάμωσης με χαμηλή αντίσταση σε πάσχων πληθυσμό και σε κάποιες λιγότερες περιπτώσεις κατά την αερόβια άσκηση χαμηλής έντασης. Τα τελευταία χρόνια έχει ξεκινήσει και η μελέτη της επίδρασης του BFR σε διάφορες παραμέτρους σε υγιείς αθλητές.

Παρά τον μικρό αριθμό του δείγματος, η παρούσα μελέτη έδειξε ότι η ομάδα με το BFR είχε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης στην αύξηση της δύναμης, του κάθετου άλματος και της ισορροπίας (στο δεξί πόδι). Η εισαγωγή της πλειομετρικής προπόνησης με BFR στην τακτική προπόνηση μίας ομάδας ποδοσφαίρου θα μπορούσε να βελτιώσει τις προαναφερθείσες μεταβλητές στους αθλητές της και κατά επέκταση να βελτιώσει και την αθλητική τους απόδοση.

Μία ακόμα χρήση του συνδυασμού του BFR με την πλειομετρική άσκηση θα μπορούσε να είναι και η εφαρμογή του κατά την εισαγωγή ενός προγράμματος πλειομετρικής προπόνησης στην αποκατάσταση ενός αθλητή έπειτα από τραυματισμό, με σκοπό την βελτίωση της αθλητικής του απόδοσης.

17. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η παρούσα μελέτη ολοκληρώθηκε με ορισμένους περιορισμούς. Τον πιο σημαντικό περιορισμό αποτέλεσε το μικρό δείγμα κάτι που έκανε δύσκολη την ανάδειξη στατιστικής σημαντικότητας ανάμεσα στις δύο ομάδες, και ενδεχομένως να συνέβαλε και σε μεθοδολογικό σφάλμα τύπου II. Την περίοδο που ξεκίνησε η εργασία, την προπόνηση της ομάδας παρακολουθούσαν μόλις 14 άτομα οπότε δεν ήταν εφικτή η συγκέντρωση μεγαλύτερου δείγματος

Επίσης μπορεί η συμμόρφωση ανάμεσα στις δύο ομάδες συνολικά να ήταν παρόμοια όμως ήταν μέτρια και για τις δύο ομάδες, σε σχέση με αντίστοιχες μελέτες. Αυτό συνέβη, καθώς αποτελούσαν όλοι τους ερασιτέχνες αθλητές που μετείχαν στην προπόνηση για αναψυχή.

Η φιλοσοφία του BFR έγκειται στην πρόκληση ενδυνάμωσης με χαμηλό φορτίο οπότε, για τον λόγο αυτό δημιουργήθηκε ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης μέτριας έντασης το οποίο αξιολογήθηκε με την κλίμακα Borg CR10 από τους ίδιους τους συμμετέχοντες (περιγράφεται παραπάνω). Το ίδιο πρόγραμμα ακολούθησε και η ομάδα χωρίς BFR γεγονός που πιθανόν να μην προκάλεσε την μέγιστη δυνατή βελτίωση των μεταβλητών στην ομάδα A. Η επιλογή αυτή έγινε γιατί ο σκοπός της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του BFR στις μεταβλητές οπότε θεωρήθηκε ότι ένα ίδιο πρόγραμμα ανάμεσα στις δύο ομάδες θα αναδείκνυε τις διαφορές που θα προέκυπταν από την εφαρμογή ή την μη εφαρμογή του BFR.

Ακόμη ένας περιορισμός ήταν ο τρόπος που μετρήθηκε η δύναμη στους συμμετέχοντες. Η δύναμη της σύγκεντρης σύσπασης των τετρακεφάλων μυών μετρήθηκε ταυτόχρονα και στα δύο κάτω άκρα (η διαδικασία περιγράφεται στο κεφάλαιο 'μέτρα έκβασης') και όχι στο κάθε πόδι ξεχωριστά όπως επίσης δεν αξιολογήθηκε η έκκεντρη σύσπαση των μυών. Καθώς δεν υπήρχε πρόσβαση σε εξοπλισμό δυναμομέτρησης (ισοκίνηση) χρησιμοποιήθηκε γυμνασθηριακός εξοπλισμός τύπου smith (εικόνα 11 στο κεφάλαιο 'μέτρα έκβασης') και η άσκηση του squat για την μέτρηση της δύναμης.

Περιορισμό αποτελούσε και η αδυναμία της άμεσης μέτρησης του 1RM καθώς η αντίσταση που προσέφερε ο γυμνασθηριακός εξοπλισμός δεν ήταν αρκετή και αποφασίστηκε η μέτρηση του 10 RM.

Περιορισμό αποτελεί και το χρονικό διάστημα εφαρμογής της παρέμβασης το οποίο ήταν 10 εβδομάδες καθώς οι προπονήσεις έπειτα σταματούσαν για 2 εβδομάδες (διακοπές Χριστουγέννων). Κατά την ανάλυση των δεδομένων παρατηρήθηκε ότι ο ρυθμός βελτίωσης κάποιων μεταβλητών στην ομάδα B (πλειομετρική με BFR) αυξήθηκε από την 7^η εβδομάδα και μετά. Ίσως ένα χρονικό διάστημα εφαρμογής άνω των 10 εβδομάδων να έδινε πιο καθαρή εικόνα σχετικά με την επίδραση του BFR κατά την πλειομετρική άσκηση στις υπό εξέταση μεταβλητές.

18. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Όπως προαναφέρθηκε ο συνδυασμός της πλειομετρικής προπόνησης με τον περιορισμό της αιματικής ροής είναι ένα πεδίο το οποίο δεν έχει μελετηθεί ξανά οπότε αποτελεί πρόσφορο έδαφος για μελλοντικές έρευνες. Αρχικά θα ήταν χρήσιμα τα αποτελέσματα μίας παρόμοιας μελέτης σε μεγαλύτερο δείγμα, με καλύτερα ποσοστά συμμόρφωσης των συμμετεχόντων και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Ενδιαφέρον όμως θα έχει και η μελέτη της επίδρασης της πλειομετρικής προπόνησης με BFR στην απόδοση και άλλων αθλήματα πέραν του ποδοσφαίρου που έχουν πιο έντονο το αλτικό στοιχείο όπως π.χ. η καλαθοσφαίριση. Η μελέτη της επίδρασης της αιματικής ροής στην πλειομετρική προπόνηση μπορεί να επεκταθεί και στα άνω άκρα αφού όπως είναι γνωστό ο περιορισμός της αιματικής ροής είναι μία μέθοδος που χρησιμοποιείται στα κάτω αλλά και στα άνω άκρα. Η πλειομετρική άσκηση εκτός από ένα μέσο βελτίωσης της απόδοσης των αθλητών αποτελεί και ένα ‘εργαλείο’ αποκατάστασης των τραυματισμένων αθλητών. Θα ήταν λοιπόν χρήσιμη η μελέτη του περιορισμού της αιματικής ροής σε συνδυασμό με πλειομετρική προπόνηση και σε πάσχοντες πληθυσμούς.

19. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση του περιορισμού της αιματικής ροής κατά την πλειομετρική άσκηση του τετρακεφάλου μυός στην δύναμη, την ισορροπία, το διποδικό οριζόντιο άλμα, το διποδικό κάθετο άλμα και το τριπλό μονοποδικό άλμα σε ερασιτέχνες αθλητές ποδοσφαίρου. Παράλληλα με την τακτική προπόνηση, η ομάδα Α εκτελούσε προοδευτικό πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης διάρκειας 10 εβδομάδων με συχνότητα 2 φορές την εβδομάδα, ενώ η ομάδα Β εκτελούσε το ίδιο πρόγραμμα σε συνδυασμό με περιορισμό αιματικής ροής.

Η στατιστική ανάλυση έδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση, μετά το τέλος της παρέμβασης, και στις δύο ομάδες στην δύναμη, την ισορροπία και στα δύο πόδια, το διποδικό οριζόντιο άλμα, το διποδικό κάθετο άλμα και το τριπλό μονοποδικό άλμα στο δεξί πόδι γεγονός που επιβεβαιώνει τη βελτίωση των αθλητών και των δύο ομάδων στις προαναφερθέντες παραμέτρους.

Δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά, μετά το τέλος της παρέμβασης, στην βελτίωση του τριπλού μονοποδικού άλματος στο αριστερό πόδι και στις δύο ομάδες.

Κατά την περιγραφική ανάλυση, μετά το τέλος της παρέμβασης, η ομάδα Α εμφάνισε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης στο διποδικό άλμα στο οριζόντιο επίπεδο (9,4%), στο τριπλό μονοποδικό άλμα στο δεξί πόδι (12,5%), στο τριπλό μονοποδικό άλμα στο αριστερό πόδι (4,3%) και στην δυναμική ισορροπία στο αριστερό πόδι (15,5%). Η διαφορά με τα αντίστοιχα ποσοστά της ομάδας Β κυμαινόταν από 0,3% έως 2,2%. Η ομάδα Β είχε μεγαλύτερα ποσοστά βελτίωσης στην δύναμη (19,2%), στο κάθετο άλμα (23,7%), και στην δυναμική ισορροπία στο δεξί πόδι (16,6%). Η διαφορά με τα αντίστοιχα ποσοστά βελτίωσης της ομάδας Α κυμαίνονταν από 3,4% έως 13,1%.

Προτείνεται περαιτέρω έρευνα σε μεγαλύτερα δείγματα και με καλύτερη συμμόρφωση των συμμετεχόντων που να διερευνά τον συνδυασμό του περιορισμού της αιματικής ροής με την πλειομετρική άσκηση.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Acevedo RJ, Rivera-Vega A, Miranda G, Micheo W. Anterior cruciate ligament injury: identification of risk factors and prevention strategies. *Curr Sports Med Rep*. 2014 May-Jun;13(3):186-91. doi: 10.1249/JSR.0000000000000053. PMID: 24819011.

Aloui G, Hermassi S, Khemiri A, Bartels T, Hayes LD, Bouhafis EG, Souhail Chelly M, Schwesig R. An 8-Week Program of Plyometrics and Sprints with Changes of Direction Improved Anaerobic Fitness in Young Male Soccer Players. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Oct 4;18(19):10446. doi: 10.3390/ijerph181910446. PMID: 34639746; PMCID: PMC8508367.

Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*. 2006 Jul;24(7):665-74. doi: 10.1080/02640410500482529. PMID: 16766496.

Beato M, Bianchi M, Coratella G, Merlini M, Drust B. Effects of Plyometric and Directional Training on Speed and Jump Performance in Elite Youth Soccer Players. *J Strength Cond Res*. 2018 Feb;32(2):289-296. doi: 10.1519/JSC.0000000000002371. PMID: 29176387.

Behrens M, Mau-Moeller A, Mueller K, Heise S, Gube M, Beuster N, Herlyn PK, Fischer DC, Bruhn S. Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *J Sci Med Sport*. 2016 Feb;19(2):170-6. doi: 10.1016/j.jsams.2015.01.011. Epub 2015 Feb 4. PMID: 25766509.

Bobbert MF, Gerritsen KG, Litjens MC, Van Soest AJ. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med Sci Sports Exerc*. 1996 Nov;28(11):1402-12. doi: 10.1097/00005768-199611000-00009. PMID: 8933491.

Brunner R, Friesenbichler B, Casartelli NC, Bizzini M, Maffiuletti NA, Niedermann K. Effectiveness of multicomponent lower extremity injury prevention programmes in team-sport athletes: an umbrella review. *Br J Sports Med*. 2019 Mar;53(5):282-288. doi: 10.1136/bjsports-2017-098944. Epub 2018 Sep 10. PMID: 30201793.

Buckley JP, Borg GA. Borg's scales in strength training; from theory to practice in young and older adults. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2011 Oct;36(5):682-92. doi: 10.1139/h11-078. Epub 2011 Oct 6. PMID: 21977913.

DeLang MD, Rouissi M, Bragazzi NL, Chamari K, Salamh PA. Soccer Footedness and Between-Limbs Muscle Strength: Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Sports Physiol Perform*. 2019 May 1;14(5):551-562. doi: 10.1123/ijsp.2018-0336. Epub 2019 Apr 11. PMID: 30975008.

Ekstrand J, Spreco A, Bengtsson H, Bahr R. Injury rates decreased in men's professional football: an 18-year prospective cohort study of almost 12 000 injuries sustained during 1.8 million hours of play. *Br J Sports Med.* 2021 Oct;55(19):1084-1091. doi: 10.1136/bjsports-2020-103159. Epub 2021 Feb 5. PMID: 33547038; PMCID: PMC8458074.

Fahs C., Loenneke J., Rossow L., Tiebaud R., Bemben M., (2012) 'Methodological considerations for blood flow restricted resistance exercise', *Journal of trainology*, vol.1, no.1, pp14-22

Giles L, Webster KE, McClelland J, Cook JL. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: a double-blind randomised trial. *Br J Sports Med.* 2017 Dec;51(23):1688-1694. doi: 10.1136/bjsports-2016-096329. Epub 2017 May 12. PMID: 28500081.

Greenberg ET, Barle M, Glassmann E, Jung MK. Interrater and test-retest reliability of the Y Balance Test in healthy, early adolescent female athletes. *Int J Sports Phys Ther.* 2019 Apr;14(2):204-213. PMID: 30997273; PMCID: PMC6449012.

Grgic J, Schoenfeld BJ, Mikulic P. Effects of plyometric vs. resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A review. *J Sport Health Sci.* 2021 Sep;10(5):530-536. doi: 10.1016/j.jshs.2020.06.010. Epub 2020 Jun 21. PMID: 32579911;

Haff G., Triplett T., (2016) 'Essentials of strength training and conditioning', 4th edition, United States of America: Human Kinetics

Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Injury incidence and distribution in elite football--a prospective study of the Danish and the Swedish top divisions. *Scand J Med Sci Sports.* 2005 Feb;15(1):21-8. doi: 10.1111/j.1600-0838.2004.00395.x. PMID: 15679568.

Hägglund M, Waldén M, Magnusson H, Kristenson K, Bengtsson H, Ekstrand J. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *Br J Sports Med.* 2013 Aug;47(12):738-42. doi: 10.1136/bjsports-2013-092215. Epub 2013 May 3. PMID: 23645832.

Hammami R, Granacher U, Makhlof I, Behm DG, Chaouachi A. Sequencing Effects of Balance and Plyometric Training on Physical Performance in Youth Soccer Athletes. *J Strength Cond Res.* 2016 Dec;30(12):3278-3289. doi: 10.1519/JSC.0000000000001425. PMID: 27144955.

Hosseini Kakhak SA, Kianigul M, Haghighi AH, Nooghabi MJ, Scott BR. Performing Soccer-Specific Training With Blood Flow Restriction Enhances Physical Capacities in Youth Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2020 Jul 23. doi: 10.1519/JSC.0000000000003737. Epub ahead of print. PMID: 32732777.

Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2017 Jul;51(13):1003-1011. doi: 10.1136/bjsports-2016-097071. Epub 2017 Mar 4. PMID: 28259850.

Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, Ferris G, Dawes J, Paton B, Patterson SD. Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Med.* 2019 Nov;49(11):1787-1805. doi: 10.1007/s40279-019-01137-2. PMID: 31301034.

Kapreli E., Athanasopoulos S., Stavridis I., Billis E., Strimpakos N., (2019) 'Waterloo Footedness Questionnaire (WFQ-R): cross-cultural adaptation and psychometric properties of Greek version', *Biology of exercise*, vol.15.1

Katch V, McArdle W, Katch F. (2011) 'Essentials of exercise physiology' 4th edition, China: Lippincott Williams and Wilkins

Kawakami Y, Muraoka T, Ito S, Kanehisa H, Fukunaga T. In vivo muscle fibre behaviour during counter-movement exercise in humans reveals a significant role for tendon elasticity. *J Physiol.* 2002;540(Pt 2):635-646. doi:10.1113/jphysiol.2001.013459

Kisner, C., & Colby, L. A. (2007). *Therapeutic exercise: Foundations and techniques* (5th ed.). Philadelphia: F.A. Davis.

Korkmaz E, Dönmez G, Uzuner K, Babayeva N, Torgutalp ŞŞ, Özçakar L. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscle Strength and Architecture. *J Strength Cond Res.* 2020 Apr 13. doi: 10.1519/JSC.0000000000003612. Epub ahead of print. PMID: 32287091.

Ladlow P, Coppack RJ, Dharm-Datta S, Conway D, Sellon E, Patterson SD, Bennett AN. Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Improves Clinical Outcomes in Musculoskeletal Rehabilitation: A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Front Physiol.* 2018 Sep 10;9:1269. doi: 10.3389/fphys.2018.01269. PMID: 30246795; PMCID: PMC6139300.

Lemes IR, Pinto RZ, Lage VN, Roch BAB, Verhagen E, Bolling C, Aquino CF, Fonseca ST, Souza TR. Do exercise-based prevention programmes reduce non-contact musculoskeletal injuries in football (soccer)? A systematic review and meta-analysis with 13 355 athletes and more than 1 million exposure hours. *Br J Sports Med.* 2021 Oct;55(20):1170-1178. doi: 10.1136/bjsports-2020-103683. Epub 2021 May 17. PMID: 34001503.

Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceição MS, Damas F, Libardi CA, Roschel H. 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 Med. 2018 Feb;48(2):361-378. doi: 10.1007/s40279-017-0795-y. PMID: 29043659.

Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bembien MG. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol.* 2012 May;112(5):1849-59. doi: 10.1007/s00421-011-2167-x. Epub 2011 Sep 16. PMID: 21922259.

López-Valenciano A, Ruiz-Pérez I, Garcia-Gómez A, Vera-Garcia FJ, De Ste Croix M, Myer GD, Ayala F. Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2020 Jun;54(12):711-718. doi: 10.1136/bjsports-2018-099577. Epub 2019 Jun 6. PMID: 31171515.

Luebbbers PE, Fry AC, Kriley LM, Butler MS. The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes. *J Strength Cond Res.* 2014 Aug;28(8):2270-80. doi: 10.1519/JSC.0000000000000385. PMID: 24476782.

Mattocks KT, Jessee MB, Mouser JG, Dankel SJ, Buckner SL, Bell ZW, Owens JG, Abe T, Loenneke JP. The Application of Blood Flow Restriction: Lessons From the Laboratory. *Curr Sports Med Rep.* 2018 Apr;17(4):129-134. doi: 10.1249/JSR.0000000000000473. PMID: 29629973.

Maulder P, Cronin J. Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport. Volume 6, Issue 2, May 2005, Pages 74-82*

McCall A, Pruna R, Van der Horst N, Dupont G, Buchheit M, Coutts AJ, Impellizzeri FM, Fanchini M; EFP-Group. Exercise-Based Strategies to Prevent Muscle Injury in Male Elite Footballers: An Expert-Led Delphi Survey of 21 Practitioners Belonging to 18 Teams from the Big-5 European Leagues. *Sports Med.* 2020 Sep;50(9):1667-1681. doi: 10.1007/s40279-020-01315-7. PMID: 32676903; PMCID: PMC7441050.

McEwen, J.A., Owens, J.G. & Jeyasurya, J. Why is it Crucial to Use Personalized Occlusion Pressures in Blood Flow Restriction (BFR) Rehabilitation?. *J. Med. Biol. Eng.* 39, 173–177 (2019). <https://doi.org/10.1007/s40846-018-0397-7>

McNair PJ, Colvin M, Reid D. Predicting maximal strength of quadriceps from submaximal performance in individuals with knee joint osteoarthritis. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011 Feb;63(2):216-22. doi: 10.1002/acr.20368. PMID: 20890972.

Michailidis Y, Tabouris A, Metaxas T. Effects of Plyometric and Directional Training on Physical Fitness Parameters in Youth Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019 Mar 1;14(3):392-398. doi: 10.1123/ijsp.2018-0545. Epub 2019 Feb 14. PMID: 30204520.

Moran J, Ramirez-Campillo R, Liew B, Chaabene H, Behm DG, García-Hermoso A, Izquierdo M, Granacher U. *Effects of Vertically and Horizontally Orientated Plyometric Training on Physical Performance: A Meta-analytical Comparison.* *Sports Med.* 2021 Jan;51(1):65-79. doi: 10.1007/s40279-020-01340-6. PMID: 32897526.

Motykie GD, Zebala LP, Caprini JA, Lee CE, Arcelus JI, Reyna JJ, Cohen EB. *A guide to venous thromboembolism risk factor assessment.* *J Thromb Thrombolysis.* 2000 Apr;9(3):253-62. doi: 10.1023/a:1018770712660. PMID: 10728025.

Nakajima T, Morita T, Sato Y. *Key considerations when conducting KAATSU training, International Journal of KAATSU Training Research, 2011, Volume 7, Issue 1, Pages 1-6, Released on J-STAGE March 28, 2012, Online ISSN 1882-6628, Print ISSN 1349-4562*

Oxfeldt M, Overgaard K, Hvid LG, Dalgas U. *Effects of plyometric training on jumping, sprint performance, and lower body muscle strength in healthy adults: A systematic review and meta-analyses.* *Scand J Med Sci Sports.* 2019 Oct;29(10):1453-1465. doi: 10.1111/sms.13487. Epub 2019 Jun 22. PMID: 31136014.

Parry L, Drust B. *Is injury the major cause of elite soccer players being unavailable to train and play during the competitive season?* *Phys Ther Sport* 2006;7:58-64

Patterson SD, Hughes L, Head P, Warmington S, Brandner C. *Blood flow restriction training: a novel approach to augment clinical rehabilitation: how to do it.* *Br J Sports Med.* 2017 Dec;51(23):1648-1649. doi: 10.1136/bjsports-2017-097738. Epub 2017 Jun 22. PMID: 28642225.

Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, Abe T, Nielsen JL, Libardi CA, Laurentino G, Neto GR, Brandner C, Martin-Hernandez J, Loenneke J. *Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety.* *Front Physiol.* 2019 May 15;10:533. doi: 10.3389/fphys.2019.00533. Erratum in: *Front Physiol.* 2019 Oct 22;10:1332. PMID: 31156448; PMCID: PMC6530612.

Pearson SJ, Hussain SR. *A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy.* *Sports Med.* 2015 Feb;45(2):187-200. doi: 10.1007/s40279-014-0264-9. PMID: 25249278.

Pfirschmann D, Herbst M, Ingelfinger P, Simon P, Tug S. *Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review.* *J Athl Train.* 2016 May;51(5):410-24. doi: 10.4085/1062-6050-51.6.03. Epub 2016 May 31. PMID: 27244125; PMCID: PMC5013706.

Ramachandran AK, Singh U, Ramirez-Campillo R, Clemente FM, Afonso J, Granacher U. *Effects of Plyometric Jump Training on Balance Performance in Healthy Participants: A Systematic Review With Meta-Analysis.* *Front Physiol.* 2021

Oct 20;12:730945. doi: 10.3389/fphys.2021.730945. PMID: 34744772; PMCID: PMC8564501.

Ramirez-Campillo R, Álvarez C, García-Hermoso A, Ramírez-Vélez R, Gentil P, Asadi A, Chaabene H, Moran J, Meylan C, García-de-Alcaraz A, Sanchez-Sanchez J, Nakamura FY, Granacher U, Kraemer W, Izquierdo M. *Methodological Characteristics and Future Directions for Plyometric Jump Training Research: A Scoping Review*. *Sports Med*. 2018 May;48(5):1059-1081. doi: 10.1007/s40279-018-0870-z. PMID: 29470823.

Ramírez-Campillo R, Burgos CH, Henríquez-Olguín C, Andrade DC, Martínez C, Álvarez C, Castro-Sepúlveda M, Marques MC, Izquierdo M. *Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players*. *J Strength Cond Res*. 2015 May;29(5):1317-28. doi: 10.1519/JSC.0000000000000762. PMID: 25474338.

Ramirez-Campillo R, Garcia-Hermoso A, Moran J, Chaabene H, Negra Y, Scanlan AT. *The effects of plyometric jump training on physical fitness attributes in basketball players: A meta-analysis*. *J Sport Health Sci*. 2020 Dec 24:S2095-2546(20)30169-1. doi: 10.1016/j.jshs.2020.12.005. Epub ahead of print. PMID: 33359798.

Ramirez-Campillo R, Gentil P, Negra Y, Grgic J, Girard O. *Effects of Plyometric Jump Training on Repeated Sprint Ability in Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Sports Med*. 2021 Oct;51(10):2165-2179. doi: 10.1007/s40279-021-01479-w. Epub 2021 Apr 28. PMID: 33909274.

Ratamess N., Alvar B., Evetoch T., Housh T., Kibler W. B., Kraemer W., Triplett T., (2009) 'Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults' American College of Sports Medicine, January

Ribeiro J, Teixeira L, Lemos R, Teixeira AS, Moreira V, Silva P, Nakamura FY. *Effects of Plyometric Versus Optimum Power Load Training on Components of Physical Fitness in Young Male Soccer Players*. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020 Feb 1;15(2):222-230. doi: 10.1123/ijsp.2019-0039. Epub 2019 Oct 17. PMID: 31094261.

Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, Reid WD. *The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis*. *Br J Sports Med*. 2009 Aug;43(8):556-68. doi: 10.1136/bjism.2008.051417. Epub 2008 Nov 3. PMID: 18981046.

Rolff S, Korallus C, Hanke AA. *Rehabilitation mithilfe des „blood flow restriction training“ [Rehabilitation with the aid of blood flow restriction training]*. *Unfallchirurg*. 2020 Mar;123(3):180-186. German. doi: 10.1007/s00113-020-00770-1. PMID: 32030478.

Sáez de Villarreal E, Suarez-Arrones L, Requena B, Haff GG, Ferrete C. Effects of Plyometric and Sprint Training on Physical and Technical Skill Performance in Adolescent Soccer Players. *J Strength Cond Res.* 2015 Jul;29(7):1894-903. doi: 10.1519/JSC.0000000000000838. PMID: 25635606.

Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *J Sci Med Sport.* 2016 May;19(5):360-7. doi: 10.1016/j.jsams.2015.04.014. Epub 2015 May 9. PMID: 26118847.

Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Med.* 2015 Mar;45(3):313-25. doi: 10.1007/s40279-014-0288-1. PMID: 25430600.

Scott BR, Peiffer JJ, Goods PSR. The Effects of Supplementary Low-Load Blood Flow Restriction Training on Morphological and Performance-Based Adaptations in Team Sport Athletes. *J Strength Cond Res.* 2017 Aug;31(8):2147-2154. doi: 10.1519/JSC.0000000000001671. PMID: 28737609..

Stubbe JH, van Beijsterveldt AM, van der Knaap S, Stege J, Verhagen EA, van Mechelen W, Backx FJ. Injuries in professional male soccer players in the Netherlands: a prospective cohort study. *J Athl Train.* 2015 Feb;50(2):211-6. doi: 10.4085/1062-6050-49.3.64. Epub 2014 Dec 22. PMID: 25531144;

Suh DK, Lee JH, Rhim HC, Cho IY, Han SB, Jang KM. Comparison of muscle strength and neuromuscular control up to 1 year after anterior cruciate ligament reconstruction between patients with dominant leg and non-dominant leg injuries. *Knee.* 2021 Mar;29:15-25. doi: 10.1016/j.knee.2021.01.006. Epub 2021 Jan 30. PMID: 33524658.

Van de Hoef PA, Brauers JJ, van Smeden M, Backx FJG, Brink MS. The Effects of Lower-Extremity Plyometric Training on Soccer-Specific Outcomes in Adult Male Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Sports Physiol Perform.* 2019 Dec 4:1-15. doi: 10.1123/ijsp.2019-0565. Epub ahead of print. PMID: 31810063.

Wernbom M, Apro W, Paulsen G, Nilsen TS, Blomstrand E, Raastad T. Acute low-load resistance exercise with and without blood flow restriction increased protein signalling and number of satellite cells in human skeletal muscle. *Eur J Appl Physiol.* 2013 Dec;113(12):2953-65. doi: 10.1007/s00421-013-2733-5. PMID: 24078212.

Yamanaka T, Farley RS, Caputo JL. Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. *J Strength Cond Res.* 2012 Sep;26(9):2523-9. doi: 10.1519/JSC.0b013e31823f2b0e. PMID: 22105051.

Φουσέκης Κ., (2015) Εφαρμοσμένη Αθλητική Φυσικοθεραπεία, Κύπρος: Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Α. Έντυπο ενημέρωσης και συγκατάθεσης συμμετεχόντων

Έντυπο συγκατάθεσης κατόπιν ενημέρωσης για συμμετοχή σε μελέτη

Καλείστε να συμμετέχετε σε μια έρευνα που διεξάγεται από την Παπακωνσταντίνου Χριστίνα (φυσικοθεραπεύτρια & μεταπτυχιακή φοιτήτρια), στα πλαίσια της διπλωματικής της εργασίας για το μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Θεραπευτική Άσκηση» του Τμήματος Φυσικοθεραπείας του Πανεπιστημίου Πατρών. Η συμμετοχή σας είναι εθελοντική. Μπορείτε να αφιερώσετε όσο χρόνο χρειάζεστε για να διαβάσετε το Έντυπο Συγκατάθεσης, μέσα στο οποίο υπάρχει πλήρης ενημέρωση για την μελέτη που διεξάγουμε. Αντίγραφο αυτού του εντύπου θα σας δοθεί.

1. Σκοπός της έρευνας

Σας ζητάμε να συμμετέχετε στην παρούσα έρευνα με σκοπό την σύγκριση δύο τύπων άσκησης, οι οποίες βοηθούν στην ενδυνάμωση του τετρακεφάλου μυός, στην ισορροπία και στην λειτουργικότητα του κάτω άκρου σε ενήλικες ερασιτέχνες ποδοσφαιριστές. Η συμπλήρωση και επιστροφή του ερωτηματολογίου ή οι απαντήσεις στις ερωτήσεις της συνέντευξης αποτελούν συγκατάθεση συμμετοχής σας στην παρούσα έρευνα.

2. Τί θα σας ζητηθεί να κάνετε στην μελέτη

Κατά την μελέτη θα σας ζητηθεί να ακολουθήσετε ένα πρόγραμμα ασκήσεων ενδυνάμωσης του τετρακεφάλου μυός υπό την εποπτεία του ερευνητή. Το πρόγραμμα ασκήσεων θα αποτελείται από ασκήσεις μέτριας έντασης με σταδιακή προοδευτικότητα και θα έχει διάρκεια περίπου 15 λεπτά. Οι συμμετέχοντες θα χωριστούν σε δύο ομάδες οι οποίες θα ακολουθούν το ίδιο πρόγραμμα ασκήσεων με την διαφορά ότι στην μια ομάδα θα εφαρμοστεί περιορισμός αιματικής ροής στο κάτω άκρο ενώ στη άλλη όχι. Οι ασκήσεις θα πραγματοποιούνται στον χώρο του γηπέδου μετά την προγραμματισμένη προπόνηση και η συχνότητα τους θα είναι 2 φορές την εβδομάδα. Το πρόγραμμα θα έχει διάρκεια τουλάχιστον 8 εβδομάδες. Παρά την μεγάλη ασφάλεια των σχεδιασμένων προγραμμάτων, σε οποιαδήποτε περίπτωση δυσκολίας εκτέλεσης των ασκήσεων ή άλλου προβλήματος θα μπορείτε να σταματήσετε ή να διακόψετε όποτε επιθυμείτε.

3. Ενδεχόμενοι κίνδυνοι

Δεν υπάρχουν προβλέψιμοι κίνδυνοι που προκύπτουν από τη συμμετοχή σας στην παρούσα έρευνα, καθώς οι ασκήσεις έχουν δοκιμαστεί και χρησιμοποιηθεί σε προγράμματα θεραπευτικής άσκησης και θεωρούνται ασφαλείς. Καταστάσεις και

παθολογίες οι οποίες αποτελούν αντένδειξη για την εφαρμογή περιορισμού αιματικής ροής θεωρούνται κριτήρια αποκλεισμού από την συμμετοχή στην έρευνα.

4. Ενδεχόμενα οφέλη για τα άτομα και την κοινωνία

Η μελέτη θα προσφέρει νέα γνώση σε ένα συνδυασμό ασκήσεων (πλειομετρική άσκηση με περιορισμό αιματικής ροής) που από όσο γνωρίζουμε δεν έχει μελετηθεί έως τώρα.

5. Εμπιστευτικότητα

Οποιοσδήποτε πληροφορίες αποκτηθούν σχετικά με την παρούσα έρευνα, οι οποίες θα μπορούσαν να σας ταυτοποιήσουν προσωπικά, θα παραμείνουν απόρρητες, θα διατηρηθούν ξεχωριστά από τα υπόλοιπα δεδομένα που σας αφορούν και θα αποκαλυφθούν μόνο με την άδειά σας ή όπως προβλέπεται από τον νόμο. Τα δεδομένα θα φυλάσσονται με ευθύνη του ερευνητή. Σε περίπτωση παρουσίασης ή δημοσίευσης της έρευνας δεν θα συμπεριληφθούν πληροφορίες που θα αποκαλύπτουν την ταυτότητά σας. Σε περίπτωση που φωτογραφίες σας, ή βίντεο χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς, η ταυτότητά σας θα προστατεύεται.

6. Συμμετοχή και αποχώρηση

Παρακαλώ επιλέξτε αν θέλετε να συμμετέχετε στην παρούσα έρευνα. Αν συμμετέχετε, μπορείτε να αποχωρήσετε οποιαδήποτε στιγμή χωρίς καμία συνέπεια. Μπορείτε επίσης να αρνηθείτε να απαντήσετε σε όποια ερώτηση δεν επιθυμείτε να απαντήσετε και να παραμείνετε στην έρευνα. Μπορεί ακόμα να σας ζητηθεί να αποσυρθείτε από την έρευνα, αν ανακύψουν περιστάσεις που το απαιτούν.

7. Αποζημίωση εθελοντών και ενδεχόμενη σύγκρουση συμφερόντων

Δεν θα έχετε κάποιο οικονομικό όφελος από τη συμμετοχή σας στην έρευνα. Δεν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων από τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας.

8. Ταυτότητα των ερευνητών

Παπακωνσταντίνου Χριστίνα (μεταπτυχιακή φοιτήτρια), Φυσικοθεραπεύτρια (τηλ. 6942928834) & Μπίλλη Ευδοκία (επόπτρια), Αναπλ. Καθηγήτρια Τμ. Φυσικοθεραπείας

Αν έχετε οποιοσδήποτε ερωτήσεις ή ανησυχίες σε σχέση με την έρευνα, μη διστάσετε να επικοινωνήσετε με την κα. Παπακωνσταντίνου Χριστίνα.

Διάβασα τα παραπάνω και αποδέχομαι τη συμμετοχή μου στην έρευνα.

Όνοματεπώνυμο _____

Ημερομηνία _____

Υπογραφή _____

B. Φόρμα λήψης προσωπικών στοιχείων και σύντομου ιατρικού ιστορικού συμμετεχόντων

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜ. ΓΕΝΝΗΣΕΩΣ:

ΎΨΟΣ:

ΒΑΡΟΣ:

ΒΜΙ:

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΜΗΡΟΥ:

ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΡΔΙΟΠΑΘΕΙΑΣ:

ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΘΡΟΜΒΩΣΗΣ:

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΘΡΟΜΒΩΣΗΣ:

ΠΡΟΣΦΑΤΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ:

ΠΡΟΣΦΑΤΟΣ ΤΡΑΥΜΑΤΙΣΜΟΣ:

ΥΠΕΡΤΑΣΗ:

ΔΙΑΒΗΤΗΣ:

ΚΑΠΝΙΣΜΑ:

ΑΛΛΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΥΓΕΙΑΣ:

ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ:

Γ. Ερωτηματολόγιο πλευρίωσης κάτω άκρου Waterloo Footedness
Questionnaire GREEK

ΟΔΗΓΙΕΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ

Το ερωτηματολόγιο αυτό έχει συνταχθεί με σκοπό την αξιολόγηση της πλευρίωσης του κάτω άκρου, δηλαδή ποιου άκρου χρησιμοποιείτε για συγκεκριμένες δραστηριότητες. Παρακαλούμε απαντήστε σε κάθε μια από τις πιο κάτω ερωτήσεις επιλέγοντας μια απάντηση που περιγράφει καλύτερα την χρήση του κάθε άκρου για διάφορες δραστηριότητες. Για κάθε ερώτηση πιθανόν να σας αντιπροσωπεύουν περισσότερες των μία απαντήσεων αλλά παρακαλούμε επιλέξτε **μόνο** την απάντηση που σας αντιπροσωπεύει καλύτερα.

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

| | |
|----|-------------------|
| -2 | Πάντα αριστερό |
| -1 | Συνήθως αριστερό |
| 0 | Εξίσου και τα δύο |
| +1 | Συνήθως δεξί |
| +2 | Πάντα δεξί |

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ΟΔΗΓΙΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

Το ερωτηματολόγιο αυτό αποτελείται από 10 ερωτήματα στα οποία ο εξεταζόμενος καλείται να απαντήσει προφορικά. Το κάθε ερώτημα αναφέρεται σε μια δραστηριότητα και ο εξεταζόμενος καλείται να απαντήσει εάν την πραγματοποιεί με κάποιο συγκεκριμένο κάτω άκρο. Υπάρχουν 5 είδη απαντήσεων: (α) αριστερό πάντα, (β) αριστερό συνήθως, (γ) και τα δύο, (δ) δεξί συνήθως και (ε) δεξί πάντα, που βαθμολογούνται με μια κλίμακα από το -2 έως το +2 αντίστοιχα. Τα μισά από αυτά τα ερωτήματα (ερώτημα 1, 3, 5, 7 και 9) αξιολογούν την προτίμηση χρησιμοποίησης του ενός κάτω άκρου για τον επιδέξιο χειρισμό ενός αντικειμένου (όπως η κλοτσιά μιας μπάλας, η ανύψωση ενός μάρμαρου με το πόδι κλπ) και το άθροισμα των απαντήσεων αποδίδει βαθμολογία πλευρίωσης κίνησης *WFQM* (*mobility*), λαμβάνοντας τιμές από -10 έως +10. Τα υπόλοιπα ερωτήματα (ερώτημα 2, 4, 6, 8 και 10) αξιολογούν την προτίμηση χρησιμοποίησης του ενός κάτω άκρου για την διασφάλιση στήριξης κατά τη διεξαγωγή μιας δραστηριότητας (όπως η στάση σε ένα πόδι ισορροπώντας πάνω στην ράγα του σιδηροδρόμου κλπ) και το άθροισμα των απαντήσεων αποδίδει βαθμολογία πλευρίωσης σταθεροποίησης *WFQS* (*stability*), λαμβάνοντας τιμές από -10 έως +10. Άτομα τα οποία έχουν θετικό άθροισμα απαντήσεων θεωρούνται άτομα με δεξιά πλευρίωση κάτω άκρου, ενώ άτομα τα οποία έχουν αρνητικό άθροισμα απαντήσεων θεωρούνται άτομα με αριστερή πλευρίωση κάτω άκρου.

WFQ total

Τελική
βαθμολογία (-20
έως +20)

WFQ_M

Τελική βαθμολογία
(-10 έως +10)

WFQ_S

Τελική βαθμολογία
(-10 έως +10)

WFQ-R-GREEK

Translated into Greek by: Kapreli, E.; Stavridis, G. Billis, V.; Strimpakos, N.; Athanasopoulos, S. Technological Educational Institute (T.E.I) of Lamia, Department of Physiotherapy, Lamia, Greece

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

Δ. Κλίμακα Borg CR10

| Βαθμολογία | Περιγραφή |
|------------|---------------|
| 0 | Ξεκούραση |
| 1 | Πολύ εύκολο |
| 2 | Εύκολο |
| 3 | Μέτριο |
| 4 | Κάπως δύσκολο |
| 5 | Δύσκολο |
| 6 | |
| 7 | Πολύ δύσκολο |
| 8 | |
| 9 | |
| 10 | Μέγιστο |

E. Στατιστική ανάλυση Repeated Measures Anova

General Linear Model

Within-Subjects

Factors

Measure: Dinami

Dependent

| time | Variable |
|------|----------|
| 1 | RM1.1 |
| 2 | RM1.2 |
| 3 | RM1.3 |

Between-Subjects Factors

| | | Value Label | N |
|-------|---|-------------|---|
| GROUP | 1 | A | 5 |
| | 2 | B | 5 |

Descriptive Statistics

| | GROUP | Mean | Std. Deviation | N |
|-------|-------|-------|----------------|----|
| RM1.1 | A | 76,00 | 7,681 | 5 |
| | B | 89,40 | 13,649 | 5 |
| | Total | 82,70 | 12,606 | 10 |
| RM1.2 | A | 82,60 | 7,635 | 5 |

| | | | | |
|-------|-------|--------|--------|----|
| | B | 99,00 | 15,443 | 5 |
| | Total | 90,80 | 14,374 | 10 |
| RM1.3 | A | 88,00 | 9,950 | 5 |
| | B | 106,60 | 19,920 | 5 |
| | Total | 97,30 | 17,789 | 10 |

Multivariate Tests^a

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| time | Pillai's Trace | ,854 | 20,407 ^b | 2,000 | 7,000 | ,001 | ,854 |
| | Wilks' Lambda | ,146 | 20,407 ^b | 2,000 | 7,000 | ,001 | ,854 |
| | Hotelling's Trace | 5,831 | 20,407 ^b | 2,000 | 7,000 | ,001 | ,854 |
| | Roy's Largest Root | 5,831 | 20,407 ^b | 2,000 | 7,000 | ,001 | ,854 |
| time * GROUP | Pillai's Trace | ,158 | ,657 ^b | 2,000 | 7,000 | ,548 | ,158 |
| | Wilks' Lambda | ,842 | ,657 ^b | 2,000 | 7,000 | ,548 | ,158 |
| | Hotelling's Trace | ,188 | ,657 ^b | 2,000 | 7,000 | ,548 | ,158 |
| | Roy's Largest Root | ,188 | ,657 ^b | 2,000 | 7,000 | ,548 | ,158 |

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: Dinami

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Square | Chi-df | Sig. | Epsilon ^b Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
|------------------------|-------------|----------------|--------|------|---|-------------|-------------|
| time | ,697 | 2,524 | 2 | ,283 | ,768 | 1,000 | ,500 |

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: Dinami

| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------|-------------|--------|------|---------------------|
| time | Sphericity Assumed | 1070,067 | 2 | 535,033 | 35,590 | ,000 | ,816 |
| | Greenhouse-Geisser | 1070,067 | 1,535 | 697,013 | 35,590 | ,000 | ,816 |
| | Huynh-Feldt | 1070,067 | 2,000 | 535,033 | 35,590 | ,000 | ,816 |
| | Lower-bound | 1070,067 | 1,000 | 1070,067 | 35,590 | ,000 | ,816 |
| time * GROUP | Sphericity Assumed | 34,067 | 2 | 17,033 | 1,133 | ,347 | ,124 |
| | Greenhouse-Geisser | 34,067 | 1,535 | 22,190 | 1,133 | ,338 | ,124 |
| | Huynh-Feldt | 34,067 | 2,000 | 17,033 | 1,133 | ,347 | ,124 |
| | Lower-bound | 34,067 | 1,000 | 34,067 | 1,133 | ,318 | ,124 |
| Error(time) | Sphericity Assumed | 240,533 | 16 | 15,033 | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 240,533 | 12,282 | 19,585 | | | |
| | Huynh-Feldt | 240,533 | 16,000 | 15,033 | | | |
| | Lower-bound | 240,533 | 8,000 | 30,067 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: Dinami

| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------|-----------|-------------------------|----|-------------|--------|------|---------------------|
| time | Linear | 1065,800 | 1 | 1065,800 | 45,742 | ,000 | ,851 |
| | Quadratic | 4,267 | 1 | 4,267 | ,631 | ,450 | ,073 |

| | | | | | | | |
|--------------|-----------|---------|---|--------|-------|------|------|
| time * GROUP | Linear | 33,800 | 1 | 33,800 | 1,451 | ,263 | ,153 |
| | Quadratic | ,267 | 1 | ,267 | ,039 | ,848 | ,005 |
| Error(time) | Linear | 186,400 | 8 | 23,300 | | | |
| | Quadratic | 54,133 | 8 | 6,767 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: Dinami

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-----------|-------------------------|----|-------------|---------|------|---------------------|
| Intercept | 244442,133 | 1 | 244442,133 | 500,001 | ,000 | ,984 |
| GROUP | 1952,133 | 1 | 1952,133 | 3,993 | ,081 | ,333 |
| Error | 3911,067 | 8 | 488,883 | | | |

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure: Dinami

| Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | Lower Bound | Upper Bound |
| 90,267 | 4,037 | 80,958 | 99,576 |

2. GROUP

Estimates

Measure: Dinami

| GROUP | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 82,200 | 5,709 | 69,035 | 95,365 |
| B | 98,333 | 5,709 | 85,168 | 111,498 |

Pairwise Comparisons

Measure: Dinami

| (I) GROUP | (J) GROUP | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | B | -16,133 | 8,074 | ,081 | -34,751 | 2,485 |
| B | A | 16,133 | 8,074 | ,081 | -2,485 | 34,751 |

Univariate Tests

Measure: Dinami

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------|----------------|----|-------------|-------|------|---------------------|
| Contrast | 650,711 | 1 | 650,711 | 3,993 | ,081 | ,333 |
| Error | 1303,689 | 8 | 162,961 | | | |

3. time

Estimates

Measure: Dinami

| time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 82,700 | 3,502 | 74,624 | 90,776 |
| 2 | 90,800 | 3,852 | 81,917 | 99,683 |
| 3 | 97,300 | 4,979 | 85,819 | 108,781 |

Pairwise Comparisons

Measure: Dinami

| (I) time | (J) time | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^b | 95% Confidence Interval for Difference ^b | |
|----------|----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -8,100* | 1,459 | ,002 | -12,501 | -3,699 |
| | 3 | -14,600* | 2,159 | ,000 | -21,110 | -8,090 |
| 2 | 1 | 8,100* | 1,459 | ,002 | 3,699 | 12,501 |
| | 3 | -6,500* | 1,493 | ,007 | -11,003 | -1,997 |
| 3 | 1 | 14,600* | 2,159 | ,000 | 8,090 | 21,110 |
| | 2 | 6,500* | 1,493 | ,007 | 1,997 | 11,003 |

Multivariate Tests

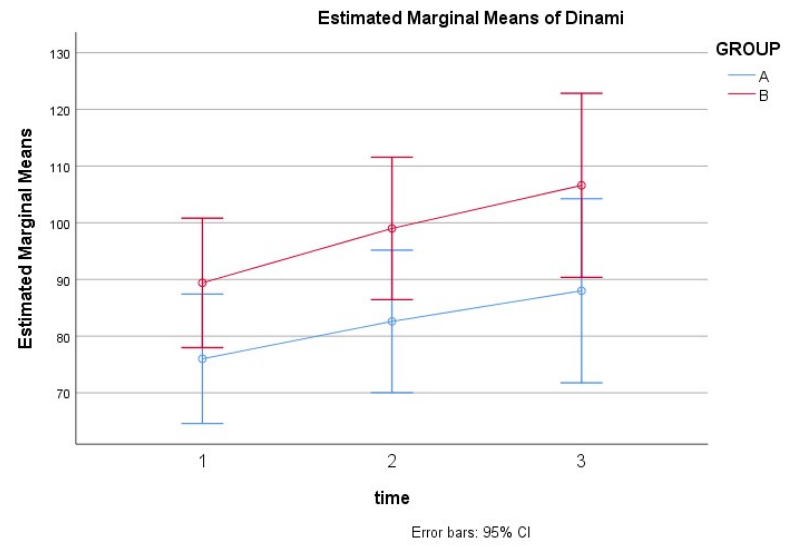
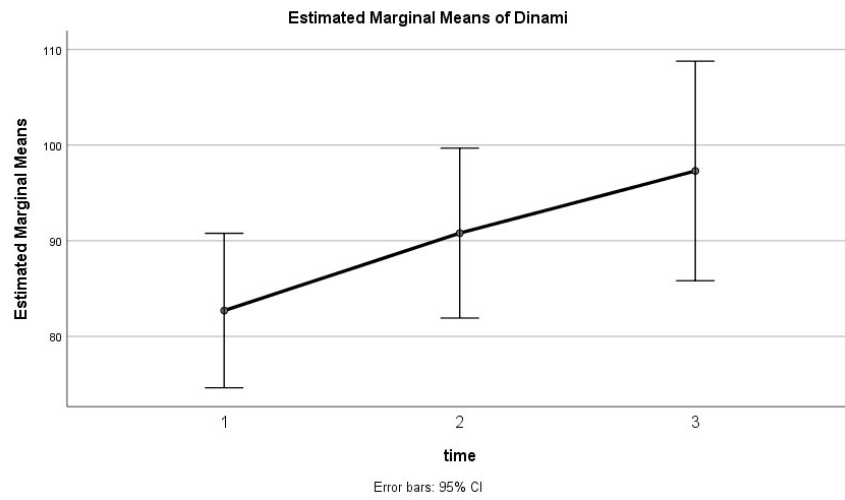
| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | ,854 | 20,407 ^a | 2,000 | 7,000 | ,001 | ,854 |
| Wilks' lambda | ,146 | 20,407 ^a | 2,000 | 7,000 | ,001 | ,854 |
| Hotelling's trace | 5,831 | 20,407 ^a | 2,000 | 7,000 | ,001 | ,854 |
| Roy's largest root | 5,831 | 20,407 ^a | 2,000 | 7,000 | ,001 | ,854 |

4. GROUP * time

Measure: Dinami

| GROUP | time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------|---------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 1 | 76,000 | 4,953 | 64,579 | 87,421 |
| | 2 | 82,600 | 5,448 | 70,037 | 95,163 |
| | 3 | 88,000 | 7,041 | 71,763 | 104,237 |
| B | 1 | 89,400 | 4,953 | 77,979 | 100,821 |
| | 2 | 99,000 | 5,448 | 86,437 | 111,563 |
| | 3 | 106,600 | 7,041 | 90,363 | 122,837 |

Profile Plots



General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: VCJ

| time | Dependent Variable |
|------|--------------------|
| 1 | VCJ1 |
| 2 | VCJ2 |
| 3 | VCJ3 |

Between-Subjects Factors

| | | Value Label | N |
|-------|---|-------------|---|
| GROUP | 1 | A | 5 |
| | 2 | B | 5 |

Descriptive Statistics

| | GROUP | Mean | Std. Deviation | N |
|------|-------|--------|----------------|----|
| VCJ1 | A | 41,000 | 5,4832 | 5 |
| | B | 42,380 | 7,3066 | 5 |
| | Total | 41,690 | 6,1334 | 10 |
| VCJ2 | A | 44,020 | 5,8006 | 5 |
| | B | 46,580 | 6,2922 | 5 |
| | Total | 45,300 | 5,8627 | 10 |
| VCJ3 | A | 45,340 | 6,0715 | 5 |
| | B | 52,440 | 7,2913 | 5 |

| | | | |
|-------|--------|--------|----|
| Total | 48,890 | 7,3494 | 10 |
|-------|--------|--------|----|

Multivariate Tests^a

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| time | Pillai's Trace | ,776 | 12,144 ^b | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,776 |
| | Wilks' Lambda | ,224 | 12,144 ^b | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,776 |
| | Hotelling's Trace | 3,470 | 12,144 ^b | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,776 |
| | Roy's Largest Root | 3,470 | 12,144 ^b | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,776 |
| time * GROUP | Pillai's Trace | ,538 | 4,071 ^b | 2,000 | 7,000 | ,067 | ,538 |
| | Wilks' Lambda | ,462 | 4,071 ^b | 2,000 | 7,000 | ,067 | ,538 |
| | Hotelling's Trace | 1,163 | 4,071 ^b | 2,000 | 7,000 | ,067 | ,538 |
| | Roy's Largest Root | 1,163 | 4,071 ^b | 2,000 | 7,000 | ,067 | ,538 |

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: VCJ

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon ^b | | |
|------------------------|-------------|--------------------|----|------|----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| time | ,492 | 4,971 | 2 | ,083 | ,663 | ,843 | ,500 |

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: VCJ

| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------|-------------|--------|------|---------------------|
| time | Sphericity Assumed | 259,201 | 2 | 129,600 | 18,604 | ,000 | ,699 |
| | Greenhouse-Geisser | 259,201 | 1,326 | 195,491 | 18,604 | ,001 | ,699 |
| | Huynh-Feldt | 259,201 | 1,687 | 153,650 | 18,604 | ,000 | ,699 |
| | Lower-bound | 259,201 | 1,000 | 259,201 | 18,604 | ,003 | ,699 |
| time * GROUP | Sphericity Assumed | 45,602 | 2 | 22,801 | 3,273 | ,064 | ,290 |
| | Greenhouse-Geisser | 45,602 | 1,326 | 34,393 | 3,273 | ,091 | ,290 |
| | Huynh-Feldt | 45,602 | 1,687 | 27,032 | 3,273 | ,076 | ,290 |
| | Lower-bound | 45,602 | 1,000 | 45,602 | 3,273 | ,108 | ,290 |
| Error(time) | Sphericity Assumed | 111,457 | 16 | 6,966 | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 111,457 | 10,607 | 10,508 | | | |
| | Huynh-Feldt | 111,457 | 13,496 | 8,259 | | | |
| | Lower-bound | 111,457 | 8,000 | 13,932 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: VCJ

| Source | time | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------|--------|-------------------------|----|-------------|--------|------|---------------------|
| time | Linear | 259,200 | 1 | 259,200 | 22,796 | ,001 | ,740 |

| | | | | | | | |
|--------------|-----------|--------|---|--------|-------|------|------|
| | Quadratic | ,001 | 1 | ,001 | ,000 | ,988 | ,000 |
| time * GROUP | Linear | 40,898 | 1 | 40,898 | 3,597 | ,094 | ,310 |
| | Quadratic | 4,704 | 1 | 4,704 | 1,836 | ,212 | ,187 |
| Error(time) | Linear | 90,962 | 8 | 11,370 | | | |
| | Quadratic | 20,495 | 8 | 2,562 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: VCJ

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-----------|-------------------------|----|-------------|---------|------|---------------------|
| Intercept | 61544,581 | 1 | 61544,581 | 562,429 | ,000 | ,986 |
| GROUP | 101,568 | 1 | 101,568 | ,928 | ,364 | ,104 |
| Error | 875,411 | 8 | 109,426 | | | |

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure: VCJ

| Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | Lower Bound | Upper Bound |
| 45,293 | 1,910 | 40,889 | 49,697 |

2. GROUP

Estimates

Measure: VCJ

| GROUP | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 43,453 | 2,701 | 37,225 | 49,682 |
| B | 47,133 | 2,701 | 40,905 | 53,362 |

Pairwise Comparisons

Measure: VCJ

| (I) GROUP | (J) GROUP | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | B | -3,680 | 3,820 | ,364 | -12,488 | 5,128 |
| B | A | 3,680 | 3,820 | ,364 | -5,128 | 12,488 |

Univariate Tests

Measure: VCJ

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------|----------------|----|-------------|------|------|---------------------|
| Contrast | 33,856 | 1 | 33,856 | ,928 | ,364 | ,104 |
| Error | 291,804 | 8 | 36,475 | | | |

3. time

Estimates

Measure: VCJ

| time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 41,690 | 2,043 | 36,980 | 46,400 |
| 2 | 45,300 | 1,914 | 40,887 | 49,713 |
| 3 | 48,890 | 2,122 | 43,998 | 53,782 |

Pairwise Comparisons

Measure: VCJ

| (I) time | (J) time | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^b | 95% Confidence Interval for Difference ^b | |
|----------|----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -3,610* | 1,162 | ,044 | -7,115 | -,105 |
| | 3 | -7,200* | 1,508 | ,004 | -11,748 | -2,652 |
| 2 | 1 | 3,610* | 1,162 | ,044 | ,105 | 7,115 |
| | 3 | -3,590* | ,745 | ,004 | -5,837 | -1,343 |
| 3 | 1 | 7,200* | 1,508 | ,004 | 2,652 | 11,748 |
| | 2 | 3,590* | ,745 | ,004 | 1,343 | 5,837 |

Multivariate Tests

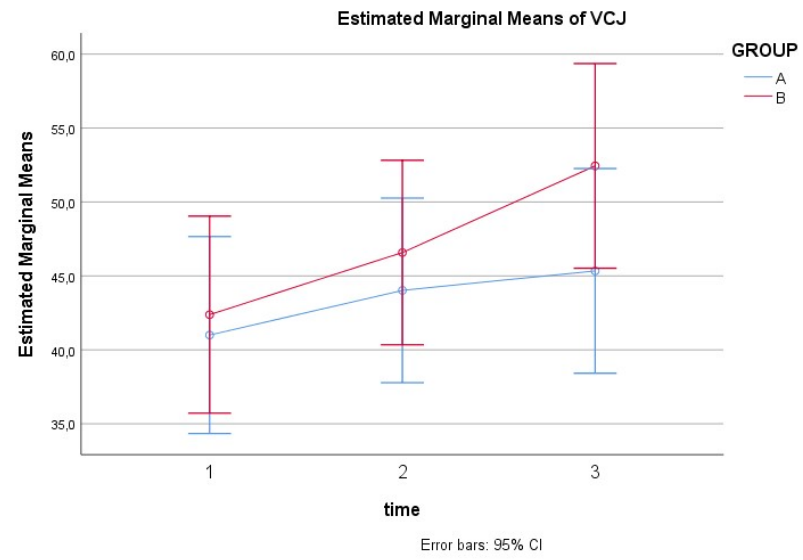
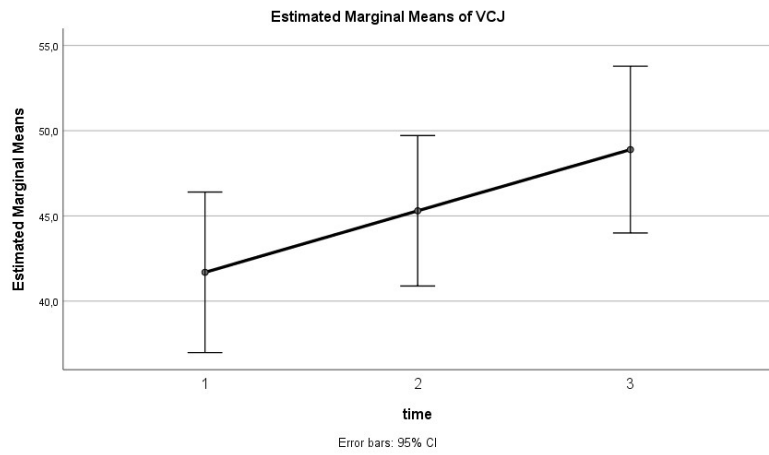
| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | ,776 | 12,144 ^a | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,776 |
| Wilks' lambda | ,224 | 12,144 ^a | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,776 |
| Hotelling's trace | 3,470 | 12,144 ^a | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,776 |
| Roy's largest root | 3,470 | 12,144 ^a | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,776 |

4. GROUP * time

Measure: VCJ

| GROUP | time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 1 | 41,000 | 2,889 | 34,338 | 47,662 |
| | 2 | 44,020 | 2,706 | 37,779 | 50,261 |
| | 3 | 45,340 | 3,000 | 38,421 | 52,259 |
| B | 1 | 42,380 | 2,889 | 35,718 | 49,042 |
| | 2 | 46,580 | 2,706 | 40,339 | 52,821 |
| | 3 | 52,440 | 3,000 | 45,521 | 59,359 |

Profile Plots



General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: HCJ

| time | Dependent Variable |
|------|--------------------|
| 1 | HCJ1 |
| 2 | HCJ2 |
| 3 | HCJ3 |

Between-Subjects Factors

| | | Value Label | N |
|-------|---|-------------|---|
| GROUP | 1 | A | 5 |
| | 2 | B | 5 |

Descriptive Statistics

| | GROUP | Mean | Std. Deviation | N |
|------|-------|--------|----------------|----|
| HCJ1 | A | 1,8160 | ,18501 | 5 |
| | B | 2,0940 | ,24552 | 5 |
| | Total | 1,9550 | ,25194 | 10 |
| HCJ2 | A | 1,9280 | ,17768 | 5 |
| | B | 2,1500 | ,24930 | 5 |
| | Total | 2,0390 | ,23525 | 10 |
| HCJ3 | A | 1,9760 | ,20526 | 5 |
| | B | 2,2400 | ,24536 | 5 |

| | | | |
|-------|--------|--------|----|
| Total | 2,1080 | ,25464 | 10 |
|-------|--------|--------|----|

Multivariate Tests^a

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------|--------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| time | Pillai's Trace | ,734 | 9,648 ^b | 2,000 | 7,000 | ,010 | ,734 |
| | Wilks' Lambda | ,266 | 9,648 ^b | 2,000 | 7,000 | ,010 | ,734 |
| | Hotelling's Trace | 2,757 | 9,648 ^b | 2,000 | 7,000 | ,010 | ,734 |
| | Roy's Largest Root | 2,757 | 9,648 ^b | 2,000 | 7,000 | ,010 | ,734 |
| time * GROUP | Pillai's Trace | ,364 | 2,001 ^b | 2,000 | 7,000 | ,205 | ,364 |
| | Wilks' Lambda | ,636 | 2,001 ^b | 2,000 | 7,000 | ,205 | ,364 |
| | Hotelling's Trace | ,572 | 2,001 ^b | 2,000 | 7,000 | ,205 | ,364 |
| | Roy's Largest Root | ,572 | 2,001 ^b | 2,000 | 7,000 | ,205 | ,364 |

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: HCJ

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon ^b | | |
|------------------------|-------------|--------------------|----|------|----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| time | ,477 | 5,177 | 2 | ,075 | ,657 | ,833 | ,500 |

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: HCJ

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------|-------------------------|----|-------------|---|------|---------------------|
|--------|-------------------------|----|-------------|---|------|---------------------|

| | | | | | | | |
|--------------|--------------------|------|--------|------|--------|------|------|
| time | Sphericity Assumed | ,117 | 2 | ,059 | 18,990 | ,000 | ,704 |
| | Greenhouse-Geisser | ,117 | 1,313 | ,089 | 18,990 | ,001 | ,704 |
| | Huynh-Feldt | ,117 | 1,665 | ,071 | 18,990 | ,000 | ,704 |
| | Lower-bound | ,117 | 1,000 | ,117 | 18,990 | ,002 | ,704 |
| time * GROUP | Sphericity Assumed | ,004 | 2 | ,002 | ,687 | ,517 | ,079 |
| | Greenhouse-Geisser | ,004 | 1,313 | ,003 | ,687 | ,465 | ,079 |
| | Huynh-Feldt | ,004 | 1,665 | ,003 | ,687 | ,494 | ,079 |
| | Lower-bound | ,004 | 1,000 | ,004 | ,687 | ,431 | ,079 |
| Error(time) | Sphericity Assumed | ,049 | 16 | ,003 | | | |
| | Greenhouse-Geisser | ,049 | 10,508 | ,005 | | | |
| | Huynh-Feldt | ,049 | 13,322 | ,004 | | | |
| | Lower-bound | ,049 | 8,000 | ,006 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: HCJ

| Source | time | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|-----------|-------------------------|----|-------------|--------|------|---------------------|
| time | Linear | ,117 | 1 | ,117 | 22,053 | ,002 | ,734 |
| | Quadratic | ,000 | 1 | ,000 | ,428 | ,531 | ,051 |
| time * GROUP | Linear | ,000 | 1 | ,000 | ,046 | ,835 | ,006 |
| | Quadratic | ,004 | 1 | ,004 | 4,569 | ,065 | ,364 |
| Error(time) | Linear | ,042 | 8 | ,005 | | | |
| | Quadratic | ,007 | 8 | ,001 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: HCJ

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-----------|-------------------------|----|-------------|---------|------|---------------------|
| Intercept | 124,115 | 1 | 124,115 | 892,291 | ,000 | ,991 |
| GROUP | ,486 | 1 | ,486 | 3,497 | ,098 | ,304 |
| Error | 1,113 | 8 | ,139 | | | |

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure: HCJ

| Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | Lower Bound | Upper Bound |
| 2,034 | ,068 | 1,877 | 2,191 |

2. GROUP

Estimates

Measure: HCJ

| GROUP | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 1,907 | ,096 | 1,685 | 2,129 |
| B | 2,161 | ,096 | 1,939 | 2,383 |

Pairwise Comparisons

Measure: HCJ

| (I) GROUP | (J) GROUP | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | B | -,255 | ,136 | ,098 | -,569 | ,059 |
| B | A | ,255 | ,136 | ,098 | -,059 | ,569 |

Univariate Tests

Measure: HCJ

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------|----------------|----|-------------|-------|------|---------------------|
| Contrast | ,162 | 1 | ,162 | 3,497 | ,098 | ,304 |
| Error | ,371 | 8 | ,046 | | | |

3. time

Estimates

Measure: HCJ

| time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 1,955 | ,069 | 1,796 | 2,114 |
| 2 | 2,039 | ,068 | 1,881 | 2,197 |
| 3 | 2,108 | ,072 | 1,943 | 2,273 |

Pairwise Comparisons

Measure: HCJ

| (I) time | (J) time | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^b | 95% Confidence Interval for Difference ^b | |
|----------|----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -,084* | ,021 | ,012 | -,148 | -,020 |
| | 3 | -,153* | ,033 | ,005 | -,251 | -,055 |
| 2 | 1 | ,084* | ,021 | ,012 | ,020 | ,148 |
| | 3 | -,069* | ,019 | ,018 | -,125 | -,013 |
| 3 | 1 | ,153* | ,033 | ,005 | ,055 | ,251 |
| | 2 | ,069* | ,019 | ,018 | ,013 | ,125 |

Multivariate Tests

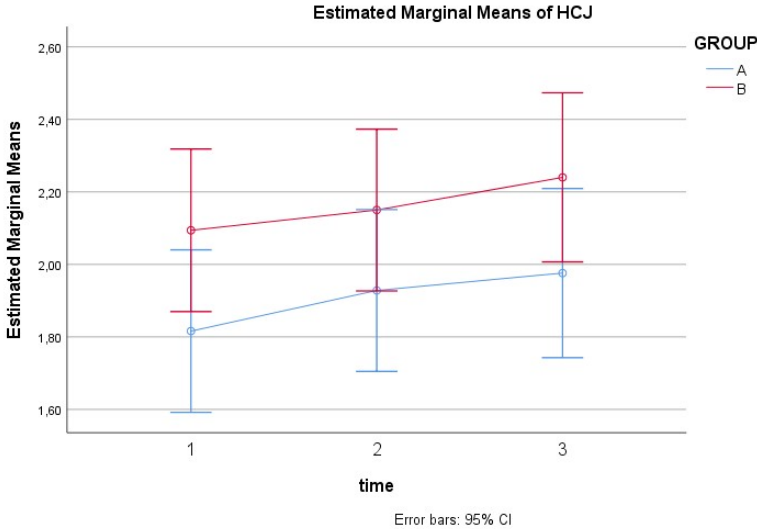
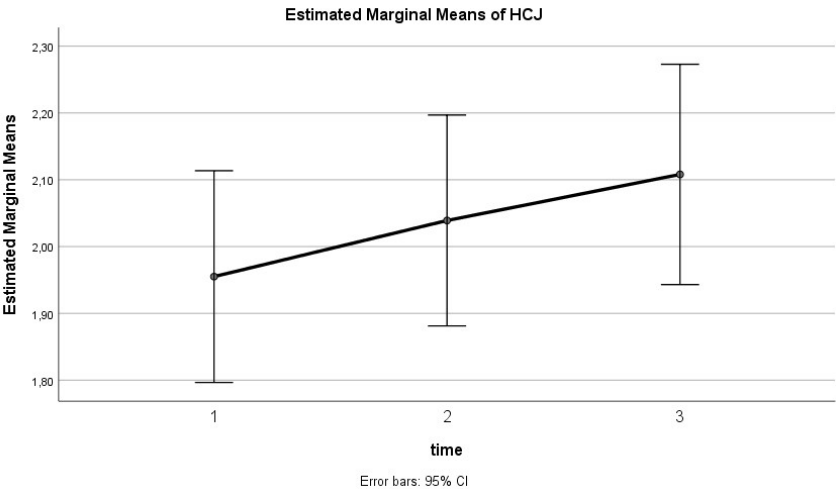
| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------------|-------|--------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | ,734 | 9,648 ^a | 2,000 | 7,000 | ,010 | ,734 |
| Wilks' lambda | ,266 | 9,648 ^a | 2,000 | 7,000 | ,010 | ,734 |
| Hotelling's trace | 2,757 | 9,648 ^a | 2,000 | 7,000 | ,010 | ,734 |
| Roy's largest root | 2,757 | 9,648 ^a | 2,000 | 7,000 | ,010 | ,734 |

4. GROUP * time

Measure: HCJ

| GROUP | time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 1 | 1,816 | ,097 | 1,592 | 2,040 |
| | 2 | 1,928 | ,097 | 1,705 | 2,151 |
| | 3 | 1,976 | ,101 | 1,743 | 2,209 |
| B | 1 | 2,094 | ,097 | 1,870 | 2,318 |
| | 2 | 2,150 | ,097 | 1,927 | 2,373 |
| | 3 | 2,240 | ,101 | 2,007 | 2,473 |

Profile Plots



General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: THTR

| time | Dependent Variable |
|------|--------------------|
| 1 | THTR1 |
| 2 | THTR2 |
| 3 | THTR3 |

Between-Subjects Factors

| | | Value Label | N |
|-------|---|-------------|---|
| GROUP | 1 | A | 5 |
| | 2 | B | 5 |

Descriptive Statistics

| | GROUP | Mean | Std. Deviation | N |
|-------|-------|--------|----------------|----|
| THTR1 | A | 4,1640 | ,25687 | 5 |
| | B | 4,5900 | ,35937 | 5 |
| | Total | 4,3770 | ,37032 | 10 |
| THTR2 | A | 4,4800 | ,22249 | 5 |
| | B | 4,8600 | ,64796 | 5 |
| | Total | 4,6700 | ,49871 | 10 |
| THTR3 | A | 4,6760 | ,11866 | 5 |
| | B | 5,1500 | ,60316 | 5 |

| | | | |
|-------|--------|--------|----|
| Total | 4,9130 | ,47995 | 10 |
|-------|--------|--------|----|

Multivariate Tests^a

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| time | Pillai's Trace | ,784 | 12,729 ^b | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,784 |
| | Wilks' Lambda | ,216 | 12,729 ^b | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,784 |
| | Hotelling's Trace | 3,637 | 12,729 ^b | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,784 |
| | Roy's Largest Root | 3,637 | 12,729 ^b | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,784 |
| time * GROUP | Pillai's Trace | ,015 | ,054 ^b | 2,000 | 7,000 | ,947 | ,015 |
| | Wilks' Lambda | ,985 | ,054 ^b | 2,000 | 7,000 | ,947 | ,015 |
| | Hotelling's Trace | ,016 | ,054 ^b | 2,000 | 7,000 | ,947 | ,015 |
| | Roy's Largest Root | ,016 | ,054 ^b | 2,000 | 7,000 | ,947 | ,015 |

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: THTR

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon ^b | | |
|------------------------|-------------|--------------------|----|------|----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| time | ,817 | 1,416 | 2 | ,493 | ,845 | 1,000 | ,500 |

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: THTR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------|-------------------------|----|-------------|---|------|---------------------|
|--------|-------------------------|----|-------------|---|------|---------------------|

| | | | | | | | |
|--------------|--------------------|-------|--------|-------|-------|------|------|
| time | Sphericity Assumed | 1,441 | 2 | ,720 | 8,336 | ,003 | ,510 |
| | Greenhouse-Geisser | 1,441 | 1,690 | ,852 | 8,336 | ,006 | ,510 |
| | Huynh-Feldt | 1,441 | 2,000 | ,720 | 8,336 | ,003 | ,510 |
| | Lower-bound | 1,441 | 1,000 | 1,441 | 8,336 | ,020 | ,510 |
| time * GROUP | Sphericity Assumed | ,011 | 2 | ,006 | ,064 | ,938 | ,008 |
| | Greenhouse-Geisser | ,011 | 1,690 | ,007 | ,064 | ,913 | ,008 |
| | Huynh-Feldt | ,011 | 2,000 | ,006 | ,064 | ,938 | ,008 |
| | Lower-bound | ,011 | 1,000 | ,011 | ,064 | ,807 | ,008 |
| Error(time) | Sphericity Assumed | 1,383 | 16 | ,086 | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 1,383 | 13,523 | ,102 | | | |
| | Huynh-Feldt | 1,383 | 16,000 | ,086 | | | |
| | Lower-bound | 1,383 | 8,000 | ,173 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: THTR

| Source | time | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|-----------|-------------------------|----|-------------|--------|------|---------------------|
| time | Linear | 1,436 | 1 | 1,436 | 29,061 | ,001 | ,784 |
| | Quadratic | ,004 | 1 | ,004 | ,034 | ,859 | ,004 |
| time * GROUP | Linear | ,003 | 1 | ,003 | ,058 | ,815 | ,007 |
| | Quadratic | ,008 | 1 | ,008 | ,066 | ,803 | ,008 |
| Error(time) | Linear | ,395 | 8 | ,049 | | | |
| | Quadratic | ,987 | 8 | ,123 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: THTR

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-----------|-------------------------|----|-------------|----------|------|---------------------|
| Intercept | 649,605 | 1 | 649,605 | 1864,806 | ,000 | ,996 |
| GROUP | 1,365 | 1 | 1,365 | 3,919 | ,083 | ,329 |
| Error | 2,787 | 8 | ,348 | | | |

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure: THTR

| Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | Lower Bound | Upper Bound |
| 4,653 | ,108 | 4,405 | 4,902 |

2. GROUP

Estimates

Measure: THTR

| GROUP | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 4,440 | ,152 | 4,089 | 4,791 |
| B | 4,867 | ,152 | 4,515 | 5,218 |

Pairwise Comparisons

Measure: THTR

| (I) GROUP | (J) GROUP | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | B | -,427 | ,216 | ,083 | -,924 | ,070 |
| B | A | ,427 | ,216 | ,083 | -,070 | ,924 |

Univariate Tests

Measure: THTR

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------|----------------|----|-------------|-------|------|---------------------|
| Contrast | ,455 | 1 | ,455 | 3,919 | ,083 | ,329 |
| Error | ,929 | 8 | ,116 | | | |

3. time

Estimates

Measure: THTR

| time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 4,377 | ,099 | 4,149 | 4,605 |
| 2 | 4,670 | ,153 | 4,317 | 5,023 |
| 3 | 4,913 | ,137 | 4,596 | 5,230 |

Pairwise Comparisons

Measure: THTR

| (I) time | (J) time | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^b | 95% Confidence Interval for Difference ^b | |
|----------|----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -,293 | ,145 | ,233 | -,730 | ,144 |
| | 3 | -,536* | ,099 | ,002 | -,836 | -,236 |
| 2 | 1 | ,293 | ,145 | ,233 | -,144 | ,730 |
| | 3 | -,243 | ,145 | ,396 | -,680 | ,194 |
| 3 | 1 | ,536* | ,099 | ,002 | ,236 | ,836 |
| | 2 | ,243 | ,145 | ,396 | -,194 | ,680 |

Multivariate Tests

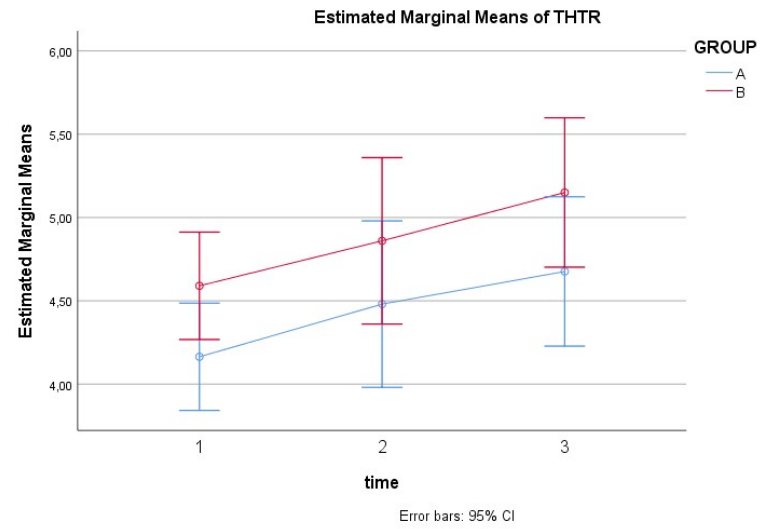
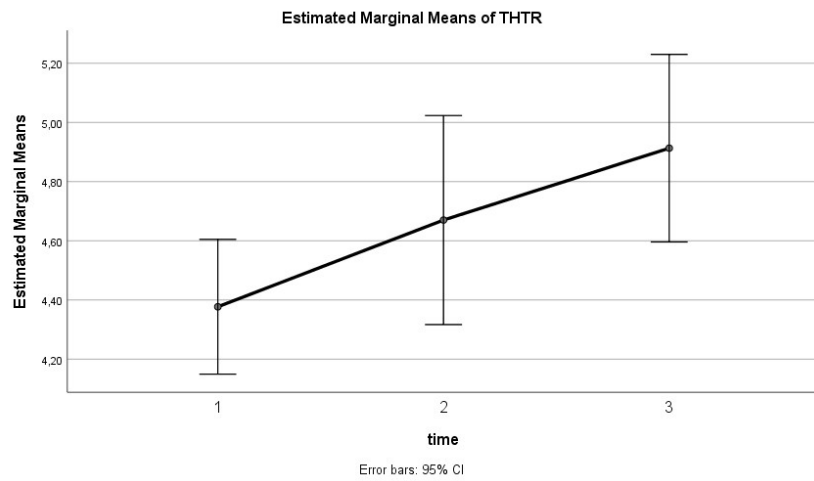
| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | ,784 | 12,729 ^a | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,784 |
| Wilks' lambda | ,216 | 12,729 ^a | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,784 |
| Hotelling's trace | 3,637 | 12,729 ^a | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,784 |
| Roy's largest root | 3,637 | 12,729 ^a | 2,000 | 7,000 | ,005 | ,784 |

4. GROUP * time

Measure: THTR

| GROUP | time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 1 | 4,164 | ,140 | 3,842 | 4,486 |
| | 2 | 4,480 | ,217 | 3,980 | 4,980 |
| | 3 | 4,676 | ,194 | 4,228 | 5,124 |
| B | 1 | 4,590 | ,140 | 4,268 | 4,912 |
| | 2 | 4,860 | ,217 | 4,360 | 5,360 |
| | 3 | 5,150 | ,194 | 4,702 | 5,598 |

Profile Plots



General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: THTL

| time | Dependent Variable |
|------|--------------------|
| 1 | THTL1 |
| 2 | THTL2 |
| 3 | THTL3 |

Between-Subjects Factors

| | | Value Label | N |
|-------|---|-------------|---|
| GROUP | 1 | A | 5 |
| | 2 | B | 5 |

Descriptive Statistics

| | GROUP | Mean | Std. Deviation | N |
|-------|-------|--------|----------------|----|
| THTL1 | A | 4,2040 | ,31238 | 5 |
| | B | 5,0340 | ,35061 | 5 |
| | Total | 4,6190 | ,53793 | 10 |
| THTL2 | A | 4,5500 | ,55529 | 5 |
| | B | 4,9500 | ,44040 | 5 |
| | Total | 4,7500 | ,51739 | 10 |
| THTL3 | A | 4,3780 | 1,26282 | 5 |
| | B | 5,1860 | ,60773 | 5 |

| | | | |
|-------|--------|---------|----|
| Total | 4,7820 | 1,02677 | 10 |
|-------|--------|---------|----|

Multivariate Tests^a

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------|--------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| time | Pillai's Trace | ,103 | ,403 ^b | 2,000 | 7,000 | ,683 | ,103 |
| | Wilks' Lambda | ,897 | ,403 ^b | 2,000 | 7,000 | ,683 | ,103 |
| | Hotelling's Trace | ,115 | ,403 ^b | 2,000 | 7,000 | ,683 | ,103 |
| | Roy's Largest Root | ,115 | ,403 ^b | 2,000 | 7,000 | ,683 | ,103 |
| time * GROUP | Pillai's Trace | ,335 | 1,760 ^b | 2,000 | 7,000 | ,240 | ,335 |
| | Wilks' Lambda | ,665 | 1,760 ^b | 2,000 | 7,000 | ,240 | ,335 |
| | Hotelling's Trace | ,503 | 1,760 ^b | 2,000 | 7,000 | ,240 | ,335 |
| | Roy's Largest Root | ,503 | 1,760 ^b | 2,000 | 7,000 | ,240 | ,335 |

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: THTL

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon ^b | | |
|------------------------|-------------|--------------------|----|------|----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| time | ,517 | 4,624 | 2 | ,099 | ,674 | ,863 | ,500 |

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: THTL

| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------|-------------|------|------|---------------------|
| time | Sphericity Assumed | ,149 | 2 | ,075 | ,323 | ,728 | ,039 |
| | Greenhouse-Geisser | ,149 | 1,348 | ,111 | ,323 | ,647 | ,039 |
| | Huynh-Feldt | ,149 | 1,726 | ,086 | ,323 | ,698 | ,039 |
| | Lower-bound | ,149 | 1,000 | ,149 | ,323 | ,585 | ,039 |
| time * GROUP | Sphericity Assumed | ,293 | 2 | ,147 | ,635 | ,543 | ,074 |
| | Greenhouse-Geisser | ,293 | 1,348 | ,217 | ,635 | ,489 | ,074 |
| | Huynh-Feldt | ,293 | 1,726 | ,170 | ,635 | ,522 | ,074 |
| | Lower-bound | ,293 | 1,000 | ,293 | ,635 | ,448 | ,074 |
| Error(time) | Sphericity Assumed | 3,693 | 16 | ,231 | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 3,693 | 10,785 | ,342 | | | |
| | Huynh-Feldt | 3,693 | 13,809 | ,267 | | | |
| | Lower-bound | 3,693 | 8,000 | ,462 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: THTL

| Source | time | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------|------|-------------------------|----|-------------|---|------|---------------------|
|--------|------|-------------------------|----|-------------|---|------|---------------------|

| | | | | | | | |
|--------------|-----------|-------|---|------|-------|------|------|
| time | Linear | ,133 | 1 | ,133 | ,358 | ,566 | ,043 |
| | Quadratic | ,016 | 1 | ,016 | ,180 | ,682 | ,022 |
| time * GROUP | Linear | ,001 | 1 | ,001 | ,002 | ,969 | ,000 |
| | Quadratic | ,293 | 1 | ,293 | 3,233 | ,110 | ,288 |
| Error(time) | Linear | 2,968 | 8 | ,371 | | | |
| | Quadratic | ,724 | 8 | ,091 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: THTL

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-----------|-------------------------|----|-------------|---------|------|---------------------|
| Intercept | 667,503 | 1 | 667,503 | 756,932 | ,000 | ,990 |
| GROUP | 3,461 | 1 | 3,461 | 3,925 | ,083 | ,329 |
| Error | 7,055 | 8 | ,882 | | | |

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure: THTL

| Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | Lower Bound | Upper Bound |
| 4,717 | ,171 | 4,322 | 5,112 |

2. GROUP

Estimates

Measure: THTL

| GROUP | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 4,377 | ,242 | 3,818 | 4,936 |
| B | 5,057 | ,242 | 4,498 | 5,616 |

Pairwise Comparisons

Measure: THTL

| (I) GROUP | (J) GROUP | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | B | -,679 | ,343 | ,083 | -1,470 | ,111 |
| B | A | ,679 | ,343 | ,083 | -,111 | 1,470 |

Univariate Tests

Measure: THTL

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------|----------------|----|-------------|-------|------|---------------------|
| Contrast | 1,154 | 1 | 1,154 | 3,925 | ,083 | ,329 |
| Error | 2,352 | 8 | ,294 | | | |

3. time

Estimates

Measure: THTL

| time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 4,619 | ,105 | 4,377 | 4,861 |
| 2 | 4,750 | ,158 | 4,385 | 5,115 |
| 3 | 4,782 | ,313 | 4,059 | 5,505 |

Pairwise Comparisons

Measure: THTL

| (I) time | (J) time | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|----------|----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -,131 | ,136 | 1,000 | -,543 | ,281 |
| | 3 | -,163 | ,272 | 1,000 | -,985 | ,659 |
| 2 | 1 | ,131 | ,136 | 1,000 | -,281 | ,543 |
| | 3 | -,032 | ,214 | 1,000 | -,676 | ,612 |
| 3 | 1 | ,163 | ,272 | 1,000 | -,659 | ,985 |
| | 2 | ,032 | ,214 | 1,000 | -,612 | ,676 |

Multivariate Tests

| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------------|-------|-------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | ,103 | ,403 ^a | 2,000 | 7,000 | ,683 | ,103 |
| Wilks' lambda | ,897 | ,403 ^a | 2,000 | 7,000 | ,683 | ,103 |

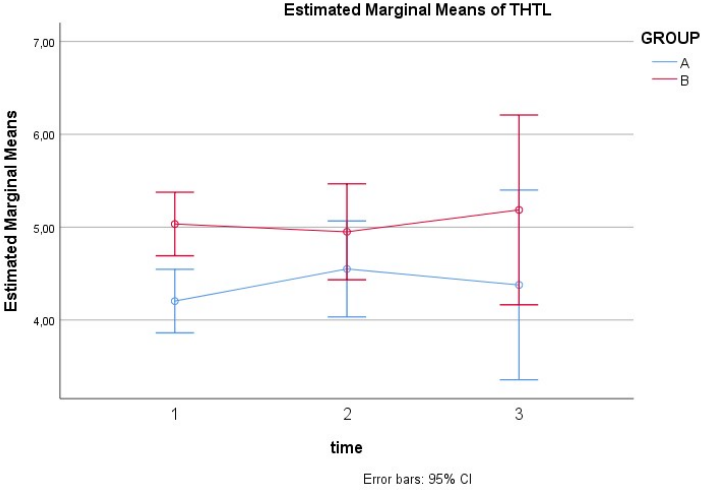
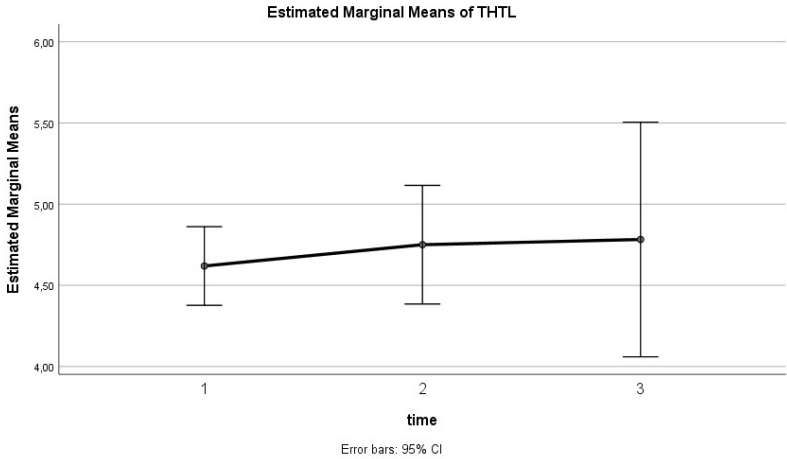
| | | | | | | |
|--------------------|------|-------------------|-------|-------|------|------|
| Hotelling's trace | ,115 | ,403 ^a | 2,000 | 7,000 | ,683 | ,103 |
| Roy's largest root | ,115 | ,403 ^a | 2,000 | 7,000 | ,683 | ,103 |

4. GROUP * time

Measure: THTL

| GROUP | time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------|-------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 1 | 4,204 | ,148 | 3,862 | 4,546 |
| | 2 | 4,550 | ,224 | 4,033 | 5,067 |
| | 3 | 4,378 | ,443 | 3,356 | 5,400 |
| B | 1 | 5,034 | ,148 | 4,692 | 5,376 |
| | 2 | 4,950 | ,224 | 4,433 | 5,467 |
| | 3 | 5,186 | ,443 | 4,164 | 6,208 |

Profile Plots



General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: YBTR

| time | Dependent Variable |
|------|--------------------|
| 1 | YBR1 |
| 2 | YBR2 |
| 3 | YBR3 |

Between-Subjects Factors

| | | Value Label | N |
|-------|---|-------------|---|
| GROUP | 1 | A | 5 |
| | 2 | B | 5 |

Descriptive Statistics

| | GROUP | Mean | Std. Deviation | N |
|------|-------|---------|----------------|----|
| YBR1 | A | 64,0667 | 5,26730 | 5 |
| | B | 72,4667 | 10,74800 | 5 |
| | Total | 68,2667 | 9,12540 | 10 |
| YBR2 | A | 69,8867 | 10,20821 | 5 |
| | B | 83,1333 | 10,90260 | 5 |
| | Total | 76,5100 | 12,16088 | 10 |
| YBR3 | A | 71,9200 | 7,61806 | 5 |
| | B | 84,4667 | 7,17770 | 5 |

| | | | |
|-------|---------|---------|----|
| Total | 78,1933 | 9,61344 | 10 |
|-------|---------|---------|----|

Multivariate Tests^a

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| time | Pillai's Trace | ,815 | 15,432 ^b | 2,000 | 7,000 | ,003 | ,815 |
| | Wilks' Lambda | ,185 | 15,432 ^b | 2,000 | 7,000 | ,003 | ,815 |
| | Hotelling's Trace | 4,409 | 15,432 ^b | 2,000 | 7,000 | ,003 | ,815 |
| | Roy's Largest Root | 4,409 | 15,432 ^b | 2,000 | 7,000 | ,003 | ,815 |
| time * GROUP | Pillai's Trace | ,167 | ,700 ^b | 2,000 | 7,000 | ,528 | ,167 |
| | Wilks' Lambda | ,833 | ,700 ^b | 2,000 | 7,000 | ,528 | ,167 |
| | Hotelling's Trace | ,200 | ,700 ^b | 2,000 | 7,000 | ,528 | ,167 |
| | Roy's Largest Root | ,200 | ,700 ^b | 2,000 | 7,000 | ,528 | ,167 |

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: YBTR

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon ^b | | |
|------------------------|-------------|--------------------|----|------|----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| time | ,794 | 1,613 | 2 | ,446 | ,829 | 1,000 | ,500 |

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: YBTR

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------|-------------------------|----|-------------|---|------|---------------------|
|--------|-------------------------|----|-------------|---|------|---------------------|

| | | | | | | | |
|--------------|--------------------|---------|--------|---------|--------|------|------|
| time | Sphericity Assumed | 564,416 | 2 | 282,208 | 15,612 | ,000 | ,661 |
| | Greenhouse-Geisser | 564,416 | 1,659 | 340,302 | 15,612 | ,001 | ,661 |
| | Huynh-Feldt | 564,416 | 2,000 | 282,208 | 15,612 | ,000 | ,661 |
| | Lower-bound | 564,416 | 1,000 | 564,416 | 15,612 | ,004 | ,661 |
| time * GROUP | Sphericity Assumed | 34,313 | 2 | 17,156 | ,949 | ,408 | ,106 |
| | Greenhouse-Geisser | 34,313 | 1,659 | 20,688 | ,949 | ,395 | ,106 |
| | Huynh-Feldt | 34,313 | 2,000 | 17,156 | ,949 | ,408 | ,106 |
| | Lower-bound | 34,313 | 1,000 | 34,313 | ,949 | ,358 | ,106 |
| Error(time) | Sphericity Assumed | 289,222 | 16 | 18,076 | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 289,222 | 13,269 | 21,797 | | | |
| | Huynh-Feldt | 289,222 | 16,000 | 18,076 | | | |
| | Lower-bound | 289,222 | 8,000 | 36,153 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: YBTR

| Source | time | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|-----------|-------------------------|----|-------------|--------|------|---------------------|
| time | Linear | 492,694 | 1 | 492,694 | 34,839 | ,000 | ,813 |
| | Quadratic | 71,723 | 1 | 71,723 | 3,259 | ,109 | ,289 |
| time * GROUP | Linear | 21,494 | 1 | 21,494 | 1,520 | ,253 | ,160 |
| | Quadratic | 12,819 | 1 | 12,819 | ,582 | ,467 | ,068 |
| Error(time) | Linear | 113,137 | 8 | 14,142 | | | |
| | Quadratic | 176,085 | 8 | 22,011 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: YBTR

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-----------|-------------------------|----|-------------|---------|------|---------------------|
| Intercept | 165718,736 | 1 | 165718,736 | 821,230 | ,000 | ,990 |
| GROUP | 974,320 | 1 | 974,320 | 4,828 | ,059 | ,376 |
| Error | 1614,347 | 8 | 201,793 | | | |

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure: YBTR

| Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | Lower Bound | Upper Bound |
| 74,323 | 2,594 | 68,343 | 80,304 |

2. GROUP

Estimates

Measure: YBTR

| GROUP | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 68,624 | 3,668 | 60,166 | 77,082 |
| B | 80,022 | 3,668 | 71,564 | 88,480 |

Pairwise Comparisons

Measure: YBTR

| (I) GROUP | (J) GROUP | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | B | -11,398 | 5,187 | ,059 | -23,359 | ,564 |
| B | A | 11,398 | 5,187 | ,059 | -,564 | 23,359 |

Univariate Tests

Measure: YBTR

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------|----------------|----|-------------|-------|------|---------------------|
| Contrast | 324,773 | 1 | 324,773 | 4,828 | ,059 | ,376 |
| Error | 538,116 | 8 | 67,264 | | | |

3. time

Estimates

Measure: YBTR

| time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 68,267 | 2,676 | 62,095 | 74,438 |
| 2 | 76,510 | 3,340 | 68,809 | 84,211 |
| 3 | 78,193 | 2,340 | 72,796 | 83,590 |

Pairwise Comparisons

Measure: YBTR

| (I) time | (J) time | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^b | 95% Confidence Interval for Difference ^b | |
|----------|----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -8,243* | 2,292 | ,021 | -15,157 | -1,330 |
| | 3 | -9,927* | 1,682 | ,001 | -14,999 | -4,855 |
| 2 | 1 | 8,243* | 2,292 | ,021 | 1,330 | 15,157 |
| | 3 | -1,683 | 1,662 | 1,000 | -6,696 | 3,329 |
| 3 | 1 | 9,927* | 1,682 | ,001 | 4,855 | 14,999 |
| | 2 | 1,683 | 1,662 | 1,000 | -3,329 | 6,696 |

Multivariate Tests

| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | ,815 | 15,432 ^a | 2,000 | 7,000 | ,003 | ,815 |
| Wilks' lambda | ,185 | 15,432 ^a | 2,000 | 7,000 | ,003 | ,815 |

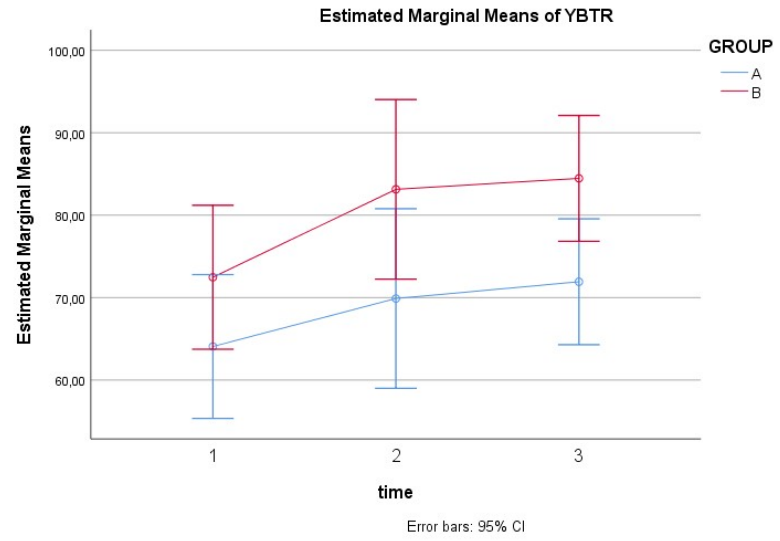
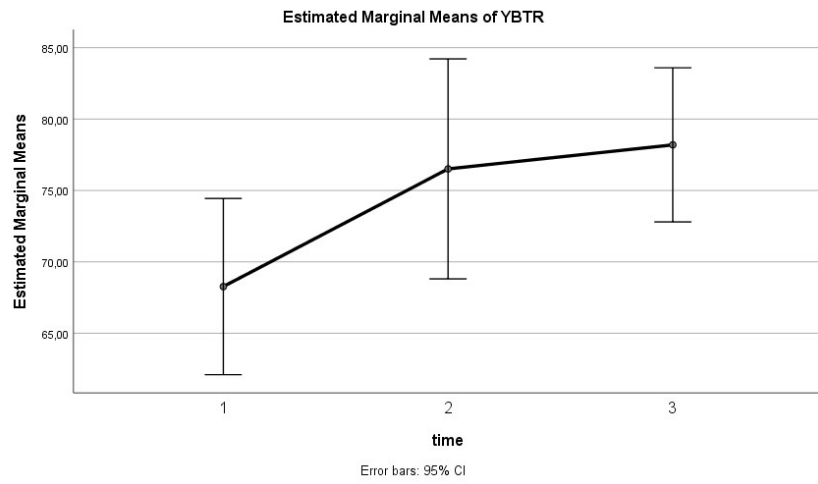
| | | | | | | |
|--------------------|-------|---------------------|-------|-------|------|------|
| Hotelling's trace | 4,409 | 15,432 ^a | 2,000 | 7,000 | ,003 | ,815 |
| Roy's largest root | 4,409 | 15,432 ^a | 2,000 | 7,000 | ,003 | ,815 |

4. GROUP * time

Measure: YBTR

| GROUP | time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 1 | 64,067 | 3,785 | 55,338 | 72,795 |
| | 2 | 69,887 | 4,723 | 58,995 | 80,778 |
| | 3 | 71,920 | 3,310 | 64,287 | 79,553 |
| B | 1 | 72,467 | 3,785 | 63,738 | 81,195 |
| | 2 | 83,133 | 4,723 | 72,242 | 94,025 |
| | 3 | 84,467 | 3,310 | 76,834 | 92,099 |

Profile Plots



General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: YBTL

| time | Dependent Variable |
|------|--------------------|
| 1 | YBL1 |
| 2 | YBL2 |
| 3 | YBL3 |

Between-Subjects Factors

| | | Value Label | N |
|-------|---|-------------|---|
| GROUP | 1 | A | 5 |
| | 2 | B | 5 |

Descriptive Statistics

| | GROUP | Mean | Std. Deviation | N |
|------|-------|---------|----------------|----|
| YBL1 | A | 63,3000 | 5,85401 | 5 |
| | B | 73,2333 | 10,61877 | 5 |
| | Total | 68,2667 | 9,63090 | 10 |
| YBL2 | A | 70,7000 | 11,01287 | 5 |
| | B | 83,3000 | 12,63615 | 5 |
| | Total | 77,0000 | 12,99881 | 10 |
| YBL3 | A | 73,1333 | 6,95362 | 5 |
| | B | 84,1000 | 11,68606 | 5 |

| | | | |
|-------|---------|----------|----|
| Total | 78,6167 | 10,75141 | 10 |
|-------|---------|----------|----|

Multivariate Tests^a

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| time | Pillai's Trace | ,898 | 30,856 ^b | 2,000 | 7,000 | ,000 | ,898 |
| | Wilks' Lambda | ,102 | 30,856 ^b | 2,000 | 7,000 | ,000 | ,898 |
| | Hotelling's Trace | 8,816 | 30,856 ^b | 2,000 | 7,000 | ,000 | ,898 |
| | Roy's Largest Root | 8,816 | 30,856 ^b | 2,000 | 7,000 | ,000 | ,898 |
| time * GROUP | Pillai's Trace | ,039 | ,142 ^b | 2,000 | 7,000 | ,870 | ,039 |
| | Wilks' Lambda | ,961 | ,142 ^b | 2,000 | 7,000 | ,870 | ,039 |
| | Hotelling's Trace | ,041 | ,142 ^b | 2,000 | 7,000 | ,870 | ,039 |
| | Roy's Largest Root | ,041 | ,142 ^b | 2,000 | 7,000 | ,870 | ,039 |

Mauchly's Test of Sphericity^a

Measure: YBTL

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. | Epsilon ^b | | |
|------------------------|-------------|--------------------|----|------|----------------------|-------------|-------------|
| | | | | | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| time | ,447 | 5,636 | 2 | ,060 | ,644 | ,810 | ,500 |

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: YBTL

| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|-------------------------|--------|-------------|--------|------|---------------------|
| time | Sphericity Assumed | 620,024 | 2 | 310,012 | 18,283 | ,000 | ,696 |
| | Greenhouse-Geisser | 620,024 | 1,288 | 481,439 | 18,283 | ,001 | ,696 |
| | Huynh-Feldt | 620,024 | 1,621 | 382,559 | 18,283 | ,000 | ,696 |
| | Lower-bound | 620,024 | 1,000 | 620,024 | 18,283 | ,003 | ,696 |
| time * GROUP | Sphericity Assumed | 9,039 | 2 | 4,519 | ,267 | ,769 | ,032 |
| | Greenhouse-Geisser | 9,039 | 1,288 | 7,019 | ,267 | ,675 | ,032 |
| | Huynh-Feldt | 9,039 | 1,621 | 5,577 | ,267 | ,725 | ,032 |
| | Lower-bound | 9,039 | 1,000 | 9,039 | ,267 | ,620 | ,032 |
| Error(time) | Sphericity Assumed | 271,307 | 16 | 16,957 | | | |
| | Greenhouse-Geisser | 271,307 | 10,303 | 26,333 | | | |
| | Huynh-Feldt | 271,307 | 12,966 | 20,925 | | | |
| | Lower-bound | 271,307 | 8,000 | 33,913 | | | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure: YBTL

| Source | time | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|-----------|-------------------------|----|-------------|--------|------|---------------------|
| time | Linear | 535,613 | 1 | 535,613 | 52,730 | ,000 | ,868 |
| | Quadratic | 84,412 | 1 | 84,412 | 3,553 | ,096 | ,308 |
| time * GROUP | Linear | 1,335 | 1 | 1,335 | ,131 | ,726 | ,016 |
| | Quadratic | 7,704 | 1 | 7,704 | ,324 | ,585 | ,039 |
| Error(time) | Linear | 81,261 | 8 | 10,158 | | | |
| | Quadratic | 190,046 | 8 | 23,756 | | | |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure: YBTL

Transformed Variable: Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-----------|-------------------------|----|-------------|---------|------|---------------------|
| Intercept | 167079,156 | 1 | 167079,156 | 613,052 | ,000 | ,987 |
| GROUP | 935,208 | 1 | 935,208 | 3,431 | ,101 | ,300 |
| Error | 2180,293 | 8 | 272,537 | | | |

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure: YBTL

| Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | Lower Bound | Upper Bound |
| 74,628 | 3,014 | 67,677 | 81,578 |

2. GROUP

Estimates

Measure: YBTL

| GROUP | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 69,044 | 4,263 | 59,215 | 78,874 |
| B | 80,211 | 4,263 | 70,382 | 90,041 |

Pairwise Comparisons

Measure: YBTL

| (I) GROUP | (J) GROUP | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | B | -11,167 | 6,028 | ,101 | -25,068 | 2,734 |
| B | A | 11,167 | 6,028 | ,101 | -2,734 | 25,068 |

Univariate Tests

Measure: YBTL

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------|----------------|----|-------------|-------|------|---------------------|
| Contrast | 311,736 | 1 | 311,736 | 3,431 | ,101 | ,300 |
| Error | 726,764 | 8 | 90,846 | | | |

Estimates

Measure: YBTL

| time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 68,267 | 2,711 | 62,014 | 74,519 |
| 2 | 77,000 | 3,748 | 68,357 | 85,643 |
| 3 | 78,617 | 3,041 | 71,605 | 85,629 |

Pairwise Comparisons

Measure: YBTL

| (I) time | (J) time | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^b | 95% Confidence Interval for Difference ^b | |
|----------|----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | -8,733* | 2,431 | ,021 | -16,065 | -1,402 |
| | 3 | -10,350* | 1,425 | ,000 | -14,648 | -6,052 |
| 2 | 1 | 8,733* | 2,431 | ,021 | 1,402 | 16,065 |
| | 3 | -1,617 | 1,494 | ,932 | -6,122 | 2,889 |

| | | | | | | |
|---|---|---------|-------|------|--------|--------|
| 3 | 1 | 10,350* | 1,425 | ,000 | 6,052 | 14,648 |
| | 2 | 1,617 | 1,494 | ,932 | -2,889 | 6,122 |

Multivariate Tests

| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------------|-------|---------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | ,898 | 30,856 ^a | 2,000 | 7,000 | ,000 | ,898 |
| Wilks' lambda | ,102 | 30,856 ^a | 2,000 | 7,000 | ,000 | ,898 |
| Hotelling's trace | 8,816 | 30,856 ^a | 2,000 | 7,000 | ,000 | ,898 |
| Roy's largest root | 8,816 | 30,856 ^a | 2,000 | 7,000 | ,000 | ,898 |

4. GROUP * time

Measure: YBTL

| GROUP | time | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| A | 1 | 63,300 | 3,834 | 54,458 | 72,142 |
| | 2 | 70,700 | 5,301 | 58,477 | 82,923 |
| | 3 | 73,133 | 4,300 | 63,217 | 83,050 |
| B | 1 | 73,233 | 3,834 | 64,391 | 82,076 |
| | 2 | 83,300 | 5,301 | 71,077 | 95,523 |
| | 3 | 84,100 | 4,300 | 74,184 | 94,016 |

Profile Plots

