

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΟΡΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η επίδραση της δίποδης και με το ένα πόδι προπόνησης με ολόσωμη δόνηση στην
ικανότητα εκτέλεσης κατακόρυφου άλματος σε φοιτητές ΣΕΦΑΑ»

ΚΟΛΟΒΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ (Α.Μ. 201100095)

ΚΟΥΜΡΟΓΛΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ (Α.Μ.201100103)

Αθήνα 2018

ΚΟΛΟΒΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ (Α.Μ. 201100095)
ΚΟΥΜΡΟΓΛΟΥ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ (Α.Μ. 201100103)

Φοιτήτριες ΣΕΦΑΑ Αθηνών

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας ήταν να εξεταστεί η επίδραση της προπόνησης με ολόσωμη δόνηση με δίποδη και με το ένα πόδι στήριξη στην ικανότητα εκτέλεσης του κατακόρυφου άλματος. Δεκαπέντε δοκιμαζόμενοι ηλικίας 22.43 ± 2.44 χρόνων, σωματικού βάρους 62.56 ± 10.30 kg, και σωματικού αναστήματος 170.37 ± 8.16 cm, συμμετείχαν εθελοντικά στην παρούσα εργασία. Το πρόγραμμα περιελάμβανε την εκτέλεση δύο διαφορετικών πρωτόκολλων το καθένα από τα οποία περιείχε μία συνεδρία στο οποίο οι ασκούμενοι εκτέλεσαν την ίδια άσκηση και τον ίδιο αριθμό επαναλήψεων. Η πλατφόρμα δόνησης λειτουργούσε με συχνότητα δόνησης 50 Hz και εύρος δόνησης 4 mm. Ανάλογα με την ομάδα ένταξής τους η μία ομάδα εκτέλεσε την άσκηση με ταυτόχρονη στήριξη των ποδιών στην πλατφόρμα δόνησης, ενώ η 2^η ομάδα την ίδια άσκηση αλλά με μονή στήριξη του ποδιού πάνω στη πλατφόρμα δόνησης. Πριν την έναρξη αλλά και μετά το τέλος της πειραματικής διαδικασίας όλοι οι δοκιμαζόμενοι, ανεξάρτητα από την ομάδα ένταξης, πραγματοποίησαν ατομική προθέρμανση ελαφριάς έντασης διάρκειας 3-5 λεπτών και στην συνέχεια αξιολογήθηκαν: α) στο κατακόρυφο άλμα από το ημικάθισμα (squat jump), στο κατακόρυφο άλμα με εισαγωγική ταλάντευση (counter movement jump), και γ) άλμα με το κάθε ένα πόδι χωριστά. Η τελική μέτρηση μετά το τέλος του παρεμβατικού προγράμματος πραγματοποιήθηκε αμέσως μετά (post1) και μετά από 8 λεπτά (post 8) με την ίδια σειρά που εκτελέστηκαν και στην αρχική μέτρηση. Σε κάθε μέτρηση οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν δύο προσπάθειες, με διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών 60 δευτερόλεπτα, και η καλύτερη χρησιμοποιήθηκε για περαιτέρω στατιστική επεξεργασία. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στο ύψος του άλματος από το ημικάθισμα ή και από την όρθια θέση, ούτε και στον παράγοντα μετρήσεις. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στην ταχύτητα απογείωσης κατά την εκτέλεση του άλματος από το ημικάθισμα και από την όρθια θέση, όπως επίσης ούτε και στον παράγοντα μετρήσεις. Παρόλα αυτά το ποσοστό βελτίωσης του ύψους του άλματος αλλά και της ταχύτητας απογείωσης είτε από τη θέση του ημικαθίσματος είτε από την όρθια θέση ήταν διαφορετικό μεταξύ των δύο πρωτόκολλων γεγονός που ενισχύει την άποψη της αποτελεσματικότητας και των δύο πρωτόκολλων είτε αμέσως μετά το τέλος της παρέμβασης είτε μετά την παρέλευση οχτώ λεπτών.

Ευχαριστίες

Θέλουμε να εκφράσουμε τις ευχαριστίες μας στον Καθηγητή μας Κύριο Γ. Ντάλλα που σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης αυτή της εργασίας στάθηκε δίπλα μας, μας καθοδήγησε και μας βοήθησε για την επίτευξη της ολοκλήρωσής της. Επίσης ευχαριστούμε και όλα τα άτομα που δέχτηκαν να πάρουν μέρος και να βοηθήσουν στο ερευνητικό κομμάτι της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1

1.1	Εισαγωγή	1
1.2	Ο σκοπός της εργασίας	1
1.3	Αιτιολόγηση της έρευνας	1
1.4	Οριοθέτηση της εργασίας	2

Κεφάλαιο 2

Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

2.1	Ολόσωμη δόνηση και δύναμη	3
2.2	Πλατφόρμα δόνησης και φυσιολογικές επιδράσεις	4
2.3	Είδη μυϊκής συστολής	6
2.4	Είδη μυϊκής δύναμης	7
2.5	Προπόνηση δόνησης και αθλητική απόδοση	8

Κεφάλαιο 3

Μέθοδος

3.1	Δοκιμαζόμενοι	13
3.2	Όργανα – εξεταζόμενη δεξιότητα	13
3.3	Πειραματική διαδικασία	14
3.4	Μετρήσεις αξιολόγησης	16
3.4.1	Αξιολόγηση της εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων	16
3.4.2.1	Κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (Squat jump)	16
3.4.2.2	Κατακόρυφο άλμα από την όρθια θέση (Counter Movement jump)	16
3.4.2.3	Άλμα με το δεξί – αριστερό πόδι από το ημικάθισμα	17
3.4.3	Στατιστική ανάλυση	18

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα

4.1	Ύψος κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα	19
4.2	Ύψος κατακόρυφου άλματος από την όρθια θέση	20
4.3	Ταχύτητα απογείωσης στο κατακόρυφο άλμα από το ημικάθισμα	20

4.4	Ταχύτητα απογείωσης στο κατακόρυφο άλμα από την όρθια θέση ...	21
-----	--	----

Κεφάλαιο 5

Συζήτηση των αποτελεσμάτων

5.1	Εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων	23
5.2	Συμπεράσματα	25
5.3	Προτάσεις.....	25
5.4	Βιβλιογραφία	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εισαγωγή

Η προπόνηση με αντιστάσεις προκαλεί μικρές έως μέτριες επιδράσεις στη μυϊκή ικανότητα και την αθλητική απόδοση σε νεαρούς αθλητές με τη μυϊκή δύναμη να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη βελτίωση (Chelly et al., 2009; Klusemann et al., 2012; Sander et al., 2013). Το ελεύθερο βάρος, η πολύπλοκη και η πλειομετρική προπόνηση φαίνεται ότι αποτελούν τις κατάλληλες μεθόδους για τη βελτίωση της μυϊκής ικανότητας και της αθλητικής απόδοσης. Επιπλέον, η προπόνηση δόνησης επιφέρει βελτίωση της απόδοσης (Bosco et al, 1998), ενώ σύμφωνα με τον Bosco και τους συνεργάτες, μία απλή συνεδρία – προπόνηση προκαλεί σημαντικό όφελος στους μυς (Bosco et al, 1999), ενώ παρατηρείται και βελτίωση της ισομετρικής δύναμης των εκτεινόντων μυών του γόνατος κατά 3.2% (Torvinen et al, 2002).

Παρόλα αυτά πολλές φορές οι αθλητές εκτελούν ασκήσεις με ταυτόχρονη στήριξη και των δύο ποδιών, ενώ σε άλλες περιπτώσεις εκτελούν τις ασκήσεις αυτές με τη συμμετοχή του κάθε ενός ποδιού χωριστά. Η πλειοψηφία των ασκήσεων που εκτελούνται είναι συνήθως πλειομετρικές προκειμένου να επιτευχθεί βελτίωση της εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το ποσό της δύναμης που παράγεται όταν οι μύες και των δύο ποδιών ενεργούν ταυτόχρονα, είναι μικρότερο από το άθροισμα της δύναμης που παράγεται όταν το κάθε ένα πόδι ενεργεί χωριστά, δημιουργείται η υπόθεση ότι η πλειομετρική προπόνηση του κάθε ενός ποδιού χωριστά θα είναι πιο αποτελεσματική σε σύγκριση με την αντίστοιχη που γίνεται όταν ενεργούν ταυτόχρονα και τα δύο πόδια.

1.2 Ο σκοπός της εργασίας

Σκοπός της εργασίας ήταν να εξεταστεί η άμεση επίδραση της προπόνησης με ολόσωμη δόνηση με δίποδη και με το ένα πόδι στην ικανότητα εκτέλεσης του κατακόρυφου άλματος.

1.3 Αιτιολόγηση της έρευνας

Οι περισσότερες μέχρι τώρα μελέτες αναφέρονται στην εξέταση της δύναμης των κάτω άκρων με τις παραδοσιακές μεθόδους προπόνησης, ενώ άλλες εξετάζουν την

επίδραση της προπόνησης με ολόσωμη δόνηση. Γίνεται λοιπόν σαφές ότι παρατηρείται έλλειψη ερευνητικών εργασιών αναφορικά με την επίδραση της προπόνησης με δίποδη στήριξη και απλή στήριξη του ποδιού σε πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης προκειμένου να εξεταστεί η επίδρασή της στην εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων σε φοιτητές της ΣΕΦΑΑ.

1.4 Οριοθέτηση της εργασίας

Τα αποτελέσματα της εργασίας πρέπει να συζητηθούν λαμβάνοντας υπόψη ορισμένους περιορισμούς:

1. Η αξιολόγηση της ικανότητας εκτέλεσης κατακόρυφου άλματος αναφέρεται σε φοιτητές της ΣΕΦΑΑ.
2. Η επιβάρυνση που δόθηκε στους συμμετέχοντες μέσω της πλατφόρμας δόνησης είναι μέτριας έντασης.
3. Η διάρκεια του παρεμβατικού προγράμματος είναι μία απλή συνεδρία με συγκεκριμένο αριθμό επαναλήψεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας στο κεφάλαιο αυτό χωρίζεται σε επιμέρους ενότητες που αναφέρονται α) γενικά στη πλατφόρμα δόνησης και τις φυσιολογικές επιδράσεις της στον ανθρώπινο οργανισμό, β) στην επίδραση της πλατφόρμας δόνησης αναφορικά με την δύναμη των κάτω άκρων.

2.1 Ολόσωμη δόνηση και δύναμη

Τα τελευταία χρόνια έχει εισέλθει στον χώρο της προπόνησης ένα καινούριο είδος άσκησης, η προπόνηση με δόνηση. Είναι ένας εναλλακτικός τρόπος άσκησης ο οποίος βασίζεται στην νευρομυϊκή ενεργοποίηση σε νεαρούς και μεγαλύτερης ηλικίας ασκούμενους (Cardinale & Lim, 2003; Cardinale & Wakeling, 2005). Όταν θέλει λοιπόν κάποιος να ασκηθεί με αυτόν τρόπο πρέπει να ανέβει πάνω σε μια πλατφόρμα η οποία προκαλεί ταλαντεύσεις δηλαδή δονήσεις, με διαφορετικό εύρος ταλάντωσης και συχνότητα (Cardinale & Wakeling, 2005). Με τον όρο δόνηση ονομάζουμε έναν μηχανικό ερεθισμό που γίνεται σε ολόκληρο το σώμα με μορφή ταλάντωσης. Τα βασικά χαρακτηριστικά της δόνησης είναι η συχνότητα (αριθμός δονήσεων που παράγονται σε διάστημα ενός δευτερολέπτου), το εύρος δόνησης (το μέγεθος της κατακόρυφης μεταβολής) και η διάρκεια (ο συνολικός χρόνος παραγωγής της δόνησης). Φαίνεται ότι η επίδραση της δόνησης σε έναν ενεργό μυ παράγει μια νευρομυϊκή διέγερση (αντανακλαστικό) η οποία προκαλεί μέσω των Ia ινών της μυϊκής ατράκτου δυναμικό ικανό να προκαλέσει σύσπαση στον μυ. Αυτό το αντανακλαστικό ονομάζεται τονικό αντανακλαστικό δόνησης και είναι ο πιθανότερος μηχανισμός της νευρομυϊκής ενεργοποίησης του μυός που δέχεται την δόνηση (Delecluse et al, 2003; Roelants et al, 2006). Η προπόνηση αποτελεί ένα είδος αυτόβουλης έκθεσης σε συγκεκριμένη επίδραση του περιβάλλοντος και ελέγχεται ως προς την ένταση, το είδος και τη διάρκεια των επιβαρύνσεων που προκαλεί στον ανθρώπινο οργανισμό, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η ανθρώπινη απόδοση (Booth et al, 2002).

Οι προσαρμογές που παρατηρούνται από την επίδραση της άσκησης διακρίνονται σε αυτές που πραγματοποιούνται αμέσως μετά την άσκηση και σε αυτές

που προκαλούνται μετά από μεγαλύτερης διάρκειας προπονητικό ερέθισμα. Οι αλλαγές αυτές εξαρτώνται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της άσκησης όπως το είδος, την ένταση, την διάρκεια της αλλά και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ατόμου όπως κατανομή μυϊκών ινών, ηλικία, φύλο, επίπεδο φυσικής κατάστασης κ.α. (Campel et al, 2001).

Οι αθλητές υψηλού επιπέδου δείχνουν να είναι πιο δεκτικοί στην πλατφόρμα δόνησης, όσον αφορά τη βελτίωση του άλματος, λόγω υψηλότερης ευαισθησίας των υποδοχέων των μυών και του κεντρικού νευρικού συστήματος σε πρόσθετες διεγέρσεις. Αυτό αποδεικνύεται από την έρευνα που έδειξε ότι στα 44 Hz το άλμα αυξήθηκε 10,4% σε πρωταθλητές, ενώ σε αθλητές τα αποτελέσματα ήταν ασήμαντα (Issurin & Tenenbaum, 1999).

Αν και η επίδραση της ολόσωμης δόνησης στην δύναμη και την αλτικότητα, του μυός έχει εξεταστεί αρκετά από πολλούς ερευνητές (Bosco et al, 1998; Delecluse et al, 2003; Fernandez-Rio et al, 2010), τα αποτελέσματα δεν είναι σαφή και ακριβώς προσδιορισμένα. Παρόλα αυτά, είναι γνωστό ότι η πλατφόρμα δόνησης προσφέρει τα ίδια αποτελέσματα με τις κλασικές μεθόδους προπόνησης, σε συντομότερο, όμως, χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα, έρευνα έδειξε πως η προθέρμανση που έγινε σε WBV και σε κυκλοεργόμετρο επέφερε τα ίδια αποτελέσματα, με τη διαφορά ότι τα άτομα που ασκήθηκαν σε WBV παρουσίασαν τον ίδιο βαθμό βελτίωσης πολύ συντομότερα (Kelly, 2010). Παρόμοια άποψη υποστηρίζει και ο Mahieu (2006), ο οποίος σύγκρινε την παραδοσιακή προπόνηση με αντιστάσεις για την αύξηση της αλτικότητας, με αυτή της ολόσωμης δόνησης. Συγκεκριμένα αναφέρει πως, ενώ δεν υπήρχε στατιστική σημαντικότητα, η προπόνηση με WBV παρουσίασε υψηλότερα ποσοστά βελτίωσης.

2.2 Πλατφόρμα δόνησης και φυσιολογικές επιδράσεις

Ένα σημαντικό στοιχείο της προπόνησης πάνω σε πλατφόρμα δόνησης είναι ότι η θερμοκρασία των μυών ανεβαίνει πολύ πιο γρήγορα σε σχέση με την παραδοσιακή μέθοδο, που σημαίνει ότι τα ερεθίσματα λαμβάνονται πιο εύκολα και σε συντομότερο χρονικό διάστημα. Όσον αφορά την υγεία και τις επιπτώσεις της μεθόδου σύμφωνα με ερευνητικά δεδομένα παρατηρούνται αρνητικές επιπτώσεις στο σύστημα του εντέρου, στα γυναικεία όργανα αναπαραγωγής και στους περιφερειακούς κίρσους.

Είναι αποδεδειγμένο ότι η εκτενής χρήση της ολόσωμης δόνησης επιφέρει εκφύλιση του νωτιαίου μυελού, ελαφρά οσφυαλγία, που αρκετά συχνά είναι αιτία για αναπηρίες κάτω από 45 χρονών, καθώς επίσης αυξάνει τα προβλήματα στην ράχη (πλάτη) (δυσκαμψία) και επιφέρει αγγειακές αλλαγές. Αντίθετα, η χαμηλή και μέτρια χρήση έχει ειπωθεί ότι αποτελεί και αγωγή για την οσφυαλγία, θεραπεία για την οστεοπόρωση και πρόληψη για την σαρκοπενία. Ενώ, λοιπόν, η υψηλή χρήση μπορεί να αποβεί επιζήμια για την υγεία, η χαμηλή λειτουργεί ως πρόληψη και θεραπεία για κάποιες παθήσεις (Cardinale & Lim, 2003).

Η ενεργοποίηση των μυών κατά τη διάρκεια της προπόνησης WBV οφείλεται στο «τονικό αντανακλαστικό δόνησης», το οποίο προκύπτει από δόνηση άμεσα εφαρμοσμένη σ' έναν μυ ή τένοντα και χαρακτηρίζεται από ανίχνευση και ενεργοποίηση των μυϊκών ατράκτων, κυρίως των Ια προσαγωγών, μέσω των ακινητικών νευρώνων με αποτέλεσμα τις μυϊκές συσπάσεις. (Cormie, 2006; Roelants et al, 2006). Η αυτογενετική διεγερτική εισροή από τις μυϊκές ατράκτους παράγουν υψηλά ποσοστά πυροδότησης των μυών (Bongiovanni, 1990). Το φαινόμενο αυτό επιφέρει βελτίωση του νευρομυϊκού συντονισμού, καθώς παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας των μυών τμηματικά και αύξηση των αισθητηριακών υποδοχέων κι έτσι ο μυς μπορεί να παράγει μεγαλύτερη δύναμη. Η μηχανική δράση της δόνησης παράγει γρήγορες και σύντομες αλλαγές στο μήκος του μυοτενόντιου συνδέσμου, ώστε να αυξηθεί η έκρηξη. Σημαντικό ρόλο παίζει και η αύξηση της ορμόνης «τεστοστερόνη», η οποία είναι υπεύθυνη για την αύξηση της δύναμης μετά τη προπόνηση WBV (Cardinale & Lim, 2003).

Η αύξηση της μυϊκής δύναμης είναι ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες αύξησης της αλτικότητας σε συνδυασμό με την έκρηξη. Με την κατάλληλα σχεδιασμένη προπόνηση δόνησης η δύναμη αυξάνεται κατά την ισομετρική σύσπαση (Issurin & Tenenbaum, 1999). Η μέγιστη τιμή αύξησης της δύναμης κίνησης είναι μια σημαντική παράμετρος σε σχέση με τη στιγμιαία μέγιστη παραγωγή ενέργειας, η οποία απαιτείται κατά τη διάρκεια της μέγιστης εκρηκτικής κίνησης, όπως το άλμα (De Ruitter, 2003). Σε έρευνα που πραγματοποίησε ο Delecluse και συνεργάτες (2003), σε νεαρές απροπόνητες κοπέλες, φάνηκε πως η αύξηση της δύναμης δεν οφείλεται σε εικονικά (placebo) αποτελέσματα. Τέλος, αύξηση της δύναμης επέρχεται και από την αύξηση του επιπέδου νορεπινεφρίνης, ορμόνη που εντοπίζεται μετά τη λήξη της προπόνησης ολόσωμης δόνησης (Cormie, 2006).

Ο Delecluse και οι συνεργάτες του αναφέρουν ότι παρουσιάστηκε αύξηση στη ταχυδύναμη, τη δύναμη και το κάθετο άλμα αμέσως μετά τη προπόνηση ολόσωμης δόνησης (Delecluse και συνεργάτες, 2003). Στη χιονοδρομία, σε μία δοκιμασία 30m σπρώξιμο του έλκηθρου, δύο εκκινήσεις σε μία ώρα, φάνηκε πως η σωστή και γρήγορη εκκίνηση σχετίζεται σημαντικά με τη σωστή προπόνηση έκρηξης (Bullock et al, 2008). Το μεγαλύτερο όφελος του WBV είναι η προπόνηση έκρηξης της δύναμης, όπου συνήθως μελετάται σαν ύψος κάθετου άλματος.

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Bosco και τους συνεργάτες του (2000) για 10 ημέρες, με προπόνηση 5 x 90 sec, με κάθετη δόνηση στα 26 Hz έδειξε ότι βελτιώθηκε σημαντικά το ύψος του κάθετου άλματος και προκλήθηκαν σημαντικές βελτιώσεις στις νευρομυϊκές προσαρμογές και στην αντοχή στην έκρηξη. Προηγούμενη μελέτη του Torvinen και συνεργάτες (2003) έδειξε ποσοστό 18% κέρδη στο άλμα από κάθισμα 90 μοιρών σε νεαρά αγύμναστα άτομα μετά από 12 εβδομάδες σε συχνότητα 27 Hz. Την ίδια έρευνα με τα ίδια αποτελέσματα έκανε και ο Delecluse και συνεργάτες (2003), ενώ παρόμοια έρευνα έδειξε βελτίωση 12% (Cardinale, 2003). Αύξηση στο επιτόπιο άλμα αναφέρουν αρκετοί συγγραφείς, οι περισσότεροι από τους οποίους καταλήγουν σε μία ιδανική συχνότητα 30Hz και 2mm μετατόπιση. Με τις συνθήκες αυτές το ύψος του άλματος αυξάνεται μετά από 3 με 4 μήνες, ενώ για πιο σύντομα αποτελέσματα, 4-10 λεπτά ολόσωμης δόνησης στη συχνότητα αυτή μπορούν να βελτιώσουν το άλμα παροδικά (Cormie, 2006), δηλαδή για 1 λεπτό μετά τη θεραπεία (Bedient et al, 2009). Σε μία φυσιολογική χρήση, τα αποτελέσματα στο κάθετο άλμα θα επιφέρουν αύξηση γύρω στο 2,5% το 1^ο λεπτό μετά από 4 λεπτά προπόνησης, 3,8% μετά από 10', ενώ μια όξινη χρήση θα επιφέρει σημαντικά αποτελέσματα για τα επόμενα 2', τα οποία όμως θα εξαφανίζονται ύστερα από μια ώρα.

2.3 Είδη μυϊκής συστολής

Υπάρχουν τρία είδη μυϊκής συστολής τα οποία συναντώνται σε όλες τις μορφές κίνησης και άσκησης. Η ισομετρική-στατική συστολή όπου ο μυς δε παράγει μηχανικό έργο και δεν αλλάζει το μήκος του. Η δύναμη που αναπτύσσεται στο εσωτερικό του μυός, από τα συστατικά του στοιχεία, δε μπορεί να υπερνικήσει την εξωτερική αντίσταση. Η ισοτονική συστολή χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, τη

μειομετρική και τη πλειομετρική συστολή. Η μειομετρική είναι συστολή κατά την οποία η τάση που αναπτύσσεται μέσα στο μυ είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική αντίσταση και έχει σαν αποτέλεσμα τη βράχυνση του μυός. Αντίθετα, η πλειομετρική η τάση που αναπτύσσεται μέσα στο μυ είναι μικρότερη από την εξωτερική αντίσταση και έχει σαν αποτέλεσμα την επιμήκυνση του μυός. Τέλος, η ισοκινητική άσκηση είναι αυτή κατά την οποία ο μυς εργάζεται σε όλη τη τροχιά της άρθρωσης εναντίον μίας αντίστασης με την ίδια ταχύτητα (Μπαλτόπουλος, 2003). Οι τρεις αυτές κατηγορίες μυϊκής συστολής παράγουν διάφορες μορφές δύναμης, οι οποίες είναι υπεύθυνες για την επιτυχία της άσκησης ή της κίνησης.

2.4 Είδη μυϊκής δύναμης

Τα είδη μυϊκής δύναμης που αφορούν τους αθλητές είναι τέσσερα. Τα είδη αυτά είναι η μέγιστη δύναμη, η ταχυδύναμη, η εκρηκτική δύναμη και η μυϊκή αντοχή.

Μέγιστη δύναμη είναι το μέγεθος της δύναμης που είναι σε θέση να αναπτύξει το νευρομυϊκό σύστημα μέσω μέγιστης εκούσιας σύσπασης (συνειδητή βούληση) ενάντια σε εξωτερικές δυνάμεις. Μετρείται από το μέγεθος των εξωτερικών αντιστάσεων που μπορούν να υπερνικηθούν. Είναι ίση με το 60% μέχρι το 85% της δυνατότητας σε δύναμη του ατόμου (Προβελέγγιος, 2005).

Ταχυδύναμη είναι το μέγεθος της δύναμης που μπορεί να κινητοποιήσει με εκούσια σύσπαση το νευρομυϊκό σύστημα σε κάθε χρονική μονάδα, όπως και η διάρκεια κατά την οποία μπορεί να διατηρηθεί αυτή η μορφή δύναμης. Μετρείται με το μέγεθος της επιτάχυνσης ή ταχύτητας που μπορεί να αποκτήσει το ίδιο το σώμα (ή μεμονωμένα μέρη του σώματος) στον διαθέσιμο χρόνο ή που μπορεί να μεταφερθεί σε ξένο σώμα(αθλητικό όργανο, αντίπαλος κ.λ.π) (Προβελέγγιος, 2005).

Εκρηκτική δύναμη είναι το είδος της δύναμης που διαπραγματεύεται η παρούσα μελέτη. Είναι η ικανότητα του ατόμου να αναπτύσσει πολύ γρήγορα μια όσο το δυνατόν υψηλή τιμή δύναμης ή με άλλη έννοια η ικανότητα του ατόμου να αναπτύσσει πολύ γρήγορα μια όσο το δυνατόν υψηλή τιμή δύναμης μέχρι περίπου 50 ms από την αρχική φάση της συστολής (Προβελέγγιος, 2005).

Τέλος, η αντοχή στη δύναμη είναι το μέγεθος της ικανότητας αντίστασης του οργανισμού στην κόπωση, με σχετικά μεγάλης διάρκειας επιβαρύνσεις και ένα υψηλό

ποσοστό δύναμης (πάνω από 30% της ατομικής μέγιστης δύναμης) (Προβελέγγιος, 2005).

2.5 Προπόνηση δόνησης και αθλητική απόδοση

Η ολόσωμη σωματική δόνηση είναι μια πρωτοποριακή μέθοδος γυμναστικής που επιφέρει πλήθος ευεργετικών προσαρμογών σε ελάχιστο χρόνο. Η αναλογία είναι περίπου 1:7 δηλαδή περίπου 12 λεπτά γυμναστικής με δόνηση ισοδυναμούν με μιάμιση ώρα συμβατικής γυμναστικής. Η μέθοδος επινοήθηκε για την αποκατάσταση του μυϊκού και οστίτη ιστού των αστροναυτών.

Παρατηρείται μια ενεργοποίηση στο μέγιστο ποσοστό των μυών (100%) λόγω της συστολικής αντίδρασης που οφείλεται στην δύναμη της δόνησης. Εξαιτίας αυτής της κατάστασης εκδηλώνεται μέγιστη παραγωγή έργου και από τις λευκές και από τις ερυθρές μυϊκές ίνες. Και επιπλέον υπάρχει το μεγάλο πλεονέκτημα της ταχύτατης αποστολής του νευρικού ερεθίσματος, από τον εγκέφαλο στους μυς. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η δόνηση ερεθίζει τους νευρώνες του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (με αποτέλεσμα την άμεση αποστολή του νευρικού ερεθίσματος) και κατ' επέκταση την αποτελεσματικότερη απόδοση του μυός. Προηγούμενες μελέτες αναφέρουν ότι η χρήση της πλατφόρμας δόνησης ως μέσον προπόνησης μπορεί να προκαλέσει διευκόλυνση ή μυϊκή κόπωση (Colson et al, 2010; Lora et al, 2010) με την επίδραση αυτή να είναι προσωρινή και να μην διαρκεί περισσότερο από 30 λεπτά (Lora et al, 2010).

Σε μία έρευνα οι Weir και οι συνεργάτες (1997) εξέτασαν σε δείγμα 16 ανδρών, οι οποίοι ήταν σε καλή φυσική κατάσταση αλλά δεν είχαν ασχοληθεί με προπόνηση δύναμης των κάτω άκρων για 6 μήνες, την επίδραση της μονομερούς ομόκεντρης προπόνησης με βάρη και την παύση της προπόνησης στην εξειδίκευση της γωνιακής άρθρωσης, στην εναλλακτική προπόνηση και το αμφίπλευρο έλλειμμα. Το δείγμα χώρισαν σε ομάδα προπόνησης (N=8, ηλικίας 24.1 ± 5.0 χρονών) και σε ομάδα ελέγχου (N=8, ηλικίας 23.9 ± 3.4 χρονών). Τα αποτελέσματα της έρευνας για την ισομετρική και ομόκεντρη δύναμη στην ομάδα ελέγχου δεν έδειξαν κάποια σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ χρόνου – γωνίας. Για την ομάδα προπόνησης στην ισομετρική δύναμη τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι τιμές ροπής αυξήθηκαν σημαντικά μετά την προπόνηση, ενώ μειώθηκαν ξανά μετά την παύση

με αποτέλεσμα οι τιμές πριν και μετά την προπόνηση να μη διαφέρουν σημαντικά. Για την ομόκεντρη δύναμη της μιας μέγιστης προσπάθειας (1RM) τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα επίπεδα τιμών για το κάθε σκέλος (γυμνασμένο – μη γυμνασμένο- διπλή στήριξη) ήταν καλύτερα στην φάση προπόνησης και παύσης σε σχέση με πριν την προπόνηση. Συμπερασματικά προκύπτει ότι το γυμνασμένο πόδι έγινε δυνατότερο σε σχέση με αυτό που δεν ασκήθηκε αλλά και δυνατότερο σε σχέση με τη φάση που τα σκέλη γυμνάστηκαν ταυτόχρονα.

Σε μία άλλη έρευνα, οι Jacobi και Chilibeck (2001), εξέτασαν αν υπάρχει διαφορά μεταξύ της δύναμης που παράγεται από την ταυτόχρονη χρήση και των δύο άκρων στην ανώτατη ένταση και στη χρήση του ενός άκρου. Έτσι, οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι υπάρχει έλλειμμα όταν η δύναμη που προκύπτει από τις συσπάσεις των δύο άκρων είναι μικρότερη από το σύνολο της δύναμης που προκύπτει από τις συσπάσεις του ενός άκρου. Πολλές μελέτες που αναφέρονται σε δυναμικές ασκήσεις για τις συσπάσεις των δύο άκρων αναφέρουν αμφίπλευρο έλλειμμα δεδομένου ότι ίδιες μελέτες σε μεγαλύτερο αριθμό έχουν αποδειχθεί αμφιλεγόμενες και για αυτό είναι σημαντικό να κατηγοριοποιηθούν οι κινήσεις που μελετήθηκαν προκειμένου να επιτευχθεί σταθερότητα. Η έρευνα αυτή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το αμφίπλευρο έλλειμμα είναι ένα ασταθές φαινόμενο και η ύπαρξη του πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στο πλαίσιο της μελέτης. Πιθανώς αυτό το φαινόμενο να εξαρτάται από μία μικρή απόκλιση στην φθίνουσα κίνηση μεταξύ του επιπέδου του φλοιού και του νευρώνα της περιφερειακής κίνησης.

Σε μία μελέτη που διεξήχθη από τον Kurugunti και τους συνεργάτες του (2008) σε δείγμα 12 ατόμων (6 άνδρες και 6 γυναίκες) ηλικίας 27.6 ± 6.9 χρονών, οι οποίοι δεν είχαν προηγουμένως καμία αθλητική εμπειρία, σύγκριναν το έλλειμμα στη διπλής στήριξης κατά τη μικρή διάρκεια (5 sec) και μεγάλη διάρκεια (30sec) ισομετρικών εκτάσεων γόνατος. Οι δοκιμαζόμενοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, όπου η κάθε μία ξεκίνησε από διαφορετικό πρωτόκολλο. Για την πρώτη ομάδα το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε ήταν δοκιμασίες με μονή στήριξη ποδιού, για την πρώτη ημέρα και δοκιμασίες διπλής στήριξης για τη δεύτερη ημέρα ενώ η δεύτερη ομάδα εκτέλεσε το αντίστροφο. Η δοκιμασία για τη μονή στήριξη ήταν οι ασκούμενοι να κλωτήσουν μια μπάλα σε κάποιον άλλο ασκούμενο. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε 2-3 φορές. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι δεν υπήρξε έλλειψη δύναμης στη διπλή στήριξη κατά την διάρκεια των ισομετρικών εκτάσεων του γόνατος κάτι που επιβεβαιώθηκε και από το μυοηλεκτρικό σήμα. Ακόμα η

ένταση που χρειάστηκε στη διπλής στήριξης άσκηση ήταν μικρότερη από το άθροισμα των εντάσεων της μονής στήριξης. Παρ' όλα αυτά δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στην εκούσια δραστηριοποίηση μεταξύ δεξιού και αριστερού ποδιού ούτε στις εκτάσεις του κάθε ποδιού ξεχωριστά και εκτάσεις των δύο ποδιών μαζί επιβεβαιώνοντας αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (Jacobi and Cafarelli 1998, Schantz et al., 1989, Babault et al., 2001, van Dieen et al., 2003).

Στη μελέτη των McCurdy και των συνεργατών του (2010) εξετάστηκαν 12 αθλήτριες, ηλικίας 20.63 ± 1.03 με σκοπό τη σύγκριση της δραστηριότητας της EMG κατά την εκτέλεση κάμψης γόνατος με κάθισμα στο ένα και κάθισμα στα δύο πόδια μαζί. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν ένα κάθισμα μονής και ένα κάθισμα διπλής στήριξης κατά την πρώτη φάση, ενώ στη δεύτερη φάση που ακολούθησε μετά από 48 ώρες οι ασκούμενοι καλέστηκαν να εκτελέσουν 3 συνεχόμενα καθίσματα με μέγιστο φορτίο. Από τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά της δραστηριότητας της EMG στις μυϊκές ομάδες των γλουτιαίων και του γόνατος κατά την διάρκεια της άσκησης στη μονή και διπλή στήριξη των κάτω άκρων. Σύμφωνα με τους ερευνητές και τα αποτελέσματα της έρευνας, η κάμψη γόνατος με μονή στήριξη ποδιού μπορεί να εφαρμοστεί σε ένα πρόγραμμα ενδυνάμωσης διατηρώντας έτσι σε ισορροπία τη μυϊκή δύναμη του γόνατος.

Σε έρευνα των Marchetti και Uchida (2011) εξετάστηκε η επίδραση της κόπωσης κατά τη διάρκεια άσκησης με μονή στήριξη ποδιού στο δίποδο κατακόρυφο άλμα σε 10 άνδρες ηλικίας 25 ± 4 χρονών που δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές στην περίμετρο του μηρού του δεξιού κι αριστερού ποδιού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το ύψος του μονού κατακόρυφου άλματος μετά την κόπωση ήταν σημαντικά χαμηλότερο και για τα δύο πόδια. Ακόμα το μέγιστο ύψος για τα άλματα με εισαγωγική ταλάντευση για δίποδη και μονή στήριξη εμφάνισαν διαφορές μετά την κόπωση με υψηλότερο το άλμα στο μη κυρίαρχο πόδι. Τέλος το ηλεκτρομυογράφημα στον έξω πλατύ μηριαίο κατά τη φάση ώθησης δεν εμφανίζει σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ποδιών στην φάση της κόπωσης. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους προπονητές για να βελτιώσουν την απόδοση τους καθώς η απόδοση του μονοποδικού άλματος μειώνεται κάτω από κόπωση γιατί μειώνεται η συμμετοχή του ορθού μηριαίου.

Σε μία έρευνα οι Jones και οι συνεργάτες (2012) εξέτασαν τη συνολική τεστοστερόνη και τη μυϊκή δραστηριότητα σε 10 άνδρες αθλητές (21.0 ± 8 χρονών) που προπονούνται σε ασκήσεις αντίστασης των κάτω άκρων με μονή και διπλή

στήριξη ποδιού. Σύμφωνα με αποτελέσματα του ηλεκτρομυογραφήματος δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στην υψηλής έντασης δράση και στα επίπεδα τεστοστερόνης κατά τη μονή και διπλή στήριξη ποδιού. Ωστόσο, οι ερευνητές ανέφεραν ότι η άσκηση με μονή στήριξη ποδιού μπορεί να είναι καλύτερη κατά τον σχεδιασμό προγραμμάτων εκγύμνασης με αντιστάσεις διότι μπορούν να χρησιμοποιήσουν ελαφρύτερες αντιστάσεις και να επιτευχθούν γρηγορότερα οι στόχοι. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτική ή συμπληρωματικές ασκήσεις στις δίποδες ασκήσεις και να περιοριστούν τραυματισμοί καθώς παρουσιάζουν τα ίδια αποτελέσματα με τις ασκήσεις διπλής στήριξης.

Σε μία μελέτη οι Ferreira και συνεργάτες (2013) αξιολόγησαν την άμεση επίδραση της μονής στήριξης άσκησης στους εκτεινόντες του γόνατος με τη χρήση μηχανισμού εκτάσεως ποδιών με και χωρίς την χρήση πλατφόρμας δόνησης σε δείγμα 30 αντρών ηλικίας μεταξύ 18 και 45 ετών. Οι ασκούμενοι ακολούθησαν τρία πρωτόκολλα: α) 6 σετ των 10 καθισμάτων μονής στήριξης, χωρίς τη χρήση πλατφόρμας δόνησης, με διάλειμμα 1 λεπτού ενδιάμεσα, β) 6 σετ των 10 καθισμάτων μονής στήριξης, με τη χρήση πλατφόρμας δόνησης, με διάλειμμα 1 λεπτού ενδιάμεσα και γ) το Work Test, το οποίο εφαρμόσαν μόνο στο κυρίαρχο πόδι για τον προσδιορισμό των φυσικών ικανοτήτων, ένα λεπτό μετά την ολοκλήρωση των δύο παραπάνω πρωτοκόλλων. Τα πρωτόκολλα εφαρμόστηκαν με την ίδια σειρά για όλους τους δοκιμαζόμενους. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι το έργο, η δύναμη και η ισχύς δεν επηρεάζονται από την χρήση της πλατφόρμας δόνησης σε αντίθεση με την ταχύτητα, η οποία μειώνεται κατά την χρήση αυτής. Συμπερασματικά, η προπόνηση με πλατφόρμα δόνησης, δεν επηρεάζει το έργο ή την ισχύ κατά τις εκτάσεις του γόνατος, όμως επηρεάζει αρνητικά την ταχύτητα προκαλώντας μυϊκή κόπωση. Καθώς τα αποτελέσματα είναι αντιφατικά με τη σχετική βιβλιογραφία πρέπει να διεξαχθούν περαιτέρω έρευνες, οι οποίες θα λαμβάνουν υπόψη τη μυϊκή κόπωση από τα δονητικά ερεθίσματα.

Σε μία έρευνα ο Margin και οι συνεργάτες του (2014) μελέτησαν την επίδραση των υψηλής έντασης δονήσεων σε όλο το σώμα μετά από άσκηση (WBV) σε δεκαεπτά υγιείς άνδρες εθελοντές (20.8 χρονών \pm 1.2 χρόνων) όπου εκτέλεσαν σε τυχαία σειρά τρεις μονόπλευρες συνθήκες δονήσεων. α) WBV [50Hz], β) WBV [30Hz] και γ) συνθήκη ελέγχου χωρίς δόνηση στο κυρίαρχο-δυνατό πόδι. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι κατά τη νευρομυϊκή επίδοση το διεγερμένο σκέλος παρήγαγε μία ταχύτερη μέση ταχύτητα σε σχέση με το μη διεγερμένο σκέλος.

Δεν υπήρξαν αλλαγές στο ηλεκτρομυογράφημα του πλαγίου τετρακέφαλου και του γαστροκνημίου κατά την διάρκεια και των δύο συνθηκών. Έτσι, οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι οι υψηλού εύρους συνθήκες μπορεί να αυξήσουν την αλληλεπίδραση κατά την νευρομυϊκή εκτέλεση και να παρέχουν εναλλακτική μέθοδο μονόπλευρης άσκησης και παροχή γνώσης κατά την διάρκεια εντονότατης πίεσης.

Σε μία μελέτη οι Costa και συνεργάτες (2015) εξέτασαν σε 12 άνδρες ηλικίας 24.00 ± 3.7 χρόνων, την επίδραση άσκησης αντίστασης κατά τη διάρκεια της διπλής στήριξης των ποδιών και της μονής στήριξης του ποδιού. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της δίποδης και της απλής στήριξης κατά την εκτέλεση της μέγιστης προσπάθειας κατά την έκταση του ποδιού. Οι ερευνητές ανέφεραν ότι τα αποτελέσματα αυτά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για το σχεδιασμό προγραμμάτων γύμνασης με ασκήσεις αντίστασης από τους προπονητές.

Σε μία έρευνα τους, οι Shin and Lee (2015), εξέτασαν τις άμεσες συνέπειες των κραδασμών, σε ύψος και συμμετρία, στο κάθετο άλμα ενός ποδιού σε 30 υγιείς άνδρες, εφαρμόζοντας μονόπλευρη ολόσωμη δόνηση. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν ότι το ύψος του αδύναμου άκρου στο κάθετο άλμα του ενός ποδιού βελτιώθηκε αισθητά κατά την μονόπλευρη δονητική διέγερση, ενώ το ύψος του δυνατού άκρου στο κάθετο άλμα του ενός ποδιού βελτιώθηκε κατά την αμφίπλευρη δονητική διέγερση. Τέλος, η συμμετρία στο κάθετο άλμα του ενός ποδιού βελτιώθηκε αισθητά στην ομάδα της μονόπλευρης δονητικής διέγερσης. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, οι ερευνητές οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι οι επιδράσεις της άσκησης με δονήσεις σε όλο το σώμα ήταν διαφορετικές αναλόγως με το είδος της εφαρμογής και ότι η μονόπλευρη δονητική διέγερση είναι ο καλύτερος τρόπος για την βελτίωση του ύψους του άλματος του ενός ποδιού στα ασθενή άκρα και την άκαμπτη συμμετρία.

Με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία αναμένεται ότι η διεξαγωγή έρευνας σχετικά με την προπόνηση ολόσωμης δόνησης στην ικανότητα εκτέλεσης του άλματος με δίποδη και απλή στήριξη ποδιού θα προσδώσει χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά το συγκεκριμένο δείγμα των φοιτητών ΣΕΦΑΑ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στη συλλογή του δείγματος, τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την εξέταση, την καταγραφή και την αξιολόγηση των παραμέτρων της εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων και της διαδικασίας που ακολουθήθηκε αναφορικά με το πρωτόκολλο προπόνησης.

Μέθοδος

3.1 Δοκιμαζόμενοι

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 15 φοιτητές ΣΕΦΑΑ Αθήνας ηλικίας 22.43 ± 2.44 χρόνων, σωματικού βάρους 62.56 ± 10.30 kg, και σωματικού αναστήματος 170.37 ± 8.16 cm, οι οποίοι ακολούθησαν ένα παρεμβατικό πρόγραμμα μιας απλής συνεδρίας πάνω στην πλατφόρμα ολόσωμης δόνησης (Power Plate). Το πρόγραμμα περιελάμβανε την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης άσκησης διάρκειας 30 δευτερολέπτων με σκοπό την μυϊκή ενδυνάμωση συγκεκριμένων μυϊκών ομάδων που σχετίζονται με την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος.

3.2 Όργανα – εξεταζόμενες δεξιότητες

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας ήταν μία πλατφόρμα δόνησης Power Plate (εικόνα 1) πάνω στην οποία οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν το παρεμβατικό πρόγραμμα προπόνησης σύμφωνα με την ομάδα ένταξής τους, και το μηχάνημα Chorojump (εικόνα 2) προκειμένου να γίνει καταγραφή της επίδοσης στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (Squat Jump), στο κατακόρυφο άλμα από την όρθια θέση (Counter Movement Jump) και άλμα με το κάθε ένα πόδι χωριστά (Simple leg jump). Όλοι οι δοκιμαζόμενοι, αφού τους έγινε γνωστός ο σκοπός της εργασίας, προσήλθαν στο χώρο του εργαστηρίου και υποβλήθηκαν σε μέτρηση του σωματικού βάρους (Kg) του σωματικού αναστήματος (cm), ενώ έγινε και καταγραφή τους έτους γέννησης.

Εικόνα 1: Πλατφόρμα δόνησης Power Plate



Εικόνα 2: Μηχάνημα Chronojump: Αξιολόγηση εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων

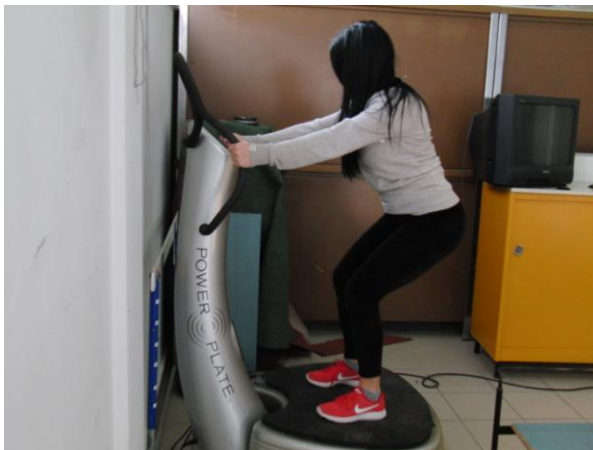


3.3 Πειραματική διαδικασία

Πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας όλοι οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν ατομική προθέρμανση ελαφριάς έντασης διάρκειας 3-5 λεπτών, εκτελώντας χαλαρό τρέξιμο και ήπιες ασκήσεις χαλάρωσης και στην συνέχεια αξιολογήθηκαν α) στην εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων εκτελώντας 1) κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (squat jump), 2) κατακόρυφο άλμα από την όρθια θέση (counter movement jump) και 3) άλμα με το κάθε ένα πόδι χωριστά. Κατά την διάρκεια εκτέλεσης των προσπαθειών είχε δοθεί η οδηγία να καταβάλλουν τη μέγιστη

δυνατή προσπάθεια, ενώ επιπλέον τους δόθηκε και ανατροφοδότηση προκειμένου να τους ενθαρρύνει στην επίτευξη του σκοπού τους. Στην συνέχεια ο κάθε ένας δοκιμαζόμενος, ανεξάρτητα από την ομάδα ένταξης, παρέμεινε πάνω στη πλατφόρμα δόνησης στη θέση του ημικάθισματος για 30 δευτερόλεπτα (στατική μορφή) (εικόνα 3). Η ομάδα που εκτέλεσε την άσκηση με στήριξη και των δύο ποδιών εκτέλεσε συνολικά τρεις σειρές των 30 δευτερολέπτων, ενώ η ομάδα που εκτέλεσε με στήριξη του ενός ποδιού εκτέλεσε τρεις σειρές των 30 δευτερολέπτων για το κάθε πόδι με σκοπό να έχει εκτελεστεί ο ίδιος όγκος προπόνησης από όλους τους ασκούμενους. Μετά των σειρών μεσολαβούσε διάλειμμα 30 δευτερολέπτων.

Εικόνα 3: Δόνηση των εκτεινόντων μυών του γόνατος



Η συχνότητα δόνησης της πλατφόρμας ορίστηκε σε 50Hz (frequency 50 Hz) και το εύρος δόνησης σε 4 mm (amplitude 4mm) σε όλη τη διάρκεια του παρεμβατικού προγράμματος.

Μετά το τέλος του παρεμβατικού προγράμματος ακολούθησε η τελική μέτρηση που πραγματοποιήθηκε αμέσως μετά τη προπόνηση πάνω στη πλατφόρμα δόνησης (post1) και μετά από 8 λεπτά (post 8). Με τις δύο αυτές τελικές μετρήσεις όλοι οι δοκιμαζόμενοι αξιολογήθηκαν κατά σειρά στις ίδιες μετρήσεις όπως και στην αρχική μέτρηση δηλαδή α) κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (squat jump), β) κατακόρυφο άλμα από την όρθια θέση (counter movement jump) και γ) άλμα με το δεξί και το αριστερό πόδι. Σε όλες τις μετρήσεις οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τρεις προσπάθειες και η καλύτερη χρησιμοποιήθηκε για περαιτέρω στατιστική επεξεργασία. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 30 sec.

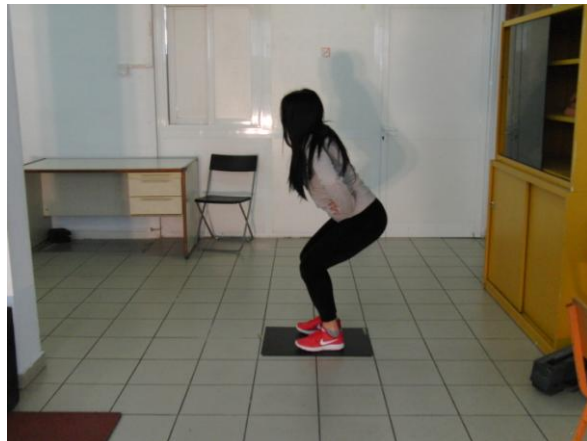
3.4 Μετρήσεις αξιολόγησης

3.4.1 Αξιολόγηση της εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων

3.4.2.1 Κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (Squat jump: SJ)

Οι δοκιμαζόμενοι φορώντας τα αθλητικά τους παπούτσια ξεκινούσαν από όρθια θέση έχοντας τα χέρια σε θέση μεσολαβής, τα πόδια ανοιχτά σχεδόν στο άνοιγμα των ώμων και τα δάχτυλα των ποδιών στραμμένα μπροστά. Από τη θέση αυτή χαμήλωναν κάμπτοντας τα γόνατα μέχρι να φθάσουν στο βαθύ κάθισμα όπου παρέμεναν για 2 δευτερόλεπτα ώστε να σταθεροποιηθούν στη θέση αυτή και με το παράγγελμα εκτελούσαν το κατακόρυφο άλμα καταβάλλοντας τη μεγαλύτερη δυνατή δύναμη (εικόνα 4). Κατά τη διάρκεια του καθίσματος, το βλέμμα ήταν στραμμένο μπροστά, ο κορμός ήταν όρθιος, με συνεχή σύσπαση της ράχης, τα χέρια ήταν σε θέση μεσολαβής, τα γόνατα δεν ξεπερνούσαν τις μύτες των ποδιών και οι φτέρνες εφάπτονταν στο έδαφος. Οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν δύο προσπάθειες οι οποίες καταγραφόταν σε ειδικό πρωτόκολλο και η καλύτερη χρησιμοποιείτο για περαιτέρω επεξεργασία.

Εικόνα 4: Κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (Squat jump: SJ)



3.4.2.2 Κατακόρυφο άλμα από την όρθια θέση (Counter Movement jump: CMJ)

Οι δοκιμαζόμενοι φορώντας τα αθλητικά τους παπούτσια ξεκινούσαν από όρθια θέση έχοντας τα χέρια σε θέση μεσολαβής, τα πόδια ανοιχτά σχεδόν στο άνοιγμα των ώμων και τα δάχτυλα των ποδιών στραμμένα μπροστά. Στη

συνέχεια εκτελούσαν ένα γρήγορο βαθύ κάθισμα χωρίς όμως να παραμείνουν σε αυτό και αμέσως εκτελούσαν το κατακόρυφο άλμα (συνεχόμενη κίνηση). Κατά τη διάρκεια του καθίσματος, το βλέμμα ήταν στραμμένο μπροστά, ο κορμός ήταν όρθιος, η ράχη σε πλήρη σύσπαση και τα χέρια σε θέση μεσολαβής. Οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν τρεις προσπάθειες οι οποίες καταγραφόταν σε ειδικό πρωτόκολλο και η καλύτερη χρησιμοποιείτο για περαιτέρω επεξεργασία. Στην ουσία εκτελούσαν το προηγούμενο άλμα αλλά χωρίς να ξεκινούν από το ημικάθισμα αλλά με συνεχόμενη κίνηση ξεκινώντας από την όρθια θέση.

3.4.2.3 Άλμα με το δεξί – αριστερό πόδι από το ημικάθισμα

Οι δοκιμαζόμενοι φορώντας τα αθλητικά τους παπούτσια ξεκινούσαν από όρθια θέση σε μονή στήριξη (του ενός ποδιού) έχοντας τα χέρια σε θέση μεσολαβής. Στη συνέχεια ο δοκιμαζόμενος χαμήλωνε και εκτελούσε το κατακόρυφο άλμα. Ο δοκιμαζόμενος είχε το ένα πόδι σε στήριξη και το άλλο ελεύθερο πίσω, λυγισμένο δίπλα στο πόδι στήριξης. Κατά τη διάρκεια του καθίσματος στο ένα πόδι το βλέμμα ήταν στραμμένο μπροστά, ο κορμός ήταν όρθιος, η πλάτη ήταν σε ελαφριά υπερέκταση, η πύελος είχε μια πρόσθια κλίση, τα χέρια ήταν σε θέση μεσολαβής, το γόνατο δεν ξεπερνούσε τα δάχτυλα των ποδιών και η φτέρνα εφάπτονταν στο έδαφος (εικόνα 5). Στη συνέχεια εκτελούσαν και με το άλλο πόδι την ίδια άσκηση. Οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν δύο προσπάθειες και οι οποίες καταγραφόταν σε ειδικό πρωτόκολλο και η καλύτερη χρησιμοποιείτο για περαιτέρω επεξεργασία.



Εικόνα 5: Άλμα με το ένα πόδι από το ημικάθισμα

3.4.3 Στατιστική μέθοδος

Για την εξέταση των διαφορών μεταξύ των επιμέρους μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος ανάλυσης διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA). Επίσης, έγινε υπολογισμός της διαφοράς της επίδοσης των επιμέρους test σε εκατοστιαία αναλογία ώστε να προσδιοριστεί σε εκατοστιαία αναλογία η υπάρχουσα διαφορά μεταξύ των επιμέρους μετρήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Αποτελέσματα

4.1 Ύψος κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα

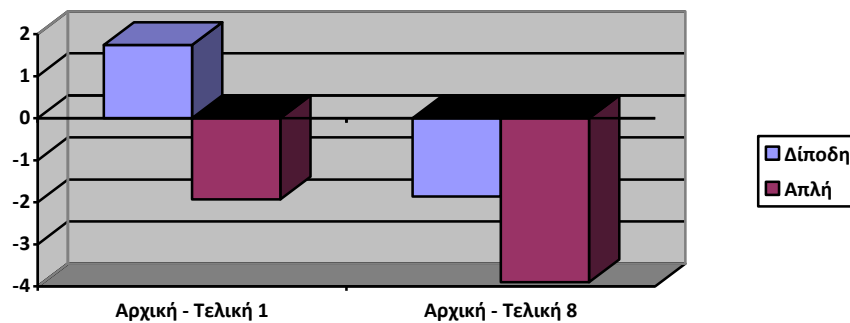
Δεν υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στο ύψος του άλματος από το ημικάθισμα ($F_{(2)} = 0.670$, $p = 0.521$), ούτε και στον παράγοντα μετρήσεις ($F_{(5)} = 2.814$, $p = 0.079$). Οι μέσοι όροι του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα παρουσιάζονται στο πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα

	Αρχική	Τελική 1	Τελική 8
ΔΙΠΟΔΗ	25.27 ± 5.73	25.71 ± 6.01	24.80 ± 5.24
ΑΠΛΗ	26.41 ± 5.96	25.90 ± 6.41	25.38 ± 6.14

Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση του χρόνου επαφής των επιμέρους τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.1

Γράφημα 1: Ποσοστό διαφοροποίησης (%) του ύψους άλματος από το ημικάθισμα στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.



4.2 Ύψος κατακόρυφου άλματος από την όρθια θέση

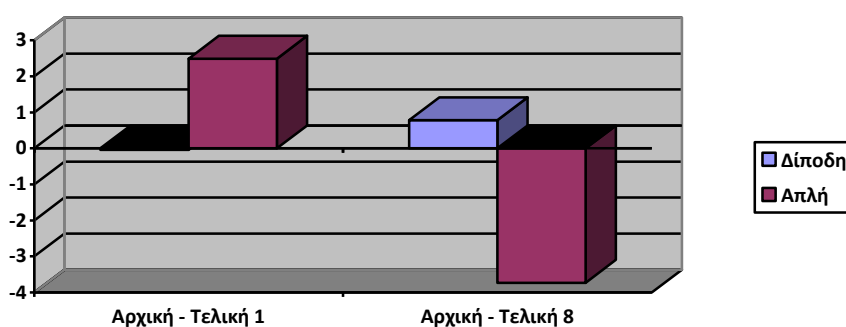
Δεν υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στο ύψος του άλματος από την όρθια θέση ($F_{(2)} = 3.198$, $p = 0.058$), ούτε και στον παράγοντα μετρήσεις ($F_{(5)} = 1.777$, $p = 0.190$). Οι μέσοι όροι του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα παρουσιάζονται στο πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις του κατακόρυφου άλματος από την όρθια θέση

	Αρχική	Τελική 1	Τελική 8
ΔΙΠΟΔΗ	25.76 ± 6.19	25.75 ± 6.33	25.96 ± 6.22
ΑΠΛΗ	26.81 ± 6.37	27.48 ± 6.43	25.81 ± 6.32

Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση του χρόνου επαφής των επιμέρους τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.2

Γράφημα 2: Ποσοστό διαφοροποίησης (%) του ύψους άλματος από την όρθια θέση στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.



4.3 Ταχύτητα απογείωσης στο κατακόρυφο άλμα από το ημικάθισμα

Δεν υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στην ταχύτητα απογείωσης κατά την εκτέλεση του άλματος

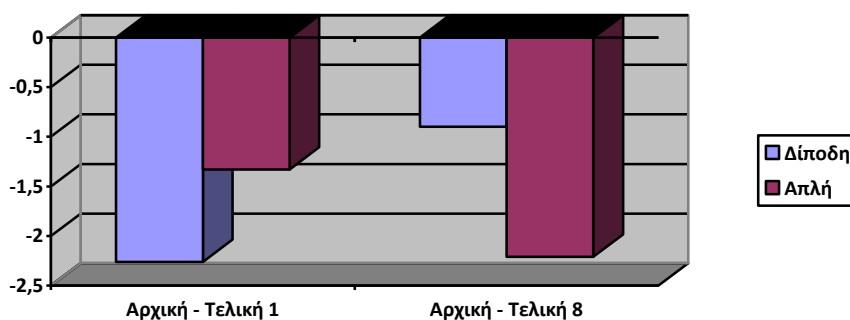
από το ημικάθισμα ($F_{(2)} = 0.406$, $p = 0.671$), ούτε και στον παράγοντα μετρήσεις ($F_{(5)} = 1.851$, $p = 0.178$). Οι μέσοι όροι της ταχύτητας απογείωσης κατά την εκτέλεση του άλματος από το ημικάθισμα παρουσιάζονται στο πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της ταχύτητας απογείωσης κατά την εκτέλεση του άλματος από το ημικάθισμα

	Αρχική	Τελική 1	Τελική 8
ΔΠΠΟΔΗ	2.21 ± 0.25	2.16 ± 0.36	2.19 ± 0.24
ΑΠΛΗ	2.26 ± 0.26	2.23 ± 0.29	2.21 ± 0.27

Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση του χρόνου επαφής των επιμέρους τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.3

Γράφημα 4.3: Ποσοστό διαφοροποίησης (%) της ταχύτητας απογείωσης κατά την εκτέλεση του άλματος από το ημικάθισμα στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.



4.4 Ταχύτητα απογείωσης στο κατακόρυφο άλμα από την όρθια θέση

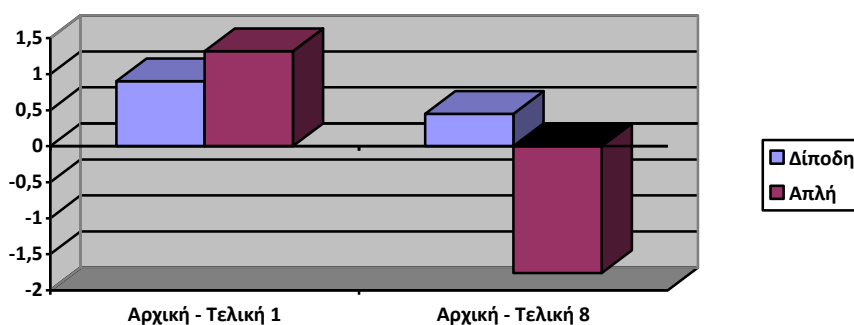
Δεν υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στην ταχύτητα απογείωσης κατά την εκτέλεση του άλματος από την όρθια θέση ($F_{(2)} = 2.490$, $p = 0.103$), ούτε και στον παράγοντα μετρήσεις ($F_{(5)} = 3.273$, $p = 0.055$). Οι μέσοι όροι στην ταχύτητα απογείωσης κατά την εκτέλεση του άλματος από το ημικάθισμα παρουσιάζονται στο πίνακα 4.4.

Πίνακας 4.4: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις της ταχύτητας απογείωσης κατά την εκτέλεση του άλματος από την όρθια θέση

	Αρχική	Τελική 1	Τελική 8
ΔΙΠΟΔΗ	2.23 ± 0.28	2.25 ± 0.27	2.24 ± 0.28
ΑΠΛΗ	2.27 ± 0.28	2.30 ± 0.28	2.23 ± 0.29

Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση του χρόνου επαφής των επιμέρους τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.4

Γράφημα 4.4: Ποσοστό διαφοροποίησης (%) του ύψους άλματος από την όρθια θέση στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Συζήτηση των αποτελεσμάτων

5.1 Εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ομάδα της δίποδης στήριξης παρουσίασε ελαφρά βελτίωση στο άλμα από το ημικάθισμα αμέσως μετά το τέλος της παρέμβασης σε αντίθεση με τη μέτρηση που έγινε 8 λεπτά αργότερα στην οποία εμφανίστηκε μείωση κατά 1.86% σε σχέση με την αρχική μέτρηση. Αντίθετα η ομάδα της απλής στήριξης εμφάνισε μείωση της αρχικής επίδοσης τόσο στην μέτρηση που έγινε αμέσως μετά όσο και στην αντίστοιχη των 8 λεπτών. Αναφορικά με τη ταχύτητα απογείωσης και οι δύο ομάδες παρουσίασαν μείωση της μέσης αρχικής τιμής και στις δύο τελικές μετρήσεις.

Στην εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από την όρθια θέση η ομάδα της απλής στήριξης του ποδιού υπερτερούσε της ομάδας της διπλής στήριξης στην εξέταση που έγινε αμέσως μετά το τέλος της παρέμβασης γεγονός που επιβεβαιώνεται από την αύξηση κατά 2.49% σε σχέση με την μείωση κατά 0.04% της ομάδας της απλής στήριξης. Η βελτίωση αυτή της ομάδας με απλή στήριξη υποστηρίζεται και από την αντίστοιχη αύξηση της ταχύτητας απογείωσης κατά 1.32%. Η βελτίωση αυτή όμως αντιστράφηκε στη μέτρηση των 8 λεπτών όπου η ομάδα της διπλής στήριξης παρουσίασε αύξηση της ταχύτητας απογείωσης κατά 0.45% σε αντίθεση με την ομάδα της απλής στήριξης που παρουσίασε μείωση της ταχύτητας απογείωσης κατά 1.76%

Φαίνεται λοιπόν ότι η εξάσκηση με στήριξη του ενός ποδιού δημιούργησε υψηλότερο επίπεδο κόπωσης απ' ότι η εξάσκηση με ταυτόχρονη στήριξη και των δύο ποδιών η οποία στην περίπτωση του άλματος από το ημικάθισμα διαρκεί έως και 8 λεπτά. Αντίθετα στη περίπτωση της εξάσκησης με διπλή στήριξη των ποδιών φαίνεται να διευκολύνει την απόδοση λόγω της βελτίωσης που παρατηρήθηκε στην τελική μέτρηση που έγινε αμέσως μετά υποστηρίζοντας στην περίπτωση αυτή το φαινόμενο της προενεργοποίησης (Sale, 2002) γεγονός που αντιστρέφεται στην ομάδα της εξάσκησης με το ένα πόδι όπου η κόπωση φαίνεται να υπερτερεί της ενεργοποίησης των μυών.

Το γεγονός ότι η ομάδα της απλής στήριξης βελτιώθηκε στην μέτρηση που έγινε αμέσως μετά το τέλος της παρέμβασης στην εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από την όρθια θέση ίσως να σχετίζεται με την ελαστική ενέργεια που αποθηκεύεται στο μυ κατά τη διάρκεια της πλειομετρικής συστολής, κάτι που δεν παρατηρείται στην περίπτωση εκτέλεσης του άλματος από το ημικάθισμα όπου ο μυς βρίσκεται σε σύσπαση.

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με τα ευρήματα των ερευνών των Weir et al (1997) για την προπόνηση ισομετρικής δύναμης και των Jones et al (2012), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στις αρχικές και τελικές μετρήσεις των ερευνών τους.

Επίσης, τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής βρίσκουν ανταπόκριση στα αποτελέσματα των Jacobi et al (2001), Jacobi and Cafarelli (1998), Schantz et al (1989), Babault et al (2001), van Dieen et al (2003), Kurugunti et al (2008) και Ferreira et al (2013), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι δημιουργείται έλλειμμα κόπωσης μετά το πέρας των παρεμβάσεων, είτε έχουν προηγηθεί ασκήσεις σε πλατφόρμα δόνησης είτε ασκήσεις χωρίς τη χρήση αυτής.

Αντιθέτως, τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας διαφωνούν με τα αποτελέσματα των ερευνών των Weir (1997) για την ομόκεντρη δύναμη του κάθε σκέλους χωριστά, όπως επίσης και με τα ευρήματα προηγούμενων μελετών (Marchetti & Uchida, 2011; McCurdy et al, 2010), οι οποίοι αναφέρουν διατήρηση του επιπέδου απόδοσης και μετά την παρέλευση των 8 λεπτών, αλλά και των Marin et al. (2014), Costa et al. (2015) Shin και Lee (2015). Οι παραπάνω ερευνητές υποστηρίζουν ότι η μονοποδική εξάσκηση μπορεί να επιφέρει βελτιώσεις στην απόδοση των αθλητών και είναι καλό να συμπεριλαμβάνεται σε προγράμματα εκγύμνασης, κάτι που εμείς δεν καταφέραμε να αποδείξουμε στη δική μας έρευνα.

Η υπόθεση της μελέτης μας, ότι η πλειομετρική προπόνηση του κάθε ενός ποδιού χωριστά θα είναι πιο αποτελεσματική σε σύγκριση με την αντίστοιχη που γίνεται όταν ενεργούν ταυτόχρονα και τα δύο πόδια, επαληθεύτηκε μόνο στην περίπτωση του κατακόρυφου άλματος από την όρθια θέση μόνο στη μέτρηση που έγινε αμέσως μετά το τέλος της παρέμβασης.

5.2 Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η εξάσκηση σε μονή ποδιού στήριξη δημιουργεί υψηλότερο επίπεδο κόπωσης σε σχέση με την εξάσκηση στη δίποδη στήριξη στο άλμα από ημικάθισμα, ενώ δημιουργεί συνθήκες βελτίωσης κατά την εκτέλεση του άλματος από την όρθια θέση. Ανεξάρτητα όμως από το είδος του άλματος και τον τρόπο εκτέλεσης (με τα 2 ή το ένα πόδι) η βελτίωση αυτή δεν διατηρείται για τουλάχιστον 8 λεπτά μετά το τέλος της παρέμβασης

5.3 Προτάσεις

Διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας πάνω στο συγκεκριμένο πρόγραμμα με χαμηλότερη συχνότητα και εύρος δόνησης.

Διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας πάνω στο συγκεκριμένο πρόγραμμα σε αθλούμενα άτομα διαφορετικής ηλικίας.

Διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας πάνω στο συγκεκριμένο πρόγραμμα με μεγαλύτερη επιβάρυνση.

Διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας πάνω στο συγκεκριμένο πρόγραμμα σε αθλητές υψηλού επιπέδου

Διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας πάνω στο συγκεκριμένο πρόγραμμα σε αθλητές διαφορετικών αθλημάτων

Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

Μπαλτόπουλος, Π. (2003). Ανατομία του ανθρώπου. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδη.

Προβελέγγιος, Α. <http://www.fa3.gr/arthra/3-strength-training.htm>

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Babault, N., Pousson, M., Ballay, Y. & Van Hoecke, J. (2001). Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric, and eccentric contractions. *Journal of Applied Physiology*, 91(6): 2628-2634.

Bedient, Abigali M, Adams, Jessica B, Edwards, David A, Serravite, Daniel H, Huntsman, Emy, Mow, Sara E, Roos, Bernard A, Signorile, Joseph F. (2009). Displacement and frequency for maximizing power output resulting from a bout of whole-body vibration. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6): 1683-1687.

Bongiovanni, L., Hagbarth, K. and Stjernberg, L. (1990). Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man. *Journal of Physiology* 423: 15-26.

Booth, M.L., A.D. Okely, T. Chey, and A. Bauman (2002). The reliability and validity of the Adolescent Physical Activity Recall Questionnaire. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(12): 1986–1995.

Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O., Colli, R., Tihanyi, J., Von Duvillard, S.P., et al. (1998). The influence of whole body vibration on jumping performance. *Biology of Sport*, 15:157-164.

Bosco, C., Cardinale, M., & Tsarpela, O. (1999). Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 79: 306-311.

Bosco, C., Iancovell, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., et al. (2000). Hormonal response to whole-body vibration in men. *European Journal of Applied Physiology*, 81:449-454.

Bullock, N., Martin, D.T., Ross, A., Rosemond, C.D., Jordan, M.J., & Marino, F. (2008). Acute effect of wholebody vibration on sprint jumping performance in

- elite skeleton athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22, 1371–1374.
- Cardinale, M., & Lim, J. (2003). The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Medicine in Sport*, 56(4):287–292.
- Cardinale, M., and Wakeling, J. (2005). Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *British Journal of Sports Medicine*, 39:585–589.
- Cardinale, M., and Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 31, 3-7.
- Chelly, M.S., Fathloun, M., Cherif, N., BenAmar, M., Tabka, Z., and Van Praagh, E. (2009). Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23: 2241–2249.
- Colson, S.S., Pensini, M., Espinosa, J., Garrandes, F., & Legros, P. (2010). Whole-body vibration training effects on the physical performance of basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24: 999-1006.
- Cormie, P., Deane, R.S., Triplett, N.T., & McBride, J.M. (2006). Acute effects of whole-body-vibration on muscle activity, strength and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20:257-261.
- Costa, E.C., Moreira, A., Cavalcanti, B., Krinski, K., and Aoki, M.S. (2015). Effect of unilateral and bilateral resistance exercise on maximal voluntary strength, total volume of load lifted, and perceptual and metabolic responses. *Biology of Sport*, 32: 35-40.
- Delecluse, C., Roelants, M. & Verschueren S. (2003). Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35, 1033-1041.
- De Ruiter, C.J., R. M. Van Der Linden, M.J. Van Der Zijden, A.P. Hollander, & De Haan, A. (2003). Short-term effects of wholebody vibration on maximal voluntary isometric knee extensor force and rate of force rise. *European Journal of Applied Physiology*, 88:472–475.
- Fernandez-Rio, J., Terrados, N., Fernandez-Garcia, B., & Suman, O.E. (2010). Effects of vibration training on force production in female basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24:1373-80.

- Ferreiram, F.R., Angeli, G., Confessor, Y.Q., Gagliardi, J.F.L., Turibio Leite de Barros, Neto. (2013). Acute effect of extensors knee unilateral on leg extension machine with and without stimulation on the vibrating platform. *Rev Bras Med Esporte*, 19(5): 336- 338.
- Issurin, V.B., Tenenbaum, G. (1999). Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. *Journal of Sports Science*, 17:177-82.
- Jacobi, J., & Cafarelli, E. (1998). Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions. *Journal of Applied Physiology*, 84(1): 200-206.
- Jacobi, J.M. & Chilibeck, P.D. (2001). Bilateral and unilateral contractions: Possible differences in maximal voluntary force. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 26(1):12-33.
- Jones, M.T., Ambegaonkar, J.P., Nindl, B.C., Smith, J.A., & Headley, S.A. (2012). Effects of unilaterall and bilateral lower-body heavy resistance exercise on muscle activity and testosterone responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2):1094-1100.
- Kelly, S.B., Alvar, B.A., Black, L.E., Dodd, D.J., Carothers, K.F., & Brown, LE. (2010). The Effect of Warm-Up With Whole-Body Vibration vs. Cycle Ergometry on Isokinetic Dynamometry. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(11): 3140-3143.
- Klusemann, M.J., Pyne, D.B., Fay, T.S., & Drinkwater, E.J. (2012). On line video-based resistance training improves the physical capacity of junior basketball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26: 2677–2684.
- Kuruganti, U., Parker, P., Tingley, M., & Sleivert G. (2008). A Comparison of measures of the bilateral limb deficit during short and long time isometric knee extensions. *The Internet Journal of Bioengineerin*, 4(2): 1-12.
- Lora, M.H., Granados, S.R., Corrales, B.S., & Paez, L.C. (2010). Whole body vibration: acute and residual effect on the explosive strength. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5:188-95.
- Mahieu, N.N., Witvrouw, E., de Voorde, D.V., Michilsens, D., Arbyn, V., & Van den Broecke, W. (2006). Improving strength and postural control in young skier. Whole-body vibration versus equivalent resistance training. *Journal of Athletic Training*, 41(3):286-293.

- Marchetti, P.H., & Uchida, M.C. (2011). Influence of unilateral fatigue of lower limbs on the bilateral vertical jump. *Rev Bras Med Esporte*, 17(6): 401-404.
- Marin, P.J., Hazell, T.J., Garcia-Gutierrez, M.T., & Cochrane, D.J. (2014). Acute unilateral leg vibration exercise improves contralateral neuromuscular performance. *Journal of Musculoskeletal Neuronal Interact* 14(1): 58-67.
- McCurdy, K., O'Kolley, E., Kutz, M., Langford, G., Ernest, J., & Torres, M. (2010). Comparison of lower extremity EMG between the 2-leg squat and modified single-leg squat in female athletes. *Journal of Sport Rehabilitation*, 19: 57-70.
- Roelants, M., Verschueren, S.M., Delecluse, C., Levin, O., Stijnen, V., & Stijnen, V. (2006). Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20:124–129.
- Sale, D.G. (2002). Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise and Sport Science Review*, 30:138–143.
- Sander, A., Keiner, M., Wirth, K., and Schmidtbleicher, D. (2013). Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *European Journal of Sport Science*, 13: 445–451.
- Schantz, P.G., Moritanti, T., Karlson, E., Johansson, E. & Lundh, A. (1989). Maximal voluntary force of bilateral and unilateral leg extension. *Acta Physiologica Scandinavica*, 136: 185-192.
- Shin, S., Lee, K., & Song, C. (2015). Acute effects of unilateral whole body vibration training on single leg vertical jump height and symmetry in healthy men. *Journal of Physical Therapy and Science*, 27: 3923- 3928.
- Torvinen, S., Kannus, P., Sievanen, H., Tero A., H., Jarvinen, Pasanen, M., Kontulainen, S., Teppo, L., N., Jarvinen, Jarvinen , M., Oja, P., & Vuori , I., (2002). Effect of four-month vertical whole body vibration on performance and balance. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 34(9): 1523-1528.
- Torvinen S., Sievanen H., Jarvinen T. A., Pasanen M., Kontulainen S., Kannus P. (2003). Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: a randomized cross-over study. *International Journal of Sport Medicin*, 23(5):374-379.
- van Dieen, J., Ogita, F. & De Haan, A. (2003). Reduced neural drive in bilateral exertions: A performance- limiting factor? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(1): 111-118.

Weir, J.P., House, D.J., & Weir, L.L. (1997). The Effect of Unilateral Concentric Weight Training and Detraining on Joint Angle Specificity, Cross- Training, and the Bilateral Deficit. *Journal of Orthopedic and Sport Physical Therapy*, 25 (4): 264-270.