



Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Επίδραση της συχνότητας της πλειομετρικής προπόνησης
στη μυϊκή ισχύ, ευκινησία και ταχύτητα σε νεαρές γυναίκες**

Φοιτήτριες: Βαγενά Κατερίνα & Γκοτζάι Νεράιδα

Επιβλέπων καθηγητής: Μπογδάνης Γρηγόρης

ΑΘΗΝΑ

Σεπτέμβριος 2018

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	6
Σημασία της μυϊκής ισχύος για την απόδοση	6
Ταχύτητα.....	7
Αλτικότητα	10
Ευκινησία	11
Πλειομετρική προπόνηση.....	13
Δείκτες μυϊκής βλάβης μετά από πλειομετρική προπόνηση	16
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	20
Συμμετέχοντες	20
Διαδικασία	20
Δοκιμασίες.....	26
1 ^η ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ: T-TEST.....	27
2 ^η ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ : δρόμος ταχύτητας 30 και 40 μέτρων	27
3 ^η ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ : τετραπλούν (αριστερό δεξί).....	28
Στατιστική ανάλυση	28
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	29
3.1 Ισχύς.....	29
3.2 Κατακόρυφη Αλτικότητα	30
3.3 Ταχύτητα.....	31
3.4 Ευκινησία	34
3.5 CPK	35
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	36
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	38
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	39

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον υπεύθυνο, επιβλέποντα καθηγητή μας, **κ.Γρηγόρη Μπογδάνη** για την βοήθεια και στήριξη που μας προσέφερε καθόλη την διάρκεια της πειραματικής μας έρευνας.

Να ευχαριστήσουμε επίσης την **Ευρωκλινική Αθηνών**, για την προσφορά της στις ιατρικές παραμέτρους της έρευνας, καθώς και το γραφείο Αμαρουσίου **Εθνική Ασφαλιστική** που συνεργάζεται μαζί της και μας επέτρεψε να πραγματοποιήσουμε τις αιματολογικές εξετάσεις.

Τέλος, θερμές ευχαριστίες στις **φοιτήτριες** Γυμναστικής Ακαδημίας που συμμετείχαν έμπρακτα και ενεργά στην υλοποίηση της συγκεκριμένης πειραματικής μελέτης.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένας ασκούμενος κατά την περίοδο εκγύμνασης του είτε σε επίπεδο απλής ενασχόλησης είτε σε επίπεδο υψηλού αθλητισμού έρχεται σε επαφή με διάφορες προπονητικές μεθόδους, οι οποίες στοχεύουν στην καλύτερη αποδοτικότητα του. Για την βελτιστοποίηση της απόδοσης ενός αθλητή ορίζεται μία πολύ σημαντική παράμετρος, η μυϊκή ισχύς. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Knuttgen et al, (1987), μυϊκή ισχύ ορίζουμε την δύναμη που εφαρμόζεται πολλαπλασιαζόμενη με την ταχύτητα κίνησης ($P = F \times V$). Αποτελεί καθοριστικό και πρωταρχικό παράγοντα για την βελτίωση της επίδοσης-απόδοσης του ασκούμενου στις αθλητικές του δραστηριότητες και κυρίως σε αθλήματα τα οποία απαιτούν παραγωγή μυϊκής ισχύος σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα. (McBride et al., 1999). Προπονητικά προγράμματα με στόχο την ενδυνάμωση αποσκοπούν στην βελτίωση της μέγιστης μυϊκής δύναμης και ισχύος (maximal muscle strength & power), καθώς οι παράμετροι αυτές αποτελούν βασικά συστατικά της νευρομυϊκής απόδοσης. (Κρασέ και συν., 2015)

Ένα από τα πιο σημαντικά και δημοφιλέστερα προπονητικά προγράμματα ενδυνάμωσης και αύξησης της μυϊκής ισχύος αποτελεί και η πλειομετρική προπόνηση, η οποία είναι μια ιδιαιτέρως διαδεδομένη, βασική και αποτελεσματική προπονητική μέθοδος, τόσο κατά την περίοδο προετοιμασίας των αθλητών όσο και την αγωνιστική τους περίοδο. Ειδικότερα, οι πλειομετρικές ασκήσεις συνίστανται σε ταχεία διάταξη του εν ενεργεία μυός (έκκεντρη δράση) που ακολουθείται αμέσως από μια ομόκεντρη ή μειομετρική δράση του μυοτενόντιου συνόλου. (Baechle and Earle, 2008). Σύμφωνα με διάφορους μελετητές, η αποθηκευμένη ελαστική ενέργεια εντός του μυός, με τις πλειομετρικές ασκήσεις, χρησιμοποιείται για να παράγει περισσότερη δύναμη από ότι μπορεί να παρέχεται μόνο από μια ομόκεντρη δράση (Chu 1998). Έρευνες έδειξαν, ότι η χρήση πλειομετρικής προπόνησης είτε σε συνδυασμό με άλλη μέθοδο προπόνησης είτε μεμονωμένα για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα συμβάλει σημαντικά στην βελτίωση της αλτικότητας, της ταχύτητας και κυρίως της μυϊκής ισχύος (Adams et al., 2014). Οι πλειομετρικές ασκήσεις χρησιμοποιούνται από αθλητές κάθε αγωνίσματος για βελτίωση της μυϊκής ισχύος, της εκρηκτικότητας, της ταχύτητας καθώς και της αλτικότητας (Chu 1998).

Παρ' όλα αυτά, η πλειομετρική προπόνηση χρειάζεται να χρησιμοποιείται από τους αθλητές και τους προπονητές αυτών με μέτρο και σωστό χειρισμό, καθώς οι αρθρώσεις και οι τένοντες δέχονται μεγάλες επιβαρύνσεις (Bosco and Pittera, 1994). Η ορθή χρήση της πλειομετρικής προπόνησης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως την ηλικία του ασκούμενου, το φύλο, την αθλητική εμπειρία του, το περιβάλλον κ.α. Η λάθος και υπερβολική της χρήση επιφέρει σημαντικούς κινδύνους τραυματισμών στους ενεργούς μύες καθώς και στα οστά και τους τένοντες. Μέχρι στιγμής, δεν έχουν πραγματοποιηθεί μελέτες για την ακριβή και σωστή χρήση, σε συχνότητα και όγκο, της πλειομετρικής προπόνησης από τους ασκούμενους για βελτιστοποίηση της απόδοσης τους στην αλτικότητα, στην ταχύτητα και στην μυϊκή ισχύ.

Στην συγκεκριμένη μελέτη, εξετάζεται η επίδραση της συχνότητας της πλειομετρικής προπόνησης. Διεξήχθη έρευνα διάρκειας 6 εβδομάδων όπου συμμετείχαν φοιτήτριες του ΣΕΦΑΑ Αθηνών, με μετρίου επιπέδου φυσική κατάσταση. Οι δοκιμαζόμενες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες όπου η μία προπονούνταν μια φορά ανά εβδομάδα (ομάδα Α) και η άλλη δύο φορές την εβδομάδα (ομάδα Β). Πραγματοποιήθηκαν δύο προπονητικά προγράμματα πλειομετρικών ασκήσεων που διέφεραν ως προς την συχνότητα, την διάρκεια και τον όγκο. Συγκεκριμένα, η ομάδα Α εκτελούσε τον συνολικό όγκο, τον οποίο εκτελούσε η ομάδα Β σε δύο προπονητικές ημέρες. Επιπροσθέτως, οι δοκιμαζόμενες υποβλήθηκαν σε αιματολογικές εξετάσεις πριν και μετά την έρευνα, προκειμένου να μετρηθεί η κρεατινική κινάση ορού (CPK) και μέσω της διαδικασίας αυτής να αξιολογηθεί η φυσική τους κατάσταση.

Σκοπός της έρευνας, ήταν να αξιολογηθεί σε ποιο από τα δύο προπονητικά προγράμματα θα επιτυγχάνονταν μεγαλύτερη βελτίωση στην μυϊκή ισχύ, στην ταχύτητα και στην ευκινησία των δοκιμαζομένων. Για τον σκοπό αυτό, οι δοκιμαζόμενες υποβλήθηκαν σε συγκεκριμένα τεστ πριν την έναρξη των πλειομετρικών προπονήσεων και μετά το τέλος αυτών.

Υποθέτουμε ότι η ομάδα η οποία θα παρουσιάσει μεγαλύτερη βελτίωση, είναι αυτή που θα εκτελεί δύο πλειομετρικές προπονήσεις την κάθε εβδομάδα.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Σημασία της μυϊκής ισχύος για την απόδοση

Όπως είναι ευρέως γνωστόν, για την μεγιστοποίηση της απόδοσης σε όλα τα αθλήματα πρωταρχικό ρόλο έχει η μυϊκή ισχύ. Με τον όρο μυϊκή ισχύ, εννοούμε την εφαρμογή της δύναμης στην μονάδα του χρόνου. Ειδικότερα, μυϊκή ισχύς χαρακτηρίζουμε την μέγιστη δύναμη που μπορεί να εφαρμόσει ο μυς στον μικρότερο δυνατό χρόνο. Σύμφωνα με τον Τερζή και συν.(2015), πρόκειται για μια σχέση, η οποία χαρακτηρίζεται ταχυδυναμική. Η δύναμη & ισχύς χαρακτηρίζονται και ως η βάση για την απόδοση σε πολλά ομαδικά αθλήματα και σε ατομικά αθλήματα ισχύος. Σε ορισμένα αθλήματα, ο χρόνος εφαρμογής της δύναμης για την επίτευξη της καλύτερης αθλητικής προσπάθειας απαιτείται να είναι μικρότερος σε σχέση με άλλα. Πιο συγκεκριμένα τέτοια αγωνίσματα είναι τα ταχυδυναμικά, αυτά που έχουν άμεση σχέση με την εκρηκτικότητα και τη ταχύτητα, όπως στον κλασικό αθλητισμό, οι δρόμοι ταχυτήτων, τα άλματα και οι ρίψεις.

Στον αθλητισμό καθώς και σε απλές καθημερινές δραστηριότητες, αυτό που παίζει σημαντικό ρόλο δεν είναι τόσο η μυϊκή δύναμη, όσο η μυϊκή ισχύς. Ωστόσο, βασική προϋπόθεση αύξησης της μυϊκής ισχύος αποτελεί η αύξηση της μυϊκής δύναμης. (Τερζής και συν. 2015)

Στην Φυσική, η ισχύς ορίζεται ως το έργο που παράγεται στην μονάδα του χρόνου.

[Ισχύς(P) = Έργο(W)/Χρόνος(t)] . ή Δύναμη (F) x Ταχύτητα (V)

Συνεπώς, η μυϊκή ισχύς αποτελεί παράγωγο της μυϊκής δύναμης και της ταχύτητας εφαρμογής της δύναμης. Η παραγωγή της μυϊκής δύναμης ελέγχεται κυρίως με 2 τρόπους, οι οποίοι είναι :

- η συχνότητα διέγερσης των κινητικών μονάδων, δηλαδή ο χρόνος που ο κάθε κινητικός νευρώνας ενεργοποιεί ένα τμήμα κινητικών μονάδων.
- Ο αριθμός των ενεργοποιημένων κινητικών μονάδων, δηλαδή πόσες κινητικές μονάδες μπορεί να ενεργοποιήσει ένας κινητικός νευρώνας.

Η μυϊκή ισχύς αποτελεί βασικό παράγοντα για την καλύτερη απόδοση του αθλητή και την επίτευξη καλών και μεγάλων επιδόσεων, καθώς επηρεάζει άμεσα τις φυσικές ικανότητες του ασκούμενου όπως είναι η ταχύτητα, η αλτικότητα και η ευκινησία.

Για την βελτίωση της μυϊκής ισχύος και του ρυθμού ανάπτυξης της δύναμης υπάρχουν διάφορες προπονητικές μέθοδοι που προτιμούν τόσο προπονητές όσο και αθλητές. Αυτές είναι:

1. η προπόνηση ασκήσεων με αντιστάσεις
2. η βαλλιστική προπόνηση και
3. η πλειομετρική προπόνηση ,με την οποία η έρευνα θα ασχοληθεί.

Σύμφωνα με τον Μπογδάνη (2014) και άλλους πολλούς ερευνητές, η μυϊκή ισχύς βελτιώνεται με διαφορετικές επιβαρύνσεις που κυμαίνονται από σχεδόν μέγιστη επιβάρυνση (90% 1RM) έως και μηδενική (μόνο το σωματικό βάρος).

Ταχύτητα

Μία άλλη πολύ βασική και πρωταρχική φυσική ικανότητα για την καλύτερη απόδοση του ασκούμενου είναι και η ταχύτητα, με την οποία επίσης ασχολείται η έρευνα. Στα περισσότερα αγωνίσματα, είτε σε ατομικό είτε σε ομαδικό επίπεδο, η ταχύτητα αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό παράγοντα για την επιτυχία των αθλητών. Σύμφωνα με έρευνες, η ταχύτητα παίζει καθοριστικό ρόλο στην επιλογή παικτών στα ομαδικά αγωνίσματα, όπως είναι το ποδόσφαιρο αλλά και η καλαθοσφαίριση (Hoffman, 2014). Στον αθλητισμό, η ταχύτητα ορίζεται ως η φυσική ικανότητα του ατόμου, να εκτελεί μία κίνηση ή να καλύπτει μια απόσταση, στο συντομότερο χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με τον Thompson et al. , (2014), το προφίλ της φυσικής κατάστασης του κάθε αθλητή, εξαρτάται από συγκεκριμένες παραμέτρους. Οι παράμετροι διακρίνονται σε αυτές που σχετίζονται με την ειδική φυσική κατάσταση του αθλητή καθώς και την φυσική κατάσταση που συνδέεται με την υγεία. Όσον αφορά τις παραμέτρους που σχετίζονται με την τελευταία, αυτές είναι :

- η καρδιοαναπνευστική αντοχή
- η μυϊκή δύναμη
- η μυϊκή αντοχή

- η ευλυγισία
- και η σωματική σύσταση του αθλητή

Στις συνιστώσες που σχετίζονται με την ειδική φυσική κατάσταση και επιδεξιότητα των αθλητών συγκαταλέγεται η ταχύτητα, που παίζει πρωταρχικό ρόλο, καθώς και :

- η ευκινησία
- η ισχύς
- η ισορροπία
- ο συντονισμός και
- ο χρόνος αντίδρασης

Η ταχύτητα αποτελεί βασικό παράγοντα για την επιτυχία των ασκούμενων σε πολλά ατομικά και ομαδικά αθλήματα (Μπογδάνης και Καρατζαφέρη, 2015).

Για την αξιολόγηση της ταχύτητας πολλές και ποικίλες είναι οι πηγές γνώσης που μπορούν να αξιοποιηθούν οι προπονητές για την αναγνώριση του επιπέδου φυσικής κατάστασης του αθλητή τους καθώς και να παρακολουθούν την εξέλιξη της αποδοτικότητάς τους στο αγώνισμα.

Σύμφωνα με τους Μπογδάνη και Καρατζαφέρη (2015), η σημαντικότητα και η μορφή της ταχύτητας που απαιτείται (π.χ. κυκλική ή μιας μεμονωμένης κίνησης) ποικίλλει ανάλογα με το αγώνισμα, το επίπεδο του αθλητή και τους προπονητικούς στόχους . Η ταχύτητα μπορεί να βελτιωθεί σε σχετικά μικρό βαθμό με την προπόνηση, σε σύγκριση με άλλες φυσικές ικανότητες, οπότε η ορθή και αξιόπιστη μέτρηση της είναι ιδιαίτερα σημαντική και χρήσιμη για την αξιολόγηση της φυσικής κατάστασης καθώς και της απόδοσης των αθλητών.

Η ταχύτητα επηρεάζεται απο διάφορους παράγοντες, εκ των οποίων οι σημαντικότεροι αφορούν :

- Τον τύπο των μυικών ινών (τύπου I, τύπου IIA και τύπου IIX)
- Ηλικία και φύλο.
- Θερμοκρασία του μυός. Η θερμοκρασία του μυός είναι καθοριστική για την έκφραση της ικανότητας της ταχύτητας (Driss, and Vandewalle, 2013).

- Η ώρα της ημέρας - επίδραση του κικάρδιου ρυθμού. Πρόσφατες μελέτες αναφέρουν ότι η απόδοση σε δοκιμασίες ταχύτητας και μυϊκής ισχύος, παρουσιάζει περιοδική μεταβολή μέσα στο 24ωρο (Drust et al.,2005) (Teo et al,2011). Έτσι, υψηλότερες επιδόσεις παρατηρούνται τις απογευματινές ώρες της ημέρας (περίπου στις 18:00) και συνδέονται άμεσα με τη διακύμανση της θερμοκρασίας του σώματος, η οποία κορυφώνεται στην ίδια περίοδο μαζί με την ταχύτητα και την ισχύ.

Για την βελτίωση της ταχύτητας, υπάρχουν διάφορες προπονητικές μέθοδοι. Από τις πιο συχνές, αποτελεί η πλειομετρική προπόνηση, την οποία προτιμούν τόσο προπονητές όσο και αθλητές. Μερικές ερευνητικές μελέτες μάλιστα, επιβεβαίωσαν ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να ενισχύσει τη μυϊκή δύναμη, μυϊκή ισχύ (Markovic et al., 2007), και την ταχύτητα (Michailidis et al., 2013). Έτσι, οι πλειομετρικές, γνωστές και ως "ασκήσεις άλματος", αποτελούν ασκήσεις που βασίζονται στη μέγιστη παραγωγή μυϊκών δυνάμεων σε συντομότερο δυνατό χρόνο για να βελτιώσουν την ταχύτητα και την ισχύ (Markovic, 2007).

Σύμφωνα με τους Mackala και Fastiak (2015), ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα διάρκειας δύο εβδομάδων με τρεις συνεδρίες εβδομαδιαίως, με ασκήσεις υψηλής εντάσεως (μεταξύ 180 και 250 άλματα ανά συνεδρία) μπορεί να συνιστάται ως βραχυπρόθεσμη στρατηγική που θα βελτιστοποιήσει την πιθανότητα να επιτύχει σημαντικές βελτιώσεις στην απόδοση της εκρηκτικής δύναμης και της ταχύτητας σπριντ. Οι θετικές επιδράσεις της πλειομετρικής προπόνησης στις επιδόσεις του σπριντ μπορούν να αιτιολογηθούν από το γεγονός ότι οι επαναλαμβανόμενες βαλλιστικές ασκήσεις θα μπορούσαν ενδεχομένως να βελτιώσουν την ικανότητα δημιουργίας εκρηκτικών δυνάμεων αντίδρασης με το έδαφος (Delecluse, 1995, Harland and Steele, 1997)

Οι Delecluse et al. (1995), αναφέρουν ότι η απόδοση ταχύτητας-σπριντ χαρακτηρίζεται από 3 φάσεις:

- α) αρχική φάση επιτάχυνσης (0 - 10 m),
- β) δευτερεύουσα φάση επιτάχυνσης (10-30 m) και
- γ) μέγιστη φάση ταχύτητας (μετά από 30 μέτρα).

Η δεύτερη και τρίτη φάση εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το φύλο, την ηλικία και το επίπεδο απόδοσης των ασκούμενων. Ειδικότερα, οι γυναίκες αναπτύσσουν μέγιστη ταχύτητα στα 25-35 m, τα μη προπονημένα αγόρια, κακής προς μέτριας φυσικής κατάστασης, στα 20-30 m, ενώ οι ελίτ άνδρες σπρίντερ αποκτούν μέγιστη ταχύτητα μετά από τα 60 m (Delecluse et al., 1995).

Αλτικότητα

Μια από τις βασικές φυσικές ικανότητες που επηρεάζεται από την μυϊκή ισχύ είναι και η αλτικότητα. Με τον όρο αλτικότητα, εννοούμε την ικανότητα του σώματος να απογειώνεται ,από το έδαφος, μέσω του νευρομυϊκού συστήματος σε κατακόρυφη καθώς και οριζόντια κατεύθυνση. Τα άλματα αποτελούν σύνθετες πολυαρθρικές ασκήσεις, κατά τις οποίες πρωταγωνιστούν οι μυϊκές ομάδες του ισχίου, του γονάτου και της ποδοκνημικής. Τα άλματα είναι ποικίλα και διάφορα. Πιο συγκεκριμένα όμως χαρακτηρίζονται από τρεις βασικούς τύπους. Αυτοί είναι :

- Το στατικό άλμα με κατακόρυφη κατεύθυνση, ή αλλιώς κατακόρυφο άλμα από στάση (squat jump)
- Άλμα με ταλάντευση και απογείωση (counter movement jump)
- Άλμα με πτώση και απογείωση (drop jump)

Και οι 3 παραπάνω τύποι αλμάτων περιλαμβάνουν τον κύκλο διάτασης, βράχυνσης του μυός ,δηλαδή, συσσώρευση και απόδοση ελαστικής ενέργειας (Kurokawa et al., 2001).

Η αλτικότητα είναι μία φυσική ικανότητα η οποία επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες και μπορεί να βελτιωθεί σε ένα μεγάλο βαθμό από αυτούς. Αυτοί μπορεί να αφορούν την ηλικία και το φύλο του ατόμου, την κινητική συναρμογή ,την κατασκευή των μυών, η οποία διαφέρει από άτομο σε άτομο, την δύναμη, την μυϊκή μάζα, την ικανότητα μηχανικής μεταφοράς ενέργειας από άρθρωση σε άρθρωση και φυσικά όπως προαναφέραμε την μυϊκή ισχύ (Κοτζαμανίδης, 2014).

Η αλτικότητα ,όπως αναφέραμε και παραπάνω, αποτελεί μία από τις βασικότερες φυσικές ικανότητες βάσει των οποίων η βελτίωση αντιπροσωπεύει την αντίστοιχη εξέλιξη ενός αθλητή είτε ερασιτεχνικού είτε επαγγελματικού επιπέδου. Γι' αυτό τον λόγο και η βελτίωση της έχει ,ιδιαίτερα, θετική επίδραση στην καλύτερη απόδοση του ασκούμενου και στην επίτευξη καλών επιδόσεων, κυρίως στα αθλήματα τα οποία την έχουν ως βάση τους, όπως

οι αθλοπαιδιές (μπάσκετ , πετοσφαίριση , χειροσφαίριση κ.α.) καθώς και ατομικά αγωνίσματα με κυρίαρχα αυτά του κλασσικού αθλητισμού, της γυμναστικής κ.α. Την φυσική αυτή ικανότητα, μπορούν να την βελτιώσουν με κατάλληλα προπονητικά προγράμματα. Ένα από αυτά αποτελεί και η πλειομετρική προπόνηση, την οποία πολλοί χρησιμοποιούν και σε νεαρά άτομα σε αναπτυξιακές ηλικίες (Κοτζαμανίδης, 2005).

Σύμφωνα με πολυάριθμες μελέτες, η πλειομετρική προπόνηση έχει ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα στις επιδόσεις κατακόρυφου άλματος στην καλαθοσφαίριση (Matavulj et al 2001), στο ποδόσφαιρο (Thomas et al., 2009), στην πετοσφαίριση (Martel et al., 2005, Milic et al., 2008), στην χειροσφαίριση (Chelly et al., 2014) καθώς και σε άλλα ομαδικά αγωνίσματα.

Τα ευρήματα δύο πρόσφατων ερευνών υποστηρίζουν ότι η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί ιδιαίτερα αποτελεσματική προπονητική μέθοδος για την βελτίωση του κατακόρυφου άλματος, μία άσκηση μέτρησης αλτικότητας, παρουσιάζοντας σημαντικές και πρακτικά σχετικές αυξήσεις στο κάθετο άλμα σε αθλητές και μη αθλητές και των δύο φύλων (De Villarreal et al., 2009, Markovic, 2007) . Επιπρόσθετα, η πλειομετρική προπόνηση σε συνδυασμό με την μυϊκή δύναμη μπορούν να βελτιώσουν την μέγιστη δύναμη στην ομόκεντρη φάση του μυός, την ταχύτητα και την μυϊκή ισχύ στο άλμα (Adams et al. ,1992, Arabatzi et al., 2010, Bedi et al., 1987, Cormie, et al., 2009, De Villarreal et al., 2009, Holcomb et al., 1996, Behrens et al, 2016). Πιο συγκεκριμένα, το ύψος του κατακόρυφου άλματος αυξήθηκε κατά μέσο όρο 4,7 % ως και 15%, αναλόγως με την ακριβή φύση και τον όγκο και διάρκεια της προπόνησης (De Villarreal et al., 2009).

Ευκινησία

Η απόδοση στα διάφορα αγωνίσματα εκτός από την προπονητική εμπειρία εξαρτάται και από τις φυσικές ικανότητες του κάθε αθλητή. Με τον όρο φυσικές ικανότητες εννοούμε τα χαρακτηριστικά εκείνα που προσδιορίζουν το επίπεδο της φυσικής κατάστασης και απόδοσης στις διάφορες κινητικές δραστηριότητες. Οι φυσικές ικανότητες διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, σε αυτές που έχουν άμεση σχέση με την υγεία και σε αυτές που αφορούν στην απόδοση. Οι τελευταίες σχετίζονται με τα στοιχεία εκείνα της φυσικής

κατάστασης που ευθύνονται για το βαθμό ανάπτυξης των επιμέρους ικανοτήτων και το επίπεδο της απόδοσης τους (Corbin & Lindsey, 2007).

Μερικές από τις φυσικές αυτές ικανότητες που αφορούν στην απόδοση είναι η ισορροπία, η συναρμογή, η ευκινησία, η ταχύτητα και η δύναμη. Η ευκινησία είναι η ικανότητα να διατηρείται ή να ελέγχεται η θέση του σώματος, καθώς αλλάζει γρήγορα η κατεύθυνση κατά τη διάρκεια μιας σειράς κινήσεων. Όσον αφορά στις μεθόδους που μπορούν να ενισχύσουν την ανάπτυξη της φυσικής αυτής ικανότητας, η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί μια από αυτές.

Οι πλειομετρικές ασκήσεις, συνήθως, περιλαμβάνουν την έκκεντρη και τη σύγκεντρη φάση, οι οποίες συνδέονται με την ικανότητα της ευκινησίας. Για την βελτίωση της ευκινησίας, είναι απαραίτητο πρώτα να αυξηθεί η απόδοση άλλων πολύ σημαντικών ικανοτήτων, όπως είναι η μυϊκή δύναμη, η ταχύτητα, η ισορροπία και η ιδιοδεκτικότητα, οι οποίες συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό στην ανάπτυξή της. Οι ερευνητές έχουν δείξει ότι η πλειομετρική προπόνηση, όταν χρησιμοποιείται με ένα περιοδικό πρόγραμμα εκγύμνασης, μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της απόδοσης του κάθετου άλματος, της επιτάχυνσης, της δύναμης των κάτω άκρων, της μυϊκής δύναμης, και της συνολικής ιδιοδεκτικότητας.

Με τον όρο ιδιοδεκτικότητα εννοούμε την ικανότητα αντίληψης της θέσης του σώματος ή μελών αυτού μέσω του κεντρικού νευρικού συστήματος (ΚΝΣ). Η ικανότητα αυτή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον όρο κιναισθήση, την ικανότητα δηλαδή του ατόμου, να αντιλαμβάνεται την κίνηση και την κατεύθυνση της κίνησης της άρθρωσης (Prentice, 2006). Η αυξημένη ιδιοδεκτικότητα και η κιναισθήση οδηγούν στην ανάπτυξη νευρομυϊκών προσαρμογών και κατά συνέπεια στην βελτίωση της ευκινησίας.

Ο Miller και οι συνεργάτες του (2006), προκειμένου να εξετάσουν την βελτίωση της ιδιοδεκτικότητας και, συνεπώς, της ευκινησίας από την πλειομετρική προπόνηση διεξήγαγαν μια πειραματική μελέτη. Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν είκοσι άτομα ηλικίας 18 ετών, τα οποία χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, μια ομάδα που θα εκτελούσε ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης και μια ομάδα ελέγχου. Το πρόγραμμα διήρκεσε έξι εβδομάδες, με δυο προπονήσεις την εβδομάδα. Οι συμμετέχοντες δεσμεύτηκαν να μην ασχοληθούν με οποιαδήποτε άλλη αθλητική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια διεξαγωγής

της έρευνας. Τα αποτελέσματα της έρευνας υποστήριξαν ότι η πλειομετρική προπόνηση, όχι μόνο μπορεί να βελτιώσει την ευκινησία, αλλά ότι τα αποτελέσματα βελτίωσης της ευκινησίας μπορούν να εμφανιστούν σε διάστημα μόλις έξι εβδομάδων. Αυτό σημαίνει ότι η κατάρτιση σε πλειομετρικό επίπεδο μπορεί να βοηθήσει κατά την προαγωνιστική περίοδο προετοιμασίας των αθλητών.

Περαιτέρω, έχουν γίνει και άλλες έρευνες που υποστηρίζουν πως η πλειομετρική προπόνηση έχει χρησιμοποιηθεί ως βασική μέθοδος ανάπτυξης της ευκινησίας, σε αθλήματα, όπως είναι το ποδόσφαιρο, το τένις, το αμερικάνικο ποδόσφαιρο (soccer) και άλλες αθλητικές δραστηριότητες, όπου η ευκινησία μπορεί να είναι χρήσιμη για την αθλητική απόδοση των παικτών.

Τέλος, από όλα τα παραπάνω προκύπτει ότι η πλειομετρική προπόνηση επιδρά θετικά στη βελτίωση της ευκινησίας. Ωστόσο, οι επιστημονικές μελέτες που έχουν γίνει, προκειμένου να αποδειχθεί ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ πλειομετρικής προπόνησης και αύξησης της ευκινησίας, είναι πολύ λίγες. Σε μελλοντικό στάδιο, έχοντας διεξαχθεί περισσότερες επιστημονικές έρευνες, θα υπάρχουν περισσότερα στοιχεία που θα ενισχύουν την ανωτέρω αναπτυχθείσα άποψη περί βελτίωσης της ευκινησίας μέσω της πλειομετρικής προπόνησης.

Πλειομετρική προπόνηση

Ο όρος πλειομετρική άσκηση προέρχεται από το συνδυασμό δύο ελληνικών λέξεων, τη λέξη πλείων στα αρχαία που σημαίνει περισσότερος και το μέτρο. Θα μπορούσαμε να πούμε πως η πλειομετρική άσκηση είναι μια γρήγορη, δυναμική κίνηση, κατά την οποία ένας μυς διατείνεται πριν από την συστολή του (Baechle & Earle 2008). Συγκεκριμένα, η πλειομετρική δράση συνίσταται σε ταχεία διάταση του μυός (έκκεντρη δράση), αμέσως ακολουθούμενη από μια ομόκεντρη δράση του ίδιου μυός και του συνδετικού ιστού (Baechle & Earle, 2008). Αυτή μπορεί να διαιρεθεί σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση είναι μια κίνηση ταχείας συστολής του μυός γνωστή ως έκκεντρη φάση. Η δεύτερη περιλαμβάνει μια σύντομη περίοδο ανάπαυσης γνωστή ως φάση απόσβεσης. Τέλος, η τρίτη φάση, στην οποία ο αθλητής εκτελεί μια εκρηκτική κίνηση προκαλώντας βράχυνση του μυός, ονομάζεται ομόκεντρη φάση.

Κατά την τρίτη φάση, όσο μικρότερος είναι ο χρόνος επαφής με το έδαφος, τόσο μεγαλύτερη είναι και η χρήση της ελαστικής ενέργειας που αποθηκεύεται στους μύες, πράγμα που οδηγεί στην μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας (Heiderscheit et al., 1996). Μέσα από αυτήν την διαδικασία, η πλειομετρική αυτή δράση εκμεταλλεύεται τα ελαστικά στοιχεία του μυός. Η αποθηκευμένη ελαστική ενέργεια εντός του μυός χρησιμοποιείται για να παράγει περισσότερη δύναμη από αυτήν που μπορεί να παραχθεί από μια ομόκεντρη δράση. Τέτοια μυϊκή δράση, μπορεί να παραχθεί από ασκήσεις, όπως οι αναπηδήσεις, τα άλματα βάθους, τα ανεβάσματα σε πλινθίο ή σκαλοπάτι κ.α., οι οποίες εκμεταλλεύονται τα συστατικά στοιχεία του μυός.

Οι πλειομετρικές, λοιπόν, ασκήσεις είναι υψηλής έντασης και αποτελούν εκρηκτικές μυϊκές συστολές που συνδυάζουν δύναμη και ταχύτητα. Συνηθέστερα, χρησιμοποιούνται στα σπριντ, στα άλματα και σε αθλήματα με γρήγορες αλλαγές κατεύθυνσης, όπως είναι το ποδόσφαιρο, η καλαθοσφαίριση, το τένις και άλλες αθλοπαιδιές. Εξάλλου, σύμφωνα με τον Chu 1998 οι πλειομετρικές ασκήσεις αποτελούν τεχνικές που χρησιμοποιούνται από όλους τους αθλητές και σε όλους τους τύπους των αθλημάτων για να αυξήσουν τη δύναμη και την εκρηκτικότητά τους. Συνεπώς, γενικά, η πλειομετρική προπόνηση περιλαμβάνει άλματα που χρησιμοποιούνται για την βράχυνση του μυός.

Υπάρχουν, λοιπόν, δύο είδη πλειομετρικών προπονήσεων, οι οποίες, έχουν προταθεί από το 1980. Το πρώτο είδος πλειομετρικής προπόνησης αποτελεί η «μέθοδος σοκ» που δημιουργήθηκε από τον Ρώσο επιστήμονα Yuri Verkhoshansky (Verkhoshansky and Lazarev, 1989), και το δεύτερο είδος που είναι ευρέως γνωστό και χρησιμοποιείται στις Ηνωμένες Πολιτείες. Με βάση την πρώτη μορφή, ο αθλητής πρέπει να πέσει από ένα υψηλό σημείο και να βιώσει ένα «σοκ» κατά την προσγείωση. Κατά την επαφή με το έδαφος προκαλείται μια έκκεντρη συστολή, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται άμεσα σε ομόκεντρη συστολή, καθώς ο αθλητής εκτελεί άλμα προς τα πάνω. Η προσγείωση και η απογείωση εκτελείται σε εξαιρετικά σύντομο χρονικό διάστημα (0,1 - 0,2 δευτερόλεπτα). Η μέθοδος σοκ είναι η πιο αποτελεσματική μέθοδος που χρησιμοποιούν οι αθλητές για να βελτιώσουν την ταχύτητα, την επιτάχυνση και τη δύναμή τους μετά την ανάπτυξη μιας ισχυρής βάσης αντοχής.

Αναφορικά με τη δεύτερη μέθοδο πλειομετρικών ασκήσεων που χρησιμοποιείται ευρέως στις Ηνωμένες Πολιτείες, αυτή σχετίζεται με την πραγματοποίηση οποιασδήποτε μορφής

άλματος ανεξάρτητα από το χρόνο εκτέλεσής του. Αυτή περιλαμβάνει άλματα που είναι χαμηλότερα στην ένταση και την εκτέλεση, ενώ η χρονική διάρκεια από την έκκεντρη στην ομόκεντρη (σύγκεντρη) συστολή του ασκούμενου μυός είναι πολύ μεγαλύτερη. Οι μειώσεις του χρόνου μεταξύ της έκκεντρης και της ομόκεντρης κίνησης δημιουργούν έναν ταχύτερο και ισχυρότερο αθλητή, καθώς βελτιώνει κυρίως τις μυϊκές, τις νευρικές λειτουργίες και τις λειτουργίες των τενόντων. Κατά συνέπεια, οι βελτιώσεις αυτές οφείλονται στη μεγιστοποίηση της μυϊκής δύναμης, ισχύος, αλτικότητας, ταχύτητας και της εκρηκτικότητας, παράμετροι που συμβάλλουν στην επίτευξη της μέγιστης απόδοσης, και κατά συνέπεια επίδοσης του αθλητή.

Πολλές είναι οι επιστημονικές έρευνες που υποστηρίζουν τη θετική επίδραση των πλειομετρικών προγραμμάτων. Ένα παράδειγμα αποτελεί η έρευνα που διεξήγαγαν ο Bedoya και οι συνεργάτες του (2015). Σκοπός της έρευνας αυτής ήταν ο προσδιορισμός της αποτελεσματικότητας της πλειομετρικής προπόνησης στις επιδόσεις σε νεαρούς ποδοσφαιριστές. Τα αποτελέσματα της ανασκόπησης έδειξαν πως οι επιδόσεις όσον αφορά την ταχύτητα, την αλτική ικανότητα και την ευκινησία βελτιώνονται σημαντικά λόγω της πλειομετρικής προπόνησης. Η συγκεκριμένη έρευνα αφορά σε βιβλιογραφική ανασκόπηση, ωστόσο, δεν είναι λίγες και οι πειραματικές έρευνες που έχουν διεξαχθεί προκειμένου να εξετασθεί η επίδραση της πλειομετρικής προπόνησης.

Μια από τις εν λόγω έρευνες αποτελεί η εξέχουσα σημασίας έρευνα που διεξήγαγε ο Chimera και οι συνεργάτες του (2004). Αυτή εξέτασε την επίδραση των πλειομετρικών ασκήσεων στις τεχνικές ενεργοποίησης των μυών και στην απόδοση των κάτω άκρων σε νεαρές αθλήτριες κατά την εκτέλεση αλτικών ασκήσεων/αλμάτων. Στην έρευνα συμμετείχαν είκοσι φοιτήτριες, οι οποίες πραγματοποίησαν ένα πλειομετρικό πρόγραμμα δύο φορές την εβδομάδα και για χρονικό διάστημα έξι εβδομάδες. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής ενθάρρυναν την επίδραση της πλειομετρικής δράσης στην έγκαιρη ενεργοποίηση των κάτω άκρων.

Οι Wilk et al., υποστήριξαν την άποψη πως η μυϊκή απόδοση μετά από την πλειομετρική κατάρτιση αποδίδεται σε νευρομυϊκές προσαρμογές, παρά σε μορφολογικές αλλαγές. Οι νευρομυϊκές αυτές προσαρμογές μπορούν να βελτιώσουν το συντονισμό των κινήσεων και

κατ' επέκταση να ενισχύσουν τη σταθερότητα των αρθρώσεων, μειώνοντας, έτσι τις πιθανότητες μυοσκελετικών τραυματισμών. Τέλος, η σωστή χρήση της πλειομετρικής προπόνησης μπορεί να ενισχύσει τη νευρομυϊκή λειτουργία προλαμβάνοντας, με αυτόν τον τρόπο, τους τραυματισμούς. Σε διαφορετική περίπτωση, δηλαδή όταν γίνεται υπερβολική χρήση όγκου και συχνότητας της συγκεκριμένης προπόνησης, οι πιθανότητες πρόκλησης μυοσκελετικών τραυματισμών είναι αυξημένες.

Δείκτες μυϊκής βλάβης μετά από πλειομετρική προπόνηση

Η έντονη άσκηση μπορεί να προκαλέσει καθυστερημένο μυϊκό πόνο, ο οποίος εμφανίζεται 24 ως 72 ώρες μετά την άσκηση (Baechle & Earle 2008). Τα αίτια του καθυστερημένου μυϊκού πόνου παραμένουν ασαφή. Ωστόσο, ένα μέρος από τη μυϊκή δυσφορία οφείλεται σε ασκησιογενή μυϊκή καταστροφή, η οποία προκαλεί οίδημα λόγω φλεγμονής στους μύες (McArdle et al 2000). Οι πλειομετρικές ασκήσεις συνήθως προκαλούν τον καθυστερημένο μυϊκό πόνο που σχετίζεται με μειωμένη ικανότητα παραγωγής δύναμης.

Έχει αποδειχθεί βάσει ερευνών πως οι εκκεντρικές συστολές που πραγματοποιούνται στην πλειομετρική δράση μπορούν να προκαλέσουν μυοσκελετικούς τραυματισμούς με αποτέλεσμα να προκληθεί μυϊκή βλάβη μετά από άσκηση. Πράγματι, η πλειομετρική προπόνηση υπό τη μορφή κατακόρυφων αλμάτων αντίθετης μετατόπισης σε σταθερή επιφάνεια αναφέρεται συχνά στις μελέτες ως αιτία μυϊκής βλάβης που προκαλείται μετά από άσκηση στους εκτείνοντες μύες του γονάτου. Συχνά τα συμπτώματα της μυϊκής βλάβης που παρατηρούνται, έπειτα από άσκηση, περιλαμβάνουν τον μυϊκό πόνο, την αύξηση της δραστηριότητας της κρεατινικής κινάσης στο πλάσμα του αίματος, την απώλεια δύναμης και ισχύος και τη μείωση του εύρους κίνησης της άρθρωσης. Αυτές οι επιδράσεις αρχίζουν περίπου έξι ώρες μετά την άσκηση, κορυφώνονται στις 24-72 ώρες και υποχωρούν τέσσερις έως επτά ημέρες μετά την άσκηση.

Όπως γίνεται αντιληπτό, οι μυϊκές βλάβες δημιουργούνται λόγω των ισχυρών δυνάμεων που προκαλούνται κατά την φάση απόσβεσης και πρόσκρουσης με το έδαφος. Προκειμένου να αποφευχθούν οι επιπτώσεις της προσγείωσης και να απορροφηθούν οι κραδασμοί, οι τετρακέφαλοι μύες εκτελούν μια έκκεντρη δράση που περιλαμβάνει μια αντιθετική κίνηση με σκοπό την απορρόφηση της κινητικής ενέργειας. Κατά τη διάρκεια της

φάσης αυτής, η έκκεντρη ενεργοποίηση παράγει υψηλότερη ένταση στους ενεργούς μύες σε σύγκριση με ομόκεντρες δράσεις, με αποτέλεσμα τη σημαντική δομική μυϊκή βλάβη.

Εντούτοις, υπάρχουν έρευνες που εξετάζουν τον τρόπο μείωσης της μυϊκής βλάβης, που εξαρτάται από την επιφάνεια, στην οποία εκτελείται η πλειομετρική προπόνηση. Ανάλογα με την ποιότητα του εδάφους αυξάνονται ή μειώνονται αντίστοιχα οι δείκτες μυϊκής βλάβης. Στην επιστημονική έρευνα που διεξήγαγε ο Hamid και συν. (2016), εξέτασαν την επίδραση της επιφάνειας του εδάφους κατά την πλειομετρική προπόνηση σε σχέση με την μυϊκή βλάβη που μπορεί να προκληθεί, στοιχείο που σχετίζεται με την επιφάνεια, στην οποία εκτελείται η προπόνηση. Πραγματοποιήθηκε, λοιπόν, μια πειραματική μελέτη, όπου συμμετείχαν 24 νεαροί άνδρες, οι οποίοι χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες. Η πρώτη ομάδα εκτελούσε τις πλειομετρικές ασκήσεις σε υδάτινο περιβάλλον, η δεύτερη ομάδα στην άμμο και η τρίτη ομάδα εκτελούσε τις πλειομετρικές ασκήσεις σε σταθερή, ξύλινη επιφάνεια.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η πλειομετρική προπόνηση σε ένα υδάτινο περιβάλλον και σε μια επιφάνεια άμμου προκαλούν λιγότερη μυϊκή βλάβη από ότι σε μια σταθερή επιφάνεια. Επομένως, η εκπαίδευση σε υδάτινες συνθήκες και στην άμμο μπορεί να είναι επωφελής για τη βελτίωση της απόδοσης, με ταυτόχρονα μικρότερο κίνδυνο μυϊκής βλάβης και καθυστερημένου μυϊκού πόνου. Επίσης, υπήρξε σημαντική αύξηση της δραστηριότητας CPK μετά το πρωτόκολλο εκτέλεσης της προπόνησης για όλες τις ομάδες, με τις τιμές CPK να φθάνουν σε 24 ώρες για κάθε ομάδα με στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0,01$. Αντίθετα, η πλειομετρική προπόνηση σε σταθερή επιφάνεια έδειξε σημαντικά μεγαλύτερες μεταβολές σε CPK, στον καθυστερημένο μυϊκό πόνο και στο κατακόρυφο άλμα σε 24 έως 48 ώρες μετά την προπόνηση, με στατιστικώς σημαντική διαφορά $p < 0,05$. Αυτό επαληθεύει την άποψη ότι οι εν λόγω ασκήσεις σε σταθερή επιφάνεια συνεπάγονται περισσότερη μυϊκή καταπόνηση, με συνέπεια την αυξημένη πιθανότητα μυϊκής βλάβης.

Έχει παρατηρηθεί ακόμη, ότι η εκτέλεση πλειομετρικής προπόνησης σε υδάτινο περιβάλλον προκαλεί λιγότερα φαινόμενα μυϊκής βλάβης και μυϊκού πόνου από την πλειομετρική προπόνηση σε σταθερή επιφάνεια, αλλά με τις ίδιες βελτιώσεις σε μυϊκή

απόδοση (Hamid et al. 2016). Το υδάτινο περιβάλλον είναι ένα μέσο χαμηλής πρόσκρουσης που παράγει λιγότερη ένταση στους μύες, τα οστά και τον συνδετικό ιστό. Παρέχει, επίσης πλευστότητα, η οποία μειώνει το βάρος και έτσι μειώνει τις δυνάμεις πρόσκρουσης και πιθανούς μυοσκελετικούς τραυματισμούς στις αρθρώσεις, παρέχοντας με αυτόν τον τρόπο μια θεραπευτική μέθοδο για τη μείωση του μυϊκού πόνου και τη γενική καταπόνηση.

Σύμφωνα με τον Robinson et al. (2004), η χαμηλότερη μυϊκή ευαισθησία σε υδάτινο περιβάλλον, σε αντίθεση με την πλειομετρική προπόνηση σε σταθερό έδαφος, οφείλεται στη λιγότερη πίεση που δέχεται το μυοσκελετικό σύστημα στην πρώτη περίπτωση. Ομοίως, και η πλειομετρική προπόνηση σε επιφάνεια άμμου σχετίζεται με μεγαλύτερο βαθμό απορρόφησης κραδασμών και χαμηλότερης έντασης στον συνδετικό ιστό και στα οστά των κάτω άκρων.

Όσον αφορά τον τύπο των μυϊκών ινών που επηρεάζονται από την πλειομετρική προπόνηση, τα στοιχεία που έχουμε είναι ελλιπή, καθώς οι έρευνες που έχουν διεξαχθεί είναι περιορισμένες και τα αποτελέσματα είναι αμφιλεγόμενα ως προς τον τύπο του μυϊκού ιστού που υπόκεινται σε μυϊκή βλάβη. Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε προκειμένου να εξετασθεί ο τύπος των μυϊκών ινών που επηρεάζεται από την πλειομετρική προπόνηση, προτάθηκε ότι επηρεάζονται, κυρίως, οι μυϊκές ίνες τύπου II. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με αυτήν, η οποία διεξήχθη από τον Macaluso και συν. (2012), η κρεατινική κινάση κορυφώθηκε μία ημέρα μετά την περίοδο άσκησης (529 U / L). Επίσης, βρέθηκε ότι προκλήθηκε βλάβη στο σαρκίλημα της μυϊκής ίνας σε 155 από 1616 ίνες που αναλύθηκαν και, ακόμη, ότι είχαν καταστραφεί, κυρίως, ίνες ταχείας συστολής. Ακριβέστερα τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπέστη μυϊκή βλάβη το 7,6 % των ινών τύπου I, το 10,3 % των ινών τύπου IIa και το 14,3 % των ινών τύπου IIx . Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι η πλειομετρική άσκηση επηρεάζει κυρίως τους γρήγορους μυς, προκαλώντας βλάβη τόσο στο σαρκίλημα της μυϊκής ίνας όσο και στο σαρκομέριο στη γραμμή Z.

Τέλος, δεδομένων των προαναφερθέντων, προτείνεται οι αθλητές να αποφεύγουν την προπόνηση με πλειομετρικές ασκήσεις για μεγάλο χρονικό διάστημα και σε μεγάλη συχνότητα ή μετά από άλλες μορφές άσκησης υψηλής έντασης, διότι, όπως είναι γνωστό,

οι ασκήσεις αυτές προκαλούν μεγάλη καταπόνηση με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι δείκτες μυϊκής βλάβης. Συνεπώς, θα πρέπει να εκτελούνται με τέτοια περιοδικότητα ώστε να επιτρέπεται επαρκής χρόνος ανάληψης για να αναγεννηθούν οι τραυματισμένοι μύες.

CPK

Η κρεατινική κινάση(CK) ή αλλιώς και κρεατινική φωσφοκινάση (CPK) είναι το ένζυμο που χρησιμοποιείται για τη διάσπαση της φωσφοκρεατίνης στο μυϊκό κύτταρο (Lott & Stang, 1989). Μεγάλη συγκέντρωση κρεατινικής κινάσης υπάρχει στους σκελετικούς και καρδιακούς μύες καθώς και στο μυαλό (Bais και Edwards, 1982). Η κρεατινική κινάση (CK) συμμετέχει στην παρακάτω αντίδραση :



Πιο συγκεκριμένα, η κρεατινική φωσφοκινάση αποτελεί ένζυμο το οποίο συντελεί στην παροχή ενέργειας στους μύες, καθώς αποτελεί βασικό στοιχείο για την αναγέννηση του ATP. Σύμφωνα με μελετητές (Μοσχοβάκη, 2014), σε περιπτώσεις καταστροφής μυϊκών κυττάρων, η κρεατινική κινάση «διαχέεται» στο αίμα και τα μετρούμενα επίπεδα της εμφανίζονται υψηλά.

Τα επίπεδα συγκέντρωσης CPK εξαρτώνται από συγκεκριμένους παράγοντες. Αυτοί είναι το φύλο, η ηλικία, η μυϊκή μάζα και η φυσική δραστηριότητα (Wong et al., 1983, Meltzer,1971). Η άσκηση και οι διάφορες αθλητικές δραστηριότητες επηρεάζουν και προκαλούν αύξηση των επιπέδων συγκέντρωσης CPK. Η αύξηση του ποικίλλει και διαφέρει από άτομο σε άτομο βάσει των προαναφερθέντων παραγόντων. Σύμφωνα με έρευνες, μετά την άσκηση η αύξηση της κρεατινικής φωσφοκινάσης οφείλεται κυρίως, στην ένταση της αθλητικής δραστηριότητας (και ιδίως της έκκεντρης μυϊκής σύσπασης) καθώς και στην προπονητική εμπειρία του ασκούμενου. Η προπόνηση με έντονες επιβαρύνσεις, προκαλούν απότομη και έντονη αύξηση της κρεατινικής κινάσης.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Συμμετέχοντες

Στην συγκεκριμένη πειραματική μελέτη συμμετείχαν δέκα κορίτσια, φοιτήτριες ΣΕΦΑΑ, ηλικίας 19-22 χρονών (20+-1), μέτριας φυσικής κατάστασης, χωρίς απασχόληση τους με λοιπά αγωνίσματα ή αθλητικές δραστηριότητες την συγκεκριμένη χρονική περίοδο όπου εξελίχθηκε η έρευνα.

Οι δοκιμαζόμενες χωρίστηκαν ισάξια και αναλογικά σε δύο ομάδες, αφότου υποβλήθηκαν σε συγκεκριμένες μετρήσεις φυσικής κατάστασης, όπως ταχύτητας, ευκινησίας καθώς και αλτικότητας.

Διαδικασία

Οι δοκιμαζόμενες συμφώνησαν στο να μην συμμετέχουν σε άλλες αθλητικές δραστηριότητες κατά την διάρκεια της έρευνας. Αρχικά, τα δείγματα πραγματοποίησαν μετρήσεις φυσικής ικανότητας, ευκινησίας, ταχύτητας καθώς και αλτικότητας. Με τα δεδομένα των μετρήσεων ,αναλογικά και ισάριθμα, οι δοκιμαζόμενες διαιρέθηκαν σε 2 ομάδες των 5 ατόμων.

Κατόπιν, πραγματοποιήθηκε ένα κοινό πρόγραμμα πλειομετρικών προπονήσεων διάρκειας έξι εβδομάδων, χρόνος ο οποίος, αρκετός για να προκαλέσει προσαρμογές (Adams et al. 1992). Υπήρξαν διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες ως προς την συχνότητα των προπονήσεων ανά εβδομάδα, την χρονική διάρκεια της κάθε προπόνησης ξεχωριστά, και κατά συνέπεια τον όγκο των πλειομετρικών ασκήσεων. Πιο συγκεκριμένα, η κατανομή του συνολικού όγκου ανά εβδομάδα διέφερε, καθώς η μια ομάδα πραγματοποιούσε σε μια πλειομετρική προπόνηση τον συνολικό όγκο ασκήσεων, ενώ η άλλη ομάδα πραγματοποιούσε δύο πλειομετρικές προπονήσεις ανά εβδομάδα με μοιρασμένο τον συνολικό όγκο. Πραγματοποιήθηκαν μέχρι δυο πλειομετρικές προπονήσεις, με διάστημα δυο ημερών μεταξύ των προπονήσεων ώστε να επέλθει πλήρης αποκατάσταση μετά από κάθε προπόνηση όπως συνιστάται από τους ερευνητές (Adams et al. 1992). Επιπροσθέτως, το πλειομετρικό πρόγραμμα άλλαζε ανά δυο εβδομάδες, καθώς αυξανόταν ο όγκος των ασκήσεων, των επαναλήψεων και φυσικά άλλαζαν οι ασκήσεις. Οι συμμετέχουσες της Α ομάδας ήταν αυτές που πραγματοποίησαν μια προπονητική συνέδρια εβδομαδιαίως, ενώ αυτές της Β ομάδας πραγματοποίησαν δύο προπονήσεις. Η χρονική διάρκεια των

προπονήσεων διέφερε, όπως είναι φυσικό, από ομάδα σε ομάδα και φυσικά μεταβαλλόταν ανά δύο εβδομάδες. Κατά μέσο όρο ο χρόνος διάρκειας των προπονήσεων της ομάδας Α, κυμαινόταν από 1 ώρα και 15 λεπτά μέχρι 2 ώρες, ενώ της Β ομάδας από 50 λεπτά μέχρι 1 ώρα και 15 λεπτά. Στον πίνακα παρατίθενται ειδικότερα η χρονική διάρκεια των προπονήσεων για κάθε ομάδα ξεχωριστά καθώς και τα διαλείματα που ακολούθησαν μεταξύ των ασκήσεων και των σετ (βλ. πίνακα 1). Επιπρόσθετα, παρατίθενται και τα προγράμματα των προπονήσεων (βλ. Πίνακα 2). Αξίζει να σημειωθεί, πως καθ' όλη τη διάρκεια των προπονήσεων οι συμμετέχουσες ήταν υπό άμεση επίβλεψη και δόθηκαν οδηγίες για την εκτέλεση των ασκήσεων και διορθώσεις όπου κρίνονταν απαραίτητο. Επιπρόσθετα, οι δοκιμαζόμενες υποβλήθηκαν σε αιματολογικές εξετάσεις κρεατινικής φωσφοκινάσης (CPK) για ακριβή και πιο αξιόπιστο έλεγχο της φυσικής τους κατάστασης. Αιματολογικές εξετάσεις κρεατινικής φωσφοκινάσης (CPK) πραγματοποίησαν την πρώτη εβδομάδα των προπονήσεων, πριν την 1η προπόνηση οι δοκιμαζόμενες και των 2 ομάδων καθώς και μία μέρα μετά. Τα κορίτσια της ομάδας Β, πραγματοποίησαν άλλη μία αιματολογική εξέταση CPK και μετά την 2η προπόνηση τους.

Πίνακας 1.

	ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	ΜΕΡΕΣ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΑΣΚΗΣΕΩΝ	ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΣΕΤ
ΟΜΑΔΑ Α	1η	μία προπ	1 ώρα και 10 λεπτά	1 λεπτό	30 δευτερόλεπτα
	2η	μία προπ	1 ώρα και 10 λεπτά	1 λεπτό	30 δευτερόλεπτα
	3η	μία προπ	1 ώρα και 30 λεπτά	1 λεπτό και 30 δεύτερα	45 δευτερόλεπτα
	4η	μία προπ	1 ώρα και 30 λεπτά	1 λεπτό και 30 δεύτερα	45 δευτερόλεπτα
	5η	μία προπ	2 ώρες	2 λεπτά	1 λεπτό
	6η	μία προπ	2 ώρες	2 λεπτά	1 λεπτό
	ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ	ΜΕΡΕΣ	ΧΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ	ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΑΣΚΗΣΕΩΝ	ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ ΜΕΤΑΞΥ ΣΕΤ
ΟΜΑΔΑ Β	1η	1η προπ	50 λεπτά	45 δευτερόλεπτα	20 δευτερόλεπτα
		2η προπ	50 λεπτά	45 δευτερόλεπτα	20 δευτερόλεπτα
	2η	1η	50 λεπτά	45 δευτερόλεπτα	20 δευτερόλεπτα
		2η	50 λεπτά	45 δευτερόλεπτα	20 δευτερόλεπτα
	3η	1η	1 ώρα και 10 λεπτά	1 λεπτό	30 δευτερόλεπτα
		2η	1 ώρα και 10 λεπτά	1 λεπτό	30 δευτερόλεπτα
	4η	1η	1 ώρα και 10 λεπτά	1 λεπτό	30 δευτερόλεπτα
		2η	1 ώρα και 10 λεπτά	1 λεπτό	30 δευτερόλεπτα
	5η	1η	1 ώρα και 30 λεπτά	1 λεπτό και 30 δευτερόλεπτα	45 δευτερόλεπτα
		2η	1 ώρα και 30 λεπτά	1 λεπτό και 30 δευτερόλεπτα	45 δευτερόλεπτα
	6η	1η	1 ώρα και 30 λεπτά	1 λεπτό και 30 δευτερόλεπτα	45 δευτερόλεπτα
		2η	1 ώρα και 30 λεπτά	1 λεπτό και 30 δευτερόλεπτα	45 δευτερόλεπτα

Πίνακας 2

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 1^{ης} ΚΑΙ 2^{ης} ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ: **160** ΑΛΜΑΤΑ

ΟΜΑΔΑ Α: 1 προπόνηση την εβδομάδα: 160 άλματα

Μία μέρα προπόνησης (διάρκεια 1 ώρα και 10 λεπτά):

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ= 8' τρέξιμο (τζόκινγκ), 10' καλές διατάσεις (έμφαση στα κάτω άκρα), 4 ανοίγματα - τρέξιμο 50 μέτρων

ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ: 8 ασκήσεις - 160 άλματα

- Κάθετα άλματα (προωθητικά): 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Πλάγια άλματα/σλάλομ (προωθητικά): 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Ανεβάσματα σε πλινθίο ή σκαλί: 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Απλές εναλλαγές ποδιών σε πλινθίο ή σε σκαλί: 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Δυποδικά άλματα πάνω από σκάλα γυμναστικής: 2 σετ x 10 επαναλήψεις

- Μονοποδικά άλματα πάνω από γυμναστική σκάλα: 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Οριζόντια άλματα: 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Κάθεται άλματα με γόνατα στο στήθος: 2 σετ x 10 επαναλήψεις

ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: 3' χαλαρό τρέξιμο και 5 λεπτά διατάσεις

ΟΜΑΔΑ Β : 2 προπονήσεις την εβδομάδα: 80 + 80 (άλματα) = 160 άλματα (συνολικός όγκος προπόνησης)

1η μέρα (διάρκεια 1 ώρα περίπου):

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ= 8' τρέξιμο (τζόκινγκ), 10' καλές διατάσεις (έμφαση στα κάτω άκρα), 4 ανοίγματα τρέξιμο 50 μέτρων

ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ: 4 ασκήσεις - 80 άλματα σύνολο

- Κάθεται άλματα (προωθητικά): 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Πλάγια άλματα/σλάλομ (προωθητικά): 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Ανεβάσματα σε πλινθίο ή σκαλί: 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Απλές εναλλαγές ποδιών σε πλινθίο ή σε σκαλί: 2 σετ x 10 επαναλήψεις

ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: 3' χαλαρό τρέξιμο και 5 λεπτά διατάσεις

2η μέρα (διάρκεια 1 ώρα) προθέρμανση = 8' τρέξιμο (τζόκινγκ), 10' καλές διατάσεις (έμφαση στα κάτω άκρα), 4 ανοίγματα τρέξιμο 50 μέτρων

ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ : 4 ασκήσεις - 80 άλματα σύνολο

- Δυποδικά άλματα πάνω από σκάλα γυμναστικής: 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Μονοποδικά άλματα πάνω από γυμναστική σκάλα: 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Κάθεται άλματα με γόνατα στο στήθος: 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- Οριζόντια άλματα: 2 σετ x 10 επαναλήψεις

ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: 3' χαλαρό τρέξιμο και 5 λεπτά διατάσεις

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 3ης ΚΑΙ 4ης ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ

ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ: **240** ΑΛΜΑΤΑ

Μία μέρα προπόνησης (διάρκεια 1 ώρα και 30 λεπτά)

Προθέρμανση = 8' τρέξιμο (τζόκινγκ), 10' καλές διατάσεις (έμφαση στα κάτω άκρα), 4 ανοίγματα τρέξιμο 50 μέτρων

ΟΜΑΔΑ Α: 12 ασκήσεις - 240 άλματα

- 1η Άσκηση: Βήμα άλμα 2 σετ x 8 επαναλήψεις
- 2η Άσκηση: Τετραπλούν 4 σετ x 4 επαναλήψεις
- 3η Άσκηση: Αναπηδήσεις σε σκαλάκια ανά ένα σκαλί 2 x 8 επαναλήψεις και ανά 2 σκαλιά 4 x 4 επαναλήψεις
- 4η Άσκηση: Άλματα βάθους - Drop jump 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- 5η Άσκηση: Προβολές 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- 6η Άσκηση: Μονοποδικά άλματα πάνω από εμπόδια 2 σετ x 8 επαναλήψεις
- 7η Άσκηση: Ωθήσεις 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- 8η Άσκηση: Κουτσό σε σκαλιά 2 σετ x 8 επαναλήψεις σε κάθε πόδι
- 9η Άσκηση: Τρέξιμο σε σκάλες 2 σετ x 8 επαναλήψεις
- 10η Άσκηση: Δεκαπλούν 3 σετ x 10 επαναλήψεις
- 11η Άσκηση: Πλάγιες Προβολές 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- 12η Άσκηση: Squat jump slalom 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: 3' χαλαρό τρέξιμο και 5 λεπτά διατάσεις

ΟΜΑΔΑ Β: 1η Μέρα 6 ασκήσεις - 120 άλματα

1η μέρα (διάρκεια 1 ώρα και 10 λεπτά)

Προθέρμανση = 8' τρέξιμο (τζόκινγκ), 10' καλές διατάσεις (έμφαση στα κάτω άκρα), 4 ανοίγματα τρέξιμο 50 μέτρων

- 1η Άσκηση: Βήμα άλμα 2 σετ x 8 επαναλήψεις
- 2η Άσκηση: Τετραπλούν 4 σετ x 4 επαναλήψεις
- 3η Άσκηση: Αναπηδήσεις σε σκαλάκια ανά ένα σκαλί 2 x 8 επαναλήψεις και ανά 2 σκαλιά 4 x 4 επαναλήψεις
- 4η Άσκηση: Άλματα βάθους - Drop jump 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- 5η Άσκηση: Προβολές 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- 6η Άσκηση: Μονοποδικά άλματα πάνω από εμπόδια 2 σετ x 8 επαναλήψεις
- ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: 3' χαλαρό τρέξιμο και 5 λεπτά διατάσεις

2η Μέρα: 6 ασκήσεις - 120 άλματα

- 1η Άσκηση: Ωθήσεις 2 σετ x 10 επαναλήψεις
- 2η Άσκηση: Κουτσό σε σκαλιά 2 σετ x 8 επαναλήψεις σε κάθε πόδι

3η Άσκηση: Τρέξιμο σε σκάλες 2 σετ x 8 επαναλήψεις
4η Άσκηση: Δεκαπλούν 3 σετ x 10 επαναλήψεις
5η Άσκηση: Πλάγιες Προβολές 2 σετ x 10 επαναλήψεις
6η Άσκηση: Squat jump slalom 2 σετ x 10 επαναλήψεις
ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: 3' χαλαρό τρέξιμο και 5 λεπτά διατάσεις

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ 5ης ΚΑΙ 6ης ΕΒΔΟΜΑΔΑΣ

ΣΥΝΟΛΟΙΚΟΣ ΟΓΚΟΣ: **320** ΑΛΜΑΤΑ

Προθέρμανση = 8' τρέξιμο (τζόκινγκ), 10' καλές διατάσεις (έμφαση στα κάτω άκρα), 4 ανοίγματα τρέξιμο 50 μέτρων

ΟΜΑΔΑ Α: μία μέρα 13 ασκήσεις - 320 άλματα σε ανηφορικό έδαφος και σκαλιά

1η Άσκηση: Ωθήσεις 2 σετ x 10 επαναλήψεις
2η Άσκηση: Βήμα άλμα 2 σετ x 10 επαναλήψεις
3η Άσκηση: Πενταπλούν 4 σετ x 10 επαναλήψεις
4η Άσκηση: Κουτσό 4 σετ x 10 επαναλήψεις
5η Άσκηση: Προβολές 2 σετ x 10 επαναλήψεις
6η Άσκηση: Squat 2 σετ x 10 επαναλήψεις
7η Άσκηση: Αναπηδήσεις 2 x 15 επαναλήψεις
8η Άσκηση: Αναπηδήσεις 3 σετ x 10 επαναλήψεις
9η Άσκηση: Κουτσό 2 σετ x 10 επαναλήψεις
10η Άσκηση: Τρέξιμο 2 σετ x 15 επαναλήψεις
11η Άσκηση: Drop jump 3 σετ x 10 επαναλήψεις
12η Άσκηση: Πλευρικά Squat 2 σετ x 10 επαναλήψεις
13η Άσκηση: Προβολές με αναπήδηση 2 σετ x 10 επαναλήψεις
ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: 3' χαλαρό τρέξιμο και 5 λεπτά διατάσεις

ΟΜΑΔΑ Β:

1η Μέρα: 7 ασκήσεις - 160 άλματα σε ανηφορικό έδαφος

1η Άσκηση: Ωθήσεις 2 σετ x 10 επαναλήψεις

2η Άσκηση: Βήμα άλμα 2 σετ x 10 επαναλήψεις

3η Άσκηση: Πενταπλούν 4 σετ x 10 επαναλήψεις

4η Άσκηση: Κουτσό 4 σετ x 10 επαναλήψεις

5η Άσκηση: Προβολές 2 σετ x 10 επαναλήψεις

6η Άσκηση: Squat 2 σετ x 10 επαναλήψεις

7η Άσκηση: Αναπηδήσεις 2 x 15 επαναλήψεις

ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: 3' χαλαρό τρέξιμο και 5 λεπτά διατάσεις

2η Μέρα: 6 ασκήσεις - 160 άλματα σε σκαλιά

1η Άσκηση: Αναπηδήσεις 3 σετ x 10 επαναλήψεις

2η Άσκηση: Κουτσό 2 σετ x 10 επαναλήψεις

3η Άσκηση: Τρέξιμο 2 σετ x 15 επαναλήψεις

4η Άσκηση: Drop jump 3 σετ x 10 επαναλήψεις

5η Άσκηση: Πλευρικά Squat 2 σετ x 10 επαναλήψεις

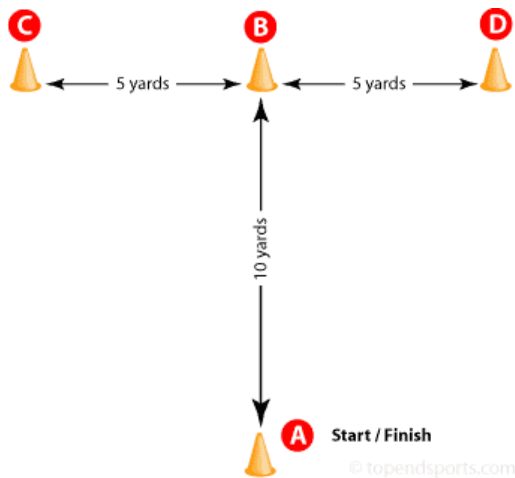
6η Άσκηση: Προβολές με αναπήδηση 2 σετ x 10 επαναλήψεις

ΑΠΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: 3' χαλαρό τρέξιμο και 5 λεπτά διατάσεις

Δοκιμασίες

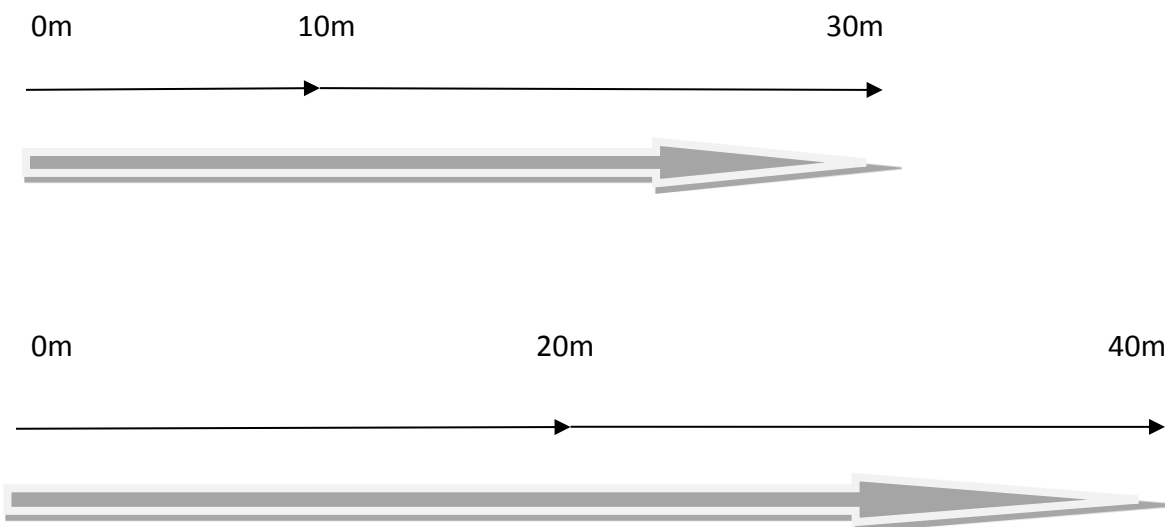
Οι δοκιμασίες στις οποίες υποβλήθηκαν τα υποκείμενα είναι T- τεστ, τετραπλούν Α-Δ, τετραπλούν κουτσό αριστερό και δεξί, ταχύτητες 0-10μ και 10-30μ και 0-20μ και 20-40μ., κάθετα άλματα με δυο πόδια και με ένα πόδι. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν σωματομετρήσεις και λιπομέτρηση. Η δοκιμασία T-τεστ χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της ευκινησίας, για τον προσδιορισμό της ταχύτητας χρησιμοποιήθηκαν τα 30 και 40 μέτρα, την μυϊκή ισχύ χρησιμοποιήθηκαν το τετραπλούν και το κουτσό ενώ για την αλτικότητα τα κάθετα άλματα.

1^η ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ: T-TEST



Στην πρώτη δοκιμασία οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν μια διαδρομή σε σχήμα T, 40 μέτρων. Σαφέστερα ξεκινούσαν από το σημείο A κατευθυνόμενοι στο σημείο B όπου ακουμπούσαν τον κώνο που βρισκόταν εκεί, μετά κατευθύνονταν δεξιά στο σημείο Γ με πλάγια βήματα όπου ακουμπούσαν τον άλλον κώνο και μετά κατευθύνονταν αριστερά πάλι με πλάγια βήματα προς το σημείο που βρισκόταν ο επόμενος κώνος. Έπειτα κατευθύνονταν πάλι προς το σημείο B όπου ακουμπούσαν πάλι τον κώνο και τέλος έφευγαν με πίσω βήματα προς το σημείο άλφα, όπου τερμάτιζαν. Οι αποστάσεις ήταν οι εξής: από το σημείο A έως το σημείο B 10μ, από το B στο Γ 5μ, από το Γ στο B 5μ, από το B στο Δ 5μ, από το Δ στο B 5μ και τέλος από το B στο A 10μ.

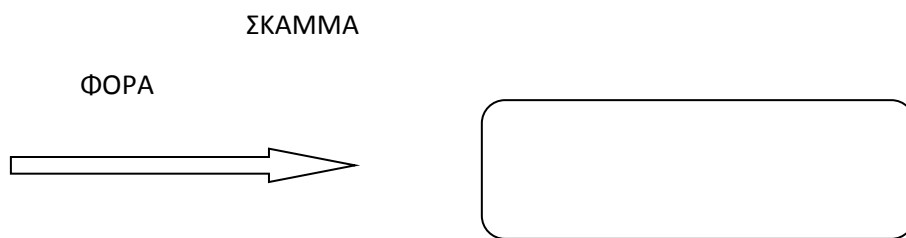
2^η ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ : δρόμος ταχύτητας 30 και 40 μέτρων



Στα 30 μέτρα μετρήθηκαν οι χρόνοι στις αποστάσεις 0-10μ και 0-30μ. Στα 0-10 μέτρα, η χρονομέτρηση πραγματοποιήθηκε με φωτοκύτταρα, ενώ στα 0-30μ με χρονόμετρο χειρός.

Στα 40 μέτρα μετρήθηκαν οι χρόνοι στις αποστάσεις 0-20μ και 0-40μ. Στα 0-20 μέτρα, η χρονομέτρηση πραγματοποιήθηκε με φωτοκύτταρα, ενώ στα 0-40μ με χρονόμετρο χειρός.

3^η ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ : τετραπλούν (αριστερό δεξί)



Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν δύο άλματα τετραπλούν με ένα μικρό διάλειμμα στο ενδιάμεσο.

Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων έγινε με το πρόγραμμα Microsoft Excel χρησιμοποιώντας t-test για εξαρτημένα δείγματα. Εξετάστηκαν μόνο οι διαφορές μέσω των όρων πριν και μετά την προπόνηση για κάθε ομάδα ξεχωριστά.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Ισχύς

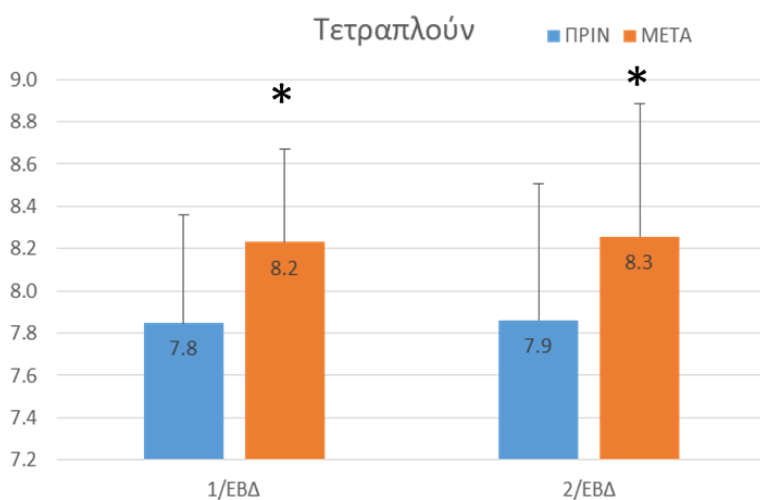
Οι μετρήσεις που στόχευαν την αξιολόγηση της μυικής ισχύς των δοκιμαζόμενων και των δύο ομάδων ήταν το τετραπλούν (αριστερό-δεξί) και το τετραπλούν κουτσό για το κάθε πόδι ξεχωριστά. Οι μέσοι όροι των μετρήσεων για τις δύο ομάδες παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα :

Πίνακας 3.1.1 Μέσες τιμές των 2 ομάδων στην μέτρηση του τετραπλούν (αριστερό-δεξί)

Τετραπλούν (αριστερό-δεξί)

		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
ΟΜΑΔΑ	1/ΕΒΔ (Α)	7,8	8,2
ΟΜΑΔΑ	2/ΕΒΔ (Β)	7,9	8,3

Γράφημα 3.1.1



3.2 Κατακόρυφη Αλτικότητα

Οι μετρήσεις εκ των οποίων στόχευαν την αξιολόγηση της αλτικότητας των δοκιμαζόμενων και των δύο ομάδων ήταν το διποδικό και μονοποδικό άλμα.

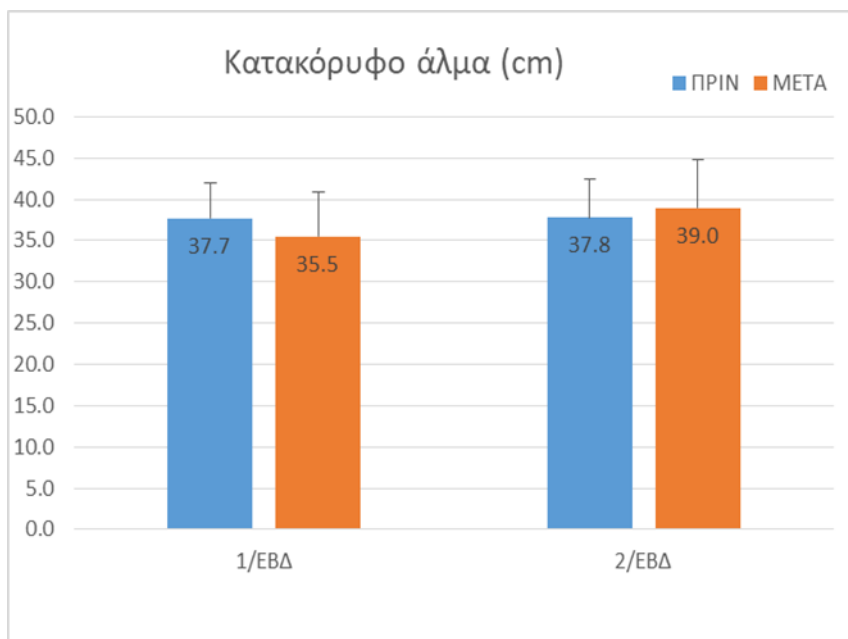
Οι μέσοι όροι των μετρήσεων για τις δύο ομάδες παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα :

Πίνακας 3.2.1 Μέσες τιμές των 2 ομάδων της μέτρησης του διποδικού άλματος

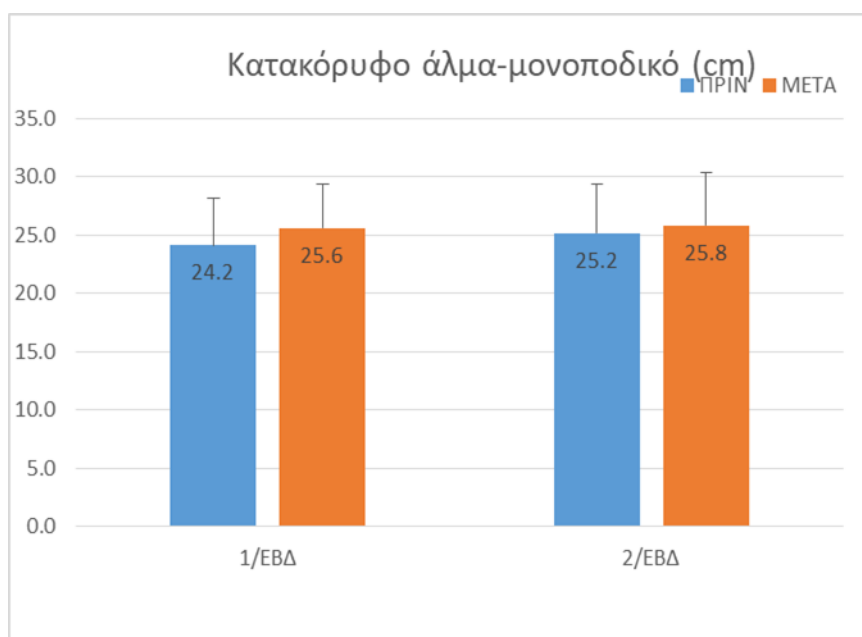
Διποδικό άλμα

		<i>ΠΡΙΝ</i>	<i>ΜΕΤΑ</i>
ΟΜΑΔΑ	1/ΕΒΔ (Α)	37,7	35,5
ΟΜΑΔΑ	2/ΕΒΔ (Β)	37,8	39

Γράφημα 3.2.1.



Γράφημα 3.2.2. Μονοποδικό άλμα (μέσος όρος αριστερού και δεξιού ποδιού).



3.3 Ταχύτητα

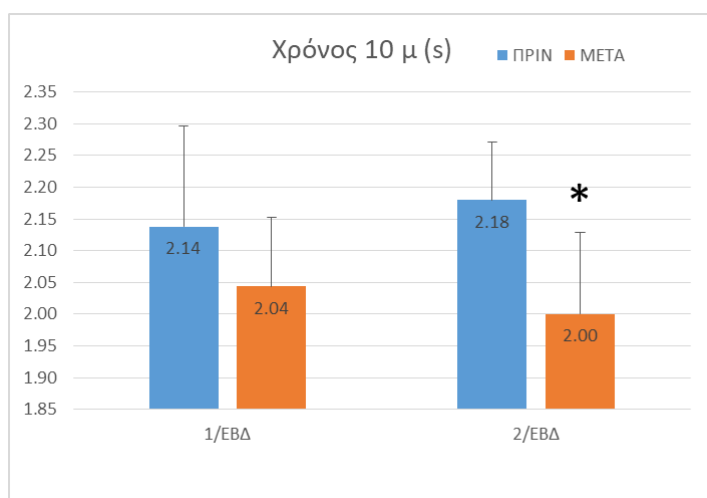
Οι μετρήσεις εκ των οποίων αξιολογήθηκε η ταχύτητα ήταν, τα σπριντ 30μ και 40μ. Βάσει των αποτελεσμάτων και οι δύο ομάδες εμφάνισαν βελτίωση των χρόνων μεταξύ των αρχικών με τελικών μετρήσεων. Αναλυτικότερα, τα αποτελέσματα αναγράφονται στους παρακάτω πίνακες και γραφήματα :

Πίνακας 3.3.1 Μέσες τιμές των 2 ομάδων στην μέτρηση ταχύτητας 0-10 μ.

Ταχύτητα 0-10μ

		<i>ΠΡΙΝ</i>	<i>ΜΕΤΑ</i>
ΟΜΑΔΑ	1/ΕΒΔ (Α)	2,14	2,06
ΟΜΑΔΑ	2/ΕΒΔ (Β)	2,18	2

Γράφημα 3.3.1

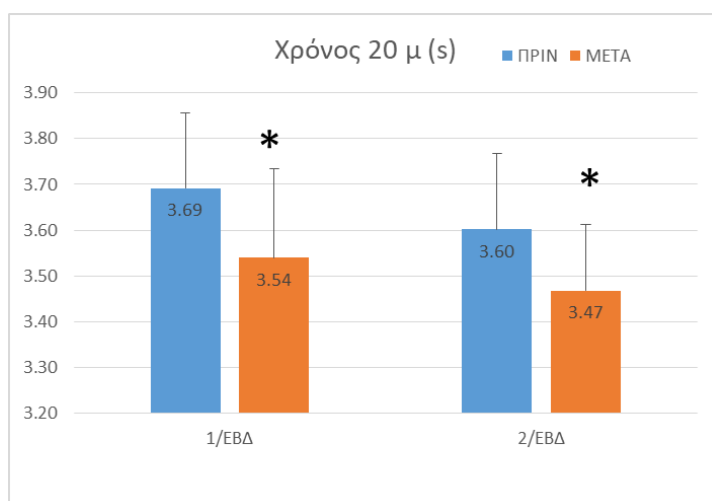


Πίνακας 3.3.2 Μέσες τιμές των 2 ομάδων στην μέτρηση ταχύτητας 0-20 μ.

Ταχύτητα 0-20 μ

		<i>ΠΡΙΝ</i>	<i>ΜΕΤΑ</i>
ΟΜΑΔΑ	1/ΕΒΔ (Α)	3,69	3,54
ΟΜΑΔΑ	2/ΕΒΔ (Β)	3,6	3,47

Γράφημα 3.3.2

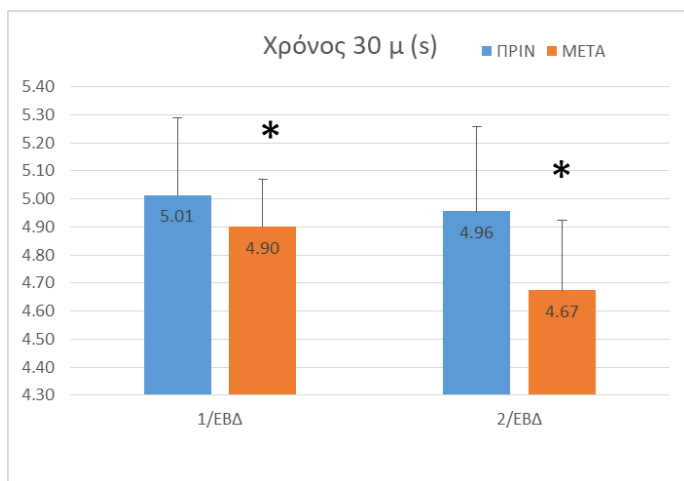


Πίνακας 3.3.3 Μέσες τιμές των 2 ομάδων στην μέτρηση ταχύτητας 0-30μ.

Ταχύτητα 0-30 μ.

		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
ΟΜΑΔΑ	1/ΕΒΔ (Α)	5,01	4,9
ΟΜΑΔΑ	2/ΕΒΔ (Β)	4,96	4,67

Γράφημα 3.3.3

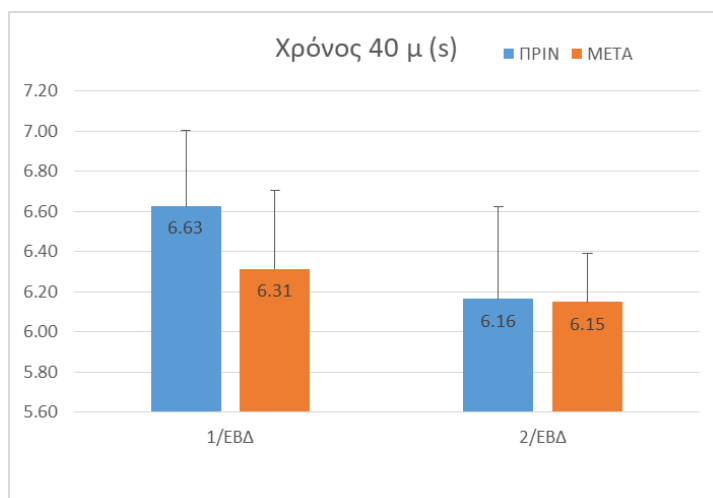


Πίνακας 3.3.4 Μέσες τιμές των 2 ομάδων στην μέτρηση ταχύτητας 0-40 μ.

Ταχύτητα 0-40 μ.

		ΠΡΙΝ	ΜΕΤΑ
ΟΜΑΔΑ	1/ΕΒΔ (Α)	6,63	6,16
ΟΜΑΔΑ	2/ΕΒΔ (Β)	6,31	6,15

Γράφημα 3.3.4



3.4 Ευκινησία

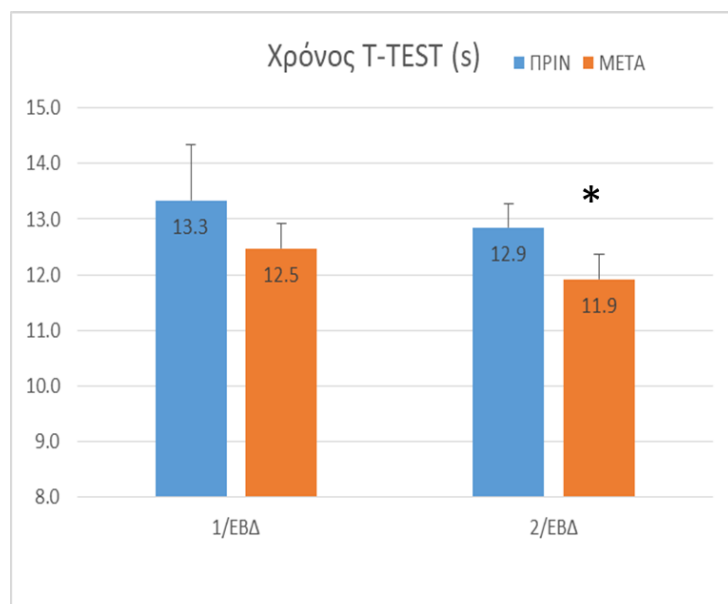
Η μέτρηση η οποία στόχευε στην αξιολόγηση της ευκινησίας, ήταν η δοκιμασία t-test. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων και οι δύο ομάδες παρουσίασαν βελτίωση, με την ομάδα Β (2/ΕΒΔΟΜ) να υπερισχύει. Αν και υπήρξε βελτίωση και των 2 ομάδων δεν υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των ομάδων και των μετρήσεων ($p > 0.05$). Ειδικότερα, δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων ($p > 0.05$) καθώς και μεταξύ των μετρήσεων ($p > 0.05$). Αναλυτικότερα, οι μέσοι όροι των μετρήσεων για τις δύο ομάδες παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα και γράφημα :

Πίνακας 3.4.1 Μέσες τιμές των 2 ομάδων στην μέτρηση T-test

T-TEST

		<i>ΠΡΙΝ</i>	<i>ΜΕΤΑ</i>
ΟΜΑΔΑ	1/ΕΒΔ (Α)	13,3	12,5
ΟΜΑΔΑ	2/ΕΒΔ (Β)	12,9	11,9

Γράφημα 3.4.1



3.5 CPK

Στους παρακάτω πίνακες καταγράφονται τα αποτελέσματα των μέσων όρων των αιματολογικών εξετάσεων που υποβλήθηκαν οι δοκιμαζόμενες των 2 ομάδων για την αξιολόγηση της κρεατινικής φωσφοκινάσης (CPK) :

Πίνακας 3.5.1 Μέσες τιμές των αρχικών μετρήσεων CPK για τις 2 ομάδες

ΟΜΑΔΑ Α		110		137		----
ΟΜΑΔΑ Β		99		105		114

Πίνακας 3.5.2 Μέσες τιμές των τελικών μετρήσεων για τις 2 ομάδες

ΟΜΑΔΑ Α		119.		201		----
ΟΜΑΔΑ Β		130				163

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες παρουσίασαν βελτίωση στην μυϊκή ισχύ ,στην αλτικότητα ,στη ταχύτητα καθώς και στην ευκινησία. Συγκεκριμένα όμως, βελτιώθηκε περισσότερο η ομάδα που πραγματοποιούσε δύο προπονήσεις την εβδομάδα (ομάδα Β), παρουσιάζοντας στατικώς σημαντικές διαφορές σε ορισμένες μετρήσεις ισχύος και ταχύτητας. Εμφάνισε μεγαλύτερη βελτίωση τόσο στην ικανότητα επιτάχυνσης όσο και στην ικανότητα αλλαγής κατεύθυνσης .

Αναλυτικότερα :

- στο T-τεστ παρουσιάστηκε βελτίωση και στις δύο ομάδες , με την ομάδα Β να υπερισχύει.
- στο τετραπλούν αριστερό -δεξί παρουσιάστηκε βελτίωση και στις δύο ομάδες με στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($p < 0,05$)
- στο τετραπλούν κουτσό αριστερό υπήρξε βελτίωση και στις δύο ομάδες ,ωστόσο σε καμία από τις δύο ομάδες δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά.
- στο τετραπλούν κουτσό δεξί παρατηρήθηκε εξίσου βελτίωση με το κουτσό αριστερό χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά
- στα διποδικά άλματα παρατηρήθηκε βελτίωση στην ομάδα Β
- στο μονοποδικό κάθετο άλμα του αριστερού ποδιού υπήρξε βελτίωση και στις δύο ομάδες με την μέση τιμή της ομάδα Β να πλησιάζει μια στατιστικώς σημαντική διαφορά ($sd = 0,057, p > 0,05$)
- στις ταχύτητες παρατηρήθηκε βελτίωση και στις δύο ομάδες , με την ομάδα Β να παρουσιάζει στα 0-10μ μια στατιστικώς σημαντική διαφορά ($p < 0,05$)
- στατιστικώς σημαντική διαφορά εμφάνισαν στους χρόνους ταχυτήτων των 0-20 και 0-30 μ. εξίσου και οι δύο ομάδες.
- Μικρή βελτίωση παρουσιάστηκε στους χρόνους ταχυτήτων των 40 μ. εξίου και στις δύο ομάδες.

Σχετικά με τα αποτελέσματα των μετρήσεων CPK στην ομάδα Β τόσο στις αρχικές όσο και στις τελικές αιματολογικές εξετάσεις παρατηρήθηκε προοδευτικά μικρότερη αύξηση σε αντίθεση με την ομάδα Α, η οποία παρουσίασε ιδιαίτερα απότομες αλλαγές ως προς τις τιμές CPK. Τα άτομα και των δύο ομάδων δεν παρουσίασαν έντονη

μυϊκή καταπόνηση, όπως φαίνεται από τον έμμεσο δείκτη μυϊκού τραυματισμού την κρεατινική κινάση (CPK), με ελαφρά χαμηλότερες τιμές όταν η προπόνηση γίνονταν δύο φορές την εβδομάδα

Σαφέστερα στην ομάδα Α οι μέσες τιμές των αρχικών αποτελεσμάτων ήταν : 1η μέτρηση 110 U/L και 2η μέτρηση 137,4 U/L και των τελικών αποτελεσμάτων : 1η μέτρηση 119,4 U/L και η 2η μέτρηση 201 U/L.

Στην ομάδα Β οι μέσες τιμές των αρχικών αποτελεσμάτων CPK ήταν : 1η μέτρηση 98,8 U/L, 2η μέτρηση 105 U/L και 3η μέτρηση 113,8 U/L . Τιμές τελικών αποτελεσμάτων : 1η μέτρηση 130 U/L και 3η μέτρηση 162.6 U/L.

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, ενισχύεται η αρχική υπόθεση σχετικά με την επίδραση της συχνότητας της πλειομετρικής προπόνησης. Η αρχική υπόθεση ήταν, ότι, βελτιώνεται περισσότερο η μυϊκή ισχύ, η αλτικότητα, η ταχύτητα και η ευκινησία εκτελώντας ένα πλειομετρικό πρόγραμμα δύο φορές την εβδομάδα. Παρόλο που οι διαφορές ως προς τις τιμές των επιδόσεων ανάμεσα στις δύο ομάδες δεν ήταν σημαντικά μεγάλες, υπήρξε μεγαλύτερη βελτίωση στην ομάδα Β, η οποία εμφάνισε εκτός των άλλων στατιστικώς σημαντική διαφορά στην αλτικότητα και την ταχύτητα. Η βελτίωση αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι ο όγκος των πλειομετρικών ασκήσεων μοιραζόταν ,με αποτέλεσμα το νευρομυϊκό σύστημα να δεχόταν τα ερεθίσματα αυτά που ήταν αρκετά για να προκαλέσουν τις κατάλληλες νευρομυϊκές προσαρμογές για την βελτίωση, χωρίς να υπερφορτώσουν το μυοσκελετικό και νευρομυϊκό σύστημα. Σύμφωνα και με άλλους ερευνητές οι πλειομετρικές ασκήσεις πρέπει να εκτελούνται έως δύο φορές την εβδομάδα, ώστε να επιτρέπεται επαρκής ανάκαμψη μεταξύ των προπονήσεων (Adams et al., 1992). Ωστόσο υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν το αντίθετο, ότι δηλαδή, πρέπει να εκτελείται μια πλειομετρική προπόνηση ανά εβδομάδα. Συγκεκριμένα ο Bouguezzi και οι συνεργάτες του (2018), στην πειραματική έρευνα που διεξήγαγαν με σκοπό να εξετασθεί, η επίδραση της συχνότητας της πλειομετρικής προπόνησης στην απόδοση αρχάριων ποδοσφαιριστών, πρότειναν πως πρέπει να εκτελείται μια πλειομετρική προπόνηση την εβδομάδα.

Όσον αφορά την συγκεκριμένη μελέτη που εξετάζουμε, μια πολύ σημαντική παράμετρος βάσει της οποίας, ενισχύεται η άποψη ότι οι δυο προπονήσεις την εβδομάδα οδηγούν σε

μεγαλύτερη βελτίωση της απόδοσης , αποτελεί η μέτρηση CRK. Πιο συγκεκριμένα τα άτομα της Β ομάδας δεν εμφάνισαν τόσο υψηλές τιμές μετά από πλειομετρική προπόνηση, σε σχέση με τα άτομα της ομάδας Α (πλειομετρική προπόνηση ανά εβδομάδα) πράγμα που σημαίνει πως δεν είχε επέλθει έντονη καταπόνηση, έτσι ώστε οι τιμές να είναι σημαντικά υψηλές. Σύμφωνα με ποικίλες μελέτες, η απότομη αύξηση της CRK προκαλείται από ιδιαίτερα έντονη προπονητική ένταση και όγκο και γι' αυτό είναι δυνατόν να προκληθεί έντονη καταπόνηση στο μυοσκελετικό σύστημα και μυϊκή βλάβη (Thompson et al., 1997).

Από τα παραπάνω, και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης, γίνεται σαφές ότι, ο καταμερισμός του όγκου πλειομετρικής προπόνησης σε δύο προπονητικές ημέρες επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τις επιδόσεις των αθλητών καθώς αποφεύγεται ,μέσω αυτού, η μεγάλη μυϊκή καταπόνηση και κατ' επέκταση μυϊκή βλάβη. Αυτό συνεπάγεται την καλύτερη τεχνική εκτέλεση των ασκήσεων και απόδοση των ασκούμενων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Βάσει αποτελεσμάτων, και οι δύο ομάδες παρουσίασαν βελτίωση στην μυϊκή ισχύ, αλτικότητα, ταχύτητα και ευκινησία. Παρ' όλα αυτά, η ομάδα η οποία βελτιώθηκε περισσότερο ήταν αυτή που εκτελούσε δύο πλειομετρικές προπονήσεις ανά εβδομάδα. Επιπρόσθετα, τα άτομα της ομάδας αυτής δεν παρουσίασαν έντονη μυϊκή καταπόνηση. Τέλος και οι δύο ομάδες, ήταν "ασφαλείς" στην αποφυγή μυϊκών τραυματισμών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

- Adams K., O'Shea JP. , O'Shea KL. , and Climstein M. (1992) The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *J Appl Sport Sci Res* 6: 36–41
- Arabatzi, F., Kellis E., and Saez-Saez De Villarreal E. (2010). Vertical jump biomechanics after plyometric, weight lifting, and combined {weight lifting + plyometric} training. *J Strength Cond Res* 24: 2440–2448.
- Arazi H. , Eston R., Asadi A. , Roozbeh B. and Saati Zarei A. (2016). Type of Ground Surface during Plyometric Training Affects the Severity of Exercise-Induced Muscle Damage. *Sports (Basel)*. 2016 Mar 1;4(1). pii: E15. doi: 10.3390/sports4010015.
- Asadi A., Arazi H. , Young W. B. , De Villarreal E. S. (2016). The Effects of Plyometric Training on Change-of-Direction Ability: A Meta-Analysis. *Human Kinetics Journals*.
- Robinson A. S. Z. , L.E., Décor, S.T. ,Merrick, M.A., Buckworth, J. (2004). The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *J. Strength Cond. Res.* , 18, 84–91
- Baechle T.R., Earle R.W. (2008) *Essentials of Strength Training and Conditioning*. 3rd edition. Champaign, IL: Human Kinetics; 396
- Bais R., Edwards JB. (1982). Creatine Kinase *Crit Rev Clin Lab Sci*. 1982;16(4):291-335.
- Bedi JF, Cresswell AG, Engel TJ, and Nicol SM.(1987). Increase in jumping height associated with maximal effort vertical depth jumps. *Res Q Exerc Sport* 58: 11–15
- Bedoya A.A, Miltenberger M.R., and Lopez R.M. (2015) Plyometric Training Effects on Athletic Performance in Youth Soccer Athletes: A Systematic Review. *J Strength Cond Res*. 2015 Aug; 29(8):2351-60. doi: 10.1519/JSC.0000000000000877.
- Behrens M, Mau-Moeller A, Mueller K, Heise S, Gube M, Beuster N, Herlyn PK, Fischer DC and Bruhn S. (2016). Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions. *J Sci Med Sport* 19: 170-176,
- Bouguezzi R. , Chaabene H. , Negra Y. , Ramirez-Campillo R. (2018). Effects of Different Plyometric Training Frequency on Measures of Athletic Performance in Prepuberal Male Soccer Players. *J Strength Cond Res*. 2018 Feb 1. doi: 10.1519/JSC.0000000000002486. [Epub ahead of print]
- Bosco C, Pittera C. (2014). Zur Trainingswirkung neuentwickelter Sprungübungen auf die Explosivkraft. *Leistungssport* 19821236–39.
- Chelly, Souhail M.; Hermassi, Souhail; Aouadi, Ridha, Shephard, Roy J. (2014). Effects of 8-Week In-season Plyometric Training on Upper and Lower Limb Performance of Elite

- Adolescent Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 28(5): 1401–1410.
- Chimera N.J. , Swanik K.A., Swanik C.B., and Straub S.J. (2004). Effects of Plyometric Training on Muscle-Activation Strategies and Performance in Female Athletes. *J Athl Train*. 39(1): 24–31.
- Chu D.A. (1998) *Jumping into plyometrics*. Champaign, IL: Human Kinetics
- Corbin C.B. & Lindsney. (2007) *Fitness for life*. Champaign, IL : Human Kinetics
- Cormie P, McBride JM, and McCaulley GO. (2009). Power-time, forcetime, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: Impact of training.*J Strength Cond Res* 23: 177–186
- De Villarreal ES-S, Kellis E, Kraemer WJ, and Izquierdo M. (2009) Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: A Meta-analysis.*J Strength Cond Res* 23: 495–506
- Delecluse C, Van Coppenolle H, Willems E. (1995). Influence of high-resistance and high-velocity training on sprint performance. *Med Sci Sports Exerc*. 1995 Aug;27(8):1203-9.
- Driss T. and Vandewalle H. . (2013). The measurement of maximal (anaerobic) power output on a cycle ergometer: a critical review. *Biomed Res Int*. 2013:589361. doi: 10.1155/2013/589361. Epub 2013 Aug 29.
- Drust B., et al. (2005). Circadian rhythms in sports performance an update. *Chronobiol Int*, . 22(1): p. 21-44
- Häkkinen K., Alén M. and Komi P.V. (1985).Changes in isometric force-and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand* 125(4):573-85.
- Harland, M., & Steele, J. (1997). Biomechanics of the Sprint Start. *Sports Medicine*, 23 (1), 11-20
- Harman E. (2008). Principles of Test selection and administration, In *Essentials of Strength Training and Conditioning*, Champaign, IL: Human Kinetics Inc.
- Heiderscheit, B. C., McLean, K. P., & Davies, G. J. (1996 Feb). The effects of isokinetic versus plyometric training on the shoulder internal rotators. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 23(2), 125e133.
- Hoffman J. (2014). *Physiological Aspects of Sport Training and Performance*. Second Edition With Web Resource.
- Holcomb WR, Lander JE, Rutland RM, and Wilson GD. (1996). The effectiveness of a modified plyometric program on power and the vertical jump. *J Strength Cond Res* 10: 89–92

- Kurokawa S, Fukunaga T, Fukashiro S (2001) Behavior of fascicles and tendinous structures of human gastrocnemius during vertical jumping. *J Appl Physiol* 90:1349–1358
- Landesman R, Graber EA. (1984). Abdominovaginal delivery: modification of the cesarean section operation to facilitate delivery of the impacted head. *Am J Obstet Gynecol.* 1984 Mar 15;148(6):707-10.
- Lockie R. G. , Murphy A. J. , Callaghan S. J. , Jeffriess M. D (2014). Effects of sprint and plyometrics training on field sport acceleration technique. *Journal of Strength and Conditioning Research Publish Ahead of Print.* 1790-801. doi: 10.1519/JSC.0000000000000297.
- Lott JA, Stang JM. (1989).Differential diagnosis of patients with abnormal serum creatine kinase isoenzymes. *Clin Lab Med.* 1989 Dec;9(4):627-42.
- Macaluso F. PhD, Ashwin W. Isaacs. (2012) Preferential Type II Muscle Fiber Damage From Plyometric Exercise. *Journal of Athletic Training.*
- Maćkala K, Fastiak M (2015). Acute effects of plyometric intervention - performance improvement and related changes in sprinting gait variability. *J Strength Cond Res.* 2015; 29(7):1956–65.
- Mataulij D, Kukolj M, Ugarkovic D, Tihanyi J, Jaric S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *J Sports Med Phys Fitness.* ;41(2):159-64.
- Markovic G . (2007). Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review. *British Journal of Sports Medicine* 41(6):349-55.
- Martel G.F., Harmer M.L., Logan J.M., Parker C.B. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Med. Sci. Sports Exerc.* , 37, 1814–1819
- McArdle A., MacLaren D.P.M., Ashton T. (2005). The emerging role of free radicals in delayed onset muscle soreness and contraction-induced muscle injury. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol.* 2005 Nov;142(3):257-66. Epub 2005 Sep 8.
- McBride, McBride T. T , Davie A. and Newton R. U. . (1999). A Comparison of Strength and Power Characteristics Between Power Lifters, Olympic Lifters, and Sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research.* *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13: 58-66
- Meltzer HY. (1971). Plasma creatine phosphokinase activity, hypothermia, and stress. *American Journal of Physiology*, Vol.221 , No.3.
- Michailidis Y, Fatouros IG, Primpa E, Michailidis C, Avloniti A, Chatzinikolaou A, Barbero-Álvarez JC, Tsoukas D, Douroudos II, Draganidis D, Leontsini D, Margonis K, Berberidou F, Kambas A. (2013). Plyometrics’ trainability in preadolescent soccer athletes. *J Strength Cond Res.* 27(1):38-49.

- Miller M. G. , Herniman J. J. , Ricard M. D. , Cheatham C. C. and Michael T.J. . (2006). The Effects of a 6-Week Plyometric Training Program on Agility. *Journal of Sports Science and Medicine* 1;5(3):459-65. eCollection 2006.
- Milic V., Nejc D., Kostic R. (2008). The effect of plyometric training on the explosive strength of leg muscles of volleyball players on single foot and two-foot takeoff jumps.
- Naclerio , Jiménez A. , Alvar B. A. , Peterson M. D. . (2009). Assessing Strength and Power in Resistance Training. *Journal of Human Sport & Exercise. Clin Chim Acta.* 1989 Feb 15;179(2):163-8.
- Passos-Bueno MR. , Rabbi-Bortolini E. , Azevêdo E. , Zatz M. (1989). Racial effect on serum creatine-kinase: Implications for estimation of heterozygosity risks for females at-risk for Duchenne dystrophy.
- Prentice E. W. (2006). Τεχνικές αποκατάστασης αθλητικών κακώσεων.
- Ramírez-Campillo R. , Vergara-Pedrerros M., Henríquez-Olguín C. (2015, 22 Jun.). Effects of plyometric training on maximal-intensity exercise and endurance in male and female soccer players. *J. Sports Science.* 34(8):687-93.
- Robinson L.E., Devor S.T. Merrick M.A. ,Buckworth J. (2004). The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *J. Strength Cond Research* 18, 84–91.
- Schneider C. M. , Dennehy C. A., Rodearmel S. J. , Hayward J.R., MS. (1995). Effects of Physical Activity on Creatine Phosphokinase and the Isoenzyme Creatine Kinase–MB. *Ann Emerg Med.* 1995 Apr;25(4):520-4.
- Slimani M. , Chamari K. , Miarka B. . (2016, Oct 14). Effects of Plyometric Training on Physical Fitness in Team Sport Athletes: A Systematic Review. *J Hum Kinet.* 2016 Dec 1; 53: 231–247.
- Teo W., Newton M.J., and McGuigan M.R. (2011). Circadian rhythms in exercise performance: implications for hormonal and muscular adaptation. *J Sports Sci Med,* 10(4): 600-6.
- Thomas K., French D., Hayes PR. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *J Strength Cond Res.*
- Thompson W., Gordon N. and Pesciello L. (2014) ACSM, Benefits and Risks associated with physical activity, in ACSM'S Guidelines for Exercise Testing and Prescription ed. W.K.L.W. Wilkins. Philadelphia
- Thompson P. D., Zmuda J. M., Domalik L. J., Zimet R. J., Staggers J., Guyton J. R. (1997). Lovastatin increases exercise-induced skeletal muscle injury. *Metabolism Clinical and Experimental* : Volume 46, Issue 10, Pages 1206–1210

- Váczai M., J. Tollár, Meszler B., Juhász I. and Karsai I. (2013). Short-Term High Intensity Plyometric Training Program Improves Strength, Power and Agility in Male Soccer Players. *J Hum Kinet.*
- Verkhoshansky Yuri V.; Lazarev, V. V. (1989). Principles of planning speed and strength/speed endurance training in sports. *National Strength and Conditioning Association Journal*: 11(2): 58-61
- Wang YC, Zhang N. (2016). Effects of plyometric training on soccer players. *Exp Ther Med.* 2016 Aug; 12(2): 550–554.
- Wilk, K.E., M.L. Voight, M.A. Keirns, V. Gambetta, J.R. Andrews, and C.J. Dillman. 1993. Stretch-shortening drills for the upper extremities: Theory and clinical application. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 17: 225-239
- Plyometric and Speed Training. Available from: https://www.researchgate.net/publication/322040348_Plyometric_and_Speed_Training [accessed Oct 26 2018].
- Wong E. T., M.D. Cobb C., M.D. Umehara M. K.(1983). Heterogeneity of Serum Creatine Kinase Activity among Racial and Gender Groups of the Population. *Am J Clin Pathol.* 1983 May;79(5):582-6.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Καρατζαφέρη Χ., Γκιάτα Π., Θεοφιλίδης Γ., Κρασέ Αργυρώ (2015). Εγχειρίδιο για την σωματική αξιολόγηση αθλητών: δοκιμασίες εργαστηρίου και πεδίου για την επιστημονική υποστήριξη του αγωνιστικού αθλητισμού. Αποθετήριο Κάλιππος.
- Κοτζαμανίδης Ν. (2014, Θεσσαλονίκη). Προπονητικές Προσαρμογές στις Αναπτυξιακές Ηλικίες. Αλτικότητα. Ανοιχτά ακαδημαϊκά μαθήματα <http://opencourses.gr/index.xhtml?jsessionid=47AAB0AA2BC58B8EB049193823A379F8>
- Μοσχοβάκη Α. CPK και Υπερκόπωση. <http://www.ygeiaonline.gr/ta-panta-gia-tin-ygeia/arthra-ygeias/57-ge-pathologia/16669-afkshmenh-cpk-kai-yperkopwsh>
- Μπογδάνης Γ. , Βεληγκέκας Π. (2017). Θεωρία και Μεθοδολογία Προπονητικής Αλμάτων Κλασσικού Αθλητισμού. Ιατρικές Εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδης
- Κοτζαμανίδης Χ.(2005). Προπονητικές Προσαρμογές στις Αναπτυξιακές Ηλικίες. Ενότητα 4 : Αλτικότητα