



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΘΗΝΩΝ**

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΟΜΕΑΣ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Αλλαγές στον ρυθμό εφαρμογή δύναμης των κάτω άκρων
από την προπαρασκευαστική στην αγωνιστική περίοδο σε
αθλητές ρίψεων»**

Κωνσταντίνος Μυλωνάς

**Επιβλέπων Καθηγητής: : Γεώργιος Καραμπάτσος Αναπληρωτής
καθηγητής**

ΙΟΥΛΙΟΣ 2021

© Copyright
Ονοματεπώνυμο συγγραφέα
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα (Times New Roman 12 στο κέντρο)

ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟΝ ΡΥΘΜΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΤΩΝ ΚΑΤΩ ΑΚΡΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΑΓΩΝΗΣΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟ ΣΕΑΘΛΗΤΕΣ ΡΙΨΕΩΝ

Περίληψη

Τις αθλητικές ρίψεις αποτελούν τα αγωνίσματα του ακοντισμού, της δισκοβολίας, της σφαιροβολίας και της σφυροβολίας. Η προπόνηση των αθλητών ρίψεων βασίζεται στις αρχές του περιοδισμού, που με βάση τη θεωρία αυτή, η αθλητική χρονιά χωρίζεται σε τρεις κύριες περιόδους μέσα στις οποίες υπάρχουν αυξομειώσεις της έντασης και του όγκου της προπόνησης με στόχο την κορύφωση της επίδοσης στην περίοδο των αγώνων. Για τη μεγιστοποίηση της ριπτικής επίδοσης πέρα της τεχνικής κατάρτισης των αθλητών και άλλων παραμέτρων ένας εκ των οποίων διαδραματίζει σημαντικότατο ρόλο είναι η αύξηση της παραγόμενης μυϊκής ισχύος των ριπτών. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει τις αλλαγές στο ρυθμό εφαρμογής δύναμης (ΡΕΔ) από την προπαρασκευαστική στην αγωνιστική περίοδο σε αθλητές των ρίψεων. Στην έρευνα συμμετείχαν 7 αθλητές μέσου έως υψηλού επιπέδου και των τεσσάρων ριπτικών αγωνισμάτων, οι οποίοι αξιολογήθηκαν στην ισχύ των κάτω άκρων μέσω του ΡΕΔ στη φάση 2 της προπαρασκευαστικής περιόδου (T1) και στη φάση 3 της αγωνιστικής περιόδου (T2). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο ΡΕΔ αυξήθηκε από την T1 στην T2 περίοδο σε όλα τα χρονικά σημεία που αυτός αξιολογήθηκε. Συγκεκριμένα, στα 150ms υπήρξε ποσοστιαία αύξηση κατά 3.363 ± 1.7 ($p=0.024$, $\eta^2=0.599$, $power=0.705$), στα 200ms υπήρξε ποσοστιαία αύξηση κατά 2.225 ± 1.7 ($p=0.009$, $\eta^2=0.710$, $power=0.888$) και στα 250ms υπήρξε ποσοστιαία αύξηση κατά $1,978 \pm 1,7$ (από $p=0.003$, $\eta^2=0.799$, $power=0.980$). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση του ΡΕΔ από την πρώτη στην δεύτερη αξιολόγηση, που συνεπάγεται την αύξηση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων των αθλητών με σκοπό την βελτίωση της ριπτικής τους επίδοσης.

Λέξεις κλειδιά: Αθλητικές ρίψεις, ρυθμός εφαρμογής δύναμης, περιοδισμός της προπόνησης

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	iii
Πίνακας Περιεχομένων	iv
Κατάλογος Σχημάτων	vi
Κατάλογος Πινάκων	vi
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών	vi
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ.1
1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος	σελ.2
1.2. Σημασία της έρευνας.....	σελ.2
1.3. Ερευνητικά ερωτήματα	σελ.2
1.4. Ερευνητικές υποθέσεις.....	σελ.2
1.5. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας	σελ.2
1.6. Περιγραφή όρων	σελ.3
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	σελ.4
2.1. Αθλητικές ρίψεις.	σελ.4
2.2. Η θεωρία του περιοδισμού στις αθλητικές ρίψεις.....	σελ.5
2.3. Μυϊκή ισχύς στους αθλητές ρίψεων	σελ.6
2.4. Αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος στους αθλητές ρίψεων.....	σελ.8
2.5. Ρυθμός εφαρμογής δύναμης στις αθλητικές ρίψεις.....	σελ.9
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	σελ.11
3.1. Ερευνητικός σχεδιασμός	σελ.11
3.2. Περιγραφή δοκιμαζόμενων	σελ.11
3.3. Περίοδος πραγματοποίησης μετρήσεων	σελ.12
3.4. Περιγραφή των οργάνων μέτρησης.....	σελ.12
3.5. Περιγραφή των δοκιμασιών	σελ.12
3.5.1. Αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων	σελ.13
3.6. Στατιστική ανάλυση	σελ.13

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ σελ.14

4.1. Αποτελέσματα διαφορών μεταξύ των περιόδων προπόνησης της παραμέτρου αξιολόγησης..... σελ.14

4.1.1. Αλλαγές του ρυθμού εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων..... σελ.14

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ σελ.16

5.1. Αλλαγές στην παράμετρο ισχύος των κάτω άκρων από την προπαρασκευαστική έως την αγωνιστική περίοδο..... σελ.16

VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ..... σελ.17

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ σελ.18

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ σελ.21

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1.1. Αλλαγές του ρυθμού μεταβολής δύναμης $RFD(N \cdot s^{-1})$ μεταξύ των περιόδων αξιολόγησης T1-T2..... σελ.15

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1. Αλλαγές και ποσοστιαίες % μεταβολές του ρυθμού εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων μεταξύ των περιόδων προπόνησης σελ.15

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΡΕΔ: Ρυθμός εφαρμογής δύναμης

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι αθλητικές ρίψεις εμπεριέχονται στα αγωνίσματα του κλασικού αθλητισμού και διακρίνονται στον ακοντισμό, στην δισκοβολία, τη σφαιροβολία και τη σφυροβολία. Στόχος της συνεργασίας αθλητή – προπονητή είναι η βελτίωση της ριπτικής επίδοσης. Για την εξυπηρέτηση του στόχου αυτού, κρίνεται αναγκαίος ο σχεδιασμός των προγραμμάτων προπόνησης ενός ετήσιου κύκλου με βάση τη θεωρία του περιοδισμού (Matveyev, 1981). Ο σχεδιασμός ενός τέτοιου προγράμματος βασίζεται στην διαίρεση της αθλητικής χρονιάς σε περιόδους (προπαρασκευαστική, αγωνιστική και μεταβατική) οι οποίες μπορούν να υποδιαιρεθούν σε φάσεις. Το είδος των φάσεων αυτών ταξινομείται ανάλογα με τον όγκο, την ένταση, την συχνότητα, τη διάρκεια, αλλά και το είδος των φορτίων της προπονητικής επιβάρυνσης.

Οι αθλητές ρίψεων χαρακτηρίζονται για τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά τους, όπως τη μυϊκή μάζα, το ανάστημα και το άνοιγμα χεριών τους. Όσο μεγαλύτερη είναι η μυϊκή μάζα, τόσο μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη μπορεί να παραχθεί, δηλαδή υψηλότερα ποσοστά μυϊκής ισχύος (Terzis et al., 2003). Η μυϊκή ισχύς ορίζεται από το γινόμενο της δύναμης επί τη ταχύτητα ($P=F \times V$) (Kawamori et al., 2004). Σημαντική παράμετρος στην αύξηση της ριπτικής επίδοσης και ριπτικής ικανότητας παίζει και η άλιπη σωματική μάζα (Anousaki et al., 2018, Terzis et al., 2010, Zaras et al., 2014).

Κατά τη φάση της τελικής προσπάθειας σε μία ρίψη οι αθλητές παράγουν υψηλά ποσοστά μυϊκής ισχύος σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η ικανότητα του ρίπτη να εφαρμόζει υψηλά ποσοστά δύναμη σε σύντομο χρόνο καθορίζεται κυρίως από τρεις βιολογικούς παράγοντες, την κατανομή των μυϊκών ινών (κυρίως των μυϊκών ινών ταχείας συστολής), τη μυϊκή δύναμη και την νευρομυϊκή ενεργοποίηση κατά τη διάρκεια μιας προσπάθειας (Karampatsos et al., 2013, Moriati, 2003). Σημαντικό παράγοντα προσδιορισμού της ικανότητας παραγωγής μυϊκής ισχύος αποτελεί ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης (PEΔ), η ικανότητα δηλαδή του νευρομυϊκού συστήματος να παράγει μέγιστη δύναμη στα πρώτα χιλιοστά του δευτερολέπτου της μυϊκής συστολής. Δεδομένα για το ρυθμό εφαρμογής δύναμης λαμβάνουμε στα πρώτα 150 – 240ms της κίνησης, καθώς μέσα σ' αυτό το διάστημα ο αθλητής καλείται να ολοκληρώσει την

ριπτική του προσπάθεια. Ο ΡΕΔ σχετίζεται με τη μέγιστη δύναμη και τη μυϊκή ισχύ σε αθλητές ρίψεων, ακόμα παρουσιάζει σημαντική συσχέτιση με την υπερτροφία του μυός (Zaras et al., 2016), καθώς και με την άλιπη σωματική μάζα (Anousaki et al., 2018, Zaras et al., 2016).

Σκοπός της μελέτης είναι να εξεταστούν οι αλλαγές στο ρυθμό εφαρμογή δύναμης των κάτω άκρων από την προπαρασκευαστική στην αγωνιστική περίοδο σε αθλητές ρίψεων μέσου έως υψηλού επιπέδου.

1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Η συγκεκριμένη έρευνα εστιάζει στην αξιολόγηση της ισχύος των κάτω άκρων μέσω του ρυθμού εφαρμογής δύναμης από την προπαρασκευαστική στην αγωνιστική περίοδο σε αθλητές ρίψεων.

1.2 Σημασία της έρευνας

Η συγκεκριμένη έρευνα ουσιαστικά παρακολούθησε την εξέλιξη των επιδράσεων της προπονητικής διαδικασίας στην ικανότητα παραγωγής ισχύος των κάτω άκρων μεταξύ της προπαρασκευαστικής και αγωνιστικής περιόδου μέσα από μία εργομετρική διαδικασία. Τα ευρήματα θα βοηθήσουν τους προπονητές των αθλητών, που συμμετείχαν στην έρευνα στον καλύτερο και πιο προσαρμοσμένο στον αθλητή προπονητικό σχεδιασμό.

1.3 Ερευνητικά ερωτήματα

Πρώτο ερευνητικό ερώτημα: Θα υπάρξει μεταβολή στη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων των αθλητών από την προπαρασκευαστική στην αγωνιστική περίοδο;

1.4 Ερευνητικές υποθέσεις

Πρώτη ερευνητική υπόθεση: Θα υπάρξουν μεταβολές στη μυϊκή ισχύ των κάτω άκρων των αθλητών μεταξύ των περιόδων προπόνησης.

1.5 Οριοθετήσεις και Περιορισμοί

Στην έρευνα συμμετείχαν μόνο άνδρες αθλητές ρίψεων και από τα τέσσερα ριπτικά αγωνίσματα. Δεν υπήρξε καμία παρέμβαση από τον ερευνητή στο

προπονητικό σχεδιασμό των προπονητών. Τα ευρήματα της έρευνας πιθανόν να μην μπορούν να γενικευθούν σε αθλήτριες των ρίψεων.

1.6 Περιγραφή των όρων

Μυϊκή ισχύς: Είναι το έργο που παράγεται από έναν μυ ή μία ομάδα μυών στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή είναι το γινόμενο της μυϊκής δύναμης και της ταχύτητας κίνησης.

Περιοδισμός της προπόνησης: Ο διαχωρισμός ενός ολοκλήρου προπονητικού έτους σε περιόδους και φάσεις με στόχο την καλύτερη προετοιμασία του αθλητή για τους αγώνες.

ΡΕΛ: Ρυθμός εφαρμογής δύναμης. Ο ρυθμός ανάπτυξης της μεγίστης μυϊκής δύναμης στα πρώτα ms μιας γρήγορης μυϊκής συστολής

Ριπτική επίδοση: Μια καταγεγραμμένη αγωνιστική επίδοση.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Αθλητικές ρίψεις

Οι αθλητικές ρίψεις αποτελούνται από τέσσερα αγωνίσματα του κλασικού αθλητισμού, τη σφαιροβολία, τη δισκοβολία, τον ακοντισμό και τη σφυροβολία. Στη σφαιροβολία διακρίνουμε δύο παλμούς για την εκτέλεση της ρίψης από τους αθλητές, τον ευθύγραμμο παλμό (τενική Ο' Bryan) και τον περιστροφικό παλμό (τεχνική Barishnikof). Στη δισκοβολία οι αθλητές εκτελούν μία περιστροφή και μια διασκελιστική μετατόπιση με στόχο να βρεθούν σε μία ισορροπημένη και δυναμική τελική διπλή στήριξη με μπλοκαρισμένη αριστερή πλευρά, ώστε να επιταχυνθεί πάνω σ' αυτή η δεξιά πλευρά. Το αγώνισμα του ακοντισμού είναι το ελαφρύτερο και μοναδικό αγώνισμα στο οποίο ο αθλητής πριν τη ρίψη πραγματοποιεί δρομική φορά. Σημαντικό ρόλο για τη ρίψη παίζει η αεροδυναμική κατασκευή του οργάνου. Η σφυροβολία είναι ένα αγώνισμα που το σύστημα αθλητής – όργανο μεταφέρεται με τρεις ή τέσσερις περιστροφές από το πίσω στο μπροστινό μέρος της βαλβίδας με στόχο να αναπτύξει μέγιστη ταχύτητα. Στόχος κάθε προσπάθειας του αθλητή σε όλα τα αγωνίσματα είναι να πετύχει τη μέγιστη απόσταση ρίψης του οργάνου εντός του τομέα ρίψεων.

Καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόσταση βολής είναι ικανότητές του ίδιου του ρίπτη (ενδογενείς παράγοντες). Εκτός από τα σωματικά προσόντα του αθλητή (δύναμη, ισχύ, ανάστημα κ.τ.λ.), η συνισταμένη των δυνάμεων που ασκεί πάνω στο όργανο καθορίζει τους βιομηχανικούς παράγοντες της ρίψης, την ταχύτητα, τη γωνία και το ύψος απελευθέρωσης του ριπτικού οργάνου (Γεωργιάδης & Τερζής 2012). Η ταχύτητα απελευθέρωσης είναι αναμφίβολα ο κυριότερος παράγοντας, καθώς εάν αυτή διπλασιαστεί θα έχουμε ως αποτέλεσμα τον τετραπλασιασμό της απόστασης (Young & Li, 2005). Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν το ριπτικό αποτέλεσμα, αλλά δεν μπορούν να ελεγχθούν άμεσα από τον ίδιο τον αθλητή (αντίσταση του αέρα, επιτάχυνση της βαρύτητας) ονομάζονται εξωγενείς. Ακόμα οι δύο αυτοί παράγοντες μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα και με την χρονική στιγμή που επιδρούν κατά την εκτέλεση μιας ριπτικής προσπάθειας και διακρίνονται στους παράγοντες που επιδρούν πριν, κατά την

διάρκεια και μετά την εκτέλεση του παλμού. Πιο συγκεκριμένα πριν την εκτέλεση της φάσης φόρας ή παλμού επιδρούν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του αθλητή. Κατά την διάρκεια της εκτέλεσης της φάσης αυτής επιδρούν οι δυνάμεις που αναπτύσσονται από τον αθλητή, καθώς και ο χρόνος, η κατεύθυνση και το διάστημα που ασκούνται στο όργανο που βάλλεται. Στη φάση της απελευθέρωσης του οργάνου επιδρούν η ταχύτητα, το ύψος και η γωνία απελευθέρωσης.

2.2 Η θεωρία του περιοδισμού στις αθλητικές ρίψεις

Πέρα από τους παραπάνω παράγοντες το σημαντικότερο ρόλο στην ριπτική απόδοση του αθλητή είναι η συμβολή της τεχνικής του κατάρτισης. Η σωστή τεχνική αποτελεί το μέσο για την μεταβίβαση της μυϊκής του δύναμης και ισχύος, που διαθέτει ο αθλητής, στο όργανο που βάλλετε. Η τελειοποίηση της τεχνικής του αθλητή προϋποθέτει την συνεχή μύησή του στο κινητικό πρότυπο αδιάλειπτα μέσα στη χρονιά, καθώς και την ενδυνάμωση των μυϊκών του ομάδων, που συμμετέχουν σε αυτή (Bryant 1998). Μέσα από την εξειδικευμένη για το αγώνισμα προπονητική διαδικασία που πραγματοποιούν οι αθλητές των ρίψεων έχουν ως στόχο την σταδιακή μεγιστοποίηση της απόδοσής τους (Γεωργιάδης & Τερζής 2012). Κατά τη γενική φυσική προετοιμασία εφαρμόζεται αυξημένος όγκος προπόνησης με στόχο να δεχθούν οι αθλητές επιβάρυνση υψηλής έντασης η οποία αυξάνεται προοδευτικά κατά τη διάρκεια της ειδικής φυσικής προετοιμασίας, ενώ ο όγκος παραμένει σταθερός ή μειώνεται ελαφρά. Στην αγωνιστική περίοδο πραγματοποιείται σταδιακή μείωση του όγκου προπόνησης και αύξηση της έντασης. Το διάστημα της κυμαίνεται από δύο έως τέσσερις εβδομάδες «φορμάρισμα» και στοχεύει στην κορύφωση της επίδοσης (Γεωργιάδης & Τερζής 2012). Η θεωρία του περιοδισμού διατυπώθηκε από τον L. P. Matveyev το 1965, ο οποίος παρέθεσε ότι ένας ετήσιος κύκλος θα πρέπει να αποτελείται από τρεις βασικές περιόδους (Matveyev 1981), την προπαρασκευαστική περίοδο, την αγωνιστική περίοδο και τη μεταβατική περίοδο, όπου οι πρώτες δύο μπορούν να υποδιαιρεθούν σε περισσότερες φάσεις. Καθ' όλη την αθλητική χρονιά οι αθλητές στοχεύουν να βελτιώσουν την απόδοσή τους με την ανάπτυξη όλων των ικανοτήτων, που συνεισφέρουν στην επίτευξη των στόχων της προπόνησης. Η προπόνηση

μπορεί να ταξινομηθεί σε τρεις βασικούς τομείς, τη γενική ή βασική προπόνηση, την ειδική προπόνηση και την αγωνιστική προπόνηση, ανάλογα με το είδος, την ένταση, τη διάρκεια και την συχνότητα της επιβάρυνσης. Το πρόγραμμα προπόνησης διαμορφώνεται ανάλογα με τους αγωνιστικούς στόχους που πρέπει να επιδιωχθούν. Κάθε φάση αποβλέπει στη σωστή προετοιμασία του αθλητή για την αγωνιστική περίοδο, ο οποίος μέσω του φορμαρίσματός θα πρέπει να κορυφώσει την επίδοσή του στον αγώνα στόχο της χρονιάς.

2.3 Μυϊκή ισχύς στους αθλητές ρίψεων

Τα ριπτικά αγωνίσματα χαρακτηρίζονται για τα υψηλά ποσοστά μυϊκής ισχύος που μπορούν να παραχθούν κατά τη ρίψη. Κάθε αθλητής που στοχεύει στην επίτευξη υψηλών επιδόσεων θα πρέπει να διαθέτει την ικανότητα να παράγει μεγάλα ποσοστά μυϊκής ισχύος (Zatsiorsky et al., 1981). Ως μυϊκή ισχύς ορίζεται το έργο που παράγει ένας μυς ή μια ομάδα μυών στη μονάδα του χρόνου (Γεωργιάδης & Τερζής 2012). Η μυϊκή ισχύς είναι παράγωγο της μυϊκής δύναμης και της ταχύτητας, έτσι, ένα από τα δύο στοιχεία ή και τα δύο ταυτόχρονα είναι αναγκαίο να ενσωματωθούν σε ένα πρόγραμμα προπόνησης που έχει ως στόχο να αναπτυχθεί η μυϊκή ισχύς και κατά συνέπεια η ριπτική επίδοση (Judge 2007; Kawamori et al., 2004). Η μυϊκή ισχύς καθορίζεται κυρίως από την μυϊκή μάζα, την κατανομή των μυϊκών ινών και τον αριθμό των μυϊκών ινών που επιστρατεύονται κατά την διάρκεια μιας συγκεκριμένης κίνησης (Moritani, 2002). Η κατανομή των μυϊκών ινών θεωρείται ότι καθορίζεται κυρίως από κληρονομικούς παράγοντες (Komi and Karlsson, 1979). Οι αθλητές ρίψεων περνούν ένα μεγάλο μέρος της προετοιμασίας τους χρησιμοποιώντας προπόνηση με αντιστάσεις με σκοπό να προκαλέσουν αύξηση της μυϊκής μάζας, της δύναμης καθώς, και του επιπέδου της νευρομυϊκής ενεργοποίησης (Duchateau et al., 2006). Στις αθλητικές ρίψεις η ταχύτητα απελευθέρωσης θεωρείται ο σημαντικότερος παράγοντας (Young & Li, 2005). Έτσι συμπεραίνουμε ότι οι αθλητές έχουν υψηλή ικανότητα παραγωγής μυϊκής ισχύος, καθώς πρέπει να υπερνικήσουν και τη μεγάλη εξωτερική αντίσταση του οργάνου (Γεωργιάδης & Τερζής 2012). Η Ανουσάκη και συνεργάτες (2018), βρήκαν στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην επίδοση στην σφαιροβολία γυναικών με ευθύγραμμο παλμό και την παραγωγή μυϊκής ισχύος.

Στη μελέτη συμμετείχαν 7 αθλήτριες της σφαιροβολίας οι οποίες αγωνίστηκαν στον τελικό του πανελληνίου πρωταθλήματος κλειστού στίβου. Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιήθηκε τρεις μέρες μετά τον αγώνα και οι αθλήτριες αξιολογήθηκαν στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση (CMJ). Τα ευρήματα αυτής της μελέτης έδειξαν σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στην ριπτική επίδοση και το άλμα $r : 0.766-0.913, p<0.05$. Άλλη μία έρευνα που παίζει σημαντικό ρόλο στην προπονητική διαδικασία κυρίως αρχαρίων αθλητών ρίψεων είναι αυτή του Ζάρα και συνεργατών (2013) καθώς βρέθηκε ότι η προπόνηση δύναμης με ποσοστό 30% της μέγιστης δύναμης και με την προδιάθεση για μέγιστη ταχύτητα κατά την εκτέλεση των ασκήσεων, αυξάνει τη ριπτική επίδοση, τη μυϊκή δύναμη, την μυϊκή ισχύ και την εγκάρσια διατομή των μυϊκών ινών τύπου ΙΙΧ του τετρακέφαλου χωρίς να αλλάξει το ποσοστό κατανομής τους. Τέλος μέσω της προπονητικής στρατηγικής του «φορμαρίσματος» δηλαδή, η μείωση του όγκου προπόνησης με την ταυτόχρονη αύξηση της έντασης οδηγεί στην αύξηση της μυϊκής δύναμης και ισχύος και κατά συνέπεια της επίδοσης (Mujika et al., 2004). Οι Stone και συνεργάτες (2003), εξέτασαν την σχέση μεταξύ μέγιστης δύναμης, ισχύος και επίδοσης στην σφαιροβολία. Στην έρευνα συμμετείχαν 11 αθλητές και αθλήτριες των ρίψεων, κολεγιακού επιπέδου. Η πειραματική διαδικασία διήρκησε συνολικά 8 εβδομάδες, ενώ είχε προηγηθεί ένα προπονητικό πρόγραμμα 6 εβδομάδων υψηλού όγκου. Η προπόνηση χωρίστηκε σε δύο φάσεις τεσσάρων εβδομάδων η καθεμία με στόχο τη μέγιστη δύναμη και την δύναμη – ισχύ αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση στην επίδοση της σφαιροβολίας από 11.9 ± 1.9 σε $12.6 \pm 31.7m$. Επίσης, η μέγιστη μυϊκή δύναμη (IPF) συσχετίστηκε με την ριπτική επίδοση από $r=0.67-0.75$. Τα ευρήματα συμπίπτουν και μ' αυτά από αρχάριους ασκούμενους. Ο Ζάρας και συνεργάτες (2013), μελέτησαν την επίδραση που έχει η προπόνηση δύναμης και ισχύος στην ριπτική επίδοση. Στη μελέτη συμμετείχαν 17 αθλητές σφαιροβολίας, αρχάριου επιπέδου. Η έρευνα διήρκησε 6 εβδομάδες. Η πειραματική διαδικασία χωρίστηκε σε δύο ομάδες, την ομάδα δύναμης και την ομάδα ισχύος. Από τα αποτελέσματα παρατηρείται ότι η ομάδα δύναμης κατόρθωσε να αυξήσει την ρίψη σφαίρας πίσω, ρίψη σφαίρας μπροστά και την ρίψη σφαίρας από τελική διπλή στήριξη κατά $13.4 \pm 3.6\%$, $11.6 \pm 3.2\%$ και $7.3 \pm 2.7\%$ αντίστοιχα ($p<0.005$).

2.4 Αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος στους αθλητές ρίψεων

Για την αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος στους αθλητές ρίψεων χρησιμοποιούνται διάφορες δοκιμασίες όπως το κατακόρυφο άλμα (vertical jump), το άλμα σε μήκος από στάση (broad jump), το άλμα με αιώρηση (counter movement jump), το άλμα βάθους (drop jump), καθώς και το wingate test . Το wingate test αποτελεί μια πολύ έγκυρη και αξιόπιστη δοκιμασία αξιολόγησης της αναερόβιας ικανότητας, ικανότητα παρεμφερή με τη μυϊκή ισχύ. Στην δοκιμασία αυτή η μέγιστη ισχύ που παράγεται κατά τα 5 πρώτα δευτερόλεπτα της προσπάθειας έχει την υψηλότερη σημασία για τους αθλητές των ρίψεων καθώς, το χρονικό διάστημα αυτό προσεγγίζει περισσότερο στην χρονική διάρκεια της ριπτικής προσπάθειας. Τα προπονητικά προγράμματα που αφορούν τα αγωνίσματα των ρίψεων στοχεύουν στη βελτίωση της μυϊκής δύναμης, καθώς και στην εκτέλεση κινήσεων υψηλής ποιότητας κατά την πραγματοποίηση των οποίων ο χρόνος και η ταχύτητα εφαρμογής της δύναμης έχουν κεντρικό ρόλο (Γεωργιάδης & Τερζής 2012). Η μυϊκή ισχύ μπορεί να βελτιωθεί κατά την εκτέλεση ασκήσεων χωρίς επιβάρυνση (0% εξωτερική επιβάρυνση) με την εκτέλεση κυρίως πλειομετρικών ασκήσεων, όπως άλματα από στάση, άλματα πολλαπλούν, άλματα βάθους, αλλά και με δρόμους ταχύτητας. Το ασκησιολόγιο με εξωτερικές επιβαρύνσεις περιλαμβάνει βαλλιστικές ασκήσεις με ιατρικές μπάλες για την ανάπτυξη της ριπτικής ικανότητας, ρίψεις με όργανα βαρύτερα από αυτά του αγωνιστικού για την ανάπτυξη της ειδικής δύναμης αλλά και με ελαφρύτερα που στοχεύουν στην αύξηση της ταχύτητας. Το ποσοστό της επιβάρυνσης μπορεί να φτάσει έως και το 90% της μέγιστης δύναμης (με την προϋπόθεση ότι υπάρχει προδιάθεση για μέγιστη ταχύτητα εκτέλεσης της άσκησης). Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με τις ολυμπιακές άρσεις του επωμισμού και εκτίναξης (επολέ-ζετέ /clean and jerk) και της απόσπασης (αρασέ /snatch) οι οποίες αποτελούν και δείκτη αξιολόγησης της ισχύος (Terzis et al., 2010). Αρκετά υψηλό δείκτη αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος παρέχουν και άλλες εργαστηριακές μέθοδοι μια εκ των οποίων είναι και ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης (PEΔ).

2.5 Ρυθμός εφαρμογής δύναμης στις αθλητικές ρίψεις

Κατά τη ριπτική προσπάθεια το σύστημα αθλητής – όργανο στην φάση της φόρας η μετατόπιση αναπτύσσει τη μέγιστη δυνατή ορμή του, η έντεχνη μεταβίβαση της οποίας στο όργανο γίνεται κατά την φάση της τελικής προσπάθειας, όπου ο αθλητής καλείται να αναπτύξει ακόμα περισσότερο τον ρυθμό επιτάχυνσης του οργάνου (Γεωργιάδης & Τερζής, 2012). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η φάση της τελικής προσπάθειας σε μία ρίψη διαρκεί 150 – 240ms (Bartlett ,1992;Bartlett ,1988;Gutierrez et al., 2002; Zatsiorsky et al., 1981). Ανάμεσα λοιπόν στο χρονικό διάστημα αυτό εξετάζεται ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης. Η εκρηκτική δύναμη μπορεί να οριστεί ως η αύξηση της συσταλτικής δύναμης κατά την έναρξη της μυϊκής σύσπασης, δηλαδή ο ρυθμός εφαρμογής την δύναμης που ασκήθηκε στην αρχική φάση της αύξησης της μυϊκής δύναμης (Häkkinen et al.,1998; Schimidtblleicher D and Buehrle M 1987; Sleivert GG and Wenger HA., 1994; Thorstenson et al., 1976). Έτσι όσο πιο σύντομα αναπτυχθεί η δύναμη, τόσο γρηγορότερα θα εκτελεστούν εκρηκτικές κινήσεις, όπως οι αθλητικές ρίψεις. Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης έχει σημαντική πρακτική εφαρμογή, καθώς προσδιορίζει τη μέγιστη παραγωγή ισχύος, που μπορεί να παραχθεί στα πρώτα 0-200ms της μυϊκής συστολής (Aagaard et al.,2002). Καθορίζεται από την κλίση της καμπύλης δύναμη προς τον χρόνο και αποτελεί σημαντική παράμετρο για την αξιολόγηση των εκρηκτικών ενεργειών του νευρομυϊκού συστήματος (Aagaard et al.,2002). Αν και ο ρυθμός εφαρμογής αποτελεί σημαντικό παράγοντα αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος, δεν υπάρχουν πολλά ερευνητικά δεδομένα για την σχέση του με την ριπτική ικανότητα και τη ριπτική επίδοση κυρίως σε αθλητές υψηλού επιπέδου. Οι Stone και συνεργάτες (2003), μελέτησαν την σχέση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης μεταξύ της άσκησης έλξη μπάρας από τους μηρούς και της ριπτικής ικανότητας. Το δείγμα αποτελούνταν από 11 αθλητές της σφαιροβολίας ενώ το παρεμβατικό πρόγραμμα δύναμης– ισχύος που εφαρμόστηκε διήρκησε 8 εβδομάδες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα υπήρξε αύξηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κατά 19.6% (IPRFD) χωρίς να υπάρξει όμως συσχέτιση με τις υπόλοιπες μεταβλητές. Η Ανουσάκη και συνεργάτες (2018) σχολίασαν στην έρευνα τους πως δεν βρέθηκε συσχέτιση στην παραπάνω μελέτη, καθώς σύμφωνα με την κινησιολογική φύση του

αθλήματος τα άνω άκρα ωθούν και δεν έλκουν το εξωτερικό φορτίο (σφαίρα). Παράλληλα βρήκαν στενή σχέση μεταξύ της επίδοσης στη σφαιροβολία γυναικών που εκτελούσαν ευθύγραμμο παλμό και του ρυθμού εφαρμογής δύναμης στα 100 – 200ms ($r : 0.766-0.913, p<0.05$). Σε άλλη μελέτη σε αθλητές ρίψεων νεαρής ηλικίας όλων των αγωνισμάτων, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής δύναμης στα 50–250ms με τη ριπτική ικανότητα (ρίψης σφαίρας πάνω και πίσω από το κεφάλι, ρίψη σφαίρας μπροστά με τα δύο χέρια) και ρίψη από τη θέση της τελικής διπλής στήριξης (Zaras et al., 2015), ασκήσεις στις οποίες η επίδοση τους έχει υψηλή συσχέτιση με την επίδοση στα ριπτικά αγωνίσματα (Terzis et al., 2007). Παρόλα αυτά η ριπτική επίδοση δεν συσχετίστηκε με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης.

III. ΜΕΘΟΔΟΣ

3.1 Ερευνητικός σχεδιασμός

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκαν οι αλλαγές στο ρυθμό εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων μεταξύ την προπαρασκευαστικής περιόδου (T1) και της αγωνιστικής περιόδου (T2), σε άνδρες αθλητές ρίψεων μέσου έως υψηλού επιπέδου και των τεσσάρων ριπτικών αγωνισμάτων. Η πρώτη επαφή με τους αθλητές στο εργαστήριο περιλάμβανε την ενημέρωσή τους για τη μελέτη, καθώς και την έντυπη κατάθεση συμμετοχής τους σ' αυτή. Επίσης, πραγματοποιήθηκε και η εξοικείωση των αθλητών με το δυναμοδάπεδο για τη μέτρηση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων. Η διεξαγωγή των μετρήσεων του ρυθμού εφαρμογής δύναμης γινόταν κατόπιν συνεννόησης με τον κάθε αθλητή ξεχωριστά, ώστε ημερομηνία διεξαγωγής των μετρήσεων να απείχε 24 ώρες από την προπόνηση.

3.2 Περιγραφή δοκιμαζόμενων

Στην έρευνα συμμετείχαν επτά (7) αθλητές ρίψεων (Σωματικό Ανάστημα 1.86 ± 0.04 , Σωματική μάζα 96.4 ± 4.21 , Ηλικία 32.28 ± 3) μέσου και υψηλού επιπέδου και των τεσσάρων ριπτικών αγωνισμάτων, οι οποίοι συμφώνησαν να λάβουν μέρος στη μελέτη. Οι προϋποθέσεις που έπρεπε να πληρούν οι δοκιμαζόμενοι για να λάβουν μέρος στην έρευνα ήταν:

- Να είναι ενεργοί αθλητές αναγνωρισμένων σωματείων της ομοσπονδίας του Συλλόγου Ελληνικών Γυμναστικών Αθλητικών Σωματείων (Σ.Ε.Γ.Α.Σ.)
- Να είναι άνω των 23 ετών, δηλαδή να ανήκουν στην κατηγορία των ανδρών.
- Να έχουν τουλάχιστον 8 χρόνια προπονητική εμπειρία
- Η επίδοσή τους κατά το προηγούμενο έτος να προσεγγίζει το 80% της παγκόσμιας επίδοσης βάση των δεδομένων της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Στίβου (I.A.A.F).
- Να είναι υγιείς προκειμένου να διεξαχθεί ομαλά η διαδικασία της έρευνας.

Οι αθλητές, καθώς και οι προπονητές τους έλαβαν γνώση για τον σκοπό και τη σημασία της έρευνας. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι υπέγραψαν ένα έντυπο συγκατάθεσης, στο οποίο αναφέρεται ότι έλαβαν προφορικές και γραπτές πληροφορίες για τις διαδικασίες της μελέτης. Ακόμα, πληροφορήθηκαν πως θα μπορούσαν να αποσυρθούν από την μελέτη εάν αυτοί το επιθυμήσουν.

3.3 Περίοδος πραγματοποίησης μετρήσεων

Η πρώτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στη δεύτερη φάση της προπαρασκευαστικής περιόδου τον μήνα Μάρτιο μια εβδομάδα πριν ή μετά το Χειμερινό Κύπελλο Ρίψεων, ενώ η δεύτερη μέτρηση έγινε στην αγωνιστική περίοδο μία εβδομάδα πριν ή μετά το πανελλήνιο πρωτάθλημα τον μήνα Ιούλιο.

3.4 Περιγραφή των οργάνων μέτρησης

Για την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης, οι δοκιμαζόμενοι κάθονταν σε ένα ειδικά διαμορφωμένο κάθισμα τοποθετημένο στο έδαφος με την δυνατότητα μετακίνησης του εμπρός και πίσω ώστε, να καθορίζεται η γωνία στην άρθρωση του γόνατος. Οι αθλητές τοποθετούσαν τα πόδια τους σε δυναμοδάπεδο διαστάσεων 80x80cm (Applied Measurements Ltd Co., Reading, United Kingdom; WP800, 1.000kg πλατφόρμα στάθμισης, συχνότητα καταγραφής 1000 Hz), το οποίο ήταν τοποθετημένο κάθετα στον τοίχο του εργαστηρίου. Τα δεδομένα από τις καμπύλες δύναμης που συλλέχθηκαν, αποθηκεύτηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και αναλύθηκαν με το πρόγραμμα Kyowa sensor interface PCD-320A CICC=0,91 ,n= (Zaras et al., 2014).

3.5 Περιγραφή των δοκιμασιών

Η δοκιμασία για την αξιολόγηση του ΡΕΔ, πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών.

3.5.1 Αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων

Οι αθλητές κάθονταν στην ειδικά σχεδιασμένη καρέκλα η οποία ήταν σταθεροποιημένη στο έδαφος. Στην συνέχεια τοποθετούσαν τα πέλματά τους στο δυναμοδάπεδο στο άνοιγμα των ώμων με τα γόνατα σε κάμψη, με τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζεται γωνία 120° στην άρθρωση του γόνατος και 100° γωνία στην άρθρωση του ισχίου (Marcara & Miller , 2000; Zaras et al., 2014), ενώ κρατούσαν με τα χέρια τους τις ειδικές λαβές στο πλάι της καρέκλας. Από τη θέση αυτή εφάρμοζαν τη μέγιστη δύναμη που μπορούσαν και την διατηρούσαν για περίπου 3 δευτερόλεπτα. Σε κάθε δοκιμαζόμενο δόθηκαν 2 δοκιμαστικές προσπάθειες και 3 που αξιολογήθηκαν με διάλειμμα 2 λεπτών μεταξύ τους. Οι δοκιμαζόμενοι ξεκινούσαν με το παράγγελμα «3-2-1-πάμε» και στην συνέχεια λάμβαναν φωνητική ενθάρρυνση για να καταβάλουν τη μέγιστη προσπάθειά τους κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Τα δεδομένα από την δυναμοπλατφόρμα καταγράφηκαν (Kyowa sensor interface PCD-320A) και αναλύθηκαν. Η αξιοπιστία της μέτρησης είναι ICC=0,90 (n=). Ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης υπολογίστηκε ως η μέση εφαπτόμενη κλίση της καμπύλης ισχύος – χρόνου σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα 0-150ms, 0-200ms, 0-250ms με τον τύπο $RFD = \Delta Force / \Delta Time$ (Aagard et al., 2002). Τα χρονικά αυτά διαστήματα επιλέχθηκαν λόγω της πιθανής σχέσης τους με την παραγωγή δύναμης κατά τη ρίψη (Bartlett, 1992; Bartlett, 1988; Gutierrez et al., 2002; Zatsiorsky et al., 1981.). Για την στατιστική ανάλυση επιλέχθηκε η καλύτερη από τις τρεις προσπάθειες.

3.6 Στατιστική ανάλυση

Οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν χρησιμοποιώντας λογισμικό SPSS 25.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA). Χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση (M.O±T.A.) και T-test για τον έλεγχο διαφορών μεταξύ T1 και T2. Ο συντελεστής r-Pearson χρησιμοποιήθηκε για τις συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών. Τα μεγέθη των αποτελεσμάτων υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας το η^2 το οποίο υπολογίζει τον βαθμό συσχέτισης μεταξύ ανεξάρτητης και εξαρτημένης μεταβλητής. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p \leq 0,05$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο των αποτελεσμάτων παρουσιάζονται οι ποσοστιαίες μεταβολές των διαφορών της παραμέτρου αξιολόγησης μεταξύ των περιόδων προπόνησης.

4.1 Αποτελέσματα διαφορών μεταξύ των περιόδων προπόνησης της παραμέτρου αξιολόγησης

4.1.1 Αλλαγές του ρυθμού εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων

Στον πίνακα 4.1 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα του ρυθμού εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ρυθμού εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων φαίνεται να υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές και στις τρεις χρονικές στιγμές 0-150ms, 0-200ms, 0-250ms.

Πίνακας 4.1. Αλλαγές και ποσοστιαίες % μεταβολές του ρυθμού εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων μεταξύ

των περιόδων προπόνησης

RFD	T1	T2	% T1 - T2	P	r
RFD _{150ms} (N·s ⁻¹)	14133,695 ± 447,044	15684,840 ± 2069,892	10,975	0,008	0,887
RFD _{200ms} (N·s ⁻¹)	16018,445 ± 1218,258	18808,805 ± 2973,121	17,420	0,004	0,912
RFD _{250ms} (N·s ⁻¹)	ης	22229,995 ± 3574,587	21,421	0,003	0,923

p<0,05

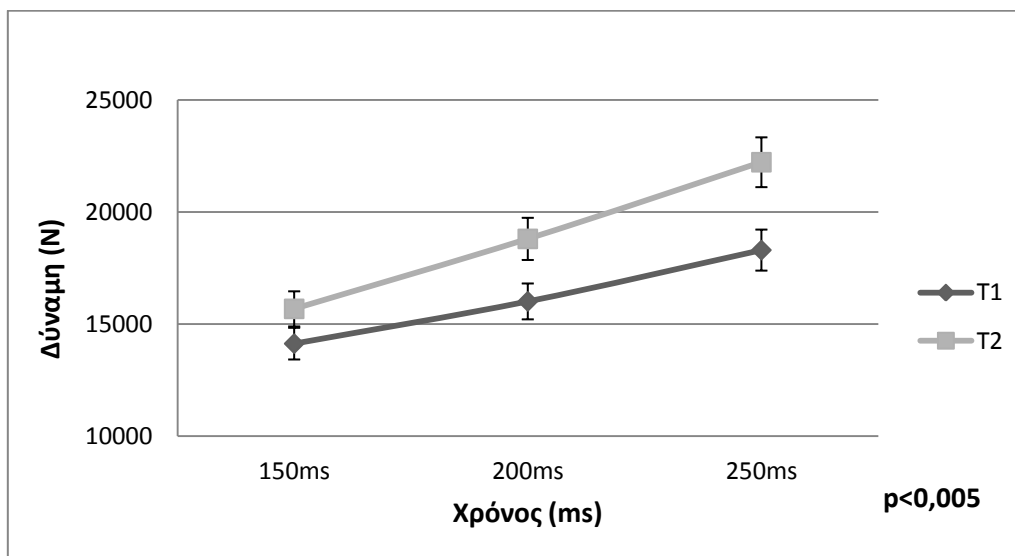
RFD= ρυθμός εφαρμογής δύναμης

T1 = χρονική περίοδος της πρώτης αξιολόγησης των αθλητών

T2 = χρονική περίοδος της δεύτερης αξιολόγησης των αθλητών

p: Επίπεδο σημαντικότητας

r: Υποδηλώνει το μέγεθος της επίδρασης (συντελεστής συσχέτισης)



Σχήμα 1.1 Αλλαγές του ρυθμού μεταβολής δύναμης RFD(N·s⁻¹) μεταξύ των περιόδων αξιολόγησης T1-T2.

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν στο κεφάλαιο τέσσερα, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα, τα οποία πρόκειται να συζητηθούν στο παρόν κεφάλαιο. Στο κεφάλαιο 1, τέθηκε το ερευνητικό ερώτημα με βάση τα οποία θα γίνει η ανάλυση των αποτελεσμάτων στο κεφάλαιο αυτό. Το ερώτημα το οποίο είχε τεθεί ήταν το εξής:

Ερευνητικό ερώτημα: Θα υπάρξουν αλλαγές στην ισχύ των αθλητών μεταξύ της προπαρασκευαστικής και της αγωνιστικής περιόδου; Με βάση το παραπάνω ερώτημα προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα, τα οποία θα παρουσιαστούν στο παρακάτω κεφάλαιο.

5.1 Αλλαγές στην παράμετρο ισχύος των κάτω άκρων από την προπαρασκευαστική έως την αγωνιστική περίοδο

Η μυϊκή ισχύς των κάτω άκρων αξιολογήθηκε μέσω του ρυθμού εφαρμογής δύναμης. Από τα αποτελέσματα φαίνεται η σημαντικότητα της ανάπτυξης του ρυθμού εφαρμογής δύναμης κυρίως στο τέλος της προπαρασκευαστικής περιόδου με την κορύφωση του στην αγωνιστική περίοδο, καθώς το πρόγραμμα προπόνησης επικεντρώνεται στην όσο των δυνατών γρηγορότερη ανάπτυξη της δύναμης, όσο πλησιάζει η αγωνιστική περίοδος (Zaras et al., 2014), με την αύξηση της έντασης και την απότομη μείωση του όγκου προπόνησης. Παρόμοια αποτελέσματα όσον αναφορά τη βελτίωση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης μέσα από την προπόνηση με αντιστάσεις φαίνεται να βρέθηκαν και στη μελέτη του Aagaard και συνεργατών (2002) όπου μετά από 14 εβδομάδες έντονης προπόνησης δύναμης υψηλής έντασης αυξήθηκε ο ΡΕΔ στο διάστημα 100-200ms κατά 17-20%. Σε μια άλλη έρευνα του Ζάρα και συνεργατών (2014) ,μετά από 2 εβδομάδες «φορμαρίσματος» με υψηλά φορτία (85% της μέγιστης επιβάρυνσης) 13 αθλητών ρίψεων ηλικίας 16-26 χρόνια δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στον ρυθμό εφαρμογής δύναμης ενώ, όμως βρέθηκαν διαφορές ($p \leq 0.05$) συγκριτικά με το «φορμάρισμα» με χαμηλά

φορτία (30% της μέγιστης επανάληψης). Στη μελέτη του Stone και συνεργατών (2003), εφαρμόστηκε παρεμβατικό πρόγραμμα προπόνησης διάρκειας 8 εβδομάδων σε σφαιροβόλους αθλητές με στόχο την ανάπτυξη της δύναμης και της ισχύος. Από τα αποτελέσματα της έρευνας φάνηκε ότι ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης (IPRFD) αυξήθηκε κατά 19.6%. Παρόμοια αποτελέσματα είχε και μία πρόσφατη μελέτη του Ζάρα και συνεργατών (2016) όπου μετά από 10 εβδομάδες βρέθηκαν σημαντικές αυξήσεις στον ρυθμό εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων από τα 50ms έως τα 250ms μεταξύ των χρονικών περιόδων T1(εβδομάδα 0) και T2 (εβδομάδα 10).

VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να αξιολογήσει τις μεταβολές στην ισχύ των κάτω άκρων αθλητών ρίψεων υψηλού επιπέδου, από την προπαρασκευαστική έως την αγωνιστική περίοδο και να εξάγει συμπεράσματα τα οποία θα βοηθήσουν τόσο τους αθλητές, αλλά και τους προπονητές για έναν καλύτερο προπονητικό σχεδιασμό. Μεταξύ των δύο αυτών περιόδων διάρκειας 18 εβδομάδων παρατηρήθηκε αύξηση στο ρυθμό εφαρμογής δύναμης των κάτω άκρων επιβεβαιώνοντας την αρχική υπόθεση.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της παραμέτρου αξιολόγησης, πιστεύουμε ότι υπήρξε σωστός προγραμματισμός των προπονητών και πραγματοποίηση των στόχων της τρέχουσας χρονιάς καθώς, υπήρξε σημαντική αύξηση στην ισχύ των κάτω άκρων κατά την αγωνιστική περίοδο. Επομένως συμπεραίνουμε ότι η αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης μπορεί να παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με την αποτελεσματικότητα του προπονητικού ερεθίσματος. Έτσι η αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης στα 150-250ms μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μια απλή εργαστηριακή εξέταση για την παρακολούθηση των στόχων που έχουν τεθεί σε κάθε μεσόκλυκλο, να προβλέψει εν μέρει την επίδοση. Ιδιαίτερη σημασία στην ανάπτυξη της ισχύος πρέπει να δίνεται όσο πλησιάζει η αγωνιστική περίοδος όπου σ' αυτή καλείται ο αθλητής να μεγιστοποιήσει την επίδοσή του. Τέλος, σύμφωνα και με

παλαιότερες έρευνες, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συνδέονται στενά και με αρχάριους αθλητές ρίψεων.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Duhre- Poulsen P. Increase rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol* (1985) 93: 1318–1326, 2002.
- Anousaki E., Stasinaki A.N., ZarasN., TERZIS G., Methenitis S., Arnaoutis G., Karampatsos G. (2018). Rate of force development, lean body mass and Throwing performance in female shot-put athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(3): 1699-1703.
- Bartlett RM. The biomechanics of the discus throw: A review. *J Sports Sci* 10: 467–510, 1992.
- Bartlett RM, Best JR. The biomechanics of the javelin throwing: A review. *J Sports Sci* 6: 1–38, 1988.
- Bryant C. X., *How to Develop Muscular Power*. Indianapolis: Master Press, 1988.
- Γεωργιάδης, Γ., Τερζής Γ. (2012). *Αθλητικές Ρίψεις*. Εκδότης?
- Duchateau, J., Semmler, J. G., & Enoka, R. M. (2006). Training adaptations in the behavior of human motor units. *Journal of Applied Physiology*, 101(6), 1766–1775. doi:10.1152/jappphysiol.00543.2006
- Gutierrez M, Soto MV, Rojas JF. A biomechanical analysis of the individual techniques of hammer throw finalists in the Seville Athletics World Championship 1999. *New Stud Athl* 17: 15–26, 2002.
- Häkkinen K, Newton RU, Gordon SE, McCormick M, Volek JS, Nindl BC, Gotshalk LA, Campbell WW, Evans WJ, Häkkinen A, Humphries BJ, and Kraemer WJ. Changes in muscle morphology, electromyographic activity, and force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 53: B415–B423, 1998.
- Judge L.W. (2007) Developing speed and strength: In-season training program for the collegiate thrower. *National Strength and Condition Association* 29, 42-54

- Karampatsos, G., Terzis, G., Polychroniou, C., & Georgiadis, G. (2013). Acute Effects of Jumping and Sprinting on Hammer Throwing Performance. *Journal of physical education and sport*, 13(1), 3-5.
- KARLSSON, J., KOMI, P. V., & VIITASALO, J. H. T. (1979). *Muscle strength and muscle characteristics in monozygous and dizygous twins. Acta Physiologica Scandinavica*, 106(3), 319–325. doi:10.1111/j.1748-1716.1979.tb06405.x
- Kawamori, Naoki; Haff, Gregory G. The Optimal Training Load for the Development of Muscular Power, *Journal of Strength and Conditioning Research*: August 2004 - Volume 18 - Issue 3 - p 675-684.
- Marcora S, Miller MK. The effect of knee angle on the external validity of isometric measures of lower body neuromuscular function. *J Sports Sci*. 2000 May;18(5):313-9. doi: 10.1080/026404100402377. PMID: 10855677.
- Matveyev L.P. (1981). *Funtamentals of Sports Trainning*. Progress Publishers.
- Moritani T. (2002) Motor unit and motoneurone excitability during explosive movement. In: *Strength and Power in Sport*. 2nd edition Oxford, Blackwell Scientific Publications
- Mujika I, Padilla S, Pyne D, Busso T. Physiological changes associated with the pre-event taper in athletes. *Sports Med*. 2004;34(13):891-927. doi: 10.2165/00007256-200434130-00003. PMID: 15487904.
- Schmidtbleicher D and Buehrle M. Neuronal adaption and increase of cross-sectional area studying different strength training methods. In: *Biomechanics X-B*, edited by Johnson B. Champaign, IL: Human Kinetics, 1987, p. 615–620.
- Sleivert GG and Wenger HA. Reliability of measuring isometric and isokinetic peak torque, rate of torque development, integrated electromyography, and tibial nerve conduction velocity. *Arch Phys Med Rehabil* 75: 1315–1321, 1994.
- Stone HM, Sanborn K, O'Bryant HS, Hartman M, Stone ME, Proulx C, Ward B, Hruby J. Maximum strength power performance relationships in collegiate throwers. *J Strength Cond Res* 17: 739–745, 2003.

- Terzis, G., Georgiadis, G., Vassiliadou, E. *et al.* Relationship between shot put performance and triceps brachii fiber type composition and power production. *Eur J Appl Physiol* **90**, 10–15 (2003).
- Terzis G, Karampatsos G, Georgiadis G. Neuromuscular control and performance in shot put athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 47: 284–290, 2007.
- Terzis G, Spengos K, Kavouras S, Manta P, Georgiadis G. Muscle fiber type composition in hammer throwers. *J Sports Sci Med* 9: 104–109, 2010.
- Thorstensson A, Karlsson J, Viitasalo HT, Luhtanen P, and Komi PV. Effect of strength training on EMG of human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 98: 232–236, 1976.
- Young, M., Li, L. (2005). Determination of critical parameters among elite female shot putters. *Journal of Sports Biomechanics*, 4(2), 131-148.
- Zaras, N., Spengos, K., Methenitis, S., Papadopoulos, C., Karampatsos, G., Georgiadis, G., Stasinaki, A., Manta, P., & Terzis, G. (2013). Effects of Strength vs. Ballistic-Power Training on Throwing Performance. *Journal of sports science & medicine*, 12(1), 130–137.
- Zaras, Nikolaos D.¹; Stasinaki, Angeliki-nikoletta E.¹; Krase, Argyro A.¹; Methenitis, Spyridon K.¹; Karampatsos, Giorgos P.¹; Georgiadis, Giorgos V.¹; Spengos, Konstantinos M.²; Terzis, Gerasimos D.¹ Effects of Tapering With Light vs. Heavy Loads on Track and Field Throwing Performance, *Journal of Strength and Conditioning Research*: December 2014 - Volume 28 - Issue 12 - p 3484-3495 doi: 10.1519/JSC.0000000000000566
- Zaras, Nikolaos D.¹; Stasinaki, Angeliki-Nikoletta E.¹; Methenitis, Spyridon K.¹; Krase, Argyro A.¹; Karampatsos, Giorgos P.¹; Georgiadis, Giorgos V.¹; Spengos, Konstantinos M.²; Terzis, Gerasimos D.¹ Rate of Force Development, Muscle Architecture, and Performance in Young Competitive Track and Field Throwers, *Journal of Strength and Conditioning Research*: January 2016 - Volume 30 - Issue 1 - p 81-92 doi: 10.1519/JSC.0000000000001048
- Zatsiorsky V, Lanka G, Shalmanov A. Biomechanical analysis of shot putting technique. *Exerc Sport Sci Rev* 9: 353–389, 1981

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Στα παραρτήματα περιέχονται:

1. Το έντυπο συγκατάθεσης συμμετοχής των αθλητών/δοκιμαζομένων στην έρευνα.



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Επιστημονικός υπεύθυνος της έρευνας: Γεώργιος Καραμπάτσος,
Αναπληρωτής Καθηγητής Αθλητικών Ρίψεων

ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ

Εισαγωγή

Τα αγωνίσματα των ρίψεων χαρακτηρίζονται για τις υψηλές τιμές της μυϊκής ισχύος που παράγονται κατά την απελευθέρωση του οργάνου. Τη μέγιστη παραγωγή ισχύος, που μπορεί να παραχθεί στα πρώτα 0-200ms της κίνησης (περίπου όσο και η διάρκεια της φάσης της τελικής προσπάθειας 150 – 240ms) μπορεί να προσδιορίσει ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης. Μια από τις δοκιμασίες αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος και κατά συνέπεια του ρυθμού εφαρμογής δύναμης είναι η μέγιστη ισομετρική δύναμη σε δυναμοδάπεδο (RFD). Σκοπός της μελέτης αυτής είναι να διερευνήσει τις αλλαγές στο ρυθμό εφαρμογής δύναμης (ΡΕΔ) από την προπαρασκευαστική έως την αγωνιστική περίοδο σε αθλητές ρίψεων.

Μεθοδολογία

Στην μελέτη πρόκειται να συμμετάσχουν αθλητές των αθλητικών ρίψεων όλων των αγωνισμάτων. Η αξιολόγηση των αθλητών θα πραγματοποιηθεί στο εργαστήριο αθλητικής απόδοσης της ΣΕΦΑΑ Αθηνών. Έπειτα από σύντομη προπόνηση θα δοκιμαστούν στην μέγιστη ισομετρική δύναμη των κάτω άκρων σε δυναμόμετρο (αξιολόγηση ΡΕΔ).

Πιθανοί Κίνδυνοι

Η παραπάνω δοκιμασία δεν παρουσιάζει επικινδυνότητα, είναι γνωστή στους δοκιμαζομένους από την προπονητική διαδικασία.

Πληροφορίες

Για οποιαδήποτε απορία ή αμφιβολία γύρω από την πειραματική διαδικασία μπορούν να δοθούν επιπλέον πληροφορίες (Μυλωνάς Κωνσταντίνος τηλέφωνο επικοινωνίας 6957554185). Μπορείτε να λάβετε τα αποτελέσματα της μέτρησης μετά την ανάλυσή τους. Οποιαδήποτε δημοσίευση των αποτελεσμάτων (π.χ. επιστημονικό περιοδικό)

γίνεται ανώνυμα. Μπορείτε επίσης να αποσύρετε την συμμετοχή σας από την έρευνα όποτε εσείς επιθυμήσετε.

Συναίνεση

Υπογράφοντας το έγγραφο αυτό σημαίνει ότι σας επεξηγήθηκε γραπτά και προφορικά η ερευνητική μελέτη καθώς και όλες οι παραπάνω πληροφορίες. Εάν υπογράψετε το έντυπο αυτό σημαίνει ότι συμφωνείτε να συμμετάσχετε στην μελέτη και να υποβληθείτε στις δοκιμασίες.

Όνοματεπώνυμο:.....

Ημερομηνία: ___/___/20___

Ο-Η Δηλ. ___

(Υπογραφή)