



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»**

**«ΡΥΘΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ  
ΜΕΤΑΔΙΕΓΕΡΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΣΗ ΒΑΡΩΝ»**

**ΚΕΛΕΚΙΑΝ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΣΣΑΝΔΡΑ**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΠΕΛΙΟ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΚΛΑΣΙΚΟΣ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ

**ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2019**

© Copyright

Κελεκιάν Γεωργία Κασσάνδρα

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

## **Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής**

### **Τερζής Γεράσιμος (Επιβλέπων)**

(Καθηγητής, Διδακτική και Προπονητική Αθλητικών Ρίψεων, Σ.Ε.Φ.Α.Α.,  
Ε.Κ.Π.Α.)

### **Μπογδάνης Γρηγόρης**

(Καθηγητής, Διδακτική και Προπονητική, Αθλητικών Αλμάτων, Σ.Ε.Φ.Α.Α.,  
Ε.Κ.Π.Α.)

### **Καραμπάτσος Γεώργιος**

(Επίκουρος Καθηγητής, Κλασικός Αθλητισμός, Αθλητικές Ρίψεις, Σ.Ε.Φ.Α.Α.,  
Ε.Κ.Π.Α.)

**Πρακτικό της Εξεταστικής Επιτροπής  
για την κρίση της μεταπτυχιακής διατριβής**

## **Έκφραση Ευχαριστιών**

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους με υποστήριξαν και συνέβαλαν στην εκπόνηση της μεταπτυχιακής μου διατριβής και ιδιαίτερα:

Τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Τερζή Γεράσιμο για την πολύτιμη υποστήριξή του, τις γνώσεις και την καθοδήγηση που μου πρόσφερε καθώς και την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με την έρευνα.

Τον κ. Ζάρα Νικόλαο για την πολύτιμη βοήθεια, τις ιδέες που μου πρόσφερε και για την συμβολή του στην εκπόνηση της μελέτης μου.

Τα υπόλοιπα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της διπλωματικής μου εργασίας, τον Επίκουρο καθηγητή κ. Καραμπάτσο Γεώργιο και τον καθηγητή κ. Μπογδάνη Γρηγόρη καθώς και σε όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος, που με βοήθησαν να αναπτύξω κριτική σκέψη.

Όλη την ομάδα του εργαστηρίου Αθλητικής απόδοσης και κυρίως την Σπηλιοπούλου Πολυξένη και τον Μπάμπουλη Θωμά, που με βοήθησαν στη συλλογή των δεδομένων και την συνεχή βοήθεια που μου προσέφερε για την διεκπεραίωση της μελέτης αυτής και όλες τις δοκιμαζόμενες αθλήτριες που συμμετείχαν σε αυτή την απαιτητική μελέτη.

Πάνω από όλα θέλω να ευχαριστήσω την οικογενειά μου, την μητέρα μου Μαρία και τα αδέρφια μου Άκη, Γιώργο, Βάσια, Αγγέλα για την αγάπη και υποστήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

Νιώθω πολύ τυχερή που είχα την τύχη να έχω τους παραπάνω ανθρώπους δίπλα μου.

Αφιερώνω αυτή την εργασία στον πατέρα μου Γιώργο, πρότυπο μου και ο λόγος που έφτασα εδώ.

## ΡΥΘΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΔΙΕΓΕΡΤΙΚΗ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΣΗ ΒΑΡΩΝ

### Περίληψη

Καμία μελέτη δεν έχει εξετάσει μέχρι σήμερα τη σχέση μεταξύ του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης (ΡΕΔ) κατά την άρση μπάρας στους μηρούς (στο 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) με την αθλητική επίδοση στην Άρση Βαρών (ΑΒ). Επιπλέον, καμία μελέτη δεν έχει διερευνήσει το φαινόμενο της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης στην Άρσης Βαρών. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η σχέση του ΡΕΔ στο 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> τράβηγμα στην ΑΒ, με την επίδοση. Επίσης, σκοπός ήταν να διερευνηθεί η άμεση επίδραση εκτέλεσης δυναμικών προσπαθειών με διαφορετική αντίσταση, στην επίδοση κατά τον επωμισμό σε αθλήτριες της ΑΒ. Στη μελέτη συμμετείχαν 8 αθλήτριες ΑΒ εθνικού επιπέδου (ηλικία 22,9±5,9έτη, ανύψωμα 1,66±0,06m σωματική μάζα 63,2±5,3 Kg). Αξιολογήθηκε η μέγιστη ικανότητά στον επωμισμό α) χωρίς κάποια παρέμβαση πριν την προσπάθεια, β) μετά από τράβηγμα μπάρας στους μηρούς με 85% της μέγιστης δύναμης (1ΜΑΕ) και γ) μετά από τράβηγμα μπάρας στους μηρούς με 120% 1ΜΑΕ. Μετρήθηκε επίσης, το κατακόρυφο άλμα (CMJ) και ο ΡΕΔ στην ώθηση κάτω άκρων και αξιολογήθηκε η σύσταση σώματος και η αρχιτεκτονική δομή του έξω πλατύ μηριαίου μυός. Ο ΡΕΔ κατά το 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> τράβηγμα δεν σχετίζεται με την επίδοση στον επωμισμό ( $r=0,53$ ,  $p>0,05$ ). Η επίδοση αυξήθηκε άμεσα μετά από την παρέμβαση είτε με 85% 1ΜΑΕ (6,02±3,64%),  $p<0,05$ ), είτε με 120% 1ΜΑΕ (4,72±3,07%),  $p<0,05$ ). Η συνολική άλπιη μάζα επηρέασε σημαντικά την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού σε όλες τις μετρήσεις ( $r=0,71$ ,  $p<0,05$ ). Βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ΡΕΔ των κάτω άκρων με την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού μόνο στα 200 και 250 ms στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ( $r=0,71$  και  $r=0,71$  αντίστοιχα,  $p<0,05$ ). Φάνηκε, ότι ο ΡΕΔ στην κίνηση του επωμισμού στην ΑΒ δεν αποτελεί σημαντικό δείκτη της επίδοσης σε αθλήτριες της ΑΒ, ενώ η αγωνιστική επίδοση αυξάνεται αμέσως μετά από προσπάθειες με 85% ή 120% 1ΜΑΕ στην κίνηση του επωμισμού.

Λέξεις κλειδιά: Επωμισμός, Επίδοση, Τράβηγμα, Ισχύς

# **RATE OF FORCE DEVELOPMENT AND POSTACTIVATION POTENTIATION IN OLYMPIC WEIGHTLIFTERS**

**Kelekian Georgia Kassandra**

**School of Physical Education & Sport Science, National and Kapodistrian University of Athens**

## **Abstract**

No study until now has examined the correlation between the rate of force development (RFD) in the clean pull (first and second pull) and the performance in this sport. Also, no such data exist in Weightlifting about the postactivation potentiation. The purpose of this study was to investigate the relationship between the RFD in the first and second 'pull clean' and the performance in female weightlifting athletes. Moreover, the purpose of this study was to investigate the effects of dynamic efforts with different resistance, on performance in clean on Weightlifting athletes. Eight national-level weightlifting women athletes participated (age  $22.9 \pm 5.9$  years, height  $1.66 \pm 0.06$  m., body mass  $63.2 \pm 5.3$  kg). The maximum repetition (RM) of clean was measured a) without intervention before their trial, b) with 'clean pull' intervention before attempting at RM of the first measurement with 85%RM, and c) with 'clean pull' intervention before attempting at RM of the first measurement with 120%RM. The following were also evaluated: the Counter Movement Jump (CMJ) and the RFD in leg press, the body composition and the architecture of the muscles. The results did not show a significant statistical association among the rate of force development, the first and second clean pull and the performance ( $r=0.53$ ,  $p>0.05$ ). Performance increased after the interventions either 85%RM ( $6.02 \pm 3.64\%$ ,  $p<0.05$ ) or 120%RM ( $4.72 \pm 3.07\%$ ),  $p<0.05$ ). The total lean mass affected significantly their performance in clean in all measurements ( $r=0.71$ ,  $p<0.05$ ). There was not a significant association between the RFD on legs and the RFD in clean pull, apart from the second clean pull, in the measure with intervention 85%RM at 200 and 250 ms ( $r=0.75$  and  $r=0.73$ ,  $p<0.05$ ). The RFD in clean in weightlifting does not seem to be an important indicator of performance in women weightlifting athletes. Performance increases immediately after attempts with 85% or 120% of the maximum force in clean.

Key words: Clean, Performance, Pull, Power

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής.....	iii
Πρακτικό της Εξεταστικής Επιτροπής.....	iv
για την κρίση της μεταπτυχιακής διατριβής.....	iv
Έκφραση Ευχαριστιών.....	v
Περίληψη.....	vi
Abstract .....	vii
Κατάλογος Εικόνων .....	xi
Κατάλογος Σχημάτων.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Καταλογος Πινακων.....	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ .....	xiv
<b>I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	3
1.2 Σημασία της έρευνας .....	3
1.3 Σκοπός της έρευνας.....	3
1.4 Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις .....	4
1.5 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας .....	5
1.6 Διευκρίνηση όρων .....	5
<b>II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....</b>	<b>6</b>
2.1 Το αγώνισμα της Άρσης Βαρών .....	6
2.2 Μυϊκή Ισχύς και Μυϊκή Δύναμη στην Άρση Βαρών .....	10



2.3 Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση .....	11
2.4 Ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης .....	11
2.5 Αξιολόγηση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης .....	12
2.6 Η αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης σε αθλητές αγωνισμάτων ισχύος.....	13
2.7 Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην Άρση Βαρών.....	15
2.8 Σχέση ρυθμού εφαρμογής της δύναμης και μυϊκής δύναμης με την αρχιτεκτονική δομή των μυών.....	16
2.9 Μεταδιεγερτική ή Ασκησιογενής Ενεργοποίηση.....	17
2.10 Μηχανισμοί πρόκλησης του φαινομένου της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης.....	19
2.11 Αλληλεπίδραση μεταξύ μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης και κόπωσης. ....	20
2.12 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....	22
<b>III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....</b>	<b>23</b>
3.1 Ερευνητικός σχεδιασμός.....	23
3.2 Περιγραφή δοκιμαζόμενων.....	24
3.3 Περιγραφή δοκιμασιών και οργάνων μέτρησης .....	25
3.3.1 Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών.....	25
3.3.2 Αξιολόγηση αρχιτεκτονικής δομής του έξω πλατύ μηριαίου .....	25
3.3.3 Αξιολόγηση σύστασης σώματος .....	26
3.3.4 Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση (CMJ).....	26
3.3.5 Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στα κάτω άκρα .....	28
3.3.6 Αξιολόγηση μέγιστης δύναμης στον επωμισμό (επολέ).....	29
3.3.7 Αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης επολέ με τις παρεμβάσεις «άρση μπάρας στους μηρούς» στο 85%1MAE και στο 120%1MAE επολέ» .....	30

3.3.8.Υπολογισμός αντίληψης κόπωσης της προσπάθειας .....	31
3.4 Στατιστική ανάλυση .....	32
<b>IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>33</b>
4.1 Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην πρώτη και δεύτερη άρση μπάρας στους μηρούς και επίδοση .....	33
4.2 Αποτελέσματα επίδοσης αθλητριών στη κίνηση επωμισμού .....	34
4.3 Υπερηχογραφική αξιολόγηση του έξω πλατύ μηριαίου μυ.....	35
4.5 Αποτελέσματα αξιολόγησης σύστασης σώματος .....	42
4.6 Αποτελέσματα Ρυθμού Εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων .....	47
4.7 Δείκτης αντιλαμβανόμενης προσπάθειας .....	50
<b>V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>51</b>
<b>VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ.....</b>	<b>56</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>57</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>66</b>
ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΩΝ- ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ.....	67
ΦΥΛΛΟ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ .....	69
ΚΛΙΜΑΚΑ BORG (ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑΣ) .....	71
ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΑΘΛΗΤΡΙΑΣ .	72
ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ .....	73
ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΞΩ ΠΛΑΤΥ ΜΗΡΙΑΙΟΥ ΜΥΟΣ .....	74
Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης της Ποδοπλευρικότητας και του Κυρίαρχου Ποδιού (WFQ-R) .....	75

## Κατάλογος Εικόνων

<b>Εικόνα 2.1</b>	Αναπαράσταση αγωνιστικής κίνησης απόσπασης (αρασέ).....	9
<b>Εικόνα 2.2</b>	Αναπαράσταση αγωνιστικής κίνησης επωμισμού - εκτίναξης (επολέ - ζετέ).....	9
<b>Εικόνα 3.1</b>	Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση.....	27
<b>Εικόνα 3.2</b>	Εικόνα ανάλυσης κίνησης επωμισμού.....	30

## Κατάλογος Σχημάτων

<b>Σχήμα 2.1</b>	Καμπύλη Ρυθμού Εφαρμογής της δύναμης (RFD).....	12
<b>Σχήμα 2.2</b>	Διάγραμμα απόδοσης με την συνύπαρξη της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης και της κόπωσης, προσαρμοσμένο από Tillin & Bishop (2009).....	21
<b>Σχήμα 2.3</b>	Στο σχήμα φαίνεται το θεωρητικό μοντέλο κατά τον Sale, 2002, ανάμεσα στην κόπωση και τη νευρομυϊκή διευκόλυνση.....	21
<b>Σχήμα 3.1</b>	Ερευνητικός σχεδιασμός.....	24
<b>Σχήμα 3.2</b>	Καμπύλη άλματος.....	27
<b>Σχήμα 3.3</b>	Διάγραμμα δύναμης – χρόνου σε ισομετρική προσπάθεια πίεσης ποδιών.....	28
<b>Σχήμα 3.4</b>	Διάγραμμα δύναμης – χρόνου σε προσπάθεια επωμισμού.....	30
<b>Σχήμα 3.5</b>	Σχεδιασμός μετρήσεων με παρέμβαση.....	31
<b>Σχήμα 3.6</b>	Προθέρμανση μετρήσεων.....	32

<b>Σχήμα 4.1</b>	Σχέση Ρυθμού εφαρμογής της δύναμης 2 <sup>ου</sup> τραβήγματος της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με την επίδοση με N=8.....	34
<b>Σχήμα 4.2</b>	Αποτελέσματα επίδοσης αθλητριών στην κίνηση επωμισμού σε κάθε μέτρηση.....	35
<b>Σχήμα 4.3</b>	Συσχέτιση Ρυθμού εφαρμογής της δύναμης 2 <sup>ου</sup> τραβήγματος της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με το ύψος του άλματος (εκ.), με N=8.....	38
<b>Σχήμα 4.4</b>	Συσχέτιση επίδοσης επωμισμού της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με το ύψος του άλματος (εκ.), N=8.....	41
<b>Σχήμα 4.5</b>	Συσχέτιση επίδοσης επωμισμού της μέτρησης με παρέμβαση 85%1MAE με το ύψος του άλματος (εκ.), N=8.....	41
<b>Σχήμα 4.6</b>	Συσχέτιση επίδοσης επωμισμού της μέτρησης με παρέμβαση 120%1MAE με το ύψος του άλματος (εκ.),N=8.....	42
<b>Σχήμα 4.7</b>	Συσχέτιση Ρυθμού εφαρμογής της δύναμης 1 <sup>ου</sup> τραβήγματος της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με το ποσοστό λίπους (%), με N=8.....	45
<b>Σχήμα 4.8</b>	Συσχέτιση επίδοσης στην κίνηση επωμισμού της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με την άλιπη μάζα, N=8.....	46
<b>Σχήμα 4.9</b>	Συσχέτιση επίδοσης στην κίνηση επωμισμου της μέτρησης με παρέμβαση 85% με την άλιπη μάζα, N=8.....	46
<b>Σχήμα 4.10</b>	Συσχέτιση επίδοσης στην κίνηση επωμισμου της μέτρησης με παρέμβαση 120% με την άλιπη μάζα, N=8.....	47

### **Κατάλογος Πινάκων**

<b>Πίνακας 2.1</b>	Αποτελέσματα της αξιολόγησης μέγιστης δύναμης (PF), της μέγιστης δύναμης ανά κιλό σωματικού βάρους [PF(N.kg <sup>-1</sup> )] και του ρυθμού εφαρμογής δύναμης (RFD) Haff et al. (2005).....	15
<b>Πίνακας 4.1</b>	Συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης 1 <sup>ης</sup> και 2 <sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς με την επίδοση σε αθλήτριες της άρσης βαρών (N=8).....	33

<b>Πίνακας 4.2</b>	Αρχιτεκτονική δομή του έξω πλατύ μηριαίου.....	36
<b>Πίνακας 4.3</b>	Συσχέτιση ΡΕΔ στην άρση μπάρας στους μηρούς με αρχιτεκτονική του έξω πλατύ μηριαίου μυός και πάχος μέσου.....	36
<b>Πίνακας 4.4</b>	Συσχέτιση επίδοσης με αρχιτεκτονική του έξω πλατύ μηριαίου μυός και το πάχος του μέσου.....	37
<b>Πίνακας 4.5</b>	Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος με τον ΡΕΔ (1 <sup>ο</sup> +2 <sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση (N=8)...	39
<b>Πίνακας 4.6</b>	Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος με την επίδοση σε κάθε μέτρηση, (N=8).....	40
<b>Πίνακας 4.7</b>	Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση της σύστασης σώματος με τον ΡΕΔ (1 <sup>ο</sup> και 2 <sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση, (N=8).....	43
<b>Πίνακας 4.8</b>	Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση της σύστασης σώματος με την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού σε κάθε μέτρηση, (N=8).....	44
<b>Πίνακας 4.9</b>	Αποτελέσματα ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων.....	47
<b>Πίνακας 4.10</b>	Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων με την επίδοση με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης άρσης μπάρας (1 <sup>ο</sup> +2 <sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση (N=8).....	48
<b>Πίνακας 4.11</b>	Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων με την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού σε κάθε μέτρηση (N=8).....	49
<b>Πίνακας 4.12</b>	Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων με τη σύσταση σώματος.....	49
<b>Πίνακας 4.13</b>	Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων με το κατακόρυφο άλμα με αιώρηση (N=8).....	50

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

IWF: Παγκόσμια Ομοσπονδία Άρσης Βαρών

ΜΑΕ: Μέγιστος Αριθμός Επαναλήψεων

ΡΕΔ Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης

P: Ισχύς

F: Δύναμη

V: Ταχύτητα

ΜΔ ή ΡΑΡ: Μεταδιεγερτική Ενεργοποίηση / Ασκησιογενής Διευκόλυνση

CMJ: Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση

DJ: Άλμα βάθους

Kg: Μονάδα μέτρησης βάρους σε Kg

m, cm: Μονάδα μέτρησης μήκους σε μέτρα και εκατοστόμετρα

ΕΟΑΒ: Ελληνική Ομοσπονδία Άρσης Βαρών

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Άρση Βαρών είναι ένα ατομικό ολυμπιακό άθλημα όπου ο αθλητής προσπαθεί, με βάση ορισμένους κανόνες, να σηκώσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο φορτίο (Σαρογλάκης & Ζαρζαβατζίδης, 2008). Στο άθλημα της Άρσης Βαρών, οι αθλητές αγωνίζονται σε συγκεκριμένες σωματικές και ηλικιακές κατηγορίες. Η Παγκόσμια Ομοσπονδία Άρσης Βαρών (IWF) αναγνωρίζει δύο τεχνικές κινήσεις: το αρασέ (απόσπαση, snatch) και το επολέ-ζετέ (επωμισμός-εκτίναξη, clean-jerk). Και οι δύο αγωνιστικές κινήσεις εκτελούνται με τα δύο χέρια και επιτρέπονται μέχρι τρεις προσπάθειες σε κάθε κίνηση. Στην απόσπαση (αρασέ) ο/η αθλητής-τρια πρέπει να σηκώσει την μπάρα με τεντωμένα χέρια πάνω από το κεφάλι του με μία μόνο κίνηση. Ο αθλητής ξεκινά την άρση της μπάρας μέχρι τα γόνατα (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) με μια αίσθηση ώθησης τα γόνατα πίσω (επέκταση) και τους γοφούς να σηκώνονται ελάχιστα (Σαρογλάκης & Ζαρζαβατζίδης, 2008). Η τροχιά της μπάρας κατά τη διάρκεια της πρώτης έλξης πρέπει να είναι κάθετη. Μόλις η μπάρα περάσει το μέσο του γονάτου και με μια πιο βίαιη έλξη ο αθλητής-τρια συνεχίζει την άρση της μπάρας με το σώμα του να έρχεται σε πλήρη έκταση και η μπάρα να περνάει από τους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα). Σε αυτή τη φάση πρέπει να δίνεται προσοχή ώστε να διατηρείται η μπάρα κοντά στο σώμα του αθλητή, κάμπτωντας τους καρπούς προς τα μέσα, κάτι που επιτρέπει τη συνέχιση της επιτάχυνσης της μπάρας. Όταν φέρει την μπάρα πάνω από το κεφάλι, πρέπει να παραμείνει ακίνητος, με τεντωμένα χέρια και πόδια, με την μπάρα και το σώμα του σε ευθεία γραμμή. Στη θέση αυτή παραμένει μέχρι να λάβει το σήμα από τους κριτές ότι μπορεί να ελευθερώσει την μπάρα (Σαρογλάκης & Ζαρζαβατζίδης, 2008; Brad, Ambrose, Steven & Matthew, 2012; Hedrick, 2004). Το πρώτο και δεύτερο τράβηγμα είναι παρόμοια και στην τεχνική επωμισμού - εκτίναξης (επολέ – ζετέ). Στην εκτίναξη ο αθλητής έχοντας την μπάρα στους ώμους, πρέπει να την ωθήσει πάνω από το κεφάλι ανοίγωντας τα πόδια το ένα μπροστά και το άλλο πίσω.

Οι πολυαρθρικές κινήσεις της αγωνιστικής Άρσης Βαρών, συνδυάζουν υψηλές απαιτήσεις ισχύος και τεχνικής εκτέλεσης, έναντι υψηλού φορτίου αντίστασης με κινήσεις σε υψηλές ταχύτητες και είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς σε προπονητικά προγράμματα πολλών αθλημάτων για την ανάπτυξη της μυϊκής ισχύος, καθ' όσον η μυϊκή ισχύς αποτελεί καθοριστική παράμετρο για την επίτευξη υψηλής απόδοσης σε πολλά ατομικά και ομαδικά αθλήματα (Γεωργιάδης & Τερζής, 2010). Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης, ως βασική παράμετρος της μυϊκής ισχύος, έχει στενή σχέση με την επίδοση στα αθλήματα ισχύος και εξαρτάται σημαντικά από την άλιπη σωματική μάζα (Maffiuletti, Aagaard, Blazevich, Folland, Tillin, & Duchateau, 2016). Στην Άρση Βαρών συγκεκριμένα απαιτείται η παραγωγή όσο δυνατό υψηλότερης δύναμης στο μικρότερο δυνατό χρόνο (Storey & Smith, 2012). Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι υψηλότερα επίπεδα μέγιστης δύναμης σχετίζονται με υψηλότερο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης και παραγωγή ισχύος (Cormie, Deane, Triplett & McBride 2006; Cormie, McGuigan & Newton, 2011; Zaras, Stasinaki,

Methenitis, Krase, Georgiadis, Spengos & Terzis, 2016). Ωστόσο, μέχρι σήμερα δεν έχει διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της επίδοσης στην Άρση Βαρών και του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης στη 1<sup>η</sup> και στη 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς στην κίνηση του επωμισμού των αθλητών που συμμετέχουν σε αγωνιστική Άρση Βαρών.

Είναι γνωστό ότι οι αθλητές Άρσης Βαρών χαρακτηρίζονται από μεγάλη μυϊκή δύναμη και μυϊκή ισχύ (Garhammer, 1993). Η μυϊκή δύναμη ορίζεται ως η μέγιστη δύναμη που παράγει ένας μυς ή μια ομάδα μυών, εκτελώντας ένα συγκεκριμένο κινητικό πρότυπο με συγκεκριμένη ταχύτητα (Knuttgen & Kraemer, 1987). Η μυϊκή ισχύς είναι το έργο που μπορεί να παράγει ένας μυς ή μια ομάδα μυών στη μονάδα του χρόνου και αναφέρεται στη δυνατότητα του νευρομυϊκού συστήματος να υπερνικά εξωτερικές αντιστάσεις με μεγάλη ταχύτητα. Είναι το παράγωγο της μυϊκής δύναμης και της ταχύτητας κίνησης, ή της ταχύτητας της μυϊκής συστολής, η οποία ορίζει σε μεγάλο βαθμό την ταχύτητα κίνησης (Γεωργιάδης & Τερζής, 2010), δηλαδή ισχύει:  $P=F \cdot V$  (όπου  $P$  είναι η ισχύς,  $F$  η δύναμη και  $V$  η ταχύτητα που αυτή εφαρμόζεται).

Η μυϊκή δύναμη και η ταχύτητα αποτελούν παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην επίδοση ενός αθλητή της Άρσης Βαρών (Storey & Smith, 2012). Συνεπώς, μια μικρή αύξηση της δύναμης ή της ταχύτητας ή και των δύο μαζί μπορεί να οδηγήσει σε μια σημαντική βελτίωση της επίδοσης, αν οι υπόλοιποι παράγοντες που συμβάλλουν στην επίδοση παραμείνουν ίδιοι (Storey & Smith, 2012; Κλεισούρας, 2011).

Πέρα από την καθιερωμένη προπονητική διαδικασία που ακολουθούν οι αθλητές των αθλημάτων ισχύος με σκοπό να αυξήσουν την επίδοσή τους, οι προπονητές βρίσκονται σε συνεχή αναζήτηση μεθόδων που θα αυξήσουν άμεσα την επίδοση των αθλητών τους. Πριν από μερικά χρόνια, μια ομάδα πρωτοπόρων ερευνητών αποκάλυψε ότι η εκτέλεση μιας έντονης ισομετρικής μυϊκής σύσπασης οδηγούσε σε άμεση αύξηση της μυϊκής δύναμης της ίδιας μυϊκής ομάδας που διαρκεί ως και 10 λεπτά μετά από την αρχική ισομετρική προσπάθεια (Hamada, Sale, MacDougall, & Tarnopolsky, 2000). Μεταγενέστερες μελέτες έδειξαν ότι ακόμα και η εκτέλεση δυναμικών προσπαθειών (π.χ. άλματα βάθους) μπορούν να προκαλέσουν άμεση βελτίωση της επίδοσης μερικά λεπτά μετά (π.χ. Terzis, Spengos, Karampatsos, Manta, & Georgiadis, 2009). Η βελτίωση που προκαλείται από τις ασκήσεις αυτές οφείλεται στο φαινόμενο της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης (Hamada et al., 2000). Τρεις φυσιολογικοί μηχανισμοί δύνανται να συμβάλλουν στη πρόκληση του φαινομένου της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης. Ο πρώτος αφορά στη φωσφορυλίωση των ελαφριών αλυσίδων μυοσίνης (Smith, 2007), μιας πρωτεΐνης, που βρίσκεται στους μύες και αυξάνει την ευαισθησία των ιόντων ασβεστίου στη σύνδεση της μυοσίνης με την ακτίνη, με συνέπεια την ταχύτερη μυϊκή συστολή. Ο δεύτερος αφορά στις αλλαγές που προκύπτουν στη γωνία πρόσφυσης των μυϊκών δεματίων (Tillin & Bishop, 2009), η οποία σχηματίζεται από την απονεύρωση του μυός και τις μυϊκές ίνες (Tillin & Bishop, 2009) και ο τρίτος την αύξηση της επιστράτευσης των κινητικών μονάδων με υψηλό κατώφλι ενεργοποίησης ή επίπεδο διεγερσιμότητας (Tillin & Bishop, 2009).



Μολονότι η ιδέα της Μεταδιεγερτικής Διευκόλυνσης δεν είναι καινούρια και έχουν γίνει πολλές πρόσφατες συζητήσεις και μελέτες, δεν υπάρχει μελέτη που να αναφέρεται στην επίδραση της Μεταδιεγερτικής Διευκόλυνσης στην επίδοση ενός αθλητή Άρσης Βαρών.

### **1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος**

Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης που εκφράζει σε σημαντικό βαθμό τη μυϊκή ισχύ, έχει στενή σχέση με την επίδοση σε αθλήματα ισχύος. Στην Άρση Βαρών συγκεκριμένα, απαιτείται η παραγωγή όσο το δυνατό υψηλότερης δύναμης στο μικρότερο δυνατό χρόνο. Ωστόσο, καμία μελέτη δεν έχει εξετάσει μέχρι σήμερα τη σχέση μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κατά την άρση μπάρας στους μηρούς (στο 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) στην Άρση Βαρών, με την αθλητική επίδοση σε αυτό το άθλημα. Επίσης, μολονότι το φαινόμενο της Μεταδιεγερτικής Διευκόλυνσης επηρεάζει θετικά και άμεσα την επίδοση σε ορισμένα αθλήματα ισχύος όπως οι αθλητικές ρίψεις, τα αθλητικά άλματα και οι δρόμοι ταχύτητας παραμένει άγνωστο αν έχει την ίδια θετική επίδραση στην αγωνιστική επίδοση της Άρσης Βαρών. Στην παρούσα προτεινόμενη μελέτη διερευνήθηκε κατά πόσο ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην άρση μπάρας στους μηρούς σχετίζεται με την επίδοση. Επιπροσθέτως, διερευνήθηκε η άμεση επίδραση μιας προσπάθειας άρσης μπάρας στους μηρούς 3' πριν από μια μέγιστη προσπάθεια στον επωμισμό και πιο συγκεκριμένα, διερευνήθηκε η επίδραση εφαρμογής 2 διαφορετικών φορτίων ως μεταδιεγερτική ενεργοποίηση.

### **1.2 Σημασία της έρευνας**

Η σημασία της έρευνας έγκειται στη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κατά την άρση μπάρας στους μηρούς (στο 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) στην Άρση Βαρών, με την αθλητική επίδοση σε αυτό το άθλημα, καθώς και στη διερεύνηση της επίδρασης δυναμικών προσπαθειών διαφορετικών εντάσεων στην επίδοση του επωμισμού στην αγωνιστική κίνηση του επωμισμού. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους προπονητές, καθώς φάνηκε πως το φαινόμενο της Μεταδιεγερτικής Διευκόλυνσης συμβάλλει στην άμεση βελτίωση της επίδοσης στην κίνηση του επωμισμού στον αγώνα.

### **1.3 Σκοπός της έρευνας**

Σκοπός της προτεινόμενης μελέτης ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κατά την άρση μπάρας στους μηρούς (στο 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) στην Άρση Βαρών, με την αθλητική επίδοση σε αυτό το άθλημα. Επίσης, σκοπός ήταν να διερευνηθεί η άμεση επίδραση εκτέλεσης δυναμικών προσπαθειών με διαφορετική αντίσταση, στην επίδοση στην κίνηση του επωμισμού, σε αθλητές της Άρσης Βαρών.

#### 1.4 Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

- 1) Σχετίζεται ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην 1<sup>η</sup> και στη 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) με την επίδοση κατά τον επωμισμό;
- 2) Μπορεί μια παρέμβαση όπως η άρση μπάρας στους μηρούς (τράβηγμα) να επιδράσει θετικά στην επίδοση των αθλητριών στην κίνηση του επωμισμού, και αν ναι με ποιο ποσοστό της 1MAE θα υπάρξει μεγαλύτερη βελτίωση (85%1MAE ή 120% 1MAE);
- 3) Η αρχιτεκτονική δομή του έξω πλατύ μηριαίου μυός μυών τους, η σύσταση σώματος των αθλητριών, το κατακόρυφο άλμα και ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης των κάτω άκρων μπορούν να συσχετιστούν με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στην 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) και με την επίδοση των αθλητριών στην κίνηση του επωμισμού;

Με βάση την υπάρχουσα επιστημονική βιβλιογραφία διατυπώθηκαν οι παρακάτω ερευνητικές υποθέσεις (Hamada et al., 2000; Storey & Smith, 2012):

*Πρώτη ερευνητική υπόθεση:* Θα υπάρξει συσχέτιση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης στην 1<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) και στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) με την επίδοση στον επωμισμό

*Δεύτερη ερευνητική υπόθεση:* Η εκτέλεση μιας δυναμικής προσπάθειας και συγκεκριμένα άρση μπάρας στους μηρούς, με φορτίο 85% της μέγιστης δύναμης (1MAE), πριν από μια μέγιστη προσπάθεια επωμισμού θα προκαλέσει βελτίωση στην προσπάθεια επωμισμού που ακολουθεί.

*Τρίτη ερευνητική υπόθεση:* Η εκτέλεση μιας δυναμικής προσπάθειας και συγκεκριμένα άρση μπάρας στους μηρούς, με φορτίο 120% της μέγιστης δύναμης (1MAE), πριν από μια μέγιστη προσπάθεια επωμισμού θα προκαλέσει βελτίωση στην προσπάθεια επωμισμού.

*Πρώτη μηδενική υπόθεση:* Δεν θα υπάρξει συσχέτιση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης στην 1<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) και στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) με την επίδοση στον επωμισμό.

*Δεύτερη μηδενική υπόθεση:* Η δυναμική προσπάθεια άρση μπάρας στους μηρούς, με φορτίο 85% της μέγιστης δύναμης (1MAE), πριν από μια μέγιστη προσπάθεια επωμισμού δεν θα προκαλέσει βελτίωση της επίδοσης στην προσπάθεια επωμισμού.

*Τρίτη μηδενική υπόθεση:* Η δυναμική προσπάθεια άρση μπάρας στους μηρούς, με φορτίο 120% της μέγιστης δύναμης (1MAE), πριν από μια μέγιστη προσπάθεια επωμισμού δεν θα προκαλέσει βελτίωση της επίδοσης στην προσπάθεια επωμισμού.

### 1.5 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

A) Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι πιθανό να μην μπορούν να γενικευτούν σε άνδρες αθλητές.

B) Οι συμμετέχοντες στην έρευνα αθλήτριες είχαν τουλάχιστον 3 χρόνια αγωνιστικής εμπειρίας σε πανελλήνια πρωταθλήματα και κατατάσσονταν στις 6 καλύτερες σε εθνικό επίπεδο στη κατηγορία τους.

Δ) Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι πιθανό να μην μπορούν να γενικευτούν σε συνθήκες αγώνα, καθώς συμβάλλουν αρκετοί ακόμα παράγοντες στην τελική επίδοση.

E) Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ανήκαν σε συλλόγους αναγνωρισμένους από την ελληνική ομοσπονδία Άρσης Βαρών (EOAB)

### 1.6 Διευκρίνηση όρων

**Μεταδιεγερτική Ενεργοποίηση:** Η παροδική αύξηση της ικανότητας παραγωγής μυϊκής δύναμης/ισχύος μετά από μια μυϊκή προσπάθεια υψηλής έντασης.

**Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης:** Η παράμετρος της απόδοσης του νευρομυϊκού συστήματος η οποία καθορίζει την ταχύτητα που μπορεί η δύναμη να παραχθεί στην αρχική φάση της μυϊκής σύσπασης.

**Μυϊκή δύναμη:** Η μέγιστη δύναμη που μπορεί να παράγει ένας μυς ή μία ομάδα μυών, εκτελώντας μία συγκεκριμένη κίνηση, σε μία συγκεκριμένη ταχύτητα.

**Μυϊκή ισχύς:** Η μυϊκή ισχύς είναι το έργο που μπορεί να παράγει ένας μυς ή μια ομάδα μυών στη μονάδα του χρόνου και αναφέρεται στη δυνατότητα του νευρομυϊκού συστήματος να υπερνικά εξωτερικές αντιστάσεις με μεγάλη ταχύτητα.

**Αρασέ (απόσπαση):** Αγωνιστική κίνηση στο άθλημα της Άρσης Βαρών κατά την οποία ο αθλητής ανυψώνει την μπάρα με μία κίνηση.

**Επολέ-Ζετέ (επωμισμός-εκτίναξη):** Αγωνιστική κίνηση στο άθλημα της Άρσης Βαρών κατά την οποία ο αθλητής ανυψώνει την μπάρα με δυο κινήσεις.

## II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1 Το αγώνισμα της Άρσης Βαρών

Η Άρση Βαρών είναι ένα ατομικό ολυμπιακό άθλημα όπου ο αθλητής προσπαθεί με βάση ορισμένους κανόνες να σηκώσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο φορτίο (Σαρογλάκης & Ζαρζαβατζίδης, 2008). Οι αθλητές αγωνίζονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες ανάλογα με τη σωματική τους μάζα και την ηλικία τους. Η Παγκόσμια Ομοσπονδία Άρσης Βαρών (IWF) αναγνωρίζει 10 σωματικές και 4 ηλικιακές κατηγορίες (παιδών- κορασίδων 13-17 ετών, εφήβων – νεανίδων 15-20 ετών, ανδρών – γυναικών 15+ ετών και βετεράνων (masters) 35+ ετών). Στους Ολυμπιακούς αγώνες είναι σε ισχύ 7 κατηγορίες σωματικού βάρους (άνδρες: 61, 67, 73, 81, 96, 109, +109kg, γυναίκες: 49, 55, 59, 64, 76, 87, +87kg), ενώ στα Παγκόσμια και Ηπειρωτικά Πρωταθλήματα 10 κατηγορίες σωματικού βάρους άνδρες: 55, 61, 67, 73, 81, 89, 96, 102, 109, +109kg, γυναίκες: 45, 49, 55, 59, 64, 71, 76kg, 81, 87, +87kg). Σύμφωνα με τον κανονισμό η ζύγιση αρχίζει δύο ώρες πριν τον αγώνα και διαρκεί μια ώρα. Η μπάρα που χρησιμοποιείται στην κατηγορία των ανδρών ζυγίζει 20 Kg και των γυναικών 15 Kg.

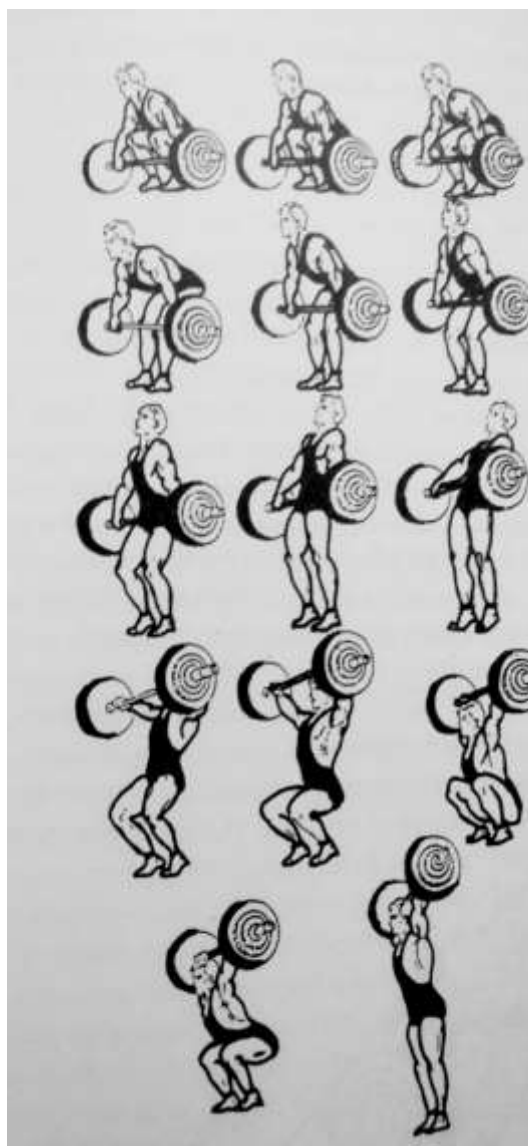
Η παγκόσμια ομοσπονδία Άρσης Βαρών (International Weightlifting Federation (IWF) αναγνωρίζει δύο τεχνικές κινήσεις: το αρασέ (απόσπαση - snatch) και το επολέ-ζετέ (επωμισμός-εκτίναξη - clean-jerk). Κατά τη διάρκεια ενός αγώνα απαιτείται πολύ υψηλή δύναμη και γρήγορος ρυθμός εφαρμογής της δύναμης από τους αθλητές (Storey & Smith, 2012). Και οι δύο αγωνιστικές κινήσεις εκτελούνται με τα δύο χέρια και επιτρέπονται μέχρι 3 προσπάθειες σε κάθε κίνηση στον αγώνα.

Η απόσπαση (αρασέ) είναι το πρώτο αγώνισμα που γίνεται κατά τους αγώνες της Άρσης Βαρών. Είναι πιο δύσκολο αγώνισμα από άποψη τεχνικής από το επολέ-ζετέ, διότι απαιτεί εκτός από μέγιστη δύναμη και καλή ισορροπία (Σαρογλάκης & Ζαρζαβατζίδης, 2008). Στην Απόσπαση (Αρασέ) ο/η αθλητής-τρια πρέπει να σηκώσει τη μπάρα με τεντωμένα χέρια πάνω από το κεφάλι του/της με μία μόνο κίνηση. Ο/Η αθλητή-τρια προσεγγίζει τη μπάρα τοποθετώντας τα πόδια του/της περίπου στο άνοιγμα των ισχίων. Η μπάρα βρίσκεται πάνω από τα πέλματα και οι μύτες των ποδιών ελαφρώς προς τα έξω. Ο/Η αθλητής-τρια πιάνει τη μπάρα τοποθετώντας τα χέρια του με λαβή “hook grip” (τα δάχτυλα πάνω από τον αντίχειρα), τα χέρια του ανοιχτά, με τους αγκώνες να βλέπουν έξω προς τους δίσκους. Ο/Η αθλητής-τρια θα πρέπει να περιστρέψει εσωτερικά την άρθρωση του ώμου, να τοποθετήσει τους ώμους πάνω και ελαφρώς μπροστά από τη μπάρα, έχοντας τα γόνατα σε κάμψη, τον θώρακα προς τα εμπρός με το στήθος να προβάλλεται προς τα έξω, και το βλέμμα να κοιτάζει ευθεία μπροστά. Πριν αρχίσει ο/η αθλητής-τρια να έλκει τον μπάρα από το έδαφος θα πρέπει να έχει την αίσθηση ότι παραμένει σφιχτός ο κορμός και να πάρει μια βαθιά εισπνοή. Από αυτή τη θέση, ο/η αθλητής-τρια

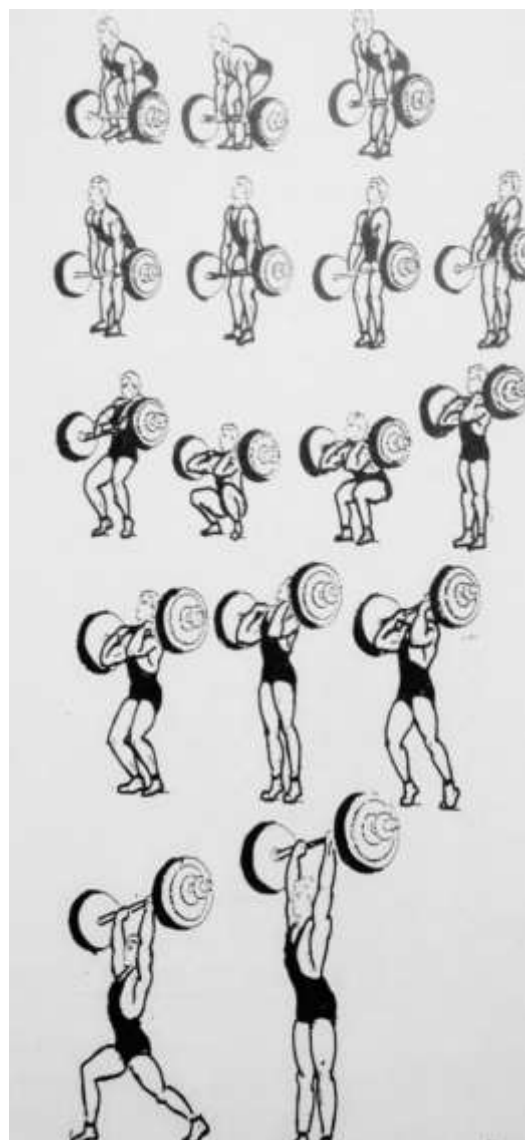
ξεκινάει την άρση της μπάρας μέχρι τα γόνατα (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) με μια αίσθηση ώθησης στα γόνατα πίσω (επέκταση) και τους γοφούς να σηκώνονται ελάχιστα. Η τροχιά της μπάρας κατά τη διάρκεια της πρώτης έλξης πρέπει να είναι κάθετη. Μόλις η μπάρα περάσει το μέσο του γονάτου και με μια πιο βίαιη έλξη ο αθλητής-τρια συνεχίζει την άρση της μπάρας με το σώμα του/της να έρχεται σε πλήρη έκταση και η μπάρα να περνάει από τους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα). Σε αυτή τη φάση πρέπει να δίνεται προσοχή να διατηρείται η μπάρα κοντά στο σώμα του αθλητή, κάμπτωντας τους καρπούς προς τα μέσα, κάτι που επιτρέπει τη συνέχιση της επιτάχυνσης της μπάρας. Αυτό συμβαίνει με την κίνηση των γοφών, των γονάτων και των αστραγάλων προς τα εμπρός με πλήρη έκταση στην ίδια στιγμή. Οι ώμοι κινούνται προς τα πάνω και οι αγκώνες συνεχίζουν να είναι σε έκταση κοιτάζοντας προς τα έξω. Η μπάρα θα πρέπει να ανυψωθεί πάνω από το ύψος του ομφαλού. Έπειτα ξεκινάει η φάση υποδοχής της μπάρας. Κατά τη μετάβαση σε αυτή τη θέση, με ένα μικρό αλματάκι με τα πέλματα να ανοίγουν στο πλάι, ο αθλητής-τρια αρχίζει να υποδέχεται την μπάρα πάνω από το κεφάλι, ενώ κάθεται πίσω στα ισχία με τα πέλματα να ακουμπούν στο πάτωμα και τα γόνατα πίσω από τα δάχτυλα των ποδιών. Στην προσπάθεια της ανύψωσης ο αθλητής μπορεί να λυγίσει και να ανοίξει τα πόδια του, ενώ κανένα άλλο μέλος του σώματός του δεν επιτρέπεται να ακουμπήσει στο έδαφος. Όταν φέρει την μπάρα πάνω από το κεφάλι, πρέπει να παραμείνει ακίνητος, με τεντωμένα χέρια και πόδια, με την μπάρα και το σώμα του σε ευθεία γραμμή. Στη θέση αυτή παραμένει μέχρι να λάβει το σήμα από τους κριτές ότι μπορεί να ελευθερώσει την μπάρα (Σαρογλάκης & Ζαρζαβατζιδης, 2008; Brad et al., 2012; Hedrick, 2004). Στην τεχνική επωμισμού - εκτίναξης (επολέ – ζετέ), ο αθλητής πρέπει να σηκώσει τα βάρη με δύο κινήσεις. Στην πρώτη κίνηση του επωμισμού, ο/η αθλητής-τρια πρέπει με μία κίνηση παρόμοια με την απόσπαση (αρασέ) να σηκώσει τα βάρη από το έδαφος μέχρι τους ώμους του. Ο/Η αθλητή-τρια προσεγγίζει τη μπάρα τοποθετώντας τα πόδια του περίπου στο άνοιγμα των ισχίων. Ο/Η αθλητής-τρια πιάνει τη μπάρα τοποθετώντας τα χέρια του με λαβή “hook grip” (τα δάχτυλα πάνω από τον αντίχειρα), τα χέρια του ελαφρώς πιο ανοιχτά από το άνοιγμα των ισχίων, με τους αγκώνες να βλέπουν έξω προς τους δίσκους. Ο/Η αθλητής-τρια, όπως και στην απόσπαση, θα πρέπει να περιστρέψει εσωτερικά την άρθρωση του ώμου, να τοποθετήσει τους ώμους πάνω και ελαφρώς μπροστά από τη μπάρα, έχοντας τα γόνατα σε κάμψη, το θώρακα προς τα εμπρός με το στήθος να προβάλλεται προς τα έξω, και το βλέμμα του να κοιτάζει ευθεία μπροστά. Από αυτή τη θέση, ο αθλητής ξεκινάει την άρση της μπάρας μέχρι τα γόνατα (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) με μια αίσθηση ώθησης στα γόνατα πίσω (επέκταση) και τους γοφούς να σηκώνονται ελάχιστα. Η τροχιά της μπάρας κατά τη διάρκεια της πρώτης έλξης πρέπει να είναι κάθετη και μόλις αυτή περάσει το μέσο του γονάτου και με μια πιο βίαιη έλξη ο αθλητής-τρια συνεχίζει την άρση της μπάρας με το σώμα του να έρχεται σε πλήρη έκταση και η μπάρα να περνάει από τους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα). Όπως και στην απόσπαση πρέπει να δίνεται προσοχή να διατηρείται η μπάρα κοντά στο σώμα του αθλητή, κάμπτωντας τους καρπούς προς τα μέσα. Οι ώμοι κινούνται προς τα πάνω και οι αγκώνες συνεχίζουν να είναι σε έκταση κοιτάζοντας προς τα έξω. Έπειτα για την υποδοχή της μπάρας, με ένα μικρό

αλματάκι με τα πέλματα να ανοίγουν στο πλάι, ο αθλητής-τρια με γρήγορο στρίψιμο των αγκώνων κάτω από την μπάρα και με κάμψη των γονάτων υποδέχεται την μπάρα ελευθερώνοντας τη λαβή "hook grip". Πριν την εκτέλεση της εκτίναξης (ζετέ) ο/η αθλητής-τρια έρχεται σε πλήρη έκταση και παίρνει κοφτές αναπνοές για να ετοιμαστεί. Με μία βαθιά εισπνοή, ο αθλητή-τριας λυγίζει τα γόνατα και με ώθηση της μπάρας τοποθετεί το σώμα του/της κάτω από αυτή, με ταυτόχρονο άνοιγμα των ποδιών μπροστά και πίσω (ψαλίδι), ενώ ταυτόχρονα τεντώνει κάθετα τα χέρια, κρατώντας την μπάρα πάνω από το κεφάλι του/της. Το πόδι που τοποθετείται μπροστά βρίσκεται σε κάμψη στο γόνατο, χωρίς αυτό να περνάει τη μύτη του ποδιού και το πόδι που τοποθετείται πίσω βρίσκεται σε κάμψη στο γόνατο πατώντας στα δάχτυλα (μύτη) του ποδιού. Έπειτα πρέπει να φέρει τα πέλματα του παράλληλα, ξεκινώντας με το μπροστινό πόδι και μετά το πίσω. Στο σημείο αυτό, όταν σταθεί εντελώς ακίνητος, οι κριτές του δίνουν σήμα να κατεβάσει την μπάρα (Σαρογλάκης & Ζαρζαβατζιδης, 2008; Brad et al., 2012; Hedrick, 2004; Frounfelter, 2003). Οι ανθρωπομετρικές διαφορές των αθλητών μπορούν να δημιουργήσουν μικρές αλλαγές στην τεχνική των αθλητών.

Στα παγκόσμια και ευρωπαϊκά πρωταθλήματα απονέμονται ξεχωριστά μετάλλια σε κάθε κίνηση και στο σύνολο των κινήσεων, ενώ στους Ολυμπιακούς αγώνες απονέμεται μόνο στο σύνολο. Νικητής ορίζεται ο αθλητής που θα σηκώσει το μεγαλύτερο φορτίο. Σε περίπτωση ισοψηφίας, νικητής είναι αυτός που σήκωσε το τελικό έγκυρο φορτίο πρώτος. Για παράδειγμα εάν ένας αθλητής σήκωσε 150 Kg στην κίνηση του επωμισμού στην δευτερή του προσπάθεια και απέτυχε να σηκώσει επιπλέον φορτίο στην επόμενη του προσπάθεια, ενώ ένας άλλος σήκωσε 150 Kg με την πρώτη του προσπάθεια και απέτυχε να σηκώσει μεγαλύτερο φορτίο στις επόμενες προσπάθειες, νικητής είναι αυτός που σήκωσε τα 150 Kg με την πρώτη του προσπάθεια. Στο σύνολο θεωρείται νικητής αυτός που θα συμπληρώσει πρώτος το μεγαλύτερο συνολικά και στις δυο αγωνιστικές κινήσεις φορτίο.



**Εικόνα 2.1** Αναπαράσταση αγωνιστικής κίνησης απόσπασης (αρασέ) (Σαρογλάκης & Ζαρζαβατζίδης, 2008).



**Εικόνα 2.2** Αναπαράσταση αγωνιστικής κίνησης επωμοσμού εκτίναξης (επολέ-ζετέ) (Σαρογλάκης & Ζαρζαβατζίδης, 2008).

## 2.2 Μυϊκή Ισχύς και Μυϊκή Δύναμη στην Άρση Βαρών

Είναι γνωστό ότι οι αθλητές Άρσης Βαρών χαρακτηρίζονται από μεγάλη μυϊκή δύναμη και μυϊκή ισχύ. Η μυϊκή δύναμη ορίζεται ως η μέγιστη δύναμη που παράγει ένας μυς ή μια ομάδα μυών, εκτελώντας ένα συγκεκριμένο κινητικό πρότυπο με συγκεκριμένη ταχύτητα (Knuttgen & Kraemer, 1987). Σύμφωνα με τους Γεωργιάδη & Τερζή (2010), είναι η ικανότητα του ατόμου να χρησιμοποιεί τη μυοσκελετική λειτουργία για να αναπτύξει εσωτερική τάση σε κάποιες εξωτερικές αντιστάσεις, είτε ως αντίθετη δύναμη για να υπερνικηθούν αυτές οι δυνάμεις.

Η μυϊκή ισχύς είναι σημαντικός παράγοντας για τα αθλήματα που απαιτούν εκρηκτικές κινήσεις και αναφέρεται στη δυνατότητα του νευρομυϊκού συστήματος να υπερνικά εξωτερικές αντιστάσεις με μεγάλη ταχύτητα συστολής. Είναι το παράγωγο της μυϊκής δύναμης και της ταχύτητας κίνησης, ή της ταχύτητας της μυϊκής συστολής, η οποία ορίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την ταχύτητα κίνησης (Γεωργιάδης & Τερζής, 2010), δηλαδή ισχύει:  $P=F*V$  ( όπου P είναι η ισχύς, F η δύναμη και V η ταχύτητα που αυτή εφαρμόζεται). Έχει επιβεβαιωθεί ότι τα υψηλότερα επίπεδα μέγιστης δύναμης σχετίζονται με υψηλότερο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης και παραγωγή μυϊκής ισχύος (Hori, N., Newton, R. U., Nosaka, K., 2005). Η μυϊκή ισχύς έχει φανεί να επηρεάζεται από τη λειτουργία του μυϊκού συστήματος, αλλά και από παράγοντες που αφορούν στη μορφολογία του μυός, όπως ο όγκος του μυός, την κατανομή των μυϊκών ίνων και η αρχιτεκτονική δομή των μυών (γωνία και μήκος δεματίων) (Blazevich, 2006). Επιπλέον, υπάρχουν πολλοί τρόποι αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος με κύριες εργαστηριακές δοκιμασίες όπως είναι αυτή της αξιολόγησης του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης και των κατακόρυφων αλμάτων, όπως για παράδειγμα, το κατακόρυφο άλμα με αιώρηση (CMJ).

Η παραγόμενη ισχύς σε απόλυτα μεγέθη ενός αθλητή Άρσης Βαρών μεγιστοποιείται σε υψηλά ποσοστά της μέγιστης του δυναμής (πάνω από 80%1MAE), έναντι υψηλού φορτίου αντίστασης. Η Άρση Βαρών πέρα από τις απαιτήσεις τεχνικής, ισορροπίας και συγχρονισμού κινήσεων, συνδυάζει υψηλές απαιτήσεις τεχνικής εκτέλεσης και υψηλό φορτίο αντίστασης με κίνηση σε υψηλές ταχύτητες (Storey & Smith, 2012).

Έτσι, η μυϊκή δύναμη και η ταχύτητα αποτελούν παράγοντες που παίζουν σημαντικό ρόλο στην επίδοση ενός αθλητή Άρσης Βαρών. Συνεπώς, μια μικρή αύξηση της δύναμης ή της ταχύτητας ή και των δύο μαζί μπορεί να φέρει μια σημαντική βελτίωση στην επίδοση, αν οι υπόλοιποι παράγοντες που συμβάλλουν στην επίδοση παραμείνουν ίδιοι (Storey & Smith, 2012). Επίσης, αξίζει να σημειωθεί η σημασία που φαίνεται να έχουν και οι γενετικές καταβολές του κάθε αθλητή, αλλά και οι προσαρμογές που προκαλεί η συστηματική προπόνηση σε ότι αφορά τη παραγωγή μυϊκής δύναμης και ισχύος.

Οι πολυαρθρικές ασκήσεις της αγωνιστικής Άρσης Βαρών, συνδυάζουν υψηλές απαιτήσεις ισχύος και τεχνικής εκτέλεσης, έναντι υψηλού φορτίου αντίστασης με κινήσεις σε υψηλές ταχύτητες και είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς σε προπονητικά προγράμματα πολλών αθλημάτων για την ανάπτυξη της μυϊκής



ισχύος, καθ' ότι η μυϊκή ισχύς αποτελεί καθοριστική παράμετρο για την επίτευξη υψηλής απόδοσης σε πολλά ατομικά και ομαδικά αθλήματα .

Η παραγωγή δύναμης και ισχύος από ένα σκελετικό μυ εξαρτάται όχι μόνο από τα φυσιολογικά του χαρακτηριστικά (όπως για παράδειγμα ο τύπος μυϊκών ίνων και η εγκάρσια επιφανεία τους), αλλά και από την προηγηθείσα δραστηριότητά του (Hodgson, Docherty & Robbins, 2005). Αυτό σημαίνει πως αν προηγηθεί μια ήπια δραστηριότητα (π.χ. προθέρμανση), η μυϊκή δύναμη και ισχύς αυξάνονται, ενώ αν προηγηθεί έντονη δραστηριότητα ή άσκηση, η μυϊκή δύναμη και ισχύς μπορεί να αυξηθεί (φαινόμενο μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης/δραστηριότητας), είτε να μειωθούν (φαινόμενο κόπωσης).

### **2.3 Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση**

Το κατακόρυφο άλμα με αιώρηση (CMJ) αποτελεί μια μέθοδος αξιολόγησης της ισχύος των κάτω άκρων των αθλητών. Στην έρευνα των Ζάρα και συν. (2019) βρέθηκε σημαντική συσχέτιση του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση με την επίδοση αθλητών Άρσης Βαρών στην απόσπαση και στον επωμισμό

Σε παλιότερη έρευνα, (Carlock, 2004) σε μεγάλο δείγμα 64 αθλητών και αθλητριών της άρσης βαρών, διερεύνησαν κατά πόσο η μέγιστη ισχύς του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση σχετίζεται με υψηλότερες επιδόσεις στην άρση βαρών, προκειμένου το άλμα αυτό να χρησιμοποιείται ως δοκιμασία αξιολόγησης στην προπονητική πράξη της αγωνιστικής άρσης βαρών. Φάνηκε υψηλή συσχέτιση της μέγιστης μυϊκής ισχύος του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση τόσο με την απόσπαση, όσο και με τον επωμισμό – εκτίναξη. Οι ερευνητές προτείνουν το κατακόρυφο άλμα με αιώρηση ως ένα απλό και χρήσιμο εργαλείο αξιολόγησης για την αξιολόγηση της απόδοσης των αθλητών άρσης βαρών, τόσο στην απόσπαση και τον επωμισμό – εκτίναξη, όσο και στο σύνολο.

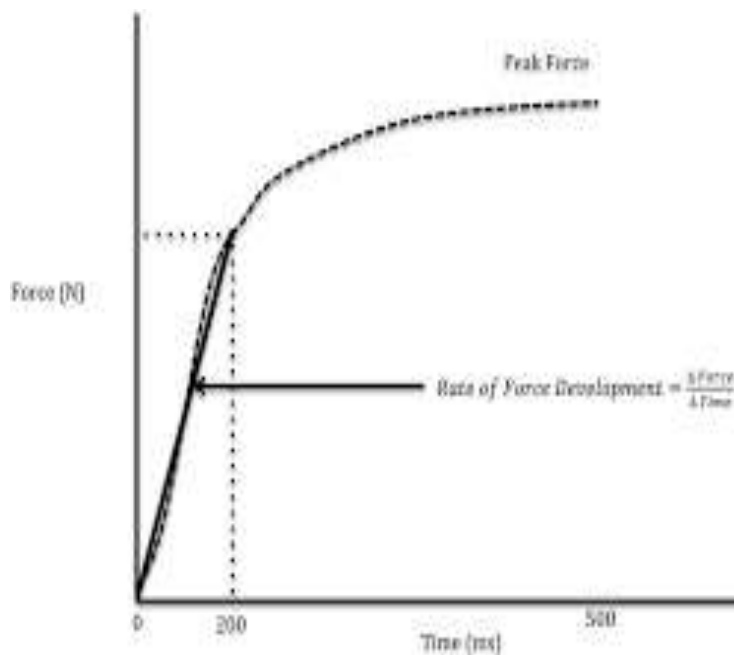
### **2.4 Ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης**

Σε πολλές αθλητικές δραστηριότητες, η ικανότητα ρυθμού εφαρμογής μυϊκής δύναμης, είναι σημαντική αν όχι η σημαντικότερη και από τη μέγιστη μυϊκή δύναμη (Komi, 2003).

Ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης (P.E.Δ.) είναι η πιο σημαντική παράμετρος της απόδοσης του νευρομυϊκού συστήματος (Γεωργιάδης και Τερζής, 2012) η οποία καθορίζει την ταχύτητα που μπορεί η δύναμη να παραχθεί στην αρχική φάση της μυϊκής σύσπασης, και σε χρόνο από 0 – 200 ms (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson & Duhre-Poulsen, 2002). Σε πολλά αγωνίσματα του κλασικού αθλητισμού (π.χ αθλητικές ρίψεις, Άρση Βαρών κ.α) που απαιτείται εκρηκτικότητα φαίνεται να έχει μεγάλη σημασία. Όσο ταχύτερος είναι ο Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης, τόσο ταχύτερα εκτελούνται εκρηκτικές ασκήσεις, δηλαδή τα αθλήματα που απαιτούν σύντομη παραγωγή μυϊκής δύναμης (Wilson Lyttle, Ostrowski & Murphy, 1995). Τέτοιου είδους αθλήματα απαιτούν μυϊκές συσπάσεις σε χρόνους της τάξεως 50 - 200ms (Aagaard et al., 2002). Είναι

φανερό λοιπόν, ότι ο αθλητής που μπορεί να παράγει μεγαλύτερη μυϊκή δύναμη σε αυτό το χρονικό διάστημα έχει σαφές πλεόνασμα σε σύγκριση με τους άλλους αθλητές. Η Άρση βαρών ανήκει στα εκρηκτικά αγωνίσματα όπου ο αθλητής προσπαθεί να εφαρμόσει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη δύναμη σε χρονικό διάστημα από 180 έως 250ms (Isaka, Okada, & Funato, 1996 ; Gourgoulis et al., 2003).

Σύμφωνα με τους Gruber & Gollhofer (2004), ο Ρυθμός Εφαρμογής της Δύναμης καθορίζεται από την καμπύλη δύναμης χρόνου ( $\Delta \text{force} / \Delta \text{time}$ ) και αξιολογεί τις εκρηκτικές δυναμικές ικανότητες του νευρομυϊκού συστήματος (Aagaard et al., 2002).



**Σχήμα 2.1** Καμπύλη Ρυθμού Εφαρμογής της δύναμης (RFD)

Το επίπεδο του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης εξαρτάται κυρίως από το επίπεδο της νευρικής ενεργοποίησης της κινητικής μονάδας, την σύνθεση των μυϊκών ινών και τη μυϊκή μάζα (Aagaard et al., 2002). Σύμφωνα με τους Aagaard et al., (2002), για να μπορέσει ο ανθρώπινος μυς να φτάσει τη μέγιστη δύναμη χρειάζεται χρόνος της τάξεως  $\geq 300\text{ms}$ . Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σε μέγιστες εκρηκτικές κινήσεις ο χρόνος διάρκειάς τους (50 – 250 ms) δεν επιτρέπει την εφαρμογή της μέγιστης δύναμης του αθλητή.

## 2.5 Αξιολόγηση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης

Πολλές έρευνες έχουν στηρίξει την αξιολόγηση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης κυρίως με ισομετρικά πρωτόκολλα. Στις έρευνες των Haff et al. (2005), και των McGuigan, Winchester & Erickson (2006), μετρήθηκε ο Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης με την ισομετρική μέθοδο στην άσκηση τραβήγματα από

το ύψος των τετρακεφάλων (midthigh pulls), ενώ στην έρευνα των Wilson et al. (1995), η αξιολόγηση έγινε με ημικάθισμα (squat). Σε έρευνα των Stone et al. (2008), αξιολογήθηκε ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης μετά από ένα πρωτόκολλο συνδυασμού δύναμης ισχύος (strength-power-potentiating complexes, SPPC) σε αθλητές άρσης βαρών (3 γυναίκες και 4 άντρες) με πολύ υψηλές επιδόσεις. Ο σχεδιασμός της έρευνας περιλάμβανε άρση μπάρας ισομετρικά και δυναμικά από τους μηρούς. Με το ισομετρικό πρωτόκολλο αξιολογήθηκε ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης (IRFD) και η μέγιστη ισομετρική δύναμη (IPF), ενώ με το δυναμικό αξιολογήθηκε η μέγιστη ισχύς (PP), η μέγιστη ταχύτητα (PV), η μέγιστη δύναμη (PF) και ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης (RFD). Δεν έδειξαν καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή στο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης μετά από το πρόγραμμα SPPC. Το μέγεθος του δείγματος ήταν αρκετά μικρό, οπότε οι μεταβολές στο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης να μην ήταν στατιστικά σημαντικές.

Ωστόσο, υψηλές συσχετίσεις βρέθηκαν στην αξιολόγηση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης και στο αγώνισμα της Άρσης Βαρών στην έρευνα των Haff et al., (2005) που αναφέρθηκε παραπάνω, κάτι που δικαιολογήθηκε από τους συγγραφείς καθώς η άσκηση που χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης (midthigh pulls) χρησιμοποιείται στο αγώνισμα της Άρσης Βαρών. Οπότε, είναι λογικό να υπάρχει σημαντική συσχέτιση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης και της επίδοσης στην Άρση Βαρών. Το συμπέρασμα αυτό οδηγεί στην άποψη ότι πρέπει για κάθε αγώνισμα να χρησιμοποιείται το ανάλογο τεστ αξιολόγησης του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης, που θα ταιριάζει στην βιομηχανική εκτέλεση της συγκεκριμένης αθλητικής κίνησης (Haff et al., 2005).

Από την άλλη βρέθηκε σύνδεση της επίδοσης με το Ρυθμό Εφαρμογής της Δύναμης στα κάτω άκρα σε αθλητές εθνικής ομάδας της Άρσης Βαρών, όταν μετρήθηκαν πριν και μετά από 10 βδομάδες προετοιμασίας για αγώνες (Ζάρας, 2019).

## **2.6 Η αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης σε αθλητές αγωνισμάτων ισχύος.**

Η μυϊκή ισχύς εξαρτάται από την δύναμη που μπορεί να εφαρμοστεί σε μια δεδομένη ταχύτητα (Caserotti, Aagaard, Larsen, & Pugaard, 2008). Ορίζοντας το χρόνο στον οποίο θα αναπτυχθεί η συγκεκριμένη δύναμη αξιολογείται ο ρυθμός εφαρμογής αυτής. Όσο ταχύτερος είναι ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης τόσο ταχύτερα εκτελούνται «εκρηκτικές» κινήσεις, που απαιτούν σύντομη παραγωγή μυϊκής δύναμης (Wilson et al., 1995).

Οι αθλητές που ασχολούνται με τα αγωνίσματα ισχύος υπερτερούν στην ανάπτυξη του ρυθμού εφαρμογής δύναμης. Λίγες μελέτες έχουν συνδέσει άμεσα τον Ρυθμό Εφαρμογής της Δύναμης με την επίδοση στα αθλήματα ισχύος, όπως αυτή πρόσφατα των Zaras et al., (2016), που παρατηρήθηκαν σημαντικές

συσχετίσεις μεταξύ της ριπτικής ικανότητας και του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης σε ρίπτες αθλητές του Κλασικού Αθλητισμού.

Στην έρευνα των Lattier, Millet, Maffiuletti, Babault & Lepers (2003), αξιολογήθηκε ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης ανάμεσα σε αθλητές ισχύος με αθλητές αγωνισμάτων διάρκειας και αγύμναστους. Η αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης πραγματοποιήθηκε σε δύο μετρήσεις: σε ισοκινητικό μηχάνημα έκτασης τετρακέφαλου και έκτασης γαστροκνημίων. Οι ερευνητές κατέληξαν ότι οι αθλητές ισχύος έχουν υψηλότερο ρυθμό εφαρμογής δύναμης από τους αθλητές διάρκειας και τους αγύμναστους.

Στην έρευνα των Stone et al., (2004), αξιολογήθηκε ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στο αγώνισμα της ποδηλασίας ταχύτητας. Στόχος της μελέτης ήταν να συσχετιστεί η επίδοση στη ποδηλασία ταχύτητας με το ρυθμό εφαρμογής της δύναμης και τη μέγιστη ισομετρική δύναμη. Οι δοκιμαζόμενοι (20 ποδηλάτες υψηλού επιπέδου) χρονομετρήθηκαν σε τέσσερα σημεία σε μια πίστα μήκους 333,3m : 25 m από την εκκίνηση, στα 83,3 m (C1), στα 166,6 m (B), στα 249,9 m (C2) και στον τερματισμό 333,3 m (F) και χωρίστηκαν σε γρήγορους και αργούς σύμφωνα με την χρονομέτρησή τους. Η παράμετρος του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης και η μέγιστη ισομετρική δύναμη αξιολογήθηκαν στην άσκηση τραβήγματα μπάρας από τους μηρούς. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης δεν σχετίζεται στατιστικά σημαντικά με την ποδηλασία ταχύτητας σε κανένα χρονομετρημένο πέρασμα. Επίσης, ανάμεσα στις δύο ομάδες αθλητών γρήγοροι - αργοί, δεν υπήρχε σημαντική στατιστική διαφορά στην αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης [RFD γρήγοροι =  $15,948 \pm 3,444$  ( $N \cdot s^{-1}$ ), RFD αργοί =  $86,489 \pm 2,489$  ( $N \cdot s^{-1}$ )]. Αν και οι καλοί ποδηλάτες είχαν υψηλότερες επιδόσεις στην αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης, χωρίς ωστόσο τα αποτελέσματα να είναι στατιστικά σημαντικά.

Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξε και η έρευνα των McGuigan, Winchester & Erickson, (2006). Οι ερευνητές αξιολόγησαν το ρυθμό εφαρμογής δύναμης σε 8 αθλητές της πάλης με τη μέθοδο τραβήγματα μπάρας από τους μηρούς ισομετρικά. Βρέθηκε ότι ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης δεν αποτελεί σημαντική παράμετρο για την πάλη. Υψηλή συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ της μέγιστης ισομετρικής δύναμης με το βαθύ κάθισμα ( $r=0,96$ ) και με την άσκηση επωμισμός ( $r=0,97$ ) (Haff et al., 2005). Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας στηρίχθηκαν σε αθλητές της πάλης μέτριου αθλητικού επιπέδου.

Οι αθλητές από διάφορα αγωνίσματα ισχύος έχουν διαφορές στο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης. Ερευνητικά δεδομένα από τη μελέτη των Häkkinen, Alen & Komi (1984), έδειξαν ότι οι αθλητές που προέρχονται από διαφορετικά αγωνίσματα ισχύος διαφέρουν στο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης. Πιο συγκεκριμένα η έρευνα χρησιμοποίησε ως δείγμα 4 αθλητές τριδυναμικού αγωνίσματος (powerlifters), 7 αθλητές σωματοδομικής (bodybuilders) και 3 παλαιστής (wrestlers) εθνικού αγωνιστικού επιπέδου (αθλητές Φιλανδίας). Η αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης πραγματοποιήθηκε σε ισοκινητικό μηχάνημα τετρακέφαλου. Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης αξιολογήθηκε σε διάφορες χρονικές περιόδους κατά τη διάρκεια της

προσπάθειας. Από τα αποτελέσματα των Häkkinen et al. (1984) παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, παρόλο που και οι τρεις ομάδες αθλητών γυμνάζονται με αντιστάσεις, με στόχο την ανάπτυξη της μέγιστης μυϊκής ισχύος. Οι διαφορές αυτές φαίνονται κυρίως στη αρχή της μυϊκής προσπάθειας, ενώ στην μέγιστη δύναμη δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά στατιστικές διαφορές αν και θα ήταν ενδιαφέρον να υπήρχε μεγαλύτερο δείγμα αθλητών για κάθε ομάδα.

## 2.7 Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην Άρση Βαρών

Το αγώνισμα της Άρσης Βαρών απαιτεί από τον αθλητή τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα για την ανύψωση της μπάρας στη δυναμική έλξη (άρση μπάρας στους μηρούς) στο συντομότερο δυνατό χρονικό διάστημα. Η Άρση Βαρών συγκαταλέγεται στα εκρηκτικά αγωνίσματα, όπου ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης συσχετίζεται άμεσα με την εκρηκτική δύναμη, αφού λόγω της φύσης του αθλήματος απαιτείται υψηλή παραγωγή ισχύος και ταχύτητα εκτέλεσης. Συγκεκριμένα οι αθλητές της Άρσης Βαρών υπερτερούν έναντι άλλων αθλητών ισχύος (αθλητές ρίψεων, ταχύτητας κ.α) κατά 15 - 20% στη μέγιστη ισομετρική δύναμη, στην απόλυτη ισχύ, στο κατακόρυφο άλμα και στο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης, διότι η μέγιστη παραγόμενη ισχύς, ο Ρυθμός Εφαρμογής της Δύναμης και η ταχύτητα μετακίνησης της μπάρας κορυφώνονται σε χρόνο < 250 msec με ένταση στο 70 - 85% (Storey & Smith, 2012; Chiu & Schilling, 2005). Λίγες έρευνες αναφέρονται σχετικά με το ρυθμό εφαρμογής δύναμης στο άθλημα της Άρσης Βαρών.

Στην έρευνα των Haff et al. (2005), αξιολογήθηκε ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης με τη ισομετρική και δυναμική μέθοδο σε 6 κορυφαίες αθλήτριες της Άρσης Βαρών των ΗΠΑ. Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης αξιολογήθηκε με την άσκηση τραβήγματα μπάρας από τους μηρούς ισομετρικά, με το 30% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης και με 100 kg (Πίνακας 2.1).

**Πίνακας 2.1** Αποτελέσματα της αξιολόγησης μέγιστης δύναμης (PF), της μέγιστης δύναμης ανά κιλό σωματικού βάρους [ $PF(N \cdot kg^{-1})$ ] και του ρυθμού εφαρμογής δύναμης (RFD) Haff et al. (2005).

	Ισομετρική έλξη μπάρας			100 kg δυναμική έλξη μπάρας			30% έλξη μπάρας μέγιστης ισομετρικής δύναμης		
	N=6	PF	PF	RFD	PF	PF	RFD	PF	PF
	N	$N \cdot kg^{-1}$	$N \cdot s^{-1}$	N	$N \cdot kg^{-1}$	$N \cdot s^{-1}$	N	$N \cdot kg^{-1}$	$N \cdot s^{-1}$
Μέση τιμή	3649	43,4	13997	3083	37,1*	22803	2961*	36*	20283*
	$\pm 824$	$\pm 5,1$	$\pm 1879$	$\pm 368$	$\pm 4$	$\pm 4450$	$\pm 523$	$\pm 5$	$\pm 445$

\* $p < 0,01$  Στατιστικά σημαντική διαφορά από την ισομετρική έλξη μπάρας

\* $p < 0,02$  Στατιστική διαφορά από την ισομετρική έλξη μπάρας

Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης κάτω από τις τρεις συνθήκες αξιολόγησης. Φαίνεται ότι με την ισομετρική αξιολόγηση ο Ρυθμός Εφαρμογής της Δύναμης επιτυγχάνεται γρηγορότερα. Ωστόσο, όταν οι ερευνητές συσχέτισαν τις επιδόσεις του ρυθμού εφαρμογής δύναμης στη συνθήκη της ισομετρικής, με την επίδοση των αθλητριών, βρήκαν ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση στην απόσπαση (αρασέ  $r=0.79$ ,  $p < 0,05$ ), στον επωμισμό - εκτίναξη (επολέ ζετέ,  $r=0,69$ ) και στο σύνολο ( $r=0,80$ ). Η συγκεκριμένη έρευνα είναι η μοναδική που συνδέει το ρυθμό εφαρμογής δύναμης με την επίδοση στο αγώνισμα της Άρσης Βαρών. Βέβαια η τεχνική της κίνησης της απόσπασης και του επωμισμού ταιριάζει αρκετά με το κινητικό πρότυπο αξιολόγησης του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης της συγκεκριμένης έρευνας. Οπότε, η συσχέτιση μεταξύ των δύο κινήσεων ήταν λογικό να είναι υψηλή.

Στην έρευνα των Kawamori et al., (2006), αξιολογήθηκε ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης κατά τη διάρκεια ισομετρικής και δυναμικής έλξης μπάρας από τους μηρούς. Στην έρευνα συμμετείχαν 8 αθλητές της Άρσης Βαρών. Σκοπός της μελέτης ήταν να αξιολογηθεί η σχέση μεταξύ των μετρήσεων σε διάφορα φορτία. Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν στην μέγιστη ισομετρική δύναμη ανάμεσα στις μετρήσεις, καθώς και στο χρόνο που αυτή επιτεύχθηκε. Καμία στατιστική διαφορά δεν βρέθηκε στο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης μεταξύ των διαφορετικών φορτίων. Η συσχέτιση ανάμεσα στην αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης ισομετρικά και δυναμικά, με διαφορετικά βάρη, ήταν στατιστικά μη σημαντική ( $r = -0,14$ ,  $r = -0,26$ ). Οι ερευνητές προτείνουν ότι η αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης ισομετρικά και δυναμικά είναι διαφορετικές παράμετροι και πρέπει να εξετάζονται χωριστά.

## **2.8 Σχέση ρυθμού εφαρμογής της δύναμης και μυϊκής δύναμης με την αρχιτεκτονική δομή των μυών**

Η αρχιτεκτονική δομή των μυών δηλαδή το μήκος των μυϊκών δεματίων και οι γωνία πρόσφυσης του μυϊκού δεμάτιου με τη απονεύρωση, παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδοση των αθλητών. Όσο πιο μεγάλο είναι το μήκος μυϊκού δεματίου, τόσο περισσότερα σαρκομέρια έχει στη σειρά που επηρεάζουν τη ταχύτητα συστολής του μύος και κατά συνέπεια το Ρυθμό Εφαρμογής της Δύναμης (Blazevich, 2006; Cormie et al., 2011; Zaras et al., 2016). Από την άλλη όσο πιο μεγάλη είναι η γωνία που σχηματίζουν με την απονεύρωση του μύος, τόσο πιο μεγάλη δύναμη μπορεί να παράγει ο συγκεκριμένος μύς (Blazevich, 2006).

## 2.9 Μεταδιεγερτική ή Ασκησιογενής Ενεργοποίηση

Έχει τεκμηριωθεί ότι μια δράση προετοιμασίας μπορεί να αυξήσει οξεία τη μυϊκή απόδοση. Αρκετές έρευνες έχουν δείξει ότι η εκτέλεση μιας προσπάθειας με υψηλές απαιτήσεις σε παραγωγή μυϊκής ισχύος αμέσως πριν από μια αγωνιστική προσπάθεια, μπορεί να βελτιώσει την επίδοση σε αθλητές (Hamada et al., 2000). Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο φαινόμενο της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης και είναι ανεξάρτητο από το επίπεδο του αθλητή, αλλά ευνοεί περισσότερο τα άτομα με ύψηλο ποσοστό μυϊκών ίνων τύπου II (ταχείας συστολής) (Τερζής, 2010).

Μεταδιεγερτική ή Ασκησιογενής Ενεργοποίηση (ME) (postactivation potentiation) είναι μια ενέργεια/δραστηριότητα/κίνηση ή μυϊκή συστολή που οδηγεί σε αύξηση της επίδοσης αμέσως μετά. Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης είναι τέσσερις: α) το είδος της προενεργοποίησης (είδος μυϊκής συστολής) (Comyns, Harrison, Hennessy, & Jensen, 2007), β) ο συνολικός όγκος της προενεργοποίησης (Kilduff et al., 2007), γ) ο χρόνος αποκατάστασης μετά από την προενεργοποίηση (Kilduff et al., 2007) και δ) τα χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων, όπως το μέγεθος της δύναμης, το μέγεθος και η κατανομή των μυϊκών ίνων (Tillin & Bishop, 2009).

Έρευνες έχουν δείξει ότι η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην αθλητική πρακτική είτε για την προετοιμασία των αθλητών στην προπονήσή τους, είτε για την αύξηση της επίδοσή τους σε αγώνα (Docherty & Hodgson, 2007), για αυτό τον λόγο έχει αρχίσει να γίνεται ευρέως γνωστή. Στην έρευνα των Hamada et al., (2000), φάνηκε μία μέγιστη ισομετρική συστολή του τετρακέφαλου μυός διάρκειας 10 δευτερολέπτων βελτίωσε τη μέγιστη δύναμη του για τα επόμενα 10 λεπτά. Η ικανότητα αυτή του μυός να παράγει υψηλότερες τιμές δύναμης οφείλεται στο φαινόμενο της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης. Στην ίδια μελέτη βρέθηκε ότι οι δοκιμαζόμενοι, που είχαν μεγαλύτερο ποσοστό βελτίωσης, είχαν περισσότερες μυϊκές ίνες τύπου II. Επίσης, άτομα με περισσότερες μυϊκές ίνες ταχείας συστολής όπως είναι οι αθλητές των ρίψεων, των αλμάτων και των δρόμων ταχύτητας (Costill, Daniels, Evans, Fink, Krahenbuhl, & Saltin, 1975; Coyle, Bell, Costill, & Fink, 1978; Billeter, Jostarndt - Fogen, Gunthor & Hoppeler, 2003), παρουσιάζουν μεγαλύτερη βελτίωση στην απόδοσή τους μέσω της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης.

Αρκετές έρευνες σχετικά με το φαινόμενο της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης έχουν γίνει στις αθλητικές ρίψεις, ένα άθλημα μυϊκής ισχύος όπως είναι η Άρση Βαρών. Στην πρόσφατη έρευνα των Karampatsos, Korfiatis, Zaras, Georgiadis & Terzis, (2017), φάνηκε πως τρία κατακόρυφα άλματα με αιώρηση με τα χέρια στη μεσολαβή (Counter-movement jumps, 3CMJs) πριν την 2<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup>, 6<sup>η</sup> προσπάθεια στον αγώνα προκάλεσαν αύξηση στη ριπτική επίδοση. Συγκεκριμένα 31 αθλητές αθλητικών ρίψεων (12 σφαιροβόλοι, 8 σφυροβόλοι, 9 δισκοβόλοι και 3 ακοντιστές), εκτέλεσαν τα 3 κατακόρυφα άλματα με αιώρηση με τα χέρια στη μεσολαβή 1 λεπτό πριν την συγκεκριμένη αγωνιστική τους προσπάθεια. Όλοι εκτός δύο αθλητών αύξησαν τη ριπτική τους επίδοση και χωρίς ποσοστιαία σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων (άνδρες  $2,56 \pm 3,01\%$  - γυναίκες  $3,06$

$\pm 3,76\%$ ,  $p = 0,677$ ), αλλά με σημαντική βελτίωση στις «ελαφριές ρίψεις» (δισκοβόλοι και ακοντιστές :  $4,66 \pm 4,11\%$ ), συγκριτικά με τις «βαριές ρίψεις» (σφαιροβόλοι και σφυροβόλοι:  $1,62 \pm 2,04\%$ ,  $p = 0,008$ ).

Σε μία σχετικά πρόσφατη έρευνα εξετάστηκε η σχέση μεταξύ τριών κάθετων αλμάτων με αιώρηση καθώς και του δρόμου ταχύτητας είκοσι μέτρων (3CMJs ή 20μ σπριντ) με τη ριπτική επίδοση (Terzis, Spengos, Karampatsos, Manta, & Georgiadis, 2012). Συγκεκριμένα 10 έμπειροι αθλητές της σφαιροβολίας εκτέλεσαν με τυχαία ισοσταθμισμένη σειρά είτε 3 κατακόρυφα άλματα με αιώρηση με τα χέρια στη μεσολαβή πριν την προσπάθεια τριών ρίψεων με σφαίρα, είτε 20 m σπριντ πριν την προσπάθεια τριών ρίψεων με σφαίρα έπειτα από μία εβδομάδα. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική βελτίωση της επίδοσης κατά  $2,64\%$  ( $p=0,0003$ ) μετά από την πραγματοποίηση των τριών αλμάτων με αιώρηση μέγιστης έντασης και  $3,74\%$  ( $p=0,001$ ) βελτίωση της επίδοσης μετά από το δρόμο ταχύτητας 20 μέτρων μέγιστης έντασης. Υπήρξε σημαντικότερη αύξηση στη ριπτική επίδοση μετά την εκτέλεση των 20 m ταχύτητα (σπριντ).

Παρόμοια αποτελέσματα είχε και η έρευνα των Judge, Bellar & Judge, (2010) που εξέτασε την επίδραση της παρέμβασης με βαρύτερο όργανο στη ριπτική επίδοση. Στη μελέτη αυτή συμμετείχαν 10 αθλητές ρίψεων γυμνασίου που χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες (control, A (χρήση οργάνου 1,37 kg πιο βαρύ από την control ομάδα) και B (χρήση οργάνου 2,27 kg πιο βαρύ από την control ομάδα). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η χρήση βαρύτερων οργάνων σαν μέρος της προθέρμανσης, βελτιώνει την επίδοση σε αθλητές ρίψεων γυμνασίου.

Μία ακόμη μελέτη που εξέτασε την επίδραση βαρύτερων οργάνων στην επακόλουθη ρίψη είναι αυτή των Judge, Bellar, Craig, Gilreath, Cappos, & Thrasher (2016). Συγκεκριμένα 41 αθλητές σφαιροβολίας κολλεγιακού επιπέδου (23 αγόρια και 18 κορίτσια, ηλικίας  $20,9 \pm 1,18$  έτη) εκτέλεσαν ρίψη με τα δύο χέρια πίσω και πάνω από το κεφάλι είτε με ελαφρύτερη, είτε με βαρύτερη σφαίρα από την αγωνιστική σφαίρα (ανδρών 6 kg και γυναικών 4 kg) στην προθέρμανση. Τα αποτελέσματα έδειξαν μεγαλύτερη αύξηση στην επίδοση της ομάδας μετά την προθέρμανση με την βαρύτερη σφαίρα ( $14,39 \pm 1,8$  m), ενώ ακολούθησε η ομάδα με την προθέρμανση με την ελαφρύτερη σφαίρα ( $14,18 \pm 1,68$  m) και η ομάδα ελέγχου ( $14,18 \pm 1,7$  m).

Στην έρευνα των Terzis et al. (2009), που συμμετείχαν μέτρια γυμνασμένοι δοκιμαζόμενοι, ερευνήθηκε η επίδραση πέντε αλμάτων βάθους (drop jumps DJs) από ύψος 40 εκατοστά στη ρίψη σφαίρας εμπρός. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι η ρίψη σφαίρας εμπρός μπορεί να βελτιωθεί αμέσως μετά από την εκτέλεση 5 πέντε άλματα βάθους σε μέτρια γυμνασμένα άτομα. Υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση στη ριπτική επίδοση των ανδρών κατά  $7,38\%$  ( $p < 0,01$ ), ενώ στις γυναίκες η βελτίωση ήταν μη στατιστικά σημαντική μόλις  $1,45\%$ . Το γεγονός αυτό αποδόθηκε στο χαμηλότερο ποσοστό μυϊκών ινών τύπου II (ταχείας συστολής) στον τετρακέφαλο μυ στις γυναίκες σε σχέση με τους άνδρες δοκιμαζόμενους, συγκριτικά με τους άνδρες. Στη μελέτη των Κοντού, Μπερμπερίδου, Μαντζουράνη, Μεθενίτη και Πυλιανίδη (2017), στην οποία



συμμετείχαν 17 ρίπτες και από τα δύο φύλα και αγωνίσματα πραγματοποίησαν με τυχαία σειρά 2 πρωτόκολλα παρέμβασης (πλειομετρικές κάμψεις χεριών και επιτόπια πλειομετρικά άλματα. Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική βελτίωση μετά την εφαρμογή των δύο πρωτοκόλλων Μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης στην επίδοση της ρίψης, με τους άνδρες να έχουν υψηλότερες επιδόσεις και τους δυσκοβόλους και τους ακοντιστές να ανταποκρίνονται καλύτερα στα πλειομετρικά άλματα συγκριτικά με τους σφαιροβόλους.

Σε έρευνα των Masamoto, Larson & Faigenbaum (2000), για την αξιολόγηση της επίδρασης πλειομετρικών ασκήσεων στη μέγιστη προσπάθεια στην άσκηση καθίσματα (squat) συμμετείχαν άνδρες αθλητές οι οποίοι εκτέλεσαν πλειομετρική άσκηση 30 δευτερόλεπτα πριν την μέγιστή τους προσπάθεια. Αρχικά μετρήθηκε η μέγιστη δύναμη (1MAE) στην άσκηση καθίσματα και κατά τις επόμενες δύο μετρήσεις, οι οποίες εκτελέστηκαν με τυχαία και ισοσταθμισμένη σειρά (1 εβδομάδα μετά), μετρήθηκε η μέγιστη δύναμη είτε 30 δευτερόλεπτα λεπτά μετά από κατακόρυφα άλματα με αιώρηση με τα χέρια στη μεσολαβή, είτε 30 δευτερόλεπτα λεπτά μετά από άλματα βάθους (Masamoto et al., 2003). Βρέθηκε αύξηση της επίδοσης της μέγιστης δύναμης μετά από την εκτέλεση και των δύο πλειομετρικών ασκήσεων (CMJs και DJs), με μεγαλύτερη αύξηση μετά την εκτέλεση των αλμάτων βάθους κατά 3,5%.

Άλλες έρευνες έχουν χρησιμοποιήσει πλειομετρικές ασκήσεις όπως αυτή των Gourgoulis, Aggeloussis, Kasimatis, Mavromatis & Garas (2003), που το ημικαθίσματα 90° (half squats) με διάφορα φορτία ( 1 σειρά X 2 επαναλήψεις στο 20, 40, 60, 80 και 90% της 1MAE, με 5 λεπτά διάλειμμα) αύξησε την επίδοση στο κάθετο άλμα κατά 4%. Σε μελέτη της επίδρασης του ημικαθίσματος με υψηλή επιβάρυνση (10 σετ \* 1 επανάληψη, 90% της 1 MAE) στη δρομική ταχύτητα, φάνηκε ότι η επίδοση στα 10 και 30 μέτρα ταχύτητας βελτιώθηκε κατά 2,6% και 1,77%, αντίστοιχα, 5 λεπτά μετά την παρέμβαση (Chatzopoulos et al., 2007).

Έρευνες σχετικές με το φαινόμενο της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης έχουν γίνει και σε άλλα αθλήματα όπως η ενόργανη γυμναστική. Συγκεκριμένα σε πρόσφατη έρευνα της Τσούμανη (2017), εξετάστηκε η άμεση επίδραση της προενεργοποίησης με πλειομετρικές ασκήσεις στην εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων 39 αθλητριών αγωνιστικού και μη αγωνιστικού επιπέδου (ηλικίας  $9,34 \pm 2,51$  ετών). Οι αθλήτριες εκτέλεσαν δύο πρωτόκολλα και φάνηκε ότι η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση στα κάτω άκρα σε αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής βελτιώνει την απόδοσή τους για ένα βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα μετά το πέρας της επιβάρυνσης.

## **2.10 Μηχανισμοί πρόκλησης του φαινομένου της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης**

Τρεις βασικοί μηχανισμοί συμβάλλουν στην πρόκληση του φαινομένου της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης. Ο πρώτος αφορά τη φωσφορυλίωση των ελαφριών αλυσίδων μυοσίνης (Smith, 2007), μιας πρωτεΐνης, που βρίσκεται

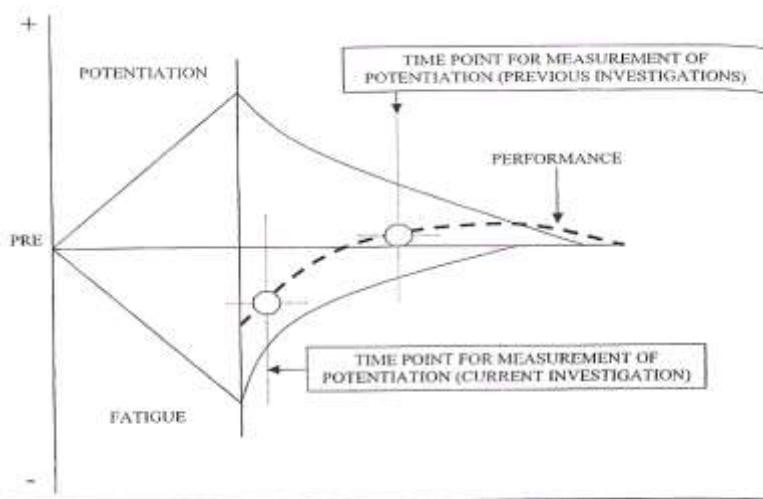
στους μύες και αυξάνει την ευαισθησία των ιόντων ασβεστίου στη σύνδεση της μυοσίνης με την ακτίνη, με συνέπεια την ταχύτερη μυϊκή συστολή, ο δεύτερος αφορά τις αλλαγές που προκύπτουν στην γωνία πρόσφυσης (Tillin & Bishop, 2009), η οποία σχηματίζεται από την απονεύρωση του μυός και τη μυϊκή ίνα (Tillin & Bishop, 2009) και δείχνει τον προσανατολισμό των μυϊκών ινών σε σχέση με τον τένοντα και ο τρίτος αφορά στην αύξηση της επιστράτευσης των κινητικών μονάδων με υψηλό κατώφλι ενεργοποίησης ή επίπεδο διεγερσιμότητας (Sale, 2004; Tillin & Bishop, 2009).

### **2.11 Αλληλεπίδραση μεταξύ μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης και κόπωσης.**

Το φαινόμενο της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης και της κόπωσης συνυπάρχουν μετά από μία προενεργοποίηση. Σε ό,τι αφορά το συνολικό όγκο της προενεργοποίησης είτε αναφερόμαστε στη διάρκεια, είτε στις επαναλήψεις αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη βελτίωση της απόδοσης. Σύμφωνα με τους Tillin & Bishop, (2009) εάν ο όγκος προενεργοποίησης είναι μικρός τότε το φαινόμενο της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης θα εμφανιστεί άμεσα, ενώ εάν ο όγκος είναι μεγάλος, τότε θα πρέπει να υπάρξει το απαραίτητο χρονικό διάστημα αποκατάστασης για να εμφανιστεί η θετική επίδραση του φαινομένου (Σχήμα 2.2), διαφορετικά θα μειωθεί η απόδοση λόγω της κόπωσης. Η αλληλεπίδραση μεταξύ τους καθορίζει την τελική απόδοση (Chiu, Fry, Weiss, Schilling, Brown & Smith, 2003; Kilduff et al., 2007). Όταν σε έναν μυ επέρχεται κόπωση τότε μειώνονται ουσιαστικά τα αποθέματα ασβεστίου στο σαρκοπλασματικό δίκτυο και αυξάνεται το ενδομυϊκό pH με αποτέλεσμα να μειώνεται η απόδοση λόγω του όξινου περιβάλλοντος. Αντίθετα, η Μεταδιεγερτική Ενεργοποίηση αυξάνει την ευαισθησία σε ασβέστιο των συσταλών πρωτεϊνών ακτίνης-μυοσίνης (Hodgson et al., 2005). Η κόπωση υπερσχύει της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης χρονικά αμέσως μετά από ένα ερέθισμα υψηλής έντασης ή όγκου (Tillin & Bishop, 2009). Σταδιακά η κόπωση μειώνεται με αποτέλεσμα να γίνονται εμφανή τα θετικά αποτελέσματα της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης, που διαρκούν μέχρι και 20 λεπτά (Gilbert & Lees, 2005; Sale, 2002) (Σχήμα 2.3).



**Σχήμα 2.2** Διάγραμμα απόδοσης με την συνύπαρξη της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης και της κόπωσης, (Τσούκος και συν.,2013) προσαρμοσμένο από Tillin & Bishop (2009).



**Σχήμα 2.3** Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται το θεωρητικό μοντέλο κατά τον Sale (2002), ανάμεσα στην κόπωση και τη νευρομυϊκή διευκόλυνση.

Οι Bazett-Jones, Winchester & McBride, (2005) καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ένα πρωτόκολλο με αντιστάσεις, που διαθέτει λιγότερες σειρές ή επαναλήψεις, καθώς επίσης και περισσότερο χρόνο αποκατάστασης (χωρίς να απομακρύνονται τα οφέλη της διέγερσης), μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της απόδοσης.

## 2.12 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (σωματικό ανάστημα, άλιπη μάζα σώματος, σωματικό λίπος, οστική πυκνότητα κ.α) των αθλητών μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην επίδοση ενός αθλητή. Όσο μεγαλύτερο είναι το σωματικό ανάστημα ενός αθλητή, τόσο μεγαλύτερο είναι το μήκος των μυϊκών ινών ενός συκρεκκριμένου μυός και τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός των σαρκομερίων στη σειρά (Γεωργιάδης και Τερζής, 2012). Ο αριθμός των σαρκομερίων στη σειρά που βρίσκονται στις μυϊκές ίνες, συμβάλλει στη γρήγορη κίνηση του αντίστοιχου μέλους του σώματος, δηλαδή στον Ρυθμό Εφορμογής της Δύναμης. Με άλλα λόγια το σωματικό ανάστημα επηρεάζει σημαντικά το μήκος των μυϊκών ινών των σκελετικών μυών και συνεπώς και την ικανότητα παραγωγής δύναμης και ισχύος.

Στις αθλητικές ρίψεις έχουν γίνει έρευνες για το ρόλο της άλιπης σωματικής μάζας, (η οποία αντιπροσωπεύει τη μάζα του σώματος χωρίς το αποθηκευμένο λίπος) και έχει φανεί το σπουδαίο ρόλο που διαδραματίζει γιατί καθορίζει τη μυϊκή δύναμη του αθλητή (Terzis, Spengos, Kavouras, Manta & Georgiadis, 2010; Kyriazis, Terzis, Karampatsos, Kavouras & Georgiadis, 2010). Στην έρευνα των Ζάρα και συν, (2019) βρέθηκε υψηλή συσχέτιση της άλιπης μάζας με την επίδοση αθλητών Άρσης Βαρών.

Επιπλέον, σύμφωνα με τους Γεωργιάδης και Τερζής (2012) όσο μεγαλύτερη είναι η οστική πυκνότητα (συγκέντρωση των ιόντων μετάλλων στα οστά), τόσο αυξάνεται η ικανότητα του σκελετού να ανταπεξέρχεται στις εξωτερικές φορτίσεις. Επίσης, φαίνεται ότι η άσκηση με αυξημένη αντίσταση προκαλεί αύξηση της οστικής πυκνότητας.

### III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

#### 3.1 Ερευνητικός σχεδιασμός

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκε η σχέση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης με την επίδοση στο άθλημα της άρσης βαρών. Επιπλέον, μελετήθηκε η επίδραση της Μεταδιεγερτικής Ενεργοποίησης σε προσπάθειες από αθλήτριες της Άρσης Βαρών κατά τη διάρκεια εύρεσης της 1ΜΑΕ, δηλαδή της μίας μέγιστης προσπάθειας για την υπερνίκηση του μεγαλύτερου φορτίου, σε προπόνηση με και χωρίς παρέμβαση. Για την ασφαλέστερη συλλογή των αποτελεσμάτων, αλλά και τον έλεγχο της επίδρασης των παρεμβάσεων στις μετρήσεις και την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης στην άρση μπάρας στους μηρούς, οι μετρήσεις των δύο παρεμβάσεων (2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> μέτρηση) έγιναν με τυχαία και ισοσταθμισμένη σειρά. Μετρήθηκαν η μέγιστη δύναμη 3 λεπτά μετά από άρση μπάρας στους μηρούς (τράβηγμα) είτε με 85% της 1ΜΑΕ (T1) ή είτε με 120% της 1ΜΑΕ (T2), (Σχήμα 3.1). Επιλέχθηκαν τα συγκεκριμένα ποσοστά διότι οι αθλητές άρσης βαρών πριν την αγωνιστική τους προσπάθεια στο πλατώ κατά τη διάρκεια των αγώνων εκτελούν την κίνηση της τεχνικής περίπου στο 85%1ΜΑΕ και κατά τη διάρκεια της προπόνησής τους εκτελούν πολύ συχνά την άσκηση «άρση μπάρας στους μηρούς» (τραβήγματα), περίπου στο 120%1ΜΑΕ της συγκεκριμένης κίνησης. Οι μετρήσεις του επωμισμού για την εύρεση της 1ΜΑΕ χωρίς την παρέμβαση και της 1ΜΑΕ με παρέμβαση «άρση μπάρας στους μηρούς στο 85%» και της 1ΜΑΕ με παρέμβαση «άρση μπάρας στους μηρούς στο 120%» έγιναν με 7 ημέρες απόσταση μεταξύ τους. Οι αθλήτριες ακολούθησαν το ίδιο πρόγραμμα προπόνησης για το διάστημα των μετρήσεων. Μία μέρα πριν την πρώτη μέτρηση οι αθλήτριες προσήλθαν στο Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών όπου υπέγραψαν το έντυπο συγκατάθεσης (Παράρτημα 1) και συμπλήρωσαν ένα δελτίο ατομικών στοιχείων όπου αναφέρονταν ατομικά ρεκόρ, προπονήσεις ανά εβδομάδα, χρόνια ενασχόλησης με την αγωνιστική άρση βαρών κ.α. Για τις ανήλικες αθλήτριες υπογράφηκε έντυπο συναίνεσης από τους κηδεμόνες. Επιπλέον, στην πρώτη μέτρηση, οι αθλήτριες αξιολογήθηκαν στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση και στο Ρυθμό Εφαρμογής της Δύναμης των κάτω άκρων, ενώδύο ημέρες μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων έγινε αξιολόγηση της αρχιτεκτονικής δομής του έξω πλατύ μηριαίου μυός και αξιολόγηση της σύστασης σώματος των αθλητριών.



**Σχήμα 3.1** Ερευνητικός σχεδιασμός. 1ΜΑΕ:Μέγιστη δύναμη. CMJ:Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση, RFD:Ρυθμός Εφαρμογής της Δύναμης, T1:πρώτη μέτρηση, T2:δεύτερη μέτρηση, T3:Τρίτη μέτρηση, DXA:απορροφησιμετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας για αξιολόγηση σύστασης σώματος.

### 3.2 Περιγραφή δοκιμαζόμενων

Στη μελέτη συμμετείχαν 8 αθλήτριες της Άρσης Βαρών υψηλού επιπέδου σε εθνικό επίπεδο (ηλικίας  $22,9 \pm 5,9$  έτη, σωματικό ανάστημα  $1,66 \pm 6,3$  μέτρα, σωματικής μάζας  $63,2 \pm 5,3$  kg και  $5,8 \pm 4,3$  έτη αγωνιστικής και προπονητικής εμπειρίας) από το δυναμικό των αθλητριών της ΕΟΑΒ και από όλες τις ηλικιακές και σωματικές κατηγορίες (power analysis: 0,972 με 8 αθλήτριες). Οι προϋποθέσεις που έπρεπε να πληρούν οι αθλήτριες για να συμμετάσχουν ήταν:

- Να ήταν υγιείς, χωρίς προβλήματα τραυματισμών και με αθλητικό δελτίο πρόσφατα θεωρημένο από σωματειακό ιατρό.
- Να γυμνάζονται συστηματικά τουλάχιστον τα τελευταία 3 χρόνια και να έχουν συμμετοχή σε εθνικούς αγώνες και να ανήκουν στις 6 καλύτερες αθλήτριες σε εθνικό επίπεδο,
- Να μην κάνουν χρήση αναβολικών ουσιών.

Οι αθλήτριες ενημερώθηκαν για το σκοπό και τη σημασία της μελέτης και υπέγραψαν έντυπο συγκατάθεσης (βλ. Παράρτημα 1), όπου σε αυτό αναφερόταν ότι έλαβαν γραπτές και προφορικές πληροφορίες σχετικά με τη μελέτη και τις δοκιμασίες στις οποίες θα υποβάλλονταν. Για τις αθλήτριες που ήταν ανήλικες, ενημερώθηκαν κατόπιν προσωπικής συνάντησης οι κηδεμόνες και υπέγραψαν έντυπο συναίνεσης και συγκατάθεσης συμμετοχής του παιδιού τους στη μελέτη. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι συμμετέχουσες ενημερώθηκαν ότι μπορούν να αποχωρήσουν από τη μελέτη όποτε εκείνες επιθυμούν.

### 3.3 Περιγραφή δοκιμασιών και οργάνων μέτρησης

#### 3.3.1 Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών

Η αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών [(σωματική μάζα, σωματικό ανάστημα, δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ)] έγινε στο εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Για την αξιολόγηση της σωματικής μάζας του σώματος χρησιμοποιήθηκε ζυγαριά τύπου Seca 700 Ergogenic Advanced Medical Technology. Η αξιοπιστία του οργάνου διερευνήθηκε με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ολυμπιακών δίσκων. Πιο αναλυτικά, χρησιμοποιήθηκαν Ολυμπιακοί δίσκοι διαφόρων κιλών και ζυγίστηκαν. Ο δείκτης αξιοπιστίας του οργάνου ήταν ICC = 1 (N = 22).

Οι δοκιμαζόμενες, αφαίρεσαν τα υποδήματά τους και μόνο με αθλητική εμφάνιση αγώνων πήραν θέση προσοχής επάνω στη ζυγαριά για την αξιολόγηση της σωματικής μάζας. Πραγματοποίησαν 2 μετρήσεις σωματικής μάζας. Ο μέσος όρος των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε για τις αναλύσεις. Για τη μέτρηση του σωματικού τους αναστήματος χρησιμοποιήθηκε μετροταινία. Οι δοκιμαζόμενες αφαίρεσαν τα υποδήματά τους και στάθηκαν σε όρθια θέση με ίσια πλάτη, χαμηλωμένους τους ώμους και το βλέμμα στραμμένο εμπρός. Η μετροταινία ξεκινούσε από το επίπεδο που πατούσε η δοκιμαζόμενη και οδηγούνταν κατακόρυφα προς τα επάνω. Η κάθετη ευθεία στην μετροταινία που περνούσε από την άνω άκρη της κεφαλής της δοκιμαζόμενης, όριζε το ανάστημά. Ο Δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ) υπολογίστηκε από τον τύπο του Adolphe Quetelet:

Εξίσωση 1:  $\Delta\text{Μ}\Sigma = \text{σωματική μάζα (kg)} / (\text{σωματικό ανάστημα (m)})^2$ .

#### 3.3.2 Αξιολόγηση αρχιτεκτονικής δομής του έξω πλατύ μηριαίου

Η μυϊκή υπερηχογραφία πραγματοποιήθηκε δύο ημέρες μετά από όλες τις μετρήσεις για την εύρεση της ΙΜΑΕ στο επολέ. Οι αθλήτριες προσήλθαν τις πρωινές ώρες μετά από 24 ώρες πλήρους αποκατάστασης και αφού συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο (Παράρτημα 7) για την εύρεση του κυρίαρχου ποδιού, ξάπλωσαν σε ένα ιατρικό κρεβάτι σε ύπτια κατάκλιση με το πόδι που εφαρμόστηκε ο υπέρηχος σε πλήρη χαλάρωση και στη φυσιολογική του θέση κατά την έκταση. Μετρήθηκε η απόσταση μεταξύ του μείζονα τροχαντήρα ως την επιγονατίδα και το κέντρο της απόστασης σημειώθηκε με μαρκαδόρο. Στο σημείο αυτό απλώθηκε πήκτωμα (gel) το οποίο βοηθούσε στην ακουστική διαπερατότητα του υπερήχου. Το ίδιο gel μπήκε και στην κεφαλή του υπερήχου όπου τοποθετήθηκε στο σηματοδεδειγμένο σημείο. Η κεφαλή του μηχανήματος τοποθετήθηκε κατά μήκος του μηρού, προσανατολισμένος παράλληλα με τα μυϊκά δεμάτια και κάθετα στο δέρμα. Εντούτοις, λόγω των μεμονωμένων ατομικών διαφορών, η κεφαλή μερικές φορές ήταν ευθυγραμμισμένη διαγώνια με τη γραμμή του μυός. Για να αποθηκευτεί μια εικόνα έπρεπε να φαίνονται καθαρά

αρκετά μυϊκά δεμάτια. Λάβαμε 2 εικόνες από κάθε αθλητή/τρια. Οι εικόνες αναλύθηκαν ως προς το πάχος, τη γωνία και το μήκος των μυϊκών δεματίων. Ο δείκτης αξιοπιστίας του μυϊκού υπερήχου ήταν: για το πάχος ICC = 0,97, για τη γωνία ICC = 0,86 και για το μήκος ICC = 0,83, N = 36. Η ανάλυση των εικόνων του υπερήχου έγινε με το πρόγραμμα Motic Images Plus, 2.0. Από τις 2 εικόνες που λήφθηκαν χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος για τα αποτελέσματα αυτών. Το πάχος του μυός αξιολογήθηκε ως προς την η απόσταση μεταξύ της άνω και κάτω απονεύρωσης του μυός. Η γωνία αξιολογήθηκε με το πιο ξεκάθαρα μυϊκό δεμάτιο της εικόνας το οποίο έδειχνε ξεκάθαρη πρόσφυση στην κάτω απονεύρωση του μυός. Τέλος, η αξιολόγηση του μήκους των δεματίων πραγματοποιήθηκε με προέκταση του μυϊκού δεματίου μέχρι την άνω απονεύρωση (Blazevich, 2006).

### 3.3.3 Αξιολόγηση σύστασης σώματος

Για την αξιολόγηση της σωματικής σύστασης οι αθλήτριες προσήλθαν στο Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, όπου υποβλήθηκαν σε απορροφησιομετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας (DXA) σε ολόκληρο το σώμα σε ύπτια κατάκλιση. Οι οδηγίες που δίνονταν ήταν να μην έχουν επάνω τους μεταλλικά αντικείμενα και να μείνουν ακίνητες με κλειστά μάτια κατά τη διάρκεια της μέτρησης. Ύστερα, ειδικός αισθητήρας περνούσε πάνω από όλο το σώμα τους. Τα δεδομένα αναλύθηκαν από το πρόγραμμα Lunar Radiation Body Composition Program, Version 4.7e με ICC = 0.98 για να υπολογιστεί το ποσοστό άλιπης και λιπώδους σωματικής μάζας, καθώς και της οστικής πυκνότητας. Μάλιστα, όσο αφορά την άλιπη μάζα εκτιμήθηκε επιπροσθέτως η άλιπη μάζα όλου του σώματος, των άνω άκρων, των κάτω άκρων και του κορμού.

### 3.3.4 Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση (CMJ)

Η αλτική ικανότητα αξιολογήθηκε μετά από την πρώτη μέτρηση για τον εντοπισμό της 1MAE χωρίς παρέμβαση, με το άλμα με αιώρηση κορμού (CMJ) και αφού οι δοκιμαζόμενες ξεκουράστηκαν 10 λεπτά. Οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν σε δυναμοδάπεδο διαστάσεων 80cm x 80cm, τύπου WP800 Applied Measurements Ltd Co., Aldermaston, United Kingdom με συχνότητα δειγματοληψίας 1 kHz και ICC = 0.91 (Zaras et al., 2014). Οι δοκιμαζόμενες είχαν οδηγίες για να εκτελέσουν το άλμα όσο πιο ψηλά μπορούν, καθώς και για τον τρόπο εκτέλεσης κατακόρυφων αλμάτων με αιώρηση, για να διασφαλιστεί η σωστή εκτέλεσή της άσκησης. Η κάθε δοκιμαζόμενη στέκονταν όρθια στη δυναμοπλατφόρμα με τα πόδια στο άνοιγμα των ισχίων και με το βάρος της μοιρασμένο και στα δύο άκρα. Αφού τοποθετούσε τα χέρια σε θέση μεσολαβής, εκτελούσε ημικάθισμα, χαμηλώνοντας το κέντρο βάρους της και αμέσως μετά κατακόρυφο άλμα. Κατά τη διάρκεια της πτήσης έπρεπε τα γόνατα να είναι τεντωμένα (Εικόνα 3.1). Κάθε δοκιμαζόμενη εκτέλεσε δύο υπομέγιστες δοκιμαστικές προσπάθειες και κατόπιν τρεις μέγιστες προσπάθειες με ενδιάμεσο διάλειμμα ένα λεπτό. Από αυτές, επιλέχθηκε η προσπάθεια με την καλύτερη επίδοση. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις καμπύλες αλμάτων



αποθηκεύτηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και αναλύθηκαν με το πρόγραμμα Kyowa sensor interface, PCD-320A. Η κατακόρυφη δύναμη του εδάφους περνούσε από την δυναμοπλατφόρμα σε γράφημα δύναμης – χρόνου ψηφιακής μορφής μέσω του προγράμματος DCS -100A έκδοση 1.14 (Kyowa Electronic Instruments Ltd Co. Japan) για να ακολουθήσει ανάλυση του άλματος (Σχήμα 3.2). Από το γράφημα υπολογίστηκαν το ύψος και η ισχύς του άλματος της δοκιμαζόμενης. Ο δείκτης αξιοπιστίας για το ύψος του άλματος ήταν ICC=0,91 (Zaras et al., 2014). Έπειτα, υπολογίστηκε ο χρόνος πτήσης από το σημείο απώλειας του δοκιμαζόμενου από το δυναμοδάπεδο, έως το πρώτο σημείο επαφής (Τπτήσης = Τπροσγείωσης - Ταπογείωσης). Για την ανάλυση του κατακόρυφου άλματος χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση:

$$\text{Εξίσωση 2: } \text{Ύψος άλματος} = (0,5 \cdot \text{Τπτήσης} \cdot 9,81)^2 / 2 \cdot 9,81.$$

Στη συνέχεια υπολογίστηκε η μέγιστη δύναμη (Fmax). Κατόπιν, υπολογίστηκε η μέγιστη παραγωγή ισχύος από τον τύπο:

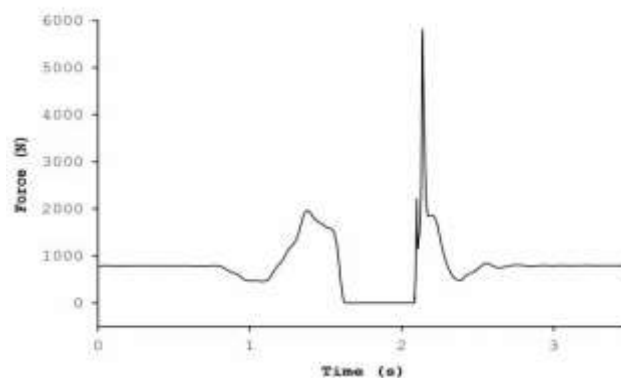
$$\text{Εξίσωση 3: } \text{Ισχύς} = (\text{σωματική μάζα} + F_{\text{max}}) \cdot 9,81 \cdot \text{Τπτήσης} \text{ (Bosco et al., 1983, Linthorne, 2001).}$$

Τέλος, υπολογίστηκε η ισχύς ανά κιλό σωματικής μάζας των αθλητριών:

$$\text{Εξίσωση 4: } \text{Ισχύς/kg} = \text{Ισχύς} / \text{σωματική μάζα}.$$



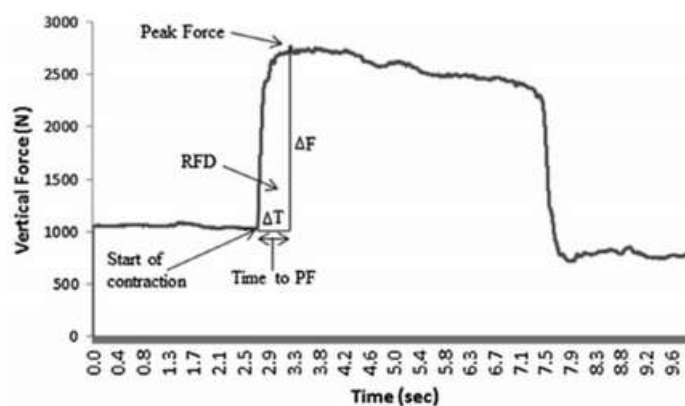
*Εικόνα 3.1 Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση*



*Σχήμα 3.2 Καμπύλη άλματος.*

### 3.3.5 Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στα κάτω άκρα

Δέκα λεπτά μετά από την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος, ακολούθησε η αξιολόγηση της ισομετρικής δύναμης στην άσκηση ωθήσεις κάτω άκρων. Η δοκιμαζόμενη ήταν σε καθιστή θέση σε ένα άκαμπτο κάθισμα με δυνατότητα ρύθμισης εμπρός-πίσω, ώστε η γωνία του γονάτου να είναι  $120^\circ$  κατά τη φάση της ισομετρικής δοκιμασίας (Marcora and Miller, 2000), φορώντας τα ειδικά υποδήματα της άρσης βαρών. Απέναντί της βρισκόταν δυναμοπλατφόρμα όμοια με αυτή της αξιολόγησης του άλματος (WP800 – 1000 kg, 80 X 80 cm, sampling frequency 1 kHz; Applied Measurements Ltd Co., Aldermaston, UK) με ICC = 0,98. Τα πέλματα των κάτω άκρων τοποθετήθηκαν στη δυναμοπλατφόρμα έτσι ώστε οι μύτες των ποδιών να βρίσκονται στο ύψος των γονάτων. Αφού ορίστηκε η κατάλληλη θέση, δόθηκε οδηγία στη δοκιμαζόμενη να εφαρμόσει τη μέγιστη δύναμή της όσο πιο γρήγορα μπορεί. Ύστερα, έπρεπε να προσπαθήσει να την διατηρήσει για περίπου 4-5 δευτερόλεπτα. Πρώτα εκτελέστηκαν δύο δοκιμαστικές υπομέγιστες δοκιμαστικές προσπάθειες. Κατόπιν ακολούθησαν τρεις μέγιστες προσπάθειες με ενδιάμεσο διάλειμμα 3 λεπτά. Από αυτές τις προσπάθειες επιλέχθηκε αυτή με την καλύτερη επίδοση. Κατά τη διάρκεια της μέτρησης υπήρξε λεκτική παρακίνηση από την ερευνήτρια και οπτική ανατροφοδότηση με χρήση οθόνης στην οποία η δοκιμαζόμενη έβλεπε τη δύναμη - χρόνο. Η δύναμη των κάτω άκρων περνούσε από την δυναμοπλατφόρμα σε γράφημα δύναμης – χρόνου ψηφιακής μορφής μέσω του προγράμματος DCS-100A έκδοση 1.14 (Kyowa Electronic Instruments Ltd Co. Japan) και ακολούθησε ανάλυση της καμπύλης (Σχήμα 3.3). Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης υπολογίστηκε από τον τύπο  $\Delta F \cdot \Delta t^{-1}$ .  $\Delta F$  είναι η διαφορά αρχικής ( $F_1$ ) από την τελική ( $F_2$ ) δύναμη και  $\Delta t$  είναι η διαφορά του αρχικού ( $t_1$ ) από τον τελικό ( $t_2$ ) χρόνο που εφαρμόστηκαν οι αντίστοιχες δυνάμεις. Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης αξιολογήθηκε από την έναρξη της προσπάθειας έως και τις στιγμές 50, 100, 150, 200 και 250 ms. Αντίστοιχα, ο χώρος εμβαδόν της καμπύλης δύναμης / χρόνου (Impulse) υπολογίστηκε από τον τύπο:  $\text{Impulse} = \Sigma F_0 \cdot \Delta \text{Time} \cdot \text{kms}$  (kms = 50, 100, 150, 200, 250).



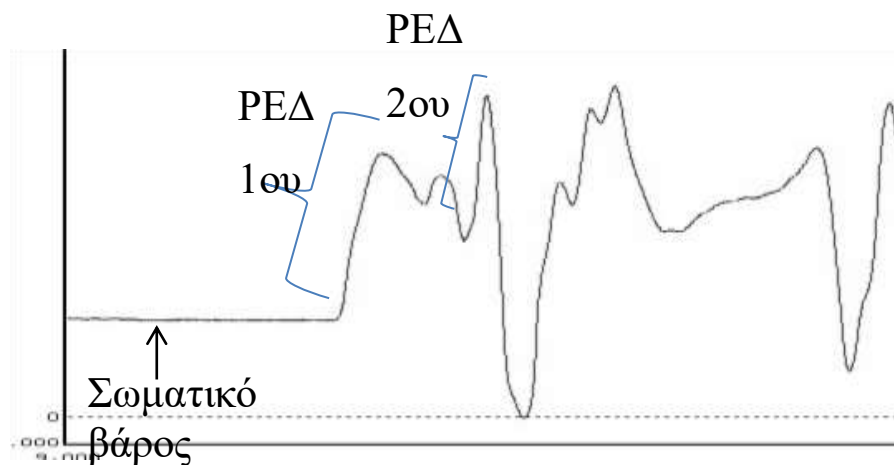
Σχήμα 3.3 Διάγραμμα δύναμης – χρόνου σε ισομετρική προσπάθεια πίεσης κάτω άκρων

RFD: Ρυθμός Εφαρμογής της Δύναμης, DF: Διαφορά δύναμης, DT: διαφορά χρόνου, (Aagaard et al. 2002).

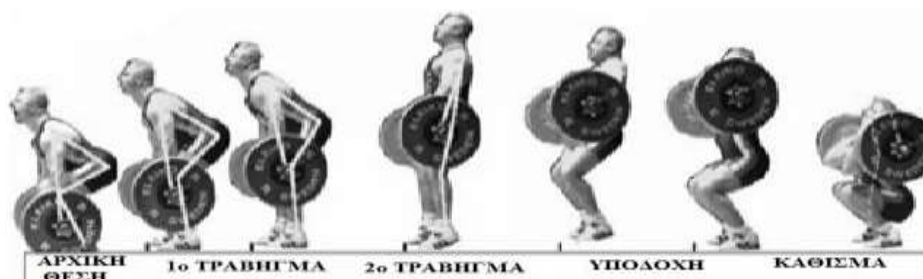
### 3.3.6 Αξιολόγηση μέγιστης δύναμης στον επωμισμό (επολέ)

Η μέτρηση μέγιστης δύναμης στο επολέ έγινε στο Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Για τη διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ολυμπιακή μπάρα τύπου ELEIKO, 15 kg. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν δίσκοι βάρους 25, 20, 15, 10, 5, 2.5, 1.5, 1.25 και 1 Kg τύπου ELEIKO και Uesaka. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν σφιχτήρες, βάρους 2,5 Kg ο καθένας. Οι δοκιμαζόμενες αθλήτριες φορούσαν τη δική τους ενδυμασία και ειδικά υποδήματα Άρσης Βαρών. Όποιες επιθυμούσαν, μπορούσαν να φορούν ζώνη μέσης, περικάρπια, επιγονατίδες ή οτιδήποτε άλλο που να επιτρέπεται από τους παγκόσμιους κανονισμούς σε αγώνες.

Οι αθλήτριες πραγματοποίησαν συγκεκριμένη προθέρμανση αποτελούμενη από 3X15 σειρές κοιλιακούς και ραχιαίους, 5 λεπτά στατικές και δυναμικές διατάξεις, καθώς και καθίσματα με το σωματικό τους βάρος, 1 λεπτό με λάστιχα για τους ώμους και 2 σειρές των 3 επαναλήψεων με μπάρα χωρίς επιπλέον φορτίο (Σχήμα 3.6). Εκτέλεσαν υπομέγιστες προσπάθειες και έπειτα μέγιστες μέχρι να βρουν την 1ΜΑΕ στο επολέ τους. Ως μέγιστη δύναμη στο επολέ θεωρήθηκαν τα περισσότερα Kg που θα σηκώσει η αθλήτρια, δίνοντας μέχρι 3 προσπάθειες, όπως συμβαίνει και κατά τη διάρκεια ενός αγώνα και διάλειμμα 2 λεπτά μεταξύ των προσπαθειών. Η δοκιμασία του επωμισμού έγινε ως εξής: Η αθλήτρια στέκονταν πάνω από την μπάρα έχοντας τα πόδια λυγισμένα και τα πέλματα στο άνοιγμα των ισχίων. Έπιανε την μπάρα με τα χέρια στο άνοιγμα των ώμων και με λαβή hook grip (ο αντίχειρας κάτω από τα υπόλοιπα δάχτυλα) που χρησιμοποιούν σε αυτή την κίνηση στο άθλημα της Άρσης Βαρών, την πλάτη ίσια και το βλέμμα κοίταζε μπροστά. Από αυτή τη θέση εκτελούσε άρση μπάρας στους μηρούς της μπάρας κοντά στους μηρούς και ψηλά στη λεκάνη, με έκταση στα γόνατα. Μόλις ολοκληρώσει την άρση μπάρας στους μηρούς η αθλήτρια εκτελούσε ένα μικρό κατακόρυφο άλμα για τελική ανάπτυξη ταχύτητας στην μπάρα. Άμεσα χαμήλωνε το κορμί της και έφερνε την μπάρα ώστε να τοποθετηθεί επάνω στους ώμους και στις κλείδες. Οι αγκώνες ενεργητικά έστριβαν προς τα έξω και η αθλήτρια εκτελούσε βαθύ κάθισμα μαζί με την μπάρα και άνοιγε με μια μικρή αναπήδηση τα πόδια πλάι. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε πάνω σε δυναμοπλατφόρμα διαστάσεων 80cm x 80cm, τύπου WP800 Applied Measurements Ltd Co., Aldermaston, United Kingdom, και με συχνότητα δειγματοληψίας 1 kHz με ICC = 0.91 (Zaras, 2014) και με ειδικά διαμορφωμένο χώρο γύρω από αυτή (πλατώ). Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις καμπύλες των προσπαθειών επωμισμού αποθηκεύτηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή και αναλύθηκαν με το πρόγραμμα Kyowa sensor interface, PCD-320A.



Σχήμα 3.4 Διάγραμμα δύναμης – χρόνου σε προσπάθεια επομισμού

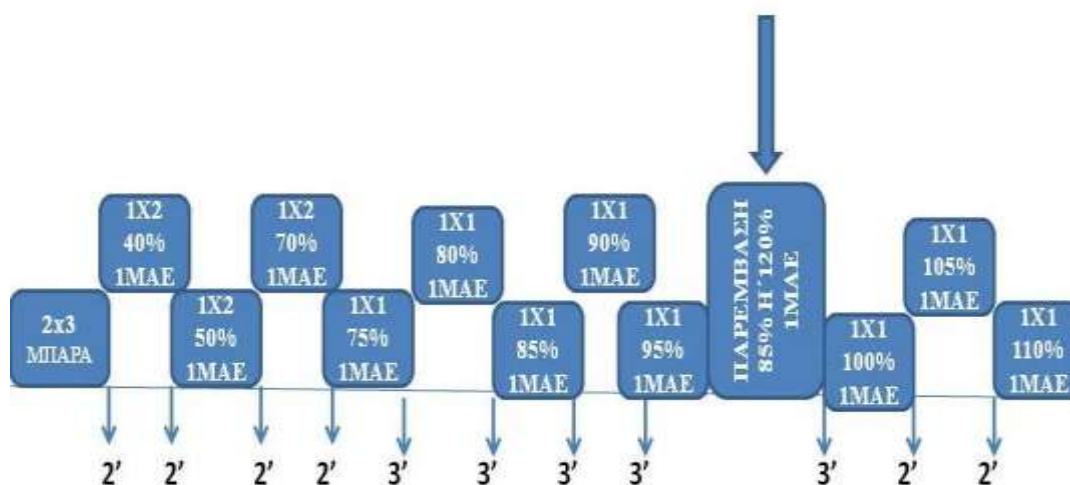


Εικόνα 3.2 Εικόνα ανάλυσης κίνησης επομισμού <http://www.gymcaddy.net>

Επίσης αξιολογήθηκε ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην άρση μπάρας στα γόνατα (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) και στην άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα), καθώς και ο χρόνος πτήσης για την υποδοχή της μπάρας (Εποκα, 1979). Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης υπολογίστηκε από τον τύπο  $\Delta F \cdot \Delta t^{-1}$ .  $\Delta F$  είναι η διαφορά αρχικής ( $F_1$ ) από την τελική ( $F_2$ ) δύναμη και  $\Delta t$  είναι η διαφορά του αρχικού ( $t_1$ ) από τον τελικό ( $t_2$ ) χρόνο που εφαρμόστηκαν οι αντίστοιχες δυνάμεις.

### 3.3.7 Αξιολόγηση της μέγιστης δύναμης επολέ με τις παρεμβάσεις «άρση μπάρας στους μηρούς» στο 85%1ΜΑΕ και στο 120%1ΜΑΕ επολέ»

Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Όλες οι αθλήτριες εκτέλεσαν την ίδια προθέρμανση για την εύρεση της 1ΜΑΕ στη κίνηση του επομισμού, δηλαδή 3X15 σειρές κοιλιακούς και ραχιαίους, 5 λεπτά στατικές και δυναμικές διατάσεις καθώς και καθίσματα με το σωματικό τους βάρος, 1 λεπτό με λάστιχα για τους ώμους και 2 σειρές των 3 επαναλήψεων με μπάρα χωρίς επιπλέον φορτίο (Σχήμα 3.6).



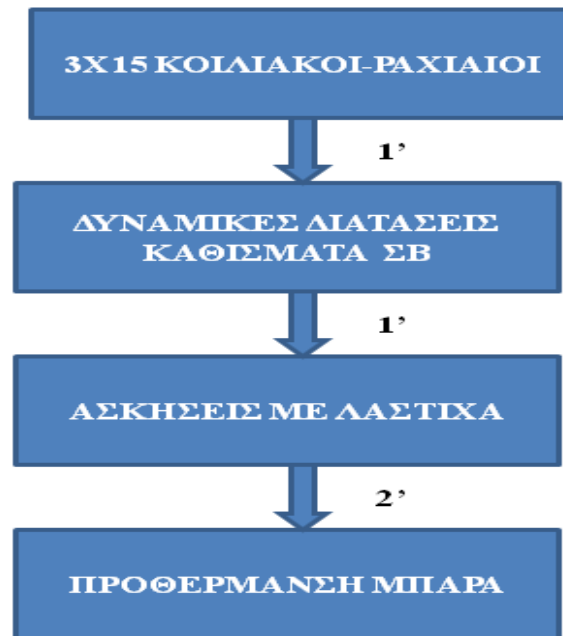
Σχήμα 3.5 Σχεδιασμός μετρήσεων με παρέμβαση. ΜΑΕ:Μέγιστη δύναμη

Δόθηκε από μία σειρά των 2 επαναλήψεων για το 40, 50 και 70% της προβλεπόμενης μέγιστης δύναμης με 2 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των σειρών και μετά μία σειρά της 1 επανάληψης στο 75, 80, 85, 90 και 95% με διάλειμμα 3 λεπτών μεταξύ των σειρών. Πριν την προσπάθειά τους στο 100% και 3 λεπτά μετά την προσπάθειά τους στο 95%, πραγματοποιήθηκε η παρέμβαση «άρση μπάρας στους μηρούς στο 85%» για τις μισές αθλήτριες και για τις άλλες μισές η παρέμβαση «άρση μπάρας στους μηρούς στο 120%» στη δεύτερη μέτρηση και αντίστροφα στην τρίτη μέτρηση. Έπειτα από 3 λεπτά δοκίμασαν την προσπάθειά τους στο 100%. Εάν η προσπάθεια ήταν έγκυρη γινόταν αύξηση των κιλών στη μπάρα κατά 105%. Τέλος, θα δοθούν 3 προσπάθειες για τον υπολογισμό της μέγιστης δύναμης με παρέμβαση με διάλειμμα 2 λεπτά (Σχήμα 3.5). Η κίνηση της άρσης μπάρας στους μηρούς (τράβηγμα) χρησιμοποιείται πολύ στο ασκησιολόγιο των αθλητών/τριών της Άρσης Βαρών και ήταν γνωστή για όλες τις αθλήτριες. Η κίνηση ξεκινούσε από τη θέση της αθλήτριας πάνω από την μπάρα για την εκίνηση του επωμισμού όπως περιγράφηκε παραπάνω μέχρι την πλήρη έκταση των γονάτων και του κορμού και έχοντας γυρίσει τα χέρια της και χαμηλώσει το σώμα της για την υποδοχή της μπάρας. Επίσης, όπως και παραπάνω, αξιολογήθηκε ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην άρση μπάρας στα γόνατα (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) και στην άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα), καθώς και ο χρόνος πτήσης για την υποδοχή της μπάρας (Enoka, 1979).

### 3.3.8.Υπολογισμός αντίληψης κόπωσης της προσπάθειας

Η αξιολόγηση για την αντίληψη κόπωσης της προσπάθειας των αθλητριών θα γίνει με την εικοσάβαθμη κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης (RPE, Borg, 1970). Συγκεκριμένα 3 λεπτά μετά τις μετρήσεις για την εύρεση της 1ΜΑΕ με

και χωρίς παρέμβαση, οι αθλήτριες θα δηλώσουν μία τιμή από το 1 μέχρι το 20 για να δηλώσουν σε ποιο βαθμό ένιωσαν κόπωση μετά από κάθε μέτρηση.



*Σχήμα 3.6 Προθέρμανση που εφαρμόστηκε στη διάρκεια των μετρήσεων*

### 3.4 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε μέσω του στατιστικού προγράμματος SPSS 25.0. Χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική (μέσοι όροι, τυπικές αποκλίσεις). Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διασποράς, two-way repeated ANOVA για την εξερεύνηση των διαφορών μεταξύ των χρονικών σημείων μέτρησης της επίδοσης στον επωμισμό (Χωρίς παρέμβαση, 85% 1-MAE, 120% 1-MAE) Για τις ποσοστιαίες μεταβολές μεταξύ των συνθηκών χρησιμοποιήθηκε T-test για εξαρτημένα δείγματα. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε σε  $p \leq 0,05$ .

#### IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

##### 4.1 Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην πρώτη και δεύτερη άρση μπάρας στους μηρούς και επίδοση

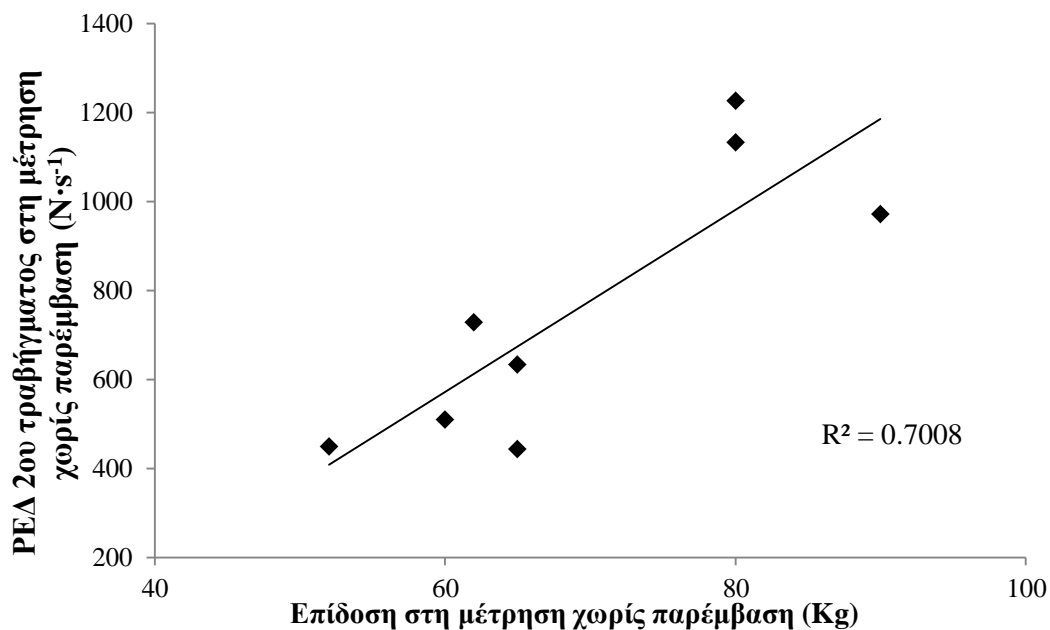
Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση, στην 1<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) ήταν  $2680,5 \pm 980,3 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$  και στη 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) ήταν  $7646,9 \pm 3054,81 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ . Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στη μέτρηση με παρέμβαση 85%1MAE στη 1<sup>η</sup> άρση μπάρας (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) ήταν  $2469,67 \pm 878,82 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$  και στη 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) ήταν  $5359,53 \pm 2072,9 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ . Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης της 1<sup>ης</sup> άρσης μπάρας (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) στην μέτρηση με παρέμβαση 120%1MAE ήταν  $2862,07 \pm 957,85 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$  και στη 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) ήταν  $5817,33 \pm 2044,08 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ . Η μόνη σημαντική διαφορά που βρέθηκε ήταν μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης της 2<sup>ης</sup> άρσης μπάρας μεταξύ της μέτρησης χωρίς παρέμβαση και της μέτρησης με παρέμβαση 85%1MAE ( $p=0.031$ ). Ο χρόνος υποδοχής της μπάρας από τις αθλήτριες ήταν  $0,212 \pm 0,03 \text{ ms}$  στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση,  $0,207 \pm 0,03 \text{ ms}$  στη μέτρηση με παρέμβαση 85% 1MAE και  $0,208 \pm 0,029 \text{ ms}$  στη μέτρηση με παρέμβαση με 120% 1MAE χωρίς να υπάρξει κάποια στατιστικά σημαντική διαφορά ( $p < 0,05$ ).

**Πίνακας 4.1** Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς με την επίδοση σε αθλήτριες της άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $N=8$ ).

	Επίδοση χωρίς παρέμβαση	Επίδοση με παρέμβαση 85%	Επίδοση με παρέμβαση 120%
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	0,53	-	-
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	-	0,54	-
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	-	-	0,15
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	0,84*	-	-
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	-	0,62	-
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	-	-	0,53

\*= στατιστικά σημαντική συσχέτιση  $p < 0,05$

Στην 1<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> τράβηγμα), δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης και της επίδοσης ( $p < 0,05$ ) σε καμία από τις μετρήσεις (Πίνακας 4.1). Στατιστικά σημαντική συσχέτιση της 2<sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) βρέθηκε μόνο με την επίδοση στη κίνηση του επωμισμού στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ( $r = 0,84$   $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Σχήμα 4.1).

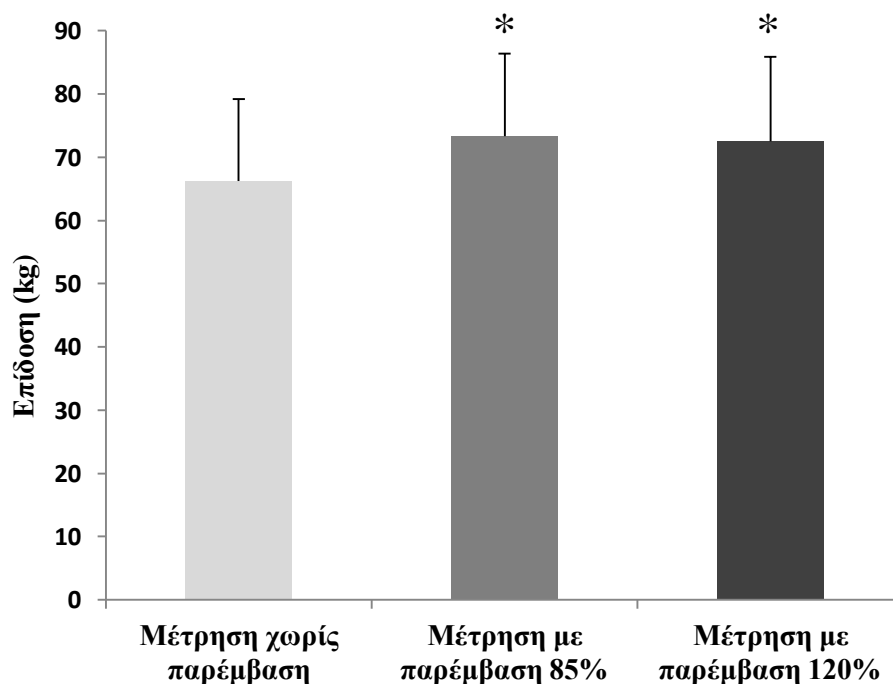


**Σχήμα 4.1** Σχέση ρυθμού εφαρμογής της δύναμης (PEA) 2<sup>ου</sup> τραβήγματος της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με την επίδοση σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).

#### 4.2 Αποτελέσματα επίδοσης αθλητριών στη κίνηση επωμισμού

Η επίδοση των αθλητριών ήταν  $66,29 \pm 12,73$  kg στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση,  $73,31 \pm 13,11$  kg μετά από παρέμβαση με 85%1MAE και  $72,5 \pm 13,36$  kg μετά από παρέμβαση με 120%1MAE. Όπως παρατηρούμε και στο Σχήμα 4.2, υπήρξε στατιστικώς σημαντική αύξηση της επίδοσης των αθλητριών μετά από τις παρεμβάσεις ( $p < 0,05$ ). Το ποσοστό βελτίωσης δεν διέφερε μεταξύ των δύο συνθηκών παρέμβασης.





#### Μετρήσεις

*Σχήμα 4.2* Αποτελέσματα επίδοσης αθλητριών στην κίνηση επωμισμού χωρίς και μετά από εκτέλεση προσπάθειας με φορτίο 85% και 120% της μέγιστης δύναμης σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $N = 8$ ).

Συγκεκριμένα, υπήρξε αύξηση κατά  $6,02 \pm 3,64$  % της επίδοσης στην κίνηση του επωμισμού στη μέτρηση με παρέμβαση 85% 1MAE σε σύγκριση με τη μέτρηση χωρίς παρέμβαση. Επίσης, βρέθηκε αύξηση κατά  $4,72 \pm 3,08$  % της επίδοσης στη κίνηση του επωμισμού στη μέτρηση με παρέμβαση 120% 1MAE σε σύγκριση με τη μέτρηση χωρίς παρέμβαση.

#### 4.3 Υπερηχογραφική αξιολόγηση του έξω πλατύ μηριαίου μυ

Κατά την υπερηχογραφική αξιολόγηση του έξω πλατύ μηριαίου μύος, αξιολογήθηκαν το πάχος του μύος, η γωνία πρόσφυσης των μυϊκών δεματίων από την κάτω απονεύρωση καθώς και το μήκος των μυϊκών δεματίων.

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της αρχιτεκτονικής δομής του έξω πλατύ μηριαίου μύος, καθώς και το πάχος του μέσου μηριαίου μύος.

**Πίνακας 4.2** Αρχιτεκτονική δομή του έξω πλατύ μηριαίου μυός και πάχος μέσου μηριαίου μυός σε 8 αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου.

Πάχος έξω πλατύ (cm)	2,28 ± 0,31
Γωνία Πρόσφυσης Μυϊκών Ινών έξω πλατύ (°)	21,7 ± 3,31
Μήκος Μυϊκών Δεματίων έξω πλατύ (cm)	6,55 ± 0,1
Πάχος μέσου (cm)	1,65 ± 0,38

Δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση της αρχιτεκτονικής δομής του έξω πλατύ μηριαίου με το ρυθμό εφαρμογής της δύναμης, σε καμία άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα), με καμία από τις μετρήσεις, με ή χωρίς παρέμβαση, όπως παρατηρούμε και στον Πίνακα 4.3. Δηλαδή δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση του μήκους των μυϊκών δεματίων, της γωνίας πρόσφυσης των μυϊκών δεματίων με την κάτω απονεύρωση και του πάχους του έξω πλατύ μηριαίου με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στις άρσεις μπάρας στους μηρούς.

**Πίνακας 4.3** Συντελεστές συσχέτισης r Pearson, μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης στην άρση μπάρας στους μηρούς και της αρχιτεκτονικής δομής του έξω πλατύ μηριαίου μυός και του πάχους μέσου μηριαίου μυός σε 8 αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου.

	Μήκος	Γωνία	Πάχος έξω	Πάχος μέσου
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	-0,009	-0,199	-0,162	-0,113
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	0,088	-0,258	-0,123	0,034
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	0,008	-0,285	-0,298	0,149
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	-0,234	0,309	0,187	-0,383
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	-0,056	0,516	0,614	0,152
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	-0,043	0,312	0,331	0,314

Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $p < 0,05$ .

Επίσης, δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση του πάχους του μέσου μηριαίου μυός με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης, σε καμία άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα), με καμία από τις μετρήσεις, με ή χωρίς παρέμβαση.

Ομοίως, δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της επίδοσης στην κίνηση του επωμισμού και της αρχιτεκτονικής του έξω πλατύ μηριαίου μυός, σε καμία από τις μετρήσεις, με ή χωρίς παρέμβαση, όπως παρουσιάζεται και στον Πίνακα 4.4. Καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε μεταξύ της επίδοσης στην κίνηση του επωμισμού των αθλητριών με το πάχος του μέσου μηριαίου μυός, σε καμία από τις μετρήσεις (Πίνακας 4.4).

**Πίνακας 4.4** Συντελεστές συσχέτισης μεταξύ της επίδοσης με την αρχιτεκτονική του έξω πλατύ μηριαίου μυός και το πάχος του μέσου μηριαίου μυός αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου (N =8).

	Μήκος	Γωνία	Πάχος έξω	Πάχος μέσου
Μέτρηση χωρίς παρέμβαση	-0,16	0,06	0,05	-0,41
Μέτρηση με παρέμβαση 85%	-0,24	0,06	-0,04	-0,45
Μέτρηση με παρέμβαση 120%	-0,24	0,02	-0,09	-0,46

Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $p < 0,05$ .

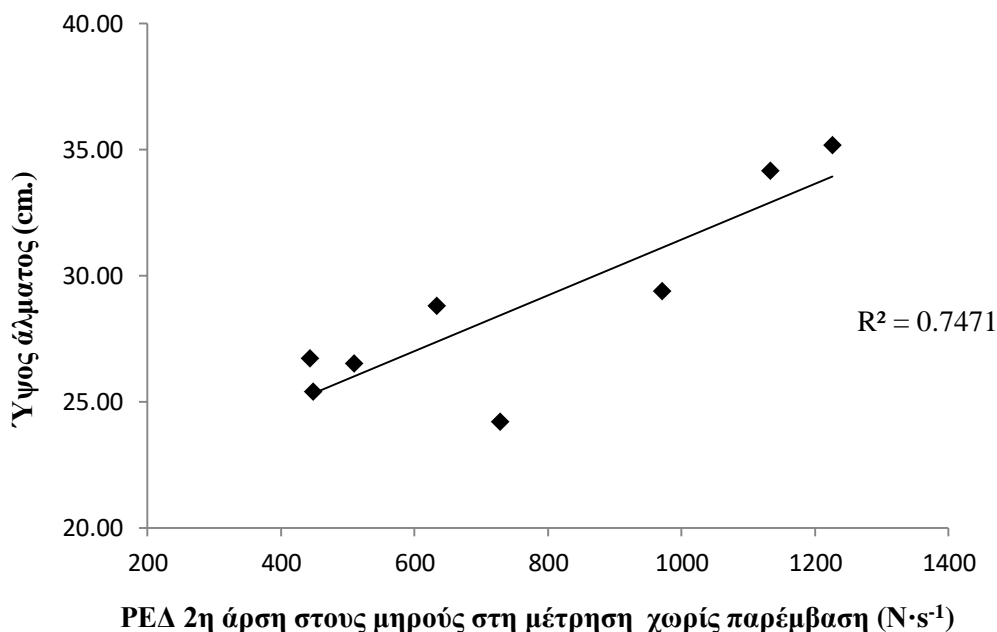
Επιπλέον δεν βρέθηκε καμία στατιστική σημαντική συσχέτιση μεταξύ του αθροίσματος του πάχους του έξω πλατύ μηριαίου και του έσω μηριαίου μυός με την 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα), την επίδοση και την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.

#### 4.4 Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση

Η επίδοση στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση των αθλητριών ήταν  $29,34 \pm 3,75$  cm, η μέγιστη ισχύς τους  $1125,32 \pm 263,26$  Watt και σχετική ισχύς ήταν  $139,69 \pm 2,59$  Watt·Kg<sup>-1</sup>. Η σχετική ισχύς είναι ο λόγος της απόλυτης ισχύος προς το σωματικό βάρος της αθλήτριας. Ο αριθμός αυτός δηλώνει το μέγεθος της ισχύος που αντιστοιχεί σε κάθε κιλό σωματικής μάζας της αθλήτριας.

Στον Πίνακα 4.5 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις που δημιουργούνται από την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στη 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση στη

κίνηση του επωμισμού. Η μόνη στατιστικά σημαντική συσχέτιση ήταν μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) και του ύψους του άλματος ( $r = 0,864$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).



**Σχήμα 4.3** Συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης 2<sup>ου</sup> τραβήγματος της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με το ύψος του άλματος (cm.) σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $p < 0,05$ ,  $N=8$ ). ΡΕΑ: Ρυθμός Εφαρμογής της Δύναμης

Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στη μέγιστη ισχύ του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση και τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στη 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση στην κίνηση του επωμισμού.

Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στην σχετική ισχύ (αναλογία ισχύς προς το σωματικό βάρος) του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στη 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση στη κίνηση του επωμισμού. Το ίδιο παρούσιάστηκε ανάμεσα στην επίδοση των αθλητριών στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση ανά σωματική μάζα ολόκληρου του σώματος, με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στη 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση στη κίνηση του επωμισμού. Ομοίως δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στην επίδοση των αθλητριών στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση ανά κιλό άλιπης μάζας ολόκληρου του σώματος και με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στη 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση στη κίνηση του επωμισμού (Πίνακας 4.5).

**Πίνακας 4.5** Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση, σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου (N=8).

	Ύψος Άλματος (cm)	Ισχύς (W)	Ισχύς/ ΣΒ (W · kg <sup>-1</sup> )	Ισχύς/ Άλιπη	Άλμα (cm/ ΣΒ)	Άλμα (cm/ Άλιπη)
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	0,25	-0,30	-0,27	-0,60	0,32	-0,22
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	0,09	-0,21	-0,17	-0,46	0,14	-0,29
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	-0,36	-0,21	-0,22	-0,39	-0,20	-0,63
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	0,87*	0,25	0,29	0,11	0,58	0,57
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	0,57	0,37	0,43	0,09	0,25	0,02
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	0,32	0,33	0,39	0,05	0,07	-0,17

\*= στατιστικώς σημαντική συσχέτιση  $p < 0,05$ .

ΣΒ = σωματικό βάρος

Στον Πίνακα 4.6 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις που δημιουργούνται από την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση με την επίδοση σε κάθε μέτρηση στην κίνηση του επωμισμού.

Κατά την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στην μέγιστη ισχύ του κατακόρυφου άλματος με την επίδοση σε κάθε μέτρηση, στην κίνηση του επωμισμού.

Επίσης, δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις ανάμεσα στη σχετική ισχύ του κατακόρυφου άλματος με την επίδοση σε κάθε μέτρηση, στην κίνηση του επωμισμού.

Το ίδιο παρούσιάστηκε ανάμεσα στην επίδοση των αθλητριών στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση ανά σωματική μάζα, με την επίδοση σε κάθε μέτρηση, στην κίνηση του επωμισμού, όπου δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση, αλλά και στην επίδοση των αθλητριών στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση ανά κιλό άλιπης μάζας.

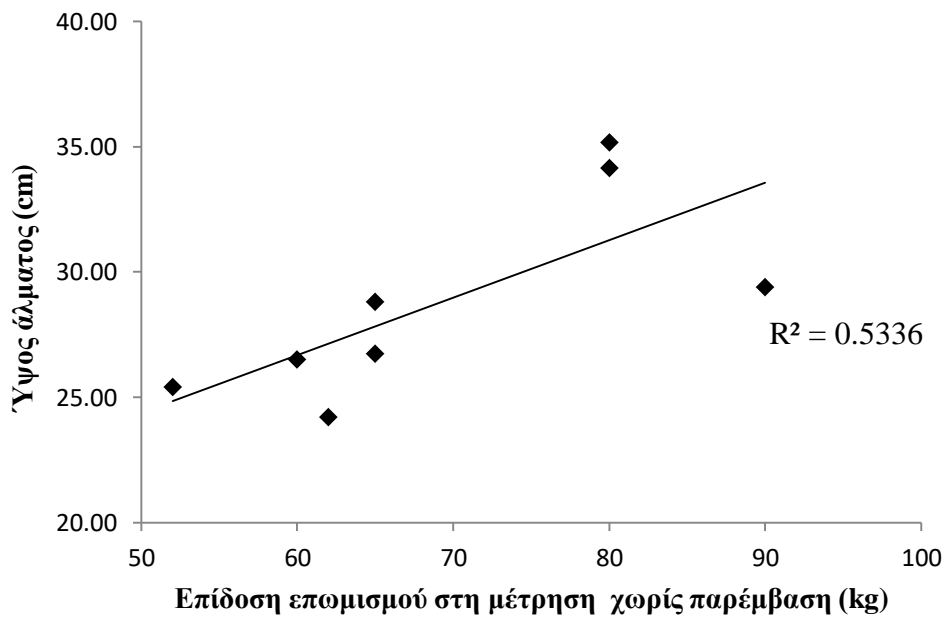
**Πίνακας 4.6** Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος με την επίδοση σε κάθε μέτρηση σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου (N=8).

	Ύψος Άλματος (cm)	Ισχύς (W)	Ισχύς (W/ Kg)	Ισχύς (W/ Άλιπη)	Άλμα/ΣΒ (cm/Kg)	Άλμα/Άλιπη (cm/Kg)
Μέτρηση χωρίς παρέμβαση	0,73*	0,04	0,09	-0,17	0,56	0,34
Μέτρηση με παρέμβαση 85%	0,71*	0,04	0,09	-0,17	0,53	0,33
Μέτρηση με παρέμβαση 120%	0,70*	0,03	0,07	-0,19	0,54	0,32

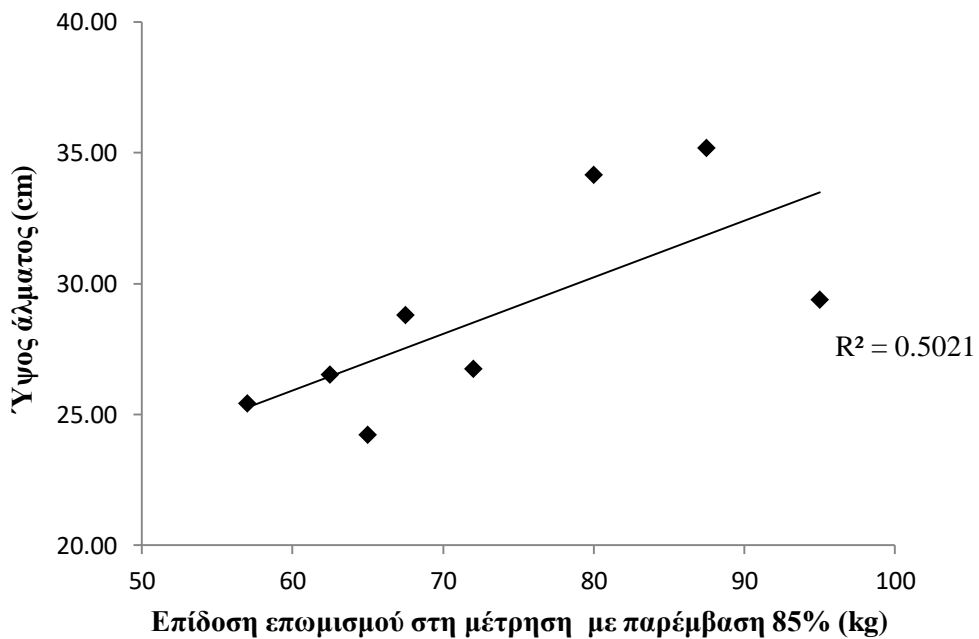
Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $p < 0,05$ .

ΣΒ= σωματικό βάρος

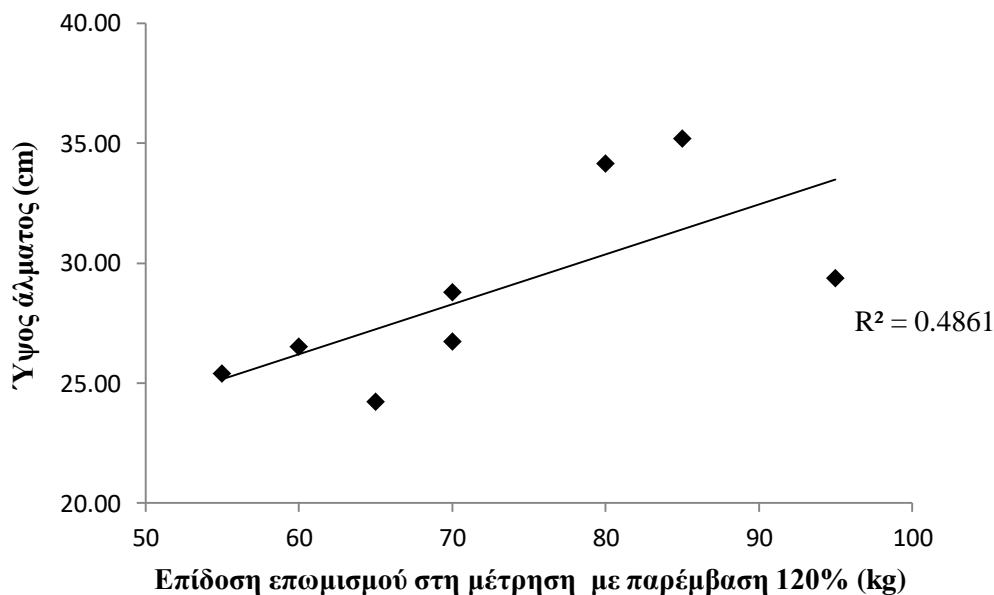
Από την άλλη μεριά, κατά την αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση του ύψους του κατακόρυφου άλματος με την επίδοση σε όλες τις μετρήσεις. Συγκεκριμένα, στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση της επίδοσης στην κίνηση του επωμισμού με το ύψος του άλματος ( $r = 0,73$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Σχήμα 4.4), στη μέτρηση με παρέμβαση με 85% 1MAE ( $r = 0,71$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Σχήμα 4.5) και στη μέτρηση με παρέμβαση με 120% 1MAE ( $r = 0,70$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Σχήμα 4.6).



**Σχήμα 4.4** Συσχέτιση επίδοσης επωμισμού της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με το ύψος του άλματος (cm.) σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $p < 0,05$ ,  $N=8$ ).



**Σχήμα 4.5** Συσχέτιση επίδοσης επωμισμού της μέτρησης με παρέμβαση 85% IMAE με το ύψος του άλματος (cm.) σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $p < 0,05$ ,  $N=8$ ).



**Σχήμα 4.6** Συσχέτιση επίδοσης επωμισμού της μέτρησης με παρέμβαση 120%1MAE με το ύψους του άλματος (cm.) σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $p < 0,05$ ,  $N=8$ ).

Δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του ύψους του άλματος και της άλιπης μάζας των κάτω άκρων των αθλητριών ( $r = 0,33$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ), καθώς και της μέγιστης ισχύς του άλματος ( $r = -0,18$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).

#### 4.5 Αποτελέσματα αξιολόγησης σύστασης σώματος

Το ποσοστό λίπους των αθλητριών ήταν  $26,9 \pm 6,4\%$ , η συνολική άλιπη μάζα τους ήταν  $44,19 \pm 4,52$  Kg η άλιπη μάζα άνω άκρων ήταν  $5,217 \pm 0,69$  Kg, η άλιπη μάζα των κάτω άκρων ήταν  $15,811 \pm 1,501$  Kg, η άλιπη μάζα του κορμού ήταν  $20,85 \pm 2,50$  Kg, και η οστική πυκνότητα  $1,259 \pm 0,034$

Στην αξιολόγηση της σύστασης σώματος βρέθηκαν αρκετές συσχετίσεις με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης σε κάθε μέτρηση (Πίνακας 4.7), αλλά και με την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού σε κάθε μέτρηση (Πίνακας 4.8).

Συγκεκριμένα, βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις της άλιπης μάζας όλου του σώματος με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ( $r = 0,70$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ) και στη μέτρηση με παρέμβαση 85%1MAE,  $r = 0,85$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).

Επίσης, στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ της άλιπης μάζας των άνω άκρων με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ( $r = 0,87$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ) και στη μέτρηση με παρέμβαση 85%1MAE ( $r = 0,89$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ). Στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ της άλιπης μάζας του κορμού και του



ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ( $r = 0,73$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ). Στατιστικά σημαντική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης της 2<sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς με την άλιπη μάζα στον κορμό στη μέτρηση με παρέμβαση 85%1MAE ( $r = 0,73$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).

**Πίνακας 4.7** Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση της σύστασης σώματος με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση, σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου (N=8).

	%λιπους	Άλιπη μάζα (kg)	Άλιπη μάζα άνω άκρων (kg)	Άλιπη μάζα κάτω άκρων(kg)	Οστική πυκνότητα
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	-0,81*	0,51	0,25	0,70*	-0,077
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	-0,57	0,37	0,11	0,60	0,206
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	-0,45	0,18	-0,33	0,41	-0,136
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	-0,44	0,70*	0,87*	0,40	0,459
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	-0,40	0,85*	0,89*	0,77*	-0,049
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	-0,32	0,64	0,55	0,72*	0,153

\*= στατιστικώς σημαντική συσχέτιση  $p < 0,05$

Όσο αφορά τα κάτω άκρα, στατιστικά σημαντική συσχέτιση βρέθηκε στον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης της 1<sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ( $r = 0,70$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ). Στατιστικώς σημαντική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ της άλιπης μάζας των κάτω άκρων και του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης στη 2<sup>η</sup> άρση μηρούς στη μέτρηση με παρέμβαση 85%1MAE ( $r = 0,77$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ). Στατιστικά σημαντική

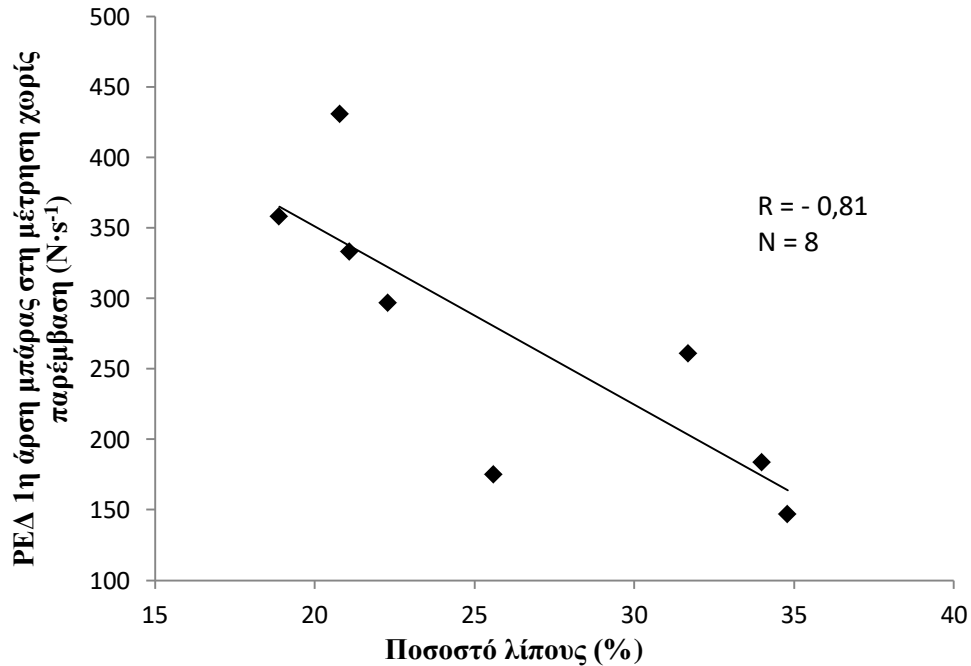
συσχέτιση βρέθηκε στον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης της 2<sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων στη μέτρηση με παρέμβαση 120%1MAE ( $r = 0,72$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).

**Πίνακας 4.8** Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση της σύστασης σώματος με την επίδοση στη κίνηση επωμισμού σε κάθε μέτρηση, σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $N=8$ ).

	% λίπους	Άλιπη μάζα (Kg)	Άλιπη μάζα άνω άκρων(Kg)	Άλιπη μάζα κάτω άκρων(Kg)	Άλιπη μάζα κορμού (Kg)	Οστική πυκνότητα
Μέτρηση χωρίς παρέμβαση	-0,68	0,75*	0,72*	0,56	0,74*	0,52
Μέτρηση με παρέμβαση 85%	-0,65	0,70*	0,64	0,55	0,71*	0,59
Μέτρηση με παρέμβαση 120%	-0,70*	0,71*	0,62	0,55	0,73*	0,6

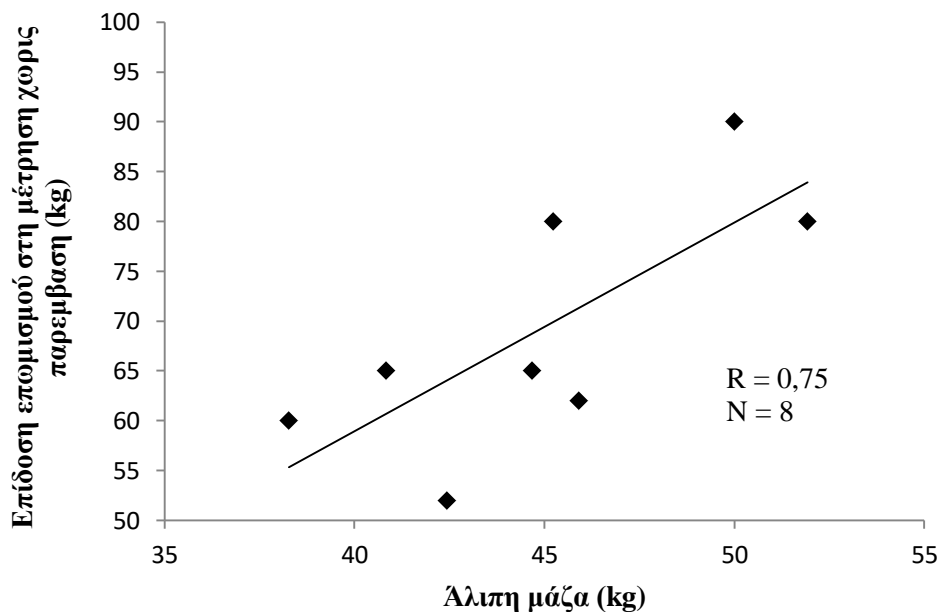
\*= στατιστικώς σημαντική συσχέτιση  $p < 0,05$ .

Καμία στατιστική σημαντική συσχέτιση δεν βρέθηκε μεταξύ της οστικής πυκνότητας (BMD) με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στην 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς σε καμία από τις μετρήσεις. Αρνητική στατιστική σημαντική συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ του ποσοστού λίπους των αθλητριών και του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης της 1<sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ( $r = -0,81$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Σχήμα 4.7).

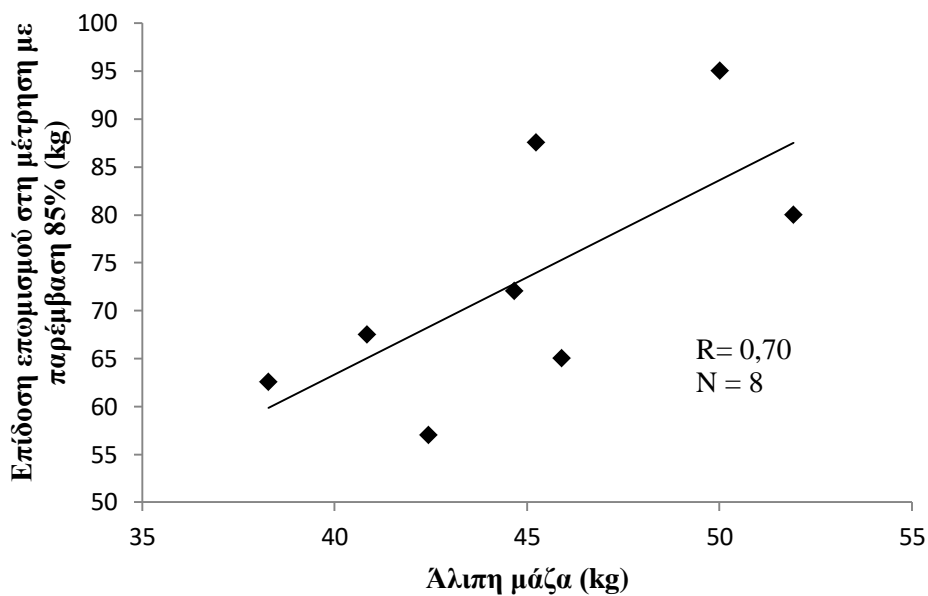


*Σχήμα 4.7* Συσχέτιση ρυθμού εφαρμογής της δύναμης 1<sup>ου</sup> τραβήγματος της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με το ποσοστό λίπους (%) σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).

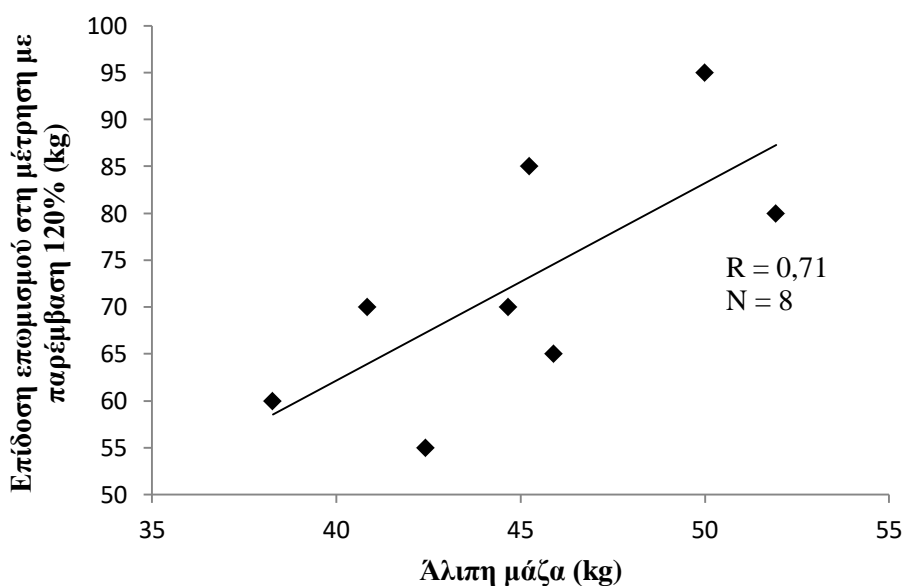
Βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις της άλιπης μάζας του σώματος των αθλητριών με την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού και στις 3 μετρήσεις. Στατιστικά σημαντική συσχέτιση βρέθηκε στην επίδοση στην κίνηση του επωμισμού με την άλιπη μάζα των αθλητριών στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ( $r = 0,75$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Σχήμα 4.8). Στατιστικά σημαντική συσχέτιση βρέθηκε στην επίδοση στην κίνηση του επωμισμού με την άλιπη μάζα των αθλητριών στη μέτρηση με παρέμβαση 85% ( $r = 0,70$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Σχήμα 4.9). Στατιστικά σημαντική συσχέτιση βρέθηκε στην επίδοση στην κίνηση του επωμισμού με την άλιπη μάζα και στη μέτρηση με παρέμβαση 120%1MAE ( $r = 0,71$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Σχήμα 4.10). Το ίδιο αποτέλεσμα βρέθηκε και με την άλιπη μάζα του κορμού με την επίδοση, δηλαδή υπήρξαν στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις της άλιπης μάζας του σώματος των αθλητριών με την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού και στις 3 μετρήσεις, δηλαδή στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ( $r = 0,742$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ), στη μέτρηση με παρέμβαση 85%1MAE ( $r = 0,708$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ) και στη μέτρηση με παρέμβαση 120% 1MAE ( $r = 0,730$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).



Σχήμα 4.8 Συσχέτιση επίδοσης στην κίνηση επομιμοίου της μέτρησης χωρίς παρέμβαση με την άλιπη μάζα, σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $p < 0,05$ ,  $N=8$ ).



Σχήμα 4.9 Συσχέτιση επίδοσης στην κίνηση επομιμοίου της μέτρησης με παρέμβαση 85% με την άλιπη μάζα σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $p < 0,05$ ,  $N=8$ ).



**Σχήμα 4.10** Συσχέτιση επίδοσης στην κίνηση επωμισμού της μέτρησης με παρέμβαση 120% με την άλιπη μάζα σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $p < 0,05$ ,  $N=8$ ).

Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν βρέθηκε μεταξύ της άλιπης μάζας των κάτω άκρων με την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού, σε καμία από τις μετρήσεις, ενώ σημαντική συσχέτιση της άλιπης μάζας των άνω άκρων υπήρξε μόνο με την επίδοση επωμισμού χωρίς την παρέμβαση ( $r = 0,72$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Πίνακας 4.8). Στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση βρέθηκε ανάμεσα στο ποσοστό λίπους με την επίδοση στη μέτρηση με παρέμβαση 120% 1MAE ( $r = -0,70$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ , Πίνακας 4.8).

#### 4.6 Αποτελέσματα Ρυθμού Εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων

Στον Πίνακα 4.9 παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις από τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης των κάτω άκρων.

**Πίνακας 4.9** Αποτελέσματα ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων σε 8 αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου.

	Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης ( $N \cdot s^{-1}$ )							
Χρονική στιγμή (ms)	30	50	80	100	150	200	250	ARFD
Μέση τιμή	7949	9534	10707	10716	9653	8449	7450	2498
Τυπική απόκλιση	2632	2957	3376	3435	3368	3080	2734	1706

Στις χρονικές στιγμές 30, 50, 80, 100 και 150 ms δεν βρέθηκε καμία στατιστικώς σημαντική συσχέτιση σε καμία από τις μετρήσεις στις άρσεις μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων (Πίνακας 4.10). Στη χρονική στιγμή 200 ms βρέθηκε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μόνο στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς της μέτρησης με παρέμβαση 85% 1MAE με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων ( $r = 0,75$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ). Στη χρονική στιγμή 250 ms παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς της μέτρησης με παρέμβαση 85% 1MAE με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων ( $r = 0,73$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).

**Πίνακας 4.10** Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων με την επίδοση με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης άρσης μπάρας (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) σε κάθε μέτρηση σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $N=8$ ).

Χρονική στιγμή (ms)	30	50	80	100	150	200	250	ARFD
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	0,27	0,26	0,35	0,36	0,35	0,46	0,45	0,10
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	0,20	0,18	0,24	0,22	0,18	0,32	0,34	0,123
1 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	0,13	0,14	0,25	0,25	0,17	0,22	0,23	-0,13
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας χωρίς παρέμβαση	0,47	0,45	0,40	0,40	0,45	0,51	0,48	0,81*
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 85%	0,53	0,46	0,48	0,51	0,64	0,75*	0,73*	0,74*
2 <sup>η</sup> άρση μπάρας με παρέμβαση 120%	0,06	-0,01	0,02	0,03	0,12	0,29	0,29	0,45

\*= στατιστικώς σημαντική συσχέτιση  $p < 0,05$ .

Στις χρονικές στιγμές 30, 50, 80, 100 και 150 ms, αν και παρουσιάζονται υψηλές συσχετίσεις, δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση σε καμία από τις μετρήσεις στην επίδοση του επωμισμού με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων. Στα 200 ms παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μόνο στην επίδοση του επωμισμού στην μέτρηση χωρίς παρέμβαση με τον ρυθμό

εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων ( $r = 0,71$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ). Στα 250 ms παρουσιάστηκε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μόνο στην επίδοση του επωμισμού στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων ( $r = 0,71$ ,  $p < 0,05$ ,  $N = 8$ ).

**Πίνακας 4.11** Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων με την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού σε κάθε μέτρηση σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $N=8$ ).

Χρονική στιγμή (ms)	30	50	80	100	150	200	250	ARFD
Μέτρηση χωρίς παρέμβαση	0,69	0,68	0,67	0,65	0,63	0,71*	0,71*	0,78*
Μέτρηση με παρέμβαση 85%	0,63	0,63	0,61	0,57	0,55	0,62	0,62	0,73*
Μέτρηση με παρέμβαση 120%	0,61	0,61	0,60	0,57	0,54	0,62	0,61	0,72*

\*= στατιστικώς σημαντική συσχέτιση  $p < 0,05$ .

**Πίνακας 4.12** Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων με τη σύσταση σώματος αθλητριών άρσης βαρών εθνικού επιπέδου ( $N=8$ ).

Χρονική στιγμή (ms)	30	50	80	100	150	200	250	ARFD
%Λίπους	-0,39	-0,39	-0,45	-0,45	-0,43	-0,47	-0,44	-0,18
Άλιπη μάζα	0,55	0,50	0,53	0,56	0,64	0,70*	0,69	0,77
Άλιπη μάζα κάτω άκρων	0,37	0,31	0,38	0,42	0,50	0,57	0,56	0,45

\*= στατιστικώς σημαντική συσχέτιση  $p < 0,05$ .

Αν και εμφανίζονται υψηλές συσχετίσεις του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης των κάτω άκρων με την άλιπη μάζα στα 150, 200 ms, στατιστικά σημαντική ήταν μόνο στα 250 ms. Δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές συσχετίσεις του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων με το ποσοστό λίπους των αθλητριών και την άλιπη μάζα των κάτω άκρων (Πίνακας 4.12).

**Πίνακας 4.13** Συντελεστές συσχέτισης από την αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κάτω άκρων με το κατακόρυφο άλμα με αιώρηση σε αθλήτριες άρσης βαρών εθνικού επιπέδου (N=8).

Χρονική στιγμή (ms)	30	50	80	100	150	200	250	ARFD
Ισχύς	0,03	-0,02	-0,03	-0,01	0,07	0,084	0,08	0,58
Άλμα (m)	0,39	0,37	0,33	0,33	0,38	0,42	0,39	0,45

Επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $p < 0,05$ .

Καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν βρέθηκε μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης των κάτω άκρων με το άλμα και την ισχύς του άλματος (Πίνακας 4.13)

#### 4.7 Δείκτης αντιλαμβανόμενης προσπάθειας

Η μέση τιμή του δείκτη αντιλαμβανόμενης προσπάθειας για τη μέτρηση χωρίς παρέμβαση ήταν  $10 \pm 4,3$ , για την μέτρηση με την παρέμβαση στο 85%1MAE ήταν  $10,7 \pm 3,43$  και για τη μέτρηση με την παρέμβαση στο 120%1MAE ήταν  $12,75 \pm 3,57$ . Βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των μετρήσεων.



## V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης κατά την άρση μπάρας στους μηρούς (στο 1<sup>ο</sup> και στο 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) στην άρση βαρών, με την αθλητική επίδοση σε αυτό το άθλημα, καθώς και η διερεύνηση της άμεσης επίδρασης εφαρμογής δυναμικών προσπαθειών και συγκεκριμένα της άρσης μπάρας στους μηρούς με 85% 1MAE ή 120% 1MAE στην επίδοση του επωμισμού στην άρση βαρών.

Το πρώτο κύριο εύρημα ήταν αντίθετο από την ερευνητική υπόθεση ότι ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης θα μπορούσε να εξηγήσει την επίδοση των αθλητριών στην κίνηση του επωμισμού. Φάνηκε πως ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην 1<sup>η</sup> άρση μπάρας (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) στην κίνηση του επωμισμού δεν σχετίζεται με την επίδοση των αθλητριών χωρίς την παρέμβαση και με τις παρεμβάσεις με 85% 1MAE και 120% 1MAE. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί λόγω της μεγαλύτερης σημαντικότητας και εκρηκτικότητας της 2<sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς, στο άθλημα αυτό. Επίσης, ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> τράβηγμα) στην κίνηση του επωμισμού δεν σχετίζεται με την επίδοση των αθλητριών με τις παρεμβάσεις με 85% 1MAE και με 120% 1MAE, αλλά μπορεί η επίδοση να επηρεαστεί από την 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς στη μέτρηση χωρίς την παρέμβαση. Αν και πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι υψηλότερα επίπεδα μέγιστης δύναμης σχετίζονται με υψηλότερο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης και παραγωγή ισχύος (Cormie et al., 2011; Zaras, 2016), η μελέτη αυτή δεν το επιβεβαιώνει πιθανό λόγω του ότι οι αθλήτριες εκτελούσαν ολόκληρη την κίνηση του επωμισμού, σε σχέση με άλλες έρευνες που αναφέρονται μόνο στην άρση μπάρας στους μηρούς (Kawamori et al., 2006; Haff et al., 2005), κάτι πιο εύκολο, που δεν επηρεάζεται τόσο και από άλλους παράγοντες, όπως η συγκέντρωση των αθλητών. Επίσης, στις έρευνες που εξετάστηκε ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης, οι ερευνητές δίνουν λεκτική οδηγία για παρότρυνση, για να ξεκινήσουν τη δοκιμασία οι αθλήτριες, κάτι που στη συγκεκριμένη μελέτη δεν ήταν δυνατό να γίνει λόγω της φύσης του αθλήματος που απαιτεί συγκέντρωση και απόλυτη ησυχία. Έτσι, μπορεί να εξηγηθεί το ότι τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής είναι αντίθετα από την μελέτη των Haff et al., (2005), οι οποίοι συσχέτισαν τις επιδόσεις του ρυθμού εφαρμογής δύναμης με την άσκηση άρση (τραβήγματα) μπάρας από τους μηρούς ισομετρικά, με το 30% της μέγιστης ισομετρικής δύναμης και με 100 kg της ισομετρικής, με την επίδοση των αθλητριών και βρήκαν ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση σε όλες τις συνθήκες. Οι ίδιοι ερευνητές οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι πρέπει για κάθε αγώνισμα να χρησιμοποιείται το ανάλογο τεστ αξιολόγησης του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης που θα ταιριάζει στην βιομηχανική εκτέλεση της συγκεκριμένης αθλητικής κίνησης (Haff et al., 2005).

Επίσης, η μελέτη αυτή επιβεβαιώνει τα αποτελέσματα των Kawamori et al., (2006), που καμία στατιστική διαφορά δεν βρέθηκε στην αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης ισομετρικά και δυναμικά, με διαφορετικά βάρη. Η συσχέτιση

ανάμεσα στην αξιολόγηση του ρυθμού εφαρμογής δύναμης ισομετρικά και δυναμικά, με διαφορετικά βάρη, ήταν στατιστικά μη σημαντική ( $r = -0,14 - 0,26$ ).

Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης είναι μια παράμετρος που εξαρτάται κυρίως από βιολογικούς παράγοντες, όπως είναι η κατανομή μυϊκών ινών και η εγκάρσια διατομή τους (Viitasalo & Komi, 1978), κάτι που δεν εξετάστηκε στη συγκεκριμένη μελέτη.

Ωστόσο, ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης είναι ιδιαίτερα κρίσιμη παράμετρος για την άρση βαρών λόγω της φύσης του αθλήματος (υψηλές απαιτήσεις ισχύος και ταχύτητας εκτέλεσης) συνεπώς χρήζει περαιτέρω έρευνας.

Το δεύτερο κύριο εύρημα ήταν η βελτίωση της επίδοσης του επωμισμού μετά από παρέμβαση άρση μπάρας στους μηρούς (τράβηγμα) είτε στο 85% 1MAE, είτε στο 120% 1MAE, το οποίο συμφωνεί με την ερευνητική υπόθεση. Η βελτίωση αυτή μπορεί να αποδοθεί στο φαινόμενο της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης, με το οποίο η μέγιστη δύναμη και ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης αυξάνονται μετά από μία μυϊκή συστολή. Τα δεδομένα δείχνουν ότι οι μυϊκές δράσεις όπως είναι η άρση μπάρας στους μηρούς με 85%1MAE ή με 120%1MAE αυξάνουν την επίδοση σε αθλήτριες υψηλού εθνικού επιπέδου, με την ίδια θετική επίδραση και στις δύο εντάσεις. Αξιοσημείωτο είναι ότι όλες οι αθλήτριες αύξησαν την επίδοσή τους μετά από τη παρέμβαση, εκτός από μία (κάτι που μπορεί να αποδοθεί σε μη βιολογικούς παράγοντες, όπως η ψυχολογική πίεση που δήλωσε αυτή η αθλήτρια ότι αισθάνθηκε). Επίσης, δύο από τις 8 αθλήτριες πέτυχαν την καλύτερή τους ατομική επίδοση (ρεκόρ) κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, γεγονός που δηλώνει την μέγιστη προσπάθεια την οποία κατέβαλαν κατά τη διάρκεια των πειραμάτων.

Η μελέτη αυτή έδειξε αύξηση της μυϊκής δύναμης στην κίνηση του επωμισμού, όπως αύξηση της μυϊκής δύναμης βρέθηκε και στην μελέτη των Masamoto et al. (2000), στην άσκηση καθίσματα. Η αύξηση της μυϊκής δύναμης μπορεί να σχετιστεί με τα χαρακτηριστικά των αθλητριών, αφού είναι γνωστό πως οι αθλήτριες άρσης βαρών χαρακτηρίζονται από μεγάλη μυϊκή δύναμη και μυϊκή ισχύ, παράμετροι που επηρεάζονται από το φαινόμενο της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης (Fukutani et al., 2014). Επιπροσθέτως, οι αθλητές της άρσης βαρών χαρακτηρίζονται από μεγάλο ποσοστό μυϊκών ινών ταχείας συστολής, που στον έξω πλατύ μηριαίο μυ μπορεί να φτάσει το 53-65% (Storey & Smith, 2012), οι οποίες είναι δεκτικότερες στη φωσφορυλίωση της μυοσίνης (Smith & Fry, 2007) και ενεργοποιούνται γρηγορότερα από μία γρήγορη και με ένταση μυϊκή συστολή και κατά συνέπεια οι αθλητές δυναμικών αθλημάτων, όπως η άρση βαρών και οι αθλητικές ρίψεις επωφελούνται περισσότερο (Terzis et al., 2009; Masamoto et al., 2000). Παρόλα αυτά στη μελέτη μας ήταν άγνωστος ο τύπος των μυϊκών ινών των αθλητριών. Τα προπονημένα άτομα και οι αθλητές ισχύος μπορούν να βελτιώσουν σε μεγαλύτερο ποσοστό την αποδοσή τους σε σύγκριση με άλλους αθλητές. Επίσης, η επίδραση του φαινομένου της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης εξαρτάται και από το επίπεδο των δοκιμαζομένων (Chiu et al., 2003) και πιθανόν η αύξηση της επίδοσης των αθλητριών να οφείλεται στο υψηλό τους επίπεδο, αφού κατατάσσονται στις 6 καλύτερες αθλήτριες σε εθνικό επίπεδο. Ακόμη, η βελτίωση της απόδοσης μπορεί να αποδοθεί και στην προπονητική και

αγωνιστική εμπειρία των αθλητριών αφού σύμφωνα με τη βιβλιογραφία οι αθλητές αντιστάσεων με παραπάνω από 3 χρόνια εμπειρία στην προπόνηση, είναι πιο δεκτικοί στο φαινόμενο της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης (Wilson et al., 2012).

Η παρούσα μελέτη επιβεβαιώνει προηγούμενες έρευνες σχετικές με το φαινόμενο της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης, οι οποίες έχουν δείξει αύξηση της επίδοσης των δοκιμαζομένων σε πολλά αθλήματα, όπως οι αθλητικές ρίψεις (Karampatsos et al., 2017, Terzis et al., 2009), ένα άθλημα με παρόμοιες απαιτήσεις μυϊκής ισχύος και παρόμοια σωματοδομή και των δρόμων ταχύτητας (Billeter et al., 2003).

Εφόσον το φαινόμενο της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης είναι ένα εξατομικευμένο φαινόμενο, θα πρέπει να χρησιμοποιείται από τους προπονητές ξεχωριστά για κάθε αθλητή και λαμβάνοντας υπόψη το ατομικό επίπεδο, τον όγκο, την ένταση και το διάλειμμα (Tillin & Bishop, 2009). Το φαινόμενο της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης πρώτη φορά μελετήθηκε στο άθλημα της Άρσης βαρών με παρέμβαση κινητικού προτύπου και φυσικά χρήζει περαιτέρω έρευνας, όπως για παράδειγμα στην κίνηση της απόσπασης διότι με τη παρούσα μελέτη διερευνήθηκε μόνο στην κίνηση του επώμισμού. Επίσης, χρήζει περαιτέρω έρευνα κατά τη διάρκεια ενός αγώνα, όπου πολλοί άλλοι παράγοντες που συμβάλλουν στην επίδοση κατά τη διάρκεια του αγώνα.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα από την ανάλυση των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών του έξω πλατύ μηριαίου μυός δεν έδειξαν κάποια σημαντική στατιστική συσχέτιση της αρχιτεκτονικής δομής των μυών του έξω πλατύ μηριαίου μυός και του πάχους του μέσου μηριαίου μυός με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στην 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα), σε καμία από τις τρεις μετρήσεις, χωρίς παρέμβαση, με παρέμβαση με 85% 1MAE και με παρέμβαση με 120% 1MAE. Επίσης, δεν βρέθηκε καμία στατιστική συσχέτιση της αρχιτεκτονικής των μυών του έξω πλατύ μηριαίου μυός και του πάχους του μέσου μυός με την επίδοση των αθλητριών στην κίνηση του επώμισμού, σε καμία από τις τρεις μετρήσεις, χωρίς παρέμβαση, με παρέμβαση με 85% 1MAE και με παρέμβαση με 120% 1MAE. Η αρχιτεκτονική δομή των μυών, όπως έχει προαναφερθεί, αφορά το πάχος του μυός, τη γωνία πρόσφυσης των μυϊκών ινών από την κάτω απονεύρωση καθώς και το μήκος των μυϊκών δεματίων. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής για την αρχιτεκτονική των μυών έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα των Ζάρα και συν. (2018) όσο αφορά το μήκος των μυϊκών δεματίων και την γωνία πρόσφυσης των μυϊκών ινών από την κάτω απονεύρωση του έξω πλατύ μηριαίου.

Από την άλλη τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης δεν συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Ζάρα και συν. (2018), όσο αφορά το άθροισμα του πάχους του έξω πλατύ μηριαίου και του μέσου μηριαίου μυός. Στην παρούσα μελέτη δεν βρέθηκε καμία στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ του αθροίσματος του πάχους του έξω πλατύ μηριαίου και του μέσου μηριαίου μυός με την 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα), την επίδοση και την άλπη μάζα των κάτω άκρων. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο δείγμα των δοκιμαζόμενων, διότι

στην έρευνα των Ζάρα και συν. (2018), αποτελούνταν από έξι άνδρες εθνικής ομάδας αθλητές. Το συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα χρειάζεται περισσότερη διερεύνηση.

Όσο αφορά τη συσχέτιση του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στην 1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα) δεν βρέθηκε καμία στατιστική σημαντικότητα παρά μόνο στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση. Από την άλλη μεριά επιβεβαιώθηκε, όπως ήταν αναμενόμενο, η υψηλή συσχέτιση του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση με την επίδοση των αθλητριών στη κίνηση του επωμισμού στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση, στη μέτρηση με παρέμβαση 85%1MAE και στη μέτρηση με παρέμβαση 120%1MAE. Τα αποτελέσματα της έρευνας συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με τα αντίστοιχα των Carlock et al., (2004) σε ένα μεγάλο δείγμα 64 αθλητών (άνδρες – γυναίκες) υψηλού επιπέδου Άρσης βαρών, όπου οι δείκτες υψηλής ισχύος σχετίστηκαν με τις επιδόσεις των αθλητών αυτών. Οι ερευνητές πρότειναν το κατακόρυφο άλμα με αιώρηση ως ένα απλό και ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της επίδοσης των αθλητών Άρσης βαρών. Επίσης επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα των Ζάρα και συν. (2019), όπου προτείνεται η αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση για την εκτίμηση της επίδοσης αθλητών άρσης βαρών. Επιπλέον υπάρχει αναφορά (Hori et al., 2005) για τη σημαντική συσχέτιση του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση με την επίδοση στις αγωνιστικές κινήσεις της Άρσης βαρών, λόγω του παρόμοιου βιομηχανικά κινητικού προτύπου μεταξύ τους (τεχνική εκτέλεση).

Ενδιαφέρον αποτελεί το εύρημα της αξιολόγησης της άλιπης μάζας. Η άλιπη μάζα αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τα αγωνίσματα ισχύος. Η αξιολόγηση της σύστασης σώματος στη μελέτη αυτή, δίνει σημαντικά στοιχεία για τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στην 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) και για την επίδοση κυρίως όσο αφορά την συνολική άλιπη μάζα. Η σχέση της επίδοσης στο άθλημα της άρσης βαρών με την άλιπη μάζα επιβεβαιώνεται και στην έρευνα των Ζάρα και συν. (2019), και στην έρευνα των Ζάρα και συν. (2018), όπου βρέθηκαν υψηλές στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις. Όμως στην παρούσα έρευνα βρέθηκαν υψηλές αλλά όχι στατιστικές σημαντικές συσχετίσεις όσο αφορά την άλιπη μάζα των κάτω άκρων, κάτι που μπορεί να αποδοθεί στο ότι οι αθλήτριες δεν ήταν σε αγωνιστική περίοδο και στο ότι στην έρευνα των Ζάρα και συν. (2018), συμμετείχαν άνδρες αθλητές εθνικής ομάδας. Μάλιστα η σχέση της άλιπης μάζας με την επίδοση είναι καλά θεμελιωμένη στη βιβλιογραφία για το άθλημα των αθλητικών ρίψεων, ένα άθλημα με παρόμοιες απαιτήσεις σε παραγωγή ισχύος και παρόμοια σωματοδομή αθλητών με την Άρση βαρών, όπως έχει προαναφερθεί. Συγκεκριμένα, υπάρχει υψηλή συσχέτιση της άλιπης μάζας με τη ριπτική επίδοση τόσο σε αθλητές όσο και σε αρχάριους ρίπτες (Terzis et al., 2008; Terzis et al., 2010; Kyriazis et al., 2010; Terzis et al., 2012; Anousaki et al., 2018).

Όσο αφορά τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης των κάτω άκρων δεν βρέθηκαν στατιστικές σημαντικές συσχετίσεις με τον ρυθμό εφαρμογής της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς (1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> τράβηγμα), παρά μόνο στις χρονικές

περίοδους των 200 και 250 ms με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης στη 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς (2<sup>ο</sup> τράβηγμα) στην παρέμβαση με 85% 1ΜΑΕ. Αυτό μπορεί να οφείλεται και στη μη σημαντική άλιπη μάζα των κάτω άκρων που βρέθηκε στις αθλήτριες. Επίσης, υψηλές συσχετίσεις βρέθηκαν στις χρονικές περιόδους των 200 και 250 ms με την επίδοση στην κίνηση του επωμισμού, αλλά σημαντικές ήταν μόνο στη μέτρηση χωρίς παρέμβαση. Όπως έχει προαναφερθεί, σύμφωνα με την βιβλιογραφία, οι αθλητές της άρσης βαρών εφαρμόζουν τη μέγιστη δύναμή τους στη χρονική περίοδο των 180 – 250 ms, οπότε αναμένονταν περισσότερες συσχετίσεις που μπορεί να μην εμφανίστηκαν λόγω της μη σημαντικότητας της άλιπης μάζας των κάτω άκρων των αθλητριών με τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης της 1<sup>ης</sup> και 2<sup>ης</sup> άρσης μπάρας στους μηρούς αλλά και τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης των κάτω άκρων. Προφανώς η διαφορετική μορφή θέσης εφαρμογής της δύναμης να είναι η πιθανότερη αιτιολογία της διαπίστωσης αυτής. Επίσης, τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής, δεν συμφωνούν με αυτά των Ζάρα και συν. (2018), πιθανό λόγω του διαφορετικού φύλου, αφού συμμετείχαν άνδρες αθλητές εθνικής ομάδας ή και λόγω της διαφορετικής προπονητικής περιόδου.

Ωστόσο, δεν πρέπει να παραλείψουμε πως ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης είναι δείκτης αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος. Δεν πρέπει όμως να αγνοήσουμε, πως το κατακόρυφο άλμα και η ισομετρική πίεση ποδιών πραγματοποιούνται με διαφορετικούς τρόπους μυϊκής συστολής. Έτσι, θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε πως αντιπροσωπεύουν τη μυϊκή ισχύ με διαφορετική προσέγγιση.

Πρέπει να σημειωθεί το γεγονός ότι δεν έγινε μυϊκή βιοψία για τον προσδιορισμό των μυϊκών ινών, που θα μπορούσε να εξηγηθούν κάποια από τα αποτελέσματα. Επιπλέον, δεν μετρήθηκαν στοιχεία του νευρικού συστήματος που θα μπορούσαν να δώσουν κάποιες εξηγήσεις των αποτελεσμάτων. Επίσης, δεν ήταν οι αθλήτριες στην κορυφαία τους κατάσταση, αν και υπήρξε αθλήτρια που έκανε ατομικό ρεκορ.

## VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Σκοπός της μελέτης ήταν η διερεύνηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης στην κίνηση του επωμισμού στην άρση βαρών, όπου δεν φάνηκε να αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την επίδοση των αθλητριών.

Επίσης, σκοπός ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του φαινομένου της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης, το οποίο, όπως και σε πολλές άλλες μελέτες, φάνηκε να επιδρά θετικά στην επίδοση των αθλητριών στην κίνηση του επωμισμού στην άρση βαρών. Προτείνεται, λοιπόν στους προπονητές του αθλήματος της άρσης βαρών, να λάβουν υπόψιν τους τη θετική επίδραση του φαινομένου αυτού και να χρησιμοποιείται ξεχωριστά για κάθε αθλήτη και λαμβάνοντας υπόψη το ατομικό επίπεδο, τον όγκο, την ένταση και το διάλειμμα. Συγκεκριμένα, προτείνεται να εκτελούν πριν από την αγωνιστική τους προσπάθεια, στην κίνηση του επωμισμού, μια άρση μπάρας στους μηρούς στο 85%1ΜΑΕ, γιατί στο 120% φαίνεται να προκαλείται κόπωση.

Επιπροσθέτως, φαίνεται πως η αρχιτεκτονική των μυών δεν παίζει σημαντικό ρόλο στο άθλημα της άρσης βαρών, ενώ η άλιπη μάζα συνδέεται σημαντικά με την επίδοση στην άρση βαρών. Προτείνεται τακτική αξιολόγηση της άλιπης μάζας ιδιαίτερα πριν από αγώνες.

Τα παραπάνω ευρήματα είναι πολύ σημαντικά και μπορούν να βρουν άμεση εφαρμογή στον προπονητικό τομέα. Η παρούσα μελέτη αποτελεί ένα ακόμη στοιχείο όπου νέοι πειραματικοί σχεδιασμοί μπορούν να στηριχθούν και να αναπτυχθούν για περαιτέρω μελέτη στο άθλημα της άρσης βαρών.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., & Duhre- Poulsen, P. (2002). Increase rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1318-1326.
- Anousaki E., Stasinaki A.-N., Zaras N., Terzis G., Methenitis S., Arnaoutiw G., Karampatsos G. (2018). Original Article 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.
- Bazett-Jones D. M., Winchester J. B & McBride J. M., (2005) Effect of Potentiation and Stretching on Maximal Force, Rate of Force Development, and Range of Motion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 421-426.
- Billeter, R., Jostarndt- Fogen, K., Gunthor, W., & Hoppeler H. (2002). Fiber type characteristics and myosin heavy chain expression in a world champion shot putter. *International journal of sports and medicine*, 24, 203-207.
- Blazevich, A. J. (2006). Effects of physical training and detraining, immobilisation, growth and aging on human fascicle geometry. *Sports Medicine*, 36(12), 1003-1017.
- Borg, G. (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 92-98.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal Applied Physiology Occupational Physiology*, 51(3), 357-364.
- Brad, H. D., Ambrose, J. S., Steven, K. S., & Matthew, L. S. (2016). The Pull to Knee-Proper Biomechanics for a Weightlifting Movement Derivative. *Strength and Conditioning Journal*. 38(1), 79-85.

- Carlock, J.M., S.L. Smith, M.J. Hartman, R.T. Morris, D.A. Ciroslan, K.C. Pierce, R.U. (2004). The relationship between vertical jump, power estimates and weightlifting ability: A field – test approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 534-539.
- Caserotti, P., Aagaard, P., Larsen, J.B., & Pugaard, L. (2008). Explosive heavy resistance training in old and very old adults: changes in rapid muscle force, strength and power. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18, 773-782.
- Chantzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B., & Kotzamanidis, C. M. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1278-1281.
- Chiu, L. Z., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., & Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athlete and reactionally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 671-677.
- Chiu, L. Z. & Schilling, B. K. (2005). A Primer on Weightlifting: From Sport to Sports Training. *National Strength and Conditioning Association*, 27(1), 42-48.
- Comyns, T. M., Harrison, A. J., Hennessy, L., & Jensen, L. R. (2007). Identifying the optimal resistive load for complex training in male rugby players. *Sports Biomechanics*, 6(1), 59-70.
- Cormie, P., Deane, R. S., Triplett N. T., & McBride, J. M. (2006). Acute effects of whole-body vibration on muscle activity, strength, and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20 (2), 257–261.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*. 41(2), 125-146.
- Costill, L.D., Daniels, J., Evans, W., Fink, W., Krahenbuhl, G., & Saltin, B. (1975). Skeletal muscle enzymes and fiber type composition in male and female track athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 40, 149-154.



- Coyle, E. F., Bell, S., Costill, D.L., & Fink, W.J. (1978). Skeletal muscle fiber characteristics of world class shot putters. *Research Quarterly*, 49(3), 278-284.
- Docherty, D., & Hodgson, M. (2007). The application of postactivation potentiation to elite sport. *International Journal Sports Physiologic*, 2, 439-444.
- Enoka, R. M. (1979). The pull in olympic weightlifting *Medicine and Science in Sports*, 11(2), 131-137.
- Fleck, J. S., & Kraemer, J. W. (2006) *Σχεδιασμός προγραμμάτων άσκησης με αντίσταση*, Ιατρικές εκδόσεις Π. Χ. Πασχαλίδη, Απόδοση στα Ελληνικά-Επιμέλεια Γ, Γεωργιάδης, Γ. Τερζής.
- Fukatani, A., Takei, S., Hirata, K., Miyamoto, N., Kanehisa, H. & Kawakami, Y. (2014). Influence of the intensity of squat exercises on the subsequent jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2236–2243.
- Frounfelter, G. (2003). A progression for teaching the overhead lifts. *Strength and Conditioning Journal*, 25(4), 44-49.
- Garhammer, J. (1993). A review of power output studies of Olympic and Powerlifting: Methodology, performance prediction and evaluation tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7, 47-56.
- Γεωργιάδης, Γ., & Τερζής, Γ. (2012). *Αθλητικές Ρίψεις: Θεωρία και Μεθοδική Εφαρμοσμένη Εργοφυσιολογία, Προπονητική, Μυϊκή Ενδυνάμωση*. Αθήνα, Εκδόσεις Broken Hill Publishers Ltd.
- Gilbert, G., & Lees, A. (2005). Changes in the force development characteristics of muscle following maximum force and power exercise. *Ergonomics*, 48(11-14), 1576-1584.

- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Kasimatis, P., Mavromatis, G., & Garas, A. (2003). Effect of a submaximal half-squat warm-up program on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 342–344.
- Gruber, M., Gollhofer, A. (2004) Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *European Journal of Applied Physiology*, 92: 98- 105.
- Haff G. G., Carlock J. M., Hartman, M. J., Kilgore, J. L., Kawamori, N., Jackson, J. R., Morris, R. T., Sands, W. A., & Stone, M. H. (2005). Force-time curve characteristics of dynamic and isometric muscle action of elite women Olympic weightlifters. *Journal Strength Conditioning Research*, 19(4), 741-748.
- Häkkinen, K., Alen, M., & Komi, P.V. (1984). Neuromuscular, anaerobic, and aerobic performance characteristics of elite power athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 53, 97-105.
- Häkkinen, K., Komi, P.V., Alen, M., & Kauhanen, H. (1987). EMG, muscle fibre and force production characteristics during a 1 year training period in elite weight-lifters. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 419-427.
- Hamada, T., Sale D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation Potentiation, fiber type and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal Application Physiological*. 88, 2131-21.
- Hedrick, A. (2004). Teaching the Clean. *Journal Strength Conditioning Research*, 26(4), 70–72.
- Hodgson, M., Docherty, & D., Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine* 35, 585–595.
- Hori, N., Newton, R. U., Nosaka, K. (2005). Weightlifting Exercises Enhance Athletic Performance That Requires High-Load Speed Strength. *National Strength and Conditioning Association*, 27(4), 50–55.

- Judge, LW, Bellar, D. M, & Judge, M. (2010). Efficacy of potentiation of performance through overweight implement throws on male and female high school weight throwers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 24(7), 1804–1809.
- Judge, LW, Bellar, D. M, Craig, B. W., Gilreath, E. L., Cappos, S. A., & Thrasher, A. B. (2016). Influence of Postactivation Potentiation on Shot Put Performance of Collegiate Throwers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 30(2), 438-445.
- Karampatsos, G. P., Korfiatis, P. G., Zaras, N. D., Georgiadis, G. V., & Terzis, G. D. (2017). Acute Effect of Countermovement Jumping on Throwing Performance in Track and Field Athletes During Competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 359-364.
- Kawamori, N., Rossi, S. J., Justice, B. D., Haff, E. E., Pistilli, E. E., O'Bryan, H. S., Stone, M. H., & Haff G. G. (2006). Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-thigh clean pulls performed at various intensities. *Journal Strength Conditioning Research*, 20(3), 483-491.
- Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I. C., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J., Hore, A. M., Maw, J. R., & Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. *Journal Strength Conditioning Research*, 21, 1134–1138.
- Κλεισούρας Β. (2011). *Εργοφυσιολογία*. Αθήνα, Ιατρικές εκδόσεις Πασχαλίδης .
- Knuttgen, H.G., Kraemer, W.J., (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sports Science Research*, 1, 1-10.
- Komi, P.V. (2003). *Strench and power in sports*. 2nd Edition, Published by John Wiley. & Sons, 439-515.
- Κοντού, Ε., Μπερμπερίδου, Φ., Μαντζουράνης, Ν., Μεθενίτης, Σ., Πυλιανίδης, Θ. Η επίδραση πρωτοκόλλων μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης άνω και κάτω άκρων στην επίδοση σφαιροβολίας. Τρισέλιδες εργασίες 25<sup>ου</sup> Διεθνούς Συνεδρίου Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Κομοτηνή, 19-21 Μαΐου 2017, 220-224.

- Kyriazis, T., Terzis, G., Karampatsos, G., Kavouras, S., & Georgiadis, G. (2010). Body composition and performance in shot put athletes at preseason and at competition. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 5(3), 417-521
- Lattier, G., Millet, G.Y., Maffiuletti, N.A., Babault, N., & Lepers, R. (2003). Neuromuscular differences between endurance-trained, power –trained, and sedentary subjects. *Journal of strength and conditioning research*, 17(3), 514-521.
- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69, 1198-1204.
- Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European Journal of Applied Physiology*, 116(6), 1091–1116.
- Marcora, S., & Miller, M. K. (2000). The effect of knee angle on the external validity of isometric measures of lower body neuromuscular function. *Journal of sports science*, 18 (5), 313-319.
- Masamoto, N. R., Larson, T. G., & Faigenbaum, A. (2003) Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *Journal Strength Conditioning Research*, 17, 68-71
- McGuigan, M.R., Winchester, J.B., & Erickson, T. (2006). The importance of isometrics maximum strength in college wrestlers. *Journal of sports science and medicine*, CSSI: 108-113.
- Sale, D.G. (2002). Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise in Sports and Science*, 30, 138-143.
- Sale, DG. (2004). Postactivation potentiation: Role in performance. *British Journal of Sports Medicine*, 38, 386–387.
- Σαρογλάκης, Γ., Ζαρζαβατσίδης, Δ. (2004). *Άρση Βαρών*. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.

- Schilling, B.K., Fry, A.C., Chiu, L.Z.F., & Weiss, L.W. (2005). Myosin heavy chain isoform expression and in vivo isometric performance: a regression model. *Journal Strength Conditioning Research*, 19(2), 270-275.
- Σιμάτος, Ε. (2017). *Συσχέτιση Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης και Μυικής Ισχύος με την επίδοση στο δυναμικό επωμισμό σε νέους αθλητές Άρσης Βαρών*. Πτυχιακή διατριβή. Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Smith, J. C., & Fry, A. C. (2007). Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. *Journal Strength Conditioning Research*, 21: 73–76.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J., Callan, S., Dickie, D., Daigle, K., Cotton, J., Smith, S.L., & Hartman, M. (2004). The importance of isometric maximum strength and peak rate of force development in sprint- cycling. *Journal of Strength and Condition Research*, 18(4), 878- 884.
- Stone, M. H., Sands, W. A, Pierce, K. C., Ramsey, M. W., & Haff, G. G. (2008). Power and Power Potentiation among strength – Power athletes: Preliminary study. *Journal of Strength and Condition Research*, 3(1), 55- 67.
- Storey, S., & Smith, H. K. (2012). Unique Aspects of Competitive Weightlifting. *Sports Medicine*, 42(9), 769-790.
- Tadao, I., Junichi, O. & Kazuo F. (1996). Kinematic analysis of barbell during the snatch movement of elite Asian weight lifters. *Journal of Applied Biomechanics*, 12, 508-516
- Τερζής Γ. (2010). *Εφαρμοσμένη φυσιολογία στις αθλητικές ρίψεις*. Αθήνα. Αυτοέκδοση.
- Terzis, G., Spengos, K., Karampatsos. G., Manta, P., & Georgiadis, G. (2009). Acute effect of drop jumping on throwing performance. *Journal of Strength and Condition Research*, 23(9), 2592-2607.
- Terzis, G., Spengos, K., Kavouras, S., Manta, P., & Georgiadis, G. (2010). Muscle fiber type composition in hammer throwers. *Journal of Strength and Condition Research*, 23(9), 2592–2597.

- Terzis, G., Karampatsos, G., Kyriazis, T., Kavouras, S. A., Georgiadis, G. (2012). Acute effects of countermovement jumping and sprinting on shot put performance. *Journal of Strength and Condition Research*, 26(3), 684-90.
- Terzis, G., Kyriazis, T., Karampatsos, G., & Georgiadis, G. (2012). Muscular strength, body composition and performance of an elite shot putter. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7, 394-396.
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effects on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39, 147–166, 2009.
- Τσούμανη, Σ. (2017). *Η άμεση επίδραση της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης δυο πλειομετρικών πρωτοκόλλων κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους σε αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής*. Πτυχιακή διατριβή, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Del Vecchio, A., Negro, F., Holobar, A., Casolo, A., Folland, J. P., Felici, F. and Farina D. (2019). You are as fast as your motor neurons: speed of recruitment and maximal discharge of motor neurons determine the maximal rate of force development in humans. *The Journal of Physiology*, 597(9), 2445-2456.
- Wilson, G. J., Lyttle, A. D., Ostrowski, K. J., & Murphy A.J. (1995). Assessing dynamic performance: A comparison of rate of force development tests. *Journal of Strength and Condition Research*, 9(3), 176- 181.
- Ζάρας Ν., Στασινάκη Α/Ν., Αρναούτης Γ., Ιακωβίδης Θ., Τερζής Γ. (2018). Αλλαγές στον Ρυθμό Εφαρμογής της Δύναμης, στην Μορφολογία των μυών και στην Επίδοση σε κορυφαίους αθλητές της Άρσης βαρών. 8<sup>ο</sup> Συνέδριο Βιοχημείας και Φυσιολογίας της Άσκησης, Θεσσαλονίκη, 69.
- Ζάρας, Ν., Στασινάκη, Α. Ν., Αρναούτης, Γ., Τερζής, Γ. (2019). Συσχέτιση ανάμεσα στην Άλιπη μάζα, στο Κατακόρυφο άλμα και στην Επίδοση σε αθλήτριες της Άρσης Βαρών. Αναρτημένες ανακοινώσεις 5<sup>ο</sup> Συνέδριου Αθλητικής Επιστήμης ΣΕΦΑΑ-ΕΚΠΑ, Αθήνα, 77.

Zaras, N., Stasinaki, A. N., Methenitis, S., Krase, A., Karampatsos, G., Georgiadis, G., Spengos, K., & Terzis, G. (2016). Rate of Force Development, Muscle Architecture, and Performance in Young Competitive Track and Field Throwers. *Journal of Strength and Condition Research*, 30(1), 81-92.

Zaras, N., Stasinaki, A. N., Krase, A., Methenitis, S., Karampatsos, G., Georgiadis, G., Spengos, K., & Terzis, G. (2014). Effects of tapering with light vs. heavy loads on track and field throwing performance. *Journal of Strength and Condition Research*, 28(12), 3484-95.

Zaras, N., Stasinaki, A. N., Methenitis, S., Krase, A., Georgiadis, G., Spengos, K., & Terzis, G. (2016). Rate of force development, muscle architecture, and performance in young competitive track and field throwers. *Journal of Strength and Condition Research*, 30, 81–92.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**





ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Επιστημονικός υπεύθυνος της έρευνας: Κελεκιάν Γεωργία Κασσάνδρα, Τερζής Γεράσιμος

### ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΔΟΚΙΜΑΖΟΜΕΝΩΝ- ΕΝΤΥΠΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ

#### Εισαγωγή

Οι πολυαρθρικές ασκήσεις της αγωνιστικής Βαρών συνδυάζουν υψηλή ταχύτητα κίνησης και πολύπλοκη τεχνική εκτέλεσης έναντι υψηλού φορτίου αντίστασης. Οι ασκήσεις αυτές είναι ιδιαίτερα δημοφιλείς στην προπόνηση πολλών αθλημάτων για την ανάπτυξη της μυϊκής ισχύος, γιατί η μυϊκή ισχύς αποτελεί καθοριστική παράμετρο για την επίτευξη υψηλής επίδοσης σε πολλά ατομικά και ομαδικά αθλήματα. Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης (P.E.Δ), ως βασική παράμετρος της μυϊκής ισχύος, έχει στενή σχέση με την επίδοση στην Άρση Βαρών και στα αθλήματα ισχύος και εξαρτάται σημαντικά από την άλιπη σωματική μάζα. Στην Άρση Βαρών συγκεκριμένα, απαιτείται η παραγωγή όσο το δυνατό υψηλότερης δύναμης στο μικρότερο δυνατό χρόνο. Έρευνες έχουν δείξει ότι υψηλότερα επίπεδα μέγιστης δύναμης σχετίζονται με υψηλότερο Ρυθμό Εφαρμογής της Δύναμης και παραγωγή ισχύος. Ωστόσο, καμία μελέτη δεν έχει εξετάσει την σχέση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης στο 1<sup>η</sup> και στο 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς στην Άρση Βαρών με την επίδοση. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσει τη σχέση του Ρυθμού Εφαρμογής της Δύναμης στη 1<sup>η</sup> και στη 2<sup>η</sup> άρση μπάρας στους μηρούς στην Άρση Βαρών με την επίδοση.

#### Μεθοδολογία

Στην μελέτη θα συμμετάσχουν αθλήτριες της Άρσης Βαρών που προπονούνται συστηματικά και έχουν αγωνιστική εμπειρία. Θα υποβληθούν σε 3 δοκιμασίες, με χρονική απόσταση 1 εβδομάδα. Στην 1<sup>η</sup> δοκιμασία θα αξιολογηθεί η μέγιστη δύναμη του *επολέ*. Στη συνέχεια, οι δοκιμαζόμενες θα χωριστούν σε δύο ομάδες. Η μία ομάδα, στην 2<sup>η</sup> αξιολόγηση, θα εκτελέσει μέγιστη προσπάθεια στο επωμισμό (*επολέ*) χρησιμοποιώντας «άρση μπάρας στους μηρούς με 85%1ΜΑΕ *επολέ*» αμέσως πριν από τη μέγιστη προσπάθεια. Η άλλη ομάδα, στην 2<sup>η</sup> αξιολόγηση, θα εκτελέσει μέγιστη προσπάθεια στο *επολέ* χρησιμοποιώντας «άρση μπάρας στους μηρούς με 120%1ΜΑΕ *επολέ*» αμέσως πριν από τη μέγιστη

προσπάθεια. Στην 3<sup>η</sup> αξιολόγηση οι ομάδες θα πραγματοποιήσουν το αντίστροφο. Επίσης, σε διαφορετική ημέρα θα πραγματοποιηθεί ανάλυση της σωματικής σύστασης με απορροφησιομετρία ακτίνων Χ διπλής ενέργειας (DXA), μέτρηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης σε ισομετρική προσπάθεια των κάτω άκρων (leg press), αξιολόγηση της κατακόρυφης αλτικής ικανότητα σε δυναμοδάπεδο και απεικόνιση της αρχιτεκτονικής δομής του έξω πλατύ μηριαίου μυός με υπερηχογραφία. Τόσο οι προσπάθειες στην αγωνιστική κίνηση επωμισμού όσο και όλες οι άλλες σωματικές προσπάθειες (άλματα, leg press) δεν έχουν κάποιο κίνδυνο μιας και χρησιμοποιούνται συχνά στην προπόνησή σου. Υπάρχει το ενδεχόμενο να νιώσεις ένα «πιάσιμο» των μυών τις επόμενες ημέρες μετά από την αξιολόγηση των της μέγιστης δύναμης. Η υπερηχογραφία δεν προκαλεί καμία παρενέργεια ή κάποιο κίνδυνο για την υγεία. Η μέθοδος DXA δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε εγκύους, συνεπώς, αν υπάρχει τέτοιο ενδεχόμενο πρέπει να ενημερώσεις τους υπεύθυνους της έρευνας.

### **Ζήτηση Πληροφοριών**

Μη διστάσεις να υποβάλεις ερωτήσεις για κάθε μια από τις διαδικασίες. Αν έχεις κάποιες αμφιβολίες ή ερωτήσεις ζήτησέ μας να σου δώσουμε πρόσθετες εξηγήσεις. Τα αποτελέσματα των δικών σου μετρήσεων θα είναι στη διάθεσή σου μετά το τέλος των αναλύσεων. Δημοσιοποίηση των αποτελεσμάτων (π.χ. σε επιστημονικές μελέτες ή συνέδρια) μπορεί να γίνει μόνο ανώνυμα. Να θυμάσαι ότι είσαι ελεύθερη να αποσυρθείς από τη μελέτη όποτε εσύ θέλεις.

### **ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ**

Δηλώνω υπεύθυνα ότι έλαβα σαφείς γραπτές και προφορικές πληροφορίες για τη μελέτη και τις δοκιμασίες στις οποίες θα υποβληθώ και συγκατατίθεμαι να συμμετάσχω αβίαστα. Διατηρώ το δικαίωμα να σταματήσω ή να αποσυρθώ όποτε εγώ κρίνω.

Ημερομηνία : \_\_\_ / \_\_\_ / 2019

Όνοματεπώνυμο δοκιμαζόμενου/ης : .....

(Υπογραφή)

Όνοματεπώνυμο μάρτυρα : .....

(Υπογραφή)

**ΦΥΛΛΟ ΑΤΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

ΟΝ/ΜΟ:.....

ΗΜ/ΝΙΑ:.....

**Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:**

Ηλικία σε έτη	
Τηλέφωνο επικοινωνίας	
Πόσα χρόνια ασχολείστε με την αγωνιστική Άρση Βαρών;	
Σε ποια κατηγορία κιλών συμμετέχετε στους αγώνες;	
Πόσες προπονήσεις κάνετε την εβδομάδα;	
Πόσα Kg κάνετε Αρασέ αυτή την περίοδο για 1 επανάληψη;	
Πόσα Kg κάνετε Επολέ Ζετέ αυτή την περίοδο για 1 επανάληψη;	
Πόσα Kg κάνετε πίσω πόδια αυτή την περίοδο για 1 επανάληψη;	
Πόσα Kg κάνετε εμπρός πόδια αυτή την περίοδο για 1 επανάληψη;	
Πόσα Kg έχετε ρεκόρ στο Αρασέ; Σε ποια κατηγορία;	/
Πόσα Kg έχετε ρεκόρ στο Επολέ Ζετέ; Σε ποια κατηγορία;	/

Πόσα Kg έχετε ρεκόρ στα Πίσω πόδια; Σε ποια κατηγορία;	/
Πόσα Kg έχετε ρεκόρ στα Εμπρός πόδια; Σε ποια κατηγορία;	/

Οι απαντήσεις σας θα μείνουν στο αρχείο του εργαστηρίου ώστε να υπάρχει σύγκριση των επιδόσεων στις δοκιμασίες ισχύος με τις επιδόσεις στην Άρση Βαρών. Καμία ατομική επίδοση δεν θα δημοσιευτεί, παρά μόνο ανώνυμα και για επιστημονικό σκοπό.

**ΚΑΙΜΑΚΑ BORG (ΔΕΙΚΤΗΣ ΑΝΤΙΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑΣ)**

1	Πάρα πολύ εύκολα
2	
3	Πολύ εύκολα
4	
5	Εύκολα
6	
7	Ήπια
8	
9	Λίγο μέτρια
10	
11	Μέτρια
12	
13	Λίγο Δύσκολα
14	
15	Δύσκολα
16	
17	Πολύ δύσκολα
18	
19	Πάρα πολύ δύσκολα
20	

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΑΘΛΗΤΡΙΑΣ**

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:**

<b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</b>	<b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</b>	<b>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</b>
<b>T1 (CONTROL)</b>	<b>T2 (85% Η' 120%)</b>	<b>T3 (85% Η' 120%)</b>
<b>Μπάρα</b>	<b>Μπάρα</b>	<b>Μπάρα</b>
<b>40%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>
<b>50%</b>	<b>50%</b>	<b>50%</b>
<b>75%</b>	<b>75%</b>	<b>75%</b>
<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>
<b>85%</b>	<b>85%</b>	<b>85%</b>
<b>90%</b>	<b>90%</b>	<b>90%</b>
<b>95%</b>	<b>95%</b>	<b>95%</b>
<b>100%</b>	<b>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</b>	<b>ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</b>
	<b>100%</b>	<b>100%</b>
	<b>105%</b>	<b>105%</b>
	<b>110%</b>	<b>110%</b>
<b>Κόπωση</b>	<b>Κόπωση</b>	<b>Κόπωση</b>



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
 ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

**ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΗΛΙΚΙΑ	ΒΑΡΟΣ	ΥΨΟΣ	% ΛΙΠΟΥΣ	ΟΣΤΙΚΗ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ







**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**

Παράρτημα

**Ερωτηματολόγιο Αξιολόγησης της Ποδοπλευρικότητας και του Κυρίαρχου Ποδιού (WFQ-R)**

<b>Όνοματεπώνυμο</b>		<b>Ημ/νία:</b>	
----------------------	--	----------------	--

**Οδηγίες:**

Μην απαντήσεις απλά στην κάθε ερώτηση, αλλά προσπάθησε πρώτα να φανταστείς τον εαυτό σου να εκτελεί την κάθε δραστηριότητα

Σε κάθε ερώτηση επέλεξε μόνο μία (1) από τις πέντε (5) απαντήσεις

**Ερωτήσεις**

No	Ερωτήσεις	Πάντα Αριστερό	Συνήθως Αριστερό	Εξίσου και τα δύο	Συνήθως Δεξί	Πάντα Δεξί
1	Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες για να κλωτσήσεις μια ακίνητη μπάλα σε έναν στόχο μπροστά σου;					
2	Εάν έπρεπε να σταθείς σε ένα πόδι, ποιο θα ήταν αυτό;					

3	Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες, για να στρώσεις την άμμο στη παραλία;					
4	Εάν έπρεπε να ανέβεις πάνω σε μια καρέκλα, ποιο πόδι θα έβαζες πρώτο πάνω στη καρέκλα;					
5	Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες, για να πατήσεις ένα γρήγορα κινούμενο έντομο;					
6	Εάν έπρεπε να ισορροπήσεις στο ένα πόδι πάνω σε μια γραμμή τρένου, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;					
7	Εάν ήθελες να σηκώσεις ένα βόλο με τα δάκτυλα του ποδιού σου, ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες;					
8	Εάν έπρεπε να κάνεις κουτσό με το ένα πόδι, ποιο θα χρησιμοποιούσες;					
9	Ποιο πόδι θα χρησιμοποιούσες, για να μπορέσεις να χώσεις ένα φτυάρι μέσα στο έδαφος;					
10	Όταν κάποιος στέκεται όρθιος σε θέση ανάπαυσης, αρχικά βάζει το περισσότερο από το βάρος του σώματος του στο ένα πόδι, αφήνοντας το άλλο ελαφρά λυγισμένο. Σε ποιο πόδι θα έβαζες το περισσότερο βάρος σου πρώτα;					

