

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
**ΤΟΜΕΑΣ ΚΛΑΣΙΚΟΥ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
**ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΑΡΣΗ ΒΑΡΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Συσχέτιση ρυθμού εφαρμογής της δύναμης και μυϊκής ισχύος  
κάτω άκρων με την επίδοση στο επολέ-ζετε»**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Δρ. Τερζής Γεράσιμος**

**Αθήνα, Δεκέμβριος 2022**

© Copyright

Ελευθέριος Ηλία

Αντρέας Χριστοφόρου

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

**ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ : «Συσχέτιση ρυθμού εφαρμογής της δύναμης και μυϊκής ισχύος κάτω άκρων με την επίδοση στο επολέ-ζετε»**

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την σχέση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης των κάτω άκρων με την επίδοση στην άσκηση ζετέ ( Ολυμπιακού στυλ) μέσω ισομετρικών πιέσεων ποδιών με δύο πόδια (leg press) . Οκτώ νεαροί (4 άνδρες και 4 γυναίκες) μέτρια προπονημένοι , φοιτητές Φυσικής αγωγής και αθλητισμού, (ηλικίας  $24 \pm 3$  ετών, ύψος  $1,76 \pm 0,08$  εκ., σωματική μάζα  $75,5 \pm 15,12$  kg), συμμετέχοντες στην Ειδικότητας Ολυμπιακής Άρσης Βαρών έλαβαν μέρος στο πείραμα αφού υπέγραψαν ένα έντυπο συναίνεσης για την συμμετοχή τους στην έρευνα. Η μελέτη αποτελούνταν από δύο διαφορετικές δοκιμασίες. Την πρώτη μέρα, οι συμμετέχοντες στο εργαστήριο του πανεπιστημίου εκτέλεσαν ισομετρική πίεση ποδιών (leg press), Μια εβδομάδα αργότερα, οι συμμετέχοντες έγινε η δεύτερη δοκιμασία, όπου οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν το επολέ-ζετε. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης δύναμης στο ζετέ και της μέγιστης ισομετρικής πίεσης ποδιών ( $r = 0.366$ ,  $p = 0.931$ ), ούτε μεταξύ του ρυθμού εφαρμογής δύναμης (ΡΕΔ) 100 ms και της μέγιστης δύναμης στο ζετέ ( $r = 0.501$ ,  $p = 0.206$ ), αλλά ούτε και μεταξύ της ισομετρικής πίεσης στα 100 ms και της μέγιστης δύναμης στο ζετέ ( $r = 0.501$ ,  $p = 0.206$ ).

Στη βιβλιογραφία είναι ξεκάθαρο ότι υπάρχει σημαντική σύνδεση μεταξύ της ισχύος των κάτω άκρων και της δύναμης κατά την κίνηση της εκτίναξης (ζετέ), αλλά από τα ευρήματα της παρούσας μελέτης συμπεραίνεται ότι ισομετρική πίεση ποδιών δεν φάνηκε να συσχετίζεται με τον ΡΕΔ κατά τη δεύτερη φάση του επολέ-ζετε. Λαμβάνεται υπόψιν ότι οι συμμετέχοντες δεν ήταν ελίτ αθλητές, και αυτά τα ευρήματα πιθανόν να διαφοροποιούνται σε ελίτ αθλητές που κατέχουν άρτια τεχνική του αθλήματος, καθώς στην άρση βαρών η τεχνική έχει μείζονα σημασία.

**Λέξεις κλειδιά :** Rfd, επολέ ζετέ, Leg press, Άρση Βαρών, μυϊκή ισχύ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b><u>Περιεχόμενα:</u></b>	<b>Σελ.</b>
<b>Περίληψη</b>	3
<b>Εισαγωγή</b>	5-7
<b>Μεθοδολογία</b>	8-10
<b>Αποτελέσματα</b>	11-12
<b>Συζήτηση - Συμπεράσματα</b>	13-15
<b>Βιβλιογραφία</b>	16-17

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η άρση βαρών είναι ένα άθλημα που συμπεριλαμβάνει πολλές τεχνικές δεξιότητες όπως δύναμη, ισορροπία, ταχύτητα και όλα αυτά στα πλαίσια μίας πολύ σύντομης χρονικά προσπάθειας, άρα και συντονισμού. Το στοιχείο όμως που χαρακτηρίζει απόλυτα το αγώνισμα αυτό είναι η Ισχύς, γιατί και οι αθλητές (αρσιβαρίστες) κατατάσσονται στις λίστες με τους δυνατότερους αθλητές στον κόσμο. Οι αρσιβαρίστες συναγωνίζονται μεταξύ τους στο ποιός θα σηκώσει το περισσότερο βάρος από το έδαφος έως το μέγιστο ύψος πάνω από το κεφάλι, στα πλαίσια μιας μέγιστης επανάληψης (Bonini, 2001). Το βάρος που σηκώνουν βρίσκεται στις άκρες ενός διαλτήρα, κοινώς «μπάρας», μήκους περίπου δύο μέτρων. Τα βαρίδια, τα οποία είναι σε δισκοειδή μορφή, τοποθετούνται στις άκρες της «μπάρας». Οι αθλητές καλούνται να σηκώσουν το βάρος με δύο συγκεκριμένους τρόπους τεχνικής, αλλιώς αν το βάρος σηκωθεί με τρόπο εκτός των προκαθορισμένων πλαισίων της τεχνικής θεωρείται σφάλμα και η προσπάθεια του αθλητή είναι άκυρη, έστω και αν ο αθλητής καταφέρει να σηκώσει την μπάρα πάνω από το κεφάλι του. Οι αθλητές έχουν τρεις προσπάθειες για κάθε αγωνιστική κίνηση ξεχωριστά και το συνδυασμένο σύνολο των υψηλότερων δύο προσπαθειών καθορίζει το συνολικό αποτέλεσμα του αγώνα. Ο πρώτος τρόπος άρσης της μπάρας είναι το Αρασέ, η ονομασία του οποίου προέρχεται από την γαλλική γλώσσα και σημαίνει «απόσπαση». Στο Αρασέ, η άρση εκτελείται με ανοιχτή λαβή στο κράτημα της μπάρας και πρέπει με τεντωμένα τα χέρια η μπάρα να φτάσει πάνω από το κεφάλι με μία μόνο κίνηση. Ο δεύτερος τρόπος άρσης της μπάρας, το οποίο θα μελετηθεί στην παρούσα μελέτη, ονομάζεται Επωλέ-ζετέ, που σημαίνει «επωμισμός και εκτίναξη» (Storey et al. 2012). Το Επωλέ-ζετέ είναι συνδυασμός δύο κινήσεων άρσης. Αρχικά η μπάρα σηκώνεται από το έδαφος και καταλήγει στο μπροστινό μέρος των ώμων του αθλητή. Στην προσπάθεια της ανύψωσης ο αθλητής μπορεί να λυγίσει και να ανοίξει τα πόδια του. Στην συνέχεια μετά από μια μικρή παύση της προσπάθειας, κρατώντας την μπάρα στις κλείδες, εκτελείται ένα μικρό κάθισμα λυγίζοντας ελαφρώς τα γόνατα, και αμέσως μετά με εκρηκτική και ταχεία ώθηση από το πόδια κυρίως, προωθείται η μπάρα προς τα πάνω και ταυτόχρονα ο αθλητής τοποθετείται κάτω από την μπάρα με τα χέρια τεντωμένα ανοίγοντας τα πόδια προς πίσω «τεχνική ψαλίδι». Όταν ο αθλητής καταφέρει να τεντώσει τα πόδια και να παραμείνει όρθιος, τότε δίνετε το σήμα από τους κριτές ότι η προσπάθεια είναι

έγκυρη (Garhammer 1993, Ai & Cao 1995, Kauhanen et al., 2002) Είναι προφανές πως στο άθλημα της άρσης βαρών η συμμετοχή των κάτω άκρων σε μια προσπάθεια άρσης είναι τεράστια. Στο επωλέ-ζετέ η άρση της μπάρας από το έδαφος και η κατακόρυφη μετατόπιση της στο πρώτο τράβηγμα φτάνει περίπου στο 50% του ύψους του αθλητή (Dæhlin, Krosshaug, and Chiu 2017), και μετά ο αθλητής ολοκληρώνει την πρώτη φάση της άρσης με τη δύναμη των ποδιών του. Μελετώντας τα βιομηχανικά χαρακτηριστικά των φάσεων στο Επολέ-ζετε και σύμφωνα με κάποιες μελέτες (Campos et al. 2006, Dæhlin et al., 2017) φαίνεται ότι κατά την διάρκεια της κίνησης ο αθλητής καλείται να εκτελέσει κινήσεις παρόμοιας βιομηχανικής κινησιολογίας με το leg press και το squat [Stone et al., 2006)

Η Άρση Βαρών είναι ένα άθλημα με υψηλές απαιτήσεις εκρηκτική δύναμης καθώς ο αθλητής της άρσης βαρών καλείται να υπερνικήσει ένα μεγάλο φορτίο σε ελάχιστο χρόνο. Για μια πετυχημένη προσπάθεια απαιτείται μέγιστη ενεργοποίηση μεγάλων μυϊκών ομάδων του σώματος, άρα και η ενεργοποίηση του νευρο-μυϊκού συστήματος παίζει σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια του αθλητή (Storey and Smith, 2012). Αυτά τα χαρακτηριστικά απαιτούν από τους αθλητές να παράγουν πολύ ψηλές τιμές μυϊκής ισχύος στην παγκόσμια βιβλιογραφία και να πετυχαίνουν υψηλή ανάπτυξης δύναμης σε μικρά χρονικά περιθώρια (ρυθμός εφαρμογής της δύναμης). Σημαντικές συσχετίσεις έχουν βρεθεί ανάμεσα στον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης και στην επίδοση στην άρση βαρών, τόσο ανάμεσα σε αθλήτριες όσο ανάμεσα και σε αθλητές (Zaras et al., 2021).

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η σωστή τεχνική του αθλητή είναι εξίσου σημαντική, αλλά στην παρούσα μελέτη θα διερευνηθούν στοιχεία της μυϊκής λειτουργίας. Οι ολυμπιακές κινήσεις στην άρση βαρών είναι πολυαρθρικές, και στα κάτω άκρα έχουμε έκταση των αρθρώσεων του αστραγάλου, του γόνατος και των ισχίων (Garhammer 1993). Ενώ απαιτείται και δύναμη των άνω άκρων, η δύναμη των κάτω άκρων των αθλητών φαίνεται να συσχετίζεται σημαντικά ή ακόμα η αθλητική απόδοση φαίνεται να εξαρτάται κυρίως από τη μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων (Garhammer 1993; Stone et al., 2006).

Σύμφωνα με έρευνες, στο δεύτερο τράβηγμα του επολέ-ζετέ η κίνηση που εκτελείται διαρκεί περίπου 150-200 χιλιοστά του δευτερολέπτου (Campos et al.,

2006). Συνεπώς, η μέτρηση ρυθμού εφαρμογής της δύναμης (PEΔ - RFD) στην άρση βαρών είναι ένα χρήσιμο εργαλείο στην προπονητική διαδικασία και αξιολόγηση του αθλητή. Στη βιβλιογραφία, μελέτες έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της PEΔ σε ασκήσεις ποδιών όπως το squat και το κατακόρυφο άλμα (McBride, Haines, and Kirby 2011), αλλά και με PEΔ σε ισομετρικό leg press (Zaras et al., 2021) με το Αρασέ και με την πρώτη φάση τραβήγματος μπάρας στο Επωλέ.

Παρόλο που ο PEΔ έχει τύχει μελέτης στη βιβλιογραφία, δεν φαίνεται να υπάρχουν έρευνες που να μελέτησαν τη σχέση PEΔ δύναμης ποδιών και της δεύτερης φάσης του Επωλέ-Ζετέ. Κατά το Ζετέ, υπάρχει μικρό λύγισμα των γονάτων και ακολούθως πλήρης έκτασης των αρθρώσεων των ποδιών για να συνεισφέρουν στην ανύψωση της μπάρας. Συνεπώς, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί η πιθανή συσχέτιση της PEΔ ποδιών σε ισομετρική πίεση ποδιών με τη μέγιστη δύναμη στο ζετέ.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2.1 Συμμετέχοντες:

Στην παρούσα έρευνα έλαβαν μέρος 11 εθελοντές, τα χαρακτηριστικά των οποίων φαίνονται στον Πίνακα 1. Οι συμμετέχοντες ήταν φοιτητές της ειδικότητας άρσης βαρών, της Σχολής Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού Αθηνών, με τουλάχιστον 2 χρόνια εμπειρίας στο άθλημα της άρσης βαρών. Η παρούσα ερευνητική μελέτη είναι μέρος μιας μεγαλύτερης έρευνας η οποία έχει έγκριση από την επιτροπή βιοηθικής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

### 2.2 Πειραματική Δοκιμασία

Για τη διεξαγωγή της μελέτης έγιναν δύο επισκέψεις στο εργαστήριο του ΣΕΦΑΑ Αθηνών για μέτρηση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης (ΡΕΔ) και μια επίσκεψη στις εγκαταστάσεις άρσης βαρών για τη διεξαγωγή της μέτρησης εκτίναξης-ζετέ. Η πρώτη επίσκεψη στο εργαστήριο χρησιμοποιήθηκε για γνωριμία και εξοικείωση των συμμετεχόντων με τη διαδικασία μέτρησης ΡΕΔ, και η δεύτερη επίσκεψη (μια εβδομάδα αργότερα) χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις ΡΕΔ οι οποίες καταγράφηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης.

#### 2.2.1 Μετρήσεις στο εργαστήριο – μέτρηση RFD

Οι συμμετέχοντες έφτασαν στο εργαστήριο κατά τις 11 π.μ. Αρχικά μετρήθηκαν το ύψος και η σωματική μάζα των συμμετεχόντων. Ακολούθως, έγινε προθέρμανση σε κυκλοεργόμετρο για 5 λεπτά σε ένταση 50 W. Στη συνέχεια έγιναν οι μετρήσεις ισομετρικών πιέσεων ποδιών (leg presss) με τα δύο πόδια. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ειδικά κατασκευασμένη μεταλλική καρέκλα, και τα πόδια τοποθετούνταν σε ειδική πλατφόρμα μέτρησης δύναμης (WP800, A/D sampling frequency 1 kHz; Applied Measurements Ltd, Co), η οποία ήταν τοποθετημένη κάθετα στον τοίχο του εργαστηρίου. Οι συμμετέχοντες φορούσαν τα παπούτσια της άρσης βαρών, και έλαβαν τέτοια θέση ώστε τα γόνατα να είναι σε γωνία 120° και τα ισχία σε γωνία 100° (Zaras et al. 2014). Κατά την μέτρηση ΡΕΔ ζητήθηκε από

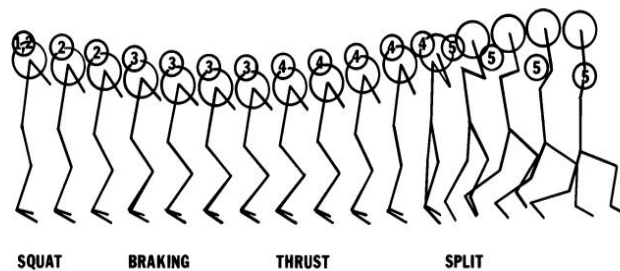


τους δοκιμαζόμενους να εφαρμόσουν μέγιστη δύναμη στην πλατφόρμα, όσο πιο γρήγορα μπορούσαν για 5 δευτερόλεπτα. Όλοι οι συμμετέχοντες έλαβαν και προφορική ενθάρρυνση κατά την εφαρμογή της δύναμης από τους ερευνητές. Ο κάθε δοκιμαζόμενος είχε 3 προσπάθειες με 3 λεπτά διάλειμμα μεταξύ τους. Για τους σκοπούς της παρούσας μελέτης καταγράφηκε η καλύτερη επίδοση. Τα δεδομένα από την πλατφόρμα καταγράφονταν (Sensor Interface PCD-320A; Kyowa Electronic Instruments, Tokyo, Japan) και αναλύθηκαν για μέγιστη δύναμη (N) και την ανάπτυξη της καμπύλης δύναμη-χρόνος για καθορισμό του ρυθμού εφαρμογής δύναμης (RFD) στα χρονικά πλαίσια 0 – 100 ms.



### 2.2.2 Μετρήσεις άρσης βαρών στην κίνηση εκτίναξης (ζετέ)

Η απόδοση στην άρση βαρών έγινε στις εγκαταστάσεις της εθνικής ομάδας, κατά τις πρωινές ώρες, μια εβδομάδα μετά τις εργαστηριακές μετρήσεις. Αρχικά έγινε προθέρμανση. Ο κάθε δοκιμαζόμενος ήταν ελεύθερος να ακολουθήσει τη δική του ρουτίνα προθέρμανσης, όπως στις καθημερινές του προπονήσεις. Στη συνέχεια οι δοκιμαζόμενοι είχαν 3 προσπάθειες για επίτευξη μέγιστης απόδοσης 1 RM στο ζετέ. Αρχικά τοποθετήθηκε στη μπάρα ένα βάρος το οποίο μπορούσαν να σηκώσουν άνετα οι δοκιμαζόμενοι, και στη συνέχεια έγιναν προσπάθειες με προοδευτικά αυξανόμενο βάρος στην μπάρα, μέχρι να μην μπόρέσουν να σηκώσουν τη μπάρα και να εκτελέσουν την κίνηση ζετέ. Η



διαδικασία αυτή έγινε σύμφωνα με τους κανονισμούς της Παγκόσμιας Ομοσπονδίας Άρσης Βαρών (Storey and Smith 2012).

### **2.3 Στατιστική ανάλυση**

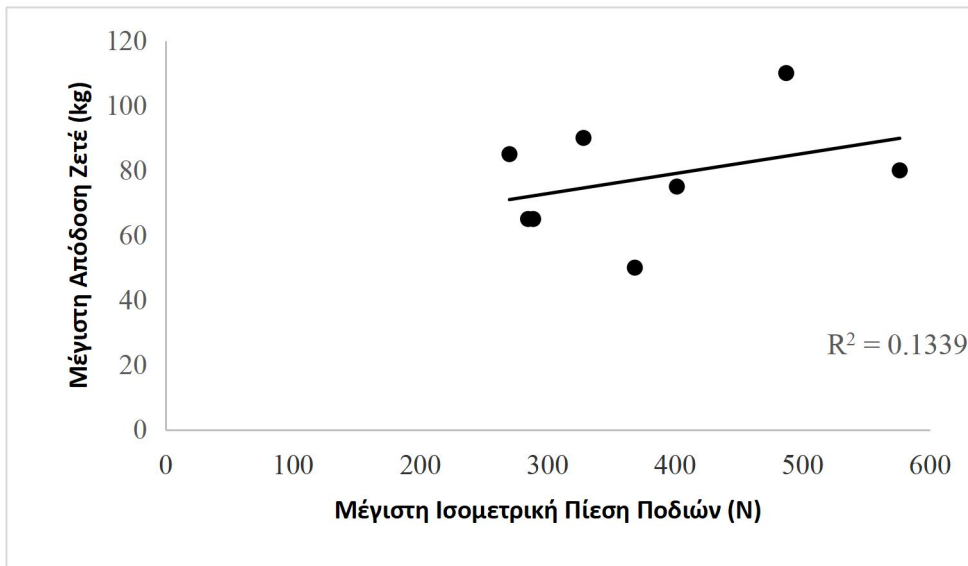
Όλες οι μετρήσεις αναφέρονται ως μέσος όρος  $\pm$  τυπική απόκλιση. Οι συσχετίσεις κατά pearson r έγιναν για να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ RFD και μέγιστης επίδοσης στην εκτίναξη ζετέ. Η στατιστική σημαντικότητα ήταν στο  $p < 0.050$ .

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

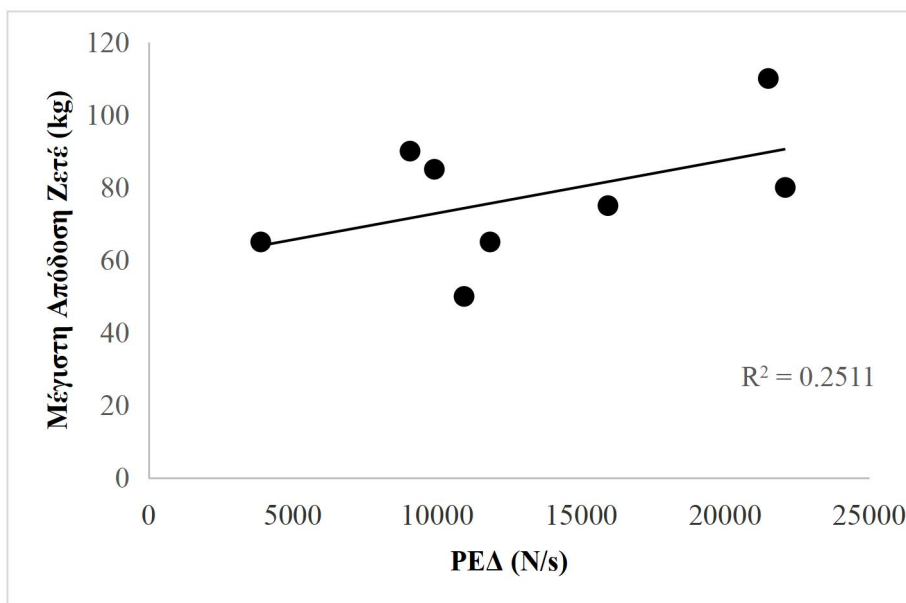
Οι συμμετέχοντες στην έρευνα, στην άσκηση ζετέ είχαν μέγιστη απόδοση  $77.5 \pm 18.3$  kg. Όσον αφορά την ισομετρική δυναμομέτρηση σε πίεση ποδιών η μέγιστη τους δύναμη ήταν  $402.3 \pm 94.2$  N. Όσο αφορά τον ΡΕΔ, στα 100 ms οι δοκιμαζόμενοι είχαν εφαρμόσει  $136.2 \pm 55.9$  N, το οποίο αντιστοιχούσε σε  $35.4\% \pm 10.5$  της μέγιστης πίεσης. Ο ΡΕΔ στα 100 ms ήταν  $13361.22 \pm 5482.99$  N·s<sup>-1</sup>. Σε αναλύσεις συσχέτισης κατά Pearson, φάνηκε ότι δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης δύναμης στο ζετέ και της μέγιστης ισομετρικής πίεσης ποδιών ( $r = 0.366$ ,  $p = 0.931$ ) (Γράφημα 1), ούτε μεταξύ της ΡΕΔ 100 ms και της μέγιστης δύναμης στο ζετέ ( $r = 0.501$ ,  $p = 0.206$ ) (Γράφημα 2), αλλά ούτε και μεταξύ της ισομετρικής πίεσης στα 100 ms και της μέγιστης δύναμης στο ζετέ ( $r = 0.501$ ,  $p = 0.206$ ) (Γράφημα 3).

**Πίνακας 1:** Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων

	Μέσος όρος $\pm$ Τυπική απόκλιση
Ύψος (cm)	$1,76 \pm 0,08$
Βάρος (kg)	$75,5 \pm 15,12$
Ηλικία (έτη)	$23 \pm 1,7$
Μέγιστη ισχύς (W)	$767 \pm 181$
Μέση ισχύς (W)	$468 \pm 90$
Μέγιστη ισχύς/kg (W·kg <sup>-1</sup> )	$10 \pm 12$
Μέση ισχύς/kg (W·kg <sup>-1</sup> )	$6 \pm 1$
Αρασέ 1-RM (kg)	$49 \pm 10$
Επολέ-Ζετέ 1-RM (kg)	$70 \pm 15$



**Γράφημα 1.** Σχέση μέγιστης απόδοσης ζετέ με τη μέγιστη ισομετρική πίεση ποδιών.



**Γράφημα 2.** Σχέση μέγιστης δύναμης ζετέ με το ρυθμό εφαρμογής της δύναμης (ΡΕΔ) στα 100 ms.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει πιθανή συσχέτιση μεταξύ της ισομετρικής πίεσης ποδιών και της μέγιστης απόδοσης στη δεύτερη κίνηση του Επωλέ-Ζετέ. Από τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι δεν υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ των δύο παραγόντων. Αν και η δύναμη των ποδιών είναι σημαντική για την άρση βαρών, υπάρχουν λόγοι που μπορούν να εξηγήσουν τη μη εύρεση στατιστικής συσχέτισης στους παράγοντες που αξιολογήθηκαν στην παρούσα έρευνα.

Το αγώνισμα της άρσης βαρών διακρίνεται για την μέγιστη εφαρμογή δύναμης σε σύντομο χρονικό διάστημα και για την μετακίνηση υψηλών φορτίων με μέγιστη ταχύτητα και με βαλλιστικό τρόπο. Επιπλέον, η άρση βαρών δεν είναι ένα αμιγώς άθλημα δύναμης, αλλά επηρεάζεται από παράγοντες τεχνικής (Ai and Cao, 1995) και μπορεί να χαρακτηριστεί καλύτερα ως άθλημα δύναμης-ταχύτητας στο οποίο η ικανότητα παραγωγής πολύ υψηλής ισχύος κορυφής είναι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την επιτυχία (Kauhanen et al., 2002).

Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης είναι η ικανότητα του ασκούμενου να αναπτύσσει την μέγιστη δύναμη που μπορεί στο μικρότερο χρονικό διάστημα, μπορεί να αξιολογηθεί είτε στατικά, μέσω ισομετρικών δοκιμασιών, είτε δυναμικά μέσω μετακίνησης της σωματικής μάζας ή εξωτερικού φορτίου και ανάλυσης του δείκτη εκρηκτικότητας (Average Rate of Force Development) (Walker 2016). Όντως, στη βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες που δείχνουν ξεκάθαρα τη συσχέτιση που υπάρχει μεταξύ της παραγόμενης δύναμης και του ΡΕΔ κατά το ισομετρικό leg-press με τη συνολική απόδοση στο επωλέ-ζετέ (Zaras et al., 2021), αλλά ιδιαίτερα αναφέρονται ψηλές συσχετίσεις με το τράβηγμα της μπάρας κατά την πρώτη φάση του επωλέ (Kawamori et al., 2006). Η συσχέτιση αυτή φαίνεται να είναι ακόμα μεγαλύτερη κατά το πρώτο τράβηγμα για ξεκόλλημα της μπάρας από το έδαφος (Joffe et al., 2021). Αν και συνολικά ο ΡΕΔ είναι σημαντικός για την απόδοση στην άρση βαρών και το επωλέ-ζετέ, είναι πιθανόν αυτό να διαφοροποιείται στις διάφορες φάσεις του επωλέ-ζετέ.

Μια πιθανή αιτία που δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της ισομετρικής άσκησης και του ζετέ, πιθανώς να είναι η διαφορετικότητα στο κινητικό μοντέλο. Κατά την ισομετρική άσκηση, οι δοκιμαζόμενοι προσπάθησαν να κάνουν έκταση των ποδιών από στατική θέση. Η δεύτερη κίνηση του επωλέ-ζετέ όμως, έχει και κάποια άλλα κινητικά χαρακτηριστικά. Μετά τη σταθεροποίηση της μπάρας στους ώμους, ο αθλητής κάνει αρχικά μια κίνηση παρόμοια με ένα κατακόρυφο άλμα (countermovement jump), η οποία χαρακτηρίζεται από κάμψη των γονάτων κατά 58-60° (Lake et al., 2006) και ακολουθεί εκρηκτική έκταση γονάτων και ισχίων ώστε να μπορέσει να γίνει εκτίναξη της μπάρας προς τα πάνω, πριν κλειδώσουν τεντωμένα τα χέρια και «καθίσει» ο αθλητής κάτω από την μπάρα ώστε να τη σταθεροποιήσει (Grabe and Widule, 1988), και να είναι η προσπάθεια επιτυχημένη. Αν και η γωνία στα γόνατα θεωρητικά ήταν παρόμοια (120°) στην ισομετρική άσκηση και στη φάση εκτίναξης στο ζετέ, εντούτοις δεν έγινε κινηματική ανάλυση και δεν είναι γνωστό αν όντως οι αθλητές κατά το ζετέ είχαν παρόμοια γωνία στα γόνατα και ισχία και τις γωνίες της ισομετρικής άσκησης.

Το επίπεδο των συμμετεχόντων, πιθανώς να επηρέασε τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης. Καθώς το άθλημα αυτό είναι πολύ τεχνικό, οι φοιτητές-συμμετέχοντες στην παρούσα μελέτη δεν είχαν την άρτια τεχνική των ελίτ αθλητών, και επίσης υπήρχε μικρό δείγμα που αποτελούνταν τόσο από άντρες όσο και από γυναίκες. Το μικρό και πιθανώς ανομοιογενές δείγμα ίσως να επηρέασε τα αποτελέσματα της έρευνας. Μελέτη σε αθλητές ευρωπαϊκού επιπέδου έδειξε ότι αν και η κινητική ανάλυση τροχιάς της μπάρας κατά την πρώτη φάση του επωλέ μπορεί να είναι παρόμοια μεταξύ αθλητών ιδίου επιπέδου, η τεχνική και η κινητική ανάλυση διαφέρει σημαντικά κατά τη δεύτερη φάση του ζετέ (Vladimir et al., 2014), όπου το εύρος κίνησης των ισχίων αλλά και η τροχιά της μπάρας τόσο στο οριζόντιο αλλά και στο κάθετο επίπεδο διέφεραν αρκετά μεταξύ των αθλητών. Οπότε αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη όταν ερμηνεύονται τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης όπου στόχος ήταν η διερεύνηση της απόδοσης κατά τη δεύτερη φάση του επωλέ-ζετέ. Υπάρχουν ακόμη ενδείξεις ότι ο ΡΕΔ κατά τη δεύτερη φάση του επωλέ-ζετέ είναι πιο μικρός και αυτό επίσης μπορεί να δικαιολογήσει την απουσία συσχέτισης της ισομετρικής πίεσης ποδιών με την άσκηση στην παρούσα μελέτη. Οι Lake et al., (2006) μελέτησαν τον ΡΕΔ κατά την κίνηση του επωλέ-ζετέ

και βρήκαν ότι ο ΡΕΔ ήταν πιο μικρός στη δεύτερη κίνηση, αν και η εφαρμογή της δύναμης ήταν μεγάλη κατά την προσπάθεια του αθλητή να σταθεροποιήσει την μπάρα. Φαίνεται και από άλλες μελέτες (Haff et al., 2000) ότι ο ΡΕΔ κατά το ζετέ είναι μικρότερος στην τελική φάση σε σύγκριση με το αρχικό τράβηγμα και την πρώτη φάση του επωλέ.

Συμπερασματικά, η ισομετρική πίεση ποδιών δεν φάνηκε να συσχετίζεται με τον ΡΕΔ κατά τη δεύτερη φάση του επωλέ-ζετέ. Ο ακριβής μηχανισμός και αιτία δεν μπορεί να εξηγηθεί πλήρως από τα δεδομένα που μετρήθηκαν στην παρούσα μελέτη ίσως λόγω διαφορετικότητας του κινητικού μοντέλου των δύο ασκήσεων ή και του ερασιτεχνικού επιπέδου των συμμετεχόντων. Καλό θα ήταν σε μελλοντική παρόμοια μελέτη να συμμετέχουν καλά προπονημένοι αθλητές της άρσης βαρών με άρτια τεχνική και να γινόταν κινητική ανάλυση με τη βοήθεια οπτικογράφησης της κίνησης και μέτρηση δυνάμεων και ΡΕΔ σε κάθε φάση του επωλέ-ζετέ.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Bonini, G. (2001). London: The Cradle of Modern Weightlifting. *The Sports Historian*, 21(1), 56–70. <https://doi.org/10.1080/17460260109443376>
2. Storey, A., & Smith, H. K. (2012). Unique aspects of competitive weightlifting. *Sports Medicine*, 42(9), 769–790. <https://doi.org/10.1007/bf03262294>
3. Zaras, N. D., Stasinaki, A.-nikoletta E., Krase, A. A., Methenitis, S. K., Karampatsos, G. P., Georgiadis, G. V., Spengos, K. M., & Terzis, G. D. (2014). Effects of tapering with light vs. heavy loads on track and field throwing performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(12), 3484–3495. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000566>
4. Garhammer, J. (1993). A review of Power Output Studies of Olympic and powerlifting: Methodology, performance prediction, and evaluation tests. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(2), 76. <https://doi.org/10.1519/1533-4287>
5. Stone, M. H., Pierce, K. C., Sands, W. A., & Stone, M. E. (2006). Weightlifting: A brief overview. *Strength and Conditioning Journal*, 28(1), 50. <https://doi.org/10.1519/1533-4295>
6. Campos, J., Poletaev, P., Cuesta, A., Pablos, C., & Carratalá, V. (2006). Kinematical analysis of the snatch in elite male junior weightlifters of different weight categories. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 843. <https://doi.org/10.1519/r-55551.1>
7. Dæhlin, T. E., Krosshaug, T., & Chiu, L. Z. F. (2017). Enhancing Digital Video Analysis of Bar Kinematics in Weightlifting: A Case Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1592–1600. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001618>
8. McBride, J. M., Haines, T. L., & Kirby, T. J. (2011). Effect of loading on peak power of the bar, body, and system during power cleans, squats, and jump squats. *Journal of sports sciences*, 29(11), 1215–1221. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.587444>
9. Zaras, N., Stasinaki, A. N., Spiliopoulou, P., Arnaoutis, G., Hadjicharalambous, M., & Terzis, G. (2021). Rate of Force Development, Muscle Architecture, and Performance in Elite Weightlifters. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(2), 216–223. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0974>



10. Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N., Lander, J. E., Barrentine, S. W., Andrews, J. R., Bergemann, B. W., & Moorman, C. T., 3rd (2001). Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(9), 1552–1566. <https://doi.org/10.1097/00005768-200109000-00020>.
11. Kauhanen, H. E. I. K. K. I., Komi, P. V., & Häkkinen, K. E. I. J. O. (2002). Standardization and validation of the body weight adjustment regression equations in Olympic weightlifting. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 58-74.
12. Ai, K., & Cao, W. (1995). Biomechanical Characteristics of Jerk Technique. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
13. Walker, O. (2021). Rate of Force Development (RFD). *Science for Sport*. Available at: <https://www.scienceforsport.com/rate-of-force-development-rfd-2/fbclid=IwAR2s6251k8H7G9ObI5eG2zLvnZFtzWgsEnpwCwhUT7B-9un0Y22oP-uQRLk>.
14. Kawamori, N., Rossi, S. J., Justice, B. D., Haff, E. E., Pistilli, E. E., O'Bryant, 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. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 483. <https://doi.org/10.1519/18025.1>
15. Maximal isometric force in the start of the first pull exhibits greater correlations with weightlifting performance than in the mid-thigh position in national and international weightlifters. (2021). *The Journal of Sport and Exercise Science*, 5(3), 202 – 211. <https://doi.org/10.36905/jses.2021.03.06>
16. Grabe, S. A., & Widule, C. J. (1988). Comparative biomechanics of the jerk in olympic weightlifting. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 59(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/02701367.1988.10605466>
17. Vladimir, P., Viorel, U. M., & Carmen, T. O. (2014). Spatial-temporal aspects of the influence of the ability to concentrate on the execution of the snatch style in performance weightlifting. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 117, 210–215. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.203>
18. Lake, J., Lauder, M., & Dyson, R. (2006). Exploring the biomechanical characteristics of the weightlifting jerk. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
19. Haff, G. G., Kirskey, K. B., Stone, M. H., Warren, B. J., Johnson, R. L., Stone, M. E. G., ... & Proulx, C. (2000). The effect of 6 weeks of creatine monohydrate supplementation on dynamic rate of force development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(4), 426-433.