



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν

Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»

ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥ  
ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΘΕΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ  
ΤΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΗΜΙΚΑΘΙΣΜΑ

Βογιατζόγλου Μιχαήλ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΔΙΟ: ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΑΘΛΗΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΚΛΑΣΙΚΟΣ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2024

© Copyright  
Βογιατζόγλου Μιχαήλ  
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

Σημείωμα Συγγραφέα  
Το δοκίμιο αυτό αποτελεί Μεταπτυχιακή Διατριβή που συντάχθηκε για το  
Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών «Φυσική Αγωγή και Αθλητισμός», της  
Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ και υποβλήθηκε  
τον Σεπτέμβριο του 2024

Ο συγγραφέας βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι  
αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στην  
εργασία τρίτων –όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο-, σύμφωνα με τους κανόνες  
της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

## **Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής**

Επιβλέπων Καθηγητής  
Γεράσιμος Τερζής, Καθηγητής, Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και  
Αθλητισμού, ΕΚΠΑ

Μέλος  
Γρηγόρης Μπογδάνης, Καθηγητής, Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και  
Αθλητισμού, ΕΚΠΑ

Μέλος  
Νικόλαος Ζάρας, Επίκουρος Καθηγητής, Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και  
Αθλητισμού, ΔΠΘ

## Πρακτικό της Εξεταστικής Επιτροπής για την κρίση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικών και Καποδιστριακών  
Πανεπιστημίων Αθηνών  
ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ "ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ"

### ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Του Μιχαήλ Βογιατζόγλου

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Συνέλευση του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 14/2/2022 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας του κ. **Μιχαήλ Βογιατζόγλου** με τίτλο: «Διαφορά στην απόδοση μεταξύ του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Γ. Τερζή**, Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέπων), **Γ. Μπογδάνη**, Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Ν. Ζάρα**, Επίκ. Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης, εκλήθησαν σήμερα 13/9/2024 ημέρα Παρασκευή και ώρα 12:30 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε. Παυλίνη της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρινόμενη διπλωματική πληροί όλους τους όρους εκπόνησής της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου κρίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται.

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

**Γ. Τερζή**, Καθηγητή του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Γ. Μπογδάνη**, Καθηγητή του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

**Ν. Ζάρα**, Επίκουρο Καθηγητή του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης

## Έκφραση Ευχαριστιών

Πολλές φορές στον αθλητισμό χωρίζουμε τα αθλήματα σε ομαδικά και ατομικά. Ουσιαστικά όμως ατομικό άθλημα δεν υπάρχει. Πάντοτε πίσω από το όνομα του αθλητή υπάρχουν λίγα ή πολλά επιπλέον ονόματα που συνέβαλλαν λίγο ή πολύ στην στήριξη της προσπάθειας τους έως την επιτυχία. Έτσι ακριβώς στην πορεία του μεταπτυχιακού μου ταξιδιού συνέβαλλαν άνθρωποι – ο καθένας με τον τρόπο του – ώστε να αποκτήσω το μεταπτυχιακό μου δίπλωμα.

Τα πρώτα και «μεγάλα» ευχαριστώ ανήκουν στην οικογένειά μου (μαμά, μπαμπάς και η αδερφή μου Στέλλα) που με αξίωσε να μορφωθώ και να σπουδάσω από τα σχολικά μου χρόνια έως σήμερα χωρίς να μου λείπει τίποτα. Που είναι πάτα στο πλευρό μου στηρίζοντας τις προσπάθειές μου και μαζί τους μπορώ να καταφέρω τα αδύνατα. Έπειτα, επιθυμώ να ευχαριστήσω την κοπέλα μου Χριστίνα που με «ανέχτηκε» σε αυτά τα τρία απαιτητικά χρόνια και που ήταν η φωνή της λογικής, της ηρεμίας και το φως μέσα στις δικές μου ανησυχίες και σκοτάδια. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τους επαγγελματικούς μου συνεργάτες Χάρη και Δημήτρη που έβαλαν πλάτη και με στήριξαν σε όλες τις κρίσιμες μέρες και στο νέο επαγγελματικό μου ξεκίνημα, όπου άρχισε ταυτόχρονα με τις ακαδημαϊκές μου υποχρεώσεις. Τρέξιμο κυριολεκτικό και μεταφορικό !

Στη συνέχεια θέλω να εκφράσω άπειρα ευχαριστώ στον καθηγητή Γεράσιμο Τερζή τόσο για την καθοδήγηση στο μεταπτυχιακό αλλά πολύ περισσότερο γιατί μου έδειξε ένα δρόμο γνώσης, επιστήμης και τρόπου σκέψης πέρα από αυτόν που πίστευα ότι θα συναντήσω όταν εισάχθηκα στη ΣΕΦΑΑ Αθηνών. Μέσα από αυτόν τον κόσμο εξελίχθηκα επαγγελματικά, επιστημονικά και προσωπικά δίνοντας μου το κίνητρο να προχωρήσω σε μεταπτυχιακές σπουδές. Ευχαριστώ πολύ κ. Τερζή. Ωστόσο, μαζί με τον καθηγητή μου δεν γίνεται να μην ευχαριστήσω και το Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης όπου είναι διευθυντής. Τα μέλη του εργαστηρίου είναι πρώτα φίλοι μου και έπειτα συνεργάτες μου. Τους ευχαριστώ τον καθέναν ξεχωριστά (Σπύρος, Θωμάς, Αγγελική, Πολυξένη, Τζίνα, Κώστας, Ελένη, Ευτύχης, Ευτυχία, Ειρήνη, Ολυμπία, Γιώργος...) για την εμπειρία που μου προσκόμισαν σε εργαστηριακές μετρήσεις, εφόδιο που εξαργύρωσα στην δική μου μεταπτυχιακή μελέτη. Σπύρο και Θωμά ευχαριστώ πολύ για την βοήθεια στα πρακτικά ζητήματα κατά τη διάρκεια της μελέτης μου.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ την εξεταστική επιτροπή τον κ. Ζάρα που με βοήθησε να δω και να ερμηνεύσω τα αποτελέσματα πέρα από τα νούμερα, και τον κ. Μπογδάνη για τις συμβουλές και διορθώσεις στην εκτέλεση του πειράματος.

Υ.Γ Στους φίλους, συνεργάτες και καθηγητές εις το επανιδείν, όπου και όποτε !

Βογιατζόγλου Μιχάλης

## ΔΙΑΦΟΡΑ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΜΕΤΑΞΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΑΝΤΙΘΕΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΑΠΟ ΘΕΣΗ ΗΜΙΚΑΘΙΣΜΑΤΟΣ

### Περίληψη

Η επίδοση στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης (countermovement jump, CMJ) είναι συνήθως υψηλότερη από την επίδοση στο κατακόρυφο άλμα από θέση ημικαθίσματος (squat jump, SJ). Μάλιστα έχει υποστηριχθεί ότι όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά τόσο καλύτερη είναι η επίδοση σε δρομικές και αλματικές προσπάθειες ισχύος. Η καλύτερη επίδοση στο άλμα με αντίθετη κίνηση οφείλεται στην αποτελεσματική χρήση των ελαστικών στοιχείων των πρωταγωνιστών μυών. Ωστόσο, το φαινόμενο δεν έχει διερευνηθεί εκτενώς ενώ παραμένει άγνωστο αν οι δυνατότεροι αθλητές έχουν μεγαλύτερη διαφορά στην επίδοση μεταξύ των δύο αλμάτων όταν αυξάνεται η εξωτερική αντίσταση. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της διαφοράς CMJ-SJ (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση), με τη μέγιστη δύναμη και την άλιπη σωματική μάζα, σε νεαρά άτομα με διαφορετικό προπονητικό υπόβαθρο. Στη μελέτη συμμετείχαν 18 νεαροί άντρες και 17 νεαρές γυναίκες, ηλικίας ( $22,3 \pm 2,1$  ετών), χωρίς τραυματισμούς και άλλα μυοσκελετικά προβλήματα, οι οποίοι προπονούνταν συστηματικά, τα τελευταία 2 έτη. Αρχικά αξιολογήθηκε το σωματικό ανάστημα, η άλιπη μάζα σώματος και κάτω άκρων. Στη συνέχεια εκτελέστηκαν CMJ και SJ χωρίς αλλά και με εξωτερική επιβάρυνση με τυχαία σειρά. Έπειτα αξιολογήθηκε η μέγιστη ισομετρική δύναμη στην δοκιμασία της ισομετρικής άρσης μπάρας στους μηρούς. Τα αποτελέσματα παρουσίασαν θετική αλλά οριακά στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συνολικής άλιπης μάζα σώματος και την άλιπη μάζα των κάτω άκρων με την διαφορά επίδοσης των αλμάτων με επιπλέον αντίσταση +10% ( $r=.36 - .38$ ,  $p>.05$ ), +20% ( $r=.28 - .22$ ,  $p>.05$ ) και +30% ( $r=.35 - .37$ ,  $p>.05$ ) του σωματικού βάρους. Επίσης η μέγιστη ισομετρική δύναμη παρουσίασε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση μόνο με +10% ( $r=.40$ ,  $p<.05$ ) και +30% ( $r=.38$ ,  $p<.05$ ). Η άλιπη μάζα δεν επηρεάζει την διαφορά επίδοσης των αλμάτων, όμως η μέγιστη δύναμη ίσως έχει μικρό προσδιοριστικό ρόλο. Νευρικοί παράγοντες και η φύση του αθλήματος κάθε συμμετέχοντα πιθανόν επηρεάζουν τα αποτελέσματα.

**Λέξεις κλειδιά:** Κατακόρυφο άλμα, μυϊκή μάζα, μυϊκή ισχύς

# THE DIFFERENCE IN PERFORMANCE BETWEEN COUNTERMOVEMENT JUMP AND SQUAT JUMP

Michail Vogiatzoglou

Department of Physical Education and Sports Science, National and Kapodistrian University of Athens

## Abstract

Performance in countermovement jump (CMJ) is usually higher than squat jump (SJ). In fact, some researchers suggest that the greater this difference, the better performance is in similar sports efforts. According to this hypothesis better performance at CMJ is due to the efficient use of elastic elements of the principal muscles. However, this phenomenon has not been investigated sufficiently and it remains unknown whether stronger athletes will have bigger difference between CMJ & SJ when external load is increased. The purpose of the present study was to investigate the relationship between the difference of CMJ & SJ (with additional load and unloaded), with maximum strength and lean body mass in young individuals with different training backgrounds. The study involved 35 subjects (18 men and 17 women) aged ( $22,3 \pm 2,1$ ), without injuries. The subjects trained systematically in various sports during last 2 years. Body height, lean body mass and lean mass in lower limbs were evaluated. Subjects performed randomly CMJ and SJ with their body weight, as well as with an additional external load. After that, maximal isometric strength evaluated in isometric midhigh pull (IMTP). The results showed a positive and low significant correlation between body and lower limb lean mass with the difference (CMJ-SJ) in jump performance with additional +10% resistance ( $r=.36 - .38, p>.05$ ), +20% ( $r=.28 - .22, p>.05$ ) and +30% ( $r=.35 - .37, p>.05$ ) of body weight. Additional maximum strength showed a positive and statistically significant difference only with +10% ( $r=0.40, p<0.05$ ) and +30% ( $r=0.38, p<0.05$ ). Lean body mass does not affect the difference in performance in CMJ-SJ, but maximum strength may have a small determining role. Neural factors and the nature of each participant's sport likely influence the results.

**Key words:** vertical jump, muscle mass, muscle power

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρακτικό της Εξεταστικής Επιτροπής για την κρίση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας .....	iv
Έκφραση Ευχαριστιών.....	v
Περίληψη στην ελληνική γλώσσα .....	vi
Περίληψη στην αγγλική γλώσσα (Abstract) .....	vii
Πίνακας Περιεχομένων .....	viii
Κατάλογος Σχημάτων/Εικόνων/Γραφημάτων .....	x
Κατάλογος Πινάκων .....	
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών .....	xii
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>1</b>
Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος .....	2
Σκοπός της μελέτης.....	3
Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις.....	3
Σημασία της έρευνας.....	3
Οριοθετήσεις και περιορισμοί .....	3
Περιγραφή των όρων .....	4
<b>ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....</b>	<b>5</b>
Μυϊκή ισχύς .....	5
Αξιολόγηση μυϊκής ισχύος .....	6
Ισομετρική έλξη μπάρας από τους μηρούς και κατακόρυφο άλμα.....	8
Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης και κατακόρυφο άλμα.....	9
Μυϊκή χαλάρωση και κατακόρυφο άλμα.....	11
Αλληλεπίδραση δύναμης και ταχύτητας και κατακόρυφο άλμα .....	12
Ελαστική ενέργεια και κατακόρυφο άλμα .....	13
<b>ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>	<b>15</b>
Πειραματικός σχεδιασμός .....	15
Δοκιμαζόμενοι .....	15
Περιγραφή δοκιμασιών και οργάνων μέτρησης .....	15
Σωματομετρήσεις.....	15
Σωματική σύσταση .....	16
Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση (CMJ).....	16
Κατακόρυφο άλμα από θέση ημικαθίσματος (SJ).....	17
Ισομετρική άρση μπάρας στους μηρούς (IMTP).....	17
Στατιστική ανάλυση .....	17
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>19</b>
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την άλιπη μάζα σώματος, την άλιπη μάζα των κάτω άκρων και την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	19



Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την άλιπη μάζα σώματος, την άλιπη μάζα των κάτω άκρων και την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	25
Επίδοση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση σε άνδρες και γυναίκες .....	31
Διαφορά επίδοσης μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος.....	33
Συσχέτιση διαφοράς της επίδοσης μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την άλιπη μάζα σώματος, την άλιπη μάζα των κάτω άκρων και την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	34
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την άλιπη μάζα σώματος, την άλιπη μάζα κάτω άκρων και την μέγιστη ισομετρική δύναμη σε άνδρες και γυναίκες .....	36
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την άλιπη μάζα σώματος, την άλιπη μάζα κάτω άκρων και την μέγιστη ισομετρική δύναμη σε άνδρες και γυναίκες .....	37
Συσχέτιση μεταξύ της διαφοράς της επίδοσης του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την άλιπη μάζα σώματος, την άλιπη μάζα κάτω άκρων και την μέγιστη ισομετρική δύναμη σε άνδρες και γυναίκες .....	38
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ -ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>39</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....</b>	<b>43</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>49</b>

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με την άλιπη μάζα σώματος .....	19
Σχήμα 2. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.....	20
Σχήμα 3. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	20
Σχήμα 4. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα σώματος.....	21
Σχήμα 5. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +20% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα σώματος.....	21
Σχήμα 6. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +30% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα σώματος.....	22
Σχήμα 7. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.....	22
Σχήμα 8. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +20% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.....	23
Σχήμα 9. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +30% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.....	23
Σχήμα 10. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% του σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	24
Σχήμα 11. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +20% του σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	24
Σχήμα 12. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +30% του σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	25
Σχήμα 13. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με την άλιπη μάζα σώματος .....	25
Σχήμα 14. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.....	26
Σχήμα 15. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με την μέγιστη ισομετρική δύναμη .....	26
Σχήμα 16. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα σώματος .....	27
Σχήμα 17. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +20% με την άλιπη μάζα σώματος.....	27
Σχήμα 18. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +30% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα σώματος .....	28

Σχήμα 19. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.....	28
Σχήμα 20. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +20% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.....	29
Σχήμα 21. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +30% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.....	29
Σχήμα 22. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% του σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	30
Σχήμα 23. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +20% του σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	30
Σχήμα 24. Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +30% του σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	31
Σχήμα 25. Επίδοση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης (CMJ) και κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος (SJ) χωρίς και με επιπλέον εξωτερικό φορτίο σε άνδρες και γυναίκες.....	32
Σχήμα 26. Επίδοση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης (CMJ) και κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος (SJ) χωρίς και με επιπλέον εξωτερικό φορτίο.....	33
Σχήμα 27. Διαφορά επίδοσης μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος (CMJ – SJ).....	34
Σχήμα 28. Συσχέτιση CMJ – SJ με την μέγιστη ισομετρική δύναμη.....	35
Σχήμα 29. Συσχέτιση CMJ – SJ +20% με την άλιπη μάζα σώματος.....	35
Σχήμα 30. Συσχέτιση CMJ – SJ +20% με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων.....	36

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

- RFD** Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης
- ICC** Δείκτης αξιοπιστίας-Εσωτερικός συντελεστής αξιοπιστίας
- CMJ** Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση
- SJ** Κατακόρυφο άλμα από θέση ημικαθίσματος
- ICC** Δείκτης αξιοπιστίας-Εσωτερικός συντελεστής αξιοπιστίας
- Pmax** Μέγιστη ισχύς
- F-v** Σχέση Δύναμης - Ταχύτητας
- MAE** Μέγιστος Αριθμός Επαναλήψεων
- IMTP** Ισομετρική άρση μπάρας στους μηρούς
- DXA** Απεικονιστική εξέταση ακτινών Χ
- MVC** Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη

## Εισαγωγή

Η αξιολόγηση της σωματικής ικανότητας και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αυτής της αξιολόγησης είναι εξαιρετικά σημαντικά στάδια για την παρακολούθηση της εξέλιξης των αθλητών και των ασκούμενων (Petrigna et. al., 2019). Μια από τις σημαντικότερες ικανότητες ενός αθλητή είναι η ικανότητα παραγωγής μυϊκής ισχύος, ειδικά στα κάτω άκρα γιατί αυτή η περιοχή του σώματος συμμετέχει ενεργά στις περισσότερες αθλητικές κινήσεις. Ο πλέον διαδεδομένος τρόπος αξιολόγησης της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων είναι το κατακόρυφο άλμα, δηλαδή το πόσο ψηλά μπορεί να φτάσει το κέντρο της μάζας του σώματος μετά από την ταχεία ώθηση με τη δύναμη των κάτω άκρων. Πράγματι το κατακόρυφο άλμα χρησιμοποιείται τόσο κατά την προπόνηση όσο και στην αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων και η επίδοση σε αυτήν τη δοκιμασία παίζει κεντρικό ρόλο σε πολλά αθλήματα (Kitamura et al., 2017· Petway et. al., 2020). Το κατακόρυφο άλμα μπορεί να εκτελεστεί με διάφορες παραλλαγές. Δύο από αυτές τις παραλλαγές χρησιμοποιούνται περισσότερο και έχουν διερευνηθεί σε βάθος στη σχετική βιβλιογραφία. Η πρώτη είναι το κατακόρυφο άλμα με αιώρηση του κορμού (counter movement jump - CMJ). Σε αυτήν την κίνηση, ο ασκούμενος στέκεται όρθιος με τα χέρια στη μεσολαβή και εκτελεί μια ταχεία κίνηση προς τα κάτω λυγίζοντας τα γόνατα και τα ισχία μέχρι τη θέση του ημικαθίσματος. Στη συνέχεια και χωρίς καμία χρονική καθυστέρηση εκτελεί ταχεία κίνηση προς τα πάνω ωθώντας το κορμί με δύναμη ώστε να χάσουν τα πέλματα την επαφή τους με το έδαφος και να εκτοξευθεί το σώμα στον αέρα κατακόρυφα. Στη συνέχεια, ο αθλητής προσγειώνεται στο ίδιο σημείο από το οποίο πραγματοποίησε το άλμα. Στην κίνηση αυτή συμμετέχουν έντονα όλοι οι μύες των κάτω άκρων και των ισχίων. Όσο υψηλότερο είναι το κατακόρυφο άλμα τόσο υψηλότερη είναι η ικανότητα παραγωγής μυϊκής ισχύος του αθλητή. Η δεύτερη σημαντική παραλλαγή εκτέλεσης του κατακόρυφου άλματος είναι το άλμα από ημικάθισμα (squat jump - SJ). Η κίνηση αυτή είναι παρόμοια με το άλμα με αιώρηση κορμού αλλά ο αθλητής ξεκινά από τη θέση ημικαθίσματος. Με άλλα λόγια δεν πραγματοποιείται η κίνηση προς τα κάτω από την όρθια στάση. Η επίδοση στο κατακόρυφο άλμα σχετίζεται με διάφορους βιολογικούς παράγοντες όπως η μυϊκή δύναμη και η ικανότητα παραγωγής ισχύος (Ćorić et. al., 2014· Harrison et al., 2013· Sattler et al., 2016), το χαμηλό ποσοστό σωματικού λίπους και η άλιπη σωματική μάζα, όπως και η τεχνική με την οποία εκτελείται ένα άλμα (Ćorić et al., 2014, Krzyszkowski, et al. 2020· McErlain-Naylor et al. 2014).

Συνήθως, η επίδοση στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση είναι μεγαλύτερη (υψηλότερο άλμα) σε σύγκριση με το κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα και η διαφορά αυτή κυμαίνεται μεταξύ 5-15% (Bobbert et al., 1996· Van Hooren & Zolotarjova, 2017). Μάλιστα, ορισμένοι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η διαφορά στην επίδοση μεταξύ των δύο αλμάτων αποτελεί ένα ισχυρό προπονητικό δείκτη για έναν αθλητή που χρειάζεται στο άθλημά του να παράγει υψηλή μυϊκή ισχύ: όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των δύο αλμάτων τόσο καλύτερη η αθλητική επίδοση (McGuigan et al., 2003). Η υπόθεση αυτή στηρίζεται στη χρήση κατά την εκτέλεση του άλματος αντίθετης κίνησης του μηχανισμού του κύκλου διάτασης – βράχυνσης των κύριων μυϊκών ομάδων που

εμπλέκονται, ενώ στο άλμα από ημικάθισμα δεν ενεργοποιείται αυτός ο μηχανισμός (Komi & Bosco, 1978). Σύμφωνα με αυτήν την υπόθεση, η καλύτερη επίδοση στο άλμα αντίθετης κίνησης οφείλεται στην αποτελεσματική χρήση των ελαστικών στοιχείων των πρωταγωνιστών μυών. Ωστόσο, δεδομένα από άλλες μελέτες δεν στηρίζουν αυτήν την παλαιότερη άποψη. Συγκεκριμένα, στην αρχή εκτέλεσης του άλματος από ημικάθισμα το μυοτενόντιο σύνολο είναι χαλαρό (muscle slack) και μέχρι να ενεργοποιηθεί απαιτείται κάποιος χρόνος (χιλιοστά του δευτερολέπτου) ώστε να αρχίσει να παράγεται δύναμη και να ωθείται το έδαφος με αποτέλεσμα να μην παράγεται η μέγιστη δύναμη του αθλητή συνεπώς να μην παράγεται η μέγιστη μυϊκή ισχύς και το άλμα να μην είναι μέγιστο. Αντίθετα, στο άλμα αντίθετης κίνησης η μυϊκή χαλαρότητα μειώνεται ή εξαλείφεται κατά την προς τα κάτω κίνηση του σώματος με συνέπεια να είναι σε θέση το μυοτενόντιο σύνολο να ωθήσει αποτελεσματικά στην προς τα πάνω κίνηση μέχρι την απογείωση (Van Hooren & Bosch, 2016). Σε κάθε περίπτωση, η μετάβαση από την προς τα κάτω κίνηση στην ώθηση του σώματος και την απογείωση κατά το άλμα αντίθετης κίνησης απαιτεί την ταχεία μετάβαση από την έκκεντρη στην μειομετρική φάση της μυϊκής δράσης. Αυτό απαιτεί υψηλή ικανότητα παραγωγής μυϊκής δύναμης. Συνεπώς, ένας αθλητής/ασκούμενος που έχει υψηλή μυϊκή δύναμη θα μπορεί να έχει υψηλή επίδοση στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση ενώ η ικανότητα στο άλμα από ημικάθισμα ίσως δεν επηρεάζεται στον ίδιο βαθμό εξαιτίας του φαινομένου της μυοτενόντιας χαλαρότητας που ίσως δεν επηρεάζεται από τη μέγιστη δύναμη. Αν ισχύει αυτή η υπόθεση, οι πιο δυνατοί αθλητές/ασκούμενοι θα έχουν υψηλότερη διαφορά μεταξύ της επίδοσης στο άλμα αντίθετης κίνησης και στο άλμα από ημικάθισμα. Επίσης, οι αθλητές/ασκούμενοι με υψηλότερη μυϊκή μάζα προβλέπεται ότι θα έχουν υψηλότερη διαφορά μεταξύ της επίδοσης στο άλμα αντίθετης κίνησης και στο άλμα από ημικάθισμα. Επιπροσθέτως, οι αθλητές/ασκούμενοι με υψηλότερη μυϊκή μάζα προβλέπεται ότι θα έχουν υψηλότερη διαφορά μεταξύ της επίδοσης στο άλμα αντίθετης κίνησης και στο άλμα από ημικάθισμα όταν χρησιμοποιείται επιπλέον εξωτερικό φορτίο στο σώμα κατά την προπόνηση. Ωστόσο, το φαινόμενο δεν έχει διερευνηθεί μέχρι σήμερα. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της διαφοράς στην επίδοση του άλματος αντίθετης κίνησης και άλμα από ημικάθισμα (με και χωρίς επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με τη μέγιστη δύναμη και την άλιπη σωματική μάζα, σε νεαρά άτομα με διαφορετικό προπονητικό υπόβαθρο.

### **Ορισμός και Διατύπωση του Προβλήματος**

Η επίδοση στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ) είναι συνήθως υψηλότερη από την επίδοση στο κατακόρυφο άλμα ημικάθισμα (SJ) και έχει υποστηριχθεί ότι όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η διαφορά τόσο αποτελεσματικότερος είναι ένας αθλητής ισχύος σε δρομικές και αλματικές προσπάθειες. Οι μηχανισμοί στους οποίους στηρίζεται η διαφορά της επίδοσης μεταξύ άλματος αντίθετης κίνησης και άλμα από ημικάθισμα δεν έχουν αποσαφηνιστεί. Ωστόσο, δεν έχει διερευνηθεί μέχρι σήμερα αν η διαφορά αυτή σχετίζεται με τη μυϊκή δύναμη και τη μυϊκή μάζα (άλιπη σωματική μάζα μιας και η μέτρηση της μυϊκής μάζας είναι τεχνικά δύσκολη) των αθλητών/ασκούμενων.

Επίσης, δεν έχει διερευνηθεί αν οι δυνατότεροι αθλητές με μεγαλύτερη μυϊκή μάζα θα έχουν μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ άλματος αντίθετης κίνησης και άλμα από ημικάθισμα όταν αυξάνεται η εξωτερική αντίσταση.

### **Σκοπός της Μελέτης**

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της διαφοράς άλματος αντίθετης κίνησης και άλμα από ημικάθισμα (με και χωρίς επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με τη μέγιστη δύναμη και την άλιπη σωματική μάζα, σε νεαρά άτομα με διαφορετικό προπονητικό υπόβαθρο.

### **Ερευνητικά Ερωτήματα και Υποθέσεις**

Με βάση την παραπάνω ανάλυση διατυπώνεται το παρακάτω ερευνητικό ερώτημα:

Σχετίζεται η διαφορά της επίδοσης μεταξύ άλματος αντίθετης κίνησης και άλμα από ημικάθισμα, όταν αυτά τα άλματα πραγματοποιούνται με τη σωματική μάζα ή με επιπλέον εξωτερικά φορτία, με τη μυϊκή δύναμη και την άλιπη σωματική μάζα;

Αντίστοιχα, διατυπώνεται η υπόθεση ότι η διαφορά της επίδοσης μεταξύ άλματος αντίθετης κίνησης και άλμα από ημικάθισμα, όταν αυτά τα άλματα πραγματοποιούνται με τη σωματική μάζα ή με επιπλέον εξωτερικά φορτία, θα συσχετίζεται με τη μυϊκή δύναμη και την άλιπη σωματική μάζα νεαρών ατόμων.

### **Σημασία της Έρευνας**

Το κατακόρυφο άλμα με αιώρηση κορμού και από ημικάθισμα χρησιμοποιείται ευρέως για την αξιολόγηση της ισχύος των άκρων αλλά και ως προπονητικό μέσο για τη βελτίωση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων σε αθλητές και ασκούμενους. Η διεθνής βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά στην επίδοση μεταξύ άλματος αντίθετης κίνησης και άλμα από ημικάθισμα τόσο αποτελεσματικότερος είναι ένας αθλητής ισχύος. Αν βρεθεί συσχέτιση μεταξύ της διαφοράς της επίδοσης άλματος αντίθετης κίνησης και άλμα από ημικάθισμα με την άλιπη σωματική μάζα και τη μυϊκή δύναμη θα μπορεί να υποστηριχθεί η ανάπτυξη αυτών των δύο αθλητικών ικανοτήτων για την περαιτέρω βελτίωση της μυϊκής ισχύς των κάτω άκρων.

### **Οριοθετήσεις και Περιορισμοί της Έρευνας**

Στη μελέτη συμπεριλήφθηκαν νεαροί άνδρες και γυναίκες ηλικίας 18-30 ετών με μέτρια φυσική δραστηριότητα, συνεπώς τα αποτελέσματα δεν είναι εφικτό να γενικευτούν σε διαφορετικές πληθυσμιακές ομάδες και σε αθλητές υψηλού επιπέδου. Επιπλέον, η μελέτη αξιολόγησε τα κάτω άκρα, συνεπώς τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν για τα άνω άκρα.

### **Περιγραφή των Όρων**

Ο μέγιστος αριθμός επαναλήψεων (ΜΑΕ) είναι το μεγαλύτερο βάρος που μπορεί να εκτελεσθεί για έναν ορισμένο αριθμό επαναλήψεων.

Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση, άλμα αντίθετης κίνησης, (CMJ) όπου το άτομο ξεκινά από όρθια θέση, έπειτα εκτελεί μία κίνηση προς τα κάτω και στη συνέχεια απογειώνεται.

Κατακόρυφο άλμα από θέση ημικαθίσματος (SJ), όπου το άτομο βρίσκεται σε θέση ημικαθίσματος. Κρατά αυτή τη θέση μέχρι 3 δευτερόλεπτα και από εκεί εφαρμόζει δύναμη για να απογειωθεί.



## Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας

### Μυϊκή Ισχύς

Με τον όρο μυϊκή ισχύς περιγράφεται το έργο που μπορεί να παράξει ένας μυς ή μία ομάδα μυών στη μονάδα του χρόνου (Ισχύς = Δύναμη x Ταχύτητα) (Gollnick & Bayley, 1986). Η μυϊκή ισχύς είναι σημαντική τόσο για την υγεία των ατόμων και την εκτέλεση καθημερινών δραστηριοτήτων όπως περπάτημα, ανέγερση από κάθισμα, όσο και για αθλητές/ασκούμενους και την εκτέλεση κινήσεων όπως λάκτισμα, επιτάχυνση, ρίψη και κατακόρυφο άλμα. Στη διεθνή βιβλιογραφία είναι ευρέως αποδεδειγμένο ότι το επίπεδο ικανότητας του μυός να παράγει μυϊκή ισχύς ενισχύει την αθλητική απόδοση (Sargeant, 2007).

Η μυϊκή ισχύς ωστόσο εξαρτάται από ποικίλους παράγοντες. Η μηχανική των μυών και συγκεκριμένα η σχέση δύναμης – ταχύτητας καθορίζει τη μέγιστη μυϊκή ισχύ, ενώ η σχέση μήκους μυός – δύναμης την επηρεάζει (Cormie et al., 2011). Η σχέση δύναμης – ταχύτητας εκφράζει την αντίστροφη σχέση ταχύτητας και δύναμης, όπου όσο αυξάνεται η ταχύτητα δράσης του μυός, τόσο μειώνεται η παραγωγή δύναμης του. Επομένως, η μυϊκή ισχύς μεγιστοποιείται σε συνδυασμό υπομέγιστων τιμών δύναμης και ταχύτητας, στον γενικό πληθυσμό κορυφώνεται σε ποσοστό περίπου 30 – 60% της 1ΜΑΕ (Jimenez - Reyes et al., 2014· Samozino et al., 2012). Για την παραγωγή μυϊκής ισχύος εξίσου σημαντικό ρόλο έχει το μήκος του σαρκομερίου και επομένως το μήκος του μυός. Αναλυτικά, στο βέλτιστο μήκος κάθε μυ υπάρχει μέγιστη παραγωγή ισχύος, καθώς η απόσταση μεταξύ των νηματίων ακτίνης και μυοσίνης θεωρείται βέλτιστη. Αντίθετα, όταν το μήκος του μυός μειώνεται υπάρχει μικρή παραγωγή ισχύος λόγω μεγάλου ποσοστού επικάλυψης εγκάρσιων γεφυρών και νηματίων ακτίνης και μυοσίνης. Με τον ίδιο τρόπο όταν το μήκος του μυός αυξάνεται τα νημάτια ακτίνης και μυοσίνης απομακρύνονται σημαντικά και οδηγούν εξίσου σε μειωμένη παραγωγή ισχύος (Gordon et al., 1966). Η μυϊκή ισχύς εξαρτάται επίσης από τον τύπο δράσης του μυός. Η παραγωγή μυϊκής ισχύος φαίνεται ότι βελτιστοποιείται από τον συνδυασμό έκκεντρης και σύγκεντρης δράσης. Όταν οι μυϊκές ίνες εκτελούν μια προδιάταση πριν από την σύγκεντρη δράση παράγουν μεγαλύτερη ισχύς και δύναμη από ότι με την εκτέλεση μόνο της σύγκεντρης φάσης. Ο μηχανισμός αυτός ονομάζεται κύκλος διάτασης – βράχυνσης (Komi & Bosco, 1978). Μελέτες έχουν αποδείξει πως ο μηχανισμός αυτός εκμεταλλεύεται τα ελαστικά στοιχεία του μυός αποθηκεύοντας ενέργεια και χρησιμοποιώντας την εκ νέου με αυξημένη παραγωγή δύναμης. Συγκεκριμένα μελέτη των Bobbert και συνεργατών (1996), αξιολόγησε άνδρες αθλητές πετοσφαίρισης στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση του κορμού (CMJ) και στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (SJ) όπου οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν τη θέση προς τα κάτω σε διαφορετικά ύψη. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση του κορμού οι δοκιμαζόμενοι είχαν στατιστικά υψηλότερη επίδοση στο ύψος άλματος λόγω της εφαρμογής του κύκλου διάτασης – βράχυνσης και της καλύτερης χρησιμοποίησης της ελαστικής ενέργειας.

Λόγω των ξεχωριστών χαρακτηριστικών των μυϊκών ινών η παραγωγή δύναμης, ισχύος και ταχύτητας εξαρτάται από τον τύπο των μυϊκών ινών που αποτελείται ένας μυς ή μία μυϊκή ομάδα (Cormie et al., 2011). Οι μυϊκές ίνες

τύπου Πα και Πχ έχουν την ικανότητα να παράγουν μεγαλύτερη μυϊκή ισχύ. Σε μελέτη στον τετρακέφαλο μηριαίο μυ παρατηρήθηκε ότι οι μυϊκές ίνες τύπου Πα και Πχ μπορούσαν να παράξουν μυϊκή ισχύ 5 – 10 φορές περισσότερη από τις ίνες I (Widrick et al., 2002). Επιπρόσθετα, μελέτες έχουν αποδείξει ότι η αρχιτεκτονική δομή του μυός (εγκάρσια επιφάνεια μυός, πάχος και γωνία μυϊκών δεματίων) επηρεάζεται από το είδος της προπόνησης (Aagaard et al., 2001· Blazeovich et. al., 2003). Η μέγιστη δύναμη και ισχύς που παράγει μία μυϊκή ίνα είναι ανάλογη της εγκάρσιας επιφάνειάς της. Με άλλα λόγια μυϊκές ίνες με μεγαλύτερη εγκάρσια επιφάνεια μπορούν να παράξουν μεγαλύτερη δύναμη και ισχύ (MacIntosh & Holash, 2000· Wilson et al., 1993). Η υπερτροφία των μυϊκών ινών επιτυγχάνεται κυρίως μέσω της προπόνησης αντιστάσεων. Άσκηση που βελτιώνει την εγκάρσια επιφάνεια του μυός και τη μέγιστη δύναμή του βελτιώνει αντίστοιχα και την μυϊκή ισχύ του, καθώς άτομα με μεγαλύτερη μυϊκή μάζα μπορούν να παράγουν υψηλότερη δύναμη και ισχύς (Wilson et al., 1993). Επίσης σημαντικό ρόλο κατέχει και το μήκος και η γωνία των μυϊκών δεματίων, καθώς επηρεάζουν το εύρος κίνησης, την ταχύτητα δράσης του μυός και την σχέση δύναμης – ταχύτητας και επομένως την μυϊκή ισχύ (Blazeovich et al., 2007). Μεγαλύτερο μήκος δεματίων ενισχύουν την παραγωγή ισχύος και ταχύτητας (Aagaard et al., 2001· Blazeovich et al., 2007).

Ωστόσο, η ικανότητα παραγωγής μυϊκής ισχύος κατά τη διάρκεια μιας κίνησης δεν διέπεται μόνο από τη μορφολογία και την αρχιτεκτονική των μυών, αλλά και από την ικανότητα του νευρικού συστήματος να ενεργοποιεί τους εμπλεκόμενους μύες. Το νευρικό σύστημα ελέγχει την ενεργοποίηση των μυών κυρίως μέσω της στρατολόγησης κινητικών μονάδων, τη συχνότητα πυροδότησης και τον ενδομυϊκό συντονισμό (Burke, 1981). Έτσι, η δύναμη που δημιουργείται επηρεάζεται τον ρυθμό και τον αριθμό των κινητικών μονάδων που χρησιμοποιούνται. Σε ενέργειες υψηλών εντάσεων και παραγωγής δύναμης, η στρατολόγηση κινητικών μονάδων με υψηλό κατώφλι είναι απαραίτητες, καθώς κινητοποιούν μεγάλο αριθμό μυϊκών ινών. Επομένως, η ικανότητα ταχείας κινητοποίησης μονάδων υψηλού κατωφλιού επηρεάζει τη μέγιστη μυϊκή ισχύ (Enoka & Fuglevand, 2001).

### **Αξιολόγηση της Μυϊκής Ισχύος**

Η μυϊκή ισχύς είναι σημαντική τόσο για την υγεία και ευρωστία των ατόμων, όσο και για την κατανόηση και αξιολόγηση της απόδοσης των αθλητών/ασκούμενων (Folvari et al, 2000· MacIntosh & Holash, 2000· Skelton et al., 1994). Επιπλέον, είναι απαραίτητη για τον σχεδιασμό των προγραμμάτων άσκησης. Για την βελτίωση της αθλητικής απόδοσης η μυϊκή ισχύς είναι η παράμετρος με τη μεγαλύτερη σημασία (Sergeant, 2007). Η μυϊκή ισχύς είναι από τους κύριους παράγοντες που σχετίζεται με ενέργειες εκρηκτικής – υψηλής ταχύτητας που εκτελούνται με μέγιστη προσπάθεια, όπως το κατακόρυφο άλμα, η ταχύτητα, τις ρίψεις και το λάκτισμα (Newton & Kraemer, 1994). Η μυϊκή δύναμη και ισχύς σχετίζονται με την μυϊκή μάζα, άρα άτομα με μεγαλύτερη μυϊκή μάζα μπορούν να παράξουν υψηλότερη ισχύς (Smilios et al., 2013· Wilson et al, 1993).

Ανάλογα με τον πληθυσμό που ο ενδιαφερόμενος αξιολογητής θέλει να αξιολογήσει χρειάζεται να αναζητήσει διαφορετικές βιβλιογραφικές πηγές και μεθόδους αξιολόγησης. Αυτό συμβαίνει, καθώς σε ηλικιωμένα άτομα δεν έχουν εξασφαλιστεί στη βιβλιογραφία ασφαλείς μεθόδους μετρήσεις (Alcazar et al., 2017), αλλά επίσης από το γεγονός ότι η μυϊκή ισχύς μπορεί να ερμηνευθεί σε απόλυτες και σχετικές τιμές. Δηλαδή σε προσπάθειες που απαιτούν υπερνίκηση μιας εξωτερικής αντίστασης (π.χ. ρίψεις, άρση βαρών) δίνεται μεγαλύτερη σημασία στις απόλυτες τιμές, ενώ σε αθλήματα που ο αθλητής εξασκεί δυνάμεις για να ωθήσει το σωματικό του βάρος (επιτάχυνση, επιβράδυνση, αλλαγή κατεύθυνσης) επιλέγονται οι σχετικές τιμές της ισχύος (Markovic & Jaric, 2007).

Η αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος μπορεί να εκτελεστεί με εργαστηριακές μετρήσεις αλλά και με δοκιμασίες στο πεδίο. Εργαστηριακή μέτρηση όπως είναι ο ρυθμός εφαρμογής δύναμης προσφέρει υψηλή αξιοπιστία και συσχέτιση με δείκτες υγείας αλλά και απόδοσης. Ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης (ισομετρική έλξη μπάρας από τους μηρούς, ώθηση κάτω άκρων σε δυναμοπλατόρμα) δηλώνει το πόσο γρήγορα μπορεί να εφαρμόσει τη δύναμή του ένας ασκούμενος σε μια ορισμένη κίνηση. Επίσης, ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης σχετίζεται σημαντικά με την νευρομυϊκή λειτουργία του ατόμου και την ταχύτητα ενεργοποίησης των κινητικών μονάδων ειδικότερα των μυϊκών ινών τύπου II και IIx (Maffiuletti et al., 2016). Μελέτη των Aagaard και συνεργατών (2002) και βιβλιογραφική ανασκόπηση των Maffiuletti και συνεργατών (2016), απέδειξε τη σημαντικότητα της γρήγορης μυϊκής ενεργοποίησης στα πρώτα 50 – 75 ms της έναρξης της προσπάθειας και πως η δύναμη που εφαρμόζεται σε αυτά τα χρονικά περιθώρια είναι εφικτό να βελτιωθεί μέσω της προπόνησης αντιστάσεων – δύναμης.

Ως δοκιμασία ισχύος στο πεδίο, δηλαδή δοκιμασία που αξιολογεί την ισχύ μέσα από αθλητικές κινήσεις και ενέργειες και διαδραματίζεται σε αθλητικό χώρο και όχι σε εργαστήριο, η πιο δημοφιλής είναι το κατακόρυφο άλμα. Το κατακόρυφο άλμα είναι μία πολυαρθρική κίνηση που απαιτεί σύνθετο νευρομυϊκό συντονισμό και έχει προσδιοριστεί ως μία από τις θεμελιώδεις αξιολογήσεις της μυϊκής ισχύος (Petrigna et al., 2019). Το κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση και το κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα είναι δύο πιο συνηθισμένα είδη άλματος που παρατηρούνται σε αθλητικές ενέργειες. Επίσης, τα δύο αυτά κατακόρυφα άλματα χρησιμοποιούνται ευρέως από τους ειδικούς για την αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων τόσο σε ασκούμενος όσο και σε αθλητές/ασκούμενους, καθώς πέρα από την εγκυρότητα τους και την αξιοπιστία τους τα κατακόρυφα άλματα παρουσιάζουν ένα κινητικό πρότυπο που επαναλαμβάνεται αρκετά συχνά σε πολλές αθλητικές προσπάθειες (Markovic et al., 2004). Η μέγιστη ισχύς και το ύψος του άλματος είναι οι σημαντικότεροι παράμετροι στην δοκιμασία του κατακόρυφου άλματος (Sayers et al., 1999). Αναλυτικά μελέτη των Markovic και συνεργατών (2007) σε φοιτητές φυσικής αγωγής παρουσίασε ότι το ύψος του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση κορμού και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με το σωματικό βάρος είχε υψηλές συσχετίσεις με την ισχύ των κάτω άκρων  $r=.84$  και  $r=.73$  αντίστοιχα.

### **Ισομετρική Έλξη Μπάρας από τους Μηρούς και Κατακόρυφο Άλμα**

Η μέγιστη δύναμη σχετίζεται με την απόδοση σε πολλές αθλητικές κινήσεις. Η παρακολούθηση της από ειδικούς και προπονητές φυσικής αγωγής είναι σημαντική, καθώς συνδέεται με την αθλητική επίδοση, την κόπωση, την πρόβλεψη τραυματισμών και με διάφορους δείκτες υγείας και λειτουργικότητας του μυοσκελετικού συστήματος (SuchomeI et al., 2018). Οι παραπάνω παράμετροι είναι σημαντικοί τόσο για αθλητές/τριες όσο και για ερασιτέχνες ασκούμενους (Taber et al., 2016). Σε πρόσφατες μελέτες οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ασκήσεις της άρσης βαρών (επολέ, άρσεις θανάτου) για να αξιολογήσουν την δύναμη και την ισχύ στα κάτω άκρα, καθώς αυτές οι ασκήσεις έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με θεμελιώδεις αθλητικές κινήσεις όπως σπριντ, άλματα και αλλαγή κατεύθυνσης (Beckham et al., 2013· Haff et al., 2005). Η επίδοση στην δοκιμασία της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς έχει συσχετιστεί με πολλές αθλητικές κινήσεις (Beckham et al., 2013· Winchester et al., 2010). Συγκεκριμένα, η μέγιστη δύναμη (Peak Force) που επιτυγχάνεται στην δοκιμασία της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς έχει συσχετιστεί σημαντικά με την μέγιστη δύναμη που εφαρμόζεται για την ανύψωση ενός φορτίου (άρση βαρών), το σπριντ, την ρίψη και την επίδοση στο κατακόρυφο άλμα (Beckham et al., 2013· Haff et al., 2005· Thomas et al., 2015, 2017). Αρκετές μελέτες έχουν διερευνήσει τη σχέση μεταξύ κατακόρυφου άλματος, τόσο στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης όσο και στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα με την μέγιστη δύναμη, την ισχύ και την μέγιστη ισομετρική δύναμη βρίσκοντας υψηλές συσχετίσεις (Comfort et al., 2018). Επιπλέον, βελτιώσεις στην δύναμη και την ισχύ έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνουν και την επίδοση στο ύψος του κατακόρυφου άλματος (Smilios et al., 2013). Ακόμα, μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε νεαρούς άνδρες με μέτρια εμπειρία σε προπόνηση αντιστάσεων, η μέγιστη ισομετρική δύναμη που επιτυγχάνεται από την ισομετρική έλξη μπάρας σε μηρούς είχε συσχετιστεί με την μέγιστη δύναμη στα άνω και κάτω άκρα αλλά και με την επίδοση στο ύψος στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης ( $r=.72$ ) (McGuigan et al., 2010· Winchester et al., 2010). Επίσης, σε μελέτη των Kawamori και συνεργατών (2006) που ερεύνησαν νεαρούς αθλητές άρσης βαρών είχε παρατηρηθεί υψηλή συσχέτιση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης τόσο με το ύψος άλματος στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση ( $r=.82$ ), όσο και με το ύψος στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα ( $r=.87$ ). Μάλιστα, όσο μεγαλύτερη ήταν η επίδοση στην μέγιστη ισομετρική δύναμη τόσο μεγαλύτερη η επίδοση στο ύψος του κατακόρυφου άλματος. Επιπλέον, μελέτες πραγματοποιήθηκαν και σε άτομα που δεν ακολουθούν συστηματική προπόνηση αντιστάσεων όπως άνδρες επαγγελματίες ποδηλάτες και γυναίκες σέρφερς υψηλού επιπέδου, όπου παρουσίασαν χαμηλότερες αλλά εξίσου σημαντικές συσχετίσεις της μέγιστης ισομετρικής δύναμης από την ισομετρική έλξη μπάρας στους μηρούς και την επίδοση στο ύψος του κατακόρυφου άλματος (Secomb et al., 2015· Stone et al., 2004). Αναλυτικά σε επαγγελματίες ποδηλάτες παρουσιάσαν βρέθηκε θετική συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης ισομετρικής δύναμης και του κατακόρυφου άλματος με αντίθετη κίνηση ( $r=.59$ ) και του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα ( $r=.51$ ) (Stone et al., 2004). Παρόμοια και οι γυναίκες σέρφερ παρουσίασαν θετική

συσχέτιση του κατακόρυφου άλματος με αντίθετη κίνηση ( $r=.65$ ) και του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα ( $r=.58$ ) με την μέγιστη ισομετρική δύναμη (Secomb et al., 2015). Σε ανασκόπηση των Comfort και συνεργατών 2018 οι συσχετίσεις που έχουν παρουσιαστεί μεταξύ της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς και το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης ( $r=.59-.82$ ) και κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα ( $r=.51-.87$ ) είναι αρκετά υψηλές και στατιστικά σημαντικές. Με βάση τα παραπάνω η ισομετρική έλξη μπάρας από του μηρούς μπορεί να θεωρηθεί μία έγκυρη και αξιόπιστη δοκιμασία που προβλέπει την επίδοση του ύψους σε ένα κατακόρυφο άλμα.

Επίσης, η επίδοση στην αξιολόγηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης στην ισομετρική έλξη μπάρας από τους μηρούς με το κατακόρυφο άλμα με επιπλέον εξωτερικό φορτίο δεν υπάρχουν αρκετές πληροφορίες. Αναλυτικά μελέτη των Kraska και συνεργατών (2009), ερεύνησε τη σχέση μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης χωρίς αλλά και με επιπλέον εξωτερικό φορτίο 20 κιλών με την μέγιστη ισομετρική δύναμη στην δοκιμασία της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέγιστη ισομετρική δύναμη συσχετίζεται την επίδοση στο ύψος ενός κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης, ενώ επίσης δυνατότεροι αθλητές είχαν υψηλότερη επίδοση στο ύψος άλματος και μικρότερες μειώσεις στο κατακόρυφο άλμα με επιπλέον φορτίο 20 κιλών. Ωστόσο υπάρχουν στην βιβλιογραφία και αντικρουόμενα αποτελέσματα με τα παραπάνω στοιχεία. Συγκεκριμένα, μελέτη των Thomas και συνεργατών (2015), στην οποία συμμετείχαν 14 άνδρες αθλητές κολλεγίου, έδειξε ότι η μέγιστη ισομετρική δύναμη στην ισομετρική έλξη μπάρας από τους μηρούς σχετίστηκε με την μέγιστη ισχύ στο κατακόρυφο άλμα αλλά όχι με την επίδοση στο ύψος του άλματος. Επίσης, στην παραπάνω μελέτη οι δυνατότεροι αθλητές δεν είχαν υψηλότερη επίδοση στο ύψος άλματος από τους πιο αδύναμους.

Παρόλα αυτά στην βιβλιογραφία δεν έχει ερευνηθεί η συσχέτιση μεταξύ της διαφοράς της επίδοσης στο ύψος του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με την μέγιστη ισομετρική δύναμη από την δοκιμασία της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς. Επίσης δεν έχει ερευνηθεί εκτενώς και η συσχέτιση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης στην δοκιμασία της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς με την επίδοση στο ύψος μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με επιπλέον εξωτερικό φορτίο.

### **Ρυθμός Εφαρμογής της Δύναμης και Κατακόρυφο Άλμα**

Ερευνητικά δεδομένα έχουν αποδείξει πως η γρήγορη ενεργοποίηση της μυϊκής δραστηριότητας είναι ύψιστης σημασίας για την απόδοση του κατακόρυφου άλματος (Laffaye et al., 2014· Mclellan et al., 2011). Είναι γνωστό ότι η απόδοση στο κατακόρυφο άλμα συνδέεται με μεταβλητές που είναι υπεύθυνες για την παραγωγή δύναμης στην σύγκεντρη και έκκεντρη φάση και τις ιδιότητες του νευρικού συστήματος (Laffaye et al., 2014). Σημαντικό ρόλο κατά τη διάρκεια της αντίθετης κίνησης ενός άλματος με αντίθετη κίνηση κατέχει η δημιουργία υψηλής διέγερσης στους μύες πριν από τη βράχυνση (Bobbert et al., 1996). Σε μία μεταγενέστερη μελέτη των Bobbert και συνεργατών (2005) τα αποτελέσματα

έδειξαν πως η διαφορά μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα μειώθηκε όταν η διέγερση ήταν ταχύτερη. Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν ότι η διαφορά μεταξύ κατακόρυφου άλματος με αντίθετη κίνηση και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα επηρεάζεται από το μέγεθος της μυϊκής διέγερσης κατά τη διάρκεια της αντίστροφης κίνησης, όπου όσο μεγαλύτερη διέγερση τόσο μεγαλύτερη απόσταση θα καλυφθεί κατά την ανοδική φάση (Bobbert et al., 2005· Van Hooren & Jolotarjova 2017).

Πιο συγκεκριμένα, ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο σε πλειομετρικές δραστηριότητες, όπως το κατακόρυφο άλμα (Laffaye et al., 2014· McLellan et al., 2011). Με τον όρο ρυθμό εφαρμογής της δύναμης (RFD) εννοούμε την εφαρμογή δύναμης προς τη μονάδα του χρόνου και συχνά χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ισχύος (Bing Yu et al., 1999· McLellan et al., 2011). Η αξιολόγηση αυτή έχει αποδειχθεί κρίσιμη στην ικανότητα ενίσχυσης του κύκλου διάτασης-βράχυνσης (Laffaye et al., 2014). Πολλές μελέτες απέτυχαν να συσχετίσουν τον ρυθμό εφαρμογής της δύναμης με την απόδοση στο κατακόρυφο άλμα. Παρόλα αυτά μελέτη των Laffaye και συνεργατών (2014) και McLellan και συνεργατών (2011) και βρήκαν ισχυρές συσχετίσεις του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης με την έκκεντρη φάση του κατακόρυφου άλματος και το ύψος του άλματος. Προηγούμενες μελέτες έχουν αποδείξει πως η έκκεντρη άσκηση βελτιώνει την αλτική ικανότητα και ενισχύει τον μηχανισμό του κύκλου διάτασης – βράχυνσης. Ωστόσο, μελέτη των Chelly και συνεργατών (2010), έδειξε ότι πλειομετρική προπόνηση 8 εβδομάδων βελτίωσε την απόδοση του άλματος από ημικάθισμα σε μεγαλύτερο ποσοστό από ότι στο άλμα με αντίθετη κίνηση. Η αύξηση του άλματος από ημικάθισμα είναι πιθανόν να οφείλεται στη βελτίωση της ακαμψίας του τένοντα στους πρωταγωνιστές μύες, όπως επίσης και στη βελτίωση του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης. Καθώς και οι δύο τύποι αλμάτων βελτιώθηκαν η μεγαλύτερη αύξηση στο άλμα από ημικάθισμα πιθανόν να υποδεικνύει πως μια μεγάλη διαφορά ανάμεσα σε άλμα με αντίθετη κίνηση και άλμα από ημικάθισμα είναι αποτέλεσμα μειωμένης ικανότητας να εφαρμοστεί γρήγορα δύναμη όχι υψηλής εφαρμογής του μηχανισμού του κύκλου διάτασης – βράχυνσης στο άλμα με αντίθετη κίνηση (Kozinc et al., 2021). Αυτό επιβεβαιώνεται και από μελέτη των Bobbert και Van Zandwijk (1999), όπου είχε αποδειχθεί ότι διαφορά λιγότερη από 10msec στην ενεργοποίηση της κάμψης του πέλματος οδηγεί σε μείωση της απόδοσης περισσότερο από 10 εκατοστά στο άλμα από ημικάθισμα. Αυτό υποδεικνύει ότι άτομα με μειωμένο καταρτισμό στη γρήγορη ανάπτυξη δύναμης αποδίδουν χειρότερα στο άλμα από ημικάθισμα από ότι στο άλμα με αντίθετη κίνηση, καθώς στο άλμα με αντίθετη κίνηση μπορούν να ενεργοποιήσουν υψηλή μυϊκή δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της αντίθετης κίνησης (Bobbert et al., 1999· Van Hooren & Jolotarjova, 2017).

### **Μυϊκή Χαλάρωση και Κατακόρυφο Άλμα**

Όταν ένας μυς ενεργοποιείται δεν μπορεί ταυτόχρονα να παράξει μέγιστες δυνάμεις λόγω βιοχημικών και νευρικών διεργασιών που προηγούνται (Van Hooren & Bosch, 2016). Συγκεκριμένα σε ένα άλμα αντίθετης κίνησης στην καθοδική φάση κατά την έναρξη της κίνησης, οι μυοτενόντιες μονάδες

μετακινούνται πιο μακριά τεντώνοντας και χαλαρώνοντας έτσι τις μυϊκές ίνες και τους τενοντώδεις ιστούς (Van Hooren & Bosch, 2016· Van Hooren & Jolotarjova 2017). Η παραπάνω διαδικασία, ωστόσο, επιτρέπει ταχύτερη μετάδοση δύναμης μέσω του μηχανισμού του κύκλου διάτασης – βράχυνσης (Tsiokanos et al., 2002).

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται πως ένας από τους μηχανισμούς που προκαλεί μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ άλματος αντίθετης κίνησης και άλματος από ημικάθισμα είναι ο κύκλος διάτασης – βράχυνσης που εμφανίζεται κατά την εκτέλεση του άλματος αντίθετης κίνησης (Bobbert et al., 1996· Komi & Bosco, 1978· Tsiokanos et al., 2002). Ωστόσο, στο τέντωμα αυτό οι μύες και οι τένοντες χαλαρώνουν και δεν είναι εφικτό να υπάρξει άμεση παραγωγή παθητικής ελαστικής δύναμης (Hug et al., 2013). Η κατάσταση που σχετίζεται με τη χαλάρωση των μυοτενόντιων ιστών ορίζεται ως μυϊκή χαλάρωση (muscle slack) (Kozinc et al., 2021· Van Hooren & Bosch, 2016· Van Hooren & Jolotarjova 2017).

Επιπλέον, όταν ένα άτομο κατεβαίνει στην αρχική θέση του άλματος από ημικάθισμα, οι δυνάμεις που θα εφαρμόσει κατά την ανοδική φάση οφείλουν να εξουδετερώσουν τις δυνάμεις της βαρύτητας. Αντίθετα, όταν ξεκινά η ανοδική κίνηση του άλματος αντίθετης κίνησης, οι δυνάμεις που θα εφαρμοστούν πρέπει να εξουδετερώσουν τις δυνάμεις της βαρύτητας και την καθοδική επιτάχυνση του κέντρου μάζας (Van Hooren & Jolotarjova 2017). Από την άλλη πλευρά, πρόσφατα ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν πως η ταχεία απορρόφηση της μυϊκής χαλαρότητας, ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης και η μέγιστη δύναμη διαδραματίζουν σημαντικότερο ρόλο στην απόδοση του κατακόρυφου άλματος (Kozinc et al., 2021· Van Hooren & Bosch, 2016· Van Hooren & Jolotarjova 2017). Για αυτόν τον λόγο, μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ άλματος με αντίθετη κίνηση και άλματος από ημικάθισμα δεν προτιμάται, καθώς αυτό αντανακλά σε μεγαλύτερη μυϊκή χαλάρωση (Kozinc et al., 2021· Van Hooren & Jolotarjova 2017). Με βάση αυτό, η διαφορά μεταξύ άλματος με αντίθετη κίνηση και άλματος από ημικάθισμα είναι πιθανό να οφείλεται σε μειωμένη ικανότητα απόδοσης για το άλμα από ημικάθισμα και όχι σε αυξημένη ενεργοποίηση του μηχανισμού διάτασης – βράχυνσης (Bobbert & Casius, 2005· Bobbert & Van Zandwijk, 1999· Kozinc et al., 2021· Van Hooren & Jolotarjova 2017). Αυτό επιβεβαιώνεται και από το γεγονός ότι το ύψος στο άλμα με αντίθετη κίνηση συσχετίζεται με τη διαφορά μεταξύ άλματος με αντίθετη κίνηση και άλματος από ημικάθισμα υποδεικνύοντας ότι μεγαλύτερη διαφορά οφείλεται σε βελτιώσεις του άλματος με αντίθετη κίνηση (Kozinc et al., 2021). Αναλυτικά, σε μελέτη που πραγματοποίησαν οι Kozinc και συνεργάτες (2021), αξιολογήθηκαν 712 αθλητές διαφορετικών αθλημάτων. Τα άτομα που παρουσίασαν μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των αλμάτων ήταν οι φοιτητές Φυσικής Αγωγής. Αυτό υποθέτει ότι άτομα με μεγαλύτερη αλτική ικανότητα δεν εμφανίζουν απαραίτητα μεγάλη διαφορά. Ωστόσο, η διαφορά θα μπορούσε επίσης να σχετίζεται με την κινητική μάθηση και τον νευρομυϊκό συντονισμό της κίνησης. Η απόδοση στο άλμα με αντίθετη κίνηση απαιτεί ισχυρό νευρομυϊκό συντονισμό, ο οποίος βελτιώνεται με εκπαίδευση σε αντίστοιχες ενέργειες (Stasinaki et al., 2019). Επιπλέον, έχει διατυπωθεί η άποψη ότι το άλμα από ημικάθισμα είναι μία μη συνηθισμένη κίνηση, αφού οι περισσότερες κινήσεις που απαιτούν υψηλή δύναμη εκτελούνται

συνήθως με κάποιο βαθμό αντίστροφης κίνησης (Stasinaki et al., 2019· Van Hooren & Jolotarjona 2017). Αξίζει επίσης να σημειωθεί πως η διέγερση του μυός και η μυϊκή χαλάρωση συσχετίζονται, καθώς γρήγορη διέγερση οδηγεί σε γρήγορη μείωση της μυϊκής χαλάρωσης (Van Hooren & Jolotarjona, 2017).

### **Αλληλεπίδραση Δύναμης – Ταχύτητας και Κατακόρυφο Άλμα**

Οι βαλλιστικές κινήσεις και συγκεκριμένα το κατακόρυφο άλμα έχουν μελετηθεί, ώστε να αναλυθούν οι μηχανισμοί που βοηθούν για να ενισχυθεί η απόδοσή τους. Ένα από τα μεγαλύτερα ερωτήματα των ειδικών Φυσικής Αγωγής και των ερευνητών είναι αν ο μηχανισμός της ισχύος ή της ταχύτητας είναι πιο σημαντικός για την απόδοση αυτών των κινήσεων. Οι συνολικές δυναμικές ικανότητες του νευρομυϊκού συστήματος των κάτω άκρων έχουν περιγραφεί επαρκώς από την αντίστροφη γραμμική σχέση μεταξύ δύναμης και ταχύτητας (F-V) (Bosco et al., 1995· Cormie et al., 2009). Η σχέση δύναμης και ταχύτητας αναφέρει την μηχανική ιδιότητα των μυών των κάτω άκρων να εφαρμόσουν μέγιστη δύναμη, ισχύς και ταχύτητα.

Οι ιδιότητες της σχέσης δύναμης - ταχύτητας επηρεάζονται από νευρομυϊκούς παράγοντες όπως είναι ο ρυθμός εφαρμογής της δύναμης, ο νευρομυϊκός συντονισμός και η κινητοποίηση των κινητικών μονάδων. Επίσης επηρεάζονται και από μορφολογικούς παράγοντες, όπως το μέγεθος της εγκάρσιας επιφάνειας του μυός, η γωνία και το μήκος των μυϊκών δεματίων και η ελαστικότητα του τένοντα (Cormie et al., 2011· Samozino et al., 2016). Σύμφωνα με μελέτες του Samozino και συνεργατών (2012 και 2013) η απόδοση σε βαλλιστικές κινήσεις δεν καθορίζεται μόνο από τη μέγιστη ισχύ που μπορούν να παράγουν τα κάτω άκρα αλλά και από το μηχανικό προφίλ της σχέσης δύναμης - ταχύτητας που χαρακτηρίζει την αναλογία μεταξύ των δυνατοτήτων μέγιστης δύναμης και της μέγιστης ταχύτητας. Αυτό το προφίλ (F-v) των κάτω άκρων, ανεξάρτητα από τις δυνατότητες ισχύος, μπορεί να βελτιστοποιηθεί για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης (Cormie et al., 2011· Samozino et al., 2012). Η μέγιστη απόδοση στο κατακόρυφο άλμα δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την μέγιστη ισχύ ή ταχύτητα αλλά από μια βέλτιστη ισορροπία μεταξύ των δύο. Η εξέταση του προφίλ δύναμης - ταχύτητας μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη κατανόηση της σχέσης μεταξύ των μηχανικών ιδιοτήτων του νευρομυϊκού συστήματος και της λειτουργικής απόδοσης. Με βάση αυτό καθίσταται δυνατή η βελτιστοποίηση της αθλητικής απόδοσης και προπόνησης (Samozino et al., 2012, 2013, 2016). Η αξιολόγηση αυτής της σχέσης επιδιώκει να βελτιώσει την ισορροπία μεταξύ δύναμης και ταχύτητας μέσω σωστού προσδιορισμού φορτίου και μεθόδων προπόνησης χρησιμοποιώντας τη σχέση ισχύος – φορτίου (Bosco, 1992· Samozino et al., 2012, 2013, 2016).

Αρχικά μελέτη του Bosco (1992), πρότεινε έναν δείκτη αξιολόγησης της δύναμης - ταχύτητας, διαιρώντας το ύψος ενός άλματος με επιπλέον φορτίο (100% του σωματικού βάρους) με το ύψος άλματος χωρίς επιπλέον φορτίο. Όσο πιο υψηλός αυτός ο δείκτης τόσο πιο ισχυρή ήταν η ισχύς έναντι της ταχύτητας. Ο δείκτης αυτός ωστόσο δεν παρέχει την πληροφορία σχετικά με τα φορτία που πρέπει να εφαρμόσει το άτομο στο προπονητικό του πρόγραμμα για να ενισχύσει είτε την ισχύς, είτε την ταχύτητα ανάλογα με τις ανάγκες του. Οι Samozino και



συνεργάτες (2012), πρότειναν ένα δείκτη αξιολόγησης και καθορισμού του βέλτιστου προφίλ δύναμης- ταχύτητας, όπου ανάλογα με τις ανάγκες του ατόμου έπρεπε να ενισχυθούν περαιτέρω είτε η ισχύς, είτε η ταχύτητα. Αυτές οι αλλαγές θα οδηγούσαν και οι δύο σε υψηλότερη απόδοση. Οι μηχανισμοί που διέπουν αυτές τις αλλαγές στη σχέση δύναμης - ταχύτητας, ειδικά για το είδος της προπόνησης, περιλαμβάνουν αλλαγές στον τύπο των μυϊκών ινών, την αρχιτεκτονική του μυός (υπερτροφία, γωνία και μήκος μυϊκών δεματίων) και νευρική ενεργοποίηση (νευρομυϊκό συντονισμό, ενεργοποίηση κινητικών μονάδων, ρυθμός εφαρμογής τη δύναμης).

### **Ελαστική Ενέργεια και Κατακόρυφο Άλμα**

Ένας μηχανισμός που είναι υπεύθυνος για την ενίσχυση της απόδοσης του κατακόρυφου άλματος και συγκεκριμένα του άλματος με αντίθετη κίνηση είναι η αποθήκευση και χρησιμοποίηση της ελαστικής ενέργειας με τον μηχανισμό του κύκλου διάτασης – βράχυνσης (Tsiokanos et al., 2002). Ο μηχανισμός αυτός αναφέρει πως όταν ο μυς διαταθεί αμέσως πριν από τη διέγερσή του, αποθηκεύει ενέργεια στα ελαστικά του στοιχεία και αξιοποιείται κατά τη σύγκεντρη συστολή του παράγοντας μεγαλύτερη ισχύ (Κλεισούρας, 2011). Παρόλα αυτά, σημασία για την εμφάνιση του φαινομένου αυτού σημασία έχει ο χρόνος προδιάτασης και διέγερσης του μυός, η ταχύτητα με την οποία πραγματοποιείται η προδιάταση και το εύρος της (Kyrolainen & Komi, 1994· Van Hooren & Jolotarjona, 2017). Ακόμα, σημαντικό ρόλο στην πρόκληση του κύκλου διάτασης – βράχυνσης κατέχει η αρχιτεκτονική του μυός, καθώς αν οι μυϊκές ίνες δεν προδιαταθούν ακόμα και αν η ταχύτητα είναι υψηλή, δεν θα υπάρξει εμφάνιση του φαινομένου (Kooper et al., 2014· Van Hooren & Jolotarjona 2017). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το εύρος της αντίθετης κίνησης να είναι σημαντικό για την ενεργοποίηση του φαινομένου (Kooper et al., 2013). Συγκεκριμένα, στο κατακόρυφο άλμα σε μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, έχει παρατηρηθεί πως η ελαστική ενέργεια αποθηκεύεται στους ιστούς των τενόντων και χρησιμοποιείται κατά τη φάση παραγωγής της δύναμης για την ώθηση και ανύψωση του ατόμου (Komi & Bosco, 1978).

Ωστόσο, τρέχοντα δεδομένα υποδεικνύουν πως ο παραπάνω μηχανισμός δεν αντικατοπτρίζει τη διαφορά μεταξύ των δύο αλμάτων, καθώς ένα μικρό ποσό επιπλέον ενέργειας αποθηκεύεται στους πρωταγωνιστές μύες κατά τη διάρκεια της αντίθετης κίνησης στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης, και χάνεται με τη μορφή θερμότητας (Bobbert et al., 1996· Kooper et al., 2013· Van Hooren & Bosch, 2016). Σε μελέτη των Kooper και συνεργατών (2013) παρατηρήθηκε πως στο κατακόρυφο άλμα με αντίθετη κίνηση που χαρακτηριζόταν από μικρό εύρος, υψηλή ταχύτητα εκτέλεσης και μέγιστη προσπάθεια είχε τη δυνατότητα να αποθηκεύσει ελαστική ενέργεια, σε αντίθεση με υπομέγιστα άλματα αντίθετης κίνησης μεγάλου εύρους, όπου το ποσό αυτής της ενέργειας μετατρέποταν σε θερμότητα. Ωστόσο, υπάρχουν ευρήματα που υποδηλώνουν ότι η προδιάταση των μυϊκών ινών και η ταχύτητα δεν σχετίζονται (Bobbert et al., 1996· Kubo et al., 2000· Van Hooren & Jolotarjona 2017). Έτσι, το αντανακλαστικό του κύκλου διάτασης - βράχυνσης μπορεί να μην προκαλείται σε άλμα με αντίθετη κίνηση μικρού εύρους όταν δεν υπάρχει επιμήκυνση μυϊκών ινών, ενώ μπορεί να

προκληθεί σε υπομέγιστα άλματα με αντίθετη κίνηση μεγάλου εύρους εάν οι μυϊκές ίνες επιμηκυνθούν και επιτευχθεί η βέλτιστη ταχύτητα.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, η ενεργοποίηση του μηχανισμού διάταση – βράχυνση είναι αιτία ποικίλων παραγόντων όπως το εύρος της αντίθετης κίνησης, η προδιάταση των μυϊκών ινών, η ταχύτητα εκτέλεσης της αντίθετης κίνησης, του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης και της μυϊκής χαλάρωσης. Κυρίως όμως φαίνεται να εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των μηχανισμών του ρυθμού εφαρμογής της δύναμης και της μυϊκής χαλάρωσης των πρωταγωνιστών μυών. Για αυτό το λόγο το αντανακλαστικό της διάτασης – βράχυνσης δεν μπορεί να θεωρηθεί ο κύριος μηχανισμός απόδοσης του άλματος με αντίθετη κίνηση (Bobbert & Casius, 2005). Η αύξηση και γρήγορη εφαρμογή δύναμης σε συνδυασμό με την ιδανική σχέση μεταξύ δύναμης - ταχύτητας των μυών είναι πιθανό να βοηθήσει στην βελτίωση της απόδοσης του κατακόρυφου άλματος τόσο του άλματος με αντίθετη κίνηση όσο και του άλματος από ημικάθισμα (Kozinc et al., 2021· Van Hooren & Jolotarjova 2017).

## Μεθοδολογία

### Πειραματικός Σχεδιασμός

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της διαφοράς στην επίδοση κατακόρυφου άλματος με αντίθετη κίνηση και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με τη μέγιστη δύναμη και την άλιπη σωματική μάζα, σε νεαρά άτομα με διαφορετικό προπονητικό υπόβαθρο. Οι δοκιμαζόμενοι προσήλθαν στο εργαστήριο 2 φορές. Την πρώτη φορά ενημερώθηκαν για τις διαδικασίες και υπέγραψαν έντυπο συγκατάθεσης για τη συμμετοχή τους στη μελέτη. Επίσης, πραγματοποιήθηκε μέτρηση σωματικής μάζας και αναστήματος καθώς και η εκτίμηση της σωματικής σύστασης (DXA). Ακόμα, στην πρώτη επίσκεψη πραγματοποιήθηκε εξοικείωση με τις μετρήσεις άλματος και της ισομετρικής έλξη μπάρας στους μηρούς (IMTP). Την ίδια μέρα και έπειτα από την διαδικασία εξοικείωσης έγιναν 12 κατακόρυφα άλματα αντίθετης κίνησης (CMJ) χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση +10%, +20% και +30% του σωματικού τους βάρους με τυχαία σειρά και τη χρήση προπονητικού γιλέκου. Επίσης αξιολογήθηκε η μέγιστη ισομετρική δύναμη των κάτω άκρων σε 3 προσπάθειες όπου αξιολογήθηκε η καλύτερη (IMTP). Στη δεύτερη επίσκεψη, οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν μόνο 12 κατακόρυφα άλματα από θέση ημικαθίσματος (SJ) χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση +10%, +20% και +30% του σωματικού τους βάρους με τυχαία σειρά και τη χρήση προπονητικού γιλέκου.

### Δοκιμαζόμενοι

Στη μελέτη θα συμμετείχαν συνολικά 35 δοκιμαζόμενοι ηλικίας ( $22.3 \pm 2$  ετών), αναστήματος ( $171.9 \pm 9.7$  εκ.) και σωματικής μάζας ( $69.4 \pm 11.2$  κιλά), φοιτητές της Σχολής Φυσική Αγωγής και Αθλητισμού, χωρίς τραυματισμούς και άλλα μυοσκελετικά προβλήματα ( $GP_{\text{power}} \geq 30$  δοκιμαζόμενοι σύνολο). Αναλυτικά 18 νεαροί άντρες, ηλικίας ( $22 \pm 2.1$  ετών), αναστήματος ( $178 \pm 7.5$  εκ.) και σωματικής μάζας ( $76.8 \pm 9.1$  κιλά). Επίσης, 17 νεαρές γυναίκες ηλικίας ( $22 \pm 2.58$  ετών), αναστήματος ( $165.4 \pm 7.3$  εκ.) και σωματικής μάζας ( $61.6 \pm 7.2$  κιλά). Οι δοκιμαζόμενοι επιλέχθηκαν ώστε να είναι γυμνασμένοι, να προπονούνται συστηματικά σε διάφορα αθλήματα τα τελευταία 2 έτη, αλλά να μην είναι αθλητές με συμμετοχή σε αγώνες. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν εγγράφως και προφορικά για τις μετρήσεις και αξιολογήσεις που θα λάμβαναν χώρα και υπέγραψαν έντυπο συναίνεσης με το οποίο, μεταξύ άλλων, ενημερώθηκαν πως μπορούν να αποχωρήσουν από τη μελέτη όποτε το επιθυμήσουν χωρίς να δηλώσουν τον λόγο. Η μελέτη έχει εγκριθεί από την επιτροπή βιοηθικής της ΣΕΦΑΑ του ΕΚΠΑ.

### Περιγραφή Δοκιμασιών και Οργάνων Μέτρησης

**Σωματομετρήσεις.** Η αξιολόγηση της σωματικής μάζας έγινε σε ζυγό ακριβείας (Inner Scan V, Segmental Body Composition Monitor, Tanita, Japan). Οι δοκιμαζόμενοι στάθηκαν σε όρθια θέση χωρίς υποδήματα και κάλτσες και με ελαφρύ ρουχισμό στο κέντρο της ζυγαριάς. Ο δοκιμαζόμενος στάθηκε μέχρι να

σταθεροποιηθεί η ένδειξη του οργάνου μέτρησης. Στο Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης έχει υπολογιστεί για τη μέτρηση της σωματικής μάζας δείκτης αξιοπιστίας ICC=1.

Η μέτρηση του αναστήματος έγινε με αναστημόμετρο (Seca 206. seca gmbh & co. Kg, Germany). Στο Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης έχει υπολογιστεί για τη μέτρηση του αναστήματος δείκτης αξιοπιστίας ICC=1.0. Οι δοκιμαζόμενοι στάθηκαν χωρίς υποδήματα σε όρθια θέση με ίσια πλάτη και τις ωμοπλάτες σε επαφή με τον τοίχο, χαμηλωμένους τους ώμους, με το βλέμμα στραμμένο εμπρός και τις φτέρνες τους ενωμένες στο σημείο του μετρητή αναστήματος. Η μετροταινία ήταν σταθεροποιημένη σε ύψος 2.5 μέτρων και επιμηκύνθηκε κατακόρυφα προς τα κάτω, μέχρι το σημείο της κεφαλής. Η κάθετη ευθεία στην μετροταινία που περνάει από την άνω άκρη της κεφαλής του δοκιμαζομένου όρισε το ανάστημά του.

**Σωματική σύσταση.** Για τον καθορισμό της σωματικής σύστασης, οι δοκιμαζόμενοι υποβλήθηκαν σε ολόσωμη απορροφησιομετρία ακτίνων X διπλής ενέργειας (DXA). Πριν από την μέτρηση δεν τηρήθηκε κάποιο πρωτόκολλο συγκεκριμένης δίαιτας. Οι δοκιμαζόμενοι τοποθετήθηκαν σε ύπτια κατάκλιση στο κρεβάτι της συσκευής DXA (Prodigy Pro, General Electric, Madison, WI, USA). Τα δεδομένα αναλύθηκαν με το πρόγραμμα LUNAR Radiation Body Composition Program, Version 4.7e για να υπολογιστεί η συνολική άλιπη μάζα σώματος, άλιπη μάζα των κάτω άκρων και η συνολική λιπώδης μάζα σώματος (ICC=.99 και για τις δύο μετρήσεις).

**Κατακόρυφο άλμα με αιώρηση (CMJ).** Η αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος με αιώρηση πραγματοποιήθηκε σε δυναμοπλατφόρμα (Applied Measurements Ltd Co. UK, WP800- 1000kg, 80X80 εκ.) με συχνότητα δειγματοληψίας 1000Hz. Αρχικά οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν προθέρμανση σε κυκλοεργόμετρο με ισχύ 50W και στη συνέχεια διατάξεις για τις κύριες μυϊκές ομάδες καθώς και 3 υπομέγιστα άλματα με την κατάλληλη τεχνική. Οι δοκιμαζόμενοι ανέβηκαν στο κέντρο της δυναμοπλατφόρμας με το λεκτικό παράγγελμα του ερευνητή. Πριν την έναρξη της προσπάθειας οι δοκιμαζόμενοι τοποθέτησαν τα χέρια τους σε μεσολαβή και με το παράγγελμα εκτέλεσαν ημικάθισμα και αμέσως μέγιστο κατακόρυφο άλμα. Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν δύο δοκιμαστικές προσπάθειες και στη συνέχεια τρεις μέγιστες προσπάθειες με 2 λεπτά ξεκούρασης μετά από κάθε προσπάθεια και 2 λεπτά ξεκούρασης μετά την αλλαγή του φορτίου (Terzis et. al., 2016). Όλες οι προσπάθειες καταγράφηκαν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, αφού πρώτα το σήμα της πλατφόρμας ψηφιοποιήθηκε μέσα από αναλογικό μετατροπέα (A/D-converter; Kyowa sensor interface PCD-320A, Kyowa Electronic Instruments Ltd Co. Japan). Η ανάλυση των δεδομένων των αλμάτων έγινε μέσω του συνοδευτικού προγράμματος της δυναμοπλατφόρμας DCS-100A έκδοση 1.14 (Kyowa Electronic Instruments Ltd Co. Japan), σύμφωνα με προηγούμενες αναφορές και οδηγίες (Bogdanis et. al., 2019· Terzis et. al., 2016). Για τον υπολογισμό του ύψους τους άλματος χρησιμοποιήθηκε η εξίσωση: Ύψος (cm) =  $(0,5 \cdot \text{Χρόνος Πτήσης} \cdot 9,81)^2 \cdot (2 \cdot 9,81)^{-1}$ . Οι δείκτες αξιοπιστίας των παραπάνω

αξιολογήσεων στο Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης ανέρχονται στο .91, .87 και .89 αντίστοιχα (Methenitis et al., 2016· Stasinaki et al., 2019· Terzis et al., 2016).

**Κατακόρυφο άλμα από θέση ημικαθίσματος (SJ).** Η αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος (SJ) πραγματοποιήθηκε στην ίδια δυναμοπλατφόρμα. Οι δοκιμαζόμενοι τοποθέτησαν τα χέρια τους σε μεσολαβή, ήρθαν σε θέση ημικαθίσματος κατεβαίνοντας στο επιθυμητό σημείο (περίπου 82° – 93°) και παρέμειναν εκεί για 1-3 δευτερόλεπτα όπου με το παράγγελμα εκτέλεσαν αμέσως μέγιστο κατακόρυφο άλμα. Οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν δύο δοκιμαστικές προσπάθειες και στη συνέχεια τρεις μέγιστες προσπάθειες με 2 λεπτά ξεκούρασης μετά από κάθε προσπάθεια και 2 λεπτά ξεκούρασης μετά την αλλαγή του φορτίου. Η ανάλυση της επίδοσης έγινε όπως παρουσιάστηκε στην προηγούμενη παράγραφο.

**Ισομετρική άρση μπάρας στους μηρούς (IMTP).** Πέντε λεπτά μετά την ολοκλήρωση των αλμάτων, αξιολογήθηκε η ισομετρική άρση μπάρας στους μηρούς στην ίδια δυναμοπλατφόρμα που περιγράφηκε προηγουμένως. Κάθε δοκιμαζόμενος ανέβηκε στη δυναμοπλατφόρμα με παράγγελμα του ερευνητή. Ανάλογα με το ύψος κάθε δοκιμαζόμενου, η θέση της μπάρας προσαρμόστηκε και σταθεροποιήθηκε, ώστε η γωνία στην άρθρωση του γόνατος να είναι 132° - 142°, όπου μετρήθηκε με ψηφιακό γωνιόμετρο. Τα πέλματα τοποθετήθηκαν στη δυναμοπλατφόρμα στο άνοιγμα των ώμων και κάτω από τη μπάρα, τα χέρια τοποθετήθηκαν πάνω στη μπάρα και έξω από το άνοιγμα των ώμων και ο θώρακας του δοκιμαζόμενου είχε κατεύθυνση προς τα εμπρός. Αφού ορίστηκε η κατάλληλη θέση, δινόταν οδηγία στον/η δοκιμαζόμενο/η να εφαρμόσει και να διατηρήσει τη μέγιστη δύναμή του/της για 3 δευτερόλεπτα. Αρχικά οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν τρεις δοκιμαστικές προσπάθειες στο 50%, στο 70% και στο 90% της προβλεπόμενης μέγιστης ισομετρικής δύναμης. Έπειτα ακολούθησαν τρεις μέγιστες προσπάθειες με ενδιάμεσο διάλειμμα 3 λεπτά. Επιλέχθηκε η καλύτερη επίδοση. Καθ' όλη τη διάρκεια της προσπάθειας υπήρξε οπτική ανατροφοδότηση της καμπύλης δύναμης-χρόνου σε οθόνη υπολογιστή η οποία ήταν τοποθετημένη ακριβώς πάνω από τη δυναμοπλατφόρμα στο ύψος των ματιών του δοκιμαζόμενου. Στο Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης έχει υπολογιστεί για την ισομετρική άρση μπάρας στους μηρούς δείκτης αξιοπιστίας ICC = .96.

### **Στατιστική Ανάλυση**

Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική: μέση τιμή ± τυπική απόκλιση. Για τις συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης  $r$  του Pearson. Για τον έλεγχο της διαφοράς των μέσων τιμών των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε ο έλεγχος εξαρτημένων δειγμάτων  $t$  ( $t$ -test). Ενώ χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) τριών συνθηκών. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το  $p \leq .05$ . Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).



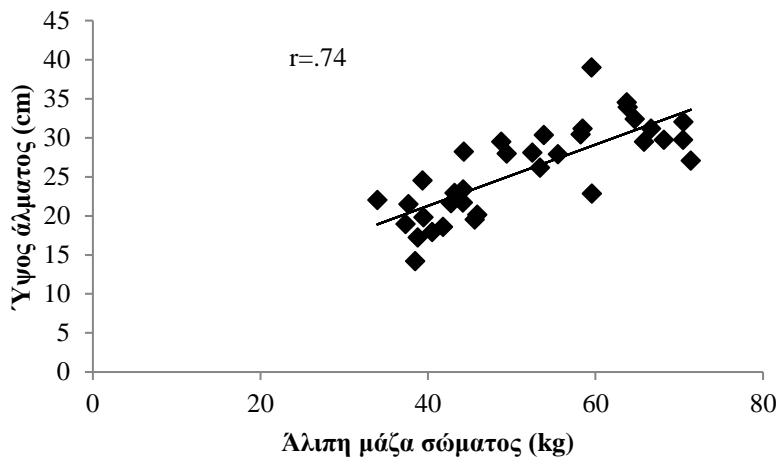
## Αποτελέσματα

### Συσχέτιση Κατακόρυφου Άλματος Αντίθετης Κίνησης (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την Άλιπη Μάζα Σώματος, την Άλιπη Μάζα των Κάτω Άκρων και την Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη

Το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης χωρίς επιπλέον φορτίο παρουσίασε υψηλή συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.74$ ,  $p<.05$ ) και με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων, η οποία ήταν και στατιστικά σημαντική ( $r=.77$ ,  $p<.05$ ) (Σχήμα 1 και Σχήμα 2). Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με την βιβλιογραφία και τις παραπάνω αναφορές που υποδηλώνουν πως όση περισσότερη μυϊκή μάζα διαθέτει ένα άτομο, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η δύναμη και η ισχύς που μπορεί να παράξει. Για αυτό και παρατηρούμε στα παρακάτω σχήματα, πως όσο αυξάνεται η επίδοση στο ύψος του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης, τόσο υψηλότερη είναι και η μυϊκή μάζα σώματος και η μυϊκή μάζα των κάτω άκρων.

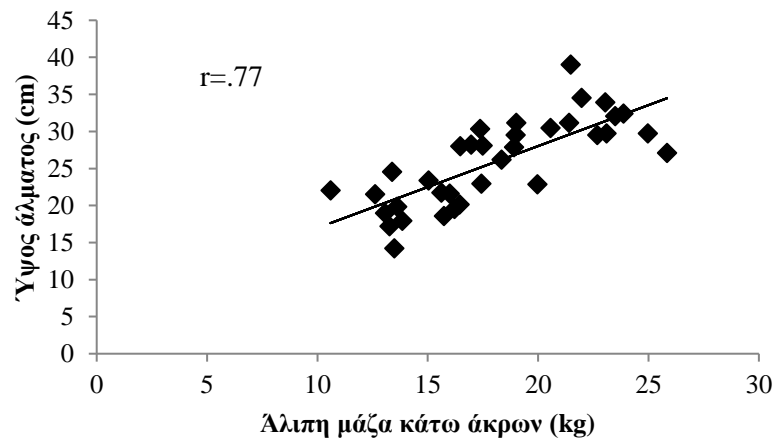
#### Σχήμα 1

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με την άλιπη μάζα σώματος



## Σχήμα 2

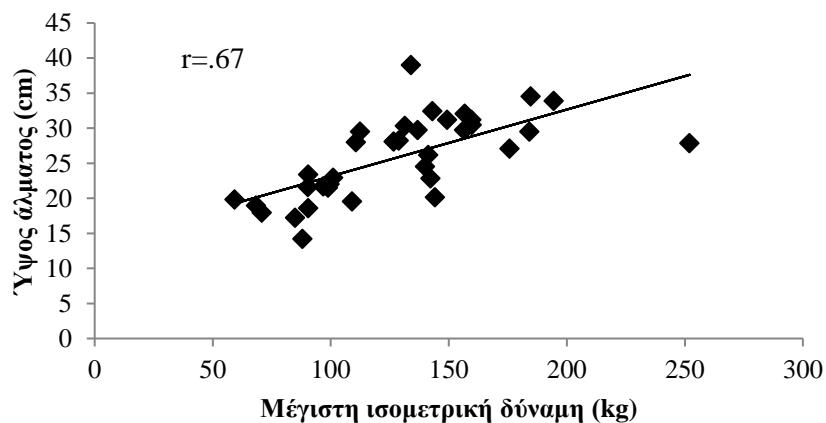
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων



Αντίστοιχα, το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης εμφάνισε θετική συσχέτιση και στατιστικά σημαντική ( $r=.67$ ,  $p<.05$ ) και την μέγιστη ισομετρική δύναμη των κάτω άκρων (Σχήμα 3).

## Σχήμα 3

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με την μέγιστη ισομετρική δύναμη

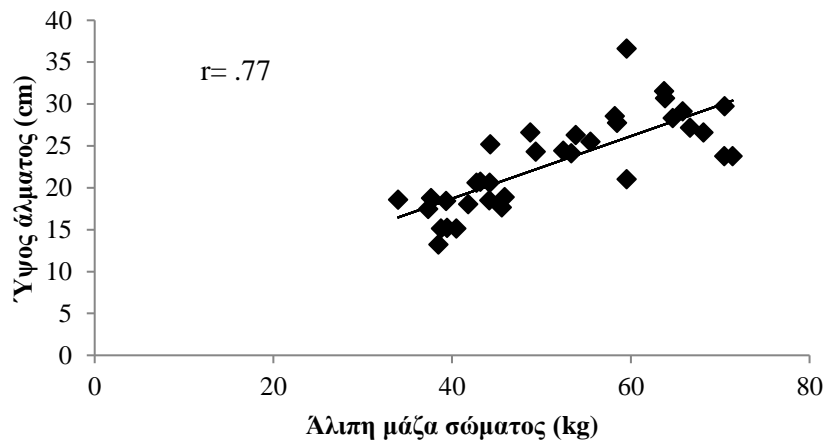


Επιπλέον, το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης διατηρούσε υψηλή συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος όταν τοποθετήθηκε επιπλέον φορτίο +10% ( $r=.77$ ,  $p<.05$ ), +20% ( $r=.73$ ,  $p<.05$ ) και +30% ( $r=.71$ ,  $p<.05$ ) του σωματικού τους βάρους με τις συσχετίσεις αυτές να είναι θετικές και στατιστικά σημαντικές (Σχήμα 4, 5 και 6).



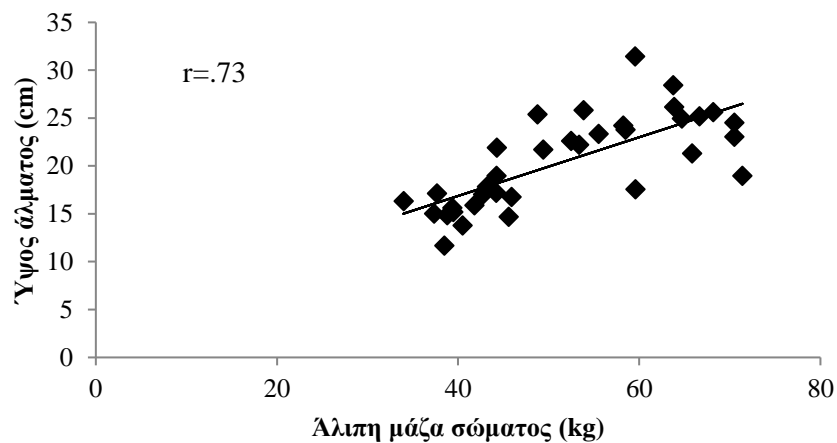
#### Σχήμα 4

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +10% σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα σώματος



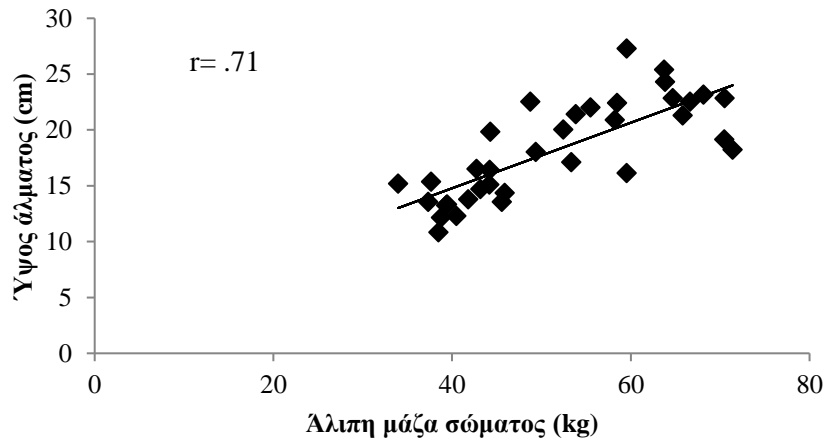
#### Σχήμα 5

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +20% σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα σώματος



### Σχήμα 6

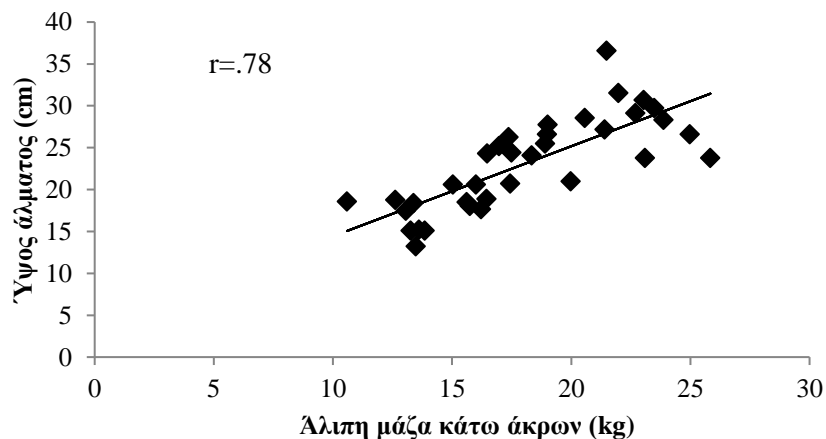
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +30% σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα σώματος



Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίστηκαν ως προς τη συσχέτιση με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων, αφού το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +10% του σωματικού βάρους είχε σημαντική θετική συσχέτιση ( $r=.78$ ,  $p<.05$ ), με το +20% ( $r=.72$ ,  $p<.05$ ) και με το +30% ( $r=.77$ ,  $p<.05$ ) (Σχήμα 7, 8 και 9). Αυτό σημαίνει ότι άτομα με μεγαλύτερη μυϊκή μάζα σώματος έχουν και υψηλότερες επιδόσεις ως προς το ύψος του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης.

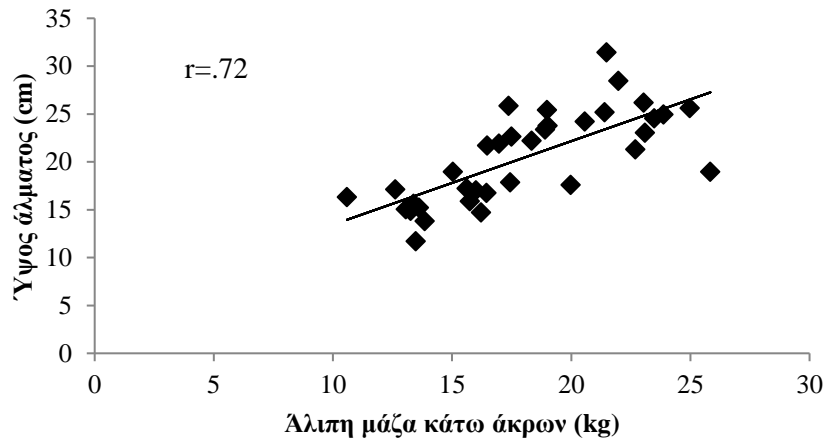
### Σχήμα 7

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +10% σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα κάτω άκρων



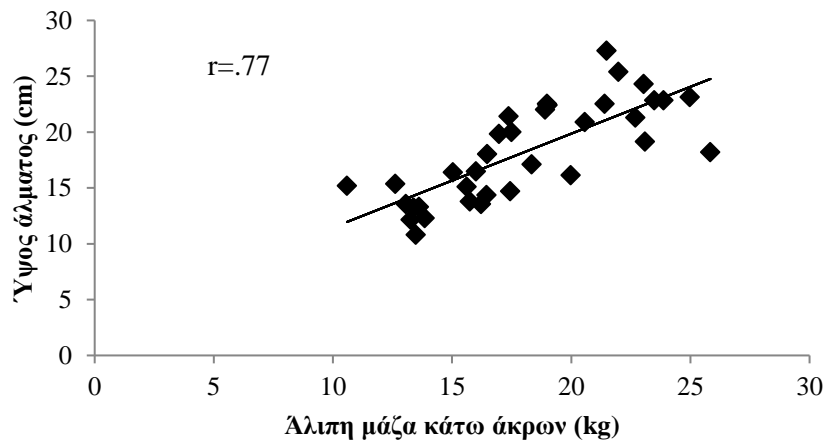
### Σχήμα 8

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +20% σωματικού βάρους με την άλπη μάζα κάτω άκρων



### Σχήμα 9

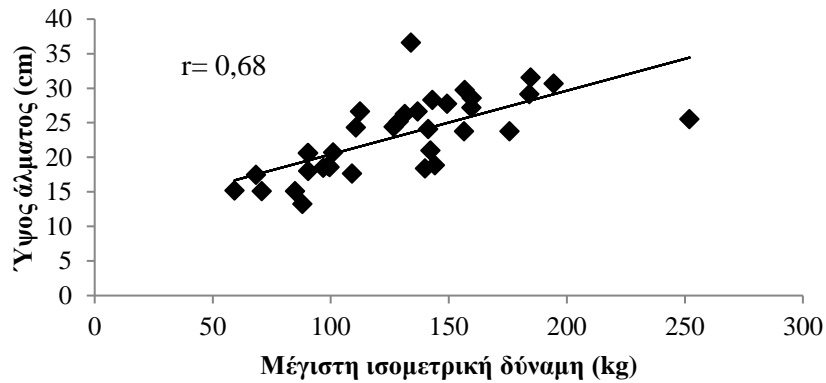
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +30% σωματικού βάρους με την άλπη μάζα κάτω άκρων



Αντίστοιχα το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +10% του σωματικού βάρους παρουσίασε θετική συσχέτιση ( $r=0.68$ ,  $p<0.05$ ) με την μέγιστη ισομετρική δύναμη, η οποία ήταν και στατιστικά σημαντική (Σχήμα 10).

### Σχήμα 10

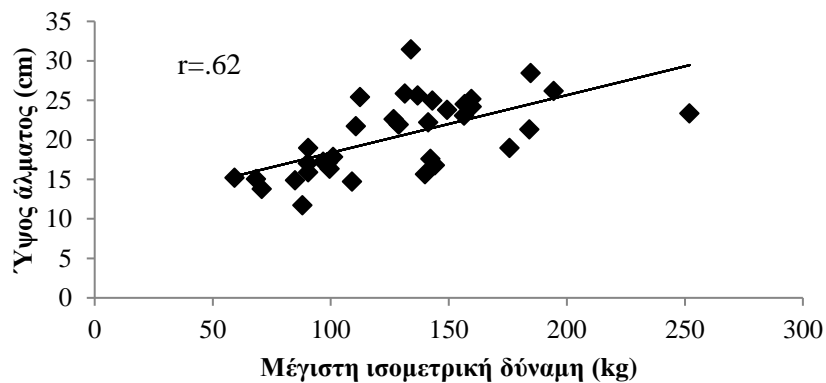
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +10% σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη



Όμοια και στα άλματα με υψηλότερα εξωτερικά φορτία +20% ( $r=.62$ ,  $p<.05$ ) και +30% ( $r=.68$ ,  $p<.05$ ) του σωματικού βάρους, εμφάνισαν θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την μέγιστη ισομετρική δύναμη (Σχήμα 11 και 12).

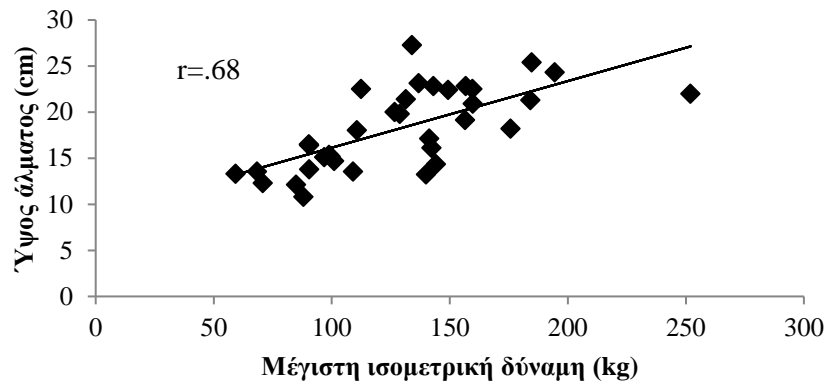
### Σχήμα 11

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +20% σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη



### Σχήμα 12

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +30% σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη

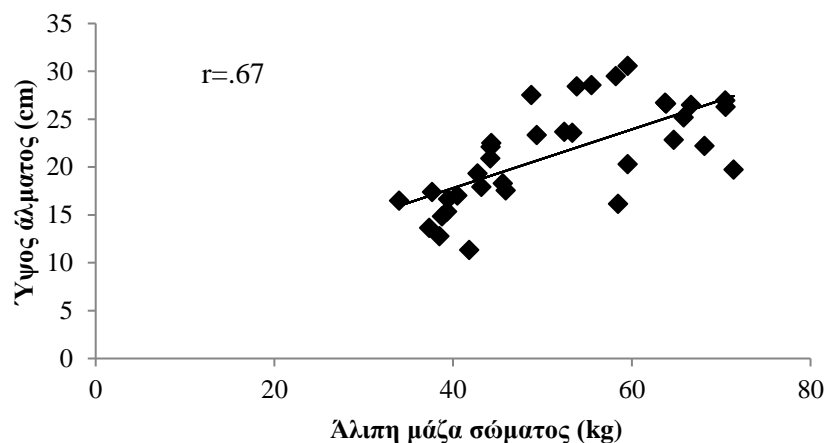


**Συσχέτιση Κατακόρυφου Άλματος από Ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την Άλιπη Μάζα Σώματος, την Άλιπη Μάζα των Κάτω Άκρων και την Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη**

Εξίσου και στο κατακόρυφο άλμα από θέση ημικαθίσματος υπήρχε υψηλή συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.67$ ,  $p<.05$ ) (Σχήμα 13) αλλά και με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων, οι οποίες ήταν και στατιστικά σημαντικές ( $r=.64$ ,  $p<.05$ ) (Σχήμα 14). Αυτό υποδεικνύει ότι υψηλή μυϊκή μάζα επιφέρει και υψηλότερη επίδοση στο ύψος του κατακόρυφου άλματος τόσο με αντίθετη κίνηση όσο και από θέση ημικαθίσματος.

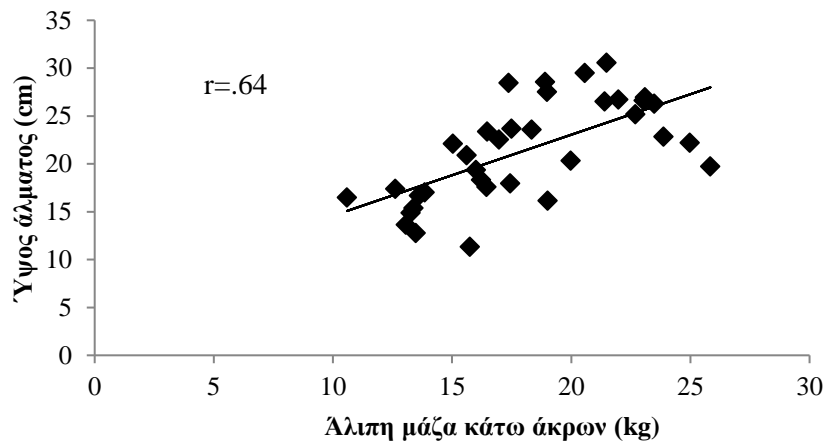
### Σχήμα 13

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος και άλιπη μάζα σώματος



#### Σχήμα 14

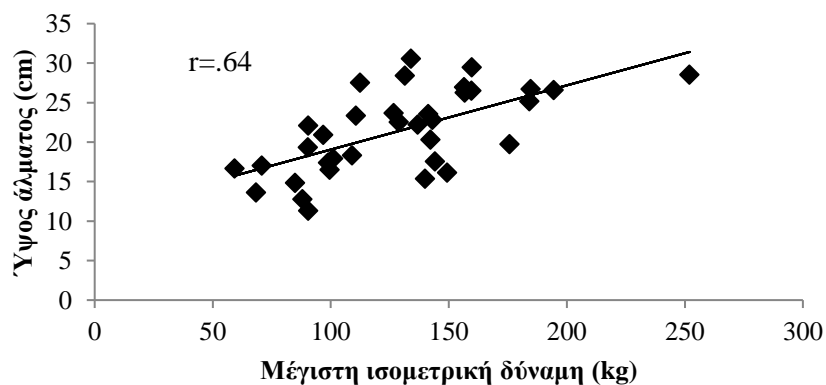
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος και άλιπη μάζα κάτω άκρων



Όπως και με την άλιπη μάζα σώματος και των κάτω άκρων, έτσι και με την μέγιστη ισομετρική δύναμη η επίδοση στο κατακόρυφο άλμα από θέση ημικαθίσματος χωρίς επιπλέον φορτίο είχε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $r=.64$ ,  $p<.05$ ) (Σχήμα 15).

#### Σχήμα 15

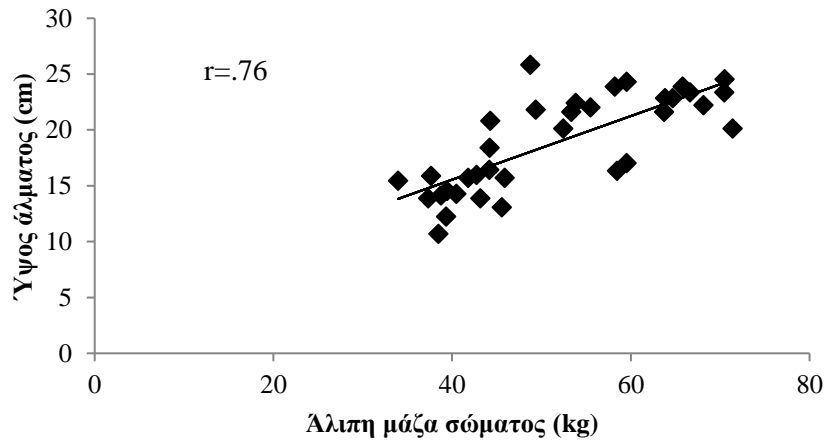
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με την μέγιστη ισομετρική δύναμη



Η συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος παρέμεινε θετική, υψηλή και όταν το κατακόρυφο άλμα εκτελέστηκε με επιπλέον φορτίο +10% ( $r=.76$ ,  $p<.05$ ), +20% ( $r=.72$ ,  $p<.05$ ), +30% ( $r=.71$ ,  $p<.05$ ) του σωματικού βάρους (Σχήμα 16, 17 και 18)

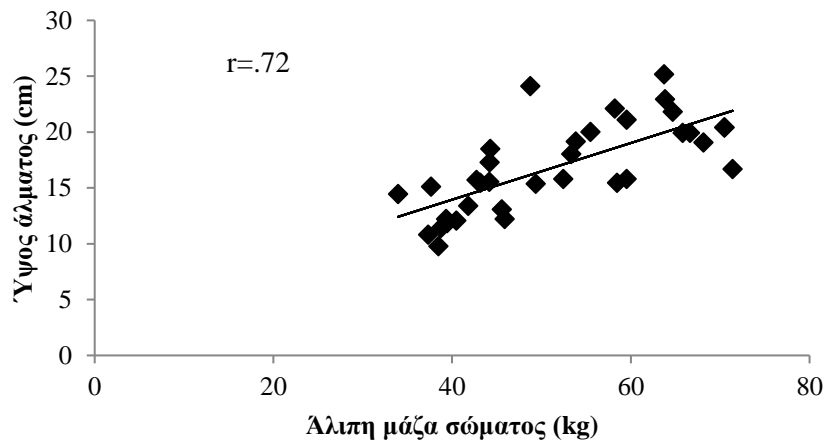
### Σχήμα 16

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον φορτίο +10% σωματικού βάρους και άλιπη μάζα σώματος



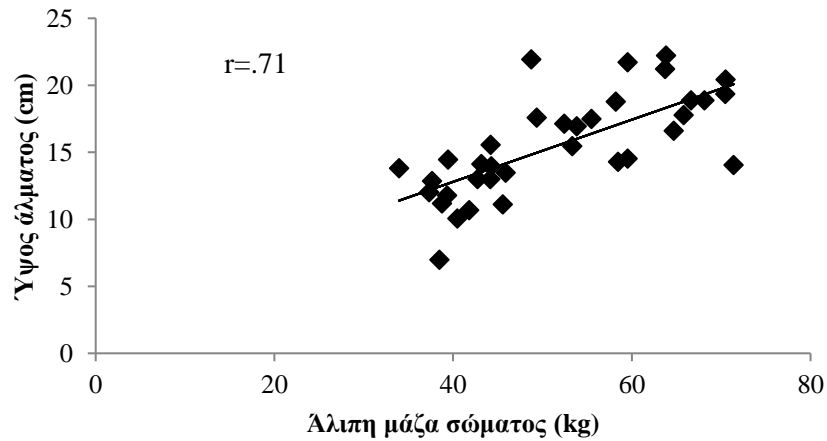
### Σχήμα 17

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον φορτίο +20% σωματικού βάρους και άλιπη μάζα σώματος



### Σχήμα 18

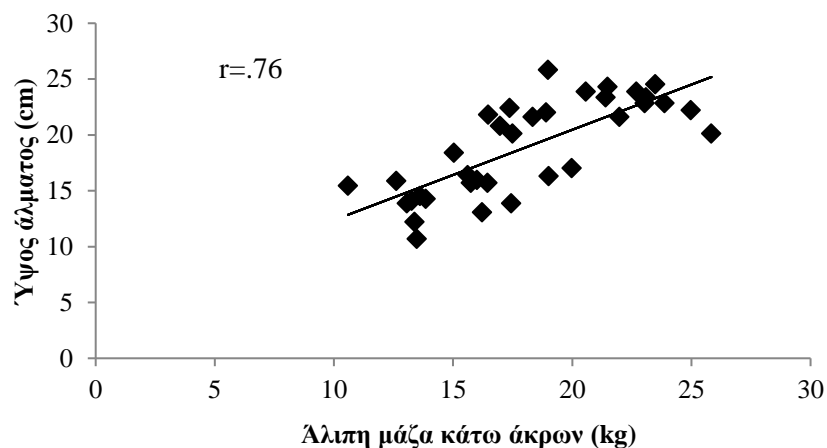
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον φορτίο +30% σωματικού βάρους και άλιπη μάζα σώματος



Γεγονός που παρατηρήθηκε και με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων +10% ( $r=0.76$ ,  $p<0.05$ ) +20% ( $r=0.74$ ,  $p<0.05$ ), +30% ( $r=0.70$ ,  $p<0.05$ ). Οι παραπάνω συσχετίσεις σχετικά με την επίδοση του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με την άλιπη μάζα σώματος και με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων παρουσιάζονται ως στατιστικά σημαντικές (Σχήμα 19, 20 και 21).

### Σχήμα 19

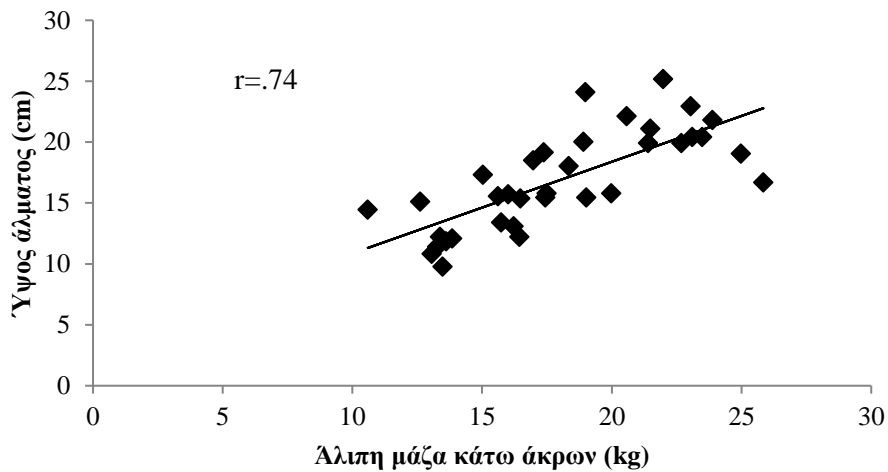
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον φορτίο +10% σωματικού βάρους και άλιπη μάζα κάτω άκρων





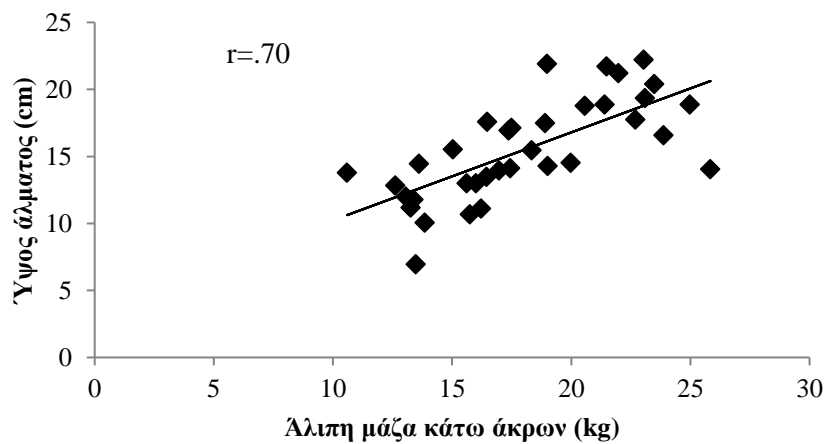
### Σχήμα 20

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον φορτίο +20% σωματικού βάρους και άλιπη μάζα κάτω άκρων



### Σχήμα 21

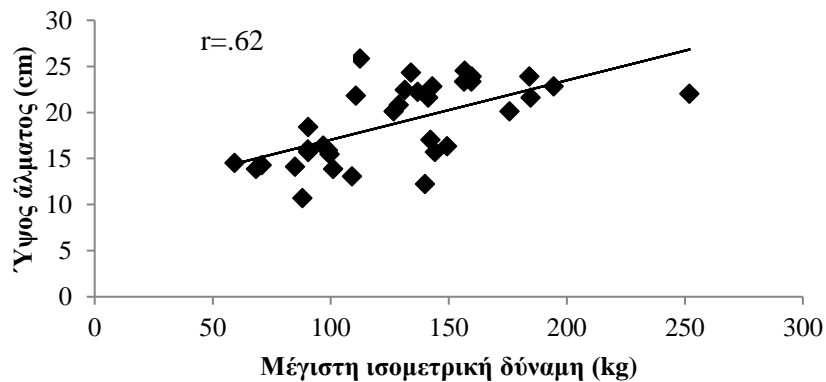
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον φορτίο +30% σωματικού βάρους και άλιπη μάζα κάτω άκρων



Επίσης η μέγιστη ισομετρική δύναμη είχε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με το κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα με επιπλέον φορτίο +10% του σωματικού βάρους ( $r=0.62$ ,  $p<0.05$ ) (Σχήμα 22).

### Σχήμα 22

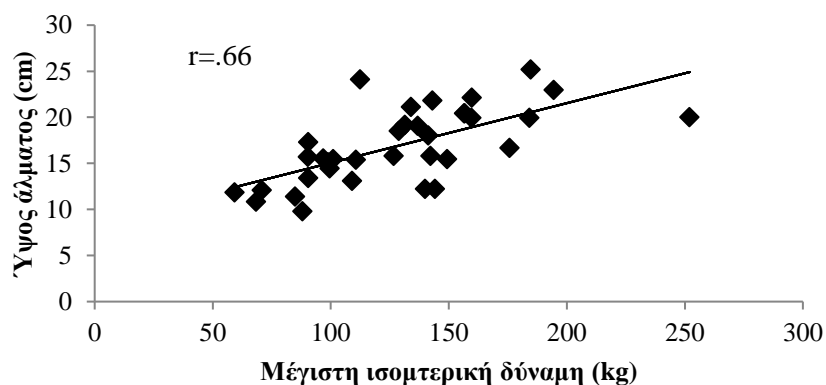
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον φορτίο +10% σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη



Παρόμοιο αποτέλεσμα εμφανίστηκε και με επιπλέον φορτίο +20% του σωματικού βάρους ( $r=0.66$ ,  $p<0.05$ ) (Σχήμα 23).

### Σχήμα 23

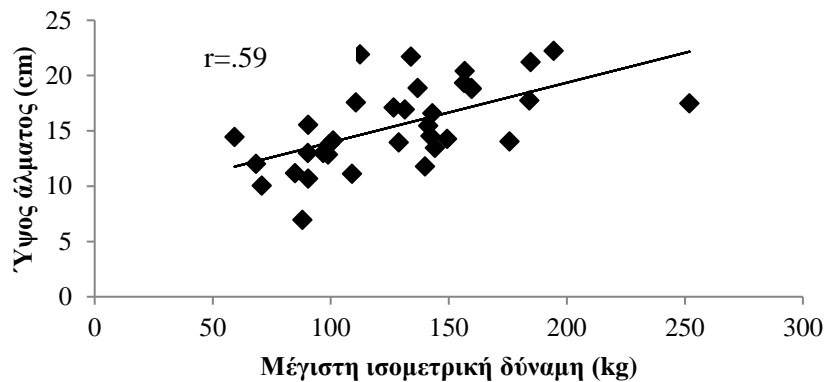
Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος με επιπλέον φορτίο +20% σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη



Επίσης, και με υψηλότερο φορτίο +30% του σωματικού βάρους η συσχέτιση ήταν θετική και οριακά στατιστικά σημαντική ( $r=0.59$ ,  $p<0.05$ ) (Σχήμα 24).

## Σχήμα 24

Συσχέτιση κατακόρυφου άλματος από θέση ημικάθισματος με επιπλέον φορτίο +30% σωματικού βάρους με την μέγιστη ισομετρική δύναμη



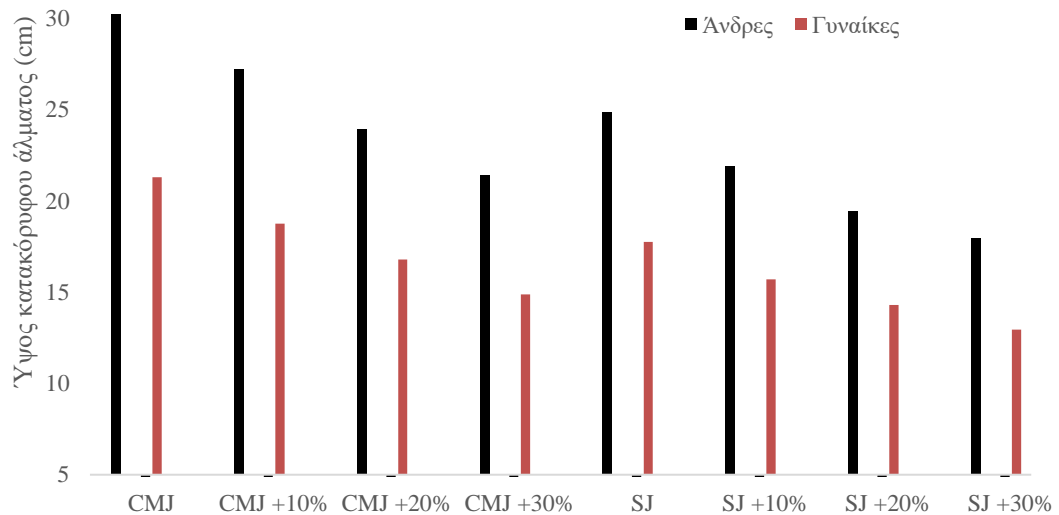
### Επίδοση Κατακόρυφου Άλματος Αντίθετης Κίνησης και Κατακόρυφο Άλματος από Θέση Ημικάθισματος (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) σε Άνδρες και Γυναίκες

Στη συνέχεια, οι άνδρες είχαν υψηλότερη επίδοση από τις γυναίκες τόσο στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης (Σχήμα 25) ( $30.23 \pm 3.57$  εκ. &  $21.29 \pm 3.80$  εκ.,  $p < .05$ ), όσο και στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (SJ) ( $24.85 \pm 3.72$  εκ. &  $17.76 \pm 3.96$  εκ.,  $p < .05$ ) χωρίς επιπλέον φορτίο. Αντίστοιχα, στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +10% σωματικού βάρους οι άνδρες είχαν πάλι μεγαλύτερη επίδοση ως προς το ύψος άλματος ( $27.19 \pm 3.63$  εκ. &  $18.76 \pm 3.42$  εκ.,  $p < .05$ ). Μεγαλύτερη επίδοση των ανδρών διατηρήθηκε και στο φορτίο +20% του σωματικού βάρους ( $23.95 \pm 3.20$  εκ. &  $16.80 \pm 3.14$  εκ.,  $p < .05$ ) και στο φορτίο +30% του σωματικού βάρους ( $21.40 \pm 2.91$  εκ. &  $14.88 \pm 2.84$  εκ.,  $p < .05$ ). Παρόμοια και στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα με πρόσθετο φορτίο +10% ( $21.91 \pm 2.28$  εκ. &  $15.71 \pm 3.48$  εκ.,  $p < .05$ ), +20% ( $19.41 \pm 2.79$  εκ. &  $14.30 \pm 3.46$  εκ.,  $p < .05$ ), +30% ( $17.96 \pm 2.47$  εκ. &  $12.94 \pm 3.07$  εκ.,  $p < .05$ ), οι άνδρες είχαν υψηλότερη επίδοση από τις γυναίκες. Τα παραπάνω έρχονται και συμφωνία με το γεγονός ότι άτομα με μεγαλύτερη μυϊκή μάζα μπορούν να πετύχουν και μεγαλύτερο ύψος άλματος στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης και από ημικάθισμα.

## Σχήμα 25

Επίδοση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης (CMJ) και κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος (SJ) χωρίς και με επιπλέον εξωτερικό φορτίο σε άνδρες και γυναίκες

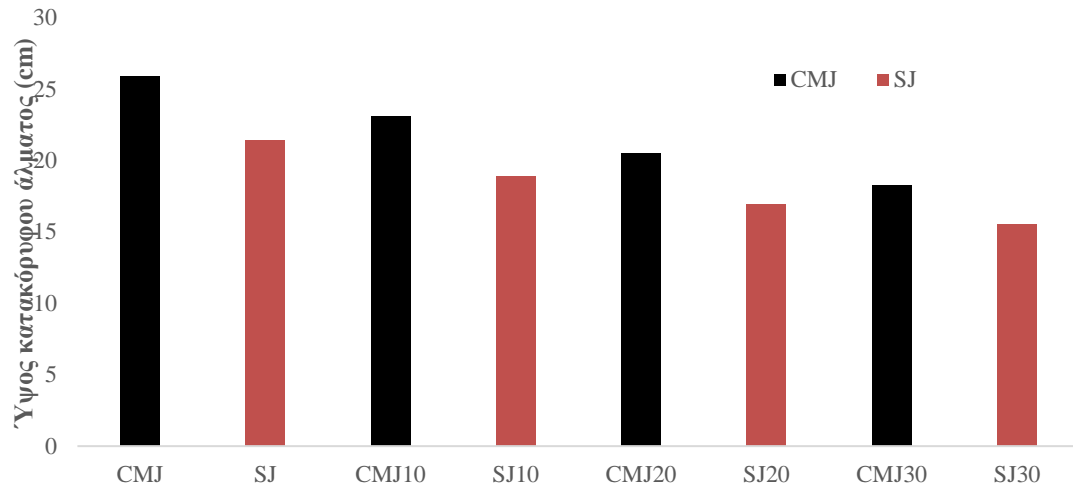
35



Στο σύνολο των δοκιμαζόμενων, στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης καταγράφηκαν υψηλότερες επιδόσεις ως προς το ύψος τόσο χωρίς ( $30.23 \pm 3.57$  εκ. &  $24.81 \pm 3.72$  εκ.,  $p < .05$ ) όσο και με επιπλέον φορτίο (Σχήμα 26). Αναλυτικά με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% του σωματικού βάρους οι επιδόσεις ήταν οι εξής ( $27.19 \pm 3.63$  εκ. &  $21.91 \pm 2.28$  εκ.,  $p < .05$ ) με το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης να παρουσιάζει υψηλότερες επιδόσεις. Επίσης με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +20% του σωματικού βάρους ( $23.91 \pm 3.2$  εκ. &  $19.41 \pm 2.79$  εκ.,  $p < .05$ ) και με +30% του σωματικού βάρους ( $21.4 \pm 2.91$  εκ. &  $17.96 \pm 2.46$  εκ.,  $p < .05$ ). Η επίδοση στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης ήταν στατιστικά σημαντικά πιο υψηλή από την επίδοση στο κατακόρυφο άλμα από θέση ημικαθίσματος τόσο χωρίς όσο και με επιπλέον εξωτερικό φορτίο.

## Σχήμα 26

Επίδοση κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης (CMJ) και κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος (SJ) χωρίς και με επιπλέον εξωτερικό φορτίο

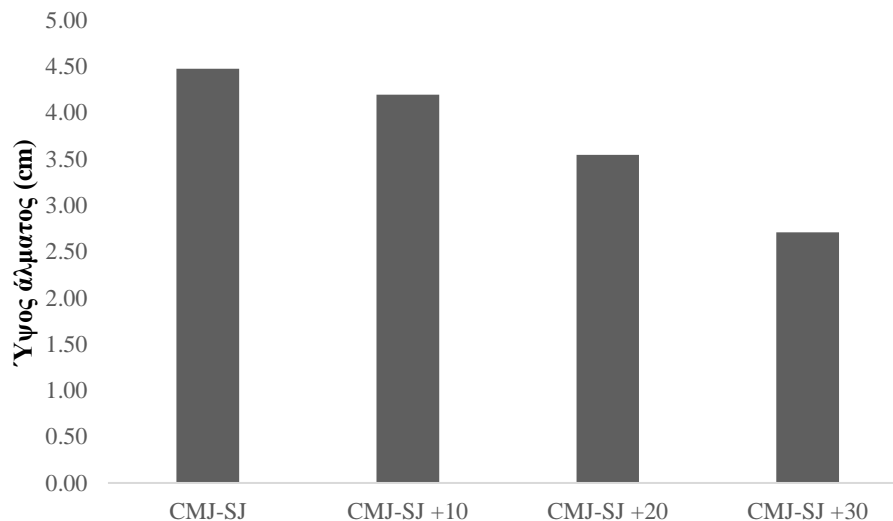


### Διαφορά Επίδοσης μεταξύ Κατακόρυφου Άλματος Αντίθετης Κίνησης και Κατακόρυφου Άλματος από Θέση Ημικαθίσματος

Επιπλέον στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκε η διαφορά μεταξύ του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και του κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος. Παρατηρήθηκε ότι η διαφορά της επίδοσης μεταξύ των δύο αλμάτων μειωνόταν όσο το φορτίο αυξανόταν. Πιο συγκεκριμένα, η διαφορά μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με το κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα παρουσίασε παρόμοια διαφορά τόσο χωρίς φορτίο όσο και με επιπλέον φορτίο +10% του σωματικού βάρους ( $4.48 \pm 3.24$  εκ. &  $4.20 \pm 2.79$  εκ.). Στη συνέχεια η διαφορά μειώθηκε σημαντικά με την προσθήκη φορτίου +20% του σωματικού βάρους ( $3.55 \pm 2.16$  εκ.) και μειώθηκε έτι περαιτέρω όταν φορτίο ανήλθε στο +30% του σωματικό βάρους ( $2.71 \pm 1.97$  εκ.) (Σχήμα 27).

### Σχήμα 27

Διαφορά επίδοσης μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από θέση ημικάθισματος (CMJ-SJ)

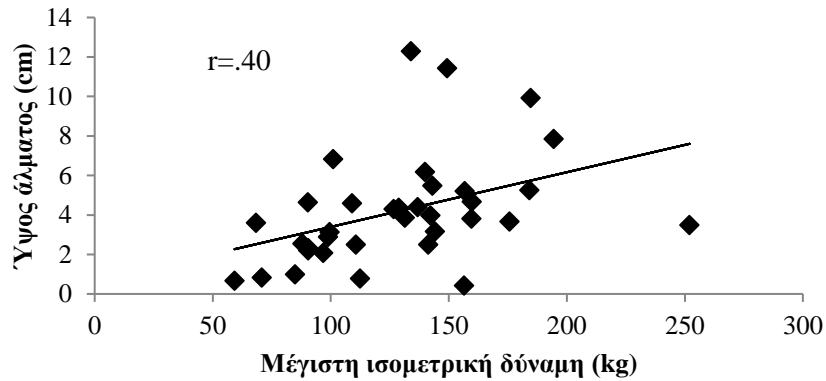


### Συσχέτιση Διαφοράς της Επίδοσης μεταξύ Κατακόρυφου Άλματος Αντίθετης Κίνησης και Κατακόρυφου Άλματος από Ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την Άλιπη Μάζα Σώματος, την Άλιπη Μάζα των Κάτω Άκρων και την Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη

Συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ της διαφοράς των αλμάτων (CMJ-SJ) χωρίς επιπλέον φορτίο και της άλιπης μάζας σώματος ( $r=.30$ ,  $p>.05$ ), της άλιπης μάζας των κάτω άκρων ( $r=.32$ ,  $p>.05$ ) και της μέγιστης ισομετρικής δύναμης ( $r=.17$ ,  $p>.05$ ) παρουσίασαν θετικές συσχετίσεις αλλά στατιστικά σημαντικές. Ωστόσο, όταν προστέθηκε επιπλέον φορτίο (+10% του σωματικού βάρους), η διαφορά μεταξύ του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με το κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα παρουσίασε θετικές συσχετίσεις οριακά σημαντικές με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.36$ ) και την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=.38$ ,  $p<.05$ ). Το ίδιο συνέβη και με την μέγιστη ισομετρική δύναμη των κάτω άκρων, καθώς η θετική αυτή συσχέτιση που παρουσιάστηκε ήταν στατιστικά σημαντική ( $r=.40$ ,  $p<.05$ ) (Σχήμα 28).

### Σχήμα 28

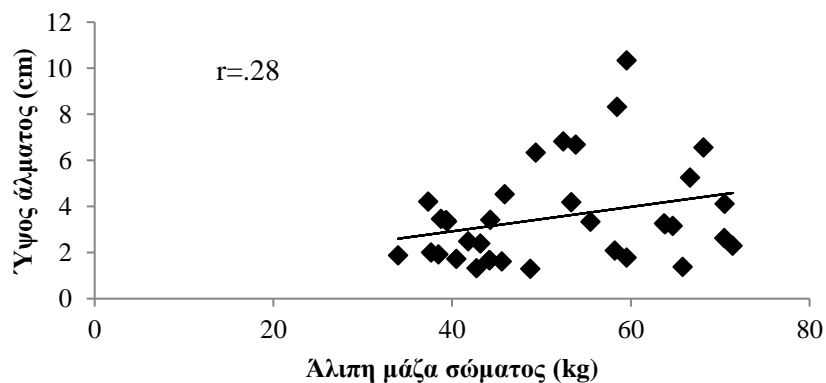
Συσχέτιση CMJ-SJ +10% με την μέγιστη ισομετρική δύναμη



Στα κατακόρυφα άλματα με φορτίο +20% σωματικού βάρους οι συσχετίσεις ανάμεσα στην διαφορά του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=0.28$ ,  $p<0.05$ ) και την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=0.22$ ,  $p<0.05$ ) παρέμειναν θετικές και στατιστικά σημαντικές (Σχήμα 29 και 30). Ενώ η μέγιστη ισομετρική δύναμη σχετίζεται αμελητέα με την διαφορά του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα ( $r=0.15$ ,  $p>0.05$ ).

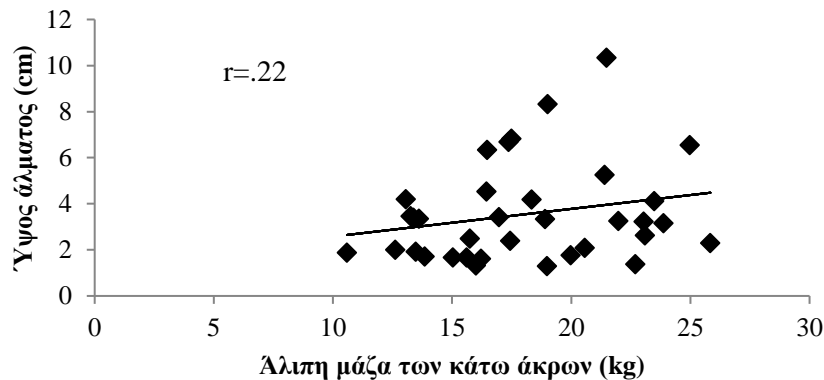
### Σχήμα 29

Συσχέτιση μεταξύ CMJ-SJ +20% με την άλιπη μάζα σώματος



### Σχήμα 30

Συσχέτιση μεταξύ CMJ-SJ +20% με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων



Όμοια, η διαφορά των δύο άλμάτων (CMJ-SJ) με επιπλέον φορτίο +30% του σωματικού βάρους παρουσίασε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.35$ ,  $p<.05$ ), την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=.37$ ,  $p>.05$ ) και την μέγιστη ισομετρική δύναμη των κάτω άκρων ( $r=.38$ ,  $p<.05$ ).

### Συσχέτιση Κατακόρυφου Άλματος Αντίθετης Κίνησης (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την Άλιπη Μάζα Σώματος, την Άλιπη Μάζα Κάτω Άκρων και την Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη σε Άνδρες και Γυναίκες

Ακόμα, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις και ως προς το φύλο. Αναλυτικά στους άνδρες το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης παρουσίασε θετική συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.22$ ,  $p>.05$ ), η οποία ωστόσο δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Σε αντίθεση με τις γυναίκες που εμφάνισαν θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $r=.48$ ,  $p<.05$ ). Ομοίως, θετική αλλά όχι στατιστικά σημαντική συσχέτιση είχαν οι άνδρες μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=.27$ ,  $p>.05$ ), ενώ στις γυναίκες ήταν στατιστικά σημαντική ( $r=.50$ ,  $p<.05$ ). Ανάλογα αποτελέσματα εμφανίστηκαν και στη συσχέτιση μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με την μέγιστη ισομετρική δύναμη, όπου στους άνδρες υπήρχε ήπια θετική συσχέτιση ( $r=.03$ ,  $p>.05$ ), ενώ στις γυναίκες ήταν θετική και στατιστικά σημαντική ( $r=.52$ ,  $p<.05$ ). Το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης στους άνδρες που εκτελέσθηκε με επιπλέον φορτίο +10% του σωματικού τους βάρους είχε εξίσου θετική αλλά όχι σημαντική στατιστικά συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.17$ ,  $p>.05$ ), την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=.26$ ,  $p>.05$ ) και την μέγιστη ισομετρική δύναμη ( $r=.12$ ,  $p>.05$ ). Αντίθετα οι γυναίκες παρουσίασαν θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με επιπλέον φορτίο +10% του σωματικού τους βάρους με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.60$ ,  $p<.05$ ), των κάτω άκρων ( $r=.66$ ,  $p<.05$ ) και την μέγιστη ισομετρική δύναμη ( $r=.51$ ,  $p<.05$ ). Επιπλέον, παρουσιάστηκαν ήπια θετικές συσχετίσεις στους άνδρες όταν το φορτίο αυξήθηκε +20% του σωματικού βάρους με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.03$ ,  $p>.05$ ) και την άλιπη μάζα των κάτω



άκρων ( $r=.09$ ,  $p>.05$ ), ενώ η μέγιστη ισομετρική δύναμη είχε ήπια αρνητική συσχέτιση ( $r=.00$ ,  $p>.05$ ). Αντίστοιχα με επιπλέον φορτίο +30% του σωματικού βάρους οι συσχετίσεις ήταν πιο ισχυρές αλλά όχι σημαντικές με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.24$ ,  $p>.05$ ), την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=.30$ ,  $p>.05$ ) και την μέγιστη ισομετρική δύναμη ( $r=.22$ ,  $p>.05$ ). Οι γυναίκες τόσο στο επιπλέον φορτίο +20% του σωματικού βάρους, όσο και στο +30% του σωματικού βάρους είχαν θετικές και στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.60$  &  $.56$ ,  $p<.05$ ), την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=.64$  &  $.59$ ,  $p<.05$ ) και την μέγιστη ισομετρική δύναμη ( $r=.40$  &  $.36$ ,  $p<.05$ ).

### **Συσχέτιση Κατακόρυφου Άλματος από Ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την Άλιπη Μάζα Σώματος, την Άλιπη Μάζα Κάτω Άκρων και την Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη σε Άνδρες και Γυναίκες**

Περίπου παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν με το κατακόρυφο άλμα από θέση ημικάθισματος χωρίς επιπλέον φορτίο, όπου στους άνδρες παρουσιάστηκε αρνητική και μη σημαντική συσχέτιση τόσο με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=-.06$ ,  $p>.05$ ), όσο και με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=-.05$ ,  $p>.05$ ). Οι γυναίκες ωστόσο εμφάνισαν θετικές και σημαντικές συσχετίσεις ( $r=.68$ ,  $p<.05$ ) και ( $r=.61$ ,  $p<.05$ ). Ενώ και η μέγιστη ισομετρική δύναμη είχε θετική αλλά στατιστικά μη σημαντική συσχέτιση ( $r=.25$ ,  $p>.05$ ) στους άνδρες, ενώ στις γυναίκες ήταν θετική και σημαντική ( $r=.30$ ,  $p>.05$ ). Ωστόσο, στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% του σωματικού βάρους στους άνδρες, είχε θετική και μη σημαντική στατιστικά συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.27$ ,  $p>.05$ ), είχε όμως θετική και στατιστικά σημαντική με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=.30$ ,  $p>.05$ ). Οι γυναίκες παρουσίασαν θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση και με τις δύο παραπάνω μεταβλητές ( $r=.58$ ,  $p<.05$ ) και ( $r=.57$ ,  $p<.05$ ). Η μέγιστη ισομετρική δύναμη είχε θετική συσχέτιση αλλά όχι σημαντική με το κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% του σωματικού βάρους και στους άνδρες ( $r=.12$ ,  $p>.05$ ) και στις γυναίκες ( $r=.23$ ,  $p>.05$ ). Ενδιαφέρον έχουν οι συσχετίσεις που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με επιπλέον φορτίο +20% του σωματικού βάρους και της άλιπης μάζας σώματος, της άλιπης μάζας των κάτω άκρων και της μέγιστης ισομετρικής δύναμης σε άνδρες και γυναίκες. Στους άνδρες υπήρξαν θετικές συσχετίσεις με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.37$ ,  $p>.05$ ), την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=.43$ ,  $p<.05$ ) και την μέγιστη ισομετρική δύναμη ( $r=.43$ ,  $p<.05$ ). Αλλά στατιστικά σημαντικές ήταν η συσχέτιση με άλιπη μάζα των κάτω άκρων και η μέγιστη ισομετρική δύναμη. Ωστόσο, με το φορτίο αυξημένο στο 30% του σωματικού βάρους δεν υπήρξε στατιστική σημαντικότητα αντίστοιχα στις παραπάνω μεταβλητές ( $r=.24$ ,  $p>.05$ ), ( $r=.24$ ,  $p>.05$ ) και ( $r=.17$ ,  $p>.05$ ). Από την άλλη πλευρά στις γυναίκες υπήρξαν θετικές και στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με επιπλέον φορτίο +20% και +30% του σωματικού βάρους και της άλιπης μάζας σώματος ( $r=.60$  &  $.50$ ,  $p<.05$ ) και της άλιπης μάζας των κάτω άκρων ( $r=.62$  &  $.49$ ,  $p<.05$ ), ενώ η μέγιστη ισομετρική δύναμη εμφάνισε θετική συσχέτιση αλλά όχι στατιστικά σημαντική ( $r=.30$  &  $.21$ ,  $p>.05$ ).

**Συσχέτιση μεταξύ της Διαφοράς της Επίδοσης του Κατακόρυφου Άλματος Αντίθετης Κίνησης και Κατακόρυφου Άλματος από Ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την Άλιπη Μάζα Σώματος, την Άλιπη Μάζα Κάτω Άκρων και την Μέγιστη Ισομετρική Δύναμη σε Άνδρες και Γυναίκες**

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν συσχετίσεις μεταξύ της διαφοράς των δύο κατακόρυφων αλμάτων που εκτελέστηκαν χωρίς και με επιπλέον εξωτερικό φορτίο. Συγκεκριμένα η διαφορά του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα χωρίς επιπλέον φορτίο στους άνδρες παρουσίασε θετική αλλά όχι σημαντική συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=.27, p>.05$ ) και την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=.32, p>.05$ ), ενώ η μέγιστη ισομετρική δύναμη συσχετίστηκε αρνητικά και όχι στατιστικά σημαντικά ( $r=-.22, p>.05$ ). Στις γυναίκες οι παραπάνω συσχετίσεις ήταν αντίστροφες, καθώς η διαφορά του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα χωρίς επιπλέον φορτίο παρουσίασε αρνητική αλλά όχι σημαντική συσχέτιση με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=-.36, p>.05$ ) και την άλιπη μάζα των κάτω άκρων ( $r=-.20, p>.05$ ), ενώ η μέγιστη ισομετρική δύναμη συσχετίστηκε θετικά και όχι στατιστικά σημαντικά ( $r=.31, p>.05$ ). Στην διαφορά μεταξύ του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης με του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα με επιπλέον φορτίο +10% του σωματικού βάρους οι συσχετίσεις των μεταβλητών της άλιπης μάζας σώματος, της άλιπης μάζας των κάτω άκρων και της μέγιστης ισομετρικής δύναμης ήταν θετικές και στους άνδρες ( $r=.00, .08, .04, p>.05$ ) και τις γυναίκες ( $r=.02, .15, .50, p>.05$ ) όχι όμως στατιστικά σημαντικές. Παρόλα αυτά, η διαφορά των δύο αλμάτων με επιπλέον φορτίο +20% του σωματικού βάρους παρουσίασε αρνητικές συσχετίσεις σε άνδρες και γυναίκες με την άλιπη μάζα σώματος ( $r=-.37$  &  $-.17, p>.05$ ) και με την άλιπη μάζα κάτω άκρων ( $r=-.36$  &  $-.14, p>.05$ ), ενώ με την μέγιστη ισομετρική δύναμη αρνητική συσχέτιση εμφανίστηκε μόνο στους άνδρες ( $r=-.49, p<.05$ ). Αντίθετα στις γυναίκες η συσχέτιση αυτή ήταν θετική ( $r=.20, p>.05$ ). Οι συσχετίσεις αυτές ως προς την διαφορά της επίδοσης (ύψος άλματος) στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης και κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα με επιπλέον φορτίο +20% του σωματικού βάρους δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Τέλος, οι αρνητικές συσχετίσεις που παρατηρήθηκαν στη διαφορά με επιπλέον φορτίο +20% του σωματικού βάρους δεν διατηρήθηκαν όταν αυξήθηκε το εξωτερικό φορτίο σε +30% του σωματικού βάρους. Οι συσχετίσεις με +30% εξωτερικό φορτίο ήταν θετικές αλλά όχι στατιστικά σημαντικές και στους άνδρες και στις γυναίκες. Αναλυτικά στην άλιπη μάζα σώματος η συσχέτιση στους άνδρες ήταν ( $r=.04, p>.05$ ) και στις γυναίκες ( $r=.03, p>.05$ ) και στην άλιπη μάζα των κάτω άκρων ήταν στους άνδρες ( $r=.11, p>.05$ ) και στις γυναίκες ( $r=.10, p>.05$ ). Αντίστοιχα, η συσχέτιση με την μέγιστη ισομετρική δύναμη ήταν για τους άνδρες και ( $r=.11, p>.05$ ) για τις γυναίκες ( $r=.23, p>.05$ ).

## Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της διαφοράς άλματος αντίθετης κίνησης και άλμα από ημικάθισμα (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με τη μέγιστη δύναμη και την άλιπη σωματική μάζα, σε νεαρά άτομα με διαφορετικό προπονητικό υπόβαθρο. Το κύριο εύρημα της μελέτης είναι ότι στο σύνολο των δοκιμαζόμενων η διαφορά της επίδοσης μεταξύ του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και του κατακόρυφου άλματος από θέση ημικάθισματος είχε θετική συσχέτιση αλλά μη στατιστικά σημαντική με την συνολική άλιπη μάζα σώματος και με την άλιπη μάζα των κάτω άκρων χωρίς και με επιπλέον εξωτερικό φορτίο κατά την εκτέλεση των αλμάτων +10%,+20%,+30% του σωματικού τους βάρους. Αυτό δεν επιβεβαιώνει την υπόθεση ότι αθλητές/ασκούμενοι με μεγαλύτερη μυϊκή μάζα θα έχουν μεγαλύτερη διαφορά στην επίδοση μεταξύ του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και του κατακόρυφου άλματος από θέση ημικάθισματος. Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι πέρα από την χρήση του κύκλου διάτασης – βράχυνσης (Komi & Bosco, 1978) κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης, η άλιπη μάζα σώματος αλλά και η άλιπη μάζα των κάτω άκρων δεν φαίνεται να επηρεάζει άμεσα την διαφορά στην επίδοση των δύο αλμάτων. Το γεγονός ότι άτομα με μεγαλύτερη μυϊκή μάζα μπορούν να παράγουν μεγαλύτερη μυϊκή ισχύς, άρα και καλύτερη επίδοση στο κατακόρυφο άλμα είναι γνωστό αλλά δεν επιβεβαιώθηκε στην παρούσα μελέτη. Συγκεκριμένα, στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης η μετάβαση από την προς τα κάτω κίνηση στην ώθηση του σώματος προς την απογείωση απαιτεί ταχεία μετάβαση από την έκκεντρη στην μειομετρική φάση της μυϊκής δράσης. Αυτό απαιτεί υψηλή ικανότητα παραγωγής μυϊκής δύναμης και ισχύος (Ćorić et al., 2014· Harrison et al., 2013· Sattler et al., 2016).

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί πως η διαφορά στην επίδοση των αλμάτων ήταν παρόμοια χωρίς και +10% του σωματικού βάρους επιπλέον εξωτερικό φορτίο. Σε υψηλότερα εξωτερικά φορτία όπως +20% του σωματικού βάρους η διαφορά στην επίδοση των αλμάτων μειώθηκε, ενώ μειώθηκε σημαντικά με +30% εξωτερικό φορτίο. Αναλυτικά, η διαφορά στην επίδοση των αλμάτων με εξωτερικό φορτίο +30% του σωματικού βάρους ήταν -39,51% χαμηλότερη από εκείνη χωρίς εξωτερική αντίσταση. Τα παραπάνω υποδεικνύουν ότι η διαφορά στην επίδοση με τα υψηλότερα φορτία μειώθηκε, καθώς η επίδοση στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα δεν μειώθηκε στον ίδιο βαθμό που μειώθηκε το κατακόρυφο άλμα αντίθετη κίνησης. Πιθανόν αυτό να συνέβη, διότι η μυϊκή χαλαρότητα (muscle slack) στην αρχή εκτέλεσης του άλματος από ημικάθισμα να ήταν μειωμένη (Kozinc et al., 2021). Όπως έχει αναφερθεί από παλαιότερες μελέτες η χρήση εξωτερικών φορτίων μειώνει το φαινόμενο της μυϊκής χαλαρότητας, διότι είναι πιθανόν να προκαλείται προενεργοποίηση του νευρομυϊκού συστήματος και προδιάταση των ελαστικών στοιχείων του μυός πριν την έναρξη της κίνησης (Van hooren & Bosch, 2016). Ακόμα, φαίνεται πως από όταν προστίθεται υψηλό εξωτερικό φορτίο, το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης δεν επωφελείται από τον κύκλο διάτασης – βράχυνσης. Πιθανόν, να

απαιτείται υψηλότερη μυϊκή δύναμη και μεγαλύτερη μυϊκή μάζα για να εφαρμοστούν μέγιστες δυνάμεις για την μετάβαση από την έκκεντρη στην μειομετρική φάση του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης (CMJ) όταν υπάρχει εξωτερική αντίσταση.

Η μέγιστη ισομετρική δύναμη είχε στατιστικά σημαντική και θετική συσχέτιση μόνο στην διαφορά της επίδοσης των αλμάτων με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% και +30% του σωματικού βάρους. Στη διαφορά της επίδοσης των αλμάτων χωρίς αλλά και με επιπλέον φορτίο +20% του σωματικού βάρους υπήρχε ήπια συσχέτιση όμως δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Το γεγονός ότι παρουσιάστηκε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση με την διαφορά στην επίδοση των αλμάτων με εξωτερικό φορτίο +30% του σωματικού βάρους ίσως υποδεικνύει ότι δυνατότεροι ασκούμενοι/αθλητές αυξάνουν την διαφορά στην επίδοση των δύο αλμάτων. Και αυτό διότι το φορτίο +30% του σωματικού βάρους είναι υψηλό φορτίο και απαιτεί μέγιστες δυνάμεις για την απογείωση προς τα επάνω στο κατακόρυφο άλμα. Ενδεχομένως η απουσία εξοικείωσης με την δοκιμασία της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς να εξηγεί την απουσία στατιστικής σημαντικότητας με την διαφορά στην επίδοση των αλμάτων χωρίς αλλά και με εξωτερικό φορτίο +20% του σωματικού βάρους. Άλλωστε είναι γνωστό πως η δοκιμασία της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς έχει αποδειχθεί πως έχει υψηλή συσχέτιση τόσο με το κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης όσο και με το κατακόρυφο άλμα από θέση ημικαθίσματος (Comfort et al., 2018). Επιπρόσθετα, η άλιπη μάζα σώματος, η οποία παρουσίασε θετική συσχέτιση και στατιστικά σημαντική με την διαφορά των αλμάτων με επιπλέον εξωτερικό φορτίο, έχει αποδειχθεί πως έχει υψηλή συσχέτιση με την δοκιμασία της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς (Wang et al., 2016). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν επιβεβαιώνουν πλήρως την υπόθεση πως δυνατότεροι αθλητές/ασκούμενοι θα έχουν μεγαλύτερη διαφορά στην επίδοση μεταξύ του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και του κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος. Επίσης, δεν επιβεβαιώνει πλήρως και την μελέτη των Thomas et al. (2015), που υποστήριξε ότι οι «δυνατοί» στην δοκιμασία της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς δεν έχουν υψηλότερη επίδοση είτε στο κατακόρυφο άλμα αντίθετης κίνησης, είτε στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα από τους «αδύνατους».

Από την άλλη πλευρά οι αναλύσεις που έγιναν ξεχωριστά σε άνδρες και γυναίκες παρουσίασαν ήπιες συσχετίσεις που δεν ήταν στατιστικά σημαντικές σε καμία από τις παραμέτρους που εξετάστηκαν. Άρα, ενώ στο σύνολο των δοκιμαζόμενων παρουσιάστηκαν μέτριες αλλά στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις στη διαφορά της επίδοσης των αλμάτων με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10%, +20%, +30% του σωματικού βάρους, οι αναλύσεις με βάση το φύλο δεν εμφάνισαν καμία στατιστική σημαντικότητα ως προς τη διαφορά στην επίδοση των αλμάτων (χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση) με την συνολική άλιπη μάζα σώματος, την άλιπη μάζα των κάτω άκρων και την μέγιστη ισομετρική δύναμη. Πιθανόν, τα παραπάνω να οφείλονται στην ποσότητα των δοκιμαζόμενων, στην απουσία εξοικείωσής με τις δοκιμασίες της ισομετρικής έλξης μπάρας από τους μηρούς και του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα.

Με βάση τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι η διαφορά μεταξύ του κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα χωρίς και με επιπλέον εξωτερική επιβάρυνση δεν είναι εφικτό να εξηγηθεί με βεβαιότητα από την συνολική άλιπη μάζα σώματος, την άλιπη μάζα των κάτω άκρων και την μέγιστη ισομετρική δύναμη. Αφού η άλιπη μάζα σώματος και των κάτω άκρων παρουσίασε θετικές και στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις μόνο στην διαφορά επίδοσης των αλμάτων με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10%, +20%, +30% του σωματικού βάρους στο σύνολο των δοκιμαζόμενων. Αντίστοιχα η μέγιστη ισομετρική δύναμη εμφάνισε θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της διαφοράς της επίδοσης των αλμάτων με επιπλέον εξωτερικό φορτίο +10% και +30% του σωματικού βάρους στο σύνολο των δοκιμαζόμενων. Αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν με βάση το φύλο δεν έδειξαν στατικά σημαντικές συσχετίσεις. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με την πλειοψηφία των ερευνητών που υποστηρίζουν ότι η διαφορά μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα οφείλεται κυρίως στον μηχανισμό του κύκλου διάτασης βράχυνσης (Komi & Bosco, 1978· McGuigan et al., 2006), ωστόσο υποδεικνύουν πως πιθανόν αθλητές/ασκούμενοι με μεγαλύτερη μυϊκή μάζα και μέγιστη δύναμη μπορούν να αυξήσουν περαιτέρω την διαφορά μεταξύ κατακόρυφου άλματος αντίθετης κίνησης και κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα χωρίς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση. Άρα, όσο μεγαλύτερη διαφορά στην επίδοση των δύο αλμάτων τόσο καλύτερη αθλητική απόδοση λόγω της υψηλής παραγωγής μυϊκής ισχύος.



### Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Aagaard P., Simonsen, E., B., Andersen, J., L., Magnusson, P., & Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93, 1318–1326.
- Aagaard, P., Andersen, J. L., Dyhre-Poulsen, P., Leffers, A. M., Wagner, A., Magnusson, S. P., ... & Simonsen, E. B. (2001). A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: changes in muscle architecture. *The journal of Physiology*, 534(2), 613-623.
- Alcazar, J., Guadalupe-Grau, A., García-García, F. J., Ara, I., & Alegre, L. M. (2018). Skeletal muscle power measurement in older people: a systematic review of testing protocols and adverse events. *The Journals of Gerontology: Series A*, 73(7), 914-924.
- Beckham, G., Mizuguchi, S., Carter, C., Sato, K., Ramsey, M., Lamont, H., ... & Stone, M. (2013). Relationships of isometric mid-thigh pull variables to weightlifting performance. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(5), 573-581.
- Blazevich, A. J., Cannavan, D., Coleman, D. R., & Horne, S. (2007). Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human quadriceps muscles. *Journal of Applied Physiology*.
- Blazevich, A. J., Gill, N. D., Bronks, R., & Newton, R. U. (2003). Training-specific muscle architecture adaptation after 5-wk training in athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(12), 2013-2022.
- Bobbert, M. F., & Casius, L. J. R. (2005). Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 208, 440-6.
- Bobbert, M. F., & van Zandwijk, J. P. (1999). Sensitivity of vertical jumping performance to changes in muscle stimulation onset times: a simulation study. *Biological Cybernetics*, 81(2), 101-108.
- Bobbert, M. F., Gerritsen, K. G., Litjens, M. C., & Van Soest, A. J. (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height?. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1402-1412.
- Bogdanis, G., Tsoukos, A., Methenitis, S., Selima, E., Veligeas, P., & Terzis, G. (2019). Effects of low volume isometric leg press complex training at two knee angles on force-angle relationship and rate of force development. *European Journal of Sport Science*, 19(3), 345-353.
- Bosco, C. (1992). La valutazione della forza con il test di Bosco [Strength assessment with the Bosco's Test]. *Societa Sampa Sportiva, Roma*, 56-57.
- Bosco, C., Belli, A., Astrua, M., Tihanyi, J., Pozzo, R., Kellis, S., & Tranquilli, C. (1995). A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70, 379-386.
- Burke, R. E. (1981). *Handbook of Physiology: The Nervous System II*.
- Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump-and sprint performance of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2670–2676.

- CopiC, N., Dopsaj, M., IvanoviC, J., NešiC, G., & JariC, S. (2014). Body composition and muscle strength predictors of jumping performance: differences between elite female volleyball competitors and nontrained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2709-2716.
- Cormie, P., McBride, J. M., & McCaulley, G. O. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 177-186.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1—Biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41, 17-38.
- 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, 125-146.
- Enoka, R. M., & Fuglevand, A. J. (2001). Motor unit physiology: some unresolved issues. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 24(1), 4-17.
- Floría, P., & Harrison, A. J. (2013). The effect of arm action on the vertical jump performance in children and adult females. *Journal of Applied Biomechanics*, 29(6), 655-661.
- Foldvari, M., Clark, M., Laviolette, L. C., Bernstein, M. A., Kaliton, D., Castaneda, C., ... & Singh, M. A. F. (2000). Association of muscle power with functional status in community-dwelling elderly women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 55(4), M192-M199.
- Gollnick, P. D., & Bayly, W. M. (1986). Biochemical training adaptations and maximal power. *Human muscle power. Champaign (IL): Human Kinetics*, 255-267.
- Gordon, A. M., Huxley, A. F., & Julian, F. J. (1966). The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. *The Journal of Physiology*, 184(1), 170-192.
- Gordon, A. M., Huxley, A. F., & Julian, F. J. (1966). The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. *The Journal of Physiology*, 184(1), 170-192.
- Haff, G. G., Carlock, J. M., Hartman, M. J., Kilgore, J. L., Kawamori, N., Jackson, J. R., ... & Stone, M. H. (2005). Force-time curve characteristics of dynamic and isometric muscle actions of elite women olympic weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 741-748.
- Hug, F., Lacourpaille, L., Maïsetti, O., & Nordez, A. (2013). Slack length of gastrocnemius medialis and Achilles tendon occurs at different ankle angles. *Journal of Biomechanics*, 46(14), 2534-2538.
- Jiménez-Reyes, P., Samozino, P., Cuadrado-Peñafiel, V., Conceição, F., González-Badillo, J. J., & Morin, J. B. (2014). Effect of countermovement on power-force-velocity profile. *European Journal of Applied Physiology*, 114, 2281-2288.



- Kawamori, N., Rossi, S. J., Justice, B. D., Haff, E. E., Pistilli, E. E., O'BRYANT, H. S., ... & 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 & Conditioning Research*, 20(3), 483-491.
- Kitamura, K., Pereira, L. A., Kobal, R., Abad, C. C. C., Finotti, R., Nakamura, F. Y., & Loturco, I. (2017). Loaded and unloaded jump performance of top-level volleyball players from different age categories. *Biology of Sport*, 34(3), 273-278.
- Kleisouras, V. (2011). Exercise Physiology.
- Komi, P. V., & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports*, 10(4), 261-265.
- Kopper, B., Csende, Z., Sáfár, S., Hortobágyi, T., & Tihanyi, J. (2013). Muscle activation history at different vertical jumps and its influence on vertical velocity. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23(1), 132-139.
- Kozinc, Ž., Žitnik, J., Smajla, D., & Šarabon, N. (2022). The difference between squat jump and countermovement jump in 770 male and female participants from different sports. *European Journal of Sport Science*, 22(7), 985-993.
- Kraska, J. M., Ramsey, M. W., Haff, G. G., Fethke, N., Sands, W. A., Stone, M. E., & Stone, M. H. (2009). Relationship between strength characteristics and unweighted and weighted vertical jump height. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(4), 461-473.
- Krzyszowski, J., Chowning, L. D., & Harry, J. R. (2020). Phase Specific predictors of countermovement jump performance that distinguish good from poor jumpers. *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Kubo, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., & Fukunaga, T. (2000). Elastic properties of muscle-tendon complex in long-distance runners. *European Journal of Applied Physiology*, 81, 181-187.
- Kyröläinen, H., & Komi, P. V. (1994). Stretch reflex responses following mechanical stimulation in power-and endurance-trained athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 15(06), 290-294.
- Laffaye, G., Wagner, P. P., & Tomblason, T. I. L. (2014). Countermovement jump height: Gender and sport-specific differences in the force-time variables. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 1096–1105.
- MacIntosh, B. R., & Holash, R. J. (2000). Power output and force-velocity properties of muscle. *Biomechanics and biology of movement. Champaign (IL): Human Kinetics*, 193-210.
- Maffiuletti N., A., Aagaard P., Blazevich J., A., Folland J., Tillin N., & Duchateau J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *Journal of Applied Physiology*, 116(6), 1091-1116.
- Markovic, G., & Jaric, S. (2004). Movement performance and body size: The relationship for different groups of tests. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 139–149.
- Markovic, G., & Jaric, S. (2007). Is vertical jump height a body size-independent measure of muscle power? *Journal of Sports Sciences*, 25(12), 1355-1363.

- McErlain-Naylor, S., King, M., & Pain, M. T. G. (2014). Determinants of countermovement jump performance: a kinetic and kinematic analysis. *Journal of Sports Sciences*, 32(19), 1805-1812.
- McGuigan, M. R., Doyle, T. L., Newton, M., Edwards, D. J., Nimphius, S., & Newton, R. U. (2006). Eccentric utilization ratio: effect of sport and phase of training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 992-995.
- McLellan, C. P., Lovell, D. I., & Gass, G. C. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 379-385.
- Methenitis S., Terzis G., Zaras N., Stasinaki A., N., & Karandreas N. (2016). Intramuscular fiber conduction velocity, isometric force and explosive performance. *Journal of Human Kinetics*, 51, 93-101.
- Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20-31.
- Petrigna, L., Karsten, B., Marcolin, G., Paoli, A., D'Antona, G., Palma, A., & Bianco, A. (2019). A review of countermovement and squat jump testing methods in the context of public health examination in adolescence: reliability and feasibility of current testing procedures. *Frontiers in Physiology*, 10, 1384.
- Petway, A. J., Freitas, T. T., Calleja-Gonzalez, J., Medina Leal, D., & Alcaraz, P. E. (2020). Training load and match-play demands in basketball based on competition level: A systematic review. *PloS one*, 15(3), e0229212.
- Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., & Morin, J. B. (2013). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *International Journal of Sports Medicine*, 505-510.
- Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., & Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 648-658.
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A., & Morin, J. B. (2012). Optimal force-velocity profile in ballistic. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44, 313-322.
- Sargeant, A. J. (2007). Structural and functional determinants of human muscle power. *Experimental Physiology*, 92(2), 323-331.
- Sattler, T., Sekulic, D., Spasic, M., Osmankac, N., João, P. V., Dervisevic, E., & Hadzic, V. (2016). Isokinetic knee strength qualities as predictors of jumping performance in high-level volleyball athletes: multiple regression approach. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(1-2), 60-69.
- Sayers, S. P., Harackiewicz, D. V., Harman, E. A., Frykman, P. N., & Rosenstein, M. T. (1999). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(4), 572-577.

- Secomb, J. L., Farley, O. R., Lundgren, L., Tran, T. T., King, A., Nimphius, S., & Sheppard, J. M. (2015). Associations between the performance of scoring manoeuvres and lower-body strength and power in elite surfers. *International Journal of Sports Science & Coaching*, *10*(5), 911-918.
- Skelton, D. A., Greig, C. A., Davies, J. M., & Young, A. (1994). Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65–89 years. *Age and Ageing*, *23*(5), 371-377.
- Smilios, I., Sotiropoulos, K., Christou, M., Douda, H., Spaias, A., & Tokmakidis, S. P. (2013). Maximum power training load determination and its effects on load-power relationship, maximum strength, and vertical jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *27*(5), 1223-1233.
- Stasinaki N., A., Zaras N., Methenitis S., Bogdanis G., C., & Terzis G. (2019). Rate of force development and muscle architecture after fast and slow velocity eccentric training. *Sports*, *7*, 41.
- Stone, M. H., Sands, W. A., Carlock, J. O. N., Callan, S. A. M., Dickie, D. E. S., Daigle, K., ... & Hartman, M. (2004). The importance of isometric maximum strength and peak rate-of-force development in sprint cycling. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(4), 878-884.
- Terzis G., Spengos K., Methenitis S., Aagaard P., Karandreas N., & Bogdanis G. (2016). Early phase interference between low-intensity running and power training in moderately trained females. *European Journal of Applied Physiology*, *116*(5), 1063–1073.
- Thomas, C., Comfort, P., Chiang, C. Y., & Jones, P. A. (2015). Relationship between isometric mid-thigh pull variables and sprint and change of direction performance in collegiate athletes. *Journal of Trainology*, *4*(1), 6-10.
- Thomas, C., Dos' Santos, T., Comfort, P., & Jones, P. A. (2017). Between-session reliability of common strength-and power-related measures in adolescent athletes. *Sports*, *5*(1), 15.
- Tsiokanos, A., Kellis, E., Jamurtas, A., & Kellis, S. (2002). The relationship between jumping performance and isokinetic strength of hip and knee extensors and ankle plantar flexors. *Isokinetics and Exercise Science*, *10*(2), 107-115.
- Van Hooren, B., & Bosch, F. (2016). Influence of muscle slack on highintensity sport performance. *Strength & Conditioning Journal*, *38*, 75–87.
- Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The difference between countermovement and squat jump performances: a review of underlying mechanisms with practical applications. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *31*(7), 2011-2020.
- Wang, R., Hoffman, J. R., Tanigawa, S., Miramonti, A. A., La Monica, M. B., Beyer, K. S., ... & Stout, J. R. (2016). Isometric mid-thigh pull correlates with strength, sprint, and agility performance in collegiate rugby union players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *30*(11), 3051-3056.
- Widrick, J. J., Stelzer, J. E., Shoepe, T. C., & Garner, D. P. (2002). Functional properties of human muscle fibers after short-term resistance exercise

- training. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 283(2), R408-R416.
- Wilson, G. J., Newton, R. U., Murphy, A. J., & Humphries, B. J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25(11), 1279-1286.
- Winchester, J., McGuigan, M. R., Nelson, A. G., & Newton, M. (2010). The relationship between isometric and dynamic strength in college aged males. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 1.
- Yu, B., Gabriel, D., Noble, L., & An, K. N. (1999). Estimate of the optimum cutoff frequency for the Butterworth low-pass digital filter. *Journal of Applied Biomechanics*, 15(3), 318-329.

## Παράρτημα

- i. Έντυπο ενημέρωσης και έγγραφης συγκατάθεσης δοκιμαζομένου
- ii. Πρωτόκολλο καταγραφής σωματομετρικών χαρακτηριστικών
- iii. Πρωτόκολλο καταγραφής κατακόρυφου άλματος με αιώρηση
- iv. Πρωτόκολλο καταγραφής κατακόρυφου άλματος από θέση ημικαθίσματος
- v. Πρωτόκολλο καταγραφής ισομετρικής άρσης μπάρας στους μηρούς



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
**Εργαστήριο Αθλητικής Απόδοσης**

**Έντυπο ενημέρωσης και έγγραφης συγκατάθεσης δοκιμαζομένου  
για συμμετοχή σε ερευνητικές διαδικασίες**

**Υπεύθυνος ερευνητικού προγράμματος:** Τερζής Γεράσιμος, Καθηγητής

**Υπεύθυνος ερευνητής:** Βογιατζόγλου Μιχάλης, Μεταπτυχιακός φοιτητής

### **Σκοπός της μελέτης**

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ της διαφοράς στην επίδοση στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση και στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (με και χωρίς επιπλέον εξωτερική αντίσταση), με τη μέγιστη δύναμη και την άλιπη σωματική μάζα, σε νεαρά άτομα με διαφορετικό προπονητικό υπόβαθρο.

### **Μεθοδολογία**

Οι δοκιμαζόμενοι θα επισκεφτούν το εργαστήριο 2 φορές. Στην πρώτη επίσκεψη των δοκιμαζόμενων στο εργαστήριο θα πραγματοποιηθεί η αξιολόγηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών. Θα αξιολογηθεί το ανάστημα, το σωματικό βάρος ενώ η σύσταση σώματος θα γίνει μέσω της απεικονιστικής εξέτασης (DXA). Επίσης, θα γίνει εξοικείωση των δοκιμαζόμενων με τις αξιολογήσεις απόδοσης. Στη δεύτερη επίσκεψη 3-7 μέρες μετά, θα γίνει η αξιολόγηση στο κατακόρυφο άλμα με αιώρηση και στο κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα με το βάρος του σώματος καθώς και με επιπλέον εξωτερική αντίσταση. Συνολικά, θα εκτελεστούν 20 μέγιστα κατακόρυφα άλματα. Ακόμα, θα πραγματοποιηθεί μέτρηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης στην ισομετρική άρση μπάρας στους μηρούς. Η αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος επιβαρύνει κυρίως το μυοσκελετικό και όχι το καρδιαγγειακό σύστημα, συνεπώς, δεν υπάρχει κάποιος κίνδυνος κατά την εκτέλεσή τους. Σε περίπτωση κακής προσγείωσης μετά από ένα άλμα υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού. Η αξιολόγηση της σωματικής σύστασης με DXA εκθέτει το σώμα σε ιδιαίτερα χαμηλή ακτινοβολία η οποία είναι χαμηλότερη από το 1/1000 που επιτρέπει η ελληνική νομοθεσία και αντιστοιχεί στην κατανάλωση γεύματος που περιέχει 5 μπανάνες. Οι γυναίκες δοκιμαζόμενες που εγκυμονούν ή υπάρχει η πιθανότητα εγκυμοσύνης θα αποκλείονται από τη συμμετοχή τους στη μελέτη (μολονότι δεν διατρέχουν κάποιον κίνδυνο).

### **Ζήτηση Πληροφοριών**

Μη διστάσεις να κάνεις ερωτήσεις γύρω από κάθε διαδικασία. 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 **οι συμμετέχοντες μπορούν να αποχωρήσουν από την έρευνα οποιαδήποτε στιγμή χωρίς να δώσουν εξηγήσεις γι' αυτή τους την απόφαση.**

### **ΣΥΝΑΙΝΕΣΗ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ**

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 αποσυρθώ όποτε εγώ κρίνω. Οι ερευνητές μου εξήγησαν τόσο προφορικά όσο και γραπτά τους κινδύνους και τα οφέλη που συνδέονται με τη συμμετοχή μου σε αυτή τη μελέτη ενώ

μου έκαναν γνωστούς και τους όρους συμμετοχής μου σε αυτή. Για αυτό συναινώ να συμμετέχω στην εργασία.

Ημερομηνία : \_\_\_/\_\_\_/2024

Όνοματεπώνυμο δοκιμαζόμενου/ης : ..... (Υπογραφή)

Όνοματεπώνυμο μάρτυρα : ..... (Υπογραφή)