



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΟΡΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΜΕ Η ΧΩΡΙΣ
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ ΥΨΗ ΠΤΩΣΗΣ ΣΤΟ ΥΨΟΣ ΤΟΥ
ΑΛΜΑΤΟΣ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΡΙΕΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ»

ΜΟΥΤΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ – Α.Μ.: 9980201400266

ΝΕΟΚΛΕΟΥΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ – Α.Μ.: 9980201400141

Επιβλέπων Καθηγητής: Γεώργιος Ντάλλας

Φεβρουάριος, 2024

© Copyright

ΜΟΥΤΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΝΕΟΚΛΕΟΥΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της μελέτης ήταν να εξετάσει την επίδραση διαφορετικού τύπου άλματος (Bounced Drop Jump και Counter Movement Drop Jump) με ή χωρίς επιπρόσθετη επιβάρυνση από διαφορετικά ύψη πτώσης στο ύψος του άλματος. Το δείγμα αποτέλεσαν 12 φοιτήτριες ΣΕΦΑΑ Αθήνας με ειδικευση στην ενόργανη γυμναστική. Η κάθε μία συμμετέχουσα εκτέλεσε δύο προσπάθειες στο κάθε τύπο του άλματος και από κάθε ένα ύψος πτώσης. Τα αποτελέσματα δεν ανέδειξαν σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών παραγόντων (τύπος άλματος, ύψος άλματος, επιβάρυνση) στις εξεταζόμενες μεταβλητές (ύψος του άλματος, χρόνο επαφής και ταχύτητα απογείωσης). Επίσης, δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ τύπου του άλματος και συνθήκη (με ή χωρίς επιβάρυνση) στο ύψος πτήσης, στο χρόνο επαφής και στη ταχύτητα απογείωσης. Συμπερασματικά, παρουσιάστηκε μείωση του μέσου ύψους άλματος κατά την αύξηση του ύψους πτώσης σε όλες τις συνθήκες, ενώ η πρόσθετη επιβάρυνση επηρεάζει αρνητικά την απόδοση, παρατηρώντας μείωση του μέσου ύψους άλματος και της ταχύτητας απογείωσης. Επιπλέον, σχετικά με τον χρόνο επαφής τα αποτελέσματα έδειξαν αυξητική τάση με το ύψος πτώσης, χωρίς όμως να παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνθηκών.

Λέξεις κλειδιά: Bounced Drop Jump, Counter Movement Drop Jump, Πρόσθετη επιβάρυνση, Ύψος πτώσης

ABSTRACT

The purpose of the study was to examine the effect of different types of jumps (Bounced Drop Jump and Counter Movement Drop Jump) with or without additional load from different drop heights on jump height. The sample consisted of 12 female students of SEFAA of Athens specializing in artistic gymnastics. Each participant performed two attempts at each type of jump and from each drop height. The results did not show a significant interaction between the three factors (jump type, jump height, load) on the examined variables (jump height, contact time, and take-off). Also, no significant interaction was found between the type of jump and condition (with or without load) on flight height, contact time, and take-off. In conclusion, there was a decrease in mean jump height when increasing the drop height in all conditions, while the additional load negatively affected performance, observing a decrease in mean jump height and take-off speed. In addition, regarding the contact time, the results showed an increasing trend with the drop height, but no statistically significant differences were observed between the conditions.

Keywords: Bounced Drop Jump, Counter Movement Drop Jump, Additional Burden, Drop Height

Ευχαριστίες

Νιώθουμε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε όλα τα άτομα, τα όποια στάθηκαν δίπλα μας καθ' όλη την διάρκεια της προετοιμασίας της εργασίας αυτής και συνέβαλαν ενεργά στην υλοποίησή της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες εκφράζουμε στον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Γεώργιο Ντάλλα για τον σημαντικό χρόνο που μας αφιέρωσε, τις γνώσεις που μας προσέφερε και την εμπιστοσύνη που μας έδειξε σε όλη την διάρκεια της συγγραφής της εργασίας μας.

Σε αυτό το σημείο, θα θέλαμε να πούμε ένα μεγάλο ευχαριστώ στις συμφοιτήτριες μας που συμμετείχαν στις μετρήσεις μας και βοήθησαν στην περάτωση της πειραματικής μας εργασίας.

Τέλος, είμαστε ευγνώμων για όλους όσους βοήθησαν και ψυχολογικά και πρακτικά και έκαναν την διαδικασία αυτή πιο εύκολη.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8-10
1.1 Σκοπός της έρευνας	9
1.2. Ερευνητικά ερωτήματα	9
1.3 Οριοθέτηση της έρευνας	9
1.4 Διευκρίνιση όρων	10
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	11-22
2.1 Αξιολόγηση του ύψους άλματος	11-19
2.2 Δείκτης αντιδραστικής δύναμης στο πλαίσιο πλειομετρικών ασκήσεων	18-20
2.3 Δυνητική Ενεργοποίηση των πελματικών καμπτήρων μυών	20-22
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	23-24
3.1 Όργανα – εξεταζόμενες δεξιότητες	23
3.2 Πειραματική διαδικασία	23
3.3 Μετρήσεις αξιολόγησης	23-24
3.3.1 Άλμα βάθους για την αξιολόγηση της ισχύος των κάτω άκρων (Bounced drop jump: BDJ)	23-24
3.3.2 Άλμα βάθους για την αξιολόγηση του ύψους (Counter drop jump: CDJ)	24
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	25-26
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	27
VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	28
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	29-30

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4.1: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στο άλμα Bounced Drop Jump χωρίς πρόσθετη επιβάρυνση από διαφορετικό ύψος εκτέλεσης	25
Πίνακας 4.2: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στο άλμα Bounced Drop Jump με πρόσθετη επιβάρυνση από διαφορετικό ύψος εκτέλεσης	25
Πίνακας 4.3: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στο άλμα Counter movement Drop Jump χωρίς πρόσθετη επιβάρυνση από διαφορετικό ύψος εκτέλεσης	26
Πίνακας 4.4: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στο άλμα Counter movement Drop Jump με πρόσθετη επιβάρυνση από διαφορετικό ύψος εκτέλεσης	26

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αξιολόγηση του κατακόρυφου άλματος χρησιμοποιείται συνήθως από τους προπονητές ως μία έμμεση μέθοδος για την αξιολόγηση της δύναμης των κάτω άκρων καθώς και για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των προπονητικών παρεμβάσεων. Οι Healy et al. (2016), αναφέρουν ότι αν και η πλειονότητα των σχετικών ερευνών εστιάζουν στο ύψος των αλμάτων (JH) και στην ισχύ στο κάτω μέρος του σώματος σε σχέση με την εκτέλεση αλμάτων squat και αλμάτων αντίθετης κίνησης, επιπρόσθετες αξιολογήσεις όπως η δοκιμασία drop jumps και αλμάτων αναπήδησης με το ένα πόδι μπορούν να δώσουν στους προπονητές χρήσιμες πληροφορίες για την ικανότητα των αθλητών/τριών όσον αφορά τον κύκλο stretch-shortening.

Δυναμικές κινήσεις όπως τα άλματα και το σπριντ απαιτούν την γρήγορη συνεκτέλεση των έκκεντρων και ομόκεντρων μυϊκών συστολών, παράγοντας μία πιο ισχυρή συστολή συγκριτικά μόνο με την εκτέλεση της ομόκεντρης συστολής. Σε αυτό το πλαίσιο, η αντιδραστική δύναμη προσδιορίζεται ως μέτρηση της ικανότητας του ατόμου εναλλαγής από την έκκεντρη συστολή στην ομόκεντρη συστολή, ενώ συνδέεται στενά με την απόδοση σπριντ, την ικανότητα παρακολούθησης της νευρομυϊκής κόπωσης και την ικανότητα προσδιορισμού των ατομικών διαφορών των άκρων.

Παρόμοια ο δείκτης αντιδραστικής δύναμης (ΔΑΔ) χρησιμοποιείται συχνά για την αξιολόγηση της λειτουργίας όπως προαναφέρθηκε στο κύκλο stretch-shortening, καθώς και για την εκτίμηση των ικανοτήτων αναπήδησης του αθλητή. Οι Healy et al. (2016), αναφέρουν ότι το drop jump προσδιορίζεται ως πλειομετρική άσκηση όπου ο αθλητής/τρια πέφτει από ένα προκαθορισμένο ύψος και αμέσως προσγειώνεται, εκτελώντας ένα κατακόρυφο άλμα με την μέγιστη προσπάθεια και παράλληλα προσπαθώντας να ελαχιστοποιήσει τον χρόνο επαφής με το έδαφος (CT).

Αυτή η διαδικασία επιτυγχάνεται με τα δύο πόδια ή και με το ένα, ενώ χρησιμοποιείται ευρέως για την αξιολόγηση της αντιδραστικής δύναμης (Markwick et al., 2014). Ο ΔΑΔ έχει ένα ισχυρό συσχετισμό με την απόδοση σπριντ των 60m, ενώ αντιθέτως κανένα συσχετισμό με το drop jump, στο πλαίσιο αξιολόγησής του κατά την διάρκεια εκτέλεσης άλματος, επομένως, είναι απαραίτητη η αξιολόγηση από πλευράς προπονητών των αντιδραστικών ικανοτήτων των αθλητών εφαρμόζοντας διαφορετικούς τύπους αλμάτων.

Οι Healy et al. (2016), αναφέρουν ότι το RSI υπολογίζεται διαιρώντας το ύψος των αλμάτων ή εναλλακτικά διαιρώντας τον χρόνο πραγματοποίησης γρήγορης κίνησης

στον αέρα σε σχέση με την εκτέλεση αλμάτων (flight time). Στην έρευνα των Healy et al. (2016), η μέθοδος προσδιορίζεται ως αναλογία αντιδραστικής δύναμης (RSR) καθώς αντιπροσωπεύει την αναλογία του χρόνου πτήσης που επιτυγχάνεται με βάση τον χρόνο επαφής με το έδαφος.

1.1 Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της εργασίας ήταν να εξεταστεί η επίδραση διαφορετικού τύπου άλματος με ή χωρίς επιπρόσθετη επιβάρυνση στο ύψος του άλματος σε φοιτήτριες ειδίκευσης στην ενόργανη γυμναστική από διαφορετικά ύψη πτώσης και η σκληρότητα των κάτω άκρων.

1.2 Ερευνητικά ερωτήματα και ερευνητικές υποθέσεις

Τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώνονται στην παρούσα μελέτη είναι:

- 1) Θα υπάρξει μεγαλύτερη βελτίωση στο ύψος του άλματος μεταξύ των δύο τύπων αλμάτων όταν αυτά εκτελούνται χωρίς επιπρόσθετη επιβάρυνση;
- 2) Θα υπάρξει διαφοροποίηση στο χρόνο επαφής όταν τα άλματα εκτελούνται χωρίς επιπρόσθετη επιβάρυνση
- 3) Θα υπάρξει μεγαλύτερο ποσοστό βελτίωσης στη ταχύτητα απογείωσης όταν τα άλματα εκτελούνται χωρίς επιπρόσθετη επιβάρυνση

Οι ερευνητικές υποθέσεις είναι:

- 1) Η εκτέλεση αλμάτων χωρίς επιβάρυνση θα βελτιώσουν περισσότερο το ύψος πτήσης του άλματος
- 2) Η εκτέλεση αλμάτων χωρίς επιβάρυνση θα αυξήσουν σε μεγαλύτερο ποσοστό στο χρόνο επαφής
- 3) Η εκτέλεση αλμάτων χωρίς επιβάρυνση θα αυξήσουν σε μεγαλύτερο ποσοστό την ταχύτητα απογείωσης

1.3 Οριοθέτηση της έρευνας

Τα αποτελέσματα της εργασίας πρέπει να συζητηθούν λαμβάνοντας υπόψη ορισμένους περιορισμούς:

1. Η αξιολόγηση αναφέρεται σε φοιτήτριες ΣΕΦΑΑ ηλικίας 21-24 χρόνων.
2. Η επιβάρυνση που δόθηκε στους συμμετέχοντες ήταν μέτριας έντασης.

1.4 Διευκρίνιση όρων

Δείκτης αντιδραστικής δύναμης (ΔΑΔ): Η ικανότητα του ατόμου να μεταβαίνει γρήγορα από την έκκεντρη στη σύγκεντρη μυϊκή συστολή.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Αξιολόγηση του ύψους άλματος

Σε έρευνα των Struzik et al. (2016) που αφορούσε το άθλημα της καλαθοσφαίρισης το οποίο χαρακτηρίζεται από εκρηκτικές κινήσεις (π.χ. γρήγορα κοψίματα, σταματήματα, ξαφνικές επιταχύνσεις, αλλαγές κατεύθυνσης ή αλμάτων), η αποτελεσματική απόδοση απαιτεί το κατάλληλο επίπεδο ισχύος των κάτω άκρων μέσω της πλειομετρικής προπόνησης με την εφαρμογή αλματικών ασκήσεων. Όπως αναφέρουν οι ερευνητές, η κύρια προπονητική άσκηση της πλειομετρικής προπόνησης που έχει σαν στόχο την βελτίωση ισχύος των κάτω άκρων σε συνδυασμό με το ύψος των αλμάτων είναι το drop jump (DJ) το οποίο εκτελείται με διαφορετικές τεχνικές οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά τις μεταβλητές του άλματος.

Για παράδειγμα, το DJ (BDJ) έχει σαν στόχο την αντιστροφή της ταχύτητας από κάτω προς τα πάνω σε όσο το δυνατόν πιο σύντομο χρόνο μετά την προσγείωση, αντιθέτως, το DJ με αντίθεση κίνηση (CDJ) που εστιάζει στην εκτέλεση υψηλότερων αλμάτων εκτελείται με μεγαλύτερη φάση απόσβεσης, δηλαδή μεγαλύτερη κάμψη των κάτω άκρων προκειμένου να αποθηκευτεί μεγαλύτερη ποσότητα ελαστικής ενέργειας πριν την έναρξη της σύγκεντρης συστολής, όπως συμβαίνει δηλαδή και κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από την όρθια θέση με προδιάταση (CMJ). Σύμφωνα με τους ερευνητές, μπορούν κάλλιστα να συνδυαστούν οι τεχνικές CDJ και BDJ για την εκτέλεση ενός άλματος με το μέγιστο ύψος και τον ελάχιστο χρόνο επαφής με το έδαφος, ενώ οι διαφορετικές τεχνικές των DJ έχουν σαν αποτέλεσμα διαφορετικές προπονητικές προσαρμογές.

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα BDJ βελτιώνουν κυρίως την δύναμη των κάτω άκρων, ενώ τα CDJ συμβάλουν στην βελτίωση του ύψους των αλμάτων και του συντονισμού. Σε αντίστοιχη έρευνα, οι Young et al. (1999) κατέγραψαν σημαντικά υψηλότερες τιμές αντιδραστικής δύναμης μετά από ένα προπονητικό πρόγραμμα, διάρκειας 6 εβδομάδων, με βάση την εκτέλεση αλμάτων DJ – H/t, ωστόσο, δεν αναφέρθηκαν παρόμοια αποτελέσματα για την ομάδα που ακολούθησε ένα πρωτόκολλο με βάση τα CDJ.

Αντίστοιχα, οι Marshall & Moran (2013), ανέφεραν σημαντική αύξηση του ύψους των CMJ μετά από 8 εβδομάδες προπόνησης CDJ, ενώ τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά μετά την πραγματοποίηση ενός παρόμοιου προπονητικού πρωτοκόλλου BDJ.

Οι Arampatzis et al. (2001) κατέγραψαν υψηλότερες τιμές σκληρότητας του ποδιού και της ποδοκνημικής άρθρωσης σε ένα συντομότερο χρόνο επαφής κατά την διάρκεια εκτέλεσης των DJ, ενώ οι Cressey et al. (2007) ανέφεραν ότι η προπόνηση σε μία ασταθή επιφάνεια στο κάτω μέρος του σώματος έχει σαν αποτέλεσμα μία υψηλότερη αύξηση της παραγωγής ισχύος για το BDJ συγκριτικά με το CDJ.

Οι Struzik et al. (2016) αναφέρουν επίσης ότι οι διαφορές στην τεχνική καθώς και οι μεταβλητές που περιγράφουν τα DJs παρουσιάζονται για διαφορετικά ύψη της πλατφόρμας από την οποία εκτελούνται τα άλματα ή μπορεί να εξαρτώνται από το φύλο. Η τεχνική των DJs είναι η πιο σημαντική μεταβλητή όσον αφορά τον έλεγχο με στόχο την ανάπτυξη των κατάλληλων προπονητικών αποτελεσμάτων, ενώ οι Walsh et al. (2004), ανέφεραν ότι ο χειρισμός της τεχνικής αλμάτων έπαιξε τον μεγαλύτερο ρόλο στον έλεγχο των σημαντικών μεταβολών που σχετίζονται με τα άλματα συγκριτικά με το ύψος της πλατφόρμας.

Σύμφωνα με τους Struzik et al. (2016) καθώς οι τεχνικές αλμάτων επηρεάζουν τις μεταβλητές αλμάτων, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν διαφορετικά μέτρα και σταθμά για τους δείκτες που ελέγχουν τις μεταβλητές των DJs. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα δείκτη που χρησιμοποιείται για τα DJs είναι ο δείκτης αντιδραστικής δύναμης (ΔΑΔ) ο οποίος προσδιορίζεται ως το πηλίκο του ύψους των αλμάτων και του χρόνου επαφής. Θεωρητικά η υψηλότερη τιμή του ΔΑΔ αποτυπώνει μία πιο αποτελεσματική απόδοση της κίνησης στον κύκλο stretch – shortening, ενώ η τιμή του ΔΑΔ μπορεί να αλλάξει (παρουσιάζοντας μία αυξητική τάση), μετά την πλειομετρική προπόνηση. Σκοπός της έρευνας των Struzik et al. (2016) ήταν η σύγκριση τιμών του ΔΑΔ για τους δύο προαναφερόμενους τύπους αλμάτων (CDJs και BJs) ώστε οι προπονητές γνωρίζοντας την επίδραση των αλμάτων αυτών σε κινηματικές παραμέτρους που επηρεάζουν τη δύναμη και την ισχύ των κάτω άκρων να προσαρμόσουν τα άλματα αυτά μέσα σε ένα προπονητικό κύκλο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω δεδομένα, τα CDJs θα έπρεπε να χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο ύψος αλμάτων και μακρύτερο χρόνο της φάσης επαφής συγκριτικά με τα BJs, επομένως, οι μέγιστες τιμές της κάμψης των κάτω άκρων και των αρθρώσεων στο επάνω μέρος του σώματος θα πρέπει να είναι σημαντικά χαμηλότερες σε σχέση με τα CDJs. Επιπλέον, η καταγραφή σημαντικών διαφορών μεταξύ των CDJs και BJs για τις μεταβλητές του ύψους των αλμάτων και του χρόνου επαφής σε συνδυασμό με τις τιμές της κάμψης των κάτω άκρων και των αρθρώσεων στο πάνω μέρος του

σώματος οδηγούν στο συμπέρασμα ότι τα άτομα μπορούν να εκτελέσουν τους παραπάνω τύπους αλμάτων, κάνοντας χρήση της απαιτούμενης τεχνικής.

Σύμφωνα με τους ερευνητές η βασική προπονητική άσκηση της πλειομετρικής προπόνησης που θέτει σαν στόχο την βελτίωση της ισχύος των κάτω άκρων και το ύψος των αλμάτων είναι το DJ το οποίο εκτελείται με διαφορετικές τεχνικές οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά τις μεταβλητές των αλμάτων. Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 8 νεαροί καλαθοσφαιριστές, ενώ τα τεστ πραγματοποιήθηκαν κάνοντας χρήση της AMTI BP600900 για την μέτρηση των δυνάμεων αντίδρασης στο έδαφος, ενώ έγινε χρήση και του συστήματος Noraxon Myo Motion για την καταγραφή των κινηματικών δεδομένων.

Κάθε αθλητής εκτέλεσε δύο CDJs καθώς και δύο BDJs από το ύψος των 15, 30, 45 και 60cm, ενώ ο ΔΑΔ υπολογίστηκε ως η αναλογία του ύψους των αλμάτων και του χρόνου επαφής. Επιπλέον, ο ΔΑΔ προσδιορίστηκε τόσο για την φάση απογείωσης όσο και για την φάση απόσβεσης. Η έρευνα κατέγραψε σημαντικές διαφορές ($p < 0.05$) μεταξύ των τιμών ΔΑΔ για τα CDJs και BDJs όσον αφορά τα άλματα που εκτελούνταν από τα 30, 45 και 60cm, ενώ οι διαφορές των τιμών ΔΑΔ για την εκτέλεση αλμάτων από τα 15cm δεν ήταν σημαντικός. Οι τιμές του ύψους CDJ ήταν σημαντικά υψηλότερες ($p < 0.05$) σε σύγκριση με τις τιμές που καταγράφηκαν για τα BDJs.

Επίσης, οι χρόνοι επαφής, η φάση της απόσβεσης καθώς και της απογείωσης κατά τη διάρκεια των BDJs είχαν σημαντικά μικρότερη διάρκεια ($p < 0.05$), συγκριτικά με τις αντίστοιχες τιμές που επιτεύχθηκαν για τα CDJs. Επομένως η χρήση του ΔΑΔ για την παρακολούθηση της πλειομετρικής προπόνησης θα έπρεπε να βασίζεται στην τεχνική των DJ.

Γενικά, η τεχνική DJ παράγει υψηλότερες τιμές των CDJs σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές των BDJs με αύξηση του χρόνου επαφής ο οποίος ήταν αποτέλεσμα της αύξησης τόσο της φάσης απόσβεσης όσο και της φάσης απογείωσης, ενώ σύμφωνα με τους ερευνητές, οι διαφορές του χρόνου επαφής με το έδαφος συνοδεύονται από διαφορές της μέγιστης γωνίας της κάμψης των αρθρώσεων του γονάτου και του ισχίου.

Επίσης, η μεγαλύτερη χρονική διάρκεια στη φάση απογείωσης κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των CDJs έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των γωνιών της κάμψης τόσο στις αρθρώσεις του γονάτου όσο και του ισχίου. Επομένως, με βάση τις διαφορές που καταγράφηκαν για τις μεταβλητές που προσδιορίζουν τα CDJs και BDJs, διατυπώνεται το συμπέρασμα ότι οι αθλητές που συμμετείχαν στην έρευνα των Struzik et al. (2016), εκτέλεσαν αποτελεσματικά και τους δύο τύπους αλμάτων, με την τεχνική DJ να

επιηρεάζεται από την προπονητική καθοδήγηση όσον αφορά την εκτέλεση των προπονητικών ασκήσεων.

Είναι χαρακτηριστικό ότι, σε αντίθεση με άλλες σχετικές έρευνες οι οποίες ανέφεραν ότι η πλειομετρική προπόνηση με βάση τα DJs δεν αυξάνει σημαντικά το ύψος των αλμάτων ή την ισχύ των κάτω άκρων, άλλες έρευνες κατέγραψαν μεγάλη μεταβλητότητα του μεγέθους αυτού του είδους της αύξησης. Για παράδειγμα, αρκετοί παράγοντες περιλαμβάνοντας μεταξύ άλλων ένα προπονητικό πρόγραμμα (τύπος ασκήσεων, προπονητική διάρκεια, προπονητική συχνότητα, όγκος και ένταση προπόνησης) τα χαρακτηριστικά των αθλητών (ηλικία, φύλο, επίπεδο καλής φυσικής κατάστασης, προπόνηση), καθώς και ορισμένες μεθόδους εξέτασης διαφορετικών τύπων κατακόρυφων αλμάτων μπορεί να είναι οι αιτίες για τα αντιφατικά ευρήματα που αφορούν την πλειομετρική προπόνηση, ωστόσο, τα διαφορετικά αποτελέσματα της προπόνησης DJ είναι απόρροια των διαφορών που σχετίζονται με τις τεχνικές DJ που χρησιμοποιούνται στις προπονήσεις (Markovic & Mikulic, 2010).

Σύμφωνα με τους Struzik et al, (2016), οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ορισμένων παραμέτρων όπως είναι το ύψος των αλμάτων, η επαφή και οι χρόνοι των φάσεων απόσβεσης και απογείωσης μεταξύ των CDJs και BDJs έχουν σημαντικές διαφορές στην τιμή ΔΑΔ (για το DJ από 30, 45 και 60cm), ενώ οι διαφορές των τιμών ΔΑΔ για τα άλματα από τα 15cm δεν είναι σημαντικές γεγονός που εξηγείται από το σχετικά χαμηλό ύψος της πλατφόρμας.

Συμπερασματικά, η χρήση του ΔΑΔ για την παρακολούθηση της πλειομετρικής προπόνησης θα έπρεπε να έχει σαν σημείο αναφοράς την αναμενόμενη απόδοση της τεχνικής DJ, ενώ είναι απαραίτητος ο έλεγχος της τεχνικής DJ, καθώς η εκτέλεση ενός άλματος που δεν ανταποκρίνεται σε ορισμένα ειδικά κριτήρια μπορεί να επηρεάσει τόσο τις μεταβλητές αλμάτων όσο και τις τιμές ΔΑΔ.

Επίσης, είναι δεδομένο ότι οι τιμές ΔΑΔ είναι ελαφρά υψηλότερες για τα BDJs συγκριτικά με τα CDJs, ενώ εξαιτίας των διαφορών της τεχνικής αλμάτων, τα DJs από το ίδιο ύψος της πλατφόρμας παράγουν διαφορετικές μεταβλητές αλμάτων. Συνεπώς, με βάση τις ιδιαίτερες προπονητικές ανάγκες, η επιλογή της τεχνικής αλμάτων συμβάλει στην βελτίωση των ποικίλων μεταβλητών των αλμάτων.

Οι Walker et al. (2016), σε μία παρόμοια έρευνα αναφέρουν ότι η προπόνηση πλειομετρικών ασκήσεων είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και βελτίωση του κύκλου διάτασης – βράχυνσης (stretch – shortening cycle), συμβάλλοντας συνεπώς στην

βελτίωση των μετρήσεων της αθλητικής απόδοσης (ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το ύψος των κατακόρυφων αλμάτων) (Lloyd et al., 2012).

Σύμφωνα με τους Walker et al. (2016), η μέτρηση του ΔΑΔ χρησιμοποιείται κυρίως στις πλειομετρικές προπονητικές δραστηριότητες, εστιάζοντας στην μέτρηση της εκρηκτικότητας του αθλητή/τριας, ενώ ο υπολογισμός του επιτυγχάνεται διαιρώντας το ύψος των αλμάτων με τον χρόνο επαφής. Στην αξιοπιστία επίσης του ΔΑΔ αναφέρθηκαν και οι Flanagan et al. (2008), οποίοι δεν βρήκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δοκιμών αλμάτων βάθους ($p > 0.05$).

Ακόμη, αναπτύχθηκε ένας τροποποιημένος ΔΑΔ (RSImod), κάνοντας εφικτή την εφαρμογή του ΔΑΔ σε όλους τους τύπος των πλειομετρικών ασκήσεων κίνησης (CMJ) και αντικαθιστώντας τον χρόνο επαφής με τον χρόνο έναρξης της έκκεντρης φάσης. Η αξιοπιστία του δείκτη RSImod αποδεικνύεται και από την έλλειψη σημαντικών διαφορών μεταξύ των τριών δοκιμών ($p > 0.05$) σε αντίθεση με τις διαφορές στο RSImod μεταξύ των ποικίλων πλειομετρικών ασκήσεων ($p \leq 0.001$).

Σύμφωνα με τους Walker et al. (2016) ελάχιστες σχετικές έρευνες μέχρι εκείνο το χρονικό σημείο είχαν εστιάσει στην σύγκριση του RSImod με τις υπόλοιπες μεταβλητές της απόδοσης αλμάτων (π.χ. η μέγιστη δύναμη αντίδρασης εδάφους [GRF], παρόλο που στη έρευνα των Suchomel et al. (2015), παρατηρήθηκαν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ του RSImod και της μέγιστης δύναμης κατά την διάρκεια εκτέλεσης των CMJ τόσο σε αθλητές ($p=0.003$, $r=0.37$) όσο και σε αθλήτριες ($p<0.001$, $r=0.50$). Ωστόσο, αυτές οι σχέσεις δεν θεωρούνται σημαντικές συνεπώς, η χρήση της μέγιστης GRF για την πρόβλεψη του RSImod μπορεί να μην είναι έγκυρη.

Οι ασυμμετρίες των άκρων σε σχέση με την μεταβλητή GRF δεν παράγουν οριστικά αποτελέσματα όσον αφορά τον προσδιορισμό των διαφορών της λειτουργικής απόδοσης μεταξύ των άκρων είτε υπήρξε κατά το παρελθόν τραυματισμός είτε όχι ή κυρίαρχοι ή μη κυρίαρχοι. Ακόμη, αναφέρθηκαν μεταβολές στο GRF μεταξύ του μονοποδικού και του διποδικού CMJ (Walker et al., 2016). Συγκεκριμένα αναφέρθηκε η ανάπτυξη ικανότητας των άκρων όσον αφορά την παραγωγή υψηλότερων τιμών δύναμης κατά την διάρκεια των αλμάτων με το ένα πόδι. Συνεπώς, λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω δεδομένα, σκοπός των Walker et al. (2016) ήταν η σύγκριση των ασυμμετριών του RSImod μεταξύ των κυρίαρχων και μη κυρίαρχων άκρων σε σχέση με τις ποικίλες προπονητικές πλειομετρικές ασκήσεις.

Είναι χαρακτηριστικό ότι τα αποτελέσματα της έρευνας θα αυξήσουν τις γνώσεις των προπονητών ως προς τις προσωρινές και κινητικές απαιτήσεις των πλειομετρικών

προπονητικών ασκήσεων που εκτελούν συχνά οι αθλητές/τριες. Επίσης, το RSI_{mod} με την χρήση του ενός κάτω άκρου συσχετίστηκε με το μέγιστο GRF του ενός ποδιού για την σύγκριση των ευρημάτων μίας αντίστοιχης έρευνας των Suchomel et al. (2015).

Συγκεκριμένα διατυπώθηκε η υπόθεση ότι οι ασυμμετρίες RSI_{mod} θα ήταν μεγαλύτερες όσον αφορά τις προπονητικές ασκήσεις παύσης-αλμάτων (stop-jump) συγκριτικά με το CMJ και την εκτέλεση αλμάτων με το ένα πόδι, ενώ επιπλέον, διατυπώθηκε και η υπόθεση ότι υπήρχαν σημαντικοί συσχετισμοί ανάμεσα στο RSI_{mod} και στο μέγιστο κατακόρυφο GRF κατά την εκτέλεση όλων των προπονητικών ασκήσεων.

Στην έρευνα των Walker et al. (2016) έλαβαν μέρος 11 άτομα (μέσος όρος \pm SD, ηλικία=20.4 \pm 1.5 ετών, ύψος=1.74 \pm 0.07 m, μάζα σώματος=80.1 \pm 12.9 kg), όπου για τις ανάγκες της έρευνας εκτέλεσαν 4 άλματα: α) ένα CMJ, β) ένα stop-jump (SJ) που συμπεριελάμβανε 3 βήματα πριν την προσγείωση και στα δύο κάτω άκρα πριν την εκτέλεση του άλματος, γ) ένα stop-jump με το ένα πόδι με βάση το κυρίαρχο άκρο (DLJ) και δ) ένα stop-jump με το ένα πόδι με βάση το μη κυρίαρχο άκρο (NLJ). Όλα τα άλματα πραγματοποιήθηκαν με τυχαία σειρά με περιόδους ανάπαυσης τριών λεπτών μεταξύ του κάθε άλματος για την ελαχιστοποίηση της κόπωσης και με το κάθε άλμα να επαναλαμβάνεται τρεις φορές, ενώ η μέση τιμή της κάθε μεταβλητής χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση των δεδομένων. Επίσης, έγινε καταγραφή του μέγιστου κατακόρυφου GRF, του χρόνου απογείωσης και του χρόνου πετάγματος (εκτέλεση γρήγορων κινήσεων) για κάθε άκρο, κάνοντας χρήση της πλατφόρμας δύναμης στην τιμή των 1000Hz με το ύψος των αλμάτων να υπολογίζεται με βάση την εξίσωση ενός καθορισμένου χρόνου πετάγματος, ενώ ο χρόνος πετάγματος προσδιορίστηκε ως η χρονική διαφορά μεταξύ της απαρχής της εκκεντρικής φάσης και της απογείωσης.

Επιπλέον, το RSI_{mod} υπολογίστηκε με βάση το ύψος/χρόνο αλμάτων με στόχο την εκτέλεση της απογείωσης και η ασυμμετρία των άκρων προσδιορίστηκε με βάση την διαφορά μεταξύ των ποδιών για το μέγιστο κατακόρυφο GRF και το RSI_{mod} για κάθε ένα από τα άλματα. Η στατιστική ανάλυση φανέρωσε σημαντικές διαφορές στο RSI_{mod} ανάμεσα στο CMJ και στο SJ ($p=0.002$, $d=1.75$), καθώς και στο SJ και DLJ (κυρίαρχο πόδι) ($p<0.001$, $d=1.74$), για το κυρίαρχο άκρο.

Αντίστοιχα, η έρευνα κατέγραψε σημαντικές διαφορές στο RSI_{mod} μεταξύ του CMJ και του SJ ($p<0.001$, $d=1.66$) και του SJ και NLJ (μη κυρίαρχο πόδι) ($p<0.001$, $d=1.67$) για το μη κυρίαρχο άκρο. Επίσης, δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ

CMJ και DLJ ($p=1.00$, $d=0.09$) όσον αφορά το κυρίαρχο πόδι, καθώς και στο CMJ και NLJ ($p=1.00$, $d=0.22$) σε σχέση με το μη κυρίαρχο άκρο.

Σύμφωνα με τα ερευνητικά αποτελέσματα το RSImod ήταν σημαντικά μεγαλύτερο στο SJ συγκριτικά με τις άλλες συνθήκες τόσο για το κυρίαρχο όσο και για το μη κυρίαρχο άκρο. Αυτό εξηγείται με βάση τον χρόνο επαφής του SJ συγκριτικά με το CMJ, καθώς και με βάση την μεγαλύτερη παραγωγή GRF κατά την διάρκεια ενός άλματος και με τα δύο πόδια, σε αντίθεση με τις πλειομετρικές προπονήσεις – ασκήσεις με την χρήση του ενός άκρου.

Συνεπώς το SJ είναι ένας πιο εκρηκτικός τύπος κίνησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί πιο συχνά από τους προπονητές που εστιάζουν στην αύξηση των μεταβλητών απόδοσης, όπως είναι η ταχύτητα και η ισχύς. Είναι χαρακτηριστικό ότι κύριος σκοπός των Walker et al. (2016) ήταν η χρήση του RSImod για τον προσδιορισμό της ασυμμετρίας των άκρων στο πλαίσιο εκτέλεσης πλειομετρικών ασκήσεων, ωστόσο, η έλλειψη μη σημαντικών διαφορών μεταξύ των άκρων σε συνδυασμό με το μικρό μέγεθος του αποτελέσματος έδειξαν ότι η κυριαρχία των άκρων δεν επηρέασε τις τιμές RSImod. Αυτό εξηγείται πιθανόν από τον περιορισμό αριθμό των ατόμων που συμμετείχαν στην έρευνα αν και με βάση το μικρό μέγεθος αποτελέσματος οι μη σημαντικές διαφορές δεν εξηγείται από το σφάλμα τύπου II του μεγέθους του αποτελέσματος.

Οι Suchomel et al. (2015), κατέγραψαν επίσης μία μέτρια σχέση μεταξύ του RSImod και της μέγιστης δύναμης κατά την διάρκεια του CMJ, διατυπώνοντας το συμπέρασμα ότι το μέγιστο GRF είναι ένας μη έγκυρος παράγοντας πρόβλεψης του RSImod. Τα παρόντα ευρήματα υποστηρίζουν τα παραπάνω αποτελέσματα αν και καταγράφηκε μία σημαντική σχέση για το CMJ στο κυρίαρχο άκρο και στην εκτέλεση αλμάτων με το ένα πόδι και για τα δύο άκρα.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα της έρευνας των Walker et al. (2016) έδειξαν ότι η μέγιστη δύναμη αντίδρασης του εδάφους (GRF) όσον αφορά την εκτέλεση αλμάτων με το ένα πόδι ήταν σημαντικά μεγαλύτερο συγκριτικά με το GRF του ενός άκρου κατά την διάρκεια του CMJ. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν και τα ευρήματα των Benjanunatra et al. (2013), οι οποίοι ανέφεραν ότι το άθροισμα της δύναμης των ποδιών (δεξί και αριστερό) μπορούσαν να παράγουν περισσότερη δύναμη κατά την εκτέλεση των αλμάτων με το ένα πόδι συγκριτικά με την εκτέλεση αλμάτων και με τα δύο πόδια.

Επίσης, καθώς δεν βρέθηκε καμία ασυμμετρία όσον αφορά το RSImod μεταξύ των άκρων, οι προπονητές πιθανόν να μην μπορούν να χρησιμοποιούν απόλυτα την

μέτρηση για την αξιολόγηση της ασυμμετρίας. Επιπλέον, το RSImod ήταν σημαντικά χαμηλότερο στο DLJ και στο NLJ συγκριτικά με τα δύο άκρα στο SJ, επομένως, τα άτομα που συμμετείχαν στην έρευνα ανέπτυσαν μικρότερη ικανότητα παραγωγής επαρκούς δύναμης για να έχουν την ίδια απόδοση αναφορικά με το ύψος των αλμάτων όπως στο SJ καθώς ο χρόνος απογείωσης ήταν παρόμοιος σε όλες τις συνθήκες.

Τα παραπάνω μπορεί να έχουν μακροπρόθεσμες συνέπειες στο προπονητικό πρόγραμμα των πλειομετρικών ασκήσεων για τους αθλητές που εκτελούν απογείώσεις με το ένα πόδι καθώς οι προπονητικές δραστηριότητες που εστιάζουν στην μία πλευρά συμβάλουν περισσότερο στην ανάπτυξη της αντιδραστικής δύναμης των αθλητών συγκριτικά με τα συμβατικά πλειομετρικά άλματα.

Επιπλέον, συγκριτικά με το SJ το CMJ παρήγαγε σχετικά χαμηλές τιμές RSImod, γεγονός που εξηγείται από τον μακρύτερο χρόνο απογείωσης. Συμπερασματικά, το RSImod πιθανόν να μην είναι η κατάλληλη μέθοδος για την διερεύνηση της ασυμμετρίας των κάτω άκρων στο πλαίσιο της εκτέλεσης ποικίλων πλειομετρικών προπονητικών ασκήσεων, ωστόσο, το RSImod διαφέρει μεταξύ των υπολοίπων αλμάτων που κατέγραψε η έρευνα. Επίσης, το κυρίαρχο και μη κυρίαρχο άκρο παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές RSImod κατά την διάρκεια των αλμάτων CMJ και των αλμάτων με το ένα πόδι, ενώ όσον αφορά το SJ οι τιμές ήταν υψηλότερες. Οι ερευνητές διατύπωσαν την άποψη ότι το μέγιστο GRF αναφορικά με τις πλειομετρικές προπονητικές δραστηριότητες είναι ένας μη έγκυρος παράγοντας πρόβλεψης του RSImod, ενώ τα άλματα που εστιάζουν στην μία πλευρά συμβάλουν στην αύξηση της εκρηκτικότητας των άκρων.

Λαμβάνοντας υπόψη τις παραπάνω παραμέτρους, προτείνεται η μέτρηση του RSImod στο πλαίσιο ποικίλων αθλητικών δραστηριοτήτων (ομαδικών και ατομικών αθλημάτων) καθώς και η διακριτή εδραίωση του RSImod αναφορικά με τις ασυμμετρίες των άκρων τόσο για τους αθλητές όσο και για τις αθλήτριες.

2.2 Δείκτης αντιδραστικής δύναμης

Αν και σήμερα εφαρμόζονται ποικίλες μέθοδοι για την μέτρηση του ύψους των αλμάτων (JH) και του χρόνου πτήσης (FT) κατά την διάρκεια εκτέλεσης των αλμάτων και αναπήδησης με το ένα πόδι η πλατφόρμα αποτελεί την πιο συνηθισμένη εργαστηριακή μέθοδο η οποία αξιολογείται θετικά από όλες τις πλευρές, ενώ εναλλακτικοί τρόποι είναι οι σχετικά φθηνότερες και κινητές συσκευές όπως για

παράδειγμα τα ηλεκτρονικά δάπεδα αλμάτων και τα φωτοηλεκτρικά κύτταρα (Mc Master et al., 2014). Ωστόσο, ενώ για τα πρώτα αποδείχθηκε η συμβολή τους στην ακριβή και αξιόπιστη εκτίμηση του FT και συνεπώς του JH, δεν συνέβη το ίδιο όσον αφορά την αξιοπιστία τους για την εκτίμηση του χρόνου επαφής (CT), συνεπώς οι μετρήσεις αντιδραστικής δύναμης αποδείχθηκαν αναξιόπιστες κατά την χρήση των ηλεκτρονικών δαπέδων των αλμάτων.

Σχετικά πρόσφατα οι Castagna et al. (2013), αναφέρθηκαν στην αξιόπιστη χρήση του συστήματος φωτοηλεκτρικών κυττάρων Ortojump την εκτίμηση του χρόνου πτήσης και το ύψος του άλματος των FT και JH κατά των αλμάτων αντίθετης κίνησης και των αλμάτων από ημικάθισμα. Το συγκεκριμένο σύστημα έχει ορισμένα πρακτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με την πλατφόρμα δύναμης, καθώς είναι λιγότερο ακριβό, αναπτύσσει μεγαλύτερη κινητικότητα για την εμπειρική εξέταση, παρέχει επίσης ανατροφοδότηση απόδοσης σε πραγματικό χρόνο και είναι οικολογικά αξιόπιστο.

Ωστόσο, παρά την ευρεία χρήση του για την αξιολόγηση του CT καθώς και των ΔΑΔ και RSR κατά την διάρκεια του τεστ αλμάτων και αναπήδησης με ένα πόδι, δεν έχει ακόμα προσδιορισθεί ο βαθμός εγκυρότητάς του για την αξιολόγηση αυτών των μετρήσεων. Αντίστοιχα, είναι απαραίτητη η εκτίμηση της εγκυρότητας του συστήματος Ortojump, διατυπώνοντας την υπόθεση ότι οι μικρές διαφορές των χρονικών μεταβλητών θα έχουν σαν αποτέλεσμα μεγαλύτερες διαφορές των μετρήσεων αντιδραστικής δύναμης εξαιτίας του μαθηματικού συσχετισμού ΔΑΔ και RSR όσον αφορά τον χρόνο επαφής και τον χρόνο εκτέλεσης γρήγορης κίνησης στον αέρα κατά την εκτέλεση των αλμάτων.

Οι Healy et al. (2016), είχαν ως σκοπό τον προσδιορισμό της εγκυρότητας του συστήματος φωτοηλεκτρικών κυττάρων Ortojump σε συνάρτηση με τις μετρήσεις της πλατφόρμας δύναμης κατά την εκτέλεση των αλμάτων και αναπήδησης με το ένα πόδι. Στο πλαίσιο δύο ξεχωριστών ερευνητικών δοκιμών, 20 φυσικά ενεργοί ενήλικες εκτέλεσαν άλματα είτε με το ένα πόδι είτε και με τα δύο από ένα κουτί ύψους 0.3m, ενώ πραγματοποίησαν και ένα τεστ κατακόρυφων αλμάτων σε χρόνο 10s. Επίσης έγινε ταυτόχρονη αξιολόγηση του χρόνου επαφής, του χρόνου εκτέλεσης γρήγορων κινήσεων στον αέρα και του συνολικού χρόνου (συνολικό ποσό των δύο προηγούμενων χρόνων), κατά την διάρκεια εκτέλεσης αλμάτων και αναπήδησης (με το ένα ή και με τα δύο πόδια) ενώ έγινε και υπολογισμός του ύψους αλμάτων, του δείκτη αντιδραστικής δύναμης και της αναλογίας αντιδραστικής δύναμης από τον χρόνο επαφής και τον χρόνο εκτέλεσης γρήγορων κινήσεων στον αέρα.

Αν και η τιμή των συντελεστών συσχέτισμού (ICCs) για όλες τις μεταβλητές ήταν κοντά στο 1 (ICC > 0.975), η έρευνα των Healy et al. (2016), κατέγραψε μία σημαντικά υψηλή εκτέλεση για τον χρόνο επαφής ($0.005 \pm 0.002s$), καθώς και χαμηλές εκτιμήσεις για τον χρόνο εκτέλεσης γρήγορης κίνησης στον αέρα ($0.005 \pm 0.003s$), του δείκτη αντιδραστικής δύναμης ($0.04 \pm 0.02ms^{-1}$) και την αναλογία αντιδραστικής δύναμης (0.07 ± 0.04).

Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι εκτιμήσεις για τους παραπάνω χρόνους αποδίδονται στον φυσικό σχεδιασμό του συστήματος Optojump το οποίο χαρακτηρίζεται από υψηλή αξιοπιστία μη καταγράφοντες διαφορές μεταξύ των συστημάτων για το συνολικό χρόνο. Με βάση τα παραπάνω δεδομένα, οι προπονητές θα πρέπει να αξιοποιούν τα εργαλεία που τους παρέχονται για την αξιολόγηση των αθλητών/τριών, ωστόσο, όσον αφορά την σύγκριση μεταξύ των τιμών αντιδραστικής δύναμης που δίνει το Optojump καθώς και της πλατφόρμας δύναμης, είναι απαραίτητες οι μετρήσεις της σύνδεσης μεταξύ των μεταβλητών με απώτερο στόχο την πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών των εξαρτώμενων μεταβλητών.

Επίσης οι προπονητές θα πρέπει να γνωρίζουν ότι κατά την χρήση του Optojump είναι πιθανό το σφάλμα \pm SD των τιμών $5.6 \pm 2.8\%$ και $4.3 \pm 2.5\%$ για την εκτίμηση των RSI και RSR, αντίστοιχα, συγκριτικά με τις μετρήσεις της πλατφόρμας δύναμης. Συμπερασματικά, απαιτούνται πιο εκλεπτυσμένα τεστ για την αξιολόγηση της αντιδραστικής δύναμης από πλευράς των προπονητών με το Optojump να αποτελεί ένα έγκυρο σύστημα για την αξιολόγηση των ικανοτήτων της αντιδραστικής δύναμης των αθλητών. Επιπλέον, οι προπονητές θα πρέπει να επιδεικνύουν συνέπεια ως προς την χρήση των τύπων μέτρησης για την αξιολόγηση των αθλητών. Τέλος, για την σύγκριση των αντιδραστικών ποιοτικών χαρακτηριστικών με μία πλατφόρμα δύναμης, είναι απαραίτητη η διόρθωση τιμών σύμφωνα με τις ακόλουθες εξισώσεις: πλατφόρμα δύναμης RSI = $1.0384 \text{ Optojump RSI} + 0.0142$ και πλατφόρμα δύναμης RSR = $1.0365 \text{ Optojump RSP} + 0.014$.

2.3 Δυνητική Ενεργοποίηση των πελματικών καμπτήρων μυών

Σύμφωνα με τους Gago et al. (2017), η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση (ΜΔΕ) προσδιορίζεται ως έντονη αύξηση των μυϊκών συσταλών ιδιοτήτων που είναι αποτέλεσμα των μέγιστων εκούσιων ισομετρικών (ΜVIC) ή των μέγιστων εκούσιων μυϊκών συστολών. Η ΜΔΕ επηρεάζεται από τον τύπο της σύνθεσης των ινών του μυ,

ωστόσο, τόσο η ένταση της συστολής της καλής φυσικής κατάστασης όσο και το μυϊκό μήκος επηρεάζουν εξίσου σημαντικά τον βαθμό της ΜΔΕ.

Όπως αναφέρουν οι ερευνητές η αξιολόγηση της συμπεριφοράς της ΜΔΕ στο πλαίσιο διαφορετικού μυϊκού μήκους συνδέεται με πολύπλοκες μυϊκές διορθωτικές τροποποιήσεις, ιδιαίτερα εάν παρεμβάλλεται ο παράγοντας της γαστροκνημίας, καθώς μία αλλαγή της γωνίας του γονάτου θα επηρεάσει το μήκος της συγκεκριμένης περιοχής του σώματος. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι μεταβολές της γωνίας της ποδοκνημικής άρθρωσης επηρεάζουν τις αυξήσεις που λαμβάνουν χώρα στη μέγιστη ροπή στρέψεως (PT) (η υψηλότερη ΜΔΕ συνδέεται με ένα βραχύτερο μυϊκό μήκος), όσον αφορά το οστό της κνήμης ενώ ελάχιστα πράγματα είναι γνωστά για την επίδραση της διάταξης των αρθρώσεων του γονάτου (γόνατο σε συνθήκη μυϊκής έκτασης κατά γονάτου σε συνθήκη κάμψης) πάνω στην απότομη σπασμωδική κίνηση του πελματικού καμπτήρα ΜΔΕ.

Είναι χαρακτηριστικό ότι ως εκείνη τη χρονική στιγμή δεν είχε γίνει σύγκριση της ΜΔΕ τόσο σε συνθήκη μυϊκής έκτασης όσο και σε συνθήκη κάμψης των ίδιων ατόμων. Οι Gago et al. (2017), είχαν σκοπό στην έρευνά τους να διερευνήσουν τις πιθανές διαφορές σε σχέση με το μέγεθος και τον χρόνο του πελματικού καμπτήρα ΜΔΕ μεταξύ μιας συνθήκης κάμψης και μιας συνθήκης μυϊκής έκτασης της άρθρωσης του γονάτου με αποτέλεσμα την συμβολή της γαστροκνημίας ΜΔΕ σε σχέση με το μέγεθος και την διάρκεια πάνω στην συνολική αύξηση της απότομης κίνησης του πελματικού καμπτήρα μυ. Οι ερευνητές εξέτασαν τον πελματικό καμπτήρα με βάση διαφορετικές γωνίες του γονάτου, παρέχοντας έμμεση ποσοτικοποίηση σε σχέση με την δυνητική συμβολή της γαστροκνημίας πάνω στην συνολική αύξηση του πελματικού καμπτήρα μυ σε συνθήκη μετα-ενεργοποίησης. Συγκεκριμένα, έγιναν μετρήσεις στις μέγιστες απότομες κινήσεις του πελματικού καμπτήρα 10 αθλητών ισχύος πριν και μετά την μέγιστη ισομετρική πελματική κάμψη (MVIC) σε σχέση με τις γωνίες του γονάτου τόσο σε συνθήκη κάμψης όσο και σε συνθήκη μυϊκής έκτασης.

Επιπλέον, έγιναν μετρήσεις πάνω στην δραστηριότητα της μέσης ροπής στρέψεως αι της περιοχής των πελμάτων (SOL_{RMS}) καθώς και της ενδιάμεσης περιοχής της γαστροκνημίας (MG_{RMS}) κατά την διάρκεια του MVIC. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέση ροπή στρέψεως και η MG_{RMS} του MVIC ήταν χαμηλότερες (κατά 33.9 και 42.4% αντίστοιχα) στην συνθήκη κάμψης συγκριτικά με την συνθήκη μυϊκής έκτασης, χωρίς καμία σημαντική διαφορά στο SOL_{RMS} . Μετά την MVIC, η μέγιστη ροπή στρέψεως (PT), καθώς και ο ρυθμός ανάπτυξης της ροπής στρέψεως (RTR),

διαμόρφωσαν σημαντικά μία μεγαλύτερη δυναμική ικανότητα (κατά 17.4 και 14.7% αντίστοιχα) στην συνθήκη μυϊκής έκτασης του γονάτου συγκριτικά με την συνθήκη κάμψης του γονάτου αλλά μόνο αμέσως (5s) μετά την MVIC.

Η έρευνα δεν κατέγραψε σημαντικές διαφορές στην δυναμική ικανότητα του ρυθμού ανάπτυξης της ροπής στρέψεως σε σχέση με την σπασμωδική κίνηση (RTD), μεταξύ των διαφορετικών θέσεων. Συμπερασματικά θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερα υπόψη η διαμόρφωση της άρθρωσης του γονάτου κατά την σύγκριση του πελματικού καμπτήρα ΜΔΕ. Επιπλέον, τα αποτελέσματα συνέβαλαν μερικώς στην καταγραφή σημαντικών ενδείξεων για την δυναμική ικανότητα της γαστροκνημίας στην συνολική αύξηση των πελματιαίων καμπτηρών. Σκοπός λοιπόν της μελέτης ήταν να εξετάσει κατά πόσο η χρήση επιπρόσθετου εξωτερικού φορτίου επηρεάζει το ύψος του άλματος κατά την εκτέλεση δύο διαφορετικών τύπων αλμάτων.

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην μελέτη συμμετείχαν 12 φοιτήτριες ΣΕΦΑΑ Αθήνας με ειδίκευση στην ενόργανη γυμναστική με μέσο όρο ηλικίας 21.58 ± 0.79 έτη, σωματική μάζα 58.17 ± 6.19 Kg και σωματικό ανάστημα 156.83 ± 27.91 cm. Οι συμμετέχουσες δεν ανέφεραν κάποιο είδος τραυματισμού των κάτω άκρων τους τελευταίους 6 μήνες και η κάθε μία από αυτές υπέγραψε σχετική δήλωση με την οποία δήλωνε την εθελοντική συμμετοχή της στην συγκεκριμένη μελέτη, αφού όμως πρώτα ενημερώθηκε για το σκοπό και τη πειραματική διαδικασία της εργασίας.

3.1 Όργανα – εξεταζόμενες δεξιότητες

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας ήταν μία πλατφόρμα Chrono jump (Bosco, 1983), 4 κύβοι ύψους 20, 25, 30 και 35 cm και ένα γιλέκο που αντιστοιχούσε στο 10% του βάρους της κάθε συμμετέχουσας.

3.2 Πειραματική διαδικασία

Όλοι οι δοκιμαζόμενοι, αφού τους έγινε γνωστός ο σκοπός της εργασίας, προσήλθαν στο χώρο του εργαστηρίου και υποβλήθηκαν σε μέτρηση του σωματικού βάρους (Kg) του σωματικού αναστήματος (cm), ενώ έγινε και καταγραφή του έτους γέννησης και του χρονικού διαστήματος ενασχόλησής τους με το συγκεκριμένο άθλημα. Οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν δύο είδη αλμάτων (Bounced Drop Jump και Counter movement Jump) από τέσσερα διαφορετικά ύψη (20cm, 25cm, 30cm, 35 cm). Τα άλματα αυτά έγιναν, αρχικά, χωρίς πρόσθετη επιβάρυνση και έπειτα με επιπλέον εξωτερικό φορτίο (γιλέκο με το 10% του βάρους της κάθε συμμετέχουσας). Πραγματοποιήθηκαν δύο προσπάθειες από το κάθε άλμα, και η προσπάθεια με την καλύτερη επίδοση χρησιμοποιήθηκε για περαιτέρω στατιστική επεξεργασία.

3.3 Μετρήσεις αξιολόγησης

3.3.1 Άλμα βάθους για την αξιολόγηση της ισχύος των κάτω άκρων (Bounced drop jump: BDJ)

Στο άλμα “πτώσης αναπήδησης” η κίνηση προς τα κάτω μετά την επαφή με το έδαφος αντιστρέφεται όσο το δυνατόν συντομότερα με ώθηση προς τα επάνω, με το συντομότερο δηλαδή δυνατό χρόνο επαφής των ποδιών στο έδαφος. Για το σκοπό αυτό

τους δόθηκε η οδηγία να μην κάμπτουν έντονα τα κάτω άκρα στις αρθρώσεις, ισχίου γόνατος και ποδοκνημικής, αλλά με την ελάχιστη δυνατή κάμψη στις αρθρώσεις αυτές, να μεταβεί όσο πιο γρήγορα μπορεί από την φάση απόσβεσης στη φάση της ενεργητικής ώθησης.

3.3.2 Άλμα βάθους για την αξιολόγηση του ύψους (Counter drop jump: CDJ)

Στο άλμα βάθους με προδιάταση, ο ασκούμενος κατά την επαφή του με το έδαφος παρουσιάζει μεγάλο εύρος κάμψη στα κάτω άκρα, ειδικά στις αρθρώσεις μεταξύ γόνατος και ισχίου, έτσι ώστε να υπάρξει προδιάταση των μυών, λόγω και της αποθήκευσης ελαστικής ενέργειας στους μυς που διατείνονται, και στην συνέχεια να μεταβεί στη φάση της ενεργητικής ώθησης, φάση δηλαδή της σύγκεντρης συστολής των μυών.

3.4 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία έγινε με τη χρήση του πακέτου SPSS v. 24 (IBM, New York, USA). Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης διακύμανσης επαναλαμβανόμενων μετρήσεων (ANOVA). Ελέγχθηκε η παρουσία επίδρασης αλληλεπίδρασης μεταξύ των 3 παραγόντων. Ελλείψει αλληλεπίδρασης, διερευνήθηκαν οι κύριες επιδράσεις των 3 παραγόντων (DJH, τύπος άλματος, φορτίο) στις εξαρτημένες μεταβλητές. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $p < 0.5$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των εξαρτημένων μεταβλητών, ύψος του άλματος, χρόνος επαφής και ταχύτητα απογείωσης για τους δύο τύπους αλμάτων από τα διαφορετικά ύψη πτώσης χωρίς ή με επιπρόσθετη επιβάρυνση, αναγράφονται στους πίνακες 4.1, 4.2, 4.3 και 4.4 αντίστοιχα

Πίνακας 4.1: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στο άλμα Bounced Drop Jump χωρίς πρόσθετη επιβάρυνση από διαφορετικό ύψος εκτέλεσης

Ύψος πτώσης (cm)	Ύψος άλματος (cm)	Χρόνος επαφής (sec)	Ταχύτητα απογείωσης (m/sec)
20	23.439 ± 2.11	0.236 ± 0.22	2.022 ± 0.03
25	23.005 ± 2.22	0.278 ± 0.31	1.887 ± 0.33
30	22.723 ± 3.02	0.285 ± 0.27	1.639 ± 0.44
35	22.238 ± 2.71	0.296 ± 0.21	1.557 ± 0.23

Πίνακας 4.2: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στο άλμα Bounced Drop Jump με πρόσθετη επιβάρυνση από διαφορετικό ύψος εκτέλεσης

Ύψος πτώσης (cm)	Ύψος άλματος (cm)	Χρόνος επαφής (sec)	Ταχύτητα απογείωσης (m/sec)
20	21.555 ± 2.06	0.349 ± 0.19	1.762 ± 0.17
25	20.744 ± 1.09	0.377 ± 0.28	1.734 ± 0.32
30	19.459 ± 2.08	0.387 ± 0.37	1.687 ± 0.12
35	19.101 ± 1.88	0.396 ± 0.08	1.602 ± 0.28

Πίνακας 4.3: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στο άλμα Counter movement Drop Jump χωρίς πρόσθετη επιβάρυνση από διαφορετικό ύψος εκτέλεσης

Ύψος πτώσης (cm)	Ύψος άλματος (cm)	Χρόνος επαφής (sec)	Ταχύτητα απογείωσης (m/sec)
20	23.152 ± 2.08	0.246 ± 0.04	1.968 ± 0.21
25	23.106 ± 2.11	0.278 ± 0.14	1.972 ± 0.68
30	22.751 ± 3.01	0.272 ± 0.18	1.924 ± 0.35
35	22.125 ± 2.09	0.240 ± 0.06	1.882 ± 0.26

Πίνακας 4.4: Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις στο άλμα Counter movement Drop Jump με πρόσθετη επιβάρυνση από διαφορετικό ύψος εκτέλεσης

Ύψος πτώσης (cm)	Ύψος άλματος (cm)	Χρόνος επαφής (sec)	Ταχύτητα απογείωσης (m/sec)
20	20.430 ± 4.89	0.349 ± 0.21	1.967 ± 0.25
25	20.524 ± 4.27	0.377 ± 0.32	1.982 ± 0.26
30	19.535 ± 5.27	0.370 ± 0.25	1.886 ± 0.34
35	19.334 ± 4.12	0.254 ± 0.04	1.812 ± 0.71

Τα αποτελέσματα δεν ανέδειξαν σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών παραγόντων (τύπος άλματος, ύψος άλματος, επιβάρυνση) στο ύψος του άλματος ($F_{(3,33)} = 0.682$, $p = 0.651$), στο χρόνο επαφής ($F_{(3,33)} = 1.529$, $p = 0.151$) και στη ταχύτητα απογείωσης ($F_{(3,33)} = 0.912$, $p = 0.368$). Επίσης, δεν βρέθηκε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ τύπου του άλματος και συνθήκη (με ή χωρίς επιβάρυνση) στο ύψος πτήσης ($F_{(1,33)} = 0.912$, $p = 0.458$) στο χρόνο επαφής ($F_{(1,33)} = 1.912$, $p = 0.098$) και στη ταχύτητα απογείωσης ($F_{(1,33)} = 0.289$, $p = 0.835$).

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ύψος άλματος στο άλμα Bounced Drop Jump χωρίς πρόσθετη επιβάρυνση ήταν μεγαλύτερο από όλα τα ύψη πτώσης σε σχέση με το ίδιο άλμα όταν εκτελέστηκε με επιπρόσθετη επιβάρυνση. Επιπλέον, η ίδια εικόνα παρατηρήθηκε και στον άλλο τύπο του άλματος (counter drop jump), δηλαδή οι δοκιμαζόμενοι παρουσίασαν μικρότερο ύψος άλματος όταν αυτό εκτελέστηκε με επιπρόσθετη επιβάρυνση, απ' όλα τα ύψη πτώσης.

Επίσης είναι χαρακτηριστικό ότι το ύψος του άλματος χωρίς πρόσθετη επιβάρυνση ήταν στα ίδια επίπεδα και στους δύο εξεταζόμενους τύπους αλμάτων. Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να ερμηνευτεί λόγω μη χρήσης της αποθηκευμένης ελαστικής ενέργειας στους μύς κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους με προδιάταση.

Η επιπρόσθετη επιβάρυνση φάνηκε ότι επηρεάζει και το χρόνο επαφής για την εκτέλεση του άλματος, ανεξάρτητα από τον τύπο του άλματος και ανεξάρτητα από το ύψος πτώσης. Πιο συγκεκριμένα, όσο αυξάνεται το ύψος πτώσης αυξάνεται και ο χρόνος επαφής των ποδιών για την εκτέλεση του άλματος και για τους δύο τύπους των αλμάτων.

Τα αποτελέσματα της μελέτης συμφωνούν με ερευνητικά δεδομένα προηγούμενης μελέτης (Marshall & Moran, 2013) που ανέφεραν σημαντική αύξηση του ύψους των CMJ μετά από 8 εβδομάδες προπόνησης CDJ. Επίσης, ενισχύουν τα ευρήματα της μελέτης των Lloyd et al. (2012), επιβεβαιώνοντας την άποψη των Walker et al. (2016), που αναφέρουν ότι η προπόνηση πλειομετρικών ασκήσεων είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη και βελτίωση του κύκλου stretch – shortening, συμβάλλοντας συνεπώς στην βελτίωση των μετρήσεων της αθλητικής απόδοσης, όπως συμβαίνει για παράδειγμα κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από την όρθια θέση ή κατά την εκτέλεση αλμάτων βάθους.

VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα: Και στους δύο τύπους άλματος και στις δύο συνθήκες (με ή χωρίς επιπρόσθετη επιβάρυνση) παρατηρήθηκε αντίστροφη σχέση μεταξύ επίδοσης και ύψος πτώσης, ενώ υπήρξε ευθύγραμμη σχέση μεταξύ χρόνου επαφής και ύψος πτώσης. Επιπλέον, παρατηρήθηκε μείωση της ταχύτητας απογείωσης αυξανόμενου του ύψους πτώσης.

Επίσης, η πρόσθετη επιβάρυνση φαίνεται να επιδρά αρνητικά στην επίδοση, με μείωση του ύψους και της ταχύτητας απογείωσης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arampatzis, A., Schade, F., Walsh, M., Bruggemann, G - P. (2001). Influence of leg stiffness and its effect on myodynamic jumping performance. *Journal of Electromyographic and Kinesiology*, 11(5), 355-364.
- Benjavunatra, N., Lay, B. S., Alderson, J. A. & Blanksby, B. A. (2013). Comparison of Ground Reaction Force Asymmetry in One- and Two-legged Countermovement Jumps. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27, 2700-2707.
- Castagna, C., Ganzetti, M., Ditroilo, M., Giovannelli, M., Rocchetti. A., Manzi. V. (2013). Concurrent validity of vertical jump performance assessment systems. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27, 761-768.
- Cressey, E. M., West, C. A., Tiberio, D. P., Kraemer, W. J., Maresh, C. M. (2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 561-567.
- Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. (2008). Reliability of the Reactive Strength Index and Tie to Stabilization During Depth Jumps. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22, 1677-1682.
- Gago, P., Arndt., A, Ekblom., M (2017). Post activation potentiation of the plantar flexors: Implications of knee angle variations. *Journal of Human Kinetics*, 57, 29-38.
- Healey, R, Kenny, I, Harrison, A. (2016). Assessing reactive strength measures in jumping and hopping using the Optojump system. *Journal of Human Kinetics*, 54, 23-32.
- Markovic, G., Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859-895.
- Markwick, W. J., Bird, S. P., Tufano, J. J., Seitz, L. B., Haff, G. G. (2014). The Intraday Reliability of the Reactive Strength Index Calculated from a Drop Jump in Professional Men's Basketball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 482-488.
- Marshall, B. M., Moran, K. A. (2013). Which drop jump technique is most effective at enhancing countermovement jump ability, "countermovement" drop jump or "bounce" drop jump? *Journal of Sports Science*, 31(12), 1368-1374.
- McMaster, D. T., Gill, N., Cronin, J., McGuigan, M. (2014). A brief review of strength and ballistic assessment methodologies in sport. *Sports Medicine*, 44, 603-623.

- Struzik, A., Juras, G., Pietraszewski, B., Rokita, A. (2016). Effect of drop jump technique on the reactive strength index. *Journal of Human Kinetics*, 52, 157-164.
- Suchomel, T. J., Bailey, C. A., Sole, C. J., Grazer, J. L., & Beckham, G. K. (2015). Using Reactive Strength Index-Modified as an Explosive Performance Measurement Tool in Division I Athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29, 899-904.
- Walker, J, Clarke, S. B., Waller, E., Robey-Broome, A., Jensen, R. (2016). Reactive strength index-modified in different plyometric tasks. *34th International Conference of Biomechanics in Sports*, Japan, 18-22.
- Walsh, M., Arampatzis, A., Schade, F., Bruggemann, G. P. (2004). The effect of drop jump starting height and contact time on power, work performed, and moment of force. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 561-566.
- Young, W. B., Wilson, G. J., Byrne, C. (1999). A comparison of drop jump training methods: effect on leg extensor strength qualities and jumping performance. *International Journal of Sports Medicine*, 20(5), 295-303.