



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

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

**«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**  
**ΕΝΔΥΝΑΜΩΣΗΣ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗ ΑΛΜΑΤΙΚΗ**  
**ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΡΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΡΙΩΝ, ΗΛΙΚΙΑΣ 14**  
**ΕΤΩΝ»**

**Ρίζου Χαρίκλεια-Παρθενία**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**

**ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΔΙΟ: ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΑΘΛΗΜΑΤΩΝ**  
**ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΗ**

**ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2020**

© Copyright

Ρίζου Χαρίκλεια-Παρθενία  
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

Σημείωμα Συγγραφέα

Το δοκίμιο αυτό αποτελεί διπλωματική εργασία που συντάχθηκε για το Μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Φυσική Αγωγή & Αθλητισμός» της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ και υποβλήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2020.

Η 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**

**Κωστόπουλος Νικόλαος (Επιβλέπων)**

(Επίκουρος Καθηγητής, Προπονησιολογίας Καλαθοσφαίρισης Σ.Ε.Φ.Α.Α.,  
Ε.Κ.Π.Α.)

**Ζαχαράκης Εμμανουήλ**

(Επίκουρος Καθηγητής, Προπονησιολογίας Καλαθοσφαίρισης, Σ.Ε.Φ.Α.Α.,  
Ε.Κ.Π.Α.)

**Θεοδώρου Απόστολος**

(Επίκουρος Καθηγητής, Αθλητικά Άλματα, Σ.Ε.Φ.Α.Α., Ε.Κ.Π.Α.)

# Πρακτικό της Εξεταστικής Επιτροπής για την κρίση της μεταπτυχιακής διατριβής



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 ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ"

## ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Της Χαρίκλειας Ρίζου

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Συνέλευση του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 26/11/2019 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής της **κ. Χαρίκλειας Ρίζου** με τίτλο: «*Η επίδραση ενός παρεμβατικού προγράμματος ενδυνάμωσης στη γενική και ειδική αλματική ικανότητα νεαρών καλαθοσφαιριστών, ηλικίας 13-14 ετών*» αποτελούμενη από τους κ.κ. **Ν. Κωστόπουλο**, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέποντας), **Ε. Ζαχαράκη**, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, **Α. Θεοδώρου**, Επίκουρο Καθηγητή της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, εκλήθησαν σήμερα 11/9/2020 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 διατριβή 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:

  
**Ν. Κωστόπουλος**, Επίκουρος Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

  
**Ε. Ζαχαράκης**, Επίκουρος Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

  
**Α. Θεοδώρου**, Επίκουρος Καθηγητής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

## **«Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΝΟΣ ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΗ ΑΛΜΑΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΝΕΑΡΩΝ ΚΑΛΑΘΟΣΦΑΙΡΙΣΤΡΙΩΝ, ΗΛΙΚΙΑΣ 13-14 ΕΤΩΝ»**

### **Περίληψη**

Η καλαθοσφαίριση είναι ένα σωματικά απαιτητικό άθλημα, του οποίου η επιτυχημένη απόδοση εξαρτάται από ένα αριθμό θεμελιωδών φυσικών ικανοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της επιτάχυνσης, της ταχύτητας, της δύναμης, του άλματος και της ισχύος. Το κάθετο άλμα είναι μία από τις βασικές ικανότητες-χαρακτηριστικά, που εκτελούνται κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού της καλαθοσφαίρισης. Όλες αυτές οι ενέργειες, που ολοκληρώνονται με άλμα και απαιτούν μια γενική αλματική ικανότητα επηρεάζονται από μια σειρά διαφορετικών παραγόντων, που σχετίζονται με το παιχνίδι της καλαθοσφαίρισης. Οι παράγοντες αυτοί μετατρέπουν τη γενική αλματική ικανότητα σε ειδική αλματική ικανότητα. Οι περισσότερες έρευνες ασχολούνται με τη γενική ενδυνάμωση και τη βελτίωση της γενικής αλματικής ικανότητας. Καμία από αυτές δεν λαμβάνει υπόψη τις ειδικές απαιτήσεις/κινήσεις του αθλήματος και δεν αξιολογεί την επίδραση τους στις ειδικές ικανότητες. Ο σχεδιασμός βέλτιστων προγραμμάτων, που αποσκοπούν στη βελτίωση της γενικής αλλά και της ειδικής αλματικής ικανότητας είναι πρωταρχικής σημασίας για τους προπονητές της καλαθοσφαίρισης και τους επιστήμονες του αθλητισμού και πρέπει να αξιολογούνται διαφορετικά. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της επίδρασης ενός προπονητικού προγράμματος στη βελτίωση της γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας νεαρών καλαθοσφαιριστριών, ηλικίας 13-14 ετών. Εφαρμόστηκε ένα πλειομετρικό πρόγραμμα, διάρκειας οκτώ εβδομάδων, με ασκήσεις με το βάρος του σώματος, γενικού και ειδικού χαρακτήρα, το οποίο μπορεί να εκτελεστεί σε οποιοδήποτε αθλητικό χώρο, χωρίς να απαιτείται ακριβός εξοπλισμός. Είναι η πρώτη έρευνα, που συνέκρινε ταυτόχρονα τεστ γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας και ερεύνησε την επίδραση και στα δύο. Η παρέμβαση βελτίωσε, τόσο τη γενική, όσο και την ειδική αλματική ικανότητα των νεαρών αθλητριών της πειραματικής ομάδας, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου, η οποία δεν παρουσίασε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά. Η δοκιμασία γενικής αλματικής ικανότητας, άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο δεξί ή αριστερό πόδι ήταν αυτή με τη μεγαλύτερη βελτίωση. Δεν βελτιώθηκε σημαντικά η ειδική αλματική ικανότητα, που σχετίζεται με το άλμα μετά από μεγάλη οριζόντια ταχύτητα, καθώς

απαιτείται ειδικό ασκησιολόγιο. Η παρούσα έρευνα αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία μπορούν να στηριχθούν προπονητές και γυμναστές, με σκοπό την ολοκληρωμένη προπόνηση αθλητών καλαθοσφαίρισης, αλλά και νέα έρευνα, για την περαιτέρω διερεύνηση της επίδρασης της πλειομετρικής προπόνησης στην αλματική ικανότητα νεαρών καλαθοσφαιριστών.

Λέξεις κλειδιά: καλαθοσφαίριση, γενική και ειδική αλματική ικανότητα, νεαρές καλαθοσφαιρίστριες

# **“THE IMPACT OF A TRAINING PROGRAM ON THE GENERAL AND SPECIFIC JUMPING ABILITY OF YOUNG FEMALE BASKETBALL PLAYERS, AGED 13-14 YEARS”**

**Rizou Charikleia-Parthenia**

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

## **Abstract**

Basketball is a physically demanding sport, whose successful performance depends on a number of fundamental physical skills, including acceleration, quickness, strength, jumping and power. Vertical jumping is one of the fundamental motions performed during a basketball game. All the actions involving jumps and general jumping ability are affected by a range of different factors pertinent to the game of basketball. These factors convert general jumping ability to specific jumping ability. Most studies place emphasis on general strength and improvement of general jumping ability. None of these, however, consider the demands/motions that are particular to the sport or evaluate their effect on specific abilities. The planning of optimum training programs aiming at the improvement of both general and sport specific jumping ability are of primary importance for basketball coaches and sports scientists and must be evaluated distinctively. The purpose of the study was to explore the impact of a training program on improving the general and sport specific jumping ability of young female basketball players, aged 14 years, through an eight-week training program. The low impact plyometric program included bodyweight bearing exercises of general and specific nature, which can be performed in any sports venue, without requiring expensive equipment. It is the first study to compare both general and sport specific jumping tests and to investigate the effect on both. The intervention improved both the general and sport specific jumping ability of young athletes at the experimental group, in contrast to the control group, which did not demonstrate any statistically significant difference. The general jumping test Countermovement jump, one leg (CMJR-CMJL) was the one with the greatest improvement. Sport specific jumping ability associated with jumping following an approach run was not significantly improved, suggesting that greater proportion of targeted exercises are required for this discipline. The present research forms a basis on which coaches and

trainers may rely, in order to improve training adaptations of young female basketball athletes, and pursue further investigation for the impact of low impact plyometric training on the jumping ability of young female basketball players.

Keywords: basketball, general jumping ability, sport specific jumping ability, young female



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρακτικό της Εξεταστικής Επιτροπής για την κρίση της μεταπτυχιακής διατριβής ....	4
Περίληψη .....	5
Abstract.....	7
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ .....	13
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ.....	xii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ .....	14
<b>I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>15</b>
1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος .....	15
1.2 Σημασία της έρευνας.....	16
1.3 Ερευνητικές υποθέσεις.....	16
1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας.....	16
1.5 Περιγραφή των όρων.....	17
<b>II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ .....</b>	<b>18</b>
2.1 Αλματική ικανότητα.....	18
2.2 Παράγοντες προσδιορισμού της αλματικής ικανότητας .....	19
2.2.1 Δύναμη .....	19
2.2.2 Ταχύτητα και δυναμική της κίνησης.....	26
2.3 Αλματική ικανότητα στην καλαθοσφαίριση .....	28
2.4 Μέθοδοι βελτίωσης της αλματικής ικανότητας στην καλαθοσφαίριση .....	33
2.5 Μέθοδοι αξιολόγησης της αλματικής ικανότητας .....	37
<b>III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....</b>	<b>39</b>
3.1. Δείγμα.....	39
3.2. Σχεδιασμός της έρευνας .....	40

3.3. Περιγραφή δοκιμασιών .....	41
3.3.1. Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών.....	41
3.3.2. Δοκιμασίες γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας.....	41
3.4. Όργανα μέτρησης.....	43
3.5. Παρεμβατικό πρόγραμμα .....	44
3.5.1. Παρεμβατικό πρόγραμμα εβδομάδας 1 & 2.....	44
3.5.2. Παρεμβατικό πρόγραμμα εβδομάδας 3 & 4.....	45
3.5.3 Παρεμβατικό πρόγραμμα εβδομάδας 5 & 6.....	46
3.5.4 Παρεμβατικό πρόγραμμα εβδομάδας 7 & 8.....	47
3.6 Στατιστική ανάλυση .....	48
<b>IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>50</b>
4.1 Έλεγχος κανονικότητας κατανομής.....	50
4.2 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά.....	50
4.3 Πειραματικές μεταβλητές .....	51
4.3.1 Κάθετο ύψος στο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα 90°(SJH) .....	51
4.3.2 Μέγιστη ισχύς στο κάθετο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα 90° (SJPP) .....	52
4.3.3 Κάθετο ύψος στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση και αιώρηση χεριών (CMJAH).....	54
4.3.4 Μέγιστη ισχύς στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση και αιώρηση χεριών (CMJAPP) .....	55
4.3.5 Κάθετο ύψος στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση χωρίς συμμετοχή χεριών (CMJH). .....	56
4.3.6 Μέγιστη ισχύς στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση χωρίς συμμετοχή χεριών (CMJPP) .....	58
4.3.7 Κάθετο ύψος στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο δεξί πόδι (CMJRH).....	60
4.3.8 Μέγιστη ισχύς στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο δεξί πόδι (CMJPPP) .....	61
4.3.9 Κάθετο ύψος στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο αριστερό πόδι (CMJLH) .....	63
4.3.10 Μέγιστη ισχύς στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο αριστερό πόδι (CMJLPP).....	64
4.3.11 Άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (SBJ).....	66

4.3.12 Ύψος άλματος στο κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με τα δύο πόδια (3STJH).....	67
4.3.13 Ύψος άλματος στο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το δεξί πόδι (2STJRLH).....	68
4.3.14 Ύψος άλματος στο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το αριστερό πόδι (2STJLLH).....	70
4.4 Κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης Borg (Borg, 1982).....	72
<b>V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b> .....	73
5.1 Προσαρμογές προπονητικής παρέμβασης.....	76
5.1.1 Δοκιμασίες γενικής αλματικής ικανότητας.....	76
5.1.2 Δοκιμασίες ειδικής αλματικής ικανότητας.....	83
<b>VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	92
<b>VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	94
<b>VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b> .....	116
6.1 Απόφαση της Εσωτερικής Επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής...117	
6.2 Έντυπο συγκατάθεσης ασκούμενου.....118	
6.3 Κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης Borg.....119	

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 3.1.</b> Περιγραφή των ασκήσεων του προγράμματος παρέμβασης 1 <sup>ης</sup> & 2 <sup>ης</sup> εβδομάδας.....	44
<b>Πίνακας 3.2.</b> Περιγραφή των ασκήσεων του προγράμματος παρέμβασης 3 <sup>ης</sup> & 4 <sup>ης</sup> εβδομάδας.....	45
<b>Πίνακας 3.3.</b> Περιγραφή των ασκήσεων του προγράμματος παρέμβασης 5 <sup>ης</sup> & 6 <sup>ης</sup> εβδομάδας.....	46
<b>Πίνακας 3.4.</b> Περιγραφή των ασκήσεων του προγράμματος παρέμβασης 7 <sup>ης</sup> & 8 <sup>ης</sup> εβδομάδας.....	47
<b>Πίνακας 4.1.</b> Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων στις δύο ομάδες στις δύο συνθήκες.....	50
<b>Πίνακας 4.2.</b> Τιμές του δείκτη SJH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	51
<b>Πίνακας 4.3.</b> Τιμές του δείκτη SJPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	53
<b>Πίνακας 4.4.</b> Τιμές του δείκτη CMJAH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	54
<b>Πίνακας 4.5.</b> Τιμές του δείκτη CMJAPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	56
<b>Πίνακας 4.6.</b> Τιμές του δείκτη CMJH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	57
<b>Πίνακας 4.7.</b> Τιμές του δείκτη CMJPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	59
<b>Πίνακας 4.8.</b> Τιμές του δείκτη CMJRH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	60
<b>Πίνακας 4.9.</b> Τιμές του δείκτη CMJRPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	62
<b>Πίνακας 4.10.</b> Τιμές του δείκτη CMJLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	63
<b>Πίνακας 4.11.</b> Τιμές του δείκτη CMJLPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	65
<b>Πίνακας 4.12.</b> Τιμές του δείκτη SBJ για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	66
<b>Πίνακας 4.13.</b> Τιμές του δείκτη 3STJH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	68
<b>Πίνακας 4.14.</b> Τιμές του δείκτη 2STJRLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	69
<b>Πίνακας 4.15.</b> Τιμές του δείκτη 2STJLLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	71
<b>Πίνακας 4.19.</b> Ποσοστιαία μεταβολή των δοκιμασιών από αρχική σε εβδομάδα 8 για την πειραματική ομάδα.....	72

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 3.1.</b> Περιγραφή των φάσεων του προγράμματος αξιολόγησης και παρέμβασης.....	40
<b>Σχήμα 4.2.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του SJPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες. ....	53
<b>Σχήμα 4.3.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJAH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	55
<b>Σχήμα 4.4.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJAPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	56
<b>Σχήμα 4.5.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	58
<b>Σχήμα 4.6.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	59
<b>Σχήμα 4.7.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJRH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	61
<b>Σχήμα 4.8.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJRPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	62
<b>Σχήμα 4.9.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	64
<b>Σχήμα 4.10.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJLPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	65
<b>Σχήμα 4.11.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη SBJ για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	67
<b>Σχήμα 4.12.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη 3STGH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	69
<b>Σχήμα 4.13.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη 2STJRLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	70
<b>Σχήμα 4.14.</b> Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη 2STJLLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.....	71

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

**SJ (Squat jump):** Κάθετο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα 90°

**CMJ (Countermovement jump):** Άλμα με αντίθετη κίνηση χωρίς συμμετοχή χεριών

**CMJA (Countermovement jump with arms):** Άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση και αιώρηση χεριών

**CMJRL ή CMJLL (Countermovement jump, 1 leg):** Άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο ένα πόδι (δεξί και αριστερό)

**SBJ (Standing broad jump):** Άλμα σε μήκος χωρίς φόρα

**3STJ (Three-steps approach with two leg take-off vertical jump):** Μέγιστο κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με τα δύο πόδια

**2STJRL ή 2STJLL (Two-steps approach with one leg take-off vertical jump):** Μέγιστο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το ένα πόδι

**ΚΜΣ:** Κέντρο μάζας σώματος

**F:** Δύναμη

**V:** Ταχύτητα

**F<sub>0</sub>:** Μέγιστη δύναμη

**V<sub>0</sub>:** Μέγιστη ταχύτητα

**h<sub>po</sub>:** Απόσταση κατακόρυφης ώθησης

**W:** Power/Ισχύς

**VJH:** Κατακόρυφο ύψος άλματος

**BM (Body mass):** Μάζα σώματος

# I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Η καλαθοσφαίριση είναι ένα σωματικά απαιτητικό άθλημα, του οποίου η επιτυχημένη απόδοση εξαρτάται από ένα αριθμό θεμελιωδών φυσικών ικανοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της επιτάχυνσης, της ταχύτητας, της δύναμης, του άλματος και της ισχύος. Το κάθετο άλμα είναι μία από τις βασικές ικανότητες, χαρακτηριστικά που εκτελούνται κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού της καλαθοσφαίρισης. Με άλμα ολοκληρώνονται πολλές επιθετικές και αμυντικές ενέργειες, όπως είναι το σουτ, η διείσδυση και η διεκδίκηση. Όλες αυτές οι κινήσεις, οι οποίες ολοκληρώνονται με άλμα και απαιτούν μια γενική αλματική ικανότητα, επηρεάζονται από μια σειρά διαφορετικών παραγόντων, που σχετίζονται με το παιχνίδι της καλαθοσφαίρισης. Σε αυτούς τους παράγοντες περιλαμβάνονται η τροχιά της μπάλας, το επίπεδο ικανότητας των παικτών, η σωματική επαφή με τους αντιπάλους και η κατάσταση του παιχνιδιού, άμυνα ή επίθεση (Rodriguez-Rosell, Mora-Custodio, Franco-Marques, Yanez-Garcia, & Gonzalez-Badillo, 2017). Επομένως, οι παράγοντες αυτοί μετατρέπουν τη γενική αλματική ικανότητα σε ειδική αλματική ικανότητα. Ένας παίχτης, για να είναι αποτελεσματικός μέσα στο παιχνίδι και για να είναι ικανός, να αξιοποιήσει την αλματική του ικανότητα, πρέπει να προσαρμόσει την ικανότητα αυτή μέσα στα πλαίσια και τις ειδικές απαιτήσεις του αθλήματος. Οι καλαθοσφαιριστές για να εκτελούν με επιτυχία τις επιθετικές ενέργειες, που ολοκληρώνονται με άλμα κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, απαιτείται να έχουν ανεπτυγμένη την ειδική αλματική ικανότητα. Ο σχεδιασμός βέλτιστων προγραμμάτων, που αποσκοπούν στη βελτίωση της γενικής αλλά και της ειδικής αλματικής ικανότητας, είναι πρωταρχικής σημασίας για τους προπονητές της καλαθοσφαίρισης και τους επιστήμονες του αθλητισμού και πρέπει να αξιολογούνται διαφορετικά. Οι Asadi, Ramirez-Campillo, Meylan, Nakamura, Canas-Jamett και Izquierdo (2017) ανέφεραν σημαντική αύξηση της αλματικής ικανότητας των νεαρών καλαθοσφαιριστών με 14,1% βελτίωση στο κάθετο άλμα και 4,8% στο οριζόντιο άλμα μετά από 8 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης. Ακόμη, τα αποτελέσματα των Bouteraa, Negra, Shephard και Chelly (2018) παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στο ύψος και στην ισχύ του άλματος μετά από πτώση (DJ). Ωστόσο, όλες αυτές οι έρευνες ασχολούνται με τη γενική ενδυνάμωση και με ασκησιολόγιο, που επικεντρώνεται στη βελτίωση της γενικής

αλματικής ικανότητας και καμία δεν λαμβάνει υπόψη τις ειδικές απαιτήσεις/κινήσεις του αθλήματος και δεν αξιολογεί την επίδραση τους στις ειδικές ικανότητες.

## **1.2 Σημασία της έρευνας**

Η σημασία της παρούσας έρευνας έγκειται στη διερεύνηση της επίδρασης ενός προπονητικού προγράμματος δύναμης στη βελτίωση της γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας νεαρών καλαθοσφαιριστριών. Το πρόγραμμα παρέμβασης εκτός από ασκήσεις γενικού χαρακτήρα περιελάμβανε και ασκήσεις ειδικά σχεδιασμένες για το άθλημα της καλαθοσφαίρισης. Λήφθηκαν υπόψη οι ειδικές απαιτήσεις του αθλήματος και αξιολογήθηκαν με γενικές και ειδικές δοκιμασίες, οι οποίες είναι σύμφωνες με τα κινητικά πρότυπα της καλαθοσφαίρισης. Ακόμη, διατυπώθηκαν συσχετίσεις ανάμεσα στις δοκιμασίες γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας. Τα αποτελέσματα της έρευνας προσφέρουν νέες πληροφορίες και γνώσεις στους προπονητές σχετικά με μια αποτελεσματική μέθοδο προπόνησης, η οποία συνδυάζει τις γενικές με τις ειδικές απαιτήσεις του αθλήματος, με σκοπό τη βελτίωση αλλά και αξιολόγηση της αλματικής ικανότητας ξεχωριστά ως γενική και ειδική αλματική ικανότητα.

## **1.3 Ερευνητικές υποθέσεις**

Οι πειραματικές υποθέσεις της παρούσας έρευνας είναι οι ακόλουθες:

- 1) Μετά την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος θα υπάρξει στατιστικά σημαντική βελτίωση στη γενική αλματική ικανότητα.
- 2) Μετά την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος θα υπάρξει στατιστικά σημαντική βελτίωση στη ειδική αλματική ικανότητα.

## **1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας**

- 1) Τα αποτελέσματα της έρευνας δεν εφαρμόζονται σε αγόρια αθλητές.
- 2) Οι συμμετέχουσες αθλήτριες αγωνίστηκαν στην Α΄ κατηγορία κορασίδων καλαθοσφαίρισης, είχαν τουλάχιστον πέντε χρόνια προπονητικής εμπειρίας και παρόμοια εβδομαδιαία προπονητική επιβάρυνση.



### **1.5 Περιγραφή των όρων**

Αλματική ικανότητα: Είναι η ικανότητα για μέγιστη οριζόντια ή κατακόρυφη μετατόπιση του κέντρου μάζας του σώματος από θέση ηρεμίας.

Μυϊκή ισχύς (W): Η μυϊκή ισχύς είναι το έργο που μπορεί να παράγει ένας μυς ή μια ομάδα μυών στη μονάδα του χρόνου.

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

Ρυθμός εφαρμογής της δύναμης: Ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης είναι η ικανότητα για γρήγορη παραγωγή μυϊκής δύναμης.

## II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1 Αλματική ικανότητα

Αλματική ικανότητα ορίζεται η ικανότητα για μέγιστη οριζόντια ή κατακόρυφη μετατόπιση του κέντρου μάζας του σώματος από θέση ηρεμίας. Η επιτάχυνση ενός σώματος από τη θέση ηρεμίας με σκοπό, να φτάσει στην υψηλότερη απόδοση άλματος, απαιτεί την παραγωγή μεγάλης ποσότητας εξωτερικής δύναμης. Σύμφωνα με τον Κέλλη (2002), δύναμη είναι η ικανότητα του ανθρώπου, να επενεργεί σε εξωτερικές δυνάμεις ή στο ίδιο το βάρος του σώματος του, μέσω της μυϊκής του δραστηριότητας. Σύμφωνα με το νόμο του Νεύτωνα για την κίνηση, η επιτάχυνση ενός σώματος κατά τη φάση της ώθησης από το έδαφος εξαρτάται από τη συνολική δύναμη, που ασκείται σε αυτό, αλλά και από τη δύναμη, που ασκεί το ίδιο στο περιβάλλον. Στόχος λοιπόν για την επίτευξη του μέγιστου ύψους άλματος είναι η δημιουργία μέγιστης επιτάχυνσης πριν την απογείωση από το έδαφος (Dowling & Vamos, 1993). Η ταχύτητα απογείωσης λοιπόν εξαρτάται από την παραγωγή δύναμης, που παράγουν τα κάτω άκρα κατά τη φάση της ώθησης στο έδαφος. Αυτή με τη σειρά της εξαρτάται από τους μηχανικούς παράγοντες παραγωγής δύναμης, οι οποίοι εξαρτώνται από την ταχύτητα ώθησης. Οι άλτες για να επιτύχουν άλμα υψηλότερο από 30cm, χρειάζεται να αναπτύξουν δύναμη διπλάσια από το σωματικό τους βάρος, αν όμως η κίνηση συντονιστεί επαρκώς, αναπτύσσονται μεγαλύτερες δυνάμεις και σε άλματα μικρότερα από 20cm (Levine, Zajac, Belzer, & Zomlefer, 1983). Οι Luthanen και Komi (1978) ανέφεραν, ότι ένας καλά προπονημένος αθλητής, είναι ικανός, να χρησιμοποιήσει κατά το άλμα το 76% της διαθέσιμης μηχανικής ενέργειας, αλλά με βέλτιστο συντονισμό των κινήσεων μπορεί να το αυξήσει κατά 84%. Οι δυνάμεις αυτές, προκαλούνται από τους μύες, που παράγουν ροπές γύρω από τις αρθρώσεις, που συμμετέχουν στη κίνηση. Ο χρονικός και χωροταξικός συντονισμός μεταξύ των στροφικών κινήσεων των αρθρώσεων, θα καθορίσουν το τελικό σχήμα και μέγεθος της κάθετης ώθησης, δηλαδή το κάθετο ύψος άλματος (Hay, 1980). Το μέγιστο ύψος άλματος επηρεάζεται επομένως, από πολλούς βιομηχανικούς και φυσιολογικούς παράγοντες. Σύμφωνα με τους Flanagan, Ebben και Jensen (2008) το ύψος του άλματος εξαρτάται: α) από την ιδανική σχέση ταχύτητας και δύναμης, β) από τη χρήση της ελαστικής ενέργειας, η οποία στηρίζεται

στην αρχή της προδιάτασης του μυός, γ) από το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης και δ) από το μυϊκό συντονισμό. Λόγω της κυκλικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των παραγόντων παραγωγής δύναμης και της δυναμικής της κίνησης είναι απαραίτητο, να προσδιοριστούν τα μηχανικά χαρακτηριστικά, που σχετίζονται με τα μέγιστα άλματα. Οι μηχανικοί περιορισμοί, που επιβάλλονται από τους παράγοντες παραγωγής δύναμης και από τη δυναμική της κίνησης, εκφράζονται κυρίως μέσω της αλληλεπίδρασης της ποσότητας παραγωγής δύναμης και της ταχύτητας του κέντρου μάζας του σώματος κατά τη φάση της ώθησης (Samozino, Morin, Hintzy & Belli, 2010).

## **2.2 Παράγοντες προσδιορισμού της αλματικής ικανότητας**

### **2.2.1 Δύναμη**

#### **2.2.1.1 Μηχανικοί παράγοντες προσδιορισμού της δύναμης στο άλμα**

Προσδιορίζοντας τους μηχανικούς παράγοντες, που συμβάλλουν στην παραγωγή δύναμης κατά τη διάρκεια της φάσης ώθησης του άλματος, είναι δυνατή και η κατανόηση των μηχανικών παραγόντων, που καθορίζουν την αλματική ικανότητα. Οι μηχανικοί παράγοντες παραγωγής δύναμης κυρίως σχετίζονται με τις μηχανικές ιδιότητες και την αρχιτεκτονική του μυός και έχουν μελετηθεί με βάση τα φυσιολογικά ή μορφολογικά χαρακτηριστικά τους (Marsh, 1994· James, Navas & Herrel, 2007). Το μηχανικό μοντέλο της μυϊκής δραστηριότητας έχει προσδιοριστεί πριν από αρκετό καιρό από τους Hill (1938), Alexander και Benet (1977) και Shorten (1987). Ένας μυς αποτελείται από τα συσταλτά και ελαστικά του στοιχεία. Τα συσταλτά στοιχεία αναφέρονται στο σύμπλεγμα της ακτομυοσίνης. Σύμφωνα με τη θεωρία των Hanson και Huxley (1953), η μυϊκή συστολή είναι αποτέλεσμα της παράλληλης ολίσθησης των μυονηματίων της ακτίνης πάνω από τα μυονημάτια της μυοσίνης μέσω των εγκάρσιων γεφυρών, που ενεργούν με μια διαδοχική κίνηση προσκόλλησης στην ακτίνη, περιστροφής και αποκόλλησης από αυτή. Τα ελαστικά στοιχεία αναφέρονται στο συνδετικό ιστό, που περιβάλλει τις μυϊκές ίνες, τα δεμάτια των μυϊκών ινών και το μυ (ενδομύϊο, περιμύϊο, επιμύϊο) και έχουν διάταξη, είτε παράλληλη, είτε σε σειρά με τις μυϊκές ίνες. Τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά συναντώνται στον ιστό, που βρίσκεται σε σειρά με το συσταλτό μηχανισμό, συμπεριλαμβανομένου και του τένοντα του μυός. Τα στοιχεία αυτά, όταν ο μυς εισέρχεται απότομα από την ηρεμία στην ενεργή κατάσταση, δρουν ρυθμιστικά στα

συσταλά τους στοιχειά, με αποτέλεσμα ο μυς να συγκεντρώνει ελαστική ενέργεια. Όταν ο μυς αντιμετωπίζει αντίσταση, όπως στις περισσότερες κινήσεις, αυτή η ελαστική ενέργεια μπορεί, να χρησιμοποιηθεί παράγοντας ταχύτητα μεγαλύτερη από εκείνη, που τα συσταλά στοιχεία μπορούν, να παράγουν κατά τη συστολή τους (Anderson & Pandy, 1993·Bobbert, Huijing & VanIngenSchenau, 1986).

### **2.2.1.2 Μηχανικές ιδιότητες του μυός**

Οι μύες λόγω των περιορισμών, που επιβάλλονται από τις μηχανικές τους ιδιότητες, τη μηκοδυναμική και την ταχοδυναμική σχέση, περιορίζονται στην ποσότητα δύναμης, που μπορούν να παράγουν (Kurokawa, Fukunaga & Fukashiro, 2001). Η ικανότητα παραγωγής δύναμης εξαρτάται από το μήκος του μυός. Ο μυς παράγει τη μέγιστη δύναμη του, όταν το αρχικό του μήκος τη στιγμή της διέγερσης αντιστοιχεί στο μήκος ηρεμίας, η θέση δηλαδή των νηματίων ακτίνης και μυοσίνης είναι ιδανική (Winter & Challis, 2010). Αντίθετα, η παραγωγή δύναμης είναι μικρότερη, όταν το αρχικό μήκος του μυός είναι μεγαλύτερο ή μικρότερο από το μήκος ηρεμίας. Ένας άλλος παράγοντας, που επηρεάζει την παραγωγή δύναμης, είναι η ταχύτητα της μυϊκής συστολής. Η σχέση αυτή αναφέρεται ως ταχοδυναμική και διαφέρει στην έκκεντρη και σύγκεντρη μυϊκή δραστηριότητα. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα συστολής, τόσο η σύγκεντρη μυϊκή δύναμη μειώνεται. Αυτό αποδίδεται, τόσο στο μειωμένο αριθμό εγκάρσιων γεφυρών, όσο και στη μειωμένη παραγωγή δύναμης από κάθε εγκάρσια γέφυρα σύνδεσης. Από την άλλη μεριά, κατά την έκκεντρη συστολή η αύξηση της ταχύτητας οδηγεί σε αύξηση της παραγόμενης μυϊκής δύναμης (Seow, 2013).

### **2.2.1.3 Αρχιτεκτονική του μυός**

Ένας άλλος μηχανικός παράγοντας είναι η αρχιτεκτονική του μυός, η οποία αναφέρεται στη μορφολογία του μυός και των τενόντων του, αλλά και στη μεταξύ τους διάταξη (μυοτενόντιο σύστημα) (Lieber & Friden, 2000). Ο όρος μυϊκή αρχιτεκτονική αναφέρεται: α) στην επιφάνεια εγκάρσιας διατομής, που είναι η επιφάνεια του μυός, η οποία δημιουργείται μετά την κάθετη διατομή του. Όσο μεγαλύτερη είναι η εγκάρσια επιφάνεια ενός μυός, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα του για παραγωγή δύναμης, β) στο μήκος της μυϊκής ίνας, το οποίο δεν είναι ίδιο με το μήκος του μυός, στον οποίο ανήκει. Όσο πιο μεγάλο είναι το μήκος μιας μυϊκής ίνας, τόσο μεγαλύτερο εύρος κίνησης έχει. Συχνά οι μύες, που διαθέτουν

μεγάλο μήκος μυϊκών ινών, παρουσιάζουν μικρή ικανότητα παραγωγής δύναμης, γ) στη γωνία πτέρωσης, η οποία ορίζεται ως η γωνία ανάμεσα στη μυϊκή ίνα και την εν τω βάθει απονεύρωση του μυός (μεμβράνη τενόντιου ιστού). Όσο πιο μεγάλη είναι η γωνία πτέρωσης, τόσο πιο μικρό είναι το ποσοστό δύναμης, που μεταφέρεται στον τένοντα (Κέλλης, 2008), δ) στη διάταση και στη σκληρότητα της μυϊκής ίνας και του τένοντα. Η μυϊκή σκληρότητα ορίζεται ως η σχέση μεταξύ της δύναμης και του μήκους του τένοντα, η οποία καθορίζει την ικανότητα του μυός, να αποθηκεύει και να ξαναχρησιμοποιεί ενέργεια (Bosco, Komi, Pulli, Pittera & Montonev, 1982).

Οι μύες συνδέονται με τα οστά μέσω των τενόντων. Όταν ο μυς συσπάται, ο τένοντας επιμηκύνεται. Η σύνδεση μυ-τένοντα έχει την ικανότητα, να διαχέει την υπάρχουσα ενέργεια σε συνθήκες δυνατών συγκρούσεων ή προσγειώσεων (Alexander, 1991). Επομένως, η σύνδεση μυ και τένοντα στο σύνολο της είναι καθοριστική για την κατανόηση της αλματικής ικανότητας. Οι τένοντες είναι ιξωδοελαστικές δομές με το μεγαλύτερο μέρος της ξηρής μάζας τους, να αποτελείται από κολλαγόνο (65-80%) και ελαστίνη (1-2%) (Kannus, 2000· Kirkendall & Garrett, 1997). Επιτρέπουν τη μεταφορά σημαντικής μηχανικής δύναμης στις κινήσεις γύρω από τις αρθρώσεις (Fung, 1967) και η μηχανική συμπεριφορά τους εξαρτάται από το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης, στον οποίο εκτίθενται (Fung, 1967). Ο τένοντας, που συμμετέχει στην εκτέλεση του άλματος, είναι ο αχίλλειος τένοντας. Βρίσκεται στην οπίσθια επιφάνεια της κνήμης και δημιουργείται από τη συμβολή των τενόντιων μερών του γαστροκνημίου μυ και του υποκνημίδιου μυ και καταφύεται στην οπίσθια επιφάνεια της πτέρνας. Σημαντική λειτουργία του τένοντα είναι η ικανότητα αποθήκευσης και απελευθέρωσης ελαστικής ενέργειας μέσω της φόρτισης και αποφόρτισης του ιστού (διάταση και βράχυνση) (Maganaris, 2002· Roberts, 2002· Kuitunen, Ogiso, & Komi, 2010). Ο όρος ελαστική ενέργεια αναφέρεται στην αποθήκευση ενέργειας στα ελαστικά στοιχεία σε σειρά του μυός. Η ενέργεια αυτή δημιουργείται με τη διάταση του μυός αμέσως πριν τη συστολή του σε διάφορες κινήσεις, όπως είναι το άλμα (Bobbert, Huijing & Van Ingen Schenau, 1986, · Anderson & Pandy, 1993). Ο αχίλλειος τένοντας στο τέλος της ώθησης επιτρέπει υψηλές ταχύτητες συστολής και δύναμης στους πελματιαίους καμπτήρες (Bobbert, 2001). Με αυτό τον τρόπο, επιτρέπει στις μυϊκές ίνες, να συστέλλονται και να εκτελούν έργο πιο κοντά στο βέλτιστο εύρος τους, ενώ παράλληλα μπορεί, να απελευθερωθεί γρήγορα μεγαλύτερη ποσότητα ενέργειας από τα ελαστικά στοιχεία.

Έρευνες υποδηλώνουν, ότι η ελαστική ενέργεια, που αποθηκεύεται στον τένοντα, βελτιώνει την παραγωγή έργου επιτρέποντας στους μύες, να συστέλλονται κοντά στη βέλτιστη ταχύτητα συστολής τους (Kurokawa, Fukunaga, Nagano & Fukashiro, 2003· Farris, Lichtwark, Brown & Cresswell, 2015). Αυτό είναι δυνατό, επειδή αντίθετα με τους σκληρότερους τένοντες, όπως του ισχίου, ο αχίλλειος τένοντας είναι μαλακός, επιτρέποντας υψηλές ποσότητες αποθήκευσης ελαστικής ενέργειας, οι οποίες μπορούν να επιστραφούν αργότερα στην κίνηση με τη μορφή εκρηκτικής ταχύτητας. Οι Farris και οι συνεργάτες του (2015) ανέφεραν, ότι η πλειονότητα της ποσότητας της ελαστικής ενέργειας αποθηκεύεται ενάντια στην αντίσταση του βάρους του σώματος, πριν ή κατά τη διάρκεια της κίνησης του άλματος. Λαμβάνοντας υπόψη τα οφέλη από τη χρήση της αποθηκευμένης ελαστικής ενέργειας, η μορφολογία του τένοντα και η λειτουργία των ελαστικών στοιχείων σε σειρά είναι καθοριστικές, καθώς είναι ικανές να μεταβάλουν την ικανότητα αποθήκευσης και απελευθέρωσης της ελαστικής ενέργειας. (Maganaris, 2002· Roberts, 2002).

#### **2.2.1.4 Μυϊκή συνέργεια-συντονισμός-συναρμογή**

Είναι σημαντικό, να επισημανθεί, ότι δεν είναι μόνο ο μυς ή μόνο ο τένοντας, που καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας, αλλά και η πολύπλοκη αλληλεπίδραση μεταξύ των ομάδων των μυών, των τενόντων, των συνδέσμων, των οστών και του χόνδρου (Biewener & Roberts, 2000). Η κατανόηση της μυϊκής μηχανικής κατά τη διάρκεια της ανθρώπινης κίνησης είναι μια διαρκής πρόκληση (Ishikawa & Komi, 2007). Οι μύες και οι τένοντες διαδραματίζουν διαφορετικούς ρόλους, αλλά λειτουργικά αυτοί οι ιστοί είναι στενά συνδεδεμένοι (Roberts, 2002). Ένας τρόπος κατανόησης της ανθρώπινης κίνησης είναι ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης. Ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης αναφέρεται σε μια κατάσταση, κατά την οποία ο μυς προενεργοποιείται, για να αντισταθεί στην πρόσκρουση, έπειτα διατείνεται (πλειομετρική φάση) και στη συνέχεια, κατά τη φάση της ώθησης βραχύνεται (μειομετρική φάση). Με αυτό τον τρόπο, ορίζεται ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης για όλους τους τύπους αλμάτων (Schmidtbleicher & Gollhofer, 1982, Ishikawa & Komi, 2008). Σύμφωνα με πολλές έρευνες κατά τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης πραγματοποιείται υψηλό δυναμικό απόδοσης, το οποίο αποδίδεται στην ελαστική συμπεριφορά του μυοτενόντιου συστήματος (Cavagna, Dusman, & Margaria, 1968· Cavagna, Komarek & Mazzoleni, 1971· Bosco, Komi & Ito, 1981· Bosco, Komi, Pulli, Pittera & Montonev, 1982· Schmidtbleicher & Gollhofer, 1982·

Schmidtbleicher, Gollhofer & Frick, 1988). Κατά τη διάρκεια της έκκεντρης φάσης ελαστική ενέργεια αποθηκεύεται στα ελαστικά στοιχεία του μυοτενόντιου συστήματος, η οποία χρησιμοποιείται ως μηχανική ενέργεια κατά τη σύγκεντρη συστολή στη φάση ώθησης (Roberts, 2002· Kuitunen, Ogiso & Komi, 2011). Καθοριστικό ρόλο στην εμφάνιση του φαινομένου αυτού έχει η χρονική αλληλουχία της προδιάτασης και διέγερσης του μυός. Αν η διέγερση καθυστερήσει, τότε η αποθηκευμένη ενέργεια δε μετατρέπεται σε μηχανική, αλλά χάνεται σε θερμότητα. Ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης μπορεί, να συμβάλλει στη μείωση του μυϊκού μηχανικού έργου, αυξάνοντας την οικονομία και κάνοντας τις μυϊκές ίνες, να λειτουργούν πλησιέστερα στο ισομετρικό τους μήκος, στο οποίο μπορούν, να παράγουν μεγαλύτερη δύναμη (Roberts, 2002).

Ένας ακόμη καθοριστικός παράγοντας είναι ο μυϊκός συντονισμός. Η μυϊκή συναρμογή ορίζεται από τη χρονική διάρκεια, το μέγεθος και τη σειρά ενεργοποίησης των μυών, που συμμετέχουν στην κίνηση (Oddsson, 1987). Το ανθρώπινο σώμα για την παραγωγή κίνησης απαιτεί το συντονισμό πολλών μυϊκών ομάδων. Λόγω της πολυαρθρικής κίνησής του και της σύνεργης δράσης των μυών, που καλύπτουν τις αρθρώσεις του, το μηχανικό έργο, που απαιτείται για την παραγωγή κίνησης, θα μπορούσε θεωρητικά, να παραχθεί από πολλά διαφορετικά μοντέλα μυϊκού συντονισμού (Vanrenterghem, Lees, Lenoir, Aerts, & DeClercq, 2004). Για το συντονισμό στην εκτέλεση ενός άλματος πρέπει, να χρησιμοποιείται ένα βέλτιστο μυϊκό μοτίβο, με σκοπό να επιτευχθεί το μέγιστο ύψος άλματος (Asmussen & Sorensen, 1971· Bobbert & Casius, 2005· Abbott & Aubert, 1952· Bobbert & Schenau, 1988). Η συνεργασία των μυών, που συμμετέχουν στην κίνηση, ονομάζεται μεσομυϊκή συναρμογή και έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη δύναμης και την παραγωγή κίνησης (Sale, 2003). Η ποιότητα της μεσομυϊκής συναρμογής έγκειται στην κατάλληλη συνεργασία ανάμεσα στους μύες, που πραγματοποιούν την κίνηση, δηλαδή στους αγωνιστές και στους μύες, που είναι υπεύθυνοι για την αντίθετη κίνηση, δηλαδή στους ανταγωνιστές. Κατά την εκτέλεση της κίνησης οι αγωνιστές μύες πρέπει, να αναπτύξουν γρήγορα τη μέγιστη δύναμη τους και οι ανταγωνιστές, να χαλαρώσουν (Sale, 2003). Υψηλό επίπεδο μυϊκής συναρμογής εκδηλώνεται με άριστη ροή της κίνησης, με σκόπιμο ρυθμό κίνησης, με ακρίβεια στην εκτέλεση της κίνησης και με υψηλή παραγωγή εξωτερικής δύναμης (Young, 1993). Οι μύες, που κυρίως ευθύνονται για την εκτέλεση ενός άλματος, είναι οι εκτείνοντες των κάτω

άκρων. Το κινητικό μοντέλο στο κάθετο άλμα προϋποθέτει την κατακόρυφη επιτάχυνση του σώματος σε μια χρονική αλληλουχία. Στην κίνηση αυτή δεν συμμετέχουν μόνο οι μονοαρθρικοί μύες, αλλά και οι διαρθρικοί, οι οποίοι συμβάλλουν στη μετατροπή της κυκλικής κίνησης των μελών του σώματος σε κατακόρυφη μετατόπιση του κέντρου βάρους. Το έργο αυτό είναι πολύπλοκο λόγω του ανταγωνισμού των μυών για τη μεγιστοποίηση των δυνάμεων και της παράτασης του χρόνου, κατά τον οποίο εφαρμόζονται αυτές οι δυνάμεις στο έδαφος. Ένας βασικός παράγοντας για την αύξηση του χρόνου επαφής στο έδαφος είναι η αλληλουχία των αρθρώσεων, όπου οι μυϊκές δυνάμεις αναπτύσσονται με τη σειρά, ξεκινώντας από το ισχίο και συνεχίζοντας εγγύς-περιφερικά, καταλήγοντας στον αστράγαλο (Gregoire, Veeger, Huijing & VanIngenSchenau, 1984· Bobbert & Schenau, 1988· Bobbert & Van Soest, 2001). Η χρήση των διαρθρικών μυών μεγιστοποιεί το ύψος άλματος διευκολύνοντας την εφαρμογή μεγάλων δυνάμεων στο έδαφος για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Van Ingen Schenau, Bobbert & Van Soest, 1990· Bobbert, Gerritsen, Ettema, Huijing & De Haan, 1992· Van Soest, Schwab, Bobbert, & Van Ingen Schenau, 1993· Jacobs, Bobbert, & Van Ingen Schenau, 1996). Η εγγύς-περιφερική αλληλουχία επιτρέπει στους διαρθρικούς μύες, να επιβραδύνουν τις εγγύτερες αρθρώσεις στο τέλος της περιστροφής τους. Με αυτό τον τρόπο, οι διαρθρικοί μύες προστατεύουν τις αρθρώσεις από τραυματισμούς κατά την υπερέκταση, ενώ επιτρέπουν στους εγγύς μύες, να συνεχίσουν, να είναι ενεργοποιημένοι στη φάση της ώθησης, μεταφέροντας τη δύναμη τους σε απομακρυσμένες αρθρώσεις κατά μήκος του άκρου.

### **2.2.1.5 Ρυθμός παραγωγής δύναμης**

Η μέγιστη μυϊκή δύναμη των κάτω άκρων, που απαιτείται κατά την εκτέλεση του άλματος, παίζει σημαντικό ρόλο, αλλά σύμφωνα με έρευνες δεν είναι αρκετή από μόνη της, για να εξασφαλίσει βελτίωση στο κάθετο άλμα (Gollhofer, 1987· Schmidtbleicher, et al., 1988), αλλά πρέπει, να συνδυαστεί με υψηλή ταχύτητα (Dowling & Vamos, 1993). Η ταχύτητα εξαρτάται από τη μάζα των αθλούμενων και τη γραμμική ώθηση, που είναι το αποτέλεσμα της ανοδικής επιτάχυνσης των μερών του σώματος που εμπλέκονται στο άλμα (Oddsson, 1987). Θεμελιώδης στόχος για την επίτευξη ενός μέγιστου κατακόρυφου άλματος είναι η δημιουργία, κατά τη φάση της ώθησης στο έδαφος, κάθετης επιτάχυνσης στο μικρότερο δυνατό χρόνο (Buehrle, Schmidtbleicher, & Ressel, 1983· Gollhofer, 1987). Η μέγιστη δύναμη επομένως,



αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη μιας άλλης μορφής δύναμης, της δύναμης ισχύος. Η ισχύς είναι η εφαρμοζόμενη δύναμη πολλαπλασιαζόμενη με την ταχύτητα της κίνησης. Υψηλή ισχύς μπορεί, να επιτευχθεί, είτε με μεγάλη δύναμη, είτε με υψηλή ταχύτητα ή με το συνδυασμό και των δύο. Για τον ανθρώπινο μυ, η ισχύς είναι συνήθως υψηλότερη, όταν η δύναμη συστολής και η ταχύτητα συστολής βρίσκονται περίπου στο 1/3 της μέγιστης (Cormie, McGuigan, & Newton, 2011). Η κατακόρυφη αλτική ικανότητα χαρακτηρίζεται από τη μεγάλη ανάπτυξη ισχύος και από την απότομη αύξηση της δύναμης σε κάθετη διεύθυνση. Μελέτες έχουν αναφέρει ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της μέγιστης δύναμης και της ισχύος, καθώς θεωρείται, ότι ένα υψηλό επίπεδο δύναμης είναι αναγκαίο για μέγιστη απόδοση ισχύος (Cormie et al., 2011· Manson, Brughelli, & Harris, 2014). Η σχέση αυτή φαίνεται, να εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά και το προπονητικό επίπεδο των αθλητών. Αθλητές με ένα μεσαίο επίπεδο δύναμης βελτίωσαν σημαντικά την αλματική τους ικανότητα μετά από προπόνηση δύναμης (Adams, O'Shea, O'Shea, & Climstein, 1992). Αντίθετα, αθλητές με υψηλό επίπεδο μέγιστης δύναμης δεν επέφεραν βελτιώσεις στην αλματική τους ικανότητα μετά από προπόνηση μέγιστης δύναμης (Häkkinen & Komi, 1985a).

Ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης μπορεί, να οριστεί ως η ικανότητα για γρήγορη παραγωγή μυϊκής δύναμης (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson, & Dyhre-Poulsen, 2002). Η προπόνηση δύναμης και ισχύος μπορούν, να οδηγήσουν σε υψηλό ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα κατά τη μυϊκή συστολή στην εκτέλεση ενός άλματος (Cormie, McBride, & McCaulley, 2009). Ένας υψηλός ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης είναι ωφέλιμος σε σύντομες και γρήγορες κινήσεις και ειδικά σε κινήσεις, όπου το εύρος κίνησης της άρθρωσης είναι περιορισμένο. Αποτελεί σχετική παράμετρο για τη μέτρηση της νευρομυϊκής απόδοσης των αθλητών σε αθλήματα, που περιλαμβάνουν εκρηκτικές μυϊκές συστολές (Stone, Sanborn, O'Bryant, Hartman, Stone, Proulx, & Hruby, 2003). Έρευνες έχουν δείξει, ότι αποτελεί μια σημαντική μεταβλητή απόδοσης της αλματικής ικανότητας (Lees, Vanrenterghem, & DeClercq, 2004· Stone et al., 2003· Häkkinen, & Komi, 1985 a,b), καθώς η επιτάχυνση στην αρχική φάση του άλματος καθορίζεται από το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης και μεταβάλλει τελικά την ταχύτητα (Kraemer & Newton, 2000· Aagaard et al., 2002). Ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης εξαρτάται, όπως η μυϊκή ισχύς και η δύναμη, από τη μυϊκή μορφολογία και τη νευρομυϊκή λειτουργία (Kraemer & Newton, 2000· Aagaard et al., 2002).

Ένας άλλος παράγοντας, ο οποίος επηρεάζει τις εκρηκτικές δραστηριότητες, είναι οι ιδιότητες νευρικής ενεργοποίησης (Cormie et al., 2011). Το νευρικό σύστημα ελέγχει την ενεργοποίηση των μυών μέσω της επιστράτευσης των κινητικών μονάδων, της συχνότητας και του συγχρονισμού του δυναμικού ενέργειας (Cormie et al., 2009). Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση του Enoka (1988) για το ρόλο της μέγιστης δύναμης στην ανάπτυξη δυναμικών κινήσεων είναι δυνατό, να υπάρξει ανάπτυξη της μέγιστης δύναμης, η οποία οφείλεται σε νευρικές προσαρμογές, χωρίς να υπάρξουν μορφολογικές αλλαγές στους μύες. Η βελτίωση της αλματικής ικανότητας επομένως μπορεί, να επέλθει και μέσω της μέγιστης δύναμης, που οφείλεται σε νευρικές προσαρμογές.

### 2.2.2 Ταχύτητα και δυναμική της κίνησης

Εκτός από τους μηχανικούς περιορισμούς, που επιβάλλονται από τους παράγοντες παραγωγής δύναμης, υπάρχουν και αυτοί, που επιβάλλονται από τη δυναμική της κίνησης. Στην αλματική ικανότητα οι περιορισμοί αυτοί εκφράζονται κυρίως μέσω της αλληλεπίδρασης μεταξύ της ποσότητας παραγωγής δύναμης και της ταχύτητας του κέντρου μάζας του σώματος κατά τη φάση της ώθησης. Σύμφωνα με τη δυναμική της κίνησης το ύψος άλματος, που αντιστοιχεί στην κατακόρυφη μετατόπιση του κέντρου μάζας του σώματος (ΚΜΣ), εξαρτάται από την κάθετη ταχύτητα ( $V_y$ ) κατά τη φάση της απογείωσης. Η ταχύτητα  $V_y$  του ΚΜΣ πριν τη φάση ώθησης είναι μηδενική. Κατά τη φάση της ώθησης, τα κάτω άκρα αντιπροσωπεύονται από μια γραμμική παραγωγή δύναμης ( $F$ ). Η δύναμη ( $F$ ) έχει τη διάσταση της επιτάχυνσης του ΚΜΣ, που προκαλείται από την εκρηκτική ώθηση των κάτω άκρων. Η επιτάχυνση του ΚΜΣ με τη σειρά της αντιστοιχεί στην απόσταση της κατακόρυφης ώθησης ( $h_{po}$ ), που με τη σειρά της καθορίζεται από το εύρος έκτασης των κάτω άκρων. Αυτή η σχέση αλληλεπίδρασης ορίζεται από τους παρακάτω τύπους:

$$\bar{F} = \frac{V_y^2}{2h_{po}} + g \quad \text{ή} \quad V_y = \sqrt{2h_{po}(F - g)}$$

Η σχέση μεταξύ των  $V_y$ ,  $F$  και  $h_{po}$  αντιπροσωπεύει τους μηχανικούς περιορισμούς, που επιβάλλονται από τη δυναμική της κίνησης του επιταχυνόμενου σώματος του αθλητή, που πραγματοποιεί το άλμα (Samozino, Morin, Hintzy, & Belli, 2010). Η  $V_y$  εξαρτάται από τη μέση δύναμη, που παράγεται κατά τη φάση ώθησης,

από τη μάζα σώματος και από την απόσταση μέσω της οποίας παράγεται η δύναμη. Η απόδοση στο άλμα αυξάνεται, όταν το εύρος έκτασης των κάτω άκρων αυξάνεται και/ή όταν η δύναμη (F) αυξάνεται. Η δύναμη (F) και η κάθετη ταχύτητα κατά τη φάση της απογείωσης ( $V_y$ ) αλλάζουν ταυτόχρονα ανάλογα με το εύρος έκτασης των κάτω άκρων. Όμως, αυτή η ταυτόχρονη αύξηση στη F και  $V_y$  περιορίζεται από τους μηχανικούς παράγοντες παραγωγής δύναμης. Οι μηχανικοί παράγοντες της παραγωγής δύναμης κυρίως σχετίζονται, όπως έχει αναφερθεί νωρίτερα, με τις μηχανικές ιδιότητες του μυός. Τα μηχανικά όρια των σκελετικών μυών και κυρίως των συσταλών στοιχείων τους αντιπροσωπεύονται από μια αντίστροφη σχέση δύναμης-ταχύτητας, τόσο σε απομονωμένους μύες (Hill, 1983), όσο και σε όλους τους μύες των κάτω άκρων κατά τη διάρκεια εκτέλεσης διάφορων τύπων της ανθρώπινης κίνησης (Sargeant, Hoinville, & Young, 1981· Rahmani, Viale, Dalleau, Lacour, 2001). Αυτή η αντίστροφη σχέση περιγράφεται ως γραμμική ή πολυαρθρική κίνηση (Bosco, Belli, Astrua, Tihanyi, Pozzo, Kellis, Tsarpela, Foti, Manno, & Tranquilli, 1995· Rahmani et al., 2001) και εξηγεί τη μείωση της μέγιστης ικανότητας ολόκληρου του κάτω μέρους του σώματος, να παράγει δύναμη, αυξάνοντας την ταχύτητα κίνησης. Τέτοιες γραμμικές σχέσεις (F- $V_y$ ) έχουν παρουσιαστεί ευρέως από τις μέσες τιμές της δύναμης (F) και της ταχύτητας ( $V_y$ ) κατά την έκταση των κάτω άκρων και έχουν οριστεί από δυο τιμές. Τη μέγιστη δύναμη ( $F_0$ ) και τη μέγιστη ταχύτητα ( $V_{y0}$ ), που τα κάτω άκρα έχουν τη δυνατότητα, να παράγουν κατά την έκταση τους. Επομένως, κατά τη διάρκεια μιας δυναμικής μέγιστης προσπάθειας, όπως η φάση ώθησης στο κάθετο άλμα, η μέγιστη δύναμη, που μπορεί να παραχθεί, μπορεί να εκφραστεί ως συνάρτηση της ταχύτητας (Samozino et al., 2010).

Λαμβάνοντας υπόψη τους μηχανικούς περιορισμούς, που επιβάλλονται από την ίδια την κίνηση, και αυτούς, που επιβάλλονται από την παραγωγή δύναμης είναι δυνατό, να καθοριστεί η μέγιστη δύναμη, η οποία μπορεί, να παραχθεί κατά την κάθετη φάση ώθησης μεγιστοποιώντας την ταχύτητα απογείωσης ( $V_y$ ) και το ύψος άλματος (h). Έτσι, η μέγιστη τιμή στην ταχύτητα απογείωσης ( $V_y$ ) μπορεί, να επιτευχθεί στη φάση ώθησης μέσω των μέγιστων δυνατοτήτων των παραγόντων της παραγωγής δύναμης και της δυναμικής της κίνησης. Επομένως, το μέγιστο ύψος άλματος ( $h_{max}$ ) εξαρτάται από τη μέγιστη δύναμη ( $F_0$ ), τη μέγιστη ταχύτητα ( $V_0$ ) και την απόσταση της κατακόρυφης ώθησης, που καθορίζεται από το εύρος έκτασης των κάτω άκρων ( $h_{po}$ ). Αυτές είναι οι τρεις μηχανικές ιδιότητες, που χαρακτηρίζουν

συνολικά τις δυνατότητες των κάτω άκρων (Samozino et al., 2010). Οι τρεις αυτές αλληλοεξαρτώμενες μεταβλητές δεν αντιστοιχούν σε φαινοτυπικά χαρακτηριστικά, αλλά παρουσιάζουν τα συνολικά μηχανικά χαρακτηριστικά του συνόλου των κάτω άκρων. Αυτά τα μηχανικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν όλες τις μορφολογικές και φυσιολογικές παραμέτρους, που έχουν προταθεί, για να εξηγήσουν τη μεταβλητότητα στην απόδοση της αλματικής ικανότητας. Η μέγιστη δύναμη και η ταχύτητα επομένως, δεν αντιστοιχούν μόνο στις ενδογενείς ιδιότητες του μυός, αλλά είναι το αποτέλεσμα όλων των βιολογικών χαρακτηριστικών, που επηρεάζουν τη μέγιστη δύναμη, που μπορεί να αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια της έκτασης των κάτω άκρων και της μέγιστης ταχύτητας αντίστοιχα (Alexander, 2003).

### **2.3 Αλματική ικανότητα στην καλαθοσφαίριση**

Η αλματική ικανότητα αποτελεί σημαντική λειτουργική παράμετρο για τους αθλητές σε πολλά αθλήματα, ιδιαίτερα σε ομαδικό επίπεδο (Ziv & Lidor, 2009). Η καλαθοσφαίριση αποτελεί τις τελευταίες δεκαετίες ένα από τα πιο δημοφιλή αθλήματα στον κόσμο. Οι φυσικές απαιτήσεις των αθλητών έχουν αυξηθεί λόγω των αλλαγών στους κανόνες διεξαγωγής και της εξέλιξης της τακτικής, οι οποίες έχουν καταστήσει το άθλημα πιο δυναμικό και γρήγορο (Ben Abdelkrim, El Fazaa & El Ati, 2007· Cormery, Marcil, & Bouvard, 2008). Στην καλαθοσφαίριση οι παίκτες χρειάζονται καλά αναπτυγμένες φυσικές ικανότητες για να τρέχουν, να εκτελούν άλματα και να αλλάζουν κατεύθυνση (Hoffman & Maresh, 2000). Δύο είναι οι κύριες θέσεις παιχνιδιού στην καλαθοσφαίριση, οι περιφερειακοί και οι κεντρικοί παίκτες. Προκειμένου, να μεγιστοποιηθεί η απόδοση των παικτών κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, κάθε θέση απαιτεί συγκεκριμένο σωματότυπο (Nikolaidis, Calleja-González, & Padulo, 2014). Τα κύρια γνωρίσματα ενός καλαθοσφαιριστή είναι: (α) να ενεργεί πιο γρήγορα από τον αντίπαλο, (β) να έχει δύναμη και ισορροπία (γ) να εκτελεί υψηλότερα και ταχύτερα άλματα από τον αντίπαλο (δ) και να είναι ικανός, να εκτελεί τα προαναφερθέντα σημεία περισσότερες φορές από τον αντίπαλό κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού του με λιγότερη κόπωση (Schelling & Torres-Ronda, 2013). Τα απαραίτητα φυσικά χαρακτηριστικά ενός παίκτη καλαθοσφαίρισης, όπως η δύναμη και η ισορροπία, τον καθιστούν ικανό, να ανταπεξέλθει στις επαφές του παιχνιδιού και στην εκτέλεση αυτών των ενεργειών με λιγότερη κόπωση από τους αντιπάλους του. Επιπλέον, όλα τα παραπάνω είναι σκόπιμο, να εκτελούνται αρμονικά, σε σχέση με την ομαδική τακτική, τη συνεργασία με τους συμπαίκτες, την

αντίδραση των αντιπάλων, την μπάλα και το γήπεδο (Schelling & Torres-Ronda, 2013). Η πυκνότητα της δραστηριότητας του παιχνιδιού (αναλογία έργου προς ανάπαυση) ποικίλλει ανάλογα με τη δράση, την ένταση και τη στιγμή του παιχνιδιού. Μελέτες σχετικά με τις ενεργειακές απαιτήσεις στην καλαθοσφαίριση αποκαλύπτουν, ότι οι αθλητές καλύπτουν 4.500 με 7.500 μέτρα ανά παιχνίδι, εκτελούν 1.000 διαφορετικές ενέργειες, όπως αμυντικές μετατοπίσεις, ταχύτητες, αλλαγές κατεύθυνσης και περίπου 45 άλματα (McInnes, Carlson, Jones, & McKenna, 1995· BenAbdelkrim, Castagna, Jabri, Battikh, El Faza, & ElAti, 2010). Οι περισσότερες από αυτές τις ενέργειες διαρκούν μέχρι 40 δευτερόλεπτα (Barrios, 2002).

Εκτός από την άρτια γνώση της βασικής τεχνικής και της ομαδικής τακτικής, τα κατάλληλα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, η ακρίβεια εκτέλεσης, η ευκινησία και η αλματική ικανότητα είναι βασικά στοιχεία επιτυχίας στην καλαθοσφαίριση (Ostojic, Mazic, & Dikic, 2006· Conte, Favero, Lupo, Francioni, Capranica, & Tessitore, 2015· Sekulic, Peihar, Krolo, Spasic, Uljevic, Calleja-Gonzalez, et al., 2016). Το άλμα έχει χαρακτηριστεί ως μία από τις πιο συχνές κινήσεις κατά τη διάρκεια αγώνα καλαθοσφαίρισης (Ziv & Lidor, 2010). Με αποτέλεσμα να συμβάλλει στη διαμόρφωση της αθλητικής απόδοσης και στην έκβαση του παιχνιδιού (Κέλλης, 1999). Είναι σκόπιμο, να δίνεται λοιπόν ιδιαίτερη έμφαση στο κάθετο άλμα, καθώς το παιχνίδι είναι προσανατολισμένο γύρω από ένα καλάθι, ύψους 3,05 μέτρων. Παίκτες με υψηλή αλματική ικανότητα μπορούν να ξεπεράσουν τον αντίπαλό τους σε πολλές καταστάσεις του παιχνιδιού, σε άμυνα και επίθεση, όπως είναι τα κοψίματα, τα σουτ με άλμα και οι διεκδικήσεις (Miura, Yamamoto, Tamaki, & Zush, 2010· Struzik, Pietraszewski, & Zawadzki, 2014). Για τους λόγους αυτούς, αθλητές και προπονητές εστιάζουν μεγάλο μέρος της προπόνησης στη βελτίωση και στην αξιολόγηση της αλματικής ικανότητας (Nikolaidis, Asadi, Santos, Calleja-Gonzalez, Padulo, Chtourou, et al., 2015· Sperlich, Behringer, & Mester, 2015).

Στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης τα χαρακτηριστικά του κατακόρυφου άλματος επηρεάζονται από μια σειρά παραγόντων, τα οποία σχετίζονται με το παιχνίδι. Οι παράγοντες αυτοί είναι η τροχιά της μπάλας, το επίπεδο ικανότητας των παικτών, η σωματική επαφή και η κατάσταση του παιχνιδιού, δηλαδή, άμυνα ή επίθεση (Rodriguez et al., 2017). Οι ιδιαιτερότητες της κάθε θέσης, τα φυσικά χαρακτηριστικά των παιχτών και τα καθήκοντα του παιχνιδιού, καθορίζουν τις διαφορές στις επιδόσεις του άλματος. Τα άλματα διακρίνονται σε εκείνα, που εκτελούνται με ένα ή με δύο πόδια, από στατική θέση (στατικά άλματα) ή μετά από

κίνηση (Miura et al., 2010· Struzik et al., 2014). Ανάλογα με τη συνθήκη του παιχνιδιού και τους αντιπάλους οι παίκτες πραγματοποιούν, είτε στατικά άλματα, όπως σε διεκδικήσεις μετά από σουτ ή σε κοψίματα, είτε σε άλλες περιπτώσεις άλματα μετά από τρέξιμο, όπως σε καρφώματα στο καλάθι ή σε διεισδύσεις. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, τα στατικά άλματα σχετίζονται μεταξύ τους, αλλά η συσχέτιση τους με τα άλματα μετά από τρέξιμο είναι χαμηλή. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει, ότι τα άλματα από στάση και τα άλματα μετά από κίνηση, θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ξεχωριστές ικανότητες (Sattler, Sekulic, Hadzic, Uljevic, & Dervisevic, 2012).

Το κάθετο άλμα είναι μία από τις βασικές κινήσεις, που εκτελείται κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού της καλαθοσφαίρισης (Abdelkrim et al., 2007· Scanlan, Dascombe, & Reaburn, 2011). Ένα επιτυχημένο κάθετο άλμα εξαρτάται από τον αποτελεσματικό νευρομυϊκό συντονισμό, με σκοπό να παραχθούν υψηλά επίπεδα ισχύος, έτσι ώστε ο παίχτης να ξεπεράσει τη βαρύτητα και να προωθήσει το σώμα του κάθετα. Οι αθλητές της καλαθοσφαίρισης συνήθως εκτελούν 40-50 άλματα ανά παιχνίδι (Abdelkrim, et al., 2007· Scanlan, et al., 2011). Παράγουν υψηλά επίπεδα δύναμης για την εκτέλεση ποικίλων ενεργειών, όπως βολές με άλμα (σουτ), διεκδικήσεις σε άμυνα και επίθεση και κοψίματα στα σουτ των αντιπάλων. Οι πιο αποτελεσματικοί σουτέρ απελευθερώνουν τη μπάλα στο υψηλότερο σημείο του άλματος, γεγονός το οποίο καθορίζει τη σημασία της αλματικής ικανότητας στην επίθεση (Hudson, 1982· Rojskic, Separovic, Muratovic, & Uzicanin, 2014). Ένα υψηλό κάθετο άλμα είναι επωφελές για τους παίκτες καλαθοσφαίρισης σε πολλές ενέργειες μέσα στο παιχνίδι, όπως η κατοχή της μπάλας στη διεκδίκηση, η δημιουργία λαθών στους αντιπάλους με την παρεμπόδιση της μπάλας και η εκτέλεση ατομικών επιθετικών ενεργειών με σκοπό την επίτευξη εύστοχων καλαθιών.

Όλες οι επιθετικές ενέργειες στην καλαθοσφαίριση ατομικές ή ομαδικές ολοκληρώνονται με σουτ προς το καλάθι. Το σουτ είναι η πιο σημαντική και θεμελιώδης δεξιότητα στην καλαθοσφαίριση. Το σουτ εμφανίζεται ως η δεξιότητα, η οποία, όταν έχει εύστοχη κατάληξη, διαμορφώνει και το επιθυμητό αποτέλεσμα, που δεν είναι άλλο από την επίτευξη καλαθιών και τη νίκη. Το σουτ εκτελείται από διαφορετικές αποστάσεις και με διαφορετικούς τρόπους. Μερικοί από αυτούς θεωρούνται θεμελιώδεις, είτε λόγω της συχνής χρήσης τους, είτε λόγω της κλασικής τεχνικής τους, η οποία υποβοηθά τα υπόλοιπα είδη σουτ. Τα βασικά είδη σουτ είναι

κατηγοροποιημένα σε σουτ από στάση με ή χωρίς άλμα και σε σουτ με κίνηση. Το σουτ με άλμα εκτελείται με το ένα ή με τα δύο πόδια. Στο σουτ με στάση ανήκει το σουτ με το ένα χέρι, η χρήση του οποίου παρατηρείται κυρίως στις ελεύθερες βολές. Στην τεχνική της δεξιότητας αυτής βασίζεται και η τεχνική για την εκτέλεση των υπόλοιπων ειδών σουτ. Τα είδη αυτά είναι η βολή με άλμα (jump shot), η γυριστή βολή (jump hook) και το κάρφωμα (dunk). Ενώ, στο σουτ με κίνηση ανήκει η διείσδυση-βολή (lay up) (Αναστασιάδης, 1993).

Πιο συγκεκριμένα, στην καλαθοσφαίριση οι ενέργειες, που ολοκληρώνονται με άλμα είναι η βολή με άλμα (jump shot), η διείσδυση και βολή (lay up), η διεκδίκηση (rebound) και το κόψιμο (block) (Aura & Viitasalo, 1989· Klinzing, 1991). Η βολή με άλμα είναι σήμερα το πιο αποτελεσματικό σουτ στην καλαθοσφαίριση και αποτελεί εξέλιξη της βολής με το ένα χέρι. Το σουτ με άλμα εκτελείται, είτε από στατική θέση, είτε μετά από ντρίπλα, είτε μετά από πάσα. Στην πρώτη περίπτωση, ο παίχτης από στατική θέση εκτελεί σουτ, επωφελούμενος την απόσταση, που τον χωρίζει από τον αντίπαλο του. Στη δεύτερη περίπτωση, καθώς ο παίχτης κινείται με ντρίπλα στο γήπεδο, σταματά απότομα και εκτελεί σουτ. Στην τρίτη περίπτωση, ενώ κινείται δέχεται την μπάλα από συμπαίκτη του και εκτελεί σταμάτημα και σουτ. Το σουτ αυτό απαιτεί συντονισμό κινήσεων, καθώς υπάρχει συνδυασμός άλματος και σουτ. Το άλμα γίνεται με τα δύο πόδια, τα οποία έχουν απόσταση, όσο περίπου το άνοιγμα των ώμων και είναι παράλληλα μεταξύ τους. Το άλμα ξεκινά με μια γρήγορη καθοδική κίνηση με μικρή κάμψη στην άρθρωση των γονάτων και ακολουθεί ένα γρήγορο κατακόρυφο άλμα. Ο παίκτης επιδιώκει να απελευθερώσει τη μπάλα στο υψηλότερο σημείο του άλματος του, ωθώντας την με τη βοήθεια του καρπού και των δαχτύλων. Το σταμάτημα, που εκτελεί ο παίχτης πριν το σουτ, μπορεί να γίνει είτε με σταμάτημα-πήδημα σε μία χρονική στιγμή (jump stop), είτε με σταμάτημα-βηματισμό σε δύο χρονικές στιγμές (stride stop). Το σταμάτημα πήδημα γίνεται με ταυτόχρονη και παράλληλη προσγείωση των ποδιών, ενώ το σταμάτημα-βηματισμός με διαδοχική επαφή των ποδιών στο έδαφος.

Η διείσδυση και βολή (lay up) είναι η πιο βασική δεξιότητα επίτευξης καλαθιού στην καλαθοσφαίριση. Σκοπός της είναι το σουτ να γίνει στο πλησιέστερο σημείο του καλαθιού. Οι περισσότερες επιθετικές ενέργειες καταλήγουν σε σουτ μετά από διείσδυση (Αναστασιάδης, 1994). Η κίνηση αυτή εξελίσσεται σε τρεις φάσεις. Η πρώτη φάση είναι η φάση της φόρας, στην οποία ο αθλητής μετά από ντρίπλα ή μετά

από πάσα, κρατά τη μπάλα και εκτελεί δύο διασκελισμούς. Η δεύτερη φάση είναι η φάση του άλματος, στην οποία ο παίκτης για να μετατρέψει την οριζόντια ταχύτητα σε κάθετο άλμα εκτελεί ένα κάθετο βήμα-άλμα με το ένα πόδι προς το καλάθι. Από τη δεξιά πλευρά του γηπέδου ενδείκνυται η εκτέλεση της δεξιότητας να γίνεται με το δεξί χέρι (πόδι ώθησης το αριστερό), ενώ από την αριστερή πλευρά με το αριστερό χέρι (πόδι ώθησης το δεξί). Όταν ο παίκτης φτάσει στο ανώτερο σημείο του άλματος, ολοκληρώνει τη κίνηση, απελευθερώνοντας τη μπάλα (βολή) με σκοπό την επίτευξη του καλάθιού (Αναστασιάδης, 1993).

Μία ακόμα δεξιότητα, η οποία καθορίζει το αποτέλεσμα ενός αγώνα καλαθοσφαίρισης είναι η διεκδίκηση (rebound). Η ομάδα που χάνει τα «rebound», χάνει και το παιχνίδι. Το γεγονός αυτό αποτελεί αξίωμα, το οποίο αποδέχεται η πλειονότητα των προπονητών. Η διεκδίκηση είναι η προσπάθεια του αθλητή με σκοπό, να κερδίσει τη μπάλα μετά από ένα άστοχο σουτ. Υπάρχει η αμυντική διεκδίκηση, που γίνεται από την αμυνόμενη ομάδα και η επιθετική, η οποία γίνεται από την επιτιθέμενη ομάδα. Η διεκδίκηση της μπάλας εξαρτάται, τόσο από την τεχνική κατάρτιση του αθλητή, όσο και από τη φυσική του κατάσταση. Στη διεκδίκηση ο αθλητής πρέπει να λάβει την κατάλληλη θέση μέσα στο γήπεδο σε σχέση με τον αντίπαλό του και τη κατάλληλη χρονική στιγμή να εκτελέσει άλμα, με σκοπό να πιάσει τη μπάλα στο υψηλότερο σημείο του άλματος του και να την πάρει στην κατοχή του. Η εκτέλεση του άλματος γίνεται, είτε με το ένα, είτε με τα δύο πόδια, είτε μετά από τρέξιμο και απότομο σταμάτημα, είτε μετά από στατική θέση (Τσίτσκαρας, Χατζηαθανασίου, Λέφας και Γαλαζούλας, 2016).

Τέλος, το κόψιμο (block) είναι μια θεαματική κίνηση στην καλαθοσφαίριση, η οποία εκτελείται μόνο από τους αμυντικούς παίκτες. Το κόψιμο είναι μια προσπάθεια παρεμπόδισης του σουτ ενός επιθετικού, με σκοπό να τον οδηγήσει σε ένα άστοχο σουτ. Διακρίνεται σε στατικό κόψιμο, το οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί με στατικό άλμα στα δύο πόδια και σε κόψιμο μετά από κίνηση, με άλμα στο ένα ή στα δύο πόδια. Σε κάθε περίπτωση, ο αθλητής πρέπει να εκτελέσει υψηλό άλμα και να τεντώσει τα άκρα του, ώστε να παρεμποδίσει τη μπάλα τη στιγμή, που πραγματοποιείται το σουτ από τον επιθετικό παίκτη.

Όλες αυτές οι κινήσεις, που ολοκληρώνονται με άλμα και απαιτούν μια γενική αλματική ικανότητα, επηρεάζονται από μια σειρά διαφορετικών παραγόντων, που



σχετίζονται με το παιχνίδι της καλαθοσφαίρισης. Σε αυτούς τους παράγοντες περιλαμβάνονται η τροχιά της μπάλας, το επίπεδο ικανότητας των παικτών, η σωματική επαφή με τους αντιπάλους και η κατάσταση του παιχνιδιού, άμυνα ή επίθεση (Rodriguez, et al., 2017). Επομένως, οι παράγοντες αυτοί μετατρέπουν τη γενική αλματική ικανότητα σε ειδική αλματική ικανότητα στην καλαθοσφαίριση. Ένας παίχτης, για να είναι αποτελεσματικός μέσα στο παιχνίδι και για να είναι ικανός, να αξιοποιήσει την αλματική του ικανότητα πρέπει να προσαρμόσει την ικανότητα αυτή μέσα στα πλαίσια και τις ειδικές απαιτήσεις του αθλήματος. Για την επιτυχημένη εκτέλεση των ενεργειών με άλμα οι καλαθοσφαιριστές απαιτείται να έχουν ανεπτυγμένη την ειδική αλματική ικανότητα.

#### **2.4 Μέθοδοι βελτίωσης της αλματικής ικανότητας στην καλαθοσφαίριση**

Σε νεαρούς αθλητές η επίδραση της ανάπτυξης και της βιολογικής ωρίμανσης παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη της δύναμης με αποτέλεσμα, η προπόνηση της καλαθοσφαίρισης από μόνη της να μην είναι ικανή, να επιφέρει βελτιώσεις στα επίπεδα της εκρηκτικής τους δύναμης (Santos & Janeira, 2012). Σύμφωνα με τους Christou, Smilios, Sotiropoulos, Volaklis, Pilianidis και Tokmakidis (2006) και του Santos (2012) η βελτίωση της δύναμης σε νέους αθλητές σχετίζεται με την ένταση του φορτίου και τον όγκο προπόνησης και φαίνεται να προκύπτει περισσότερο από τη βελτίωση του νευρομυϊκού συντονισμού και τη νευρική ενεργοποίηση, παρά από τη μυϊκή υπερτροφία. Οι περισσότεροι αθλητές ηλικίας κάτω των 18 ετών δεν έχουν αναπτύξει πλήρως το νευρομυϊκό τους σύστημα (Drabik, 1996) με αποτέλεσμα, να είναι πολύ ευαίσθητοι σε κάθε είδους επιβάρυνση, λόγω της υψηλής θετικής μεταφοράς κινητικών ικανοτήτων από ειδικές και μη ειδικές ασκήσεις (Issurin, 2008). Επομένως, οι νέοι αθλητές, που λαμβάνουν οποιοδήποτε είδος ερεθίσματος, είναι ικανοί να βελτιώσουν τις αθλητικές τους επιδόσεις σε πολλαπλά επίπεδα. Σε νεαρούς αθλητές η πλειομετρική προπόνηση είναι σκόπιμο να ακολουθεί την αρχή της προοδευτικής αντίστασης. Πρέπει να εφαρμόζονται απλές ασκήσεις με το βάρος του σώματος, να δίνεται έμφαση στην τελειοποίηση της τεχνικής και έπειτα, να ακολουθεί η εκτέλεση πολύπλοκων και απαιτητικών πλειομετρικών ασκήσεων με εξωτερική επιβάρυνση.

Η πλειομετρική προπόνηση έχει αναφερθεί, ως η πιο αποτελεσματική προπονητική μέθοδος για τη βελτίωση της απόδοσης των ταχυδυναμικών δεξιοτήτων των νεαρών καλαθοσφαιριστών (Fulton, 1992· Matavulj, Kukolj, Ugarković, Tihanyi

& Jari, 2001) και έχει κυριαρχήσει στα προγράμματα δύναμης και φυσικής κατάστασης στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης (Fulton, 1992· Simenz, Dugan, & Ebben, 2005· King & Cipriani, 2010). Χαρακτηρίζεται από γρήγορες, ισχυρές κινήσεις, που περιλαμβάνουν την προδιάταση του μύος, ακολουθούμενη από μία έκκεντρη μυϊκή συστολή, χρησιμοποιώντας τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης. Η πλειομετρική προπόνηση αναφέρεται σε επιβάρυνσεις, οι οποίες ξεπερνούν τη μέγιστη ισομετρική συστολή, αναγκάζοντας τους μύες να επιμηκυνθούν, ώστε να αντέξουν την εξωτερική επιβάρυνση. Περιλαμβάνει ασκήσεις με έκκεντρη και σύγκεντρη συστολή, όπως τα επιτόπια άλματα, οι συνεχόμενες αναπηδήσεις και τα άλματα πτώσης. Η πλειο-μειομετρική δράση του μύος έχει το πλεονέκτημα να προστατεύει τους μύες από τις μεγάλες δυνάμεις, που αναπτύσσονται κατά την πρόσκρουση με το έδαφος, αλλά και να συμβάλλει στην παραγωγή μεγαλύτερης ισχύος. Οι πλειομετρικές ασκήσεις εκτελούνται, είτε σε διποδική, είτε σε μονοποδική στήριξη, σε μετωπιαίο ή σε οβελιαίο επίπεδο, με το βάρος του σώματος ή με εξωτερική επιβάρυνση.

Ο κύριος στόχος της πλειομετρικής προπόνησης είναι η αύξηση της παραγωγή μυϊκής ισχύος σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η ικανότητα του μύος να παράγει περισσότερη ισχύ σε σύντομο χρονικό διάστημα, αυξάνει την κατακόρυφη επιτάχυνση, με αποτέλεσμα την επίτευξη υψηλότερου άλματος. Η χρήση του κύκλου διάτασης-βράχυνσης μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα της μυοτενόντιας σύνδεσης, να παράγει μέγιστη δύναμη στο συντομότερο χρονικό διάστημα και να επιφέρει φυσιολογικές προσαρμογές (Hoffman, Fry, Howard, Maresh, & Kraemer, 1991· Rimmer, & Sleivert, 2000· Miller, Herniman, Ricard, Cheatham, & Michael, 2006· Saez de Villarreal, Requena, & Newton, 2010· Saez de Villarreal, Requena, & Cronin, 2012· Mirzaei, Norasteh, Saez De Villarreal, & Asadi, 2014). Η αύξηση της παραγωγή ισχύος μέσω των πλειομετρικών κινήσεων μπορεί να εξηγηθεί με δυο προτεινόμενα μοντέλα: το μηχανικό και το νευροφυσιολογικό (Wilk, Voight, Keirns, Gambetta, Andrews, & Dillman, 1993). Στο μηχανικό μοντέλο, η παραγόμενη ελαστική ενέργεια αποθηκεύεται στη μυοτενόντια σύνδεση κατά την έκκεντρη μυϊκή συστολή-προδιάταση και απελευθερώνεται κατά τη σύγκεντρη συστολή, ως πρόσθετη κινητική ενέργεια, με αποτέλεσμα την αύξηση της παραγόμενης δύναμης (Cavagna, Saibene, & Margaria 1965). Το νευροφυσιολογικό μοντέλο περιλαμβάνει τη βελτίωση της μειομετρικής συστολής μέσω της διέγερσης του μυοτατικού αντανακλαστικού (Bosco, et al., 1981· Bosco, et al., 1982). Τα ιδιοδεκτικά όργανα, οι

μυϊκοί άτρακτοί, όταν ανιχνεύσουν μια γρήγορη διάταση, διεγείρονται ενεργοποιώντας το μυοτατικό αντανακλαστικό. Ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης, που σχετίζεται με την πλειομετρική προπόνηση, περιλαμβάνει το συνδυασμό και των δύο μοντέλων, με σκοπό τη μέγιστη απόδοση του μυός στο συντομότερο χρόνο εκτέλεσης (Potach & Chu, 2000). Η σωστά εφαρμοζόμενη πλειομετρική προπόνηση οδηγεί σε καλύτερο νευρομυϊκό συντονισμό, βελτιωμένη επιστράτευση και συγχρονισμό των κινητικών μονάδων και μεγαλύτερο μέγεθος νευρικού ερεθίσματος (King & Cipriani, 2010).

Αρκετές μελέτες έχουν αποδείξει την αποτελεσματικότητα της πλειομετρικής προπόνησης στη βελτίωση του κάθετου και οριζόντιου άλματος (Asadi, 2013), συμπεριλαμβανομένων και μελετών με νεαρούς παίκτες καλαθοσφαίρισης (Brown, Mayhew, & Boleach, 1986· Matavulj, et al., 2001· Asadi, & Arazzi, 2012). Η εφαρμογή ενός πλειομετρικού προγράμματος είχε θετική επίδραση στην ανάπτυξη της κινητικής απόδοσης (Faigenbaum, 2006), στην αύξηση της δύναμης και της ισχύος (Saez-Saez de Villarreal, et al., 2010), στην αθλητική απόδοση (Loturco, Pereira, & Kobal, 2015), στη μείωση του κινδύνου τραυματισμών των κάτω άκρων, όπως η ρήξη των χιαστών συνδέσμων στην άρθρωση του γονάτου (Meira & Brumett, 2005· Wilkerson, Colston, Short, Neal, Hoewischer, & Pixley, 2000), στην ταχύτητα εκτέλεσης (Miller, Herniman, Ricard, Cheatham, & Michael, 2006· Faigenbaum, McFarland, & Keiper, 2006) και στην αύξηση του ύψους των κάθετων (King & Cipriani, 2010) και οριζόντιων αλμάτων (Faigenbaum, et al., 2007). Οι Asadi και οι συνεργάτες του (2017) ανέφεραν σημαντική αύξηση της αλματικής ικανότητας των νεαρών καλαθοσφαιριστών με 14,1% βελτίωση στο κάθετο άλμα και 4,8% στο οριζόντιο άλμα μετά από 8 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης. Ακόμη, ο Matavulij και οι συνεργάτες του (2001) παρουσίασαν βελτίωση στην απόδοση του κάθετου άλματος σε νεαρούς παίκτες καλαθοσφαίρισης μετά από ειδική προπόνηση με άλματα πτώσης διάρκειας έξι εβδομάδων (από 4,8 έως 5,6 cm). Επιπλέον, οι Markociv, Jukic, Milanovic, και Meticos (2001) συμπέραναν, ότι η πλειομετρική προπόνηση μπορεί να βελτιώσει την απόδοση στο ύψος του άλματος από 4,7% σε 8,7%. Ακόμη, τα αποτελέσματα των Bouteraa, Negra, Shephard και Chelly (2018) παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στο ύψος και στην ισχύ του άλματος μετά από πτώση (DJ). Η έρευνα αυτή επεκτείνει τα προηγούμενα ευρήματα των Chelly, Hermassi και Shephard (2015), οι οποίοι βρήκαν σημαντική αύξηση στην ισχύ και στο ύψος άλματος μετά από προπόνηση με άλματα πτώσης και ακόμη, σημαντικές

αλλαγές στις επιδόσεις του άλματος από θέση ημικαθίσματος (SJ) και του άλματος με προπαρασκευαστική κίνηση (CMJ) σε νεαρούς καλαθοσφαιριστές μετά από 10 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης. Τέλος, οι Zemková και Hamar (2010) παρουσίασαν μείωση του χρόνου επαφής με το έδαφος στο άλμα μετά από πτώση και βελτίωση στην ικανότητα διαφοροποίησης της δύναμης στη συστολή των μυών κατά τη διάρκεια επαναλαμβανόμενων αλμάτων, μετά από ένα πρόγραμμα πλειομετρικής προπόνησης σε αθλητές καλαθοσφαίρισης.

Στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης παρατηρούνται άλματα με διποδική και μονοποδική στήριξη σε μετωπιαίο και οβελιαίο επίπεδο. Στην πλειονότητά τους τα προγράμματα πλειομετρικής προπόνησης, που εφαρμόζονται συνήθως δίνουν έμφαση στις ασκήσεις, οι οποίες εκτελούνται στο οβελιαίο επίπεδο όπως, άλματα σε κουτιά, διαδοχικά άλματα πάνω από εμπόδια και άλματα βάθους (Flanagan & Comyns, 2008· Simenz, et al., 2005· Fulton, 2008· King & Cipriani, 2010). Λίγες μελέτες έχουν εξετάσει τις επιδράσεις της πλειομετρικής προπόνησης σε διαφορετικά επίπεδα κίνησης. Σε ένα πρόγραμμα παρέμβασης έξι εβδομάδων, που περιελάμβανε πλειομετρικές ασκήσεις σε μετωπιαίο και οβελιαίο επίπεδο, βρέθηκε ότι μόνο οι ασκήσεις σε οβελιαίο επίπεδο επέφεραν βελτιώσεις στο ύψος άλματος σε αγόρια καλαθοσφαιριστές λυκείου (King & Cipriani, 2019). Η εκτέλεση πλειομετρικών ασκήσεων στο οβελιαίο επίπεδο για τη βελτίωση ενός κάθετου άλματος βασίζεται στην αρχή της εξειδίκευσης. Η εξειδίκευση της προπόνησης δηλώνει, ότι η προπόνηση πρέπει να περιλαμβάνει κινήσεις, που είναι βιομηχανικά παρόμοιες με τις κινήσεις ενός δεδομένου αθλήματος (Young, McDowell, & Scarlett, 2010). Η αρχή της εξειδίκευσης συνεπάγεται επίσης, ότι για να επέλθει η βελτίωση σε μια συγκεκριμένη άσκηση ή ικανότητα, απαιτείται η συνεχής εξάσκηση και προπόνηση της ικανότητας αυτής. Επομένως, οι αθλητές για τη βελτίωση της αλματικής ικανότητας είναι απαραίτητο να εκτελούν ασκήσεις γενικού και ειδικού χαρακτήρα με βάση το άθλημα τους.

Στην περίπτωση της πλειομετρικής προπόνησης και των νεαρών καλαθοσφαιριστών, οι ασκήσεις που έχουν σχεδιαστεί για να βελτιώνουν τις κινήσεις στο μετωπιαίο επίπεδο, όπως τα πλάγια άλματα με εμπόδια, βελτιώνουν τις δυνατότητες του κεντρικού νευρικού συστήματος (Starzynski, Tand, & Sozanski, 1999). Αυτή η βελτιωμένη ικανότητα του κεντρικού νευρικού συστήματος επιτρέπει σε ένα νεαρό αθλητή να μεταφέρει τη βελτιωμένη πλάγια αλματική του ικανότητα σε κάθετη, βελτιώνοντας έτσι την κατακόρυφη ισχύ του, χωρίς να είναι απαραίτητη η

εφαρμογή της αρχής της εξειδίκευσης στην προπόνηση. Λίγες έρευνες έχουν μελετήσει, αν η ειδική προπόνηση έχει εφαρμογή σε αθλητές γυμνασίου, όσον αφορά την παραγωγή ισχύος των κάτω άκρων, που αξιολογείται με τη μέτρηση του κάθετου άλματος (King & Cipriani, 2010).

## **2.5 Μέθοδοι αξιολόγησης της αλματικής ικανότητας**

Είναι γενικά αποδεκτό, ότι η κάθετη αλματική απόδοση είναι μια από τις πιο αξιόπιστες και έγκυρες μεθόδους έμμεσης εκτίμησης της δύναμης, της ταχύτητας και της ικανότητας παραγωγής ισχύος των μυών των κάτω άκρων σε πληθυσμούς διαφορετικών ηλικιών και φύλου (Asmussen & Bonde-Petersen, 1974· Bobbert, Gerritsen, Litjens, & Van Soest, 1996· Markovic, Dizdar, Jukic & Cardinale, 2004· Sheppard, Cronin, Gabbett, McGuigan, Etzbarria, & Newton, 2008). Εκτός από την πρόβλεψη της απόδοσης οι δοκιμασίες αυτές είναι ικανές, να εντοπίσουν τα δυνατά σημεία και τις αδυναμίες των αθλητών και να συμβάλλουν στη βελτίωση των προπονητικών προγραμμάτων (Hara, Shibayama, Takeshita, & Fukashiro, 2006).

Η αξιολόγηση της αλματικής ικανότητας πραγματοποιείται κυρίως με τον υπολογισμό του μέγιστου ύψους στα κατακόρυφα άλματα, με βάση την ανύψωση του κέντρου βάρους του σώματος μέσω της ώθησης. Η ώθηση αυτή πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια της φάσης στήριξης, πριν τη φάση απογείωσης (Schmidtbleicher, 1991· Bosco, 1995). Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική για τον προσδιορισμό του ύψους άλματος είναι η μέθοδος της ώθησης. Η μέθοδος αυτή είναι έγκυρη και αξιόπιστη και βασίζεται στη σχέση μεταξύ της ώθησης και της ορμής, ενσωματώνοντας την κάθετη δύναμη, που ασκείται στον αθλητή πριν την απογείωση, με σκοπό να εκτιμηθεί η ταχύτητα απογείωσης. Η ταχύτητα αυτή στη συνέχεια, χρησιμοποιείται σε μια εξίσωση πρόβλεψης, για να προσδιοριστεί το ύψος άλματος (Anderson & Pandy, 1993· Hatze, 1998· Kibele, 1998). Πολλές άλλες παράμετροι, όμως εκτός από το ύψος μπορούν να αξιολογηθούν από την εκτέλεση ενός άλματος. Αυτές είναι η μυϊκή ισχύς, η επιτάχυνση, η μέγιστη δύναμη, ο ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης και η μέγιστη ταχύτητα. Αυτές οι παράμετροι μπορούν να αναφερθούν σε απόλυτες τιμές ή σε σχέση με τη μάζα σώματος του αθλητή και περιγράφονται ξεχωριστά για κάθε φάση του άλματος (Cormie, McBride, & McCaulley, 2009· Dowling & Vamos, 1993).

Οι δοκιμασίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται συνήθως για την αξιολόγηση της κατακόρυφης και οριζόντιας αλματικής ικανότητας είναι οι ακόλουθες:

1) το άλμα από ημικάθισμα (Squat jump-SJ) (Bobbert & Van Zandwijk, 1999). Η κίνηση αυτή παρ'όλο που είναι τεχνητή, χρησιμοποιείται ευρέως ως άσκηση για τη βελτίωση της εκρηκτικής δύναμης των μυών των κάτω άκρων, αλλά και ως δοκιμασία για την αξιολόγηση της ισχύος των κάτω άκρων (Sheppard et al., 2008), 2) το άλμα με προπαρασκευαστική κίνηση/αιώρηση (Countermovement Jump - CMJ) (Cavagna et al., 1968· Thorlund, Michalsik, Madsen, & Aagaard, 2008). Στη δοκιμασία αυτή, οι αγωνιστές μύες διατείνονται κατά την κάθοδο (έκκεντρη φάση) και συστέλλονται στην άνοδο (σύγκεντρη φάση) (Bosco & Komi, 1979· Bobbert et al., 1996· Bobbert & Casius, 2005), 3) το Sargent jump, άλμα με προπαρασκευαστική κίνηση, το οποίο εκτελείται από στατική θέση με ελεύθερη αιώρηση των χεριών (Cavagna et al., 1968· Thorlund, et al., 2008), 4) το άλμα πτώσης από επιλεγμένο ύψος πτώσης 20-60 cm (Drop Jump - DJ). Στη δοκιμασία αυτή γίνεται αξιολόγηση της εκρηκτικής δύναμης και της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων, αλλά και της ικανότητας γρήγορης αντίδρασης (Gollhofer, 1987) και 5) το άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (Standing Broad Jump - SBJ), στο οποίο αξιολογείται η εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων (Linthorne, 2001).

Μελέτες στην καλαθοσφαίριση έχουν χρησιμοποιήσει διάφορες δοκιμασίες αξιολόγησης της αλματικής ικανότητας από στατική θέση, όπως είναι το άλμα με αντίθετη κίνηση (CMJ), το άλμα με αναπήδηση μετά από πτώση από ύψος 30 εκατοστών (DJ), το κάθετο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα 90° (SJ) και το Abalakov jump, το οποίο αποτελεί μια διαδεδομένη δοκιμασία πεδίου για την έμμεση αξιολόγηση της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων. Στη δοκιμασία αυτή, ο δοκιμαζόμενος βρίσκεται με τη επιδέξια πλευρά του σώματός του δίπλα σε έναν τοίχο ή άλλη ανάλογη κατασκευή. Εκτελεί μια γρήγορη καθοδική κίνηση, λυγίζοντας τα γόνατα του σε γωνία περίπου 90° και στη συνέχεια, ένα ανοδικό κατακόρυφο άλμα, με σκοπό να αφήσει αποτύπωμα στο υψηλότερο σημείο (Hoff & Helgerud, 2004· Ostojic, et al., 2006· Ziv & Lidor, 2009). Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, στην καλαθοσφαίριση τα χαρακτηριστικά του κατακόρυφου άλματος μπορεί να επηρεαστούν από μια σειρά διαφορετικών παραγόντων, τα οποία σχετίζονται με το παιχνίδι. Αυτά είναι η τροχιά της μπάλας, το επίπεδο ικανότητας των παικτών, η σωματική επαφή με τους αντιπάλους και η φάση του παιχνιδιού, επίθεση ή άμυνα (Rodríguez, et al., 2017). Αυτοί οι παράγοντες καθιστούν κάθε άλμα διαφορετικό, με το καθένα από αυτά να παράγει σχετικά διαφορετικό έργο. Ως εκ τούτου, αρκετές μελέτες έχουν αμφισβητήσει την εγκυρότητα των δοκιμασιών αυτών,

για τη μέτρηση της λειτουργικής ικανότητας των αθλητών καλαθοσφαίρισης και έχουν προτείνει την εκτέλεση δοκιμασιών ειδικής αλματικής ικανότητας, οι οποίες είναι προσαρμοσμένες στα κινητικά πρότυπα και στις ειδικές απαιτήσεις του αθλήματος. Στη διεθνή βιβλιογραφία, όμως υπάρχουν λίγες μελέτες και έλλειψη εμπειρικών γνώσεων σχετικά με την αξιοπιστία των δοκιμασιών αυτών (Currell & Jeukendrup, 2008· Requena, Garcia, Requena, Bressel, Saez-Saez de Villarreal, & Cronin, 2014).

Οι δοκιμασίες ειδικής αλματικής ικανότητας, οι οποίες έχουν εφαρμοστεί ως τώρα στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης είναι οι ακόλουθες: 1) το μέγιστο κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με απογείωση από τα δύο πόδια (three-steps approach with two leg take-off vertical jump (Pehar, Sekulic, Sisic, Spasic, Uljevic, Krolo, Milanovic, & Sattler, 2017), 2) το μέγιστο άλμα μετά από τρέξιμο με απογείωση από το δυνατό ή αδύνατο πόδι (maximal running vertical jump with take-off from the dominant or non-dominant leg) (Pehar et al., 2017), 3) το μέγιστο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με απογείωση από το δυνατό ή αδύνατο πόδι (two-steps approach with one leg take-off vertical jump) (Pehar et al., 2017), 4) το one-step jump test, όπου ο αθλητής κάνει ένα διασκελισμό, πριν εκτελέσει το κάθετο άλμα με το ένα πόδι (Delextrant & Cohen, 2008) και 5) το lay up shot jump, όπου η δοκιμασία είναι παρόμοια με το κινητικό πρότυπο της διεϊσδυσης (lay up) στην καλαθοσφαίριση (Miyura et al., 2010).

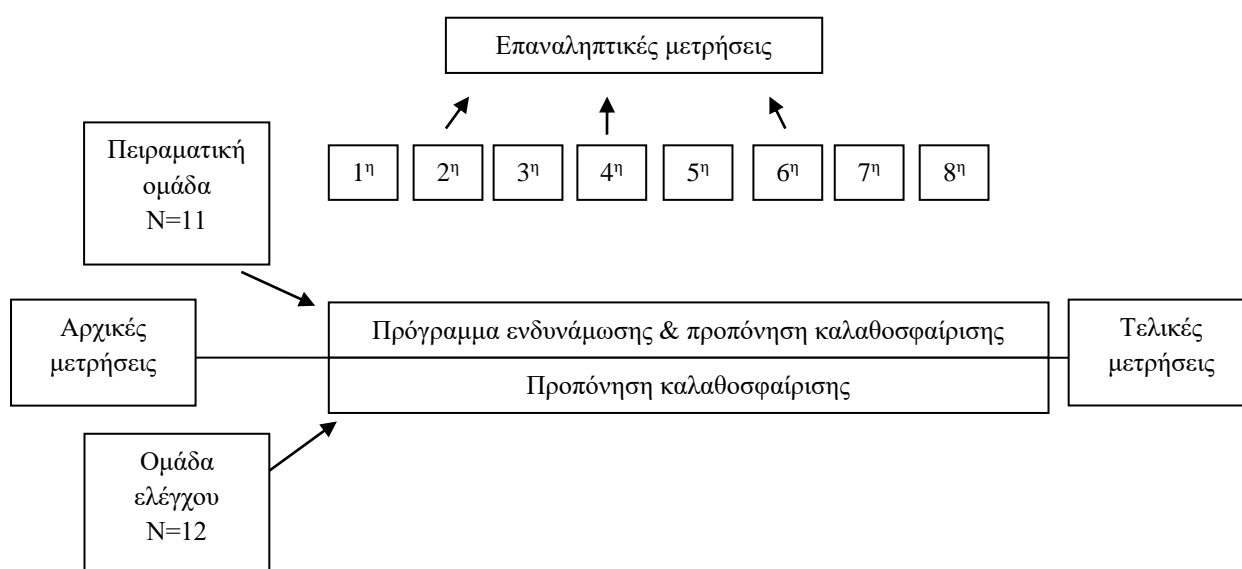
### **III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

#### **3.1. Δείγμα**

Στην έρευνα συμμετείχαν 23 αθλήτριες καλαθοσφαίρισης (ηλικίας  $14 \pm 0,65$  ετών), από δυο αθλητικούς συλλόγους καλαθοσφαίρισης, οι οποίοι αγωνίστηκαν στην Α΄ κατηγορία κορασίδων. Όλες οι αθλήτριες είχαν τουλάχιστον πέντε χρόνια προπονητική εμπειρία και παρόμοια εβδομαδιαία προπονητική επιβάρυνση. Οι αθλήτριες χωρίστηκαν τυχαία σε πειραματική ομάδα (N=11) και σε ομάδα ελέγχου (N=12). Οι αθλήτριες, οι οποίες συμμετείχαν στην έρευνα, ήταν υγιείς, χωρίς κάποιο μυοσκελετικό τραυματισμό.

### 3.2. Σχεδιασμός της έρευνας

Σε πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε η αρχική μέτρηση τιμών βάσης, η οποία περιελάμβανε την αξιολόγηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών (βλέπε κεφάλαιο «Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών») και μία σειρά δοκιμασιών για την αξιολόγηση της γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας (βλέπε κεφάλαιο «Δοκιμασίες γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας»). Μετά την αρχική μέτρηση βάσης, η ομάδα ελέγχου συμμετείχε αποκλειστικά στις καθημερινές προπονήσεις καλαθοσφαίρισης και επανέλαβε τις παραπάνω μετρήσεις μετά από οκτώ εβδομάδες. Η πειραματική ομάδα μετά τις αρχικές μετρήσεις, εκτός από τη συμμετοχή της στις καθημερινές προπονήσεις της ομάδας, ακολούθησε και ένα παρεμβατικό προπονητικό πρόγραμμα οκτώ εβδομάδων με σκοπό τη βελτίωση της γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας. Το παρεμβατικό πρόγραμμα (βλέπε κεφάλαιο «Παρεμβατικό πρόγραμμα») διήρκησε οκτώ εβδομάδες με δυο προπονητικές μονάδες κάθε εβδομάδα (16 προπονητικές μονάδες). Οι δοκιμασίες αξιολόγησης των σωματομετρικών χαρακτηριστικών και της γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας επαναλήφθηκαν από την πειραματική ομάδα την 2<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup>, 6<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> εβδομάδα. Οι δοκιμασίες αξιολόγησης της αλματικής ικανότητας, των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και το παρεμβατικό πρόγραμμα πραγματοποιήθηκαν σε κλειστό γυμναστήριο καλαθοσφαίρισης σε απογευματινή ώρα και σε ημέρα, την οποία δεν είχαν προπόνηση.



Σχήμα 3.1. Περιγραφή των φάσεων του προγράμματος αξιολόγησης και παρέμβασης.



### **3.3. Περιγραφή δοκιμασιών**

#### **3.3.1. Αξιολόγηση σωματομετρικών χαρακτηριστικών**

Τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, τα οποία αξιολογήθηκαν ήταν το ανάστημα (cm), η σωματική μάζα (kg), το καθιστό ανάστημα (cm), το μήκος κνήμης (cm) σύμφωνα με τους Carter και Heath (1990) και το μήκος σκέλους σε ακροστασία (cm) (Samozino, 2008).

#### **3.3.2. Δοκιμασίες γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας**

Οι δοκιμασίες για την αξιολόγηση της γενικής αλματικής ικανότητας ήταν οι ακόλουθες: 1) Κάθετο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα 90° (SJ), 2) Άλμα με αντίθετη κίνηση χωρίς συμμετοχή χεριών (CMJ), 3) Άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση και αιώρηση χεριών (CMJA), 4) Άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο ένα πόδι (δεξί και αριστερό) (CMJRL ή CMJLL) και 5) Άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (SBJ). Σε κάθε δοκιμασία εκτελέστηκαν τρεις προσπάθειες με διάλειμμα τριών λεπτών.

Οι δοκιμασίες ειδικής αλματικής ικανότητας ήταν οι ακόλουθες: 1) Μέγιστο κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με τα δύο πόδια (3STJ), 2) Μέγιστο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το ένα πόδι (2STJRL ή 2STJLL). Οι αθλήτριες εξοικειώθηκαν με τις δοκιμασίες σε μια ξεχωριστή προπονητική μονάδα.

##### **3.3.2.1. Κάθετο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα 90° (SJ)**

Η δοκιμαζόμενη έλαβε θέση εκκίνησης με κάμψη των γονάτων στις 90°, με τα πέλματα ανοιχτά, όσο περίπου το άνοιγμα των ώμων και με τα χέρια στη μεσολαβή. Με το παράγγελμα, εκτέλεσε μέγιστο κάθετο επιτόπιο άλμα με έκταση των γονάτων. Η διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές (Bobbert & Van, 1994). Στη δοκιμασία αξιολογήθηκε το ύψος άλματος (cm) και η ισχύς (W) των κάτω άκρων με την εξίσωση:  $Power (W) = 60,7 \times \text{jump height (cm)} + 45,3 \times \text{body mass (kg)} - 2055$  (Sayers, et. al., 1999).

##### **3.3.2.2. Άλμα με αντίθετη κίνηση, χωρίς συμμετοχή χεριών (CMJ)**

Η δοκιμαζόμενη σε όρθια θέση και με τα χέρια στη μεσολαβή εκτέλεσε μία γρήγορη καθοδική κίνηση με κάμψη περίπου 90° στην άρθρωση των γονάτων και έπειτα, μια γρήγορη ανοδική μέγιστη κάθετη κίνηση. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε τρεις φορές (Lithorne, 2001). Στη δοκιμασία υπολογίστηκε το ύψος άλματος (cm) και

η ισχύς (W) των κάτω άκρων σύμφωνα με την εξίσωση για την ηλικιακή ομάδα 12-15 χρονών:

$Power (W) = (61,9 \times VJH) + (40,8 \times BM) - 1,680.7$ , όπου VJH το ύψος του κάθετου άλματος και BM η μάζα σώματος (Amonette, Brown, Witt, Dupler, Tran, et al., 2012).

### **3.3.2.3. Άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση και αιώρηση χεριών (CMJA)**

Η δοκιμαζόμενη ξεκίνησε σε όρθια θέση με τα πόδια τοποθετημένα στο άνοιγμα των ώμων και με τα χέρια ελεύθερα. Με το παράγγελμα, εκτέλεσε μια γρήγορη καθοδική κίνηση με κάμψη περίπου 90° στην άρθρωση των γονάτων και έπειτα, μια γρήγορη ανοδική μέγιστη κάθετη κίνηση με ελεύθερη αιώρηση των χεριών. Η διαδικασία επαναλήφθηκε τρεις φορές (Luthanen & Komi, 1978). Στη δοκιμασία υπολογίστηκε το ύψος άλματος (cm) και η ισχύς (W) των κάτω άκρων σύμφωνα με την εξίσωση:

$Power (W) = (51,9 \times VJH) + (48,9 \times BM) - 2,007$  (Sayers, et. al., 1999).

### **3.3.2.4. Άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο ένα πόδι (δεξί και αριστερό) (CMJRL ή CMJLL)**

Η δοκιμαζόμενη ξεκίνησε σε όρθια θέση στηριζόμενη στο ένα πόδι. Με το παράγγελμα, εκτέλεσε μια γρήγορη καθοδική κίνηση με κάμψη περίπου 90° στην άρθρωση του γονάτου και έπειτα, μια γρήγορη ανοδική μέγιστη κάθετη κίνηση. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε τρεις φορές για κάθε πόδι. Στη δοκιμασία αξιολογήθηκε το ύψος άλματος (cm) και η ισχύς (W) των κάτω άκρων σύμφωνα με την εξίσωση για την ηλικιακή ομάδα 12-15 ετών:  $Power (W) = (61,9 \times VJH) + (40,8 \times BM) - 1,680.7$ . (Amonette et al., 2012).

### **3.3.2.6 Άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (SBJ)**

Η δοκιμαζόμενη έλαβε θέση πίσω από τη γραμμή εκκίνησης με τα πόδια τοποθετημένα στο άνοιγμα των ώμων. Με το παράγγελμα, εκτέλεσε άλμα σε μήκος, με ελεύθερη αιώρηση χεριών, με σκοπό η προσγείωση να γίνει σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απόσταση. Το μήκος του άλματος υπολογίστηκε από τη γραμμή εκκίνησης έως το κοντινότερο σημείο επαφής του πίσω άκρου του ποδιού στο σημείο

προσγείωσης. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε τρεις φορές (Linthorne, 2001). Στη δοκιμασία υπολογίστηκε το μήκος άλματος (W).

### **3.3.2.7. Μέγιστο κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με τα δύο πόδια (3STJ)**

Η κάθε δοκιμαζόμενη καθόριζε την απόσταση του σημείου της γραμμής εκκίνησης, σύμφωνα με το μήκος διασκελισμού της. Τα πέντε μέτρα ήταν η μέγιστη απόσταση από το οπτικό σύστημα μέτρησης. Η δοκιμασία αποτελούνταν από τρεις διασκελισμούς και ένα μέγιστο κάθετο άλμα με τα δύο πόδια. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε τρεις φορές (Pehar, 2017). Στη δοκιμασία αξιολογήθηκε το ύψος άλματος (cm) .

### **3.3.2.8. Μέγιστο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το ένα πόδι (2STJRL ή 2STJLL)**

Η δοκιμασία έχει το ίδιο κινητικό πρότυπο με την εκτέλεση της διείσδυσης (lay up) στην καλαθοσφαίριση. Η κάθε δοκιμαζόμενη όρισε την απόσταση του σημείου της γραμμής εκκίνησης σύμφωνα με το μήκος διασκελισμού της. Τα τρία μέτρα ήταν η μέγιστη απόσταση από το οπτικό σύστημα μέτρησης. Η δοκιμασία αποτελούνταν από δύο διασκελισμούς και ένα μέγιστο κάθετο άλμα με το ένα πόδι. Η δοκιμασία επαναλήφθηκε τρεις φορές για το δεξί και τρεις για το αριστερό πόδι (Miura, 2010). Στη δοκιμασία αξιολογήθηκε το ύψος άλματος (cm)

## **3.4. Όργανα μέτρησης**

Το ανάστημα και το σωματικό βάρος μετρήθηκαν με τη χρήση αναστημόμετρου Seca 220 και ηλεκτρονικού ζυγού Seca Alpha 770 (seca GmbH & Co.0, Germany, Hamburg). Το καθιστό ανάστημα (cm), το μήκος κνήμης (cm) και το μήκος σκέλους σε ακροστασία (cm) μετρήθηκαν με μετροταινία Seca 201 (seca GmbH & Co.0, Germany, Hamburg)). Οι δοκιμασίες γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας αξιολογήθηκαν με το οπτικό σύστημα μέτρησης Optogait system (Microgate, Italy). Συγκεκριμένα, οι Glatthorn, Gouge, Nussbaumer, Stauffacher, Impellizzeri, και Maffiuletti (2011), υπέδειξαν ότι το εν λόγω όργανο μέτρησης έχει ικανοποιητική εγκυρότητα και αξιοπιστία. Ενδεικτικά, η εγκυρότητα του βρέθηκε στο 0,95 (ICC). Ακόμη, για την εφαρμογή του παρεμβατικού προγράμματος χρησιμοποιήθηκαν πλινθία ύψους 20, 30 και 40 cm., εμπόδια 20 cm., σημάδια και ιατρική μπάλα, βάρους δύο κιλών.

### 3.5. Παρεμβατικό πρόγραμμα

Η προπόνηση παρέμβασης εκτελούνταν πριν την προπόνηση καλαθοσφαίρισης με διάρκεια μίας ώρας. Το προπονητικό πρόγραμμα περιλάμβανε δέκα λεπτά προθέρμανσης, ακολουθούσαν 6-8 λεπτά ανάπαυσης και στη συνέχεια, το παρεμβατικό ασκησιολόγιο. Στις προπονητικές μονάδες χρησιμοποιήθηκε η κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης Borg (Borg, 1982). Στο τέλος κάθε προπονητικής μονάδας, οι αθλήτριες δήλωσαν σύμφωνα με την κλίμακα, πως ένιωσαν την προπόνηση.

#### 3.5.1. Παρεμβατικό πρόγραμμα εβδομάδας 1 & 2

Πίνακας 3.1. Περιγραφή των ασκήσεων του προγράμματος παρέμβασης 1<sup>ης</sup> & 2<sup>ης</sup> εβδομάδας.

ΑΣΚΗΣΗ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ ΣΕΙΡΕΣ
1. Επιτόπια κάθετα άλματα με τα δυο πόδια	Συνεχόμενα επιτόπια κάθετα άλματα με τα δυο πόδια και με γόνατα τεντωμένα (έμφαση στην ποδοκνημική)	10 x 2
2. Πλάγια άλματα με τα δυο πόδια	Συνεχόμενα πλάγια άλματα με τα δυο πόδια και με γόνατα τεντωμένα (έμφαση στην ποδοκνημική)	10 x 2
<b>3. Συνδυασμός Α</b>		
3.1 Επιτόπια κάθετα άλματα με παύση	Επιτόπια κάθετα άλματα με τα δυο πόδια, με παύση, με γόνατα να λυγίζουν στην προσγείωση μέχρι 90-100°	8 x 2
3.2 Βήμα πίδα και κάθετο άλμα με τα δύο πόδια	Βήμα πίδα και κάθετο άλμα με τα δύο πόδια	8x2 (4 σε κάθε πόδι)
<b>4. Συνδυασμός Β</b>		
4.1 Πλάγια κάθετα άλματα με τα δυο πόδια με παύση	Πλάγια κάθετα άλματα με τα δυο πόδια, πάνω από εμπόδιο ύψους 20cm, με παύση, με γόνατα να λυγίζουν στην προσγείωση μέχρι 90-100°	8x2 (4 σε κάθε κατεύθυνση)
4.2 Οριζόντια άλματα με τα δυο πόδια με παύση	Οριζόντια άλματα με τα δυο πόδια, με παύση, με γόνατα να λυγίζουν στην προσγείωση μέχρι 90-100°. Απόσταση μεταξύ σημαδιών 1,75-2μ.	8x2
4.3 Κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με τα δύο πόδια	Κάθετο άλμα με τα δύο πόδια με φόρα τριών διασκελισμών. Μέγιστη φόρα 5μ	8x2
<b>5. Συνδυασμός Γ</b>		
5.1 Επιτόπια κάθετα άλματα με το ένα πόδι (και το άλλο σε στήριξη)	Επιτόπια κάθετα άλματα με ένα πόδι και το άλλο σε στήριξη σε πλινθίο 40 cm, με παύση, με το γόνατο να λυγίζει στην προσγείωση μέχρι 90-100°	8x2 (4 σε κάθε πόδι)
5.2 Διαγώνια οριζόντια άλματα με ένα πόδι με	Διαγώνια οριζόντια άλματα με ένα πόδι, με παύση, με γόνατα να λυγίζουν στην προσγείωση μέχρι 90-	8x2 (4 σε κάθε πόδι)

παύση	100°	
5.3 Κάθετο άλμα με ένα πόδι με φόρα 2 διασκελισμών	Κάθετο άλμα με ένα πόδι με φόρα 2 διασκελισμών	8x2 (4 σε κάθε πόδι)
<b>Σύνολο γενικών αλμάτων:</b>		120
<b>Σύνολο ειδικών αλμάτων:</b>		48
<b>Συνολικό άθροισμα:</b>		168

Κάθε άσκηση και συνδυασμός ασκήσεων εκτελέστηκε για δυο σειρές με διάλειμμα τριών λεπτών μεταξύ των ασκήσεων και τεσσάρων λεπτών μεταξύ των σειρών.

### 3.5.2. Παρεμβατικό πρόγραμμα εβδομάδας 3 & 4

**Πίνακας 3.2.** Περιγραφή των ασκήσεων του προγράμματος παρέμβασης 3<sup>ης</sup> & 4<sup>ης</sup> εβδομάδας.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ ΣΕΙΡΕΣ
1. Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με τα δυο πόδια	Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με τα δυο πόδια και με γόνατα τεντωμένα (έμφαση στην ποδοκνημική) σε μποκ ύψους 20cm.	10 X 2
2. Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με το ένα πόδι	Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με το ένα πόδι σε μποκ ύψους 20cm.	10 X 2 (5 σε κάθε πόδι)
<b>3. Συνδυασμός Α</b>		
3.1 Επιτόπια κάθετα άλματα με τα δυο πόδια	Επιτόπια κάθετα άλματα, συνεχόμενα με τα δυο πόδια, με γόνατα να λυγίζουν στην προσγείωση μέχρι 90-100° με ιατρική μπάλα 2kg. Επιδιώκεται μέγιστο ύψος άλματος	8 X 2
3.2 Πλάγια άλματα με τα δυο πόδια	Πλάγια άλματα, συνεχόμενα με τα δυο πόδια, με γόνατα να λυγίζουν στην προσγείωση μέχρι 90-100° με ιατρική μπάλα 2kg. Επιδιώκεται μέγιστο ύψος άλματος	8 X 2 (4 σε κάθε κατεύθυνση)
3.3 Βήμα πίδα και κάθετο άλμα με τα δύο πόδια	Βήμα πίδα και κάθετο άλμα με τα δύο πόδια	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
<b>4. Συνδυασμός Β</b>		
4.1 Ανέβασμα με συνεχόμενα κάθετα άλματα με τα δυο πόδια σε κερκίδα	Ανέβασμα με συνεχόμενα κάθετα άλματα με τα δυο πόδια σε κερκίδα (ύψος 40cm), με γόνατα να λυγίζουν μέχρι 90-100°	8x2
4.2 Κάθετα άλματα με τα δυο πόδια με γόνατα να σηκώνονται στο στήθος.	Κάθετα άλματα με τα δυο πόδια με γόνατα να σηκώνονται στο στήθος. Μεταξύ των αλμάτων υπάρχει παύση.	8x2
4.3 Κάθετο άλμα με τα δύο πόδια με φόρα τριών διασκελισμών	Κάθετο άλμα με τα δύο πόδια με φόρα τριών διασκελισμών.	8x2

<b>5. Συνδυασμός Γ</b>		
5.1 Από χαμηλή προβολή, επιτόπια κάθετα άλματα με εναλλαγή ποδιού	Από χαμηλή προβολή, επιτόπια κάθετα άλματα με εναλλαγή ποδιού. Πλήρης έκταση του ποδιού ώθησης και ψηλό άλμα.	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
5.2 Επιτόπια κάθετα άλματα με εναλλαγή ποδιού σε πλινθίο.	Επιτόπια κάθετα άλματα με εναλλαγή ποδιού σε μποκ 40 cm. Πλήρης έκταση του ποδιού ώθησης και ψηλό άλμα.	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
5.3 Κάθετο άλμα με ένα πόδι με φόρα 2 διασκελισμών	Κάθετο άλμα με ένα πόδι με φόρα 2 διασκελισμών	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
<b>Σύνολο γενικών αλμάτων:</b>		120
<b>Σύνολο ειδικών αλμάτων:</b>		64
<b>Συνολικό άθροισμα:</b>		184

Κάθε άσκηση και συνδυασμός ασκήσεων, εκτελέστηκε για δυο σειρές με διάλειμμα τριών λεπτών μεταξύ των ασκήσεων και τεσσάρων λεπτών μεταξύ των σειρών.

### 3.5.3 Παρεμβατικό πρόγραμμα εβδομάδας 5 & 6

**Πίνακας 3.3.** Περιγραφή των ασκήσεων του προγράμματος παρέμβασης 5<sup>ης</sup> & 6<sup>ης</sup> εβδομάδας.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ ΣΕΙΡΕΣ
1.Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με τα δυο πόδια	Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με τα δυο πόδια και με γόνατα τεντωμένα σε μποκ ύψους 20cm. Έμφαση στην ποδοκνημική.	10 X 1
2. Κάθετη αναπήδηση με τα δυο πόδια πάνω σε πλινθίο και εκρηκτικό κάθετο άλμα	Κάθετη αναπήδηση με τα δυο πόδια πάνω σε μποκ ύψους 30εκ και αμέσως εκρηκτικό κάθετο άλμα ψηλά με γόνατα τεντωμένα. (έμφαση στην ποδοκνημική) και προσγείωση σε ταπί.	10 X 1
3. Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με το ένα πόδι σε πλινθίο	Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με το ένα πόδι σε πλινθίο ύψους 20cm	10 X 1
4. Κάθετη αναπήδηση με το ένα πόδι πάνω σε πλινθίο και αμέσως εκρηκτικό κάθετο άλμα και προσγείωση σε πλινθίο	Κάθετη αναπήδηση με το ένα πόδι πάνω σε πλινθίο ύψους 20cm και αμέσως εκρηκτικό κάθετο άλμα ψηλά με γόνατο τεντωμένο και προσγείωση στο πλινθίο των 40cm που βρίσκεται μπροστά	10 X 1
<b>5. Συνδυασμός Α</b>		
5.1 Επιτόπια κάθετα άλματα με τα δυο πόδια	Επιτόπια κάθετα άλματα συνεχόμενα με τα δυο πόδια, με γόνατα να λυγίζουν στην προσγείωση μέχρι 90-100°, με ιατρική μπάλα 2kg. Επιδιώκεται μέγιστο ύψος άλματος	8 X 2
5.2 Πλάγια άλματα με τα δύο πόδια	Άλματα με πλάγια μετατόπιση με τα δύο πόδια, με ιατρική μπάλα 2kg.	8 X 2 (4 σε κάθε κατεύθυνση)
5.3 Βήμα πίβοτ και κάθετο άλμα με τα δύο πόδια	Βήμα πίβοτ και κάθετο άλμα με τα δύο πόδια	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)

<b>6. Συνδυασμός Β</b>		
6.1 Ανέβασμα με συνεχόμενα κάθετα άλματα με τα δυο πόδια σε κερκίδα	Ανέβασμα με συνεχόμενα κάθετα άλματα με τα δυο πόδια σε κερκίδα (ύψος 40cm), με γόνατα να λυγίζουν μέχρι 90-100°	8x2
6.2 Κάθετα άλματα με τα δυο πόδια με γόνατα να σηκώνονται στο στήθος	Κάθετα άλματα με τα δυο πόδια με γόνατα να σηκώνονται στο στήθος. Μεταξύ των αλμάτων υπάρχει παύση.	8x2
6.3 Κάθετο άλμα με τα δύο πόδια με φόρα τριών διασκελισμών	Κάθετο άλμα με τα δύο πόδια με φόρα τριών διασκελισμών. Μέγιστη φόρα 5μ.	8x2
<b>7. Συνδυασμός Γ</b>		
7.1 Από καθιστή θέση σε πλινθίο άλμα με το ένα πόδι	Από καθιστή θέση σε πλινθίο 40εκ, γρήγορο άλμα ψηλά με το ένα πόδι. Μεσολαβεί παύση μεταξύ των αλμάτων.	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
7.2 Επιτόπια κάθετα άλματα με εναλλαγή ποδιού σε πλινθίο και με ιατρική μπάλα	Επιτόπια κάθετα άλματα με εναλλαγή ποδιού σε πλινθίο 40 εκ., πλήρης έκταση του ποδιού ώθησης και ψηλό άλμα, με κράτημα ιατρικής μπάλας 2kg στο στήθος και ψηλά στην ανάταση	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
5.3 Κάθετο άλμα με ένα πόδι με φόρα 2 διασκελισμών	Κάθετο άλμα με ένα πόδι με φόρα 2 διασκελισμών	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
<b>Σύνολο γενικών αλμάτων</b>		120
<b>Σύνολο ειδικών αλμάτων:</b>		64
<b>Συνολικό άθροισμα:</b>		184

Κάθε άσκηση και συνδυασμός ασκήσεων εκτελέστηκε για δυο σειρές με διάλειμμα τριών λεπτών μεταξύ των ασκήσεων και τεσσάρων λεπτών μεταξύ των σειρών.

### 3.5.4 Παρεμβατικό πρόγραμμα εβδομάδας 7 & 8

**Πίνακας 3.4.** Περιγραφή των ασκήσεων του προγράμματος παρέμβασης 7<sup>ης</sup> & 8<sup>ης</sup> εβδομάδας.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΣΚΗΣΗΣ	ΕΠΑΝΑΛΗΨΕΙΣ ΣΕΙΡΕΣ
1. Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με τα δυο πόδια	Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με τα δυο πόδια και με γόνατα τεντωμένα (έμφαση στην ποδοκνημική) σε πλινθίο ύψους 30cm	10 X 1
2. Από πλινθίο, πτώση στο έδαφος και κάθετη αναπήδηση με τα δυο πόδια	Από πλινθίο ύψους 40cm, πτώση στο έδαφος, λύγισμα γονάτων κατά βούληση και κάθετη αναπήδηση με τα δυο πόδια με προσπάθεια να πιάσουν μπασκέτα	8 X 1
3. Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με το ένα πόδι σε πλινθίο.	Συνεχόμενες κάθετες αναπηδήσεις με το ένα πόδι σε πλινθίο ύψους 20cm.	10 X 1 (5 σε κάθε πόδι)
4. Από πλινθίο, πτώση στο έδαφος με το ένα πόδι και αμέσως εκρηκτικό κάθετο άλμα ψηλά και προσγείωση σε πλινθίο	Από πλινθίο ύψους 20cm, πτώση στο έδαφος με το ένα πόδι και αμέσως εκρηκτικό κάθετο άλμα ψηλά με γόνατο τεντωμένο και προσγείωση	8 X 1 (4 σε κάθε πόδι)

	στο πλινθίο ύψους 30cm που βρίσκεται μπροστά.	
<b>5. Συνδυασμός Α</b>		
5.1 Επιτόπια κάθετα άλματα με τα δύο πόδια	Επιτόπια κάθετα άλματα συνεχόμενα με τα δύο πόδια, με γόνατα να λυγίζουν στην προσγείωση μέχρι 90-100°, με χρήση ιατρικής μπάλας 2kg.Επιδιώκεται μέγιστο ύψος άλματος.	8 X 2
5.2 Πλάγια άλματα με τα δύο πόδια	Άλματα με πλάγια μετατόπιση με τα δύο πόδια, με ιατρική μπάλα 2kg.	8 X 2 (4 σε κάθε κατεύθυνση)
5.3 Βήμα πίβοτ και κάθετο άλμα με τα δύο πόδια	Βήμα πίβοτ και κάθετο άλμα με τα δύο πόδια.	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
<b>6. Συνδυασμός Β</b>		
6.1 Από θέση ημικαθίσματος κάθετο άλμα και ανέβασμα σε πλινθίο	Από θέση ημικαθίσματος, κάθετο άλμα και ανέβασμα σε πλινθίο 40cm σε θέση ημικαθίσματος. Επαναφορά σε όρθια θέση, άλμα πίσω και προσγείωση σε θέση ημικαθίσματος.	8 X 2
6.2 Κάθετα άλματα με τα δύο πόδια με γόνατα να σηκώνονται στο στήθος	Κάθετα άλματα με τα δύο πόδια με γόνατα να σηκώνονται στο στήθος, κρατώντας μπάλα μπάσκετ. Μεταξύ των αλμάτων υπάρχει παύση.	8 X 2
6.3 Κάθετο άλμα με τα δύο πόδια με φόρα τριών διασκελισμών.	Κάθετο άλμα με τα δύο πόδια με φόρα τριών διασκελισμών. Μέγιστη φόρα 5μ.	8 X 2
<b>7. Συνδυασμός Γ</b>		
7.1 Από καθιστή θέση σε πλινθίο άλμα με το ένα πόδι	Από καθιστή θέση σε πλινθίο 40εκ, γρήγορο άλμα ψηλά με το ένα πόδι. Μεσολαβεί παύση μεταξύ των αλμάτων.	8 X 2
7.2 Επιτόπια κάθετα άλματα με εναλλαγή ποδιού σε πλινθίο	Επιτόπια κάθετα άλματα με εναλλαγή ποδιού σε πλινθίο 40 cm.Πλήρης έκταση του ποδιού ώθησης και ψηλό άλμα με κράτημα ιατρικής μπάλας 2kg στο στήθος και ψηλά στην ανάταση.	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
7.3 Κάθετο άλμα με ένα πόδι με φόρα 2 διασκελισμών	Κάθετο άλμα με ένα πόδι με φόρα 2 διασκελισμών.	8 X 2 (4 σε κάθε πόδι)
<b>Σύνολο γενικών αλμάτων:</b>		116
<b>Σύνολο ειδικών αλμάτων:</b>		64
<b>Συνολικό άθροισμα:</b>		180

Κάθε άσκηση και συνδυασμός ασκήσεων εκτελέστηκε για δυο σειρές με διάλειμμα τριών λεπτών μεταξύ των ασκήσεων και τεσσάρων λεπτών μεταξύ των σειρών.

### 3.6 Στατιστική ανάλυση

Οι τιμές των μεταβλητών παρουσιάστηκαν χρησιμοποιώντας τις μέσες τιμές (Μ) και τις τυπικές αποκλίσεις (SD). Στις κατηγορικές μεταβλητές



χρησιμοποιήθηκαν οι συχνότητες (N) και τα αντίστοιχα ποσοστά (%). Ο έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των μετρήσεων έγινε χρησιμοποιώντας το Kolmogorov-Smirnov Test. Οι συγκρίσεις των δημογραφικών δεικτών, όπως επίσης και των απόλυτων τιμών των μεταβλητών στην αρχική μέτρηση ανάμεσα στις ομάδες πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το t-test για ανεξάρτητα δείγματα. Για τη διαχρονική σύγκριση των μεταβλητών εφαρμόστηκε το μοντέλο της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα με επαναληπτικές μετρήσεις και οι συγκρίσεις κατά ζεύγη έγιναν με το Bonferroni Test. Για την ανάλυση των διαφορών ανάμεσα στις ομάδες διαχρονικά, υπολογίστηκε η ποσοστιαία μεταβολή των μεταβλητών από την αρχική έως την τελική μέτρηση. Οι συγκρίσεις των ποσοστιαίων αυτών μεταβολών των μεταβλητών ανάμεσα στις ομάδες πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το t-test για ανεξάρτητα δείγματα και σε περίπτωση που δεν ικανοποιήθηκαν οι προϋποθέσεις της κανονικής κατανομής των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Man-Whitney Test. Η συσχέτιση ανάμεσα στις μεταβλητές πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το συντελεστή συσχέτισης του Pearson και του Spearman. Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν με το στατιστικό πακέτο SPSSv. 21.00 (IBM Corporation, Somers, NY, USA). Όλα τα τεστ ήταν διπλής κατεύθυνσης (two-sided). Η τιμή  $p < 0,05$  καθορίστηκε σαν επίπεδο στατιστικά σημαντικής διαφοράς. Τέλος, καταγράφηκαν και οι οριακές στατιστικά σημαντικές διαφορές ( $0.05 < p < 0,01$ ).

## IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 Έλεγχος κανονικότητας κατανομής

Ο έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των μετρήσεων έγινε χρησιμοποιώντας το Kolmogorov-Smirnov Test. Η κατανομή στην αρχική συνθήκη (baseline) ήταν κανονική για όλες τις πειραματικές και ανθρωπομετρικές παραμέτρους και στις δυο ομάδες (βλέπε πίνακα 4.1.) με εξαίρεση την παράμετρο του αναστήματος για την ομάδα ελέγχου, όπου εντοπίστηκε, ότι η κατανομή δεν ήταν κανονική ( $df=10, p=0,01$ ). Επίσης, το t-test για ανεξάρτητα δείγματα έδειξε, ότι στην αρχική συνθήκη (baseline) δεν υπήρξε καμία στατιστική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων για καμία από τις πειραματικές και ανθρωπομετρικές παραμέτρους. Καθώς, οι μεταβλητές του μήκους κνήμης και του καθιστού αναστήματος, οι οποίες χαρακτηρίζουν το δείκτη ωρίμανσης (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2001) παρουσίασαν κανονική κατανομή, η αποκλίνουσα τιμή στο ανάστημα κρίθηκε, ότι δεν θα έχει επίδραση στις μετρήσεις.

### 4.2 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Μετά από τις οκτώ εβδομάδες δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική μεταβολή στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζόμενων (Πίνακας 4.1).

**Πίνακας 4.1** Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων στις δύο ομάδες στις δύο συνθήκες.

ΟΜΑΔΑ	Μέτρηση	Ύψος (cm)	Βάρος(kg)	Καθιστό ύψος(cm)	Μήκος σκέλους (cm)	Μήκος κνήμης (cm)
Πειραματική	Αρχική	163,2±4,65	60,04 ±6,98	84,89±2,45	103,6±3,63	41,78±1,44
	Τελική	163,25±4,67	60,86±6,27	85,24±2,44	104,21±3,56	41,98±1,32
Ελέγχου	Αρχική	160,95±6,23	58,54 ±8,98	85,02±4,48	101,25 ±4,28	41,57±1,92
	Τελική	161,28 ±6,29	58,8 ±8,75	85,25±4,39	101,27±4,31	41,68±2

### 4.3 Πειραματικές μεταβλητές

#### 4.3.1 Κάθετο ύψος στο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα 90°(SJH)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση του SJH βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,844$ ,  $\chi^2=1,19$ ,  $p=0,55$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη SJH [ $F(1,73, 13,837) =14,864$ ,  $p<0,001$ ,  $H^2=0,65$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα κατά 1,83 cm [ $(-0,13-3,53)$   $p=0,035$ ] και στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά 2,53 cm [ $(1,29-3,76)$   $p=0,001$ ]. Επίσης, παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [0,694 εκ. (0,66-2,05)  $p=0,487$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (0,19 cm) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη SJH [ $t(9) = - 0,536$ ,  $p = 0,605$ ].

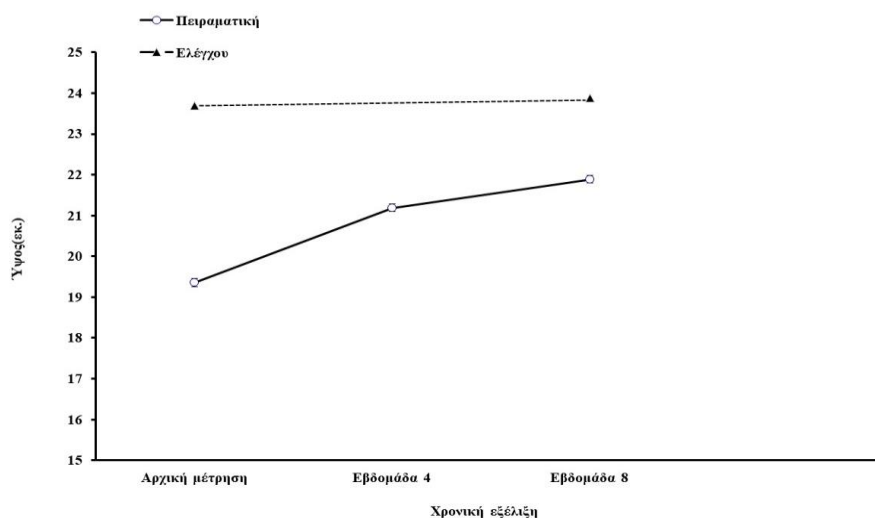
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (14,47%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M= 15,98$   $SD=10,23$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= 1,50$   $SD=5,02$ ) [ $t(18) = 4,017$ ,  $p = 0,001$ ].

**Πίνακας 4.2.** Τιμές του SJH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	SJH
	Αρχική	19,36±3,80
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	4 <sup>η</sup> εβδ.	21,19±3,77*
	Τελική	21,89±3,76**
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	23,69±4,78
	Τελική	23,88±4,04

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα στο επίπεδο  $p<0,05$ .

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p<0,001$ .



**Σχήμα 4.1.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του SJH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

### 4.3.2 Μέγιστη ισχύς στο κάθετο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα 90° (SJPP)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της μέγιστης ισχύος στη δοκιμασία SJPP βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,935$ ,  $\chi^2=0,472$ ,  $p=0,79$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη SJPP [ $F(1,88, 15,021) = 8,92$ ,  $p=0,002$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα κατά  $137,96W$  [ $(-3,587-272,33)$   $p=0,044$ ] και στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά  $181,65W$  [ $(-31,57-331,70)$   $p=0,019$ ]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [ $43,69W$  ( $76,415-163,792$ )  $p=0,914$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $17,87W$ ) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη SJPP [ $t(9) = - 0,659$ ,  $p = 0,526$ ].

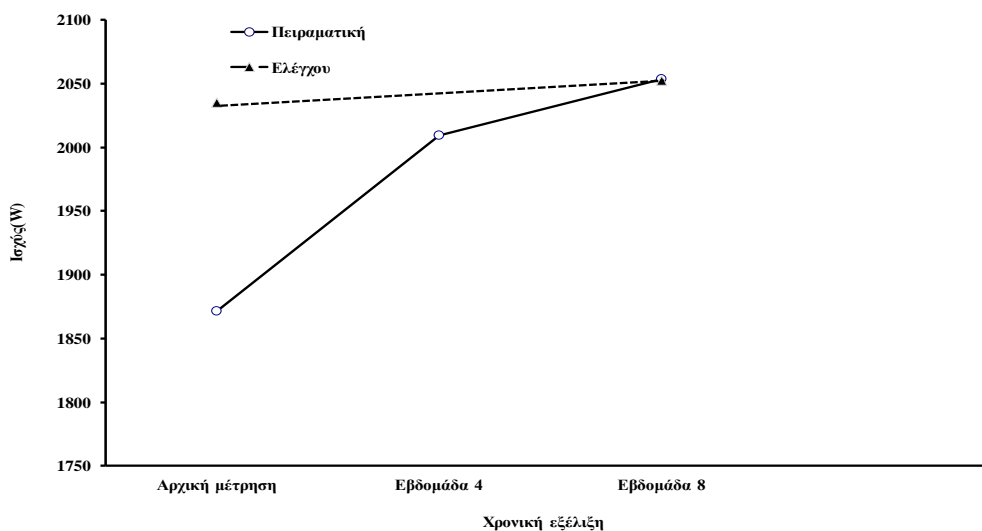
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (9,62%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M= 10,5$   $SD=8,51$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= 0,87$   $SD=4,15$ ) [ $t(18) = 3,21$ ,  $p = 0,005$ ].

**Πίνακας 4.3.** Τιμές του δείκτη SJPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	SJPP
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	Αρχική	1871,69±332,76
	4εβδ.	2009,65±275,37*
	Τελική	2053,34±246,91**
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	2034,84±318,67
	Τελική	2052,72±319,13

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .

\*\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .



**Σχήμα 4.2.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του SJPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

### 4.3.3 Κάθετο ύψος στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση και αιώρηση χεριών (CMJAH)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας CMJAH βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,536$ ,  $\chi^2=4,37$ ,  $p=0,113$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη CMJAH [ $F(1,37, 10,93) = 9,81$ ,  $p=0,002$ ,  $H^2=0.55$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα κατά 2,45 cm [ $(-0,25-4,65)$   $p=0,03$ ] και στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά 2,13 cm [ $(-1,08-3,19)$   $p=0,001$ ]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και την όγδοη εβδομάδα [ $0,317$  εκ  $(2,3-1,67)$   $p=1$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (0,62 cm) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη CMJAH [ $t(9) = 1,44$ ,  $p = 0,184$ ].

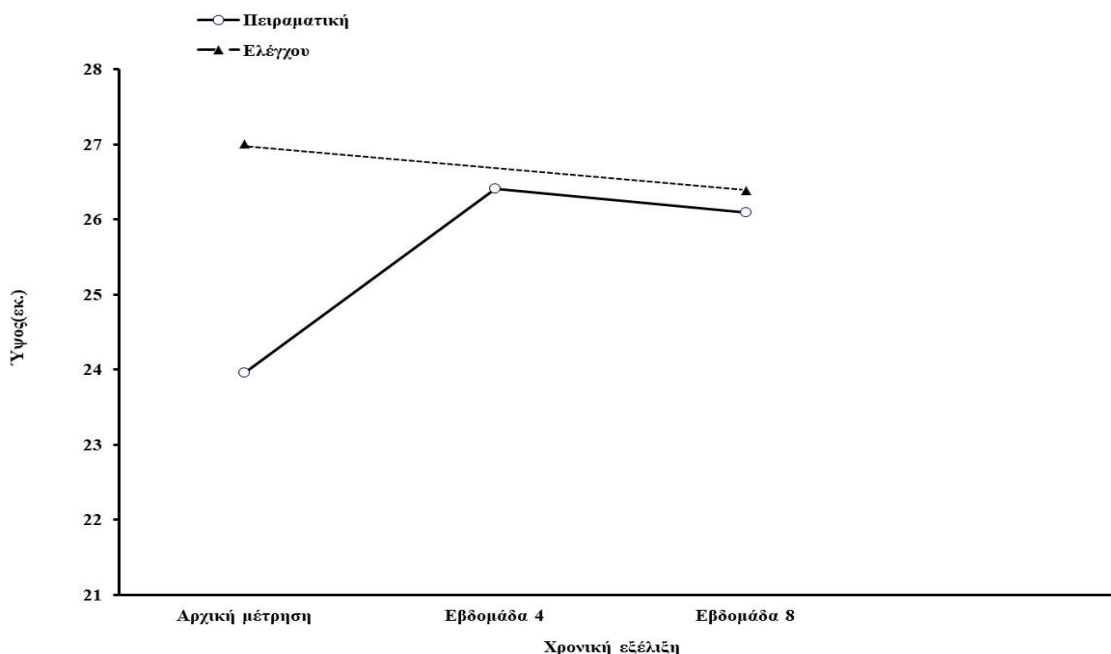
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (11,15%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M= 8,97$   $SD=6,54$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= -2,18$   $SD=5,2$ ) [ $t(18) = 4,222$ ,  $p = 0,001$ ].

**Πίνακας 4.4** Τιμές του δείκτη CMJAH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	CMJAH
	Αρχική	23,96±4,64
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	4 <sup>η</sup> εβδ.	26,41±4,66*
	Τελική	26,09±4,23**
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	27,01±4,82
	Τελική	26,39±4,71

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα στο επίπεδο  $p<0,05$ .

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p<0,001$ .



**Σχήμα 4.3.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJAH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.4 Μέγιστη ισχύς στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση και αιώρηση χεριών (CMJAPP)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας CMJAPP βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,985$ ,  $\chi^2=0,107$ ,  $p=0,948$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη CMJAPP [ $F(1,97, 15,761)=8,795$ ,  $p=0,003$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα κατά  $156,22W$  [ $(-33,662-278,78)$   $p=0,015$ ] και στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά  $130,84W$  [ $(-5,208-256,479)$   $p=0,041$ ]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [ $25,380W$  ( $138,518-87,758$ )  $p=1$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $27,77W$ ) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη CMJAPP [ $t(9) = 1,071$ ,  $p = 0,312$ ].

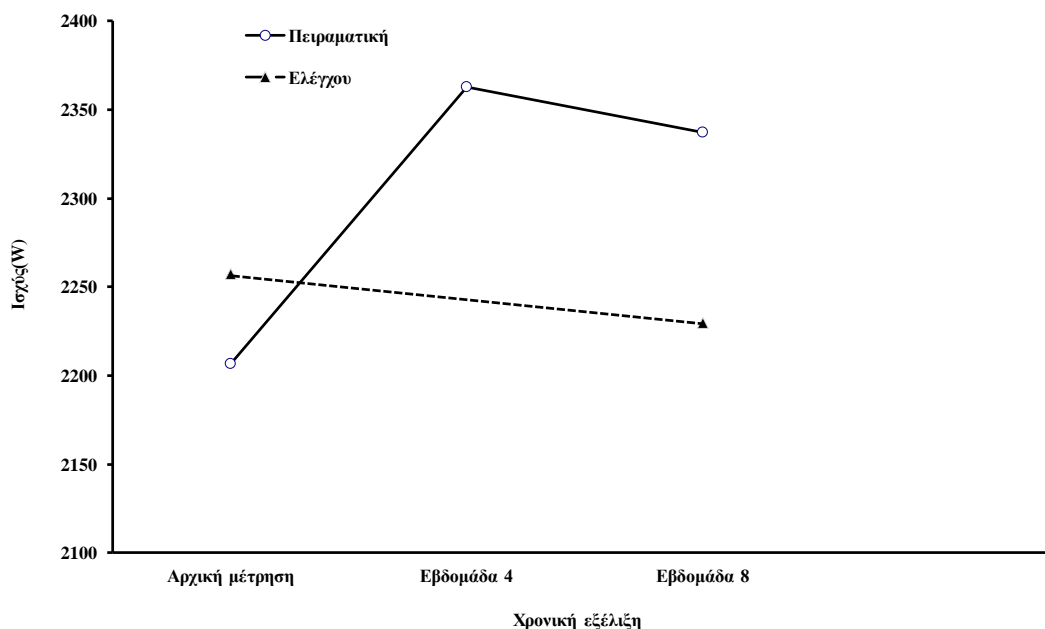
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (6,55%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M= 5,5$   $SD=5,24$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= 1,06$   $SD=3,47$ ) [ $t(18) = 3,296$ ,  $p = 0,004$ ].

**Πίνακας 4.5.** Τιμές του δείκτη CMJAPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	CMJAPP
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	Αρχική	2206,42±354,30
	4 <sup>η</sup> εβδ.	2362,64±279,90*
	Τελική	2337,27±281,80**
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	2257,42±353,22
	Τελική	2229,65±303,23

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .



**Σχήμα 4.4.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJAPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.5 Κάθετο ύψος στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση χωρίς συμμετοχή χεριών (CMJH).

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας CMJH βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,995$ ,  $\chi^2=0,036$ ,  $p=0,982$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές



εκτιμήσεις του δείκτη CMJH [F(1,99, 15,918)=7,883, p=0,004, H<sup>2</sup>=0.496] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα κατά 1,97 cm [(-0,193-3,74) p=0,031] και στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά 1,95 cm [(0,282-3,618) p=0,023]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [0,017 cm (1,73-1,69) p=0,567].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (0.84 εκ) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη CMJH [t(9) = - 2,145p = 0,061].

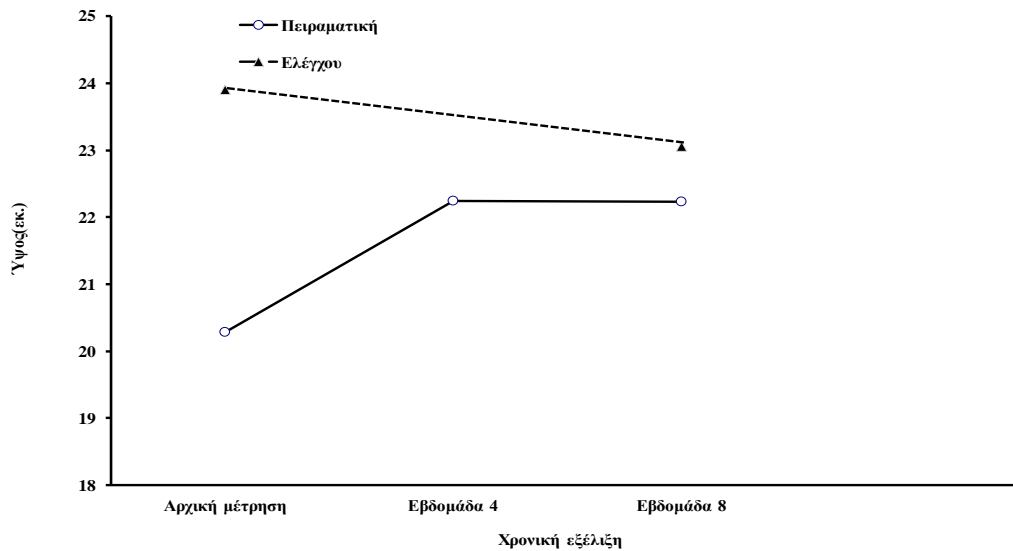
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (13,34%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας (M= 10,27 SD=9,4) και της ομάδας ελέγχου (M= 3,06 SD=4,92) [t(18) =3,976, p = 0,001].

**Πίνακας 4.6.** Τιμές του δείκτη CMJH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

<b>Ομάδα</b>	<b>Μέτρηση</b>	<b>CMJH</b>
	<b>Αρχική</b>	20,28±4,14
<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ</b>	<b>4<sup>η</sup>εβδ.</b>	22,24±4,25*
	<b>Τελική</b>	22,23±3,89**
<b>ΕΛΕΓΧΟΥ</b>	<b>Αρχική</b>	23,90±4,58
	<b>Τελική</b>	23,06±3,91

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα στο επίπεδο p<0,05.

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .



Σχήμα 4.5. Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.6 Μέγιστη ισχύς στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση χωρίς συμμετοχή χεριών (CMJPP)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας CMJPP βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,63$ ,  $\chi^2=3,21$ ,  $p=0,201$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη CMJPP [ $F(1,462, 11,696) = 6,516$ ,  $p=0,009$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις δεν αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα [ $145,32W$  (2,282-292,917)  $p=0,054$ ]. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα [ $149,31W$ (23,709-322,334)  $p=0,094$ ] και ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [ $3,99W$  (90,282-98,271)  $p=1$ ].

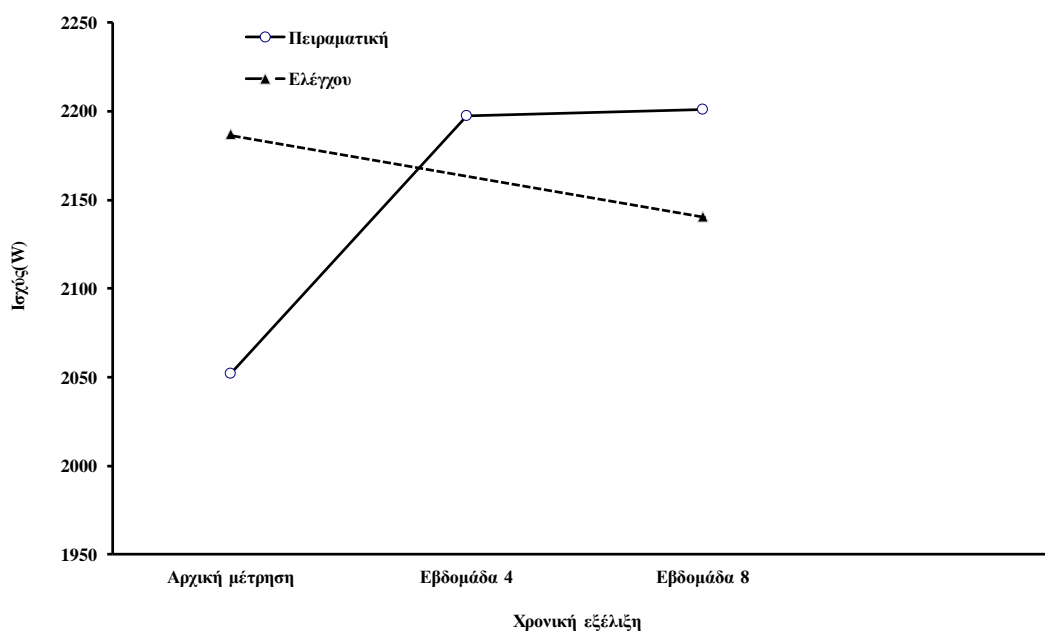
Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (46,28W) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη CMJPP [ $t(9) = 1,81$ ,  $p = 0,103$ ].

Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική

διαφορά (8,82%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M= 6,87$   $SD=7,58$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= 1,95$   $SD=3,76$ ) [ $t(18) = 3,296$ ,  $p = 0,004$ ].

**Πίνακας 4.7.** Τιμές του δείκτη *CMJPP* για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	CMJPP
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	Αρχική	2051,95±312,73
	4 <sup>η</sup> εβδ.	2197,27±260,07
	Τελική	2201,26±232,84
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	2187,14±316,30
	Τελική	2140,86±264,85



**Σχήμα 4.6** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη *CMJPP* για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.7 Κάθετο ύψος στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο δεξί πόδι (CMJRH)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας CMJRH βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,737$ ,  $x^2=2,133$ ,  $p=0,344$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη CMJRH [ $F(1,584, 12,672)=9,404$ ,  $p=0,002$ ,  $H^2=0,54$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα κατά  $1,36$  cm [(0,121-2,601)  $p=0,032$ ] και στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά  $1,85$  cm [(0,784-2,916)  $p=0,002$ ]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [ $0,489$  cm (1,142-2,119)  $p=1$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (0,02 εκ) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη CMJRH [ $t(9) = -0,054$ ,  $p = 0,958$ ].

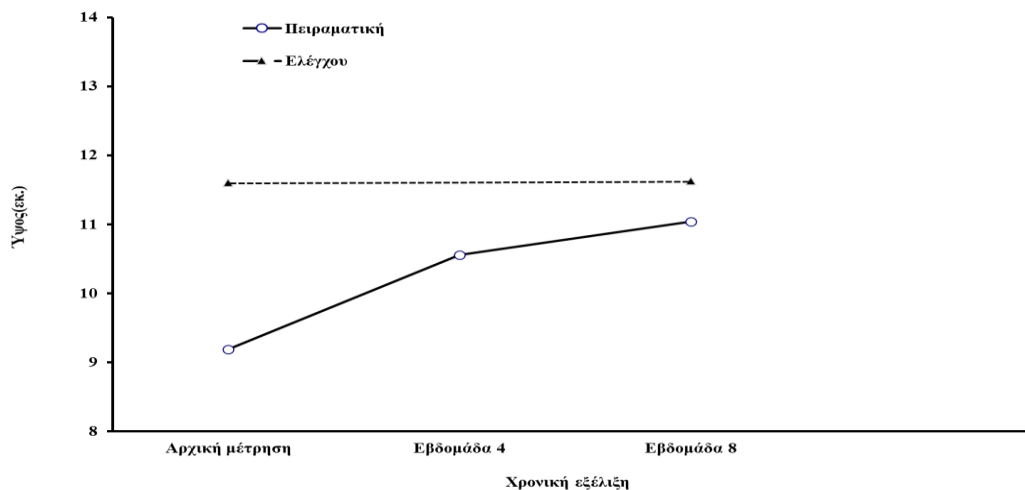
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (18,95%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M=20,19$   $SD=13,69$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M=1,24$   $SD=9,78$ ) [ $t(18)=3,562$ ,  $p=0,002$ ].

**Πίνακας 4.8.** Τιμές του δείκτη CMJRH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	CMJRH
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	Αρχική	9,19±2,61
	4 <sup>η</sup> εβδ.	10,56±2,32*
	Τελική	11,04±2,60**
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	11,61±2,74
	Τελική	11,63±2,41

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα στο επίπεδο  $p<0,05$ .

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p<0,05$ .



**Σχήμα 4.7.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJRH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.8 Μέγιστη ισχύς στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο δεξί πόδι (CMJRPP)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας CMJRPP βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,968$ ,  $\chi^2=0,226$ ,  $p=0,89$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη CMJRPP [ $F(1,938, 15,507)=9,069$ ,  $p=0,002$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα κατά  $104,93W$  [(0,045-209,914)  $p=0,05$ ] και στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά  $132,36W$  [(-31,154-233,566)  $p=0,013$ ]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [ $27,43W$  (62,592-117,443)  $p=1$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $6,95W$ ) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη CMJRPP [ $t(9) = -0,251$ ,  $p = 0,807$ ].

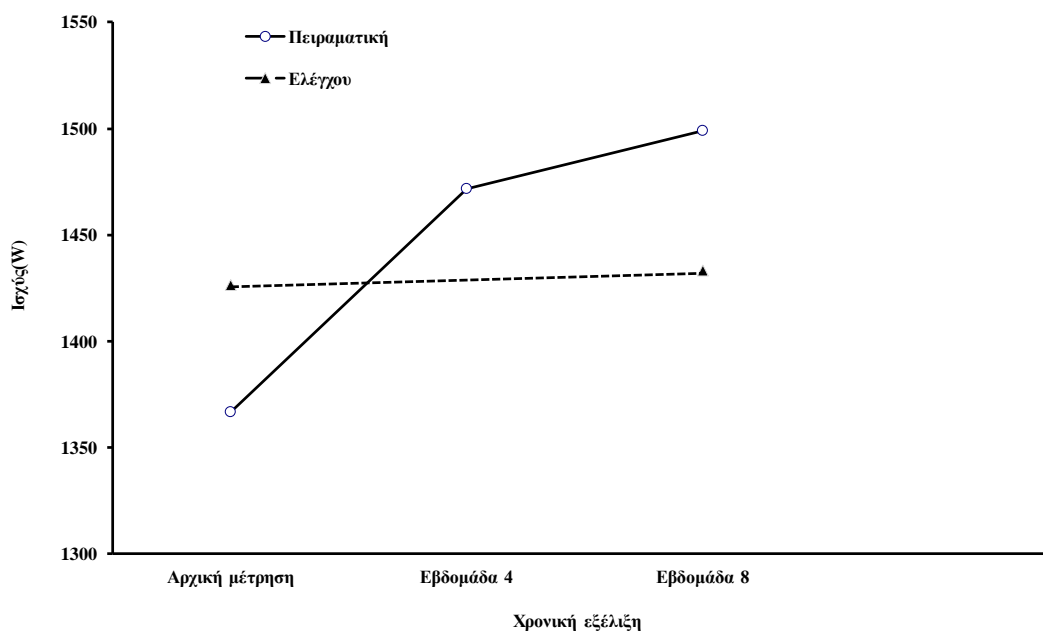
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (7,89%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M= 8,34$   $SD=6,59$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= 0,45$   $SD=6,69$ ) [ $t(18) = 2,659$   $p = 0,016$ ].

**Πίνακας 4.9** Τιμές του δείκτη CMJRPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	CMJRPP
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	Αρχική	1366,58±245,47
	4	1471,52±214,75*
	Τελική	1498,94±220,56**
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	1426,39±315,93
	Τελική	1433,34±306,99

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .



**Σχήμα 4.8.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJRPP για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.9 Κάθετο ύψος στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο αριστερό πόδι (CMJLH)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας CMJLH βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,817$ ,  $x^2=1,41$ ,  $p = 0,49$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη CMJLH [ $F(1,69, 13,53) = 16,404$ ,  $p < 0,001$ ,  $H^2=0,67$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα κατά  $1,37$  cm [ $(-0,227-2,46)$   $p=0,017$ ] και στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά  $2,48$  cm [ $(-0,923-4,032)$   $p=0,004$ ]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [ $1,11$  cm ( $0,116-2,338$ )  $p=0,077$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $0,23$  cm) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη CMJLH [ $t(9) = - 0,666$ ,  $p = 0,522$ ].

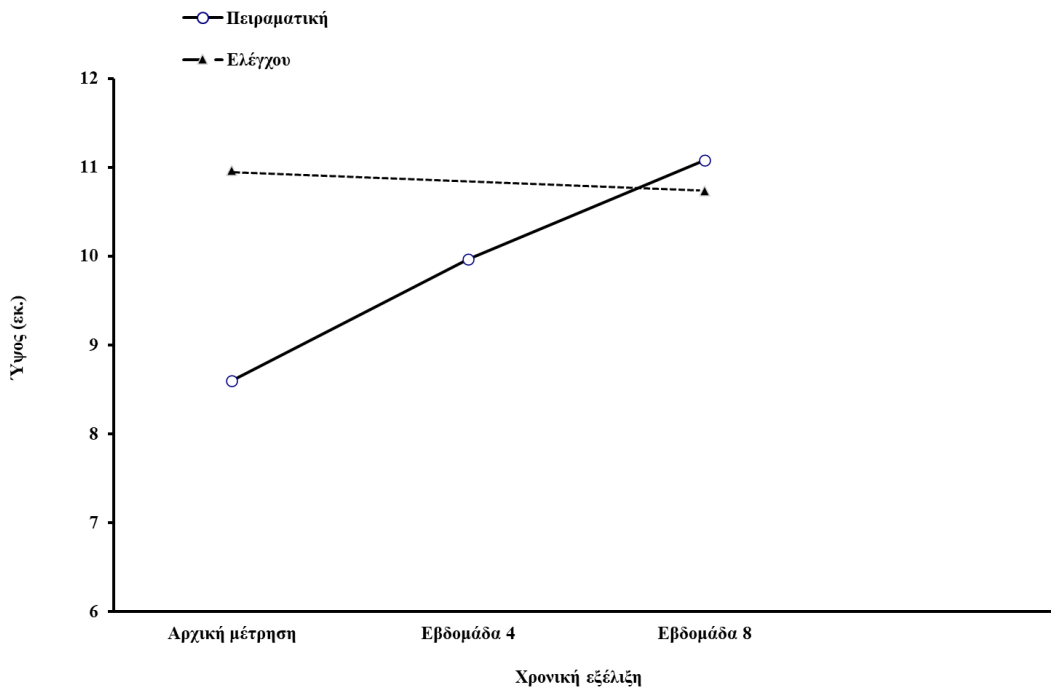
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $30,3\%$ ) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M= 29,48$   $SD=21,65$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= 0,82$   $SD=10,95$ ) [ $t(18) = 3,951$ ,  $p = 0,001$ ].

**Πίνακας 4.10.** Τιμές του δείκτη CMJLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

<b>Ομάδα</b>	<b>Μέτρηση</b>	<b>CMJLH</b>
<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ</b>	<b>Αρχική</b>	$8,6 \pm 2,12$
	<b>4<sup>η</sup> εβδ.</b>	$9,97 \pm 2,21^*$
	<b>Τελική</b>	$11,08 \pm 2,36^{**}$
<b>ΕΛΕΓΧΟΥ</b>	<b>Αρχική</b>	$10,97 \pm 3,06$
	<b>Τελική</b>	$10,74 \pm 2,59$

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .



**Σχήμα 4.9.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη CMJLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.10 Μέγιστη ισχύς στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο αριστερό πόδι (CMJLPP)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας CMJLPP βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,46$ ,  $\chi^2=5,428$ ,  $p=0,066$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη CMJLPP [ $F(1,299, 10,393)=12,517$ ,  $p=0,001$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις δεν αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα [ $99,56W(2,427-201,541)$ ,  $p=0,056$ ]. Στατιστικώς σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε ανάμεσα στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά  $178,19W$  [ $(-38,613-317,769)$   $p=0,015$ ] και ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα κατά  $78,63W$  ( $-8,756-148,513$ )  $p=0,028$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $8,52W$ ) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη CMJLPP [ $t(9) = - 0,357$ ,  $p = 0,729$ ].

Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική

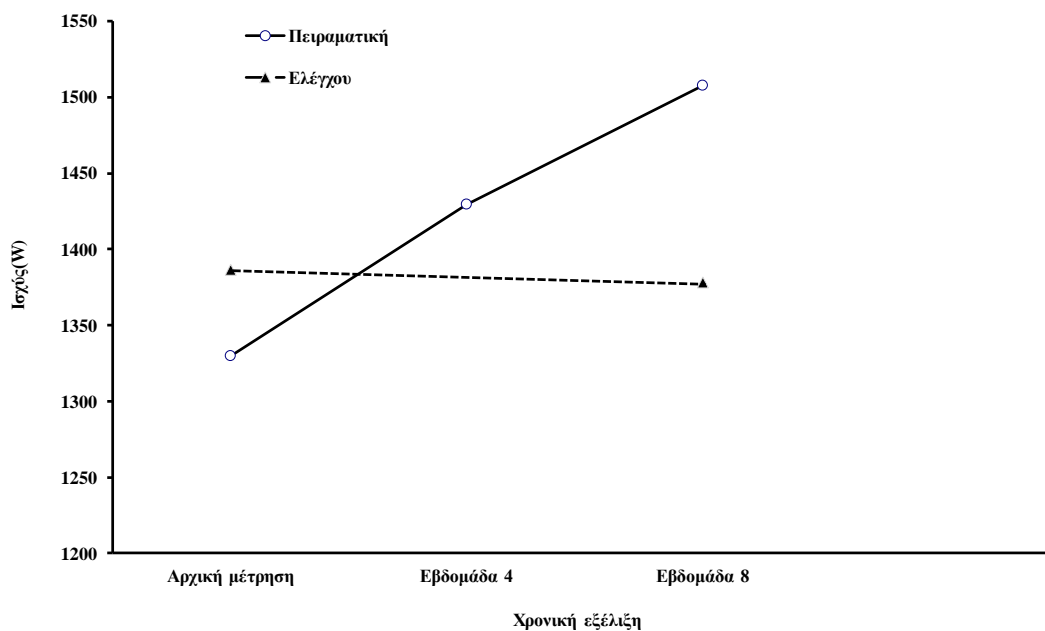


διαφορά (12,25%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M= 12,02$   $SD=9,42$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= 0,23$   $SD=5,9$ ) [ $t(18) = 3,484$   $p=0,003$ ].

**Πίνακας 4.11.** Τιμές του δείκτη *CMJLPP* για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	CMJLPP
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	Αρχική	1329,79±269,80
	4 <sup>η</sup> εβδ.	1429,34±222,21
	Τελική	1507,98±168,12**
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	1386,77±316,49
	Τελική	1378,25±276,42

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p<0,05$ .



**Σχήμα 4.10.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη *CMJLPP* για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.11 Άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (SBJ)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας SBJ βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,803$ ,  $\chi^2=1,53$ ,  $p = 0,46$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη SBJ [ $F(1,671, 13,365) = 19,976$ ,  $p < 0,001$ ,  $H^2=0,714$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά  $23,11$  cm [(9,630-36,592)  $p=0,003$ ] και ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα κατά  $15,99$  cm [(5,265-26,624)  $p=0,006$ ]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα [ $7,16$  cm (-2,135-16,469)  $p=0,146$ ]

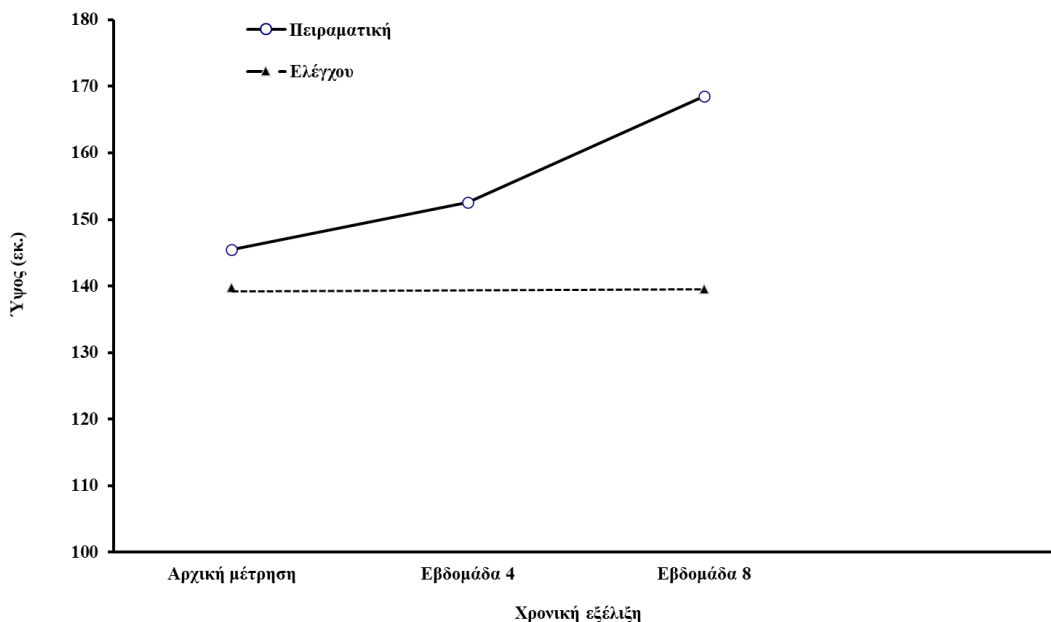
Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $0,61$  cm) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη SBJ [ $t(9) = 0,1464$ ,  $p = 0,177$ ].

Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $15,93\%$ ) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M=15,72$   $SD=10,36$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M=0,20$   $SD=0,42$ ) [ $t(18) = 4,858$ ,  $p = 0,0001$ ].

**Πίνακας 4.12** Τιμές του δείκτη SBJ για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

<b>Ομάδα</b>	<b>Μέτρηση</b>	<b>SBJ</b>
<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ</b>	Αρχική	145,44±20,95
	4 <sup>η</sup> εβδ.	152,61±20,95
	Τελική	168,55±23,34**
<b>ΕΛΕΓΧΟΥ</b>	Αρχική	139,80±15,08
	Τελική	139,55±15,39

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .



**Σχήμα 4.11.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη SBJ για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.12 Ύψος άλματος στο κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με τα δύο πόδια (3STJH)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας 3STJH βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,491$   $x^2=4,99$ ,  $p=0,083$ ). Επίσης βρέθηκε, ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη 3STJH [ $F(1,32, 10,6) = 1,337$   $p=0,29$ ,  $H^2=0,14$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις δεν αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη [ $0,989$  cm ( $1,811-3,789$ )  $p=0,954$ ] και την όγδοη εβδομάδα [ $1,23$  cm ( $1,566-4,021$ )  $p=0,665$ ] αντίστοιχα. Δεν παρατηρήθηκε επίσης, στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [ $0,239$  cm ( $1,046-1,523$ )  $p=1$ ].

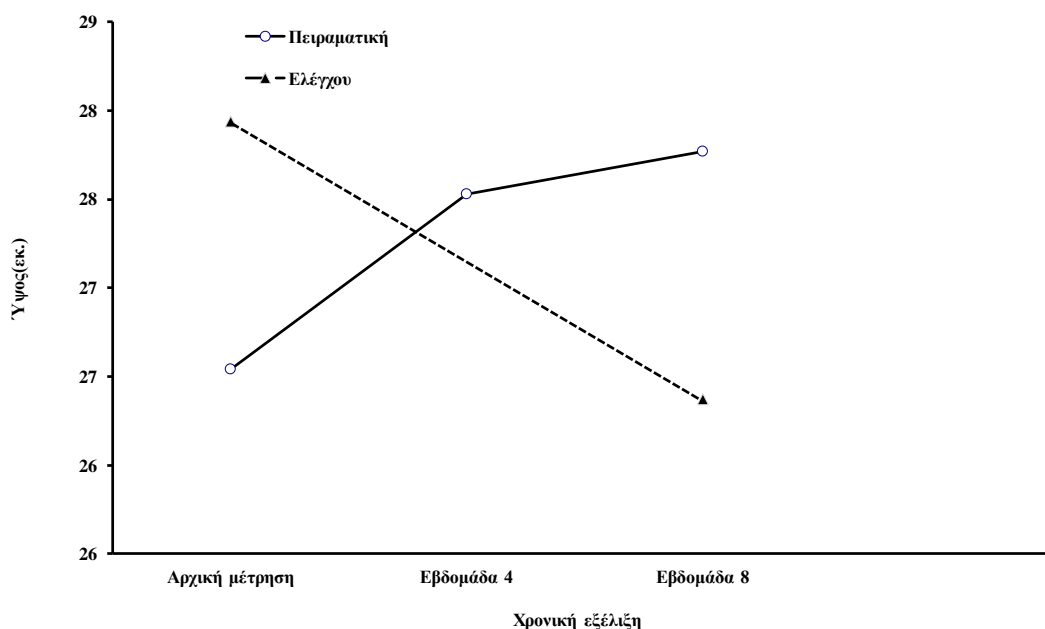
Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά ( $1,57$  cm) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη 3STJH [ $t(9) = 1,76$ ,  $p = 0,112$ ].

Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική

διαφορά (10,19%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M= 5,17$   $SD=11,67$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= 5,02$   $SD=9,91$ ) [ $t(18) = 2,106$ ,  $p = 0,05$ ].

**Πίνακας 4.13.** Τιμές του δείκτη 3STJH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	3STJH
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	Αρχική	26,54±5,25
	4 <sup>η</sup> εβδ.	27,53±5,19
	Τελική	27,77±5,21
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	27,94±5,97
	Τελική	26,37±5,59



**Σχήμα 4.12.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη 3STGH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.13 Ύψος άλματος στο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το δεξί πόδι (2STJRLH)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας 2STJRLH βρέθηκε, ότι δεν υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,327$ ,  $\chi^2=8,046$ ,  $p=0,018$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη 2STJRL [ $F(1,28, 10,211) = 8,297$ ,  $p=0,012$ ,  $H^2=0,509$ ]

για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα κατά 1,99 cm [(-0,616-3,373)  $p=0,007$ ] και στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά 3,08 cm [(0,003-6,163)  $p=0,05$ ]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην τέταρτη και όγδοη εβδομάδα [1,09 cm (1,078-3,255)  $p=0,504$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (0,46 cm) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη 2STJRLH [ $t(9) = 0,864$ ,  $p = 0,410$ ].

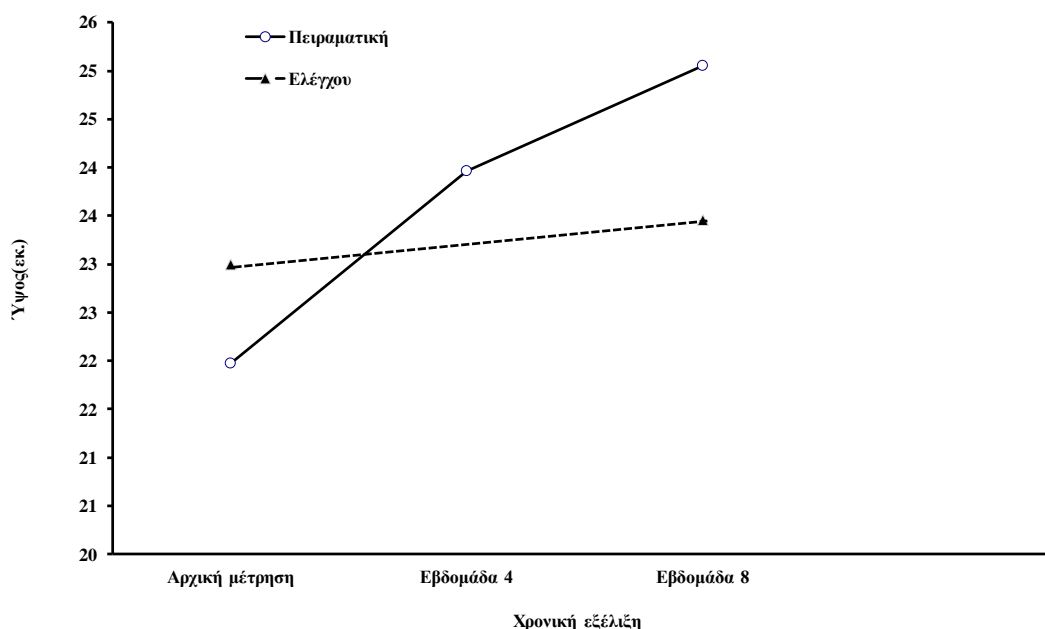
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (12,15%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας ( $M=14,28$   $SD=14,35$ ) και της ομάδας ελέγχου ( $M= 2,13$   $SD=8,72$ ) [ $t(18) = 2,288$ ,  $p = 0,034$ ].

**Πίνακας 4.14.** Τιμές του δείκτη 2STJRLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

<b>Ομάδα</b>	<b>Μέτρηση</b>	<b>2STJRLH</b>
	<b>Αρχική</b>	21,97±3,95
<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ</b>	<b>4<sup>η</sup>εβδ.</b>	23,96±3,87*
	<b>Τελική</b>	25,05±4,00**
<b>ΕΛΕΓΧΟΥ</b>	<b>Αρχική</b>	23,00±5,01
	<b>Τελική</b>	23,46±5,24

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα στο επίπεδο  $p<0,05$ .

\*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p<0,05$ .



**Σχήμα 4.13.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη 2STJLLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

#### 4.3.14 Ύψος άλματος στο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το αριστερό πόδι (2STJLLH)

Για την πειραματική ομάδα στην αξιολόγηση της δοκιμασίας 2STJLLH βρέθηκε, ότι υπάρχει ομοιογένεια στη διακύμανση των μετρήσεων ( $W=0,823$ ,  $\chi^2=1,36$ ,  $p = 0,50$ ). Επίσης, βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη 2STJLLH [ $F(1,69, 13,593) = 6,451$ ,  $p=0,009$ ,  $H^2=0,45$ ] για την πειραματική ομάδα. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την όγδοη εβδομάδα κατά 2,76 cm [ $(-0,794-4,728)$   $p=0,009$ ]. Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με την τέταρτη εβδομάδα [1,03 cm (1,746-3,812)  $p=0,884$ ] και ανάμεσα στην τέταρτη με την όγδοη εβδομάδα [1,73 cm (0,479-3,935)  $p=0,138$ ].

Για την ομάδα ελέγχου το paired t-test έδειξε, ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά (0.14 cm) ανάμεσα στις δύο χρονικές εκτιμήσεις (αρχική-εβδομάδα 8) του δείκτη 2STJLLH [ $t(9) = 0,166$   $p = 0,872$ ].

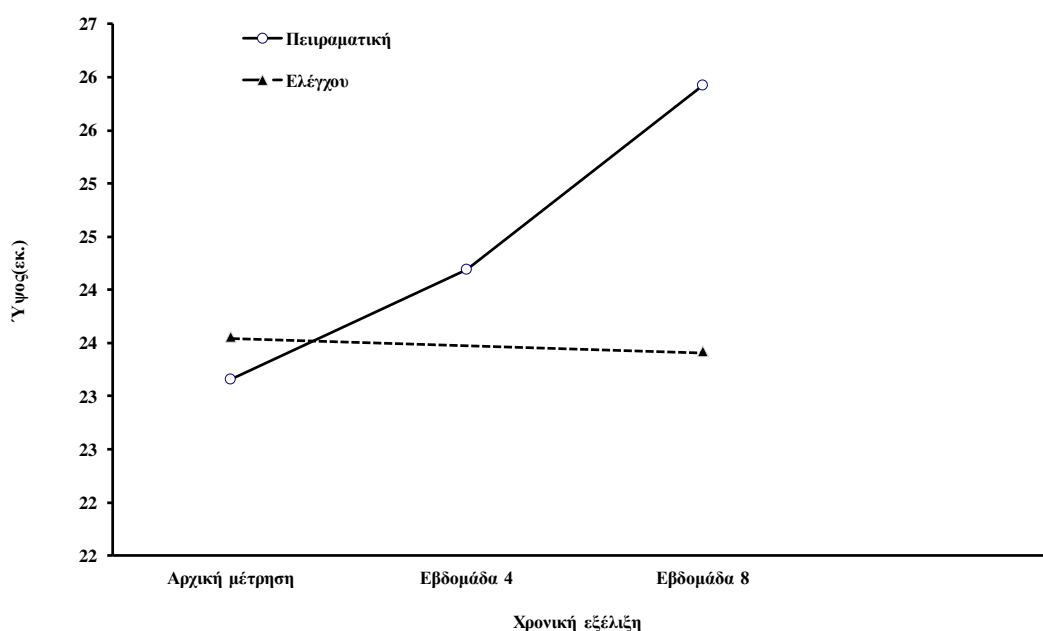
Το independent t-test για τη σύγκριση των ποσοστιαίων μεταβολών από την αρχική μέτρηση μέχρι την εβδομάδα 8 έδειξε, ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική

διαφορά (11,08%) μεταξύ της πειραματικής ομάδας (M=11,4 SD=9,7) και της ομάδας ελέγχου (M= 0,32 SD=12,41) [t(18) =2,225, p =0,039].

**Πίνακας 4.15.** Τιμές του δείκτη 2STJLLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

Ομάδα	Μέτρηση	2STJLLH
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ	Αρχική	23,16±4,06
	4 <sup>η</sup> εβδ.	24,19±3,30
	Τελική	25,92±4,07*
ΕΛΕΓΧΟΥ	Αρχική	23,56±4,77
	Τελική	23,42±4,38

\*στατιστική διαφορά ανάμεσα στην αρχική με τελική εβδομάδα στο επίπεδο  $p < 0,05$ .



**Σχήμα 4.14.** Χρονική εξέλιξη για τις τιμές του δείκτη 2STJLLH για τις δύο ομάδες σε όλες τις συνθήκες.

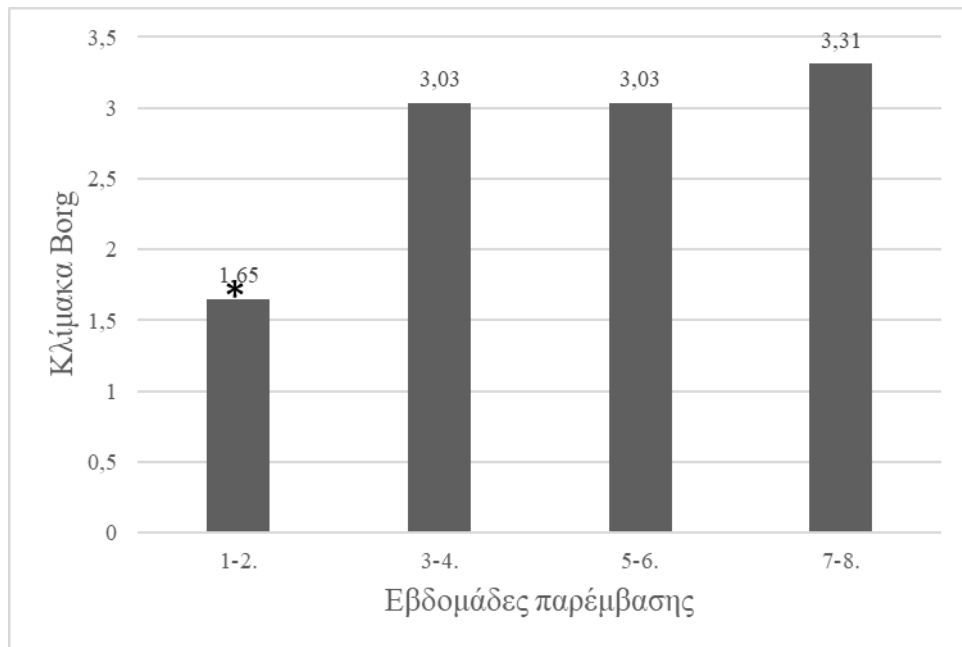
**Πίνακας 4.19.** Ποσοστιαία μεταβολή των δοκιμασιών από αρχική σε εβδομάδα 8 για την πειραματική ομάδα.

<b>Πειραματική Ομάδα</b>		
<b>ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ</b>	<b>MEAN</b>	<b>SD</b>
<b>CMJLH</b>	29,48	21,65
<b>CMJLPP</b>	12,02	9,42
<b>CMJRH</b>	20,19	13,69
<b>CMJRPP</b>	8,34	6,59
<b>SJH</b>	15,98	10,23
<b>SJPP</b>	10,5	8,51
<b>SBJ</b>	15,72	10,36
<b>CMJH</b>	10,27	9,40
<b>CMJPP</b>	6,87	7,58
<b>CMJAH</b>	8,97	6,54
<b>CMJAPP</b>	5,5	5,24
<b>2STJRH</b>	14,28	14,35
<b>2STJLH</b>	11,40	9,70
<b>3STJH</b>	5,17	11,67

#### **4.4 Κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης Borg (Borg, 1982)**

Τα αποτελέσματα μετά τις οκτώ εβδομάδες έδειξαν, ότι τις δύο πρώτες εβδομάδες οι αθλήτριες «ένιωθαν» την προπόνηση εύκολη και τις επόμενες εβδομάδες παρ'όλο, που η επιβάρυνση αυξανόταν προοδευτικά, οι αθλήτριες περάτωναν το πρόγραμμα χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία (3,31/10). Για τη διαχρονική σύγκριση των μεταβλητών εφαρμόστηκε το μοντέλο της ανάλυσης διακύμανσης κατά ένα παράγοντα με επαναληπτικές μετρήσεις και οι συγκρίσεις κατά ζεύγη έγιναν με το Bonferroni. Βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις χρονικές εκτιμήσεις του δείκτη κλίμακα Borg [ $F(16,81, 2,63)=57,58, p<0,001, H^2=0,86$ ]. Οι κατά ζεύγη συγκρίσεις αναδεικνύουν διαφορά ανάμεσα στην πρώτη μέτρηση (εβδομάδες παρέμβασης 1-2) με τη δεύτερη και τρίτη κατά 1,37 (εβδομάδες 3-4 και 5-6 αντίστοιχα) και την τέταρτη κατά 1,67 (εβδομάδες παρέμβασης 7-8) με  $p=0,00$ . Δεν παρατηρήθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των άλλων μετρήσεων.





*Σχήμα 4.20. Αποτελέσματα υποκειμενικής αντίληψης κόπωσης.*

*\* στατιστική διαφορά ανάμεσα στην πρώτη με τις υπόλοιπες μετρήσεις  $p < 0,05$ .*

## V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης ενός πλειομετρικού προγράμματος οκτώ εβδομάδων στη γενική και ειδική αλματική ικανότητας νεαρών καλαθοσφαιριστριών, ηλικίας  $14 \pm 0,65$  ετών. Στο κάθετο επιτόπιο άλμα από ημικάθισμα  $90^\circ$  (SJ) η μέση επίδοση των δοκιμαζόμενων στην αρχική μέτρηση ( $N = 23$ ) ήταν  $21,75 \pm 4,7$  cm. Αντίστοιχες επιδόσεις στις αρχικές μετρήσεις σε αθλήτριες καλαθοσφαίρισης αντίστοιχης ηλικίας ( $15,0 \pm 0,92$  ετών) παρατηρούνται στις έρευνες των Attene, Iuliano, Di cagno, Calcagno, Moalla, Aquino και συνεργάτες (2014), ( $22,7 \pm 4$  cm), Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Latinjak και Unnithan (2016), ( $21 \pm 0,03$  cm) και Bouteraa και συνεργάτες (2018) ( $20,4 \pm 3,9$  cm).

Στο άλμα με αντίθετη κίνηση χωρίς συμμετοχή χεριών (CMJ) η μέση επίδοση των δοκιμαζόμενων στην αρχική μέτρηση ( $N=23$ ) ήταν  $23,51 \pm 4,6$  cm. Παρόμοιες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στην έρευνα των Fort-Vanmeerhaeghe και συνεργατών (2016) με επίδοση στα  $24 \pm 0,05$  cm, ενώ σε άλλες μελέτες με παρόμοιες ηλικιακές ομάδες παρατηρήθηκαν λίγο υψηλότερες μέσες επιδόσεις στις αρχικές μετρήσεις. Συγκεκριμένα, στη μελέτη των Erculj, Blas και Bracic (2010) η επίδοση των καλαθοσφαιριστριών ηλικίας  $14,49 \pm 0,61$  ετών ήταν  $26,86 \pm 4,1$  cm, στην έρευνα των Attene και συνεργατών (2014) ήταν  $26,5 \pm 3,5$  cm και στην έρευνα των Bouteraa και συνεργατών (2018) ήταν  $26 \pm 3,5$  cm. Αυτή η μικρή διαφορά στην αρχική επίδοση μπορεί να οφείλεται στο σωματότυπο και στη διαφορά ηλικίας των δοκιμαζόμενων. Στην έρευνα των Erculj και συνεργατών (2010) οι δοκιμαζόμενες είχαν σχεδόν ίδια ηλικία, αλλά διαφορά 10 cm στο ανάστημα ( $162,6 \pm 0,5$  cm στην παρούσα έρευνα έναντι  $172,67 \pm 8,06$  cm), ενώ στη μελέτη των Bouteraa και συνεργατών (2018) οι δοκιμαζόμενες είχαν ηλικία  $16,4 \pm 0,5$  ετών. Μικρές διαφοροποιήσεις επομένως, σε άτομα της ίδιας χρονολογικής ηλικίας στην εφηβεία μπορεί να οφείλονται στη μεταβλητότητα της σωματικής και βιολογικής ανάπτυξης (Burns, Mirwald, & Bailey, 2001· Marshall & Tanner 1969, 1970).

Στο άλμα με αντίθετη κίνηση με αιώρηση χεριών (CMJA) η μέση επίδοση των δοκιμαζόμενων στην αρχική μέτρηση ( $N=23$ ) ήταν  $25,95 \pm 5,04$  cm. Στην έρευνα των Battaglia, Paoli, Bellafiore, Bianco και Palma (2014) νεαρές καλαθοσφαιρίστριες ηλικίας  $14,50 \pm 0,97$  ετών σημείωσαν μέση επίδοση στα 29 cm. Επιπλέον, στο

άθλημα της πετοσφαίρισης σε αθλήτριες αντίστοιχης ηλικίας έχουν καταγραφεί μέσες επιδόσεις στα  $27,73 \pm 4,99$  cm και  $26 \pm 4,1$  cm (Nikolaidis, Ziv, Arnon, & Lidor, 2012· Pereira, Costa, Santos, Figueiredo, & João, 2015). Καθοριστικός παράγοντας στην απόδοση του άλματος παίζει η ελεύθερη αιώρηση των χεριών. Πολλές μελέτες υποδεικνύουν την αύξηση της ταχύτητας απογείωσης στο CMJ κατά 6-10% ή και περισσότερο με τη χρήση της αιώρησης των χεριών. Η βελτίωση της απόδοσης οφείλεται στην αύξηση του ύψους (28%) και της ταχύτητας (72%) του ΚΜΣ κατά τη φάση απογείωσης. Η χρήση των χεριών επιταχύνει την ανοδική κίνηση κατά τη φάση της απογείωσης και ασκεί καθοδική δύναμη στον κορμό. Αυτή η δύναμη μεταφέρεται μέσω των ποδιών στο έδαφος, ενώ κατά την απογείωση μέσω της αντίδρασης προκαλείται μια αυξημένη ανοδική δύναμη από το έδαφος στον αθλητή. Η έγκαιρη δράση των χεριών οδηγεί σε μεγαλύτερη ταχύτητα πριν από το τέλος της απογείωσης και συνεπώς, υψηλότερο άλμα (Floria & Harrison, 2014· Stone, O'Bryant, McCoy, Coglianesi, Lehmkuhl, & Schilling, 2003). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης συμφωνούν με τα παραπάνω στοιχεία. Η απόδοση στο CMJ με αιώρηση χεριών ήταν μεγαλύτερη στην αρχική, αλλά και στην τελική μέτρηση ( $23,96 \pm 4,64$ ,  $26,09 \pm 4,23$  cm) σε σύγκριση με το CMJ χωρίς αιώρηση χεριών ( $20,28 \pm 4,14$ ,  $22,23 \pm 3,89$  cm).

Στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση με ένα πόδι η μέση επίδοση των δοκιμαζόμενων στο δεξί πόδι (CMJRL) στην αρχική μέτρηση (N=23) ήταν  $10,61 \pm 2,9$  cm, ενώ στο αριστερό πόδι (CMJLL) η μέση επίδοση των δοκιμαζόμενων στην αρχική μέτρηση (N=23) ήταν  $9,91 \pm 2,8$  cm. Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν αντίστοιχες τιμές για τη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα και φύλο στο άθλημα της καλαθοσφαίρισης. Στην έρευνα μόνο των Spiteri, Binetti, Scanlan, Dalbo, Dolci, και Specos (2019) εφαρμόστηκε η δοκιμασία σε καλαθοσφαιρίστριες μεγαλύτερης ηλικίας  $20,3 \pm 2,7$  ετών με επίδοση στα  $15,47 \pm 2,5$  cm και  $16,11 \pm 3,6$  cm αντίστοιχα. Ακόμη, στην έρευνα των Thomas, Dos'Santos, Comfort και Jones (2018) εφαρμόστηκε η δοκιμασία σε παρεμφερή ομαδικά αθλήματα, στο Netball (αθλήτριες ηλικίας  $18.1 \pm 1.1$  ετών) και το ποδόσφαιρο (ηλικίας  $20,6 \pm 0,6$  ετών) με μέση επίδοση τα  $11 \pm 4$  cm και  $11 \pm 3$  cm αντίστοιχα.

Στο άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (SBJ) η μέση επίδοση των δοκιμαζόμενων στην αρχική μέτρηση ήταν  $144,35 \pm 19,3$  cm. Παρόμοια επίδοση στα  $141 \pm 3,2$  cm παρατηρείται και σε έρευνα, η οποία έγινε σε αθλήτριες πετοσφαίρισης ίδιας ηλικίας, 13,3 ετών (Castro-Pinero, Ortega, Artero, Girela-Rejon, Mora, Sjostrom et al., 2010).

Στο πρότυπο σύνολο δοκιμασιών του Euro-fit Physical Fitness Test (Tambalis, Panagiotakos, Psarra, Daskalakis, Kavouras, Geladas, et al., 2015) οι επιδόσεις των αθλητριών στο οριζόντιο άλμα χωρίς φόρα βρίσκονται μεταξύ του 25<sup>ου</sup> και 75<sup>ου</sup> εκατοστημορίου και θεωρούνται ως καλές – αποδεκτές επιδόσεις.

Σε ό,τι αφορά τις δοκιμασίες ειδικής αλματικής ικανότητας δεν υπάρχουν αντίστοιχες τιμές στη βιβλιογραφία, που να αναφέρονται σε νεαρές αθλήτριες καλαθοσφαίρισης. Ελάχιστες μόνο έρευνες έχουν εφαρμόσει τις δοκιμασίες αυτές σε νεαρά αγόρια καλαθοσφαιριστές. Στο κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με τα δύο πόδια (3STJ) η μέση επίδοση των δοκιμαζόμενων στην αρχική μέτρηση στην παρούσα έρευνα ήταν  $27,58 \pm 5,5$  cm. Η ίδια δοκιμασία εφαρμόστηκε στην έρευνα των Rodriguez και συνεργατών (2017) σε αγόρια αθλητές καλαθοσφαίρισης ηλικίας  $14,7 \pm 0,5$  ετών με μέση επίδοση τα  $40,5 \pm 6,6$  cm. Στο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το δεξί και αριστερό πόδι (2STJRL ή 2STJLL) η μέση επίδοση των δοκιμαζόμενων στην αρχική μέτρηση στην παρούσα έρευνα ήταν  $22,84 \pm 4,6$  και  $23,75 \pm 4,5$  cm αντίστοιχα. Η ίδια δοκιμασία εφαρμόστηκε στην έρευνα των Miura και συνεργατών (2010) σε αγόρια καλαθοσφαιριστές ηλικίας  $19,6 \pm 1,3$  ετών με μέση επίδοση τα  $58,6 \pm 5,3$  cm χωρίς όμως να αναφέρεται με ποιο πόδι πραγματοποιήθηκε η απογείωση. Άλλη μια αναφορά στη συγκεκριμένη δοκιμασία γίνεται στην έρευνα των Pehar και συνεργατών (2017) σε άνδρες καλαθοσφαιριστές μεγαλύτερης ηλικίας,  $21,58 \pm 3,92$  ετών, με τη μέση επίδοση να φτάνει τα  $71,41 \pm 8,31$  cm και  $65,96 \pm 8,21$  cm, με το δυνατό και αδύναμο πόδι αντίστοιχα.

## **5.1 Προσαρμογές προπονητικής παρέμβασης**

### **5.1.1 Δοκιμασίες γενικής αλματικής ικανότητας**

Το πλειομετρικό πρόγραμμα διάρκειας οκτώ εβδομάδων επέφερε στατιστικώς σημαντική βελτίωση στη γενική και στην ειδική αλματική ικανότητα των νεαρών αθλητριών της πειραματικής ομάδας, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου, η οποία δεν παρουσίασε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά. Στον πίνακα 4.19 στα αποτελέσματα παρουσιάζονται συνοπτικά οι ποσοστιαίες βελτιώσεις σε κάθε δοκιμασία μετά την παρέμβαση.

Αυτό που παρατηρούμε είναι, ότι η δοκιμασία γενικής αλματικής ικανότητας, άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο δεξί ή αριστερό πόδι (CMJR-

CMJL) ήταν αυτή με τη μεγαλύτερη βελτίωση. Στην παρούσα έρευνα, η ποσοστιαία βελτίωση της πειραματικής ομάδας για αυτή τη δοκιμασία ήταν αρκετά μεγάλη. Για το δεξί πόδι (δυνατό) κυμάνθηκε στο 20,19%, ενώ για το αριστερό στο 29,48%. Η μεγάλη βελτίωση στη δοκιμασία αυτή μπορεί να οφείλεται στο περιεχόμενο του παρεμβατικού προγράμματος. Στην παρούσα έρευνα, οι μονοποδικές επαναλήψεις περιελάμβαναν το 37% των συνολικών επαναλήψεων, που εκτελούνταν σε μία προπονητική μονάδα. Αντίθετα, στις μελέτες των Attene και συνεργατών (2014) και Bouteraa και συνεργατών (2018), οι οποίοι εφάρμοσαν πλειομετρικά προγράμματα 6 και 8 εβδομάδων αντίστοιχα, το ασκησιολογίο τους δεν περιελάμβανε καμία μονοποδική άσκηση. Αντίθετα, στις έρευνες των Pereira και συνεργατών (2015) και McCormick και συνεργατών (2016) η πλειομετρική προπόνηση 8 εβδομάδων περιελάμβανε μονοποδικές ασκήσεις σε ποσοστό 26% και 32% αντίστοιχα. Η βελτίωση όμως των δοκιμαζόμενων στα μονοποδικά άλματα δεν αξιολογήθηκε με κάποιο ειδικό τεστ. Αυτό που κάνει όμως ιδιαίτερη εντύπωση στην παρούσα έρευνα είναι, ότι παρότι στην αρχική μέτρηση δεν υπήρχε διαφορά μεταξύ δυνατού και μη-δυνατού ποδιού μετά την παρέμβαση, το μη-δυνατό πόδι είχε πολύ μεγαλύτερη βελτίωση σε σχέση με το δυνατό κατά 9% περίπου. Το άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο ένα πόδι δύναται να αποτελέσει ένα τρόπο ανίχνευσης της ασυμμετρίας στη δύναμη μεταξύ των κάτω άκρων (Ceroni, Martin, Delhumeau, & Farpour-Lambert, 2012· Stephens, Lawson, DeVoe, & Reiser, 2007). Η ασυμμετρία των κάτω άκρων αναφορικά με τις νευρομυικές επιδόσεις συμπεριλαμβανομένης της δύναμης και της ισχύος, μπορεί να οφείλονται σε πολλαπλούς παράγοντες, όπως οι ανατομικές ασυμμετρίες (Fousekis, Tsepis, & Vagenas, 2010), η πλευρικότητα στην νευρική ανάπτυξη (Miyaguchi & Demura, 2010), οι τραυματισμοί με ατελή αποκατάσταση (Paterno, Ford, Myer, Heyl, & Hewett, 2007), οι επαναλαμβανόμενες ασύμμετρες αθλητικές απαιτήσεις (Schiltz, Lehance, Maquet, Bury, Crielaard, & Croisier, 2009), η προπονητική εμπειρία και η προτίμηση εκτέλεσης των κινήσεων με το δυνατό πόδι (Fousekis et al., 2010). Οι ασυμμετρίες των κάτω άκρων στη δύναμη και στο συντονισμό είναι συχνότερες στις γυναίκες αθλήτριες, από ότι στους άντρες και ακόμη πιο συχνές στους εφήβους (Myer, Brent, Ford, & Hewett, 2011). Πρόσφατα στοιχεία υποδεικνύουν, ότι υπάρχει διαφορά 10-15% μεταξύ των ποδιών στο κάθετο άλμα (Hewitt, Cronin, & Hume, 2012· Munro & Herrington, 2011). Παρ'όλο που ένα συχνά χρησιμοποιούμενο μοντέλο σύγκρισης είναι με βάση το δυνατό και αδύναμο άκρο των αθλητών, στην

έρευνα των Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Sitja-Rabert, Kiefer και Myer (2015) διαπιστώθηκε, ότι η υποκειμενική ταυτοποίηση του δυνατού ποδιού δεν ήταν αξιόπιστος προγνωστικός παράγοντας για το ποιο σκέλος ήταν το πιο επιδέξιο. Το δυνατό πόδι αντιστοιχούσε στο επιδέξιο σε ποσοστό 34,5 έως 51,7% των περιπτώσεων. Είναι εξαιρετικά δύσκολο, να προβλεφτεί ποιο σκέλος είναι το πιο δυνατό σε αθλήματα, όπως η καλαθοσφαίριση, η ποδοσφαίριση και η πετοσφαίριση λόγω των ειδικών απαιτήσεων σε αυτά, όπως οι αλλαγές κατεύθυνσης και τα μονοποδικά άλματα (Rahnama, Lees, & Bambaecichi, 2005). Η υποκειμενική λοιπόν επιλογή του δυνατού ποδιού μπορεί να μην αποτελεί χρήσιμο προγνωστικό παράγοντα για το ποιο σκέλος είναι το πιο επιδέξιο (Fort-Vanmeerhaeghe, Gual, Romero-Rodriguez, & Unnitha, 2016). Η μεγαλύτερη βελτίωση του αριστερού ποδιού («αδύναμου») στην παρούσα έρευνα πιθανόν να οφείλεται, στο ότι η υποκειμενική αντίληψη των δοκιμαζόμενων για το δυνατό σκέλος να μην έρχεται σε συμφωνία με το ποιο πόδι τελικά είναι το πιο επιδέξιο και είναι ένα θέμα, που χρήζει περαιτέρω έρευνας.

Το επόμενο τεστ με τη μεγαλύτερη βελτίωση ήταν το κάθετο άλμα χωρίς προπαρασκευαστική κίνηση (SJ). Η ποσοστιαία βελτίωση της πειραματικής ομάδας μεταξύ της αρχικής και τελικής μέτρησης ήταν 15,98%. Αντίστοιχα ποσοστά βελτίωσης παρουσιάζονται στην έρευνα των Attene και συνεργατών (2014), η οποία βρήκε στατιστικώς σημαντική βελτίωση (15,4%) μετά από έξι εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης σε αθλήτριες καλαθοσφαίρισης, ηλικίας  $15.0 \pm 0.92$  ετών. Επίσης, οι Bouteraa και συνεργάτες (2010) μετά από οκτώ εβδομάδες συνδυαστικής μεθόδου προπόνησης ισορροπίας και πλειομετρικής προπόνησης σε καλαθοσφαιρίστριες ( $16,4 \pm 0,5$  ετών) παρατήρησαν βελτίωση της τάξης του 10,3%. Το SJ αξιολογεί την ικανότητα για γρήγορη ανάπτυξη δύναμης κατά τη διάρκεια της καθαρά σύγκεντρης κίνησης, δηλαδή κατά τη φάση ώθησης (McBride et al., 2010). Ο συντονισμός εκρηκτικών κινήσεων χωρίς αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση αποτελεί βασική ικανότητα και μπορεί να έχει καθοριστική σημασία για τις αθλητικές επιδόσεις, στις οποίες απαιτείται υψηλή ένταση και δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για την εκτέλεση κινήσεων, που απαιτούν μεγάλο εύρος αντίθετης προπαρασκευαστικής κίνησης. Αυτό ισχύει κατά τη διάρκεια των περισσότερων αθλητικών δραστηριοτήτων υψηλής έντασης, όπως η καλαθοσφαίριση (Van Hooren & Bosch, 2016). Κατά την προσπάθεια εκτέλεσης ενός κάθετου άλματος, η διέγερση των μυών

μπορεί να μη φτάσει αμέσως σε μέγιστο επίπεδο, αλλά να χρειαστεί χρόνο για να αναπτυχθεί η μέγιστη διέγερση λόγω της καθυστερημένης επιστράτευσης των κινητικών μονάδων (Bobbert & Zandwijk, 1999), που σχετίζονται με τη διάδοση του δυναμικού ενέργειας κατά μήκος της μυϊκής μεμβράνης (Van Hooren & Bosch, 2016). Στους αδρανείς μύες, οι δεσμίδες μυϊκών ινών, οι τενόντιοι ιστοί και η συνολική μυοτενόντια σύνδεση είναι σε χαλαρή κατάσταση, συνθήκη η οποία δείχνει, ότι δεν υπάρχει παραγωγή ελαστικής ενέργειας (Hug, Lacourpaille, Maisetti, & Nordez, 2013). Για να ξεκινήσει η κίνηση των αρθρώσεων και πριν η δύναμη μεταφερθεί στα οστά, αυτή η χαλάρωση πρέπει να αντικατασταθεί με τη διάταση των τενόντων. Αυτές οι διεργασίες, που σχετίζονται με την αντικατάσταση της χαλάρωσης και τη διάταση των τενόντιων ιστών, ονομάζεται μυϊκή χαλάρωση (Van Hooren & Bosch, 2016). Η απόδοση επομένως, μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά μειώνοντας τη μυϊκή χαλάρωση και αυξάνοντας την ταχύτητα διέγερσης. Η δημιουργία προδιάτασης από τους αγωνιστές και ανταγωνιστές μύες είναι η μόνη αποτελεσματική στρατηγική για τη μείωση της μυϊκής χαλάρωσης. Επομένως, η προπόνηση είναι σκόπιμο να στοχεύει στην αύξηση της ικανότητας των μυών για αποτελεσματική δημιουργία προδιάτασης (Van Hooren & Bosch, 2016). Η πλειομετρική προπόνηση επωφελείται από την προδιάταση της μυοτενόντιας σύνδεσης, προκειμένου να βελτιώσει την ικανότητα των μυϊκών ινών, να παράγουν μεγαλύτερη τάση. Η φάση της προδιάτασης βασίζεται σε τρεις μεταβλητές. Το μέγεθος της διάτασης, το ρυθμό της διάτασης και τη διάρκεια της διάτασης. Ο χειρισμός αυτών των μεταβλητών μέσω της πλειομετρικής προπόνησης έχει σημαντική επίδραση στην ποσότητα της ενέργειας, που αποθηκεύεται κατά την έκκεντρη κίνηση (Cavagna et al., 1968· Asmussen & Bonde-Peterson, 1974· Bosco & Komi, 1979· Bosco, Komi, & Ito, 1981· Ebben, Fauth, Kaufmann, & Petushek, 2010). Η μεγάλη βελτίωση επομένως, που παρατηρήθηκε στην παρούσα έρευνα μέσω της πλειομετρικής προπόνησης πιθανώς, να οφείλεται στη βελτίωση του μηχανισμού διέγερσης των μυών, στην ταχύτερη εφαρμογή δύναμης, δηλαδή στη γρηγορότερη ανάπτυξη της ενεργού κατάστασης των μυών ως απόρροια της διέγερσης, και στη δυναμική της συστολής, δηλαδή στην ανάπτυξη της δύναμης, ως απόρροια της ενεργούς κατάστασης (Van Hooren & Zolotarjova, 2017).

Το επόμενο άλμα με την μεγαλύτερη βελτίωση ήταν το άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (SBJ) με ποσοστό 15,72%. Στη βιβλιογραφία παρατηρούνται χαμηλότερα

ποσοστά βελτίωσης σε σχέση με την παρούσα έρευνα. Συγκεκριμένα, σε έρευνες που αναφέρθηκαν και παραπάνω, η ποσοστιαία βελτίωση των αθλητριών ήταν 7,9% (McCormick et al., 2016) και 4,8% σε αγόρια αθλητές καλαθοσφαίρισης (Asadi et al., 2016). Το άλμα σε μήκος χωρίς φόρα είναι μια πολύπλοκη κίνηση, στην οποία συμμετέχουν πολλές αρθρώσεις και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της εκρηκτικής ισχύος των κάτω άκρων (Moresi, Bradshaw, Greene, & Naughton, 2011). Η επιτυχής εκτέλεση του εξαρτάται από τον κατάλληλο συντονισμό του άνω και κάτω μέρους του σώματος (Darpena, 1990). Δεδομένου, ότι στο SBJ οι δοκιμαζόμενοι πρέπει να επιτύχουν ανοδική και προς τα εμπρός επιτάχυνση, η αποτελεσματική χρήση της αντίθετης κίνησης μπορεί να είναι πιο δύσκολη σε σχέση με το κάθετο άλμα. Η επιλογή της βέλτιστης γωνίας απογείωσης και η αιώρηση των χεριών παίζουν καθοριστικό ρόλο στην απόδοση του άλματος (Aguado, Izquierdo, & Montesinos, 1997). Σύμφωνα με τους Wu, Wu, Lin, και Wang (2003) η ιδανική θέση εκτέλεσης του άλματος είναι με κάμψη των γονάτων στις 90°. Από τη θέση αυτή, μέσω της επίδρασης του κύκλου διάτασης-βράχυνσης κατά τη φάση της έκκεντρης συστολής αποθηκεύεται δυναμική ενέργεια στα ελαστικά στοιχεία σε σειρά, που αντιπροσωπεύουν το 70-75% των σύγκεντρων αυξήσεων της δύναμης των μυών. Καθώς, ο μυς επιστρέφει στο αρχικό του μήκος αυτή η αποθηκευμένη ελαστική ενέργεια συμβάλλει στη σύγκεντρη παραγωγή δύναμης κατά τη φάση ώθησης (McGuigan et al., 2006). Την ικανότητα αυτή ο αθλητής μπορεί να τη βελτιώσει μέσω της πλειομετρικής προπόνησης. Η μεγαλύτερη ικανότητα αποθήκευσης ελαστικής ενέργειας στην έκκεντρη φάση και η αυξημένη παραγωγή δύναμης κατά τη σύγκεντρη πιθανώς να αποτέλεσαν παράγοντες που συνέβαλαν στην βελτίωση της απόδοσης. Μία σημαντική επίδραση της πλειομετρικής άσκησης είναι η αυξημένη ικανότητα των ελαστικών ιστών για επαναφορά (Cavagna, et al., 1965· Cavagna et al., 1968· Cavagna, 1970). Η πλειομετρική κίνηση επωφελείται από την προδιάταση της μυοτενόντιας σύνδεσης, προκειμένου να βελτιώσει την ικανότητα των μυικών ινών, να παράγουν μεγαλύτερη τάση με αποτέλεσμα να ασκεί σημαντική επίδραση στην ποσότητα της ενέργειας, που αποθηκεύεται κατά την έκκεντρη κίνηση (Cavagna et al., 1968· Asmussen & Bonde-Peterson, 1974· Bosco & Komi, 1979· Bosco, et al., 1981· Ebben, et al., 2010).

Το επόμενο άλμα με την αμέσως καλύτερη επίδοση ήταν το άλμα με αντίθετη κίνηση χωρίς συμμετοχή χεριών (CMJ). Η δοκιμασία CMJ αξιολογεί την ικανότητα



για γρήγορη παραγωγή δύναμης μέσω του κύκλου διάτασης-βράχυνσης. Το ποσοστό βελτίωσης της πειραματικής ομάδας ήταν 10,27%. Παρόμοια βελτίωση (11,3%) καταγράφηκε σε έρευνα των Attene και συνεργατών (2014) σε αθλήτριες ηλικίας 15 ετών, ενώ σε έρευνα των Bouteraa και συνεργατών (2010) η ποσοστιαία βελτίωση των αθλητριών, ηλικίας 16,4 ετών ήταν 7,3%. Επίσης, οι Pereira και συνεργάτες (2015) παρατήρησαν στατιστικώς σημαντική βελτίωση 20,1% στο CMJ μετά από 8 εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης σε νεαρές αθλήτριες πετοσφαίρισης, ηλικίας 14 ετών.

Αυτό που παρατηρούμε στην παρούσα έρευνα είναι, ότι η ποσοστιαία βελτίωση μετά τις οκτώ εβδομάδες παρέμβασης ήταν μεγαλύτερη για το SJ (15,98%), έναντι του CMJ 10,27%. Λόγω της μεγαλύτερης βελτίωσης του SJ οι επιδόσεις των αθλητριών στις δυο δοκιμασίες μετά την παρέμβαση οκτώ εβδομάδων ήταν σχεδόν παρόμοιες (CMJ  $22,23 \pm 3,89$ , SJ  $21,89 \pm 3,76$  cm). Έρευνες έχουν δείξει, ότι η διαφορά μεταξύ του CMJ και του SJ μειώνεται με την επίτευξη ταχύτερης διέγερσης στο SJ (Bobbert & Casius, 2005). Η διαφορά μεταξύ των δοκιμασιών κάθετου άλματος με CMJ ή χωρίς αντίθετη κίνηση SJ έγκειται στην επίδραση του κύκλου διάτασης-βράχυνσης. Σύμφωνα με τους Bobbert και τους συνεργάτες (1996) η αντίθετη κίνηση επιτρέπει στους μύες, να παράγουν μεγαλύτερη διέγερση πριν τη συστολή. Το CMJ συνήθως παρουσιάζει υψηλότερες επιδόσεις από το SJ καθώς, επωφελείται κατά τη φάση της έκκεντρης συστολής αποθηκεύοντας ελαστική ενέργεια και χρησιμοποιώντας την ως μηχανική κατά τη σύγκεντρη φάση της ώθησης κατά το άλμα (McGuigan et al., 2006). Στην έρευνα των Anderson και Pandy (1993) η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των δύο αλμάτων ήταν 5%. Σε μία άλλη έρευνα σε νεαρούς αθλητές, η διαφορά μεταξύ CMJ και SJ ήταν 5,4% (Carlock, Smith, Hartman, Morris, Ciroslan, Pierce, et al., 2004) και στην έρευνα των Bobbert και Casius η διαφορά κυμάνθηκε στα 2-4 cm. Στην παρούσα έρευνα, η ποσοστιαία διαφορά μεταξύ των δύο δοκιμασιών στην αρχική μέτρηση ήταν 4,5%, ενώ στην τελική μέτρηση η διαφορά έπεσε στο 1,12%. Ο λόγος, που το πλειομετρικό πρόγραμμα παρέμβασης δεν βελτίωσε σε αντίστοιχο ποσοστό και το CMJ μπορεί να οφείλεται στο, ότι το υπόλοιπο δύναμης (residual force), το μυοτατικό αντανεκλαστικό και οι διαφορές στην κινηματική έχουν πιθανότατα μικρή ή και καθόλου συμβολή στην απόδοση του CMJ σε σύγκριση με το SJ (Van Hooren & Zolotarjova, 2017). Η επίδοση βέβαια εξαρτάται κι από άλλους παράγοντες, όπως το

εύρος της αντίθετης κίνησης και η ικανότητα του ατόμου για σύντομη προδιάταση και ταυτόχρονα γρήγορη διέγερση του μυός κάτι, που ίσως οι αθλήτριες στην παρούσα έρευνα δεν εκμεταλεύτηκαν στο έπακρο καθώς, πολλές μελέτες έχουν δείξει, ότι η χρονική στιγμή της μυϊκής ενεργοποίησης αποτελεί σημαντικό παράγοντα στο κάθετο άλμα (Bobbert & Van Soest, 1994· Prokopow, Szyniszewski, & Pomorski, 2005).

Η τελευταία δοκιμασία της γενικής αλματικής ικανότητας με τη μικρότερη, αλλά στατιστικά σημαντική, βελτίωση ήταν το άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση με αιώρηση χεριών (CMJA). Η ποσοστιαία βελτίωση της πειραματικής ομάδας στο CMJA ήταν 8,97%. Αντίστοιχο ποσοστό βελτίωσης (10%) συναντάται στην έρευνα των Noyes και συνεργατών (2012), οι οποίοι εφάρμοσαν ένα ειδικό πρόγραμμα προπόνησης με σκοπό τη βελτίωση της νευρομυϊκής απόδοσης σε νεαρές αθλήτριες καλαθοσφαίρισης, ηλικίας 14-17 ετών. Σε άλλες μελέτες σε αθλήτριες καλαθοσφαίρισης μεγαλύτερης ηλικίας ( $15,71 \pm 0,76$  ετών) παρατηρήθηκαν υψηλότερα ποσοστά βελτίωσης (10,3%) μετά από οκτώ και έξι εβδομάδες πλειομετρικής προπόνησης (McCormick et al., 2016). Εκτός από τους λόγους, που αναφερθήκαν προηγουμένως για το CMJ, η δοκιμασία αυτή ίσως να είχε τη μικρότερη βελτίωση σε σχέση με τις υπόλοιπες, επειδή η βελτίωση της δύναμης στα πόδια, δεν συνοδεύτηκε από αντίστοιχο καλό συντονισμό των κινήσεων και της αιώρησης των χεριών. Οι αθλήτριες πιθανώς δεν συντόνισαν επαρκώς την αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση με την έγκαιρη δράση των χεριών, η οποία οδηγεί σε μεγαλύτερη ταχύτητα πριν από το τέλος της απογείωσης και συνεπώς, υψηλότερο άλμα (Floria & Harrison, 2014· Stone, O'Bryant, McCoy, Coglianesi, Lehmkuhl, & Schilling, 2003).

### 5.1.2 Δοκιμασίες ειδικής αλματικής ικανότητας

Όσον αφορά την ειδική αλματική ικανότητα παρατηρούμε ότι, το τεστ με τη μεγαλύτερη βελτίωση ήταν το κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το δεξί και αριστερό πόδι (2STJRL ή 2STJLL). Στην παρούσα έρευνα, η ποσοστιαία βελτίωση της πειραματικής ομάδας για το δεξί πόδι (δυνατό) κυμάνθηκε στο 14,28%, ενώ για το αριστερό στο 11,4%. Για τη συγκεκριμένη δοκιμασία ειδικής αλματικής ικανότητας δεν υπάρχουν δεδομένα από άλλες έρευνες με παρεμβατικά προγράμματα, ώστε να γίνουν συγκρίσεις. Το κινητικό πρότυπο αυτής της δοκιμασίας είναι ίδιο με το κινητικό πρότυπο της διεϊσδυσης (lay up), μία από τις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες κινήσεις στην καλαθοσφαίριση. Σύμφωνα με τους Laffaye και Bardy (2007) το κάθετο άλμα με το ένα πόδι μετά από φόρα καθορίζεται από το χρονικό στοιχείο, το οποίο αναφέρεται στο χρόνο ώθησης, την έκκεντρη φάση της κίνησης και την κάθετη μετατόπιση του ΚΜΣ και το στοιχείο της δύναμης, το οποίο αναφέρεται στη σχετική της μέγιστης δύναμης και της ισχύος και στο ρυθμό παραγωγής της δύναμης. Η υπερβολική κάμψη του γονάτου και του αστραγάλου κατά τη φάση της απογείωσης μειώνει την απόδοση, κυρίως επειδή ο χρόνος κάμψης πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο σύντομος, για να επιτραπεί ένας αποτελεσματικός κύκλος διάτασης-βράχυνσης (Komi & Gollhofer, 1997). Επίσης, για το συγκεκριμένο άλμα καθοριστικό παράγοντα αποτελεί και ο μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης, με τη δύναμη πρόσκρουσης από τη φτέρνα στο έδαφος να έχει μεγάλη επίδραση στη μεταβολή της τιμής της δύναμης (Laffaye & Bardy, 2007). Τα στοιχεία αυτά δείχνουν τον κρίσιμο ρόλο του χρόνου και της δύναμης στο άλμα μετά από φόρα.

Το κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το δεξί και αριστερό πόδι (2STJRL ή 2STJLL) ήταν η δοκιμασία ειδικής αλματικής ικανότητας, η οποία βελτιώθηκε περισσότερο μετά την πλειομετρική παρέμβαση. Στην εκτέλεση αλμάτων μετά από φόρα οι αθλητές ασκούν υψηλές δυνάμεις, με τους εκτείνοντες των γονάτων να ενεργοποιούνται ισχυρά πριν τη φάση απογείωσης, πιθανώς για να αντιμετωπίσουν τις υψηλές δυνάμεις κατά την έκκεντρη φάση. Επομένως, η ικανότητα ανοχής υψηλών έκκεντρων φορτίων είναι καθοριστική για τους αθλητές, που εκτελούν κάθετα άλματα μετά από φόρα (Aura & Vitasalo, 1989). Μέσω της πλειομετρικής προπόνησης οι αθλητές έρχονται αντιμέτωποι με επιβαρύνσεις, που ξεπερνούν τη μέγιστη ισομετρική συστολή, αναγκάζοντας τους μύες να επιμηκυνθούν

αντενεργώντας στην εξωτερική επιβάρυνση. Η πλειο-μειομετρική δράση του μυός έχει το πλεονέκτημα, να προστατεύει τους μύες από τις μεγάλες δυνάμεις, που αναπτύσσονται κατά την πρόσκρουση με το έδαφος, αλλά και να συμβάλλει στην παραγωγή μεγαλύτερης ισχύος (Saez-Saez de Villarreal, et al., 2010). Η πλειομετρική προπόνηση χαρακτηρίζεται, όπως ακριβώς και το κάθετο άλμα με το ένα πόδι με φόρα δυο διασκελισμών, από γρήγορες, ισχυρές κινήσεις, που περιλαμβάνουν την προδιάταση του μυός, ακολουθούμενη από μία έκκεντρη μυϊκή συστολή, χρησιμοποιώντας τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης. Η αύξηση της κάθετης δύναμης συνδέεται συνήθως με την αύξηση της μέγιστης ισχύος, παράγοντας ο οποίος καθορίζει την αλματική απόδοση (Laffaye & Bardy, 2007). Μέσω της βελτίωσης της μυϊκής ισχύος οι αθλήτριες είναι πιθανό, να βελτίωσαν και το ρυθμό ανάπτυξης της δύναμης (Stone et al., 2003). Ένας υψηλός ρυθμός ανάπτυξης της δύναμης είναι ωφέλιμος σε σύντομες και γρήγορες κινήσεις. Αποτελεί σχετική παράμετρο για τη μέτρηση της νευρομυϊκής απόδοσης των αθλητών σε αθλήματα, που περιλαμβάνουν εκρηκτικές μυϊκές συστολές (Stone et al., 2003) και έρευνες έχουν δείξει, ότι αποτελεί μια σημαντική μεταβλητή απόδοσης της αλματικής ικανότητας (Lees, Vanrenterghem, & DeClercq, 2004· Stone et al., 2003· Häkkinen & Komi, 1985). Επίσης, οι νευρολογικοί μηχανισμοί ελέγχου της κίνησης στο άλμα με ένα πόδι είναι διαφορετικοί από τις κινήσεις, στις οποίες απαιτείται σχετικά περισσότερος χρόνος για την εκτέλεση τους, όπως είναι το κάθετο άλμα με τα δύο πόδια μετά από φόρα. Σύμφωνα με τον Enoka (1988) είναι δυνατό να υπάρξει ανάπτυξη της μέγιστης δύναμης, η οποία οφείλεται σε νευρικές προσαρμογές καθώς, η ενεργοποίηση των κινητικών μονάδων και η νευρολογική διέγερση των μυών επιτρέπουν την εκτέλεση γρήγορων κινήσεων (Gollhofer, Strojnik, Rapp, & Schweizer, 1992). Από την άποψη της μυϊκής συστολής, το άλμα αυτό αποτελεί κίνηση του κύκλου διάτασης-βράχυνσης, το οποίο χαρακτηρίζεται από υψηλό επίπεδο έκκεντρης μυϊκής συστολής, πραγματοποιείται αμέσως μετά την προσγείωση και αμέσως ακολουθεί η σύγκεντρη μυϊκή συστολή. Ο κύκλος διάτασης-βράχυνσης διευκολύνει τη λειτουργία του νευρικού μηχανισμού, των μυών και των τενόντων, όσον αφορά το μηχανισμό του μυοτατικού αντανεκλαστικού (Gollhofer et al, 1992) και την αποθήκευση και τη χρήση της ελαστικής ενέργειας (Asmussen & Bonde-Petersen, 1974· Bosco & Komi, 1979). Ίσως αυτός να είναι και ο λόγος, που στην παρούσα έρευνα στις δοκιμασίες, τόσο της γενικής, όσο και της ειδικής αλματικής ικανότητας παρατηρήθηκε μεγαλύτερη βελτίωση στα μονοποδικά άλματα, σε σύγκριση με τα διποδικά.

Καθοριστικό παράγοντα μπορεί επίσης να διαδραμάτισαν και τα ελεύθερα (αιωρητικά) τμήματα του σώματος. Κατά την εκτέλεση της κίνησης του 2STJRL ή 2STJLL, η οποία αποτελείται από την ανοδική επιτάχυνση των ελεύθερων μερών του σώματος και έπειτα από το γρήγορο μπλοκάρισμα τους, η άρση του ελεύθερου γονάτου συνεισφέρει το 56% της ολικής κάθετης ταχύτητας (Luhtanen & Komi, 1978). Σε σύγκριση με την ανοδική ώθηση όλου του σώματος, η ανύψωση του ελεύθερου ποδιού κατά το άλμα δεν απαιτεί σχεδόν καμία προσπάθεια και έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του ύψους απογείωσης. Επιπλέον, η κίνηση του ελεύθερου ποδιού μπορεί να ενισχύει τη δημιουργία υψηλότερων μυϊκών τάσεων και επομένως, μεγαλύτερο ύψος πτήσης από ότι θα αναμένονταν κανονικά. Η αιώρηση του ελεύθερου ποδιού φαίνεται, να έχει τα ίδια αποτελέσματα με την αιώρηση των χεριών. Τα μονοποδικά άλματα φαίνεται να επωφελούνται περισσότερο από αυτή τη δράση σε σχέση με τα διποδικά άλματα, καθώς το ελεύθερο πόδι είναι πολύ πιο ογκώδες σε σύγκριση με τα άνω άκρα. Αυτή η σχετική αύξηση της μάζας, βοηθά το πόδι στήριξης, να αναπτύξει μεγαλύτερη δύναμη με αποτέλεσμα, να προσφέρει στα μονοποδικά άλματα ένα επιπλέον πλεονέκτημα (Vint, 2012). Τέλος, ένας άλλος καθοριστικός παράγοντας στην απόδοση των αλμάτων μετά από φόρα αποτελεί η αιώρηση των χεριών, η οποία επιταχύνει την ανοδική κίνηση αυξάνοντας την ταχύτητα κατά τη διάρκεια της φάσης απογείωσης (Dapena, 1990).

Στο κάθετο άλμα με φόρα δύο διασκελισμών με το δεξί και αριστερό πόδι (2STJRL ή 2STJLL) η ποσοστιαία βελτίωση της πειραματικής ομάδας για το δεξί πόδι (δυνατό) κυμάνθηκε στο 14,28%, ενώ για το αριστερό (αδύναμο) στο 11,4%. Παρατηρείται, ότι το αδύναμο πόδι βελτιώθηκε λιγότερο. Αντίθετα, στο άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο δεξί ή αριστερό πόδι (CMJR-CMJL) η ποσοστιαία βελτίωση της πειραματικής ομάδας ήταν μεγαλύτερη για το αριστερό (αδύνατο) πόδι (29,48%), σε σύγκριση με το δεξί (δυνατό) πόδι (20,19%). Στην καλαθοσφαίριση οι παίκτες τείνουν, να προτιμούν για την εκτέλεση των περισσότερων επιθετικών ενεργειών το πιο ικανό και επιδέξιο άκρο. Στην παρούσα μελέτη, σχεδόν όλες οι αθλήτριες χειρίζονταν τη μπάλα καλύτερα με το δεξί χέρι. Το γεγονός αυτό, μπορεί να εξηγήσει τη μεγαλύτερη βελτίωση του δεξιού ποδιού στο 2STJRL ή 2STJLL, καθώς το κινητικό πρότυπο αυτής της δοκιμασίας είναι το ίδιο με την εκτέλεση της διεϊσδυσσης (lay up) στην καλαθοσφαίριση. Η εξοικείωση λοιπόν

των αθλητριών με το δεξί άκρο πιθανόν, να επέφερε και τη μεγαλύτερη βελτίωση στη δοκιμασία 2STJRL.

Η τελευταία δοκιμασία ειδικής αλματικής ικανότητας ήταν το κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με τα δύο πόδια (3STJ). Η ποσοστιαία βελτίωση των δοκιμαζόμενων στην παρούσα μελέτη ήταν 5,17%, χωρίς όμως να είναι στατιστικά σημαντική. Ούτε για αυτήν τη δοκιμασία ειδικής αλματικής ικανότητας υπάρχουν δεδομένα από άλλες έρευνες με παρεμβατικά προγράμματα, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτό να γίνουν συγκρίσεις. Η πιο σημαντική φάση του διποδικού άλματος με φόρα είναι η στιγμή της απογείωσης, καθώς το ύψος του άλματος καθορίζεται κυρίως από την κάθετη ταχύτητα, που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής (Darpena, 1980). Οι υψηλές δυνάμεις, που αναπτύσσονται κατά την επαφή των ποδιών στο έδαφος, σχετίζονται με την έκκεντρη μυική δράση, η οποία βοηθά τον άλτη, να αυξήσει την κάθετη ταχύτητα του κατά τη διάρκεια της φάσης απογείωσης. Τη στιγμή, που τα άκρα ακουμπούν το έδαφος, η ταχύτητα του ΚΜΣ του αθλητή χαρακτηρίζεται από μεγάλο οριζόντιο μέγεθος και μικρό καθοδικό κάθετο μέγεθος (Dyatchkov, 1968, Darpena, 1980). Σχεδόν αμέσως μετά την προσγείωση των ποδιών στο έδαφος αυτή η κατεύθυνση της κάθετης ταχύτητας αντιστρέφεται. Κατά τη διάρκεια της φάσης απογείωσης το ΚΜΣ κινείται ανοδικά, ενώ τα άκρα, παραδόξως βρίσκονται ακόμη σε κάμψη (Dyatchkov, 1968· Hochmuth, 1984). Η έκκεντρη δράση των μυών διευκολύνει την παραγωγή μεγάλης δύναμης στο έδαφος. Όσο ο αθλητής κινείται ανοδικά, πρέπει αμέσως να επιτύχει μία αποτελεσματική αύξηση της ανοδικής κάθετης ταχύτητας του και όχι μόνο τη μείωση της καθοδικής ταχύτητας, όπως συμβαίνει στα στατικά κάθετα άλματα (Darpena & Chung, 1987). Με τον τρόπο αυτό, θα επιτύχει ένα υψηλό κάθετο άλμα. Στην παρούσα μελέτη, οι αθλήτριες δεν κατόρθωσαν, να βελτιώσουν στατιστικώς σημαντικά την επιδοσή τους στο κάθετο άλμα με φόρα τριών διασκελισμών με τα δύο πόδια (3STJ). Αυτό πιθανώς να οφείλεται στο γεγονός, ότι οι αθλήτριες δεν μπόρεσαν να μετατρέψουν αποτελεσματικά την αυξημένη οριζόντια ταχύτητα σε κάθετη (Darpena & Chung, 1987). Φαινομενικά είναι παράδοξο, που το διποδικό κάθετο άλμα με φόρα 3 διασκελισμών δεν παρουσιάζει βελτίωση, όπως το μονοποδικό κάθετο άλμα με φόρα 2 διασκελισμών. Κατά την εκτέλεση των διποδικών αλμάτων το ΚΜΣ παρουσιάζει τόσο κατακόρυφη, όσο και ακτινική μετατόπιση. Παρότι, ο συνδυασμός αυτών των δύο δράσεων μπορεί να αυξήσει σε μεγαλύτερο βαθμό το αποθηκευμένο δυναμικό

ενέργειας στους μύες, τα κάτω άκρα στα διποδικά άλματα προτού δράσουν για τη γρήγορη αύξηση της κατακόρυφης ταχύτητας, πρέπει πρώτα να αναταπεξέλθουν στην καθοδική κίνηση του σώματος. Αυτό από μόνο του φέρνει τα διποδικά άλματα σε λιγότερο ευνοϊκή κατάσταση για την ανοδική ώθηση του σώματος. Επομένως, αν και στα διποδικά άλματα συμμετέχουν ουσιαστικά οι διπλάσιοι μύες είναι κατά κάποιο τρόπο λιγότερο αποτελεσματικά, ανά άκρο, στην ανάπτυξη προωθητικών δυνάμεων στο έδαφος. Επιπλέον, μπορεί να υπόκεινται σε συγκεκριμένους νευρικούς περιορισμούς, που εμποδίζουν την ανάπτυξη της μέγιστης μυικής δύναμης, καθώς σε σύγκριση με τα μονοποδικά άλματα, ο άλτης πρέπει ουσιαστικά, πριν την επαφή των κάτω άκρων με το έδαφος, να διακόψει τη φυσική κίνηση του τρεξίματος με σκοπό να συντονίσει σωστά την αιώρηση των χεριών.

Ανεξάρτητα από τις διαφορές μεταξύ των δύο αλμάτων γνωρίζουμε, ότι όσο πιο γρήγορη είναι η προσέγγιση, τόσο πιο μεγάλο έκκεντρο φορτίο αναπτύσσουν οι μύες του ποδιού στήριξης. Μέχρι ενός σημείου, οι αυξήσεις στο ρυθμό και στην έκταση των έκκεντρων φορτίων οδηγούν σε καλύτερη κατακόρυφη αλματική απόδοση. Η αύξηση της έκκεντρης φόρτισης μπορεί να επιτευχθεί αυξάνοντας το ρυθμό και/ή το εύρος καθόδου του ΚΜΣ κατακόρυφα ή ακτινικά ή με το συνδυασμό και των δύο. Είναι σκόπιμο, να γίνει κατανοητό, το όριο στο οποίο η έκκεντρη φόρτιση είναι ωφέλιμη. καθώς υπάρχει μια βέλτιστη ταχύτητα προσέγγισης, η οποία οδηγεί στη βέλτιστη αλματική απόδοση. Προσεγγίσεις ταχύτερες από τη βέλτιστη έχουν ως αποτέλεσμα μικρότερα άλματα, καθώς τα άκρα μπορεί να μην είναι αρκετά δυνατά, ώστε να αντέξουν τα αυξημένα έκκεντρα φορτία, να λυγίσουν υπό την πίεση και να μην είναι ικανά να παράξουν την επιθυμητή ανοδική ώθηση. Για τη βελτίωση του δείκτη μετατροπής της οριζόντιας σε κάθετη ταχύτητα με σκοπό την υψηλή απόδοση των αλμάτων μετά από φόρα απαιτείται ειδική προπόνηση με ασκήσεις, που περιλαμβάνουν τα περίπλοκα πρότυπα κατάλληλης χρονικής εκτέλεσης (timing) και συντονισμού (Vint, 2016). Καθώς, το παρεμβατικό πρόγραμμα της παρούσας έρευνας δεν περιελάμβανε τέτοιου είδους ασκησιολόγιο, μπορεί να αποτελεί και τον λόγο για την έλλειψη στατιστικά σημαντικής βελτίωσης σε αυτό το τεστ.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης ενός πλειομετρικού προγράμματος οκτώ εβδομάδων στη γενική και ειδική αλματική ικανότητας νεαρών καλαθοσφαιριστριών, ηλικίας  $14 \pm 0,65$  ετών. Το πλειομετρικό πρόγραμμα διάρκειας οκτώ εβδομάδων επέφερε στατιστικώς σημαντική βελτίωση

στη γενική, αλλά και στην ειδική αλματική ικανότητα των νεαρών αθλητριών της πειραματικής ομάδα, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου, η οποία δεν παρουσίασε καμία στατιστικώς σημαντική διαφορά. Ο κύριος στόχος της πλειομετρικής προπόνησης είναι η αύξηση της παραγωγής μυϊκής ισχύος σε σύντομο χρονικό διάστημα, χαρακτηρίζεται από γρήγορες, ισχυρές κινήσεις, που περιλαμβάνουν την προδιάταση του μυός, ακολουθούμενη από μία έκκεντρη μυϊκή συστολή, χρησιμοποιώντας τον κύκλο διάτασης-βράχυνσης. Η πλειομετρική κίνηση επωφελείται από την προδιάταση της μυοτενόντιας σύνδεσης, προκειμένου να βελτιώσει την ικανότητα των μυικών ινών, να παράγουν μεγαλύτερη τάση. Η φάση της προδιάτασης βασίζεται σε τρεις μεταβλητές. Το μέγεθος της διάτασης, το ρυθμό της διάτασης και τη διάρκεια της διάτασης. Ο χειρισμός αυτών των μεταβλητών έχει σημαντική επίδραση στην ποσότητα της ενέργειας, που αποθηκεύεται κατά την έκκεντρη κίνηση (Cavagna et al., 1968· Asmussen & Bonde-Peterson, 1974· Bosco & Komi, 1979· Bosco, et al., 1981· Ebben et al., 2010). Η πλειομετρική δραστηριότητα χαρακτηρίζεται από τη χρονική αλληλουχία συγκεκριμένων φάσεων δράσης μεταξύ της έναρξης και του τερματισμού της ακολουθίας των κινήσεων. Στην αρχική φάση κίνησης το σώμα ή μέρος του σώματος κινείται λόγω της κινητικής ενέργειας, που έχει συσσωρευτεί από μια προηγούμενη ενέργεια. Ακολουθεί η φάση της ηλεκτρομηχανικής καθυστέρησης. Αυτή η καθυστέρηση αναφέρεται στο χρόνο, ο οποίος μεσολαβεί από την έναρξη του δυναμικού δράσης στους κινητικούς νευρώνες, έως την έναρξη της μυϊκής συστολής. Στη συνέχεια, ακολουθεί η φάση της απόσβεσης κατά την οποία η κινητική ενέργεια προκαλεί το μυοτατικό αντανακλαστικό. Αυτό οδηγεί στην έκκεντρη μυϊκή συστολή, η οποία συνοδεύεται από την ισομετρική συστολή και τη διάταση των ελαστικών στοιχείων του μυός. Η ισομετρική φάση μεταξύ του τέλους της έκκεντρης δράσης και της έναρξης της σύγκεντρης δράσης διαρκεί για μία περίοδο γνωστή ως «χρόνος σύζευξης» (coupling time). Αν η φάση απόσβεσης καθυστερήσει, η αποθηκευμένη ελαστική ενέργεια χάνεται ως θερμότητα, το μυοτατικό αντανακλαστικό δεν ενεργοποιείται και το επακόλουθο θετικό έργο της σύγκεντρης συστολής δεν είναι αποτελεσματικό. Αυτός είναι ο λόγος, που η φάση της έκκεντρης προδιάτασης του μυός και η σύντομη φάση απόσβεσης είναι τόσο κρίσιμες για τη βέλτιστη ανάπτυξη ισχύος σε ένα μν (Davies, Riemann, & Manske, 2015). Πρωταρχικός στόχος της πλειομετρικής προπόνησης είναι η μείωση του χρόνου της φάσης απόσβεσης (Davies & Matheson, 2001). Ακολουθεί η σύγκεντρη φάση της ώθησης, η οποία περιλαμβάνει την απελευθέρωση



της ελαστικής ενέργειας από τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά του μυός, μαζί με την ακούσια σύγκεντρη συστολή των μυών, η οποία προκαλείται από το μυοτατικό ανταλαστικό. Τα ελαστικά στοιχεία ενεργούν σαν ελατήριο, με την απελευθέρωση ενέργειας να είναι μεγαλύτερη σε υψηλότερες δυνάμεις. Αυτή η επίδραση της πλειομετρικής άσκησης αποδίδεται στην ελαστική επαναφορά των ελαστικών ιστών (Cavagna, et al., 1965· Cavagna et al., 1968· Cavagna, 1970). Τα ελαστικά στοιχεία σε σειρά αντιπροσωπεύουν το 70-75% των σύγκεντρων αυξήσεων της δύναμης των μυών, καθιστώντας την πλειομετρική προπόνηση πολύ αποτελεσματική (Albert, 1991). Η τελική φάση ολοκληρώνεται μετά τη σύγκεντρη συστολή και το σώμα ή το μέλος του συνεχίζει να κινείται μέσω της κινητικής ενέργειας, η οποία απελευθερώθηκε κατά τη σύγκεντρη συστολή (Komi & Rusko, 1974· Komi, 1979).

Η πλειομετρική προπόνηση για πολλούς είναι συνώνυμη με τα άλματα βάθους και την κρουστική μέθοδο. Οι παραδοσιακές πλειομετρικές δραστηριότητες δέχονται κριτική λόγω των υψηλών δυνάμεων κρούσης, που παράγονται κατά την επαφή των μερών του σώματος σε μια επιφάνεια ή σε ένα αντικείμενο. Δεδομένου ότι, τα άλματα βάθους περιλαμβάνουν τη συμμετοχή ολόκληρης της μάζας σώματος, η πλειομετρική προπόνηση με πτώσεις (impact) αυξάνει γενικά τη μυική τάση σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι οι αντίστοιχες κινήσεις χωρίς πτώσεις (non impact) στα άκρα και στους εκτεινόντες των ισχίων. Όμως, αυτός δεν είναι ο μοναδικός τρόπος παραγωγής πλειομετρικής δράσης. Όλες οι μορφές τρεξίματος, τα άλματα και άλλες βαλλιστικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν μια μορφή πλειομετρικής δραστηριότητας. Επομένως, η επαφή των μερών του σώματος σε κάποια επιφάνεια φαίνεται να αποτελεί τον κοινό παρονομαστή όλων των πλειομετρικών κινήσεων. Μια μορφή πλειομετρικής προπόνησης είναι η επονομαζόμενη «non impact plyometrics» (μη-κρουστική), δηλαδή ασκήσεις χωρίς πτώση από κάποια υψηλότερη επιφάνεια με επακόλουθη παραγωγή αντιδραστικής δύναμης. Η μέθοδος αυτή εφαρμόστηκε και στην παρούσα μελέτη. Το παρεμβατικό πρόγραμμα περιελάμβανε ασκησιολόγιο, που αξιοποιούσε το βάρος του σώματος στην έκκεντρη κίνηση. Η εφαρμογή αυτού του είδους πλειομετρικής προπόνησης είναι ιδανική για πολλά αθλήματα. Η μη-κρουστική μέθοδος περιορίζει την ανάγκη για επαφή με σκληρές επιφάνειες και μειώνει δραστικά την ένταση των δυνάμεων, που μεταφέρονται στις αρθρώσεις και σε ολόκληρο το μυοσκελετικό σύστημα. Η μέθοδος αυτή περιλαμβάνει υπομέγιστες πλειομετρικές δραστηριότητες, όπως αναπηδήσεις και

αναπηδήσεις πάνω από εμπόδια. Η πλειομετρική προπόνηση μη κρουστικής μεθόδου (non-impact) και αντίστοιχα η πλειομετρική προπόνηση υπομέγιστης έντασης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως προπαρασκευαστικό εργαλείο για τη μετάβαση στην πλειομετρική προπόνηση μέγιστης έντασης (Verkhoshansky & Siff, 2009)

Οι προσαρμογές, τις οποίες επέφερε το πλειομετρικό πρόγραμμα οκτώ εβδομάδων, συνέβαλαν σημαντικά στη βελτίωση αρκετών παραμέτρων της φυσικής κατάστασης των νεαρών καλαθοσφαιριστριών. Το ασκησιολόγιο, που χρησιμοποιήθηκε, σχεδιάστηκε με γνώμονα την ηλικία και την προοδευτική αύξηση της επιβάρυνσης, ώστε να αποτελέσει μια ευχάριστη διαδικασία για τις νεαρές αθλήτριες. Το παρεμβατικό πρόγραμμα τις δύο πρώτες εβδομάδες περιελάμβανε κυρίως ασκήσεις γενικής αλματικής ικανότητας. Δόθηκε έμφαση στη σωστή εκτέλεση των ασκήσεων, στη χρήση των χεριών και στην κίνηση της ποδοκνημικής. Το ασκησιολόγιο τις εβδομάδες 1-2 περιελάμβανε διποδικές ασκήσεις, ενώ οι μονοποδικές, που έχουν και μεγαλύτερο δείκτη επιβάρυνσης, αντιστοιχούσαν στο 60% περίπου του συνόλου των ασκήσεων (104 και 64 επαναλήψεις αντίστοιχα σε κάθε προπονητική μονάδα). Τις εβδομάδες 3-4 επιδιώχθηκε η αύξηση της επιβάρυνσης μέσω της κατακόρυφης μεταφοράς του βάρους του σώματος (ανεβάσματα σε κουτιά ύψους 20 και 30 cm) και προσθήκης εξωτερικής αντίστασης με ιατρική μπάλα 2 κιλών. Ταυτόχρονα, αυξήθηκαν οι επαναλήψεις των ασκήσεων ειδικής αλματικής ικανότητας, ενώ οι ασκήσεις γενικής αλματικής ικανότητας παρέμειναν οι ίδιες σε αριθμό επαναλήψεων (120 και 64 επαναλήψεις), δίνοντας όμως μεγαλύτερη έμφαση στην εκτέλεση μονοποδικών αλμάτων (116 και 68 επαναλήψεις αντίστοιχα σε κάθε προπονητική μονάδα). Τις εβδομάδες 5-8 η επιβάρυνση της προπόνησης αυξήθηκε προοδευτικά, αυξάνοντας και τον αριθμό επαναλήψεων των μονοποδικών ασκήσεων (84 και 82 επαναλήψεις). Στις επαναληπτικές μετρήσεις της τέταρτης εβδομάδας παρατηρήθηκαν και οι μεγαλύτερες στατιστικώς σημαντικές βελτιώσεις στη δοκιμασία γενικής αλματικής ικανότητας, άλμα με αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση στο δεξί ή αριστερό πόδι (CMJRH-CMJLL), δοκιμασία η οποία βελτιώθηκε περισσότερο στην παρούσα μελέτη. Η διαπίστωση αυτή είναι πολύ σημαντική για το άθλημα της καλαθοσφαίρισης, καθώς πολλές ενέργειες, επιθετικές ή αμυντικές, ολοκληρώνονται με άλμα στο ένα πόδι, όπως η διείδυση και βολή (lay up), η πιο βασική δεξιότητα επίτευξης καλαθιού στην καλαθοσφαίριση, το κόψιμο (block) και πολλές άλλες

ενέργειες (Αναστασιάδης, 1994). Επιπρόσθετα, με την εφαρμογή του συγκεκριμένου προγράμματος οι αθλήτριες βελτίωσαν σε μεγάλο βαθμό το μηχανισμό διέγερσης των μυών, την ταχύτερη εφαρμογή δύναμης, δηλαδή τη γρηγορότερη ανάπτυξη της ενεργούς κατάστασης των μυών, ως απόρροια της διέγερσης και τη δυναμική της συστολής, δηλαδή την ανάπτυξη της δύναμης, ως απόρροια της ενεργούς κατάστασης. Η βελτίωση των παραμέτρων αυτών επιβεβαιώθηκε από την επίδοση στη δοκιμασία SJ, καθώς ήταν το επόμενο τεστ, που παρουσίασε στατιστικώς σημαντική βελτίωση την τέταρτη αλλά και την όγδοη εβδομάδα. Ο συντονισμός εκρηκτικών κινήσεων χωρίς αντίθετη προπαρασκευαστική κίνηση αποτελεί βασική ικανότητα και μπορεί να έχει καθοριστική σημασία για τις αθλητικές επιδόσεις, στις οποίες απαιτείται υψηλή ένταση και δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για την εκτέλεση κινήσεων, που απαιτούν μεγάλο εύρος αντίθετης προπαρασκευαστικής κίνησης. Αυτό ισχύει κατά τη διάρκεια των περισσότερων αθλητικών δραστηριοτήτων υψηλής έντασης, όπως η καλαθοσφαίριση (Hooren & Bosch, 2016). Τέλος, τα ευρήματα δείχνουν, ότι με την συγκεκριμένη παρέμβαση οι αθλήτριες βελτίωσαν ακόμη, την ικανότητα αποθήκευσης ελαστικής ενέργειας στην έκκεντρη φάση και αύξησαν την παραγωγή δύναμης κατά τη σύγκεντρη φάση. Η ικανότητα αυτή αξιολογήθηκε με το τεστ, άλμα σε μήκος χωρίς φόρα (SBJ), η οποία ήταν η επόμενη δοκιμασία με τη μεγαλύτερη βελτίωση. Το άλμα σε μήκος χωρίς φόρα είναι μια πολύπλοκη κίνηση, στην οποία συμμετέχουν πολλές αρθρώσεις και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της εκρηκτικής ισχύος των κάτω άκρων (Moresi, et al., 2011). Μια άλλη ικανότητα, που αξιολογείται μέσω του συγκεκριμένου τεστ, είναι ο συντονισμός του άνω και κάτω μέρους του σώματος. Η αποτελεσματική χρήση της αντίθετης κίνησης και του κατάλληλου συντονισμού του άνω και κάτω μέρους του σώματος διαδραμάτισαν καθοριστικό παράγοντα στην αυξημένη επίδοση (Dapena, 1999).

## VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα έρευνα προσφέρει στη βιβλιογραφία νέες πληροφορίες σχετικά με ένα πρόγραμμα παρέμβασης για τη βελτίωση της γενικής, αλλά και της ειδικής αλματικής ικανότητας νεαρών καλαθοσφαιριστριών. Εφαρμόστηκε ένα πλειομετρικό πρόγραμμα, το οποίο μπορεί να εκτελεστεί σε οποιοδήποτε αθλητικό χώρο, χωρίς να απαιτείται ακριβός εξοπλισμός. Σχεδιάστηκε στις ανάγκες και το επίπεδο των νεαρών αθλητριών και αποτέλεσε μια ευχάριστη εμπειρία. Είναι η πρώτη έρευνα, που συγκρίνει ταυτόχρονα τεστ γενικής και ειδικής αλματικής ικανότητας και ερευνά την επίδραση και στα δύο. Η παρέμβαση βελτίωσε, τόσο τη γενική, όσο και την ειδική αλματική ικανότητα, ενώ δεν βελτιώθηκε σημαντικά η ειδική αλματική ικανότητα, που σχετίζεται με το άλμα μετά από μεγάλη οριζόντια ταχύτητα, καθώς απαιτείται ειδικό ασκησιολόγιο. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι πιθανόν να μην μπορούν να γενικευτούν σε αγόρια αθλητές, καθώς τα κορίτσια στην ηλικία των 13-14 ετών υπερτερούν σε σχέση με τα αγόρια, καθώς βρίσκονται στο μέγιστο της απόδοσης τους στις ιδιότητες της φυσικής κατάστασης, όπως η ταχύτητα, η ευκινησία, η ισχύς και η απόδοση σε οριζόντια και κάθετα άλματα (Beunen & Simmons, 1990· Haubenstricker & Seefeldt, 1986). Η επιλογή του κατάλληλου προπονητικού προγράμματος, προπόνησης δύναμης ή ισχύος, εξαρτάται από το επίπεδο των αθλητών, το φύλο, την προπονητική περίοδο και τις επιθυμητές μορφολογικές και μυικές προασρμογές. Η παρούσα έρευνα αποτελεί τη βάση πάνω στην οποία μπορούν να στηριχθούν προπονητές και γυμναστές, με σκοπό την ολοκληρωμένη προπόνηση αθλητών καλαθοσφαίρισης, αλλά και νέα έρευνα, για την περαιτέρω διερεύνηση της επίδρασης της πλειομετρικής προπόνησης στην αλματική ικανότητα νεαρών καλαθοσφαιριστών.

Περαιτέρω έρευνα θα μπορούσε, να εξετάσει ένα πρόγραμμα βελτίωσης, το οποίο θα στοχεύει στη βελτίωση αποκλειστικά της ειδικής αλματικής ικανότητας, με στόχο τη βελτίωση του δείκτη μετατροπής της οριζόντιας σε κάθετη ταχύτητα με σκοπό την υψηλή απόδοση των αλμάτων μετά από φόρα. Ακόμη, να μελετηθεί αν η εφαρμογή ενός προπονητικού προγράμματος για τη βελτίωση της αλματικής ικανότητας έχει επίδραση στην ευστοχία των νεαρών καλαθοσφαιριστριών. Επιπλέον, να ερευνηθεί η επίδραση ενός συνδυαστικού παρεμβατικού προγράμματος με

πλειομετρική προπόνηση και αντιστάσεις στη γενική, αλλά και στην ειδική αλματική ικανότητα νεαρών αθλητών και τέλος, αυτά τα προπονητικά προγράμματα να εφαρμοστούν και σε νεαρά αγόρια και να αξιολογηθούν οι διαφορές των δύο φύλων.

## VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 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*(4), 1318-1326. doi:10.1152/jappphysiol.00283.
- Abbott, B. C., & Aubert, X. M. (1952). The force exerted by active striated muscle during and after change of length. *Journal of Applied Physiology*, *117*, 77-86, doi:org/10.1113/jphysiol.1952.sp004733.
- Adams, K., O'Shea, J. P., O'Shea, K. L., & Climstein, M. (1992). The effect of six weeks squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sports Science*, *6*, 36-41.
- Aguado, X., Izquierdo, M., & Montesinos, J. L. (1997). Kinematic and kinetic factors related to the standing long jump performance. *Journal of Human Movement Studies*, *32*(4), 156-169.
- Albert M. (1991). *Eccentric Muscle Training in Sports and Orthopaedics*. New York: Churchill Livingstone.
- Alexander, R., & Bennet-Clark, H. G. (1977). Storage of elastic strain energy in muscle and other tissues. *Nature*, *265*, 114-117.
- Alexander, R. M. (1991). Energy-saving mechanisms in walking and running. *Journal of Experimental Biology*, *160*, 55-69.
- Alexander, R.M. (2003). *Climbing and Jumping, Principles of Animal Locomotion*. Princeton University Press, 146-165.
- Alexander, R.M. (2003b). Modelling approaches in biomechanics. *Philosophical Transactions of the Royal Society Biological Science*, *358*, 1429-1435. doi:org/10.1098/rstb.2003.1336
- American Academy of Pediatrics (2008). Strength training by children and adolescents. *Pediatrics*, *121*, 835-840. doi:org/10.1542/peds.2007-3790

- Amonette, W., Brown, L., Witt, J., Dupler, T., Tran, T., Tufano, J., et al. (2012). Peak vertical jump power estimations in youths and young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1749-1755.
- Anderson, F. C., & Pandy, M. G. (1993). Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. *Journal of Biomechanics*, 165, 55-68. doi:org/10.1016/0021-9290(93)90092-S
- Asadi, A., & Arazi, H. (2012). Effects of high-intensity plyometric training on dynamic balance, agility, vertical jump and sprint performance in young male basketball palyers. *Journal of Sport and Health Science*, 4(1), 34-44. doi: 10.23736/S0022-4707.16.06640-8
- Asadi, A., Ramirez-Campillo, R., Meylan, C., Nakamura, F.Y., Canas-Jamett. R., & Izquierdo, M. (2017). Effects of volume-based overload plyometric training on maximal intensity exercise adaptations in young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57, 1557-1563. doi: 10.23736/s0022-4707.16.06640-8
- Asadi, A. (2013). Effects of in-season short-term plyometric training on jumping and agility performance of basketball players. *Journal of Sport and Health Science*, 9 (3), 133-137. doi:10.1007/s11332-013-0159-4
- Asmussen, E., & Bonde-Petersen, F. (1974). Storage of elastic energy in skeletal muscles in man. *Acta Physiologica Scandinavica*, 91(3), 385-392. doi:10.1111/j.1748- 1716.1974.tb05693.x.
- Asmussen, E., & Sorensen, N. (1971). The <<wind-up>> movement in athletics. *Le travail humain*, 147–155.
- Attene, G., Iuliano, E., Di Cagno, A., Calcagno, G., Moalla, W., Aquino, G., & Padulo, J. (2014). Improving neuromuscular performance in young basketball players: plyometric vs. technique training. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(1–2), 1–8.
- Aura, O. & Vitasalo, J. (1989). Biomechanical Characteristics of Jumping. *Journal of Applied Biomechanics*, 5(1), 89-98. doi:org/10.1123/ijsb.5.1.98 doi.org/10.1123/ijsb.5.1.98
- Battaglia, G., Paoli, A., Bellafiore, M., Bianco, A. & Palma, A. (2014). Influence of a sport-specific training background on vertical jumping and throwing performance

- in young female basketball and volleyball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 54, 581-7.
- Bauer, T., Thayer, R. E., & Baras, G. (1990). Comparison of training modalities for power development in the lower extremity. *Journal of Applied Sports Science*, 4, 115-121.
- Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri I., Battikh, T., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010). Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic–anaerobic fitness. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24, 2330–2342. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e381c1
- Ben Abdelkrim, N., El Fazaa, S., & El Ati, J.(2007). Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41, 69-75. doi:org/10.1136/bjism.2006.032318
- Beunen, G. P., & Simmons, J. (1990). Physical growth, maturation and performance. In G. P. Beunen, R. Renson, A. L. M. Claesens, B. Vanreusel, & J. A. V Lefevre (Eds.), *Growth and Fitness of Flemish Girls: The Leuven Growth Study*, (pp. 68–118). Champaign: Human Kinetics.
- Bruggemann, G. (1994) Biomechanical Considerations on Jumping In Sports An Approach To A Fundamental Understanding. Institute For Athletics And Gymnastics, German Sport Universiy, Germany: Cologne.
- Bobbert, M. F. (1990). Drop jumping as a training method for jumping ability. *Sports Medicine*, 9(1), 7-22.
- Bobbert, M. F. (2001). Dependence of human squat jump performance on the series elastic compliance of the triceps surae: A simulation study. *Journal of Experimental Biology*, 204, 533–542.
- 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*, 37, 440–446. doi: 10.1249/01.MSS.0000155389.34538.97
- 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 & Science in Sports & Exercise*, 28(11), 1402-1412.



- Bobbert, M. F., Huijing, P. A., & Van Ingen Schenau, G. J. (1986). An estimation of power output and work done by the human triceps surae muscle-tendon complex in jumping. *Journal of Biomechanics*, 19, 899–906. doi:org/10.1016/0021-9290(86)90185-5.
- Bobbert, M. F., & Schenau, V. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21, 249–262. doi:org/10.1016/0021-9290(88)90175-3
- Bobbert, M. F., & Van Soest, A. J. (1994). Effects of muscle strengthening on vertical jump height: A simulation study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26, 1012–1020.
- Bobbert, M. F., & Van Soest, A. J. (2001). Why Do People Jump the Way They Do? *Exercise and Sport Science Reviews*, 29, 95–102.
- Bobbert, M. F., & Van Zandwijk, J. P. (1999). Dynamics of force and muscle stimulation in human vertical jumping. *Medicine & Science in Sports Exercise*, 31(2), 303-310. doi: 10.1097/00005768-199902000-00015
- Bosco, C., Belli, A., Astrua, M., Tihanyi, J., Pozzo, R., Kellis, S., Tsarpela, O., Foti, C., Manno, R., & Tranquilli, C. (1995). A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70, 379–386.
- Bosco C, Komi PV. (1979) Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through pre-stretching. *Acta Physiological Scandinavian*, 106, 467-472. doi:org/10.1111/j.1748-1716.1979.tb06427.x
- Bosco, C., Komi, P. V., & Ito, A. (1981). Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement. *Acta Physiologica Scandinavica*, 111, 135-140. doi:org/10.1111/j.1748-1716.1981.tb06716.x
- Bosco, C., Komi, P. V., Pulli, M., Pittera, C., & Montonev, H. (1982). Considerations of the training of elastic potential of human skeletal muscle. *Volleyball Technical Journal*, 1, 75-80.
- Bosco, C., Luthanen, P., & Komi, P.V. (1975). Kinetics and kinematics of the take-off in the long jump. In: *Biomechanics V. University Park Press, Baltimore*, 174-180.

- Boutreraa, I., Negra, Y., Shephard, R., Chelly, M. (2018). Effects of combined balance and plyometric training on athletic performance in female basketball players. *Journal of Strength and Conditioning*. doi: 10.1519/JSC.0000000000002546.
- Brown, M.E., Mayhew, J.L., & Boleach, L.W. (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. *Journal of Sports & Medicine Physical Fitness*, 26(1), 1-4.
- Biewener, A., & Roberts, T. (2000). Muscle and tendon contributions to force, work, and elastic energy savings: a comparative perspective. *Exercise and Sport Sciences*.
- Buehrle, D., Schmidtbleicher, D., & Ressel, H. (1983). Die spezielle Diagnose der einzelnen Kraftkomponenten im Hochleistungssport. *Leistungs sport*, 13, 11-16.
- Iuliano-Burns, S., Mirwald, R., & Bailey, D. (2000). Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. *American Journal of Human Biology*, 13, 1-8. doi:org/10.1002/1520-6300(200101/02)13:1<1::AID-AJHB1000>3.0.CO;2-S
- Carlock, J., Smith, L., Hartman, M., Morris, R., Ciroslan, D., Pierce, K., Newton, R., Harman, E., Sands, W. & Stone, M. (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: A field-test approach. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 18, 534–539.
- Carter, L. & Heath, B. (1990). Somatotyping-development and applications. New York: Press Syndicate of the University of Cambridge
- Castro-Pinero, J., Ortega, F. B., Artero, E. G., Girela Rejon, M. J., Mora, J., Sjostrom, M., & Ruiz, J. R. (2010). Assessing muscular strength in youth: usefulness of standing long jump as a general index of muscular fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1810-1817. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ddb03d
- Cavagna, G. (1970). Elastic bounce of the body. *Journal of Applied Physiology*, 29, 29-82.
- Cavagna, G., Dusman, B., & Margaria, R. (1968). Positive work done by a previously stretched muscle. *Journal of Applied Physiology*, 24(1), 21-32. doi:org/10.1152/jappl.1968.24.1.21

- Cavagna, G., Komarek, L., & Mazzoleni, S. (1971). The mechanics of sprint running. *Journal of Physiology*, *217*, 709-721. doi:org/10.1113/jphysiol.1971.sp009595
- Cavagna, G., Saibene, F.B., & Margaria, R. (1965). Effect of negative work on the amount of positive work performed by an isolated muscle. *Journal of Applied Physiology*, *20*, 157-158. doi:org/10.1152/jappl.1965.20.1.157
- Ceroni, D., Martin, X., Delhumeau, C., Farpour-Lambert, N. (2012). Bilateral and Gender Differences During Single-Legged Vertical Jump Performance in Healthy Teenagers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(2), 452-457. doi: 10.1519/JSC.0b013e31822600c9
- Chelly, M., Hermassi, S., & Shephard R. (2015). Effects of in-Season short-term plyometric training Program on sprint and jump performance of young male track athletes. *Journal of Strength & Conditioning*, *29*, 2128-2136. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e2728f
- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., & Tokmakidis, S. P. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *Journal of Strength & Conditioning*, *20*, 783–791. doi: 10.1519/R-17254.1
- Conte, D., Favero, T.G., Lupo, C., Francioni, F.M., Capranica, L., & Tessitore, A. (2015). Time motion analysis of Italian elite women's basketball games: individual and team analyses. *Journal of Strength & Conditioning*, *29*, 144-150. doi: 10.1519/JSC.0000000000000633
- Cormery, B., Marcil, M., & Bouvard, M. (2008). Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players. A 10-year-period investigation. *British Journal of Sports Medicine*, *42*, 25–30. doi:org/10.1136/bjism.2006.033316
- Cormie, P., McBride, J. M., & Mc Caulley, G. O. (2009). Power-time, force-time, and velocity-time curve analysis of the countermovement jump: impact of training. *Journal of Strength & Conditioning*, *23*(1), 177-186. doi:10.1519/JSC.0b013e3181889324.
- 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.

- Currell, K., & Jeukendrup, A.E. (2008). Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Medicine*, 38, 297–316.
- Dapena, J. (1980). Mechanics of translation in the Fosbury-flop. *Med. Sci. Sports Exercise*, 12, 37-44.
- Dapena, J. (1990). Biomechanics of high jumping technique. In: COOB' 92 (Ed.). Second IOC World Congress on Sport Sciences. *Plaza & Janes Editores*, Barcelona, 39-42. doi:org/10.1123/ijsb.6.3.246
- Dapena, J. & Chung, C. (1987). Vertical and radial motions of the body during the take-off phase of high jumping. *Medicine and science in sports and exercise*, 20(3). doi: 10.1249/00005768-198806000-00014.
- Dapena, J., McDonald, J. & Cappaert, J. (1990). A regression analysis of high jumping technique. *International Journal of Sport Biomechanics*, 6, 246-261. doi:org/10.1123/ijsb.6.3.246
- Davies, G., Riemann, B., & Manske, R. (2015) Current concepts of plyometric exercise. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 6, 760.
- Davies, G. & Matheson, J. (2001) Shoulder plyometrics. *Sports Med Arthrosc*, 9(1), 1-18.
- Delextrat, A., & Cohen, D. (2009). Strength, power, speed, and agility of women basketball players according to playing position. *Journal of Strength & Conditioning*, 23, 1974–1981. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181b86a7e
- Dowling, J. & Vamos, L. (1993). Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 9, 95-110. doi.org/10.1123/jab.9.2.95
- Drabik, J. (1996). *Children and Sports Training: How Your Future Champions Should Exercise to Be Healthy, Fit, and Happy*. Boston, MA, *Stadion Company, Inc.*
- Dyatchkov, V. (1968). The high jump. *Track Technique*. 34, 1059-1074
- Ebben, W.P., Fauth, M.L., Kaufmann, C.E., & Petushek, E.J. (2010) Magnitude and rate of mechanical loading of a variety of exercise modes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 213-217.
- Ebben, W., Simenz, C. & Jensen, R. (2008). Evaluation of Plyometric Intensity Using Electromyography. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3).
- Enoka, R. (1988). Muscle strength and its development: new perspectives. *Sports Medicine*, 6, 146-168.

- Erculj, F., Blas, M., & Bracic, M. (2010) Physical demands on young elite european female basketball players with special reference to speed, agility, explosive strength, and take-off power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11). doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e38107
- Ettema, G. J., Huijing, P. A., & Haan, A. (1992). The potentiating effect of prestretch on the contractile performance of rat gastrocnemius medialis muscle during subsequent shortening and isometric contractions. *Journal of Experimental Biology*, 165, 121–136.
- Faigenbaum, A.D. (2006). Plyometrics for kids: Facts and fallacies. *NSCA's Per Training Journal*, 5(2), 13-16.
- Faigenbaum, A.D., McFarland, J.E., & Keiper, F.B. (2007). Effects of a short term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 519–525.
- Farris, D. J., Lichtwark, G. A., Brown, N. A. T., & Cresswell, A. G. (2015). The role of human ankle plantar flexor muscle-tendon interaction & architecture in maximal vertical jumping examined in vivo. *Journal of Experimental Biology*, 219, 528-34. doi:org/10.1242/jeb.126854.
- Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. (2008). Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *Journal of Strength & Conditioning*, 22, 1677–1682. doi: 10.1519/JSC.0b013e318182034b
- Flanagan, E.P. & Comyns, T.M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimise fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*, 30, 32–38, doi:10.1519/SSC.0b013e318187e25b.
- Floria, P. & Harrison, A. (2014). The influence of range of motion versus application of force on vertical jump performance in prepubescent girls and adult females. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 197-204. doi:org/10.1080/17461391.2012.679316
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gual, G., Romero-Rodriguez, D., & Unnitha, V. (2016). Lower Limb Neuromuscular Asymmetry in Volleyball and Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 50(1), 2015-0150. doi:org/10.1515/hukin-2015-0150
- Fort-Vanmeerhaeghe A, Montalvo A, Latinjak A, Unnithan V. (2016). Physical Characteristics of Elite Adolescent Female Basketball Players and Their

- Relationship to Match Performance. *Journal of Human Kinetics*, 53, 167-178 doi: 10.1515/hukin-2016-0020
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Bagenas, G. (2010). Are Eccentric Strength Asymmetries Connected with Increased Risk for Muscle Injuries in the Thigh Muscles of Professional Soccer Players? *Physiotherapy Issues / Themata Fisikotherapeias*, 6(2), 57-72.
- Fulton, K.T. (1992). Off-season strength training for basketball. *Strength & Conditioning Journal*, 14, 31–34. doi: 10.1519/0744-0049(1992)014<0031:OSSTFB>2.3.CO;2.
- Fung, Y. (1967). Elasticity of soft tissues in simple elongation. *American Journal of Physiology*, 213(6), 1898-1976. doi:org/10.1152/ajplegacy.1967.213.6.1532.
- Glatthorn, J., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F., & Maffiuletti, N. (2011). Validity and reliability of optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2). doi: 10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d
- Gollhofer, A., Strojnik, V., Rapp, W., & Schweizer, L. (1992). Behaviour of triceps surae muscle-tendon complex in different jump conditions. *European Journal of Applied Physiology*, 64, 283–291.
- Gregoire, L., Veeger, H. E., Huijing, P. A., & Van Ingen Schenau, G. J. (1984). Role of Mono- and Biarticular Muscles in Explosive Movements. *Journal of Sports Medicine*, 05, 301–305. doi:org/10.1055/s-2008-1025921
- Häkkinen, K. & Komi, P.V. (1985). Changes in electrical and mechanical behavior of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 7, 55-64.
- Hanson, J., & Huxley, H. (1953). Structural Basis of the Cross-Striations in Muscle. *Nature*, 172, 530-532.
- Hara, M., Shibayama, A., Takeshita, D., & Fukashiro, S. (2006). The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping . *Journal of Biomechanics*, 39(13), 2503-2511. doi: 10.1016/j.jbiomech.2005.07.030.
- Hatze, H. (1998). Validity and reliability of methods for testing vertical jump performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 127–140. doi:org/10.1123/jab.14.2.127

- Haubenstricker, J. L., & Seefeldt, V. D. (1986). Acquisition of motor skills during childhood. In V. D. Seefeldt, *Physical Activity and Well-being*, Reston, 41–102.
- Hay, J. (1980). *The Biomechanics of Sport Techniques*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs.
- Hill, A.V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proc. R. Soc. London B Biology Science*, 126B, 136–195.
- Hewit, J., Cronin, J., & Hume, P. (2012). Asymmetry in multi-directional jumping tasks. *Physical Therapy in Sport*, 13(4), 238-242. doi:org/10.1016/j.ptsp.2011.12.003
- Hochmuth, G. (1984). *Biomechanics of Athletic Movement*. Berlin, East Germany, Sportverlag, 131-134.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: Physiological considerations. *Sports Medicine*, 34, 165–180. doi:0112-1642/04/0003-0165/\$31.00/0
- Hoffman, J.R., Fry, A.C., Howard, R., Maresh, C.M., & Kraemer, W.J. (1991). Strength, speed and endurance changes during the course of a division I basketball season. *Journal of Applied Sports Sciences*, 5, 144–149.
- Hoffman, J.R., & Maresh, C.M. (2000). Physiology of basketball. In: *Exercise and Sport Science*. Garrent WE and Kirkendall DT, Philadelphia, PA: Lippicott Williams &Wilkins, 733–744.
- Hudson, J.L. (1982). A biomechanical analysis by skill level of free throw shooting in basketball. *Biomechanics in Sports*. Terauds Journal Del Mar, CA: Academic Publisher, 95-102.
- Hug, F., Lacourpaille, L., Maisetti, O., & Nordez, A. (2013). Slack length of gastrocnemius medialis and Achilles tendon occurs at different ankle angles. *Journal of Biomechanics*, 46, 2534–2538. doi:org/10.1016/j.jbiomech.2013.07.015
- Ishikawa, M., & Komi, P. V. (2007). The role of the stretch reflex in the gastrocnemius muscle during human locomotion at various speeds. *Journal of Applied Physiology*, 103(3), 1030-1036. doi:10.1152/jappphysiol.00277.2007.
- Issurin, V. (2008). *Principles and Basics of Advanced Athletic Training*. Michigan, IL, Ultimate Athlete Concepts.

- Iuliano-Burns, S., Mirwald, R. & Bailey, A.N (2001) Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. *American Journal of Human Biology*, 13, 1–8. doi:org/10.1002/1520-6300(200101/02)13:1<1::AID-AJHB1000>3.0.CO;2-S
- James, R.S., Navas, C.A., & Herrel, A. (2007). How important are skeletal muscle mechanics in setting limits on jumping performance? *Journal of Experimental Biology*, 210, 923–933. doi: 10.1242/jeb.02731
- Jensen, R. & Ebben, W (2005). Ground and knee joint reaction forces during variation of plyometric exercises. In: Proceedings of the XXIII International Symposium of the Society of Biomechanics in Sports Gianikellis, KE, ed. Beijing, China, 222–225.
- Kannus, P. (2000). Structure of the tendon connective tissue. *Scand J Med Sci Sports*, 10(6), 312-320. doi:org/10.1034/j.1600-0838.2000.010006312.x
- Kraemer, W. J., & Newton, R. U. (2000). Training for muscular power. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 11(2), 341-368. doi:org/10.1016/S1047-9651(18)30133-5
- Kibele, A. (1998). Possibilities and limitations in the biomechanical analysis of countermovement jumps: A methodological study. *Journal of Applied Biomechanics*, 14, 105-117. doi:org/10.1123/jab.14.1.105
- King, J.A., & Cipriani, D.J. (2010). Comparing pre-season frontal and sagittal plane plyometric programs on vertical jump height in high-school basketball players. *Journal of Strength & Conditioning*, 24, 2109–2114, doi:10.1519/JSC.0b013e3181e347d1.
- Komi, PV. & Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine & Science in Sports*, 10, 261–265.
- Komi, P., & Gollhofer, A. (1997). Stretch Reflexes Can Have an Important Role in Force Enhancement during SSC Exercise, *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 451-460. doi:org/10.1123/jab.13.4.451
- Komi, PV. & Rusko, H. (1974). Quantitative evaluation of mechanical and electrical changes during fatigue loading of eccentric and concentric work. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 3, 121-126.
- Komi PV. (1979). Neuromuscular performance factors influencing force and speed production. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 1, 2-15.



- Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (1997). Function and biomechanics of tendons. *Scandinavian. Journal of Medicine & Science in Sports*, 7(2), 62-66. doi:org/10.1111/j.1600-0838.1997.tb00120.x
- Klinzing, J.E. (1991). Training for improved jumping ability of basketball players. *NSCA, Journal*, 13, 27–32.
- Kyrolainen, H., & Komi, P. V. (1995). The function of neuromuscular system in maximal stretch shortening cycle exercises: Comparison between power- and endurance trained athletes. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 5, 15–25. doi:org/10.1016/S1050-6411(99)80002-9
- Kurokawa, S., Fukunaga, T., & Fukashiro, S. (2001). Behavior of fascicles and tendinous structures of human gastrocnemius during vertical jumping. *Journal of Applied Physiology*, 90, 1349–1358. doi:org/10.1152/jappl.2001.90.4.1349
- Kurokawa, S., Fukunaga, T., Nagano, A., & Fukashiro, S. (2003). Interaction between fascicles and tendinous structures during counter movement jumping investigated in vivo. *Journal of Applied Physiology*, 95, 2306–2314. doi:org/10.1152/japplphysiol.00219.2003
- Kuitunen, S., Ogiso, K., & Komi, P. V. (2010). Leg and joint stiffness in human hopping. *Scand J Med Sci Sports*, 21, 159-167. doi:org/10.1111/j.1600-0838.2010.01202.x
- Laffaye, G., & Bardy, B. (2007) Principal component structure and sport-specific differences in the running one leg vertical jump. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 420-425 doi: 10.1055/s-2006-924507.
- Lees, A., Vanrenterghem, J., & De Clercq, D. (2004). Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of Biomechanics*, 37, 12, 1929-1940. doi: 10.1016/j.jbiomech.2004.02.021
- Levine, W.S., Zajac, F.E., Belzer, M.R., & Zomlefer, M.R. (1983). Ankle controls that produce a maximal vertical jump when other joints are locked. *IEEE Transactions on Automatic Control*. doi: 10.1109/TAC.1983.1103169
- Lieber, R. L., & Friden, J. (2000). Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle and Nerve*, 23(11), 1647-1666. doi:org/10.1002/1097-4598(200011)23:11<1647::AID-MUS1>3.0.CO;2-M

- Linthorne, N. P. (2001). Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *American Journal of Physics*, 69, 1198–1204. doi:org/10.1119/1.1397460
- Loturco, I., Pereira, L.A., & Kobal, R. (2015). Transference effect of vertical and horizontal plyometrics on sprint performance of high-level U-20 soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2182-2191. doi:org/10.1080/02640414.2015.1081394
- Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1978). Segmental contributions to forces in vertical jumps. *European Journal of Applied Physiology*, 38, 181-188.
- Maganaris, C. N. (2002). Tensile properties of in vivo human tendinous tissue. *Journal of Biomechanics*, 35(8), 1019-1027. doi:org/10.1016/S0021-9290(02)00047-7
- Manson, S. A., Brughelli, M., & Harris, N. K. (2014). Physiological characteristics of international female soccer players. *Journal Strength & Conditioning*, 28(2), 308-318. doi:10.1519/JSC.0b013e31829b56b1
- Marshall, W. A., & Tanner, J. (1970). Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch. Dis. Childhood*, 45, 13–23. doi:org/10.1136/adc.45.239.13
- Marshall, W. A., & J. M. Tanner. (1969). Variations in the pattern of pubertal changes in girls. *Archives of Disease in Childhood*, 44, 291–303. doi: 10.1136/adc.44.235.291
- Markociv, G., Jukic, I., Milanovic, D., & Meticos, D. (2001). Effects of sprint and plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports & Medicine Physical Fitness*, 41, 159-164.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength & Conditioning*, 18(3), 551-555. doi:10.1519/1533-4287(2004)18<551:RAFVOS>2.0.CO;2
- Marsh, R.L. (1994). Jumping ability of anuran amphibians. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*, 38B, 51–111.
- Matavulj, D., Kukolj, M., Ugarkovic, D., Tihanyi, J., & Saric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. *Journal of Sports & Medicine Physical Fitness*, 41, 159–164.

- McBride, J., Kirby, T., Haines, T. & Skinner, J. (2010). Relationship between relative net vertical impulse and jump height in jump squats performed to various squat depths and with various loads. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 5, 484–496. doi:org/10.1123/ijsp.5.4.484
- McGuigan, M., Doyle, T., Newton, M., Edwards, D., Nimphius, S. & Newton, R. (2006). Eccentric utilization ratio: Effect of sport and phase of training. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20, 992–995. doi: 10.1519/R-19165.1
- McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J., & McKenna, M.J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 13, 387–397. doi:org/10.1080/02640419508732254
- Meira, E., & Brumett, J. (2005). Plyometric training considerations to reduce knee injuries. *Strength & Conditioning Journal*, 27, 78–80.
- Moresi, M. P., Bradshaw, E. J., Greene, D., & Naughton, G. (2011). The assessment of adolescent female athletes using standing and reactive long jumps. *Sports Biomechanics*, 10(2), 73-84. doi:org/10.1080/14763141.2011.569564
- Miller, M.G., Herniman, J.J., Ricard, M.D., Cheatham, C.C., & Michael, T.J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science Medicine*, 5(3), 459-465.
- Mirzaei, B., Norasteh, A.A., Saez De Villarreal, E., & Asadi, A. (2014). Effects of 6 weeks of depth jump vs. countermovement jump training on sand on muscle soreness and performance. *Kinesiology*, 46(1), 97-108.
- Mirwald, P., Baxter-Jones, A., Bailey, D., & Beunen, G. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(40), 689-694. doi: 10.1097/00005768-200204000-00020
- Miura, K., Yamamoto, M., Tamaki, H., & Zushi, K. (2010). Determinants of the abilities to jump higher and shorten the contact time in a running 1-legged vertical jump in basketball. *Journal of Strength & Conditioning*, 24, 201-211. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181bd4c3e
- Miyaguchi, K., & Demura, S. (2010). Specific Factors That Influence Deciding the Takeoff Leg during Jumping Movements. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2516-2522. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e380b5

- Munro, A., & Herrington, L. (2011). Between-Session Reliability of Four Hop Tests and the Agility T-Test. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(5), 1470-1477. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d83335.
- Myer, G., Brent, J., Ford, K., & Hewett, T. (2011). Utilization of Modified NFL Combine Testing to Identify Functional Deficits in Athletes Following ACL Reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(6), 377-387. doi:10.2519/jospt.2011.3547
- Myer, G., Ford, K., Palumbo, J. and Hewett, T. (2005) Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19(1), 51–60.
- Nikolaidis, P., Calleja-González, J., & Padulo, J. (2014). The effect of age on positional differences in anthropometry, body composition, physique and anaerobic power of elite basketball players. *Sport Sciences for Health*, 10, 225-33. doi: 10.1007/s11332-014-0198-5
- Nikolaidis, P., Asadi, A., Santos, E.J., Calleja-Gonzalez, J., Padulo, J., Chtourou, H., & Zemkova, E. (2015). Relationship of body mass status with running and jumping performances in young basketball players. *Muscles Ligaments Tendons Journal*, 5, 187-94. doi: 10.11138/mltj/2015.5.3.187
- Nikolaidis, P., Ziv, G., Arnon, M. & Lidor, R. (2012) Physical characteristics and physiological attributes of female volleyball players, the need for individual data. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(9). doi: 10.1519/JSC.0b013e31823f8c06
- Noyes, F., Barber-Westin, S., Smith, S., Campbell, T., & Garrison, T. (2012). A training program to improve neuromuscular and performance indices in female high school basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 709-719. doi: 10.1519/JSC.0b013e318228194c
- Oddsson, L. (1987). What factors determine vertical jumping height? *Biomechanics in Sports*, 393-401.

- Ostojic, S., Mazic, S., & Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength & Conditioning*, *20*, 740–744.
- Paterno, M., Ford, K., Myer, G., Heyl, R., & Hewett, T. (2007). Limb Asymmetries in Landing and Jumping 2 Years Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Clinical Journal of Sport Medicine*, *17*(4), 258-262. doi: 10.1097/JSM.0b013e31804c77ea
- Pehar, M., Sekulic, D., Sisic, N., Spasic, M., Uljevic, O., Krolo, A., Milanovic, Z., & Sattler, T. (2017). Evaluation of different jumping tests in defining position-specific and performance-level differences in high level basketball players. *Biology of Sport*, *34*, 263-272 doi: 10.5114/biol sport.
- Pereira, A., Costa, A., Santos, P., Figueiredo, T. & João, P. (2015). Training strategy of explosive strength in young female volleyball players. *Medicina*, *72*, 1–6 doi:org/10.1016/j.medici.2015.03.004.
- Pojiskic, H., Separovic, V., Muratovic, M., & Uzicanin, E. (2014). The relationship between physical fitness and shooting accuracy of professional basketball players. *Motriz, RioClaro*, *20*, 408-417. doi:org/10.1590/S1980-65742014000400007
- Prokopow, P., Szyniszewski, S., & Pomorski, K. (2005). The effects of changes in the timing of muscle activation on jump height: A simulation study. *Human Movement*, *2*, 116–123.
- Rahnama, N., Lees, A. & Bambaecichi, E. (2005). A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, *48*(11-14), 1568-1575. doi: 10.1080/00140130500101585
- Rahmani, A., Viale, F., Dalleau, G., & Lacour, J.R. (2001). Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. *European Journal of Applied Physiology*, *84*, 227–232.
- Requena, B., Garcia, I., Requena, F., Bressel, E., Saez-Saez de Villarreal, E, & Cronin, J. (2014). Association between traditional standing vertical jumps and a soccer-specific vertical jump. *European Journal of Sport Science*, *14*(1), 398–405. doi.org/10.1080/17461391.2012.708790
- Rimmer, E., & Sleivert, G. (2000). Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *Journal of Strength & Conditioning*, *14*(3), 295-301.

- Roberts, T. J. (2002). The integrated function of muscles and tendons during locomotion. *Comparative Biochemistry and Physiology- Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 133(4), 1087-1099. doi:org/10.1016/S1095-6433(02)00244-1
- Rodriguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., Franco-Marques, F., Yanez-Garcia, J., & Gonzalez-Badillo, J. (2017). Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *Journal of Strength and Conditioning*, 31(1), 196-206. doi: 10.1519/JSC.0000000000001476
- Ruan, M., & Li, L. (2008). Influence of a horizontal approach on the mechanical output during drop jumps. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 79, 1-9.
- Saez de Villarreal, E., Requena, B., & Cronin, J.B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: a meta-analysis. *Journal of Strength & Conditioning*, 26(2), 575-584. doi: 10.1519/JSC.0b013e318220fd03
- Saez-Saez de Villarreal, E., Requena, B., & Newton, R.U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 513-522. doi:org/10.1016/j.jsams.2009.08.005
- Sale, D. (2003). Neural adaptations to strength training. *Strength and power in sport*, 281-313.
- Samozino, P., Morin, J. B., Hintzy, F., & Belli, A. (2010). Jumping ability: A theoretical integrative approach. *Journal of Theoretical Biology*, 264, 11–18. doi:org/10.1016/j.jtbi.2010.01.021
- Santos, E., & Janeira, M. (2012). The effects of resistance training on explosive strength indicators in adolescent basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10). doi: 10.1519/JSC.0b013e31823f8dd4
- Sargeant, A.J., Hoinville, E., & Young, A. (1981). Maximum leg force and power output during short-term dynamic exercise. *Journal of Applied Physiology*, 51, 1175–1182. doi:org/10.1152/jappl.1981.51.5.1175
- Sargent, D.A. (1921). The physical test of a man. *Physical Education Review*, 26, 188-194. doi:org/10.1080/23267224.1921.10650486
- Sattler, T., Sekulic, D., Hadzic, V., Uljevic, O., & Dervisevic, E. (2012). Vertical jumping tests in volleyball: reliability, validity, and playing-position specifics.

*Journal of Strength & Conditioning*, 26, 1532-8. doi:  
10.1519/JSC.0b013e318234e838

Scanlan, A., Dascombe, B., & Reaburn, P. (2011). A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *Journal of Sports Science*, 29, 1153-1160. doi:org/10.1080/02640414.2011.582509

Schelling, X., & Torres-Ronda, L. (2013) Conditioning for basketball: Quality and quantity of training. *Strength & Conditioning Journal*, 36, 89–94. doi: 10.1519/SSC.0000000000000018

Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J. M., & Croisier, J. L. (2009). Explosive Strength Imbalances in Professional Basketball Players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 39-47. doi:org/10.4085/1062-6050-44.1.39.

Schmidtbleicher, D., & Gollhofer, A. (1982). Neuromusculäre Untersuchungen zur bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining. *Leistungssport*, 12, 298-307.

Schmidtbleicher, D., Gollhofer, A., & Frick, U. (1988). Effects of a stretch-shortening typed training on the performance capability and innervation characteristics of leg extensor muscles. In: de Groot, A.G., et al. (Eds) Biomechanics XI-A,7, Amsterdam, Free University Press, 185-189.

Sekulic, D., Pehar, M., Krolo, A., Spasic, M., Uljevic, O., Calleja-Gonzalez, J., & Sattler, T. (2016). Evaluation of basketball-specific agility; applicability of pre-planned and non-planned agility performances for differentiating playing positions and playing levels. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(8), 2278–2288. doi: 10.1519/JSC.0000000000001646

Seow, C. Y. (2013). Hill's equation of muscle performance and its hidden insight on molecular mechanisms. *Journal of General Physiology*, 142(6), 561-573. doi:org/10.1085/jgp.201311107

Sheppard, J. M., Cronin, J. B., Gabbett, T. J., McGuigan, M. R., Etxebarria, N., & Newton R. U. (2008). Relative importance of strength, power, and anthropometric measures to jump performance of elite volleyball players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 758-765. doi:10.1519/JSC.0b013e31816a8440

Shorten, M. R. (1987). Muscle elasticity and human performance. *Medicine and Sport Science*, 25, 1-18. doi:org/10.1159/000414393

- Simenz, C.J., Dugan, C.A., & Ebben, W.P. (2005). Strength and conditioning practices of National Basketball Association strength and conditioning coaches. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *19*, 495–504.
- Sperlich, P.F., Behringer, M., & Mester, J. (2015). The effects of resistance training interventions on vertical jump performance in basketball players: a meta-analysis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, *56*(7-8), 874-83.
- Spiteri, T., Binetti, M., Scanlan, A., Dalbo, V., Dolci, F. and Specos, C. (2019) Physical determinants of division collegiate Basketball, women's national basketball League, and women's national basketball Association athletes: with reference to Lower-body sidedness, *Journal of Strength and Conditioning Research*, *33*(1), 159–166. doi: 10.1519/JSC.0000000000001905
- Starzynski, T., & Kurz, T. (1999). Explosive Power and Jumping Ability for All Sports: *Atlas of Exercises*. T. Kurz (Trans.), Boston, MA: Stadion Company.
- Stephens, T., Lawson, B., Devoe, D., & Reiser, R. (2007). Gender and Bilateral Differences in Single-Leg Countermovement Jump Performance with Comparison to a Double-Leg Jump. *Journal of Applied Biomechanics*, *23*(3), 190-202. doi:org/10.1123/jab.23.3.190
- Stone, M., O'bryant, H., Mccoy, L., Coglianesi, R., Lehmkuhl, M., & Schilling, B. (2003). Power and Maximum Strength Relationships During Performance of Dynamic and Static Weighted Jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *17*(1), 140-147.
- Stone, M., Sanborn, K., O'Bryant, H. S., Hartman, M., Stone, M. E., Proulx, C., & Hruby, J. (2003). Maximum strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *17*, 4, 739-745.
- Struzik, A., Pietraszewski, B., & Zawadzki, J. (2014). Biomechanical analysis of the jump shot in basketball. *Journal of Human Kinetics*, *42*, 73-9. doi:org/10.2478/hukin-2014-0062
- Tambalis, K., Panagiotakos, D., Psarra, G., Daskalakis, Kavouras, S., Geladas, N., Tokmakidis, S. & Sidossis, S. (2016) Physical fitness normative values for 6–18-years old Greek boys and girls, using the empirical distribution and the lambda, mu, and sigma statistical method. *European Journal of Sport Science*, *16*(6), 736–746, doi:org/10.1080/17461391.2015.1088577.



- Tai, W., Lo, S., Yu, C., Wang, M., Song, C., & Peng, H. (2016) Influence of approach speed and distance on biomechanics during single-legged running vertical jump. *International Conference on Biomechanics in Sports*, 18-22.
- Thomas, C., Dos'Santos, Comfort, P. and Jones, P. (2018) Relationships between Unilateral Muscle Strength Qualities and Change of Direction in Adolescent Team-Sport Athletes. *Sports*, 6(83). doi:10.3390/sports6030083
- Toshiharu, Y., Daisuke, K., Hiroshi, A., Yoichi, K. & Ryota, A. (2019). A Biomechanical Analysis of the Relationship between the Joint Powers during the Standing Long Jump and Maximum Isokinetic Strength of the Lower Limb Joints. *International Journal of Sport and Health Science*, 17, 13-24. doi:org/10.5432/ijshs.201827
- Thorlund, J. B., Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2008). Acute fatigue induced changes in muscle mechanical properties and neuromuscular activity in elite handball players following a handball match. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 18(4), 462-472. doi:10.1111/j.1600-0838.2007.00710.x
- Van Ingen Schenau, G., Bobbert, M., & Van Soest, A. (1990). Multiple Muscle Systems. *Jack M Winters & Savio L- Y. Woo*, 41, 639–652.
- Van Hooren, B., & Bosch, F. (2016). Influence of muscle slack on highintensity sport performance. *Strength Conditioning Journal*, 38, 75–87. doi:org/10.1519/SSC.0000000000000251
- Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The difference between countermovement and squat jump performances: are view of underlying mechanisms with practical applications. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7). doi: 10.1519/JSC.0000000000001913
- Van Soest, A. J., Schwab, A. L., Bobbert, M. F., & Van Ingen Schenau, G. J. (1993). The influence of the biarticularity of the gastrocnemius muscle on vertical-jumping achievement. *Journal of Biomechanics*, 26, 1–8. doi:org/10.1016/0021-9290(93)90608-H

- Vanrenterghem, J., Lees, A., Lenoir, M., Aerts, P., & De Clercq, D. (2004). Performing the vertical jump: Movement adaptations for submaximal jumping. *Human Movement Science*, 22, 713–727. doi:org/10.1016/j.humov.2003.11.001.
- Verkhoshansky, Y., & Siff, M. (2009). Supertraining Sixth Edition-Expanded Version, *Verkhoshansky Sstm*, Italy.
- Vint, P. (2012). Vertical jumping performance: One-foot vs. Two-foot takeoff techniques. *Performance Volleyball Conditioning*.
- Wilk, K., Voight, M., Keirns, M., Gambetta, V., Andrews, R., & Dillman, C. (1993). Stretch-Shortening Drills for the Upper Extremities: Theory and Clinical Application. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 17, 225-239. doi:10.2519/jospt.1993.17.5.225
- Wilkerson, G.B., Colston, M.A., Short, N.I., Neal, K.L., Hoewischer, P.E., & Pixley, J.J. (2000). Neuromuscular changes in female collegiate athletes resulting from a plyometric jump-training program. *Journal of Athletic Training*, 39, 17–23.
- Winter, S. L., & Challis, J. H. (2010). The expression of the skeletal muscle force-length relationship in vivo: a simulation study. *Journal of Theoretical Biology*, 262(4), 634-643. doi: S0022-5193(09)00517-7
- Wu, W., Wu, J., Lin, H., & Wang, G. (2003). Biomechanical analysis of the standing long jump. *Biomedical Engineering Applications, Basis & Communications*, 15, 186-192. doi:org/10.4015/S1016237203000286
- Young, W.B., (1993). Training for speed/strength: Heavy versus light loads. *National Strength and Conditional Association Journal*, 15, 34-42.
- Young, W.B., McDowell, M.H, & Scarlett, B.J. (2010) Specificity of sprint and agility training methods. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 15, 315–319.
- Zemkova, E., & Hamar, D. (2010). The effect of 6-week combined agility-balance training on neuromuscular performance in basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50, 262-267.

- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Physical attributes, physiological characteristics, on-court performances and nutritional strategies of female and male basketball players. *Sports Medicine*, 39, 547–568.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players - a review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 332-339. doi:org/10.1016/j.jsams.2009.02.009
- Αναστασιάδης, Μ. (2007). *Βασική τεχνική της καλαθοσφαίρισης*. Έκτη βελτιωμένη έκδοση.
- Κέλλης, Σ. (2002). *Προπονητική. Σημειώσεις από τις παραδόσεις του μαθήματος*. Θεσσαλονίκη: Υπηρεσία δημοσιευμάτων ΑΠΘ.
- Παπαδόπουλος, Χ. (2005). *Κινησιολογία Κλασικού Αθλητισμού*. Εκδόσεις Τελέθριον.
- Τσίτσαρης, Γ., Χατζηαθανασίου, Π., Λέφας, Α., και Γαλαζούλας, Χ. (2016). *Basketball, Τεχνική-Κανόνες, Εκδόσεις Salto*, Θεσσαλονίκη.

## **VII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

Στο παράρτημα περιλαμβάνονται:

- Η απόφαση της Εσωτερικής Επιτροπής Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής
- Το έντυπο συγκατάθεσης ασκούμενου
- Η κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης Borg



ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΕΟΝΤΟΛΟΓΙΑΣ-ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Δάφνη, Τετάρτη, 13 Ιουνίου 2018

Αγαπητή κυρία Ρίζου,

Η εσωτερική Επιτροπή Ερευνητικής Δεοντολογίας-Βιοηθικής της Σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, στη συνεδρίασή της στις 13-06-2018 εξέτασε την αίτησή σας με τίτλο “Η Επίδραση ενός Προπονητικού Προγράμματος στη Γενική και Ειδική Αλματική Ικανότητα Νεαρών Καλαθοσφαιριστριών” (αρ. πρωτ. 1063/13/6/2018) και αποφάσισε ότι η μελέτη εγκρίνεται με την προϋπόθεση να σταλεί ξανά στην Επιτροπή η αίτηση με προσθήκη της περιγραφής δοκιμασιών μέτρησης γενικής και ειδικής αλτικής ικανότητας. Η περιγραφή αυτή, καθώς και η διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας θα πρέπει να αναφέρονται στο έντυπο συγκατάθεσης.

Ο συντονιστής της Επιτροπής

Γρηγόρης Μπογδάνης,

Επικ. Καθηγητής ΣΕΦΑΑ, ΕΚΠΑ

## Κλίμακα υποκειμενικής αντίληψης της κόπωσης Borg

### Πως ένιωσες την προπόνηση;

0	καθόλου δύσκολη	
0.5	πολύ, πολύ εύκολη	(μόλις που την ένωσα)
1	πολύ εύκολη	
2	εύκολη	(ελαφριά)
3	μέτρια	
4	κάπως δύσκολη	
5	δύσκολη	(έντονη)
6		
7	πολύ δύσκολη	
8		
9		
10	πολύ, πολύ δύσκολη	(σχεδόν μέγιστη)
	• Εξαντλητική	