

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΟΡΟΥ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

« Η ΑΜΕΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΔΙΕΓΕΡΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΔΥΟ  
ΠΛΕΙΟΜΕΤΡΙΚΩΝ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ  
ΒΑΘΟΥΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΡΙΕΣ ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ »

ΚΟΣΜΑΔΑΚΗ ΙΩΑΝΝΑ (Α.Μ. 9980201200094)

ΤΣΟΥΜΑΝΗ ΣΟΦΙΑ (Α.Μ. 9980201000403)

Επιβλέπων καθηγητής: Γεώργιος Ντάλλας

Αθήνα 2017

Κοσμαδάκη Ιωάννα  
Φοιτήτρια ΣΕΦΑΑ Αθηνών  
Α.Μ. 9980201200094

Τσουμάνη Σοφία  
Φοιτήτρια ΣΕΦΑΑ Αθηνών  
Α.Μ. 9980201000403

Copyright © Κοσμαδάκη Ιωάννα  
& Τσουμάνη Σοφία, έτος 2017

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

## Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξέτασε την άμεση επίδραση της προενεργοποίησης με πλειομετρικές ασκήσεις στην εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων, μέσω του χρόνου επαφής, του χρόνου πτήσης, του ύψους του άλματος και της ταχύτητας απογείωσης σε άλματα βάθους. Για αυτό το σκοπό έλαβαν μέρος εθελοντικά 39 αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής αγωνιστικού και μη αγωνιστικού επιπέδου, ηλικίας  $9.34 \pm 2.31$  ετών. Το παρεμβατικό πρόγραμμα περιλάμβανε δύο διαφορετικά πλειομετρικά πρωτόκολλα. Το πρώτο πρωτόκολλο αποτελείται από δύο σειρές των 10 επαναλήψεων ανά σειρά από άλματα με γόνατα στο στήθος (tuck jumps) και το δεύτερο από δύο σειρές των 10 επαναλήψεων ανά σειρά της άσκησης βήμα πάτημα μπλοκάρισμα (blocking). Το διάλειμμα μεταξύ των σειρών και στις δύο παραπάνω διαδικασίες παρέμβασης ήταν 30 δευτερόλεπτα. Πριν την έναρξη της μέτρησης και στα δύο πρωτόκολλα πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση των ασκουμένων σε άλματα βάθους από ύψος 33 εκατοστών. Μετά την εφαρμογή του κάθε ενός παρεμβατικού πρωτοκόλλου έγινε η τελική μέτρηση στα άλματα βάθους από ύψος 33 εκατοστών (Post 1) η οποία επαναλήφθηκε μετά από 4 (Post 4), 8 (Post 8), 12(Post 12) και 16 (Post 16) λεπτά. Εκτελέστηκαν δύο προσπάθειες τη φορά εκ των οποίων η καλύτερη λήφθηκε υπόψιν για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων. Τα ευρήματα της μελέτης έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στις εξαρτημένες μεταβλητές του άλματος βάθους, χρόνο πτήσης, ύψος άλματος και ταχύτητα απογείωσης ανάμεσα στην αρχική μέτρηση (pre) και τις τελικές μετρήσεις αμέσως μετά την παρέμβαση και των δυο πλειομετρικών πρωτοκόλλων (post 1, post 4, post 8, post 12 και post 16). Συμπερασματικά, τα ευρήματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ότι η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση των μυών των κάτω άκρων ωφελεί τις αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής βελτιώνοντας την απόδοσή τους σε άλματα βάθους για ένα βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα μετά από το πέρας της επιβάρυνσης.

Λέξεις κλειδιά – key words: postactivation potentiation (PAP), drop jump performance, plyometrics, power, artistic gymnastics.

## Ευχαριστίες

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή μας κύριο Ντάλλα Γεώργιο, για τη βοήθεια, την καθοδήγηση, τη συνεργασία και την πολύτιμη συμβολή του στην ολοκλήρωση της. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε το αθλητικό σωματείο Π.Κ.Ε.Γ Αίας Σεπολίων που μας παρείχε το χώρο για τη διεξαγωγή της έρευνας και τους γονείς των κοριτσιών για τη γραπτή δήλωση συγκατάθεσης εθελοντικής συμμετοχής των παιδιών στην παρούσα επιστημονική μελέτη.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

#### Εισαγωγή

1.1	Εισαγωγή	1
1.2	Σκοπός της εργασίας	2
1.3	Αιτιολόγηση της έρευνας	2
1.4	Ερευνητικές υποθέσεις	2
1.5	Οριοθέτηση έρευνας	3
1.6	Διευκρίνιση όρων	3

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

#### Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1	Δύναμη	4
2.2	Μυϊκή δύναμη	4
2.3	Έργο	4
2.4	Μυϊκή ισχύς	5
2.5	Κατακόρυφο άλμα	5
2.6	Πλειομετρική προπόνηση	5
2.7	Μυϊκη ισχύς και κατακόρυφη αλτική ικανότητα	5
2.8	Προενεργοποίηση του μυός μέσω της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης /ενεργοποίησης	6
2.9	Η κόπωση και η αλληλεπίδραση με την μεταδιεγερτική ενεργοποίηση	6
2.10	Μηχανισμοί μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης	7
2.11	Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης	7
2.12	Σχετική βιβλιογραφία	7

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

#### Μέθοδος

3.1	Δείγμα	13
-----	--------	----

3.2	Όργανα	14
3.3	Πειραματική διαδικασία	14
3.4	Μέτρηση αξιολόγησης – Άλματα βάθους (drop jumps)	17
3.5	Στατιστική ανάλυση	17

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Αποτελέσματα

4.1	Χρόνος επαφής των αθλητριών κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους	19
4.2	Χρόνος πτήσης των αθλητριών κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους	20
4.3	Ύψος πτήσης των αθλητριών κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους	21
4.4	Ταχύτητα απογείωσης των αθλητριών κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους	23

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Συζήτηση

5.1	Συζήτηση	25
5.2	Συμπεράσματα	27
5.3	Προτάσεις	27
5.4	Βιβλιογραφία	28

## ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 3.1:	Σωματομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων ανάλογα με το επίπεδο ένταξης τους στο άθλημα.	14
Πίνακας 4.1:	Μέσοι όροι του χρόνου επαφής (sec) κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους.	19
Πίνακας 4.2:	Μέσοι όροι του χρόνου πτήσης (sec) κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους.	20
Πίνακας 4.3:	Μέσοι όροι του ύψους πτήσης (cm) κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους.	22
Πίνακας 4.4:	Μέσοι όροι της ταχύτητας απογείωσης (m/sec) κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους.	23

### ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 4.1: ποσοστό διαφοροποίησης (%) του χρόνου επαφής στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.	20
Γράφημα 4.2: ποσοστό διαφοροποίησης (%) του χρόνου πτήσης στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.	21
Γράφημα 4.3: ποσοστό διαφοροποίησης (%) του ύψους πτήσης στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.	23
Γράφημα 4.4: ποσοστό διαφοροποίησης (%) της ταχύτητας απογείωσης στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.	24

### ΠΑΡΑΘΕΣΗ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Πρώτο πλειομετρικό πρωτόκολλο, επιβάρυνση με γόνατα στο στήθος (tuck jumps). α)πάτημα - ώθηση και β) άλμα με γόνατα στο στήθος.	16
Εικόνα 2: Δεύτερο παρεμβατικό πρωτόκολλο, επιβάρυνση με βήμα πάτημα μπλοκάρισμα (blocking). α) βήμα , β) πάτημα και γ) άλμα – block.	16
Εικόνα 3: Δοκιμασία εξέτασης, άλματα βάθους από ύψος 33 cm	17

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1.1 Εισαγωγή

Η ενόργανη γυμναστική (ΕΓ) ή καλλιτεχνική γυμναστική (artistic gymnastics) θεωρείται κατά πολλούς ένα από τα δυσκολότερα αθλήματα με δεδομένη τη συνθετότητα, τη τελειότητα εκτέλεσης και το βαθμό δυσκολίας των ασκήσεων. Η ΕΓ είναι ένα άθλημα κατά το οποίο οι φυσιολογικές ικανότητες των αθλητών αποτελούν προσδιοριστικό παράγοντα τόσο στη δομή των προγραμμάτων, όσο και στην τελική κατάταξη και βαθμολογία τους (Ντάλλας, 2011). Οι φυσιολογικές απαιτήσεις του αθλήματος αυτού προσδιορίζονται από υψηλά μεγέθη μυϊκής δύναμης και ισχύος, ενώ οι απαιτήσεις του αερόβιου μεταβολισμού είναι ελάχιστες, αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι η μέγιστη χρονική διάρκεια εκτέλεσης ενός προγράμματος ανέρχεται μόλις στο ενάμιση λεπτό. Συνεπώς η ΕΓ χαρακτηρίζεται κατεξοχήν ως αναερόβιο άθλημα. Επιπλέον, πρέπει να υπογραμμιστεί το γεγονός ότι οι αθλητές της ΕΓ θεωρούνται από τους δυνατότερους, όταν η δύναμη αξιολογείται σε σχέση με το βάρος του σώματος (Kirby et al, 1981; Nelson et al, 1983; Sale & Norman, 1982; Singh et al, 1987). Η δύναμη και η ισχύς αποτελούν καθοριστικό παράγοντα στην αθλητική απόδοση τόσο στα αθλήματα γυμναστικής (Ενόργανη Γυμναστική, Ρυθμική Γυμναστική, Τραμπολίνο και Αεροβική Γυμναστική) όσο και σε μία πληθώρα άλλων αθλημάτων. Ένας τρόπος βελτίωσης της μυϊκής δύναμης και ισχύος είναι η πλειομετρική προπόνηση. Στο άθλημα της ΕΓ αλλά και σε όσα αθλήματα οι αθλητές εκτελούν άλματα η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί την συνηθέστερη μέθοδο προπόνησης προκειμένου να βελτιωθεί η αλτική τους ικανότητα (Τζιωρτζής, 2004). Παρόλα αυτά η παραγωγή μυϊκής δύναμης και ισχύος δεν αυξάνεται μόνο με την πλειομετρική προπόνηση, καθώς επίσης δεν εξαρτάται μόνο από τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά του μυός αλλά, και από τη δραστηριότητα που έχει προηγηθεί, δηλαδή τη βραχυπρόθεσμη βελτίωση της μυϊκής απόδοσης η οποία προέρχεται μετά από μία έντονη εκούσια μυϊκή σύσπαση και ονομάζεται μεταδιεγερτική ενεργοποίηση – Post Activation Potentiation( PAP) (Robbins, 2005). Αν και οι μηχανισμοί της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης της κινητικής απόδοσης δεν έχουν ακόμη καθοριστεί πλήρως, πιστεύεται ότι σχετίζονται με την αύξηση της φωσφορυλίωσης της μυοσίνης των ελαφριών αλυσίδων καθιστώντας αυτές πιο ευαίσθητες στο ασβέστιο που διαπερνά το σαρκοπλασματικό δίκτυο, και μια αύξηση της διέγερσης των άλφα



κινητικών νευρώνων. Έρευνες αναφέρουν ότι η κούραση και η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση συμβαίνουν ταυτόχρονα μετά από ένα ερέθισμα και η ισορροπία μεταξύ των δύο προσδιορίζει το αποτέλεσμα στην απόδοση. Ο όγκος, ο τύπος και η ένταση του ερεθίσματος πιστεύεται ότι έχουν σημαντική επίπτωση στην σχέση μεταξύ μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης και κόπωσης. Έμπρακτα όμως δεν έχει γνωστοποιηθεί κατά πόσο η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση βοηθά στη βραχυπρόθεσμη βελτίωση της μυικής απόδοσης. Έτσι συναντάται η ανάγκη επίλυσης του ερωτήματος εάν η προενεργοποίηση βελτιώνει την μυική απόδοση και για πόσο χρονικό διάστημα ή την μειώνει. Κατά συνέπεια, κρίνεται αναγκαία η διεξαγωγή της παρούσας έρευνας για την ανάδειξη λύσης στο πρόβλημα εάν η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση αυξάνει τη δύναμη και την ισχύ σε αθλητές και αθλήτριες και για πόσο χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα θα εξετασθεί ποια είναι η επίδραση δύο πλειομετρικών πρωτοκόλλων, σε αθλήτριες ΕΓ, όταν αυτά χρησιμοποιούνται ως μέσο προενεργοποίησης των μυών των κάτω άκρων έπειτα από πάροδο 4, 8, 12 και 16 λεπτών αντίστοιχα από την προενεργοποίηση.

## **1.2 Σκοπός της εργασίας**

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης δύο πλειομετρικών πρωτοκόλλων στην εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων σε αθλήτριες ΕΓ.

## **1.3 Αιτιολόγηση της έρευνας**

Πληθώρα ερευνητικών εργασιών αναφέρεται στην εξέταση της δύναμης των κάτω άκρων. Οι περισσότερες εξ' αυτών εστιάζουν στη δύναμη των κάτω άκρων γενικού πληθυσμού ή/και αθλητών διαφόρων αθλημάτων. Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η δύναμη των κάτω άκρων σε θήλυ άτομα που ασχολούνται με το άθλημα της ΕΓ ηλικίας 6 έως 12 ετών.

## **1.4 Ερευνητικές υποθέσεις**

Οι ερευνητικές υποθέσεις που διατυπώνονται στην πειραματική αυτή εργασία είναι οι εξής :

1. Ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ αρχικής και τελικής μέτρησης στο άλμα βάθους.
2. Ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μέτρησης που γίνεται αμέσως μετά το τέλος του παρεμβατικού πλειομετρικού πρωτοκόλλου με γόνατα στο στήθος (tuck jumps), στη δύναμη των κάτω άκρων, και των αντίστοιχων που γίνονται μετά από 4, 8, 12 και 16 λεπτά μετά.
3. Ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μέτρησης που γίνεται αμέσως μετά το τέλος του παρεμβατικού πλειομετρικού πρωτοκόλλου με μπλοκάρισμα ποδιών (blocking), στη δύναμη των κάτω άκρων, και των αντίστοιχων που γίνονται μετά από 4, 8, 12 και 16 λεπτά μετά το τέλος του παρεμβατικού προγράμματος.

Εικάζεται ότι εφόσον οι παρεμβάσεις που έχουν παρόμοιο πρότυπο κίνησης με το εξεταζόμενο επιδρούν θετικά στην απόδοση, το πρωτόκολλο επιβάρυνσης με βήμα πάτημα μπλοκάρισμα (blocking) θα έχει καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με το πρωτόκολλο με άλματα με γόνατα στο στήθος (tuck jumps) .

### **1.5 Οριοθέτηση έρευνας**

Τα αποτελέσματα πρέπει να συζητηθούν λαμβάνοντας υπόψιν τους εξής περιορισμούς:

1. Η επιβάρυνση με τα δύο αυτά πλειομετρικά πρωτόκολλα ήταν μικρής έντασης και αφορούσε μόνο τους μύες των κάτω άκρων.
2. Η αξιολόγηση των αλμάτων βάθους αναφέρεται μόνο σε αθλήτριες ΕΓ του Π.Κ.Ε.Γ. ΑΙΑΣ αγωνιστικού και μη αγωνιστικού επιπέδου.

### **1.6 Διευκρίνιση όρων**

1. Μεταδιεγερτική ενεργοποίηση/Post Activate Potentiation (P.A.P): είναι ένα φαινόμενο κατά το οποίο η δύναμη που ασκείται από ένα μυ αυξάνεται λόγω προηγούμενης συστολής του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας χωρίζεται σε επιμέρους ενότητες για την κατανόηση και εμπέδωση των εμβιομηχανικών παραμέτρων που επηρεάζουν τα άλματα βάθους, αλλά και των μηχανισμών λειτουργίας τους. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ενδελεχώς οι παράμετροι που επηρεάζουν τόσο την αλτική ικανότητα όσο και τη μεταδιεγερτική ενεργοποίηση.

#### 2.1 Δύναμη

Ως δύναμη ορίζεται το φυσικό μέγεθος το οποίο προκαλεί την παραμόρφωση ή/και την αλλαγή της κινητικής κατάστασης σε ένα σώμα. Σύμφωνα με το διεθνές σύστημα (S.I.) η δύναμη μετριέται σε μονάδες Newton (N), το διάνυσμά της συμβολίζεται με το αγγλικό γράμμα  $\mathbf{F}$ , ενώ το μέτρο της με το  $F$  (Ιωάννου, Ντάνος, Πήττας & Ράπτης, 1999).

#### 2.2 Μυϊκή δύναμη

Ως μυϊκή δύναμη ορίζεται η τάση που παράγει μια μυϊκή ίνα, ένας ολόκληρος μυς ή μια ομάδα μυών. Αυξάνει με δύο τρόπους: α) τη συχνότητα πυροδότησης των κινητικών μονάδων, και β) την επιστράτευση μεγαλύτερου αριθμού κινητικών μονάδων (Κλεισούρας, 2011). Η παραγωγή μυϊκής δύναμης προκαλείται από την απελευθέρωση ενός δυναμικού ενεργείας από έναν κινητικό νευρώνα ο οποίος σηματοδοτεί την απελευθέρωση ασβεστίου από το σαρκοπλασματικό δίκτυο στο εσωτερικό του μυοϊνιδίου (Earle & Baechle, 2000).

#### 2.3 Έργο

Το Έργο εκφράζει την ποσότητα της ενέργειας που παράγεται ή καταναλώνεται από ένα σώμα κατά τη διάρκεια μιας μεταβολής στην κινητική του κατάσταση. Είναι το γινόμενο μιας δύναμης επί τη μετατόπιση του σημείου εφαρμογής της. Συμβολίζεται με το αγγλικό γράμμα  $W$  και μετριέται σε Joule(J) σύμφωνα με το S.I.

## 2.4 Μυϊκή ισχύς

Με τον όρο μυϊκή ισχύ / ταχυδύναμη ορίζεται η ικανότητα ανάπτυξης υψηλών τιμών μυϊκής δύναμης και παραγωγής έργου σε σύντομο χρόνο (Buehrle & Schmidtbleicher, 1981). Αποτελεί περιοριστικό παράγοντα σε αθλήματα ταχύτητας και ισχύος, δηλαδή σε εκείνα τα αθλήματα που η απόδοση εξαρτάται από την εκρηκτικότητα (Κλεισούρας, 2011). Η ισχύς μετριέται σε Watts (1 Watt=1Joule/1sec) και συμβολίζεται με το γράμμα W.

## 2.5 Κατακόρυφο άλμα

Η άσκηση αυτή δίνει έμφαση είτε στην οριζόντια είτε στην κάθετη συνιστώσα του άλματος. Τα κατακόρυφα άλματα εκτελούνται συνήθως με μέγιστη ένταση και για το λόγο αυτό χρειάζεται ένα μικρό διάλειμμα μεταξύ των προσπαθειών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα κατακόρυφων αλμάτων αποτελούν τα άλματα πάνω από τα εμπόδια (Potach & Chu, 2000).

## 2.6 Πλειομετρική προπόνηση

Στο άθλημα της ενόργανης αλλά και σε όσα οι αθλητές εκτελούν άλματα η πλειομετρική προπόνηση αποτελεί την συνηθέστερη μέθοδο προπόνησης προκειμένου να βελτιωθεί η αλτική τους ικανότητα. Η πλειομετρική προπόνηση χρησιμοποιείται σχεδόν αποκλειστικά για τους εκτείνοντες μυς των κάτω άκρων. Συνίσταται σε δραστήρια επιμήκυνση του ενεργοποιημένου εκτεινόμενου μυός-έκκεντρη συστολή. Αυτή η αλληλουχία της δραστηριότητας επιτυγχάνεται όταν ο ασκούμενος πηδά κάτω από ένα ύψος, κάμπτοντας το γόνατο σε γωνία περίπου 120° και στη συνέχεια χωρίς καμία καθυστέρηση αναπηδά από αυτή τη θέση προς τα πάνω. Η πλειομετρική προπόνηση 3 έως 4 φορές την εβδομάδα επιφέρει στατιστικά σημαντική αύξηση της τάξεως των 4 – 6 εκατοστών στο κάθετο επιτόπιο άλμα (Blattner et al, 1979; Τζιωρτζής, 2004).

## 2.7 Μυϊκή ισχύς και κατακόρυφη αλτική ικανότητα

Ο παράγοντας μυϊκή ισχύς αναφέρεται στην ικανότητα γρήγορης ενεργοποίησης μιας μυϊκής ομάδας ή ενότητας μυϊκών ομάδων. Η μυϊκή ισχύς αποτελεί γενική ικανότητα και συνιστώσα των περισσότερων αθλητικών δραστηριοτήτων, ενώ παίζει καταλυτικό ρόλο στις δραστηριότητες εκείνες που η

απόδοση εξαρτάται από την εκρηκτικότητα. Η μυϊκή ισχύς είναι παράγωγο της μυϊκής δύναμης και της μυϊκής συστολής, επομένως το μέγεθος της επηρεάζεται από αυτές τις ιδιότητες του μυός (Κλεισούρας, 2011). Λογικό επακόλουθο η κατακόρυφη αλτική ικανότητα να επηρεάζεται στο μέγιστο από την μυϊκή ισχύ.

## **2.8 Προενεργοποίηση του μυός μέσω της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης**

Το P.A.P είναι μια θεωρία που ισχυρίζεται ότι η συσταλτική ιστορία ενός μυός επηρεάζει τη μηχανική απόδοση των μετέπειτα συστολών. Οι συσπάσεις των μυών σε υψηλά φορτία με σύντομη διάρκεια μπορούν να βελτιώσουν την απόδοση των μυών. Έτσι, το PAP είναι η αύξηση της μυϊκής δύναμης και ο ρυθμός της ανάπτυξης της δύναμης (RFD) (Sale, 2002). Το PAP τυπικά επάγεται από τις μέγιστες ακούσιες συστολές, επίσης από την ταχύτητα της μέγιστης εκούσιας έκκεντρης και σύγκεντρης συστολής, καθώς και από τις υπομέγιστες ισομετρικές συστολές (Robbins, 2005). Η συσταλτική απόκριση των σκελετικών μυών καθορίζεται εν μέρει από τις προηγούμενες συστολές της. Επαναλαμβανόμενες συστολές οδηγούν σε μια εξασθένηση της απόδοσης λόγω κόπωσης. Ωστόσο, την ίδια στιγμή η κόπωση απλά συνυπάρχει με την μεταδιεγερτική ενεργοποίηση (PAP) και ανάλογα με το τι υπερισχύει εμφανίζεται στην συνέχεια κόπωση ή βελτίωση. Το PAP αναφέρεται στο φαινόμενο κατά το οποίο η «άμεση-οξεία» μυϊκή δύναμη ενισχύεται ως αποτέλεσμα των προηγούμενων συστολών, όπου οι εκρηκτικές κινήσεις μπορεί να ενισχυθούν εάν προηγηθεί έντονη άσκηση αντίστασης. Για παράδειγμα, η εκτέλεση μιας σειράς υψηλής έντασης καθισμάτων squat πριν από κάθετα ή οριζόντια άλματα βελτιώνει την απόδοση στο άλμα. Μυϊκές συστολές παράγουν τόσο την κούραση όσο και το PAP, η ισορροπία μεταξύ των δύο καθορίζει αν η μεταγενέστερη συστολή θα ενισχυθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει αμετάβλητη (Robbins, 2005).

## **2.9 Η κόπωση και η αλληλεπίδρασή της με την μεταδιεγερτική διευκόλυνση**

Με τον όρο κόπωση εννοείται η γενική αίσθηση της κούρασης και της συνοδευτικής μείωσης της μυϊκής απόδοσης. Η κόπωση μπορεί να προκύψει από τη μείωση της PCr (φωσφοκρεατίνη) ή/και του γλυκογόνου. Και οι δύο αυτές καταστάσεις μειώνουν την παραγωγή ATP. Άλλες αιτίες κόπωσης μπορεί να είναι συσσώρευση ιόντων υδρογόνου ( $H^+$ ), η διαταραχή της νευροδιαβίβασης, αλλά και το ίδιο το Κ.Ν.Σ. (Kenney, Wilmore & Costill, 2011). Η μεταδιεγερτική κατάσταση

εξαρτάται από τα χρονοδιαγράμματα της PAP και της κόπωσης. Τόσο η PAP όσο και η κόπωση μπορεί να αυξηθούν αμέσως μετά τη συσταλτική δραστηριότητα και στη συνέχεια να επανέλθουν σταδιακά σε επίπεδα προδιεγερτικά. Ο βέλτιστος χρόνος αποκατάστασης εξαρτάται σχετικά από το ρυθμό αποσύνθεσης της PAP και την εξάλειψη της κόπωσης. Δηλαδή, η συνύπαρξη της κόπωσης και της PAP ενδέχεται να οδηγήσει σε μια δυνατή συστολή, σε μια εξασθενημένη συστολή, ή σε μια σταθερή σε σύγκριση με την προδιεγερτική κατάσταση (Robbins, 2005).

## **2.10 Μηχανισμοί της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης**

Οι μηχανισμοί του PAP έχουν εξεταστεί σε πληθώρα μελετών. Τρεις είναι οι κύριοι φυσιολογικοί μηχανισμοί με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία (Smith & Fry, 2007). Πρώτον η φωσφορυλίωση των ελαφριών αλυσίδων μυοσίνης. Δεύτερον οι αλλαγές που προκύπτουν στην γωνία πρόσφυσης (Tillin & Bishop, 2009), η οποία σχηματίζεται από την απονεύρωση του μυός και την μυϊκή ίνα και δείχνει τον προσανατολισμό των μυϊκών ινών σε σχέση με τον τένοντα (Folland & Williams, 2007). Και τρίτον η αύξηση της επιστράτευσης των κινητικών μονάδων με υψηλό κατώφλι ενεργοποίησης ή επίπεδο διεγερσιμότητας (Gullich & Schmidtbleicher, 1996).

## **2.11 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταδιεγερτική ενεργοποίηση είναι ο όγκος της προενεργοποίησης, η ένταση της προενεργοποίησης, ο χρόνος αποκατάστασης, το προπονητικό επίπεδο των δοκιμαζομένων, τα χαρακτηριστικά της δραστηριότητας που ακολουθούν την προενεργοποίηση καθώς και τα είδη μυϊκής συστολής που προηγούνται της ενεργοποίησης.

## **2.12 Σχετική βιβλιογραφία**

Για το θεωρητικό υπόβαθρο της παρούσας πειραματικής εργασίας έγινε αναζήτηση στις ακόλουθες επιστημονικές βάσεις δεδομένων και μηχανές αναζήτησης: Google Scholar, Pubmed, ScienceDirect και Scopus. Οι εργασίες που βρέθηκαν και συγκεντρώθηκαν από την αναζήτηση αυτή καθώς και τα

συμπεράσματα που διεξήχθησαν από αυτές περιγράφονται περιληπτικά στις παρακάτω παραγράφους.

Οι Masamoto et al (2003) στην εργασία με θέμα την άμεση επίδραση της πλειομετρικής άσκησης στην απόδοση μιας μέγιστης επανάληψης (RM) σε βαθύ κάθισμα σε άνδρες αθλητές, επεσήμαναν σημαντικές διαφορές στην απόδοση 12 αθλητών ηλικίας  $20.5 \pm 1.4$  έτη, ύψους  $179.1 \pm 11.1$  cm και βάρους  $87.4 \pm 11.6$  kg. Το δείγμα υποβλήθηκε στην εκτέλεση τριών διαφορετικών πρωτοκόλλων πριν την εκτέλεση μια μέγιστης επανάληψης σε βαθύ κάθισμα. Το πρώτο περιλάμβανε τυπικό ζέσταμα προοδευτικής επιβάρυνσης έως την εκτέλεση 1(RM) σε βαθύ κάθισμα μετά από διάλλειμα 4 min, ενώ στο δεύτερο και το τρίτο εκτελούσαν πλειομετρικές ασκήσεις πριν την εκτέλεση της 1(RM) σε βαθύ κάθισμα, 3 άλματα με τα γόνατα στο στήθος (TJ) και 2 άλματα βάθους (DJ) απ ό ύψος 43.2 cm αντίστοιχα, με διάλλειμα 30 sec πριν την εκτέλεση της μέγιστης επανάληψης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε σημαντική βελτίωση της απόδοσης στην μέγιστη επανάληψη μετά την εκτέλεση των 2 πλειομετρικών πρωτοκόλλων σε σχέση με το πρώτο πρωτόκολλο.

Οι Tsimahidis et al (2010) στην εργασία με θέμα την επίδραση του sprint μετά από άσκηση υψηλής αντίστασης, στην απόδοση της δρομικής ταχύτητας και του κατακόρυφου άλματος σε νεαρούς μπασκετμπολίστες συμπέραναν ότι η απόδοση στη δρομική ταχύτητα και στο κατακόρυφο άλμα αυξήθηκε σημαντικά μετά την εφαρμογή συνδυαστικού προγράμματος προπόνησης υψηλής αντίστασης διάρκειας 10 εβδομάδων ακολουθούμενη από ένα sprint 30 m. Για τον σκοπό της εργασίας του συμμετείχαν 26 νεαροί αθλητές μπάσκετ ηλικίας  $18 \pm 1.2$  έτη, οι οποίοι χωρίστηκαν σε δύο ομάδες. Την ομάδα ελέγχου η οποία ακολούθησε μόνο προπόνηση τεχνικής και τακτικής και την πειραματική ομάδα που εκτέλεσε συνδυαστικό πρόγραμμα προπόνησης δυο φορές την εβδομάδα αποτελούμενη από 5 σετ των 8-5 (RM) σε ημικάθισμα ακολουθούμενη από 1 sprint των 30 m. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική βελτίωση της δρομικής ταχύτητας στα 10 και 30 m αντίστοιχα καθώς και αύξηση του ύψους άλματος στο κατακόρυφο άλμα στην πειραματική ομάδα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου η οποία δεν σημείωσε καμία βελτίωση στις εξεταζόμενες παραμέτρους της δρομικής ταχύτητας και του κατακόρυφου άλματος.

Οι Batista et al. (2011) μελέτησαν την επίδραση της προπόνησης δύναμης στην μεταδιεγερτική ενεργοποίηση των μυών σε 23 άνδρες αθλητές στίβου, αθλητές

bodybuilding και άτομα που ασκούσαν για λόγους αναψυχής χωρισμένοι σε τρεις ομάδες. Το δείγμα υποβλήθηκε σε δυο διαφορετικά πρωτόκολλα μέγιστης δύναμης κάτω άκρων σε μηχάνημα leg press. Δεν παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στην απόδοση στο κατακόρυφο άλμα (CMJ) και την ταχύτητα απογείωσης ανάμεσα στις τρεις ομάδες των δοκιμαζόμενων μετά την εκτέλεση των πρωτοκόλλων. Παρόλα αυτά ατομικά υπήρξαν άτομα και από τις τρεις ομάδες που βελτίωσαν το ύψος άλματος και την ταχύτητα απογείωσης ανεξαρτήτου της προπονητικής τους εμπειρίας.

Οι Bullock & Comfort, (2011) στην πειραματική τους εργασία με θέμα την άμεση επίδραση των αλμάτων βάθους στην απόδοση της μέγιστης δύναμης μελέτησαν την επίδραση 2, 4, ή 6 αλμάτων βάθους στην μέγιστη εκτέλεση σε ένα βαθύ κάθισμα. Στην έρευνα τους συμμετείχαν 14 άνδρες αθλητές ηλικίας  $22 \pm 4$  έτη, ύψους  $177 \pm 10$  cm, βάρους  $80.3 \pm 14.4$  kg, προπονητικής εμπειρίας  $\geq 2$  ετών. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν μια σειρά από 2, 4, και 6 άλματα βάθους από υπερυψωμένη επιφάνεια ύψους 33 cm και μετά από 4 λεπτά ξεκούρασης εκτελούσαν μια μέγιστη επανάληψη σε βαθύ κάθισμα. Τα αποτελέσματα έδειξαν βελτίωση της απόδοσης στην μέγιστη επανάληψη σε βαθύ κάθισμα μετά την εκτέλεση των 2, 4, και 6 αλμάτων βάθους κατά 6.26%, 6.09% και 6.80% αντίστοιχα. Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδραση της απόδοσης ανάμεσα στις 2, 4, και 6 επαναλήψεις αλμάτων βάθους. Παρόλα αυτά οι πιο δυνατοί δοκιμαζόμενοι σημείωσαν την μέγιστη βελτίωση στην μέγιστη επανάληψη σε βαθύ κάθισμα μετά την εκτέλεση των 6 αλμάτων βάθους.

Ο Gelen (2011) μελέτησε την άμεση επίδραση διαφορετικών μεθόδων προθέρμανσης στην απόδοση του κατακόρυφου άλματος. Στην έρευνα συμμετείχαν 64 παιδιά ηλικίας  $13.3 \pm 0.5$  έτη, ύψους  $158.8 \pm 5.3$  cm, βάρους  $51.4 \pm 6.6$  kg, τα οποία χωρίστηκαν με τυχαία κατανομή σε τρεις διαφορετικές ομάδες. Οι ομάδες εκτέλεσαν διαφορετικά πρωτόκολλα προθέρμανσης και μετά από διάλειμμα 4-5 λεπτών μετρήθηκε η κατακόρυφη αλτική ικανότητα με την εκτέλεση ενός κατακόρυφου άλματος (CMJ) σε πλατφόρμα. Στην πρώτη ομάδα η προθέρμανση περιλάμβανε 5 λεπτά ήπιο τρέξιμο και 5 λεπτά στατικές διατάσεις κάτω άκρων. Στην δεύτερη ομάδα η προθέρμανση αποτελούταν από 5 λεπτά ήπιο τρέξιμο και στη συνέχεια 12 δυναμικές ασκήσεις κάτω άκρων διάρκειας περίπου 10 λεπτών ενώ στην τρίτη ομάδα (ομάδα ελέγχου) η προθέρμανση αποτελούταν μόνο από 5 λεπτά ήπιο τρέξιμο. Σημαντικές διαφορές παρουσιάστηκαν μεταξύ των ομάδων στην απόδοση



στο κατακόρυφο άλμα. Η πρώτη ομάδα σημείωσε μείωση στην αλτική ικανότητα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου κατά - 4.9%, ενώ η δεύτερη ομάδα σημείωσε αύξηση της αλτικής ικανότητας σε σχέση με την ομάδα ελέγχου κατά 1.8%. Συμπερασματικά η προθέρμανση με στατικές διατάσεις επηρέασε αρνητικά την απόδοση στο κατακόρυφο άλμα στα παιδιά, ενώ η προθέρμανση αποτελούμενη από δυναμικές ασκήσεις κάτω άκρων είχε θετική επίδραση στην αλτική ικανότητα των παιδιών.

Οι Crewther et al (2011), μελέτησαν την άμεση επίδραση της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης στην αθλητική απόδοση. Στην πειραματική τους εργασία συμμετείχαν 9 αθλητές ράγκμπι μεσαίας κατηγορίας, οι οποίοι εκτέλεσαν 3 διαφορετικά πρωτόκολλα μετρήσεων αποτελούμενα από κατακόρυφα άλματα, σπριντ στα 5 και 10 m και 3 m οριζόντιες ωθήσεις έλκηθρου 100 kg αντίστοιχα. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν με τυχαία σειρά τα 3 πρωτόκολλα και στη συνέχεια εκτέλεσαν μια σειρά από 3 μέγιστες επαναλήψεις (RM) σε βαθύ κάθισμα. Μετά το τέλος της δοκιμασίας τα τρία πρωτόκολλα επανεξετάστηκαν στα 15 sec, 4, 8, 12, 16 λεπτά αντίστοιχα. Τα στατιστικά ευρήματα έδειξαν ότι το ύψος του κατακόρυφου άλματος βελτιώθηκε μετά την εκτέλεση των τριών μέγιστων επαναλήψεων σε βαθύ κάθισμα στα 4 λεπτά ( $3.9 \pm 1.9 \%$ ), στα 8 λεπτά ( $3.5 \pm 1.5 \%$ ) και στα 12 λεπτά ( $3.0 \pm 1.4 \%$ ), ενώ υπήρξε μείωση στα 15sec ( $- 3.3 \pm 1.5 \%$ ) και στα 16 λεπτά ( $- 2.9 \pm 2.0 \%$ ). Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι 3(RM) σε βαθύ κάθισμα ενίσχυσαν την κατακόρυφη αλτική ικανότητα των δοκιμαζόμενων ειδικά μετά από τον ατομικό τους χρόνο αποκατάστασης και συμπεραίνουν ότι η επίδραση της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης των καθισμάτων αφορά ενέργειες με παρόμοιο κινητικό πρότυπο.

Οι Marina et al (2012), στην εργασία τους με θέμα την πλειομετρική αλτική απόδοση αθλητών και αθλητριών γυμναστικής από διαφορετικά ύψη, μελέτησαν και συνέκριναν τους παράγοντες που επηρεάζουν την πλειομετρική αλτική απόδοση ανάμεσα σε αθλητές και αθλήτριες γυμναστικής και σε ενεργούς αθλούμενους άνδρες και γυναίκες παρόμοιας ηλικίας (ομάδα ελέγχου). Για τον σκοπό της εργασίας τους συμμετείχαν 76 καλά προπονημένοι αθλητές και αθλήτριες γυμναστικής με προπονητική εμπειρία τουλάχιστον 4 έτη και 91 ενεργοί αθλούμενοι άνδρες και γυναίκες σε αθλήματα όπως καλαθοσφαίριση, ποδόσφαιρο, χειροσφαίριση, πετοσφαίριση. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 2 άλματα βάρους από ύψος 20, 40, 60, 80 και 100 cm αντίστοιχα σε πλατφόρμα, με διάλλειμα 1 - 2 λεπτά μεταξύ των προσπαθειών και στη συνέχεια υπολογίστηκαν ο χρόνος πτήσης (FT) και ο χρόνος επαφής (CT). Υπολογίστηκαν επίσης ο λόγος του χρόνου πτήσης προς τον χρόνο

επαφής (FC) και το Bosco expression (BE). Η καλύτερη απόδοση σημειώθηκε μεταξύ 40 και 60 cm σε όλους τους δοκιμαζόμενους. Οι αθλητές της γυμναστικής σημείωσαν παρόμοιο χρόνο πτήσης (FT) με την ομάδα ελέγχου ανδρών, ενώ στην ομάδα των γυναικών οι αθλήτριες της γυμναστικής σημείωσαν σημαντικά μεγαλύτερο χρόνο πτήσης από την ομάδα ελέγχου. Επίσης οι αθλητές και οι αθλήτριες της γυμναστικής σημείωσαν σημαντικά μικρότερο χρόνο επαφής (CT) από την ομάδα ελέγχου.

Οι Chen et al (2013), στην εργασία τους με θέμα την άμεση επίδραση σειρών αλμάτων βάθους διαφορετικής έντασης και χρόνου αποκατάστασης στην αλτική ικανότητα, μελέτησαν την επίδραση της έντασης του ερεθίσματος κατά την μεταδιεγερτική ενεργοποίηση των μυών καθώς και την επίδραση του χρόνου αποκατάστασης στην αλτική ικανότητα. Για τον σκοπό της εργασίας τους συμμετείχαν 10 άνδρες αθλητές βόλεϊ ηλικίας  $20.9 \pm 1.6$  έτη, ύψους  $178.4 \pm 7.4$  cm, βάρους  $73.6 \pm 10.7$ kg. Οι δοκιμαζόμενοι είχαν τουλάχιστον 3 χρόνια προπονητική εμπειρία στο βόλεϊ και ήταν εξοικειωμένοι με την πλειομετρική προπόνηση. Εκτέλεσαν 3 άλματα (CMJ) και στην συνέχεια εκτέλεσαν τυχαία 2 διαφορετικά πρωτόκολλα μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης αποτελούμενα α) από άλματα βάθους 1 σετ 5 επαναλήψεις και β) από άλματα βάθους 2 σετ 5 επαναλήψεων. Στην συνέχεια εκτέλεσαν ξανά 3 άλματα (CMJ) μετά από 2, 6 και 12 λεπτά αντίστοιχα. Σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν μεταξύ των χρόνων αποκατάστασης στην απόδοση των αλμάτων (CMJ) με την καλύτερη απόδοση σε χρόνο αποκατάστασης 2 λεπτά. Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην απόδοση συγκριτικά με την ένταση των πρωτοκόλλων, ενώ και τα 2 πρωτόκολλα παρουσίασαν βελτίωση της απόδοσης των αλμάτων (CMJ) συγκριτικά με την πρώτη μέτρηση.

Η μελέτη των Tobin and Delahunt (2014) εξέτασε εάν ένα πλειομετρικό ερέθισμα (πλειομετρική άσκηση) (ΠΑ) που προκαλεί επίδραση PAP μπορεί να συγκριθεί με το αντίστοιχο που προκαλείται με ένα πρωτόκολλο με μεγάλη αντίσταση. Για το σκοπό αυτό εξέτασαν 20 επαγγελματίες παίχτες του rugby που εκτέλεσαν δύο άλματα με αντίθετη κίνηση (CMJ) πριν την εφαρμογή της ΠΑ, αμέσως μετά την εφαρμογή της ΠΑ, αλλά και σε χρονικά διαστήματα 3 και 5 λεπτών μετά την εφαρμογή της. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι άσκηση προενεργοποίησης (ΠΑ) προκάλεσε άμεσα σημαντική βελτίωση στο ύψος του CMJ στις μετρήσεις που έγιναν μετά την εφαρμογή της σε όλα τα επιμέρους χρονικά διαστήματα ( 1 - 5 λεπτά).

Οι Xenofondos et al (2014), στην βιβλιογραφική τους ανασκόπηση με τίτλο μηχανισμοί της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης, η συμβολή παραγόντων του νευρικού συστήματος, ανέφεραν ότι με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία και εξαιτίας των διαφορετικών μεθοδολογικά προσεγγίσεων (είδος παρέμβασης, ένταση, επαναλήψεις, χρόνος αποκατάστασης, δοκιμαζόμενοι, εξεταζόμενες μυϊκές ομάδες), θα ήταν αυθαίρετο να καταλήξουν σε ένα σταθερό συμπέρασμα όσο αναφορά την συμβολή των νευρικών παραγόντων κατά την μεταδιεγερτική ενεργοποίηση. Παρόλο που η παρούσα βιβλιογραφία παρουσιάζει θετικά στοιχεία ενίσχυσης των νευρικών παραγόντων στην συμβολή τους στην μεταδιεγερτική ενεργοποίηση, προτείνουν ότι είναι απαραίτητη περισσότερη έρευνα για αποσαφηνιστεί το ζήτημα.

Με βάση την υπάρχουσα βιβλιογραφία αναμένεται ότι η διεξαγωγή έρευνας σε αθλήτριες ΕΓ αγωνιστικού και μη αγωνιστικού επιπέδου θα προσφέρει χρήσιμες πληροφορίες για το εάν το πρωτόκολλο πλειομετρικής προπόνησης με μέσο επιβάρυνσης τα γόνατα στο στήθος (tuck jumps) ή το πλειομετρικό πρωτόκολλο επιβάρυνσης με βήμα πάτημα μπλοκάρισμα (blocking) θα έχει τα καλύτερα αποτελέσματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Στο κεφάλαιο που ακολουθεί παρουσιάζεται με αναλυτική περιγραφή το δείγμα της παρούσας έρευνας, τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την εξέταση των παραμέτρων στις οποίες μετρήθηκε το δείγμα, καθώς επίσης και η συνακόλουθη πειραματική διαδικασία.

### Μέθοδος

#### 3.1 Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν ,έπειτα από γονική συγκατάθεση, 39 κορίτσια ([μέσος  $\pm$  *SD*]) ηλικίας  $9.34 \pm 2.31$  ετών, σωματικού βάρους  $34.17 \pm 16.84$  kg, ύψους  $125.77 \pm 29.35$  cm, δείκτη μάζας σώματος (MBI)  $25.09 \pm 30.05$  και προπονητικής εμπειρίας  $16.31 \pm 11.42$  μηνών. Οι 14 εκ των 39 κοριτσιών (35.9%) έκαναν ενόργανη σε αγωνιστικό επίπεδο (πρωταθλητισμό), τα υπόλοιπα 25 κορίτσια (64.11%) σε μη αγωνιστικό επίπεδο (μαζικό αθλητισμό). Οι δοκιμαζόμενες δε διέφεραν στατιστικά στις προαναφερθείσες παραμέτρους, παρά μόνο στην προπονητική εμπειρία της ενασχόλησής τους με το άθλημα της ΕΓ. Όλες οι δοκιμαζόμενες προσήλθαν στο χώρο του γυμναστηρίου που διεξήχθη η μέτρηση, αφού ενημερώθηκαν πλήρως για την πειραματική διαδικασία, προσκόμισαν γραπτή δήλωση συναίνεσης των γονέων τους για τη συμμετοχή τους και έπειτα υποβλήθηκαν σε μέτρηση σωματικού αναστήματος και σωματικού βάρους. Βασική προϋπόθεση για τη συμμετοχή των δοκιμαζομένων στην έρευνα ήταν η μη ύπαρξη ιστορικού ορθοπεδικής ή νευρολογικής ασθένειας, καθώς και η μη λήψη οποιασδήποτε φαρμακευτικής αγωγής. Μια ακόμα προϋπόθεση για την συμμετοχή των δοκιμαζομένων στην μελέτη ήταν η δυνατότητα εκτέλεσης της άσκησης του «μπλοκαρίσματος των ποδιών» στις ασκήσεις εδάφους όπως επίσης και των αλμάτων με «γόνατα στο στήθος» (tuck jumps).

Παρακάτω στον πίνακα 3.1 αναγράφονται τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά των δοκιμαζομένων ανάλογα με την ομάδα ένταξής τους στο άθλημα και ο δείκτης μάζας σώματος καθώς και η προπονητική εμπειρία.

Πίνακας 3.1: Σωματομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζόμενων ανάλογα με το επίπεδο ένταξης τους στο άθλημα

Ομάδα	Ηλικία (έτη)	Σωματική μάζα (Kg)	Σωματικό ανάστημα (cm)	Δείκτης Μάζας Σώματος (BMI)	Προπονητική εμπειρία (μήνες)
Μη αγωνιστικό (n = 25)	9.24±2.55	36.39±20.1 6	122.24±35. 53	29.57±37.02	10.06±2.01
Αγωνιστικό (n = 14)	9.36±1.91	30.27±7.32	132.07±11. 04	17.10±1.37	11.46±3.06 #

# P < .05

### 3.2 Όργανα

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη της ερευνητικής προσπάθειας ήταν το μηχάνημα Chronojump-Bosco καθώς και ένα πλινθίο ύψους 33 cm πάνω στο οποίο στέκονταν οι δοκιμαζόμενοι για την εκτέλεση του άλματος βάθους (drop jump). Το μηχάνημα Chronojump περιέχει ηλεκτρονικό τάπητα με fiberglass το οποίο παρέχει εξολοκλήρου επαφή με το δοκιμαζόμενο (για ακριβή δεδομένα χρόνου και δύναμης), φωτοκύτταρα Chronopic με ρυθμιζόμενο εύρος ευαισθησίας, αποκωδικοποιητή για μεταφορά δεδομένων με επιλογές ανίχνευσης και μετρητή ισχύος Encoder για υπολογισμό ιδανικού φορτίου. Μέσω του Chronojump γίνεται να μετρηθούν τα ελεύθερα άλματα, Squat jumps, Counter Movement jumps, Drop jumps και Rocket jumps, η ώθηση, τα δεδομένα των χρόνων επαφής και πτήσης, το ύψος πτήσης, η ισχύς, το Stiffness και η ταχύτητα. Το συγκεκριμένο μηχάνημα έχει μεγάλους δείκτες εγκυρότητας και αξιοπιστίας καθώς υπάρχει πληθώρα δεδομένων τεκμηρίωσης σχετικά με τη χρήση και την επικύρωση των εργαλείων που παρέχει, και διότι έχει χρησιμοποιηθεί από μεγάλη ομάδα ερευνητών (Xavier de Blas Foix, Josep María Padullés Riu, José Luis López del Amo & Myriam Guerra Bálic, 2012).

### 3.3 Πειραματική διαδικασία

Τρεις μέρες πριν την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας έγινε καταγραφή των σωματικών χαρακτηριστικών του δείγματος (σωματική μάζα, σωματικό

ανάστημα, ηλικία). Επιπλέον, το δείγμα είχε μια πρώτη επαφή με τα όργανα, τόσο με το Chronojump όσο και με το πλινθίο, για να επέλθει εξοικείωση για την εκτέλεση των μετρήσεων. Οι δοκιμαζόμενες έκαναν δοκιμαστικές προσπάθειες εκτός πλατφόρμας Chronojump, σε άλλο χώρο μέσα στο γυμναστήριο για να συνηθίσουν την κίνηση των αλμάτων βάθους (drop jumps) τρεις ημέρες πριν την έναρξη. Αξίζει να αναφερθεί το γεγονός ότι οι αθλήτριες γνώριζαν τη τεχνική του άλματος βάθους, καθώς τη χρησιμοποιούσαν συχνά κατά τη διάρκεια της προπονητικής διαδικασίας. Στην συνέχεια εκτέλεσαν τρία άλματα βάθους στην πλατφόρμα του Chronojump για λόγους κατανόησης του κινητικού προτύπου, αλλά και για να επιβεβαιωθεί η σωστή βαθμονόμηση του μηχανήματος.

Όλες οι δοκιμαζόμενες πραγματοποίησαν ατομική προθέρμανση η οποία περιλάμβανε τρέξιμο χαμηλής και σταθερής έντασης, διάρκειας 5 λεπτών στο διάδρομο του εδάφους.

Μετά το τέλος της προθέρμανσης πραγματοποιήθηκε η αρχική μέτρηση εκρηκτικής δύναμης κάτω άκρων όπου κάθε δοκιμαζόμενη εκτέλεσε δύο άλματα βάθους από το πλινθίο ύψους 33 cm προς την πλατφόρμα (drop jump). Μεταξύ των δύο προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 30 δευτερολέπτων.

Μετά το τέλος των αρχικών μετρήσεων το δείγμα ακολούθησε δύο παρεμβατικά πλειομετρικά πρωτόκολλα μεταξύ των οποίων μεσολάβησε χρονικό διάστημα μιας εβδομάδας. Το πρώτο παρεμβατικό πρωτόκολλο περιλάμβανε δύο σειρές (set) αλμάτων με γόνατα στο στήθος (tuck jumps) των 10 επαναλήψεων ανά set, ενώ το δεύτερο δύο set την άσκηση μπλοκαρίσματος των ποδιών (blocking) των δέκα επαναλήψεων ανά set. Αμέσως μετά το τέλος του εκάστοτε παρεμβατικού πρωτοκόλλου πραγματοποιήθηκαν οι τελικές μετρήσεις μετά την πάροδο 1 λεπτού, τεσσάρων, οκτώ, δώδεκα και δεκαέξι λεπτών αντίστοιχα. Στο διάλειμμα τεσσάρων λεπτών που μεσολαβούσε μεταξύ των τελικών μετρήσεων οι δοκιμαζόμενες δεν πραγματοποιούσαν καμία δραστηριότητα και παρέμεναν καθιστοί στο χώρο του γυμναστηρίου σε εδραία θέση για να αποφευχθούν οι διατάσεις στους μύες των ποδιών. Κάθε δοκιμαζόμενη εκτελούσε δύο προσπάθειες άλματος βάθους (drop jump) τόσο στις αρχικές, όσο και στις τελικές μετρήσεις εκ των οποίων καταμετρήθηκε η καλύτερη, μεταξύ των δύο προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 30 δευτερολέπτων.



α

β

Εικόνα 1: Διαδικασία πρώτου παρεμβατικού πρωτοκόλλου. Επιβάρυνση με άλματα με γόνατα στο στήθος (tuck jumps) α)πάτημα και β) άλμα με γόνατα στο στήθος.



α

β

γ

Εικόνα 2: Διαδικασία δευτέρου πρωτοκόλλου επιβάρυνσης μέσω Blocking. α) το βήμα , β) το πάτημα και γ) το μπλοκάρισμα-αναπήδηση.

Η πειραματική διαδικασία έλαβε μέρος στον αθλητικό σύλλογο ΕΓ Π.Κ.Ε.Γ ΑΙΑΣ. Υπό κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος και θερμοκρασίας. Το δείγμα δεν παρουσίασε απώλεια ενδιαφέροντος, παράγοντας ο οποίος μπορεί να επηρεάσει την εσωτερική εγκυρότητα των αποτελεσμάτων της έρευνας. Η συμμετοχή σε μία πειραματική συνθήκη είναι δυνατόν να επηρεάσει το αποτέλεσμα της μέτρησης. Αυτό μπορεί να οφείλεται πρώτον στην εξάσκηση στην εκτέλεση της πειραματικής δοκιμασίας και δεύτερον στην ευαισθητοποίηση, που έχει σαν αποτέλεσμα τη διευκόλυνση της αναγνώρισης. Τα λάθη στις πειραματικές συνθήκες περιορίζονται μέσω της τεχνικής της αντιστάθμισης (counterbalancing), δηλαδή εφαρμόζονται όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί για όλες τις πειραματικές συνθήκες (Nelson, 1989).

### 3.4 Μέτρηση αξιολόγησης – Άλμα βάθους (drop jump)

Οι ασκούμενες ξεκινούσαν από όρθια θέση πάνω σε μια υπερυψωμένη πλατφόρμα (33 cm) έχοντας ήδη αφαιρέσει τα υποδήματά τους. Τα χέρια τους βρίσκονταν στη θέση της μεσολαβής, τα πόδια ανοικτά στο άνοιγμα των ώμων και τα δάκτυλα των ποδιών στραμμένα προς τα εμπρός. Από τη θέση αυτή έκαναν προβολή του ενός ποδιού εμπρός ώστε να βρεθούν σε θέση εκτός ισορροπίας και από τη στιγμή που ερχόταν σε επαφή με την πλατφόρμα τουμηχανήματος εκτελούσαν το άλμα βάθους προσπαθώντας να έχουν το μικρότερο δυνατό χρόνο στήριξης κατά την κρούση των ποδιών στην πλατφόρμα, καταβάλλοντας τη μεγαλύτερη δυνατή προσπάθεια. Για το λόγο αυτό είχε υπογραμμιστεί στις δοκιμαζόμενες να μην λυγίζουν αρκετά τα πόδια τους κατά την φάση στήριξης στην πλατφόρμα, αλλά αμέσως μετά την επαφή τους με αυτή να εκτελούν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο άλμα. Οι εξαρτημένες μεταβλητές ήταν ο χρόνος επαφής (sec), ο χρόνος πτήσης (sec), το ύψος του άλματος (cm), και η ταχύτητα απογείωσης του άλματος (m/sec).

α

β

γ



Εικόνα 3: Εκτέλεση άλματος βάθους από υπερυψωμένη επιφάνειας ύψους 33 cm:

α) αρχική φάση, β) η φάση στήριξης - ώθησης και γ) η φάση πτήσης.

### 3.5 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο SPSS v. 22 (SPCC Inc., Chicago, IL) και τα δεδομένα παρουσιάζονται με τους μέσους όρους και τυπικές αποκλίσεις. Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση άσκησης των



αλμάτων με γόνατα στο στήθος (tuck jumps) και της άσκησης μπλοκαρίσματος των ποδιών (blocking) στην εκτέλεση του άλματος βάθους, αμέσως μετά, 4, 8, 12 και 16 λεπτά μετά το τέλος της παρέμβασης. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $\alpha = 0.5$ .

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### Αποτελέσματα

#### 4.1 Χρόνος επαφής κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους

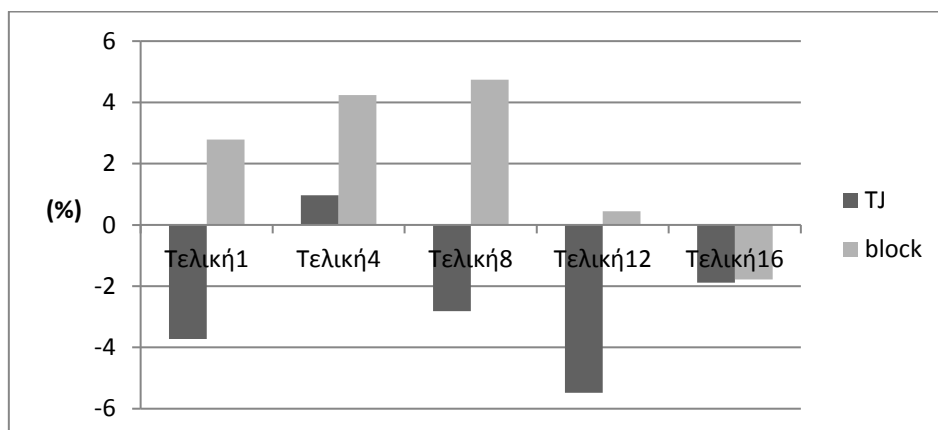
Δεν υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στο χρόνο επαφής του άλματος βάθους ( $F_{(5)} = 1.303$ ,  $p = 0.272$ ), ούτε και στον παράγοντα μετρήσεις ( $F_{(5)} = 1.920$ ,  $p = 0.102$ ). Οι μέσοι όροι του χρόνου επαφής κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους από τις δοκιμαζόμενες αναγράφονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1 : Μέσοι όροι του χρόνου επαφής (sec) κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους (οι τυπικές αποκλίσεις αναγράφονται στην παρένθεση) ( $n = 39$ )

Άσκηση	Αρχική	Τελική 1	Τελική 4	Τελική 8	Τελική 12	Τελική 16
Tuck jumps	0.207 (0.71)	0.215 (0.06)	0.205 (0.06)	0.213 (0.07)	0.219 (0.07)	0.211 (0.05)
Block action	0.221 (0.06)	0.215 (0.07)	0.212 (0.06)	0.211 (0.04)	0.220 (0.06)	0.225 (0.05)

Επίσης δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των πρωτόκολλων σε καμία από τις επιμέρους μετρήσεις. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές των τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση σε κανένα από τα δύο εξεταζόμενα πρωτόκολλα προενεργοποίησης. Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση του χρόνου επαφής των επιμέρους τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.1

Γράφημα 4.1 : ποσοστό διαφοροποίησης (%) του χρόνου επαφής στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.



#### 4.2 Χρόνος πτήσης κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους

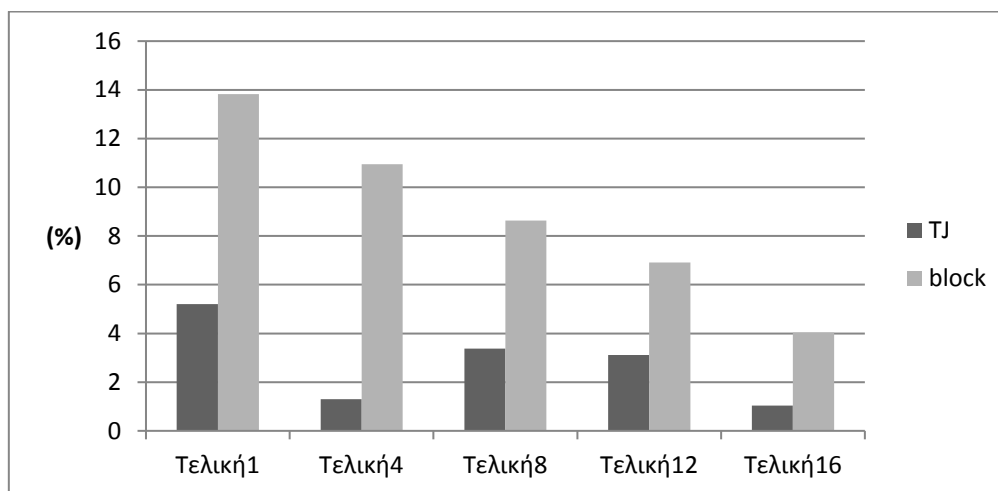
Υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στο χρόνο πτήσης του άλματος βάθους ( $F_{(5)} = 8.358$ ,  $p = 0.000$ ), όπως επίσης και στον παράγοντα μετρήσεις ( $F_{(5)} = 30.798$ ,  $p = 0.000$ ). Οι μέσοι όροι του χρόνου πτήσης κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους από τις δοκιμαζόμενες αναγράφονται στον πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Μέσοι όροι του χρόνου πτήσης (sec) κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους (οι τυπικές αποκλίσεις αναγράφονται στην παρένθεση) ( $n=39$ )

Άσκηση	Αρχική	Τελική 1	Τελική 4	Τελική 8	Τελική 12	Τελική 16
Tuck jumps	0.384 (0.06)	0.404 (0.06)	0.389 (0.06)	0.397 (0.05)	0.396 (0.06)	0.388 (0.06)
Block action	0.347 (0.06)	0.395 (0.05)	0.385 (0.05)	0.377 (0.05)	0.371 (0.05)	0.361 (0.06)

Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση του χρόνου πτήσης των επιμέρους τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.2.

Γράφημα 4.2: Ποσοστό διαφοροποίησης (%) του χρόνου πτήσης στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.



Εντούτοις, σημαντικές διαφορές των ομάδων παρατηρήθηκαν στην αρχική μέτρηση (Pre):  $t_{(76)} = 2.624$ ,  $p = 0.010$  και στην τελική μέτρηση των 16 λεπτών (Post16):  $t_{(76)} = 1.992$ ,  $p = 0.049$ . Επίσης, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση στην ομάδα που εκτέλεσε τα άλματα με γόνατα στο στήθος (tuck jumps) μεταξύ αρχικής και τελικής αμέσως μετά ( $t_{(38)} = -4.58$ ,  $p = 0.000$ ), αρχικής και τελικής 8 ( $t_{(38)} = -2.636$ ,  $p = 0.012$ ), και αρχικής και τελικής 16 ( $t_{(25)} = 2.165$ ,  $p = 0.037$ ), ενώ στην ομάδα που εκτέλεσε την άσκηση του «μπλοκαρίσματος» των ποδιών στατιστικά σημαντικές διαφορές σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάστηκε σε όλες τις επιμέρους τελικές μετρήσεις (Post1:  $t_{(38)} = -12.796$ ,  $p = 0.000$ ), (Post4:  $t_{(38)} = -10.860$ ,  $p = 0.000$ ), (Post8:  $t_{(38)} = -9.232$ ,  $p = 0.000$ ), (Post12:  $t_{(38)} = -6.170$ ,  $p = 0.000$ ), (Post16:  $t_{(38)} = -6.495$ ,  $p = 0.000$ ).

### 4.3 Ύψος πτήσης άλματος κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους

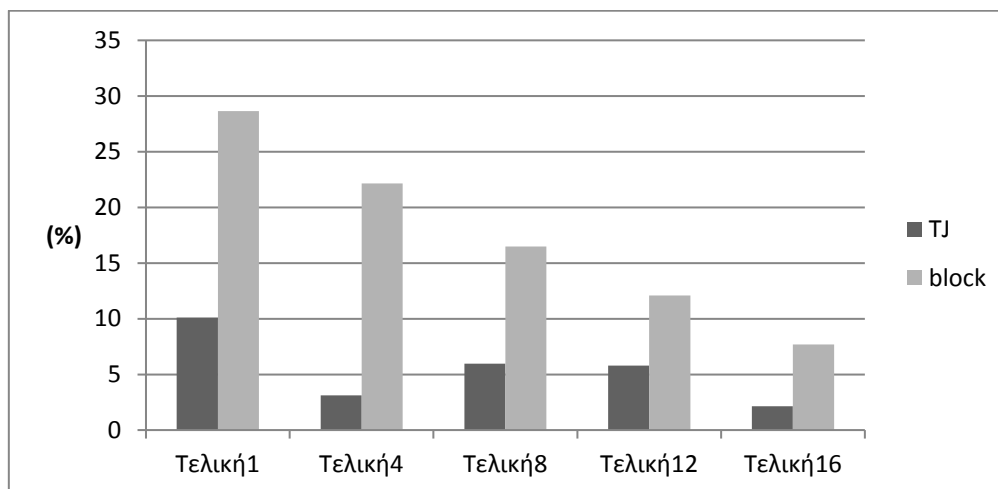
Υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στο ύψος πτήσης του άλματος βάθους ( $F_{(5)} = 8.177$ ,  $p = 0.000$ ), όπως επίσης παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στους παράγοντες μετρήσεις ( $F_{(5)} = 31.658$ ,  $p = 0.000$ ). Οι μέσοι όροι του ύψους πτήσης κατά την εκτέλεση του άλματος αναγράφονται στον πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3: Μέσοι όροι του ύψους πτήσης (cm) κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους (οι τυπικές αποκλίσεις αναγράφονται στην παρένθεση) (n =39)

Άσκηση	Αρχική	Τελική 1	Τελική 4	Τελική 8	Τελική 12	Τελική 16
Tuck jumps	18.61 (6.21)	20.49 (6.29)	19.19 (5.64)	19.72 (5.29)	19.69 (5.78)	19.01 (6.03)
Block action	15.22 (5.30)	19.58 (5.62)	18.59 (5.17)	17.73 (5.18)	17.06 (5.31)	16.39 (5.29)

Εντούτοις, σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων παρατηρήθηκαν στην αρχική μέτρηση Pre:  $t_{(76)} = 2.587$ ,  $p = 0.012$ , Post12:  $t_{(76)} = 2.092$ ,  $p = 0.040$ , και Post16:  $t_{(76)} = 2.039$ ,  $p = 0.045$ . Επίσης, παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές των τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση και στα δύο πρωτόκολλα. Πιο συγκεκριμένα το πρωτόκολλο «άλματα στο στήθος» ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην τελική μέτρηση που έγινε αμέσως μετά ( $t_{(38)} = -4.685$ ,  $p = 0.000$ ), μετά από 8 λεπτά ( $t_{(38)} = -2.367$ ,  $p = 0.023$ ) και μετά από 12 λεπτά ( $t_{(38)} = -2.055$ ,  $p = 0.047$ ), ενώ το πρωτόκολλο με το μπλοκάρισμα των ποδιών ανέδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά σε όλες τις τελικές μετρήσεις, δηλαδή στην Post1 ( $t_{(38)} = -13.367$ ,  $p = 0.000$ ), Post4 ( $t_{(38)} = -12.029$ ,  $p = 0.000$ ), Post8 ( $t_{(38)} = -9.956$ ,  $p = 0.000$ ), Post12 ( $t_{(38)} = -8.735$ ,  $p = 0.000$ ) και Post16 ( $t_{(38)} = -6.593$ ,  $p = 0.000$ ). Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση του ύψους πτήσης των επιμέρους τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.3.

Γράφημα 4.3: Ποσοστό διαφοροποίησης (%) του ύψους πτήσης στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.



#### 4.4 Ταχύτητα απογείωσης κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους

Υπήρξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτόκολλων και των επιμέρους μετρήσεων στο άλμα βάθους ( $F_{(5)} = 9.326$ ,  $p = 0.000$ ) όπως επίσης στατιστικά σημαντική διαφορά στον παράγοντα μετρήσεις ( $F_{(5)} = 30.770$ ,  $p = 0.000$ ). Οι μέσοι όροι του χρόνου επαφής κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους από τις δοκιμαζόμενες αναγράφονται στον πίνακα 4.4.

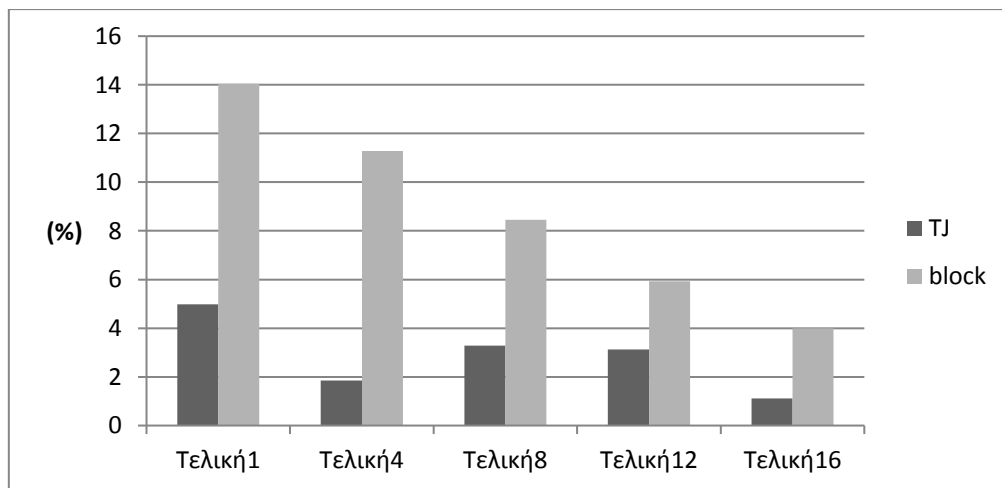
Πίνακας 4.4: Μέσοι όροι της ταχύτητας απογείωσης (m/sec) κατά την εκτέλεση του άλματος βάθους (οι τυπικές αποκλίσεις αναγράφονται στην παρένθεση) ( $n = 39$ ).

Άσκηση	Αρχική	Τελική 1	Τελική 4	Τελική 8	Τελική 12	Τελική 16
Tuck jumps	1.885 (0.31)	1.979 (0.31)	1.920 (0.28)	1.947 (0.26)	1.944 (0.29)	1.906 (0.31)
Block action	1.702 (0.30)	1.941 (0.27)	1.894 (0.26)	1.846 (0.27)	1.803 (0.28)	1.770 (0.28)

Εντούτοις, σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στην αρχική μέτρηση (Pre):  $t_{(76)} = 2.616$ ,  $p = 0.011$ , και στις τελικές μετρήσεις που έγιναν 12 λεπτά μετά (Post21):  $t_{(76)} = 2.180$ ,  $p = 0.032$ , και 16 λεπτά (Post16):  $t_{(76)} = 1.999$ ,  $p = 0.049$  μετά

το τέλος της παρέμβασης. Στατιστικά σημαντικές διαφορές των τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσίασε το πρωτόκολλο των «αλμάτων στο στήθος» στη μέτρηση που έγινε αμέσως μετά Post1: ( $t_{(38)} = - 4.528, p = 0.000$ ) Post8: ( $t_{(38)} = - 2.559, p = 0.015$ ) και Post12: ( $t_{(38)} = - 2.170, p = 0.036$ ). Αντίθετα το πρωτόκολλο του «μπλοκαρίσματος των ποδιών» ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις επιμέρους τελικές μετρήσεις, Post1:  $t_{(38)} = - 12.776, p = 0.000$ , Post4:  $t_{(38)} = - 10.892, p = 0.000$ , Post8: ( $t_{(38)} = - 9.195, p = 0.000$ , Post12:  $t_{(38)} = - 6.747, p = 0.000$  και Post16:  $t_{(38)} = - 6.358, p = 0.000$ . Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση της ταχύτητας απογείωσης των επιμέρους τελικών μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.4.

Γράφημα 4.4: Ποσοστό διαφοροποίησης (%) της ταχύτητας απογείωσης του άλματος στις επιμέρους τελικές μετρήσεις σε σχέση με την αρχική μέτρηση.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5.1 Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνηθεί η επίδραση δυο διαφορετικών πλειομετρικών πρωτοκόλλων στην εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων σε αθλήτριες ΕΓ, αγωνιστικού και μη αγωνιστικού επιπέδου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εξαρτημένες μεταβλητές του άλματος βάθους, χρόνος πτήσης, ύψος άλματος και ταχύτητα απογείωσης του άλματος επηρεάστηκαν θετικά αμέσως μετά την παρέμβαση και των δυο πλειομετρικών πρωτοκόλλων αλλά και μετά τα 4, 8, 12 και 16 λεπτά από το τέλος του παρεμβατικού προγράμματος. Σε αντίθεση, ο χρόνος επαφής του άλματος δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά μετά την παρέμβαση κανενός εκ των δύο πλειομετρικών πρωτοκόλλων αλλά και ούτε στις επιμέρους μετρήσεις μετά από 4, 8, 12 και 16 λεπτά αντίστοιχα.

Πιο αναλυτικά, στην μέτρηση που έγινε αμέσως μετά την παρέμβαση και των δύο πλειομετρικών πρωτοκόλλων, σημειώθηκαν οι μέγιστες μέσες τιμές του χρόνου πτήσης του άλματος. Οι τιμές αυτές σημείωσαν φθίνουσα πορεία στις επιμέρους μετρήσεις μετά τα 4, 8, 12 και 16 λεπτά και στα δυο πρωτόκολλα. Ωστόσο ο μέσος όρος των τιμών του χρόνου πτήσης που μετρήθηκε μετά το τέλος των 16 λεπτών ήταν μεγαλύτερος από αυτόν της αρχικής μέτρησης πριν την παρεμβατική διαδικασία και στις δυο περιπτώσεις.

Σχετικά με το ύψος πτήσης του άλματος, ο μέσος όρος των τιμών του σημείωσε την μέγιστη τιμή στην μέτρηση ακριβώς μετά το τέλος της παρεμβατικής διαδικασίας και στα δύο πλειομετρικά πρωτόκολλα. Σε σχέση με την αρχική μέτρηση, η μέτρηση ακριβώς μετά την παρέμβαση παρουσίασε τα μέγιστα ύψη πτήσης και στα δύο πρωτόκολλα, ενώ στις επιμέρους μετρήσεις μετά τα 4, 8, 12 και 16 λεπτά, η τιμή του ύψους πτήσης παρουσίασε πτωτική πορεία. Ωστόσο ο μέσος όρος των τιμών του ύψους πτήσης του άλματος της αρχικής μέτρησης (pre) παρέμεινε πιο χαμηλός από αυτόν της μέτρησης μετά τα 16 λεπτά και στα δύο πλειομετρικά πρωτόκολλα.

Τέλος για την ταχύτητα απογείωσης του άλματος, ο μέσος όρος των τιμών της παρουσίασε μέγιστη τιμή στην μέτρηση ακριβώς μετά το τέλος της παρεμβατικής διαδικασίας και στα δυο πλειομετρικά πρωτόκολλα. Στις επιμέρους μετρήσεις μετά από 4, 8, 12 και 16 λεπτά, η τιμή αυτή σταδιακά μειώθηκε αν και παρέμεινε υψηλότερη από την αρχική μέτρηση (pre) και στις δυο περιπτώσεις.



Όσον αφορά τη σύγκριση των δύο πλειομετρικών πρωτοκόλλων, στο πρωτόκολλο με τα άλματα με γόνατα στο στήθος (tuck jumps), οι ανεξάρτητες μεταβλητές του άλματος βάθους, χρόνος πτήσης άλματος, ύψος πτήσης άλματος και ταχύτητα απογείωσης του άλματος παρουσίασαν μεγαλύτερες απόλυτες τιμές σε όλες τις μετρήσεις πριν και μετά την παρέμβαση σε σχέση με αυτές στο δεύτερο πρωτόκολλο με το μπλοκάρισμα των ποδιών (blocking). Όμως η επί τις εκατό (%) διαφοροποίηση των τιμών των μεταβλητών αυτών σε σύγκριση με την αρχική μέτρηση (pre) υπήρξε μεγαλύτερη στο πρωτόκολλο με το μπλοκάρισμα των ποδιών (blocking), σε όλες τις τελικές μετρήσεις αμέσως μετά και μετά τα 4, 8, 12 και 16 λεπτά αντίστοιχα σε σχέση με το πρωτόκολλο με τα άλματα με γόνατα στο στήθος (tuck jumps). Επιπλέον αξίζει να αναφερθεί ότι η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση των τιμών των μεταβλητών αυτών στο πλειομετρικό πρωτόκολλο επιβάρυνσης με βήμα πάτημα μπλοκάρισμα (blocking) παρουσίασε γραμμική μείωση στις επόμενες επιμέρους τελικές μετρήσεις (4, 8, 12, 16). Στο παρεμβατικό πρωτόκολλο επιβάρυνσης με γόνατα στο στήθος (tuck jumps) η επί τοις εκατό διαφοροποίηση των τιμών των επιμέρους μεταβλητών είχε μια μη ομαλά φθίνουσα πορεία. Το δεύτερο παρεμβατικό πρωτόκολλο σχετίζεται περισσότερο με το κινητικό πρότυπο του άλματος βάθους, γεγονός που δικαιολογεί τη μεγαλύτερη διαφοροποίηση μεταξύ των αρχικών και των τελικών μετρήσεων (Crewther et al, 2011). Βάσει των αποτελεσμάτων της μελέτης μας η πλειομετρική επιβάρυνση μικρής έντασης επέφερε βραχυπρόθεσμη βελτίωση της εκρηκτικότητας των κάτω άκρων ενισχύοντας ερευνητικά δεδομένα άλλων μελετών (Bullock & Comfort, 2011; Tobin & Delahunt, 2014).

Τα αποτελέσματα της μελέτης επιβεβαιώνουν την πρώτη ερευνητική υπόθεση αφού υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής μέτρησης στις τρεις εκ των τεσσάρων εξαρτημένων μεταβλητών του άλματος βάθους, στον χρόνο πτήσης, στο ύψος και στην ταχύτητα απογείωσης του άλματος, με εξαίρεση τον χρόνο επαφής του άλματος ο οποίος δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση και στα δύο πλειομετρικά πρωτόκολλα.

Όσον αφορά την δεύτερη ερευνητική υπόθεση στο πλειομετρικό πρωτόκολλο με τα άλματα με γόνατα στο στήθος (tuck jumps) βάση των αποτελεσμάτων αναδείχθηκαν τα εξής συμπεράσματα. Η μέτρηση που έγινε αμέσως μετά την παρέμβαση σημείωσε στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τις επόμενες

τελικές επιμέρους μετρήσεις, με τη μεγαλύτερη διαφορά να παρουσιάζεται μεταξύ της πρώτης τελικής (post 1) και αυτής μετά το πέρας των 16 λεπτών (post 16).

Τέλος επιβεβαιώνεται και η τρίτη ερευνητική υπόθεση, καθώς η τελική μέτρηση αμέσως μετά το τέλος της παρέμβασης (post 1) με το μπλοκάρισμα των ποδιών διέφερε στατιστικώς σημαντικά με τις τελικές μετρήσεις (post 4, post 8, post 12, post 16).

## **5.2 Συμπεράσματα**

Με βάση τα αποτελέσματα προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα. Η πλειομετρική επιβάρυνση μικρής έντασης επιφέρει βραχυπρόθεσμη βελτίωση της εκρηκτικότητας των κάτω άκρων. Επιπλέον, το δεύτερο παρεμβατικό πρωτόκολλο (blocking) φαίνεται να επιφέρει μεγαλύτερη βελτίωση στην εκρηκτικότητα των κάτω άκρων στα άλματα βάθους, καθώς και έχει μια ομαλή μείωση στις επιμέρους τιμές των εξαρτημένων μεταβλητών του άλματος. Επίσης το πρωτόκολλο αυτό (blocking) σχετίζεται περισσότερο με το κινητικό πρότυπο του άλματος βάθους σε σχέση με αυτό των αλμάτων με γόνατα στο στήθος (tuck jumps), γεγονός που δικαιολογεί την μεγαλύτερη διαφοροποίηση των ευρεθισών τιμών. Συμπερασματικά φαίνεται ότι η μεταδιεγερτική ενεργοποίηση των μυών των κάτω άκρων ωφελεί τις αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής βελτιώνοντας την απόδοσή τους σε άλματα βάθους για ένα βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα μετά από το πέρας της επιβάρυνσης.

## **5.3 Προτάσεις**

Προτείνεται διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας στην επίδραση της μεταδιεγερτικής προενεργοποίησης σε αθλητές ενόργανης γυμναστικής, σε αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής διαφορετικών ηλικιών, σε αθλητές ενόργανης γυμναστικής διαφορετικών ηλικιών, σε άλματα βάθους από ύψος διαφορετικό των 33 εκατοστών (μεγαλύτερο ή μικρότερο), σε αθλητές-αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής με διαφορετική προπονητική εμπειρία από αυτήν της παρούσας έρευνας, σε διαφορετικές μυϊκές ομάδες, παραδείγματος χάριν στη δύναμη και ισχύ των άνω άκρων. Τέλος προτείνεται να ερευνηθεί εκτενέστερα η επίδραση της μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης με παρεμβάσεις υψηλότερης έντασης.

## 5.4 Βιβλιογραφία

### Ελληνική

- Ιωάννου, Α., Ντάνος, Γ., Πηττας, Α., και Ράπτης, Σ. (1999). *Φυσική θετικής και τεχνολογικής κατεύθυνσης, Γ' τάξη Γενικού λυκείου*. Οργανισμός εκδόσεως διδακτικών βιβλίων, Αθήνα.
- Κλεισούρας, Β. (2011). *Εργοφυσιολογία*. Εκδόσεις Π.Χ Πασχαλίδης.
- Ντάλλας, Γ. (2011). *Ενόργανη γυμναστική ανδρών και γυναικών. Μηχανική-Τεχνική-Μεθοδολογία*. Εκδόσεις Τελέθριον.
- Τζιωρτζής, Σ. (2004). *Αθλητικοί δρόμοι. Φυσική κατάσταση, προγραμματισμός, τεχνική*. Publishing house Art Work.

### Ξενόγλωσση

- Batista, M.A., Roschel, H., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2011). Influence of strength training background on postactivation potentiation response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9): 2496-2502.
- Blas, X. D., Padullés Riu, J. M., López del Amo, J. L., & Guerra-Balic, M. (2012). Creation and validation of Chronojump-Boscosystem: A free tool to measure vertical jumps.
- Blattner, S. E., & Noble, L. (1979). Relative effects of isokinetic and plyometric training on vertical jumping performance. *Research Quarterly. American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance*, 50(4): 583-588.
- Buehrle M, & Schmidbleicher D (1981). Komponenten der Maximalund SchnellkraftVersuch einer Neustrukturierung auf der Basis empirischer Ergebnisse. *Sportwissenschaft*, 11:11–27
- Bullock, N., & Comfort, P. (2011). An investigation into the acute effects of depth jumps on maximal strength performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11):3141.
- Buttifant, D., & Hrysomallis, C. (2015). Effect of Various Practical Warm-up Protocols on Acute Lower-Body Power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3): 656-660.
- Chen, Z.R., Wang, Y.H., Peng, H.T., Yu, C.F., & Wang, M.H. (2013). The acute

- effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1): 154-158.
- Connock, M., Stevens, C., Fry-Smith, A., Jowett, S., Fitzmaurice, D., Moore, D., & Song, F. (2007). Clinical effectiveness and cost-effectiveness of different models of managing long-term oral anticoagulation therapy: a systematic review and economic modeling. *Health Technology Assessment*, 11:38.
- Crewther, B. T., Kilduff, L. P., Cook, C. J., Middleton, M. K., Bunce, P. J., & Yang, G. Z. (2011). The acute potentiating effects of back squats on athlete performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(12), 3319-3325.
- Earle, R. W., and T. R. Baechle. (2000). Resistance training and spotting techniques. *Essentials of strength training and conditioning*, 2: 343-394.
- Fletcher, I. M. (2013). An investigation into the effect of a pre-performance strategy on jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1): 107-115.
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports medicine*, 37(2); 145-168.
- Gelen, E. (2011). Acute effects of different warm-up methods on jump performance in children. *Biology of Sport*, 28(2): 133.
- Güllich, A., & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*, 11: 67-84.
- Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2011). *Physiology of Sport and Exercise 5th Edition iBooks Enhanced Version*. Human Kinetics.
- Kirby, R.L., Simms, F.C., Symington, V.J., and Garner, J.B. (1981). Flexibility and musculoskeletal symptomatology in female gymnasts and age-matched controls. *American Journal of Sports Medicine*, 9(3): 160-164.
- Marina, M., Jemni, M., Rodríguez, F.A., & Jimenez, A. (2012). Plyometric jumping performances of male and female gymnasts from different heights. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7): 1879-1886.
- Masamoto, N., Larson, R., Gates, T., & Faigenbaum, A. (2003). Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1): 68-71.
- Nelson, J. K. (1989). Measurement methodology for affective tests. *Measurement*

*concepts in physical education and exercise science*, 271-295.

- Nelson, J.K., Johnson, B.L., and Smith, G.C. (1983) Physical characteristics, hip flexibility and arm strength of female gymnasts classified by intensity of training across age. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 23(1):95-101.
- Potach, D.H., & Chu, D.A.. (2000). Plyometric training. *Essentials of strength training and conditioning*, 2: 427-471.
- Robbins, D.W. (2005). Postactivation Potentiation and its practical applicability: A brief review. School of Physical Education, University of Victoria, Victoria, British Columbia, Canada. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2005, 19(2): 453-458.
- Sale, D.G., and Norman, R.W. (1982). Testing strength and power. In MacDougall, JD; Wenger, HA & Green, HJ (Eds.), *Physiological testing of the elite athlete*, Movement Publications, Ithaca, NY.
- Sale, D.G. (2002). Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exercise Sport Science Review*, 30(3):138-143.
- Singh, H., Rana, R.S., and Walia, S.S. (1987). Effect of strength and flexibility on performance in men's gymnastics. In Petiot, B; Samela, JH and Hoshizaki, TB (Eds.), *World identification systems for gymnastic talent*, Sport Psyche Editions Montreal, Canada.
- Smith, J. C., & Fry, A. C. (2007). Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1): 73-76.
- Tillin, M. N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports medicine*, 39(2): 147-166.
- Tobin, D. P., & Delahunt, E. (2014). The acute effect of a plyometric stimulus on jump performance in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2): 367-372.
- Tsimahidis, K., Galazoulas, C., Skoufas, D., Papaiakevou, G., Bassa, E., Patikas, D., & Kotzamanidis, C. (2010). The effect of sprinting after each set of heavy resistance training on the running speed and jumping performance of young

basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8): 2102-2108.

Xenofondos, A., Patikas, D. & Kotzamanidis, C. (2014). On the mechanisms of post-activation potentiation: the contribution of neural factors. *Journal of physical Education and Sport*, 14(2): 134.