

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΤΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ ΣΕ
ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΛΜΑΤΟΣ ΣΕ ΑΘΛΗΤΕΣ
ΕΝΟΡΓΑΝΗΣ ΓΥΜΝΑΣΤΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ 8-12 ΧΡΟΝΩΝ**

ΚΟΛΛΙΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ (Α.Μ. 9980201000303)

Επιβλέπων καθηγητής: Γεώργιος Ντάλλας

Αθήνα, Ιανουάριος 2018

Copyright © Κόλλιας Βασίλειος, έτος 2018

All rights reserved.

Περίληψη

Η ενόργανη γυμναστική είναι άθλημα που απαιτεί πολύωρη καθημερινή προπόνηση από τα πρώτα στάδια της προπονητικής πορείας των αθλητών που μπορεί να φθάνει και τις 20 ώρες την εβδομάδα, δηλαδή μπορεί να ανέρχεται και σε 180 έως 200 λεπτά ημερησίως. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καταπόνηση των αθλούμενων επιφέροντας σε αυτούς σωματική και πνευματική κόπωση. Σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να εξετάσει αν η χρονική διάρκεια της προπόνησης νεαρών αθλητών ενόργανης γυμναστικής επηρεάζει την ισχύ των κάτω άκρων κατά την διάρκεια ή και μετά το τέλος της ημερήσιας προπόνησης. Στη μελέτη πήραν μέρος εθελοντικά 16 αθλητές ενόργανης γυμναστικής, ηλικίας 8.31 ± 1.74 χρόνων, οι οποίοι είναι εν ενεργεία αθλητές σε αγωνιστικό επίπεδο. Η διαδικασία της μέτρησης πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια μιας καθημερινής προπόνησης. Οι δοκιμαζόμενοι αφού ενημερώθηκαν για το σκοπό της μελέτης υποβλήθηκαν στην καταγραφή των σωματομετρικών χαρακτηριστικών (ηλικία, σωματική μάζα και σωματικό ανάστημα) όπως επίσης και ο χρόνος ενασχόλησής τους με το συγκεκριμένο άθλημα της ενόργανης γυμναστικής. Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε το μηχάνημα ChronoJump BOSCO στο οποίο οι εξεταζόμενες εκτέλεσαν τρία άλματα από το ημικάθισμα πριν την έναρξη της προπόνησης, στο μέσον και στο τέλος της προπόνησης. Μεταξύ των αλμάτων μεσολαβούσε διάλειμμα 30 δευτερολέπτων ώστε να υπάρχει επαρκής χρόνος ξεκούρασης. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι παρατηρήθηκε μία διαρκής μείωση της απόδοσης κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από τους εξεταζόμενους νεαρούς αθλητές ενόργανης γυμναστικής τόσο μετά την παρέλευση της μισής χρονικής διάρκειας της προπόνησης όσο και μετά το τέλος της προπόνησης. Με βάση τα αποτελέσματα των μετρήσεων συμπεραίνεται ότι η διάρκεια, αλλά και η ένταση της προπονητικής συνεδρίας ήταν αρκετή με αποτέλεσμα να προκαλέσει κόπωση στους εξεταζόμενους αθλητές της ενόργανης γυμναστικής.

Λέξεις κλειδιά : άμεση επίδραση, μυϊκή κόπωση, προπόνηση, ενόργανη γυμναστική

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κύριο Γιώργο Ντάλλα για την επίβλεψη, την καθοδήγηση, και την συνολική υποστήριξή του καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας της πτυχιακής μου εργασίας όπως επίσης και για τις γνώσεις που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια της ειδίκευσης στο άθλημα της ενόργανης γυμναστικής. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους προπονητές των συλλόγων, τους αθλητές των ομάδων αλλά και τους γονείς που επέτρεψαν στα παιδιά τους να συμμετάσχουν στην παρούσα μελέτη.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	σελ.iii
Ευχαριστίες.....	σελ.iv
Πίνακας Περιεχομένων.....	σελ.v
Κατάλογος Πινάκων.....	σελ.vii
Κατάλογος Σχημάτων.....	σελ.vii
Παράθεση γραφημάτων	σελ. viii

Κεφάλαιο 1

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	σελ. 1
1.1.Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	σελ. 2
1.2.Σκοπός της έρευνας.....	σελ. 2
1.3.Αιτιολόγηση της έρευνας.....	σελ. 2
1.4.Ερευνητικές υποθέσεις.....	σελ. 2
1.5.Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας.....	σελ. 3

Κεφάλαιο 2

2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	σελ. 4
2.1. Ενόργανη γυμναστική και μυϊκή ισχύς	σελ. 4
2.2.Άσκηση και κόπωση.....	σελ. 4
2.3.Προπόνηση και άσκηση	σελ. 5
2.4. Άσκηση και μεταδιεγερτική διευκόλυνση	σελ. 5

Κεφάλαιο 3

3.	ΜΕΘΟΔΟΣ.....	σελ. 9
3.1.	Δοκιμαζόμενοι.....	σελ. 9
3.2.	Όργανα – Εξεταζόμενες δεξιότητες.....	σελ. 9
3.3.	Πειραματική Διαδικασία.....	σελ. 9
3.4.	Μετρήσεις αξιολόγησης.....	σελ. 9
3.4.1.	Κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα.....	σελ. 9
3.5	Στατιστική ανάλυση	σελ. 10

Κεφάλαιο 4

4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	σελ. 11
4.1.	Χρόνος πτήσης.....	σελ. 11
4.2.	Ύψος άλματος.....	σελ. 12
4.3.	Ισχύς άλματος.....	σελ. 13
4.4.	Ταχύτητα απογείωσης άλματος.....	σελ. 14

Κεφάλαιο 5

5.1	Συζήτηση	σελ. 16
5.2	Συμπεράσματα	σελ. 17
5.3	Προτάσεις	σελ. 17

5.4 Βιβλιογραφία	σελ. 18
------------------------	---------

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 4.1: Μέσοι όροι του χρόνου πτήσης (sec) κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα	σελ. 12
Πίνακας 4.2: Μέσοι όροι του ύψους του άλματος (cm) των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση	σελ. 13
Πίνακας 4.3: Μέσοι όροι της ισχύος (P) των επιμέρους μετρήσεων κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα	σελ. 14
Πίνακας 4.4: Μέσοι όροι της ταχύτητας απογείωσης του άλματος (m/sec) κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα	σελ. 15

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 4.1. Ποσοστό διαφοροποίησης % του χρόνου πτήσης των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση ..	σελ. 12
Γράφημα 4.2 Ποσοστό διαφοροποίησης % του ύψους του άλματος των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση ..	σελ. 13
Γράφημα 4.3 Ποσοστό διαφοροποίησης % της ισχύος των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση	σελ. 14
Γράφημα 4.4 Ποσοστό διαφοροποίησης % της ταχύτητας απογείωσης των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση	σελ. 15

Κεφάλαιο 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Η ενόργανη γυμναστική για πολλούς ανθρώπους αποτελεί τη βάση για όλα τα άλλα αθλήματα. Ικανότητες όπως η δρομική ταχύτητα, η ευλυγισία, η μυϊκή δύναμη, η ισορροπία, κ.λ.π. καλλιεργούνται και βελτιώνονται σημαντικά στους αθλητές και τις αθλήτριες της ενόργανης γυμναστικής από πολύ τα πρώτα χρόνια ενασχόλησής του με την ενόργανη γυμναστική. Επίσης, είναι ένα άθλημα που απαιτεί πολύωρη καθημερινή προπόνηση από τα πρώτα στάδια της προπονητικής πορείας των αθλητών και αθλητριών που μπορεί να φθάνει και τις 20 ώρες την εβδομάδα, δηλαδή μπορεί να ανέρχεται και σε 180 έως 200 λεπτά ημερησίως. Κατά τη διάρκεια της ημερήσιας προπόνησης οι αθλητές και οι αθλήτριες περιλαμβάνουν, εκτός από τη γενική τους προθέρμανση, ασκήσεις διάτασης μυών άνω και κάτω άκρων, κορμού, εκτέλεση ασκήσεων τεχνικής σε διάφορα όργανα, ενώ σημαντικό χρόνο μέσα στην ημερήσια προπόνηση κατέχει και η μυϊκή ενδυνάμωση των αθλούμενων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καταπόνηση των αθλούμενων επιφέροντας σε αυτούς σωματική και πνευματική κόπωση. Το συνολικό περιεχόμενο της ημερήσιας προπόνησης οδηγεί σε μείωση της ικανότητας παραγωγής μυϊκής δύναμης (Burgomaster et al, 2008).

Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των ασκήσεων στα διάφορα όργανα και ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της μυϊκής τους ενδυνάμωσης οι αθλητές εκτελούν κυρίως ισομετρικές ασκήσεις αλλά και δυναμικές με τις τελευταίες να εκδηλώνονται είτε με τη μειομετρική είτε με τη πλειομετρική τους συστολή. Η ισομετρική συστολή παρατηρείται όταν το μήκος του μυός δεν μεταβάλλεται αλλά παραμένει σταθερό κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της άσκησης και παρατηρείται κυρίως σε στατικο-δυναμικές ασκήσεις όπως η ελεύθερη ισορροπία στις ασκήσεις εδάφους και στο δίζυγο των ανδρών ή στο σταυρό στους κρίκους. Η μειομετρική συστολή παρατηρείται όταν ο μυς μεταβάλλει το μήκος του κατά τη διάρκεια εκτέλεσης της άσκησης, υπερνικώντας στην ουσία την εξωτερική επιβάρυνση όπως λ.χ. κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος στο έδαφος ή κατά την απογείωση του αθλητή από το βαθύρα, ενώ η πλειομετρική συστολή παρατηρείται όταν ο μυς δεν μπορεί να υπερνικήσει την εξωτερική αντίσταση με αποτέλεσμα την αύξηση του μήκους του

μυός από τη θέση σύσπασης στην οποία βρίσκεται. Λαμβάνοντας υπόψη τη μεγάλη χρονική διάρκεια της προπόνησης αλλά και το γεγονός ότι εκδηλώνονται και οι τρεις προαναφερόμενες μορφές σύσπασης κατά τη διάρκεια προπόνησης στο άθλημα της ενόργανης γυμναστικής είναι φυσιολογικό να επέρχεται ένας βαθμός κόπωσης που ενδεχομένως να οδηγεί σε μείωση της απόδοσης των αθλητών κατά τη διάρκεια της προπόνησης.

1.2 Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της εργασίας ήταν να εξετάσει την επίδραση της χρονικής διάρκειας της προπόνησης στην παραγωγή της μυϊκής ισχύος των κάτω άκρων σε νεαρούς αθλητές ενόργανης γυμναστικής.

1.3 Αιτιολόγηση της έρευνας

Ερευνητικά δεδομένα σχετικά με την επίδραση της διάρκειας της προπόνησης στην παραγωγή μυϊκής ισχύος έχουν αναφερθεί σε αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής όπως επίσης και σε άλλα αθλήματα ατομικά (ποδηλασία) ή ομαδικά όπως ποδόσφαιρο κ.ά. Όμως δεν υπάρχουν αποτελέσματα μετρήσεων που να αφορούν νεαρούς αθλητές ενόργανης γυμναστικής με δεδομένο ότι τα αποτελέσματα που αναφέρονται σε αθλήτριες του ίδιου αθλήματος δεν είναι συγκρίσιμα λόγω της διαφορετικότητας των αγωνιστικών οργάνων αλλά και της μορφής των ασκήσεων που χρησιμοποιούνται.

1.4 Ερευνητικές υποθέσεις

Οι υποθέσεις που θα διερευνηθούν στην παρούσα μελέτη είναι:

- i. Θα υπάρξει μείωση της παραγωγής μυϊκής ισχύος στο μέσον της προπόνησης σε σχέση με το αντίστοιχο πριν την έναρξη της προπόνησης
- ii. Θα υπάρξει μείωση της παραγωγής μυϊκής ισχύος στο τέλος της προπόνησης σε σχέση με το αντίστοιχο πριν την έναρξη της προπόνησης

- iii. Η παραγωγή τη μυϊκής ισχύος στο τέλος της προπόνησης θα έχει μειωθεί σε σχέση με το αντίστοιχο στο μέσο της προπόνησης

1.5 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας

Τα αποτελέσματα πρέπει να συζητηθούν λαμβάνοντας υπ' όψιν τους παρακάτω περιορισμούς:

- i. Οι συμμετέχοντες είναι αθλητές ενόργανης γυμναστικής ηλικίας 8-12 χρόνων.
- ii. Οι συμμετέχοντες είναι νεαροί αθλητές ενόργανης γυμναστικής με μικρή προπονητική εμπειρία.
- iii. Οι μετρήσεις έγιναν κατά τη διάρκεια της προ-αγωνιστικής περιόδου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Ενόργανη Γυμναστική και μυϊκή ισχύς

Η ενόργανη γυμναστική είναι άθλημα που διακρίνεται για την πειθαρχία και η οποία αποτελεί ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του αθλήματος κάτι που το κάνει να ξεχωρίζει από πολλά άλλα αθλήματα, ενώ η αισθητική αποτελεί ακόμη ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της. Επίσης, η ενόργανη γυμναστική απαιτεί υψηλό επίπεδο αθλητικής ικανότητας που βασίζεται στην δύναμη, την αντοχή και την ευλυγισία, με τους αθλητές και τις αθλήτριες να εκδηλώνουν σε μικρό χρονικό διάστημα την μυϊκή τους δύναμη, ιδιαίτερα στις ασκήσεις του εδάφους, του άλματος, της δοκού ισορροπίας όπου τα κάτω άκρα έχουν τον πρωτεύοντα ρόλο (Robbins & Docherty, 2005).

Είναι αρκετές φορές που χρησιμοποιείται η έκφραση «αθλητής ισχύος» προκειμένου να υπογραμμιστεί η ικανότητα του αθλητή που επιδεικνύει εξαιρετική δύναμη ή των οποίων η τεχνική αντοχή επισκιάζει τη χάρη τους, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι ο συγκεκριμένος αθλητής είναι υποδεέστερος των άλλων απλά χρησιμοποιείται για να αναδείξει το διαφορετικό στυλ των αθλητών αυτών. Ερευνητικά δεδομένα αναφέρουν ότι η βελτίωση της μυϊκής ισχύος, εφαρμογή της δύναμης σε μικρό χρονικό διάστημα, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη βελτίωση της αθλητικής απόδοσης-επίδοσης (Smilios et al, 2005).

2.2 Άσκηση και κόπωση

Η πολύωρη καθημερινή προπόνηση ειδικά στις μικρές ηλικίες αναμένεται να προκαλούν μυϊκή αλλά και πνευματική κόπωση. Το γεγονός ότι οι αθλητές ακόμη δε περισσότερο οι αθλήτριες, εκτελούν μεγάλο αριθμό αναπηδήσεων και αλμάτων, στα αγωνίσματα των ασκήσεων εδάφους, του άλματος στον ίππο αλλά και στη δοκού ισορροπίας, που χαρακτηρίζονται από το κύκλο διάτασης-βράχυνσης (πλειομετρικές ασκήσεις) έχει σαν αποτέλεσμα οι κινητικές αυτές δραστηριότητες να θεωρούνται ασκήσεις εκρηκτικού χαρακτήρα (Saunders et al, 2006). Το κύριο δε χαρακτηριστικό

αυτών των ασκήσεων είναι ότι αποθηκεύουν και στην συνέχεια απελευθερώνουν την ελαστική ενέργεια (Spurss et al, 2003). Όμως η πολύωρη προπόνηση επιφέρει πολλές φορές κόπωση η οποία χαρακτηρίζεται από μείωση της απόδοσης, δηλαδή μείωση της ικανότητας για την αποτελεσματική εφαρμογή και παραγωγή της δύναμης και η οποία δεν είναι πάντα στο ίδιο επίπεδο αλλά επηρεάζεται από παράγοντες όπως η ένταση της άσκησης, η διάρκεια της άσκησης, το είδος της μυϊκής συστολής και οι συμμετέχοντες μύες (Škof & Strojnik 2006a).. Η μυϊκή κόπωση προκαλεί μία μυϊκή καταστροφή που δεν είναι όμως μόνιμη αλλά ανατρέψιμη και η οποία επηρεάζει την αρθρική και μυϊκή σκληρότητα (Harisson & Gaffney, 2004). Σύμφωνα με τους Allen και Westerblad (2001) ένας από τους παράγοντες που επιφέρει μείωση της απόδοσης είναι η ελάττωση της μέγιστης συγκέντρωσης του μυοπλασματικού ασβεστίου.

Η εκτέλεση ασκήσεων τεχνικής υψηλού επιπέδου σε συνθήκες κόπωσης επηρεάζει όχι μόνο την εκμάθηση και σταθεροποίηση της κατάλληλης τεχνικής αλλά έχουν ως αποτέλεσμα μειωμένες προσαρμογές για την παραγωγή της μέγιστης δύναμης και ισχύος (Barker et al, 1990). Επίσης, σύμφωνα με τους Hoffman και συνεργάτες (2002) η σωματική άσκηση, ανεξάρτητα από τη διάρκειά της, μπορεί να επιφέρει μείωση της απόδοσης.

2.3. Προπόνηση και κόπωση

Κατά τη διάρκεια της προπόνησης έχει παρατηρηθεί σε πολλές περιπτώσεις αδυναμία των αθλητών να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις αυτής της προπόνησης είτε γιατί οι αθλητές δεν μπορούν να επεξεργαστούν τις οδηγίες που παρέχονται από τον προπονητή είτε γιατί το ίδιο τους το σώμα δεν έχει τη δυνατότητα να αντεπεξέλθει αποτελεσματικά στις απαιτήσεις της άσκησης. Στις περιπτώσεις αυτές αναφερόμαστε σε δύο διαφορετικά είδη κόπωσης, την κεντρική κόπωση και την περιφερική κόπωση.

Στην πρώτη περίπτωση κεντρική κόπωση παρατηρείται μειωμένη ικανότητα της εκούσιας συστολής του μυός λόγω αδυναμίας του εγκεφάλου να αποστείλει το διεγερτικό σήμα προς τον ή τους μύες δηλαδή, η κεντρική κόπωση μπορεί να επιφέρει προοδευτική μείωση της ικανότητας του μυός για εκούσια ενεργοποίηση ως αποτέλεσμα της διάρκειας της προπόνησης που προηγήθηκε (Nordlund, Thorstensson, & Cresswell, 2004).

Η περίπτωση της περιφερικής κόπωσης ή του μυϊκού κάματος αναφέρεται στην αδυναμία του μυός να ενεργοποιηθεί λόγω της κόπωσης των κινητικών του μονάδων με αποτέλεσμα την μείωση της ικανότητας για παραγωγή δύναμης ή ισχύος (Vollestad 1997). Στην περίπτωση της μείωσης της μέγιστης δύναμης παρατηρείται περιφερική κόπωση υψηλής συχνότητας, ενώ όταν η μείωση αναφέρεται στην υπομέγιστη δύναμη έχουμε το φαινόμενο της χαμηλής συχνότητας κόπωσης (Rassier & MacIntosh 2000; Škof & Strojnik 2006).

2.4 Άσκηση και μεταδιεγερτική διευκόλυνση

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που σχετίζονται αλλά και επηρεάζουν την μεταδιεγερτική ενεργοποίηση. Μελέτες αναφέρουν διαφορετικά χρονικά διαστήματα εμφάνισής της με παράγοντες όπως το είδος του αθλήματος, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του αθλητή, το χρόνο που μεσολαβεί από το πέρας της άσκησης μέχρι την ξεκούραση να ευθύνονται για το χρόνο εμφάνισής της (Seitz, Saez Saez de Villarreal, & Haff, 2014). Είναι δε χαρακτηριστικό ότι αθλητές με μεγαλύτερο επίπεδο δύναμης να εμφανίζουν υψηλότερο βαθμό ενεργοποίησης, γεγονός που ερμηνεύεται από το μεγαλύτερο ποσοστό μυϊκών ινών τύπου II.

Ερευνητικά δεδομένα αναφέρουν ότι η απόδοση του μυός επηρεάζεται από την δραστηριότητα που έχει προηγηθεί, μπορεί δηλαδή να είναι θετική, αρνητική ή να μην έχει μεταβληθεί (Paasuke et al, 2007). Όπως προαναφέρθηκε μία μείωση της απόδοσης σημαίνει ότι έχει επέλθει κόπωση, ενώ στην αντίθετη περίπτωση που η απόδοση του μυός αυξάνεται τότε σημαίνει ότι ο μυς βρίσκεται σε κατάσταση μεταδιεγερτικής ενεργοποίησης η οποία συνήθως είναι μία σύντομη και μικρής διάρκειας βελτίωση της απόδοσής του σαν αποτέλεσμα εκούσιας ή ακούσιας μυϊκής σύσπασης (Robbins & Docherty, 2005). Είναι δε γνωστό ότι κατά τη διάρκεια της συστολής του μυός συνυπάρχουν η ενεργοποίηση και η κόπωση. Όμως ανάλογα με την ένταση και τη διάρκεια της συστολής μπορεί να επέλθει κόπωση ή αύξηση της απόδοσης του μυός. Η αύξησης της απόδοσης στην περίπτωση αυτή αναφέρεται στην προσωρινή βελτίωση της ικανότητάς του για την παραγωγής δύναμης η οποία οφείλεται στην άσκηση-συστολή που έχει προηγηθεί, είναι δηλαδή το φαινόμενο κατά το οποίο μία ή περισσότερες μυϊκές συσπάσεις διευκολύνουν την ακόλουθη παραγωγή μυϊκής ισχύος που έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της απόδοσης

(Boullosa et al. 2011). Στην περίπτωση αυτή αναφερόμαστε στο φαινόμενο της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης (ΜΑΔ) λόγω της ικανότητας του μυός να παρουσιάζει μία βελτίωση της απόδοσής του αποτέλεσμα της άσκησης που προηγήθηκε και επέφερε ενεργοποίηση του μυός.

Σύμφωνα με τους Tillin and Bishop (2009) αμέσως μετά το πέρας της άσκησης παρατηρείται κόπωση, η οποία υπερσχύει της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης, ενώ αν παρέλθει κάποιο χρονικό διάστημα, ανάλογα με την ένταση της άσκησης του προηγήθηκε, η ΜΑΔ υπερσχύει της κόπωσης με αποτέλεσμα να παρατηρείται αύξηση της απόδοσης.

Τρεις είναι οι μηχανισμοί που ευθύνονται για την μεταδιεγερτική ενεργοποίηση: α) η φωσφορυλίωση των ελαφριών αλυσίδων μυοσίνης (Smith & Fry, 2007), β) οι αλλαγές που προκύπτουν στη γωνία που σχηματίζουν η απονεύρωση του μυός και η μυϊκή ίνα (Folland & Williams, 2007) και γ) η αύξηση του αριθμού των κινητικών μονάδων με υψηλό επίπεδο διεγερσιμότητας που ενεργοποιούνται (Gullich & Schmidtbleicher, 1996).

Οι Thorlund και συνεργάτες (2008) εξέτασαν την επίδραση της διάρκειας ενός παιχνιδιού χειροσφαίρισης σε 11 αθλητές και βρήκαν ότι μετά το τέλος του αγώνα παρατηρήθηκε σημαντική μείωση της ικανότητας στην επίτευξη μέγιστου ύψους κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος. Σε μια άλλη μελέτη οι Hoffman και συνεργάτες (2002) εξέτασαν την επίδραση της διάρκειας του 2^{ου} ημιχρόνου ενός αγώνα ποδοσφαίρου σε ποδοσφαιριστές και διαπίστωσαν ότι υπήρξε σημαντική μείωση της μέγιστης δύναμης και ισχύος κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από ημικάθισμα και από την όρθια θέση, υποδηλώνοντας με τον τρόπο αυτό την ύπαρξη της νευρομυϊκής κόπωσης. Επίσης, η επερχόμενη κόπωση των μυών του κορμού μετά από άσκηση επηρεάζει την ικανότητα ελέγχου της ισορροπίας (Davidson et al, 2009), ενώ σύμφωνα με τους Granata και Gottipati (2008) η κόπωση των εκτεινόντων μυών έχει αρνητική επίδραση στην δυναμική σταθερότητα του κορμού.

Αναφορικά με ατομικά αθλήματα η μελέτη των Dieen και συνεργάτες εξέτασε την επίδραση μιας σειράς ασκήσεων στην σταθερότητα του κορμού σε αθλητές γυμναστικής υψηλού επιπέδου. Οι ερευνητές υποστήριξαν ότι η σταθερότητα του κορμού επηρεάστηκε αρνητικά από τη δέσμη των συγκεκριμένων ασκήσεων καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι η κόπωση επηρεάζει την σταθερότητα του κορμού και για το λόγο αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για το σχεδιασμό της

προπόνησης στους αθλητές της γυμναστικής (Dieën et al, 2012). Οι Jemni και συνεργάτες (2006) εξέτασαν την επίδραση της άσκησης στην αερόβια και αναερόβια ικανότητα των άνω και κάτω άκρων σε αθλητές ενόργανης γυμναστικής εθνικού και διεθνούς επιπέδου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν υπήρξαν διαφορές στις δύο εξεταζόμενες παραμέτρους παρά το γεγονός ότι ο όγκος της προπόνησης διέφερε σημαντικά μεταξύ των δύο εξεταζόμενων ομάδων. Επίσης, η διάρκεια μιας προπόνησης στο άθλημα της ενόργανης γυμναστικής έδειξε ότι υπήρξε αύξηση της ισχύος στο άλμα από το ημικάθισμα μετά την πάροδο της μισής χρονικής διάρκειας της προπόνησης σε αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής κολεγιακού επιπέδου (Crawford, 2012).

Με βάση την βιβλιογραφία που αναφέρθηκε γίνεται σαφές ότι ο όγκος της προπόνησης μπορεί να επηρεάσει την απόδοση των αθλητών με την ένταση και την διάρκεια της προπόνησης να έχουν τον πρωτεύοντα ρόλο. Σκοπός λοιπόν της εργασίας είναι να εξετάσει την επίδραση της διάρκειας της προπόνησης στην παραγωγή ισχύος κατά τη διάρκεια μιας προπονητικής συνεδρίας σε αθλητές ενόργανης γυμναστικής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Μέθοδος

3.1 Δοκιμαζόμενοι

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά συνολικά 16 αθλητές ενόργανης γυμναστικής, ηλικίας 8.31 ± 1.74 χρόνων, σωματικού βάρους 24.75 ± 4.62 kg, σωματικού αναστήματος 121.25 ± 12.66 cm με προπονητική εμπειρία 2.19 ± 1.05 έτη.

3.2 Όργανα – εξεταζόμενες δεξιότητες

Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση της παρούσας ερευνητικής προσπάθειας ήταν το μηχάνημα Chrono Jump BOSCO για την αξιολόγηση της εκρηκτικής δύναμης των κάτω άκρων με το άλμα από το ημικάθισμα (squat jump).

3.3 Πειραματική διαδικασία

Όλοι οι δοκιμαζόμενοι, αφού τους έγινε γνωστός ο σκοπός της εργασίας, παραβρέθηκαν στην αίθουσα προπόνησης του συλλόγου τους όπου τους έγινε η μέτρηση του σωματικού βάρους (Kg) του σωματικού αναστήματος (cm) και η καταγραφή του έτους γέννησης και του χρονικού διαστήματος της προπόνησης στο συγκεκριμένο άθλημα. Στην συνέχεια όλοι οι δοκιμαζόμενοι, πραγματοποίησαν μια σύντομη και ήπιας έντασης προθέρμανση διάρκειας 3 λεπτών η οποία περιελάμβανε χαλαρό τρέξιμο και ήπιες διατατικές ασκήσεις των κάτω άκρων (καμπτήρες και εκτείνοντες γόνατος, προσαγωγών μυών, κορμού, και πελματιαίων καμπτήρων). Στην συνέχεια ο κάθε ένας αθλητής αξιολογήθηκε πριν την έναρξη της προπονητικής διαδικασίας (αρχική μέτρηση), στο μέσον της χρονικής διάρκειας αλλά και αμέσως μετά το τέλος της προπόνησης.

3.4 Μετρήσεις αξιολόγησης

3.4.1 Κατακόρυφο άλμα από ημικάθισμα (Squat jump: SJ)

Οι δοκιμαζόμενοι, χωρίς να φορούν αθλητικά παπούτσια, από την όρθια θέση με τα χέρια σε θέση μεσολαβής και τα πόδια ανοιχτά σχεδόν στο άνοιγμα των ώμων και τα δάχτυλα των ποδιών στραμμένα μπροστά, λύγιζαν τα κάτω άκρα μέχρι να φθάσουν στο βαθύ κάθισμα σε γωνία 90 μοιρών όπου παρέμεναν για 2-3 δευτερόλεπτα μέχρι να σταθεροποιηθούν. Αμέσως μετά με το παράγγελμα εκτελούσαν το κατακόρυφο άλμα προσπαθώντας να καταβάλλουν τη μεγαλύτερη δυνατή δύναμη και ταχύτητα εκτέλεσης του άλματος. Σε όλη τη διάρκεια προετοιμασίας μέχρι να κατέβουν στο χαμηλότερο σημείο όπου παρέμεναν σε ακινησία, προσπαθούσαν, σύμφωνα και με τις οδηγίες που τους είχαν δοθεί, να έχουν το βλέμμα τους στραμμένο προς τα εμπρός μπροστά, ο κορμός να ήταν όρθιος, και τα γόνατα να μην βρίσκονται πιο εμπρός από τις μύτες των ποδιών, ενώ τα πέλματα θα έπρεπε να είναι σε πλήρη επαφή με το έδαφος. Οι δοκιμαζόμενοι εκτελούσαν τρεις προσπάθειες οι οποίες καταγραφόταν σε ειδικό πρωτόκολλο και η καλύτερη χρησιμοποιείτο για περαιτέρω επεξεργασία. Μεταξύ των προσπαθειών μεσολαβούσε διάλειμμα 30 sec ώστε να υπάρξει επαρκής χρόνος για ξεκούραση.

3.5 Στατιστική ανάλυση

Χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση της προπόνησης στην εκρηκτική δύναμη των κάτω άκρων κατά την εκτέλεση του άλματος από το ημικάθισμα. Για την εξέταση της διαφοράς ανάμεσα στις επιμέρους μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε η στατιστική μέθοδος student t-test για εξαρτημένα δείγματα. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο $\alpha = .05$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Αποτελέσματα

4.1 Χρόνος πτήσης

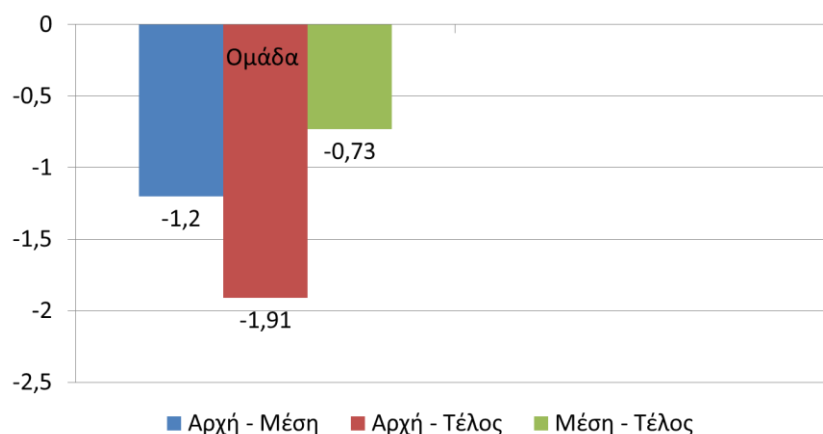
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων στο χρόνο πτήσης του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα ($F_{(2)} = 1.022$, $p = 0.385$). Οι μέσοι όροι του χρόνου πτήσης κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα αναγράφονται στον πίνακα 4.1.

Πίνακας 4.1: Μέσοι όροι του χρόνου πτήσης (sec) κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα

Άσκηση	Πριν την έναρξη της προπόνησης	Στο μέσο της προπόνησης	Μετά το τέλος της προπόνησης
Ομάδα ($n = 16$)	0.418 ± 0.32	$0.413 \pm .039$	$0.410 \pm .039$

Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι η μείωση που παρατηρήθηκε στον χρόνο πτήσης στο μέσο της προπόνησης δεν ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με την αρχική μέτρηση ($t_{(15)} = 1.162$, $p = .263$), ούτε η αντίστοιχη που παρατηρήθηκε μετά το τέλος της προπόνησης ($t_{(15)} = 1.479$, $p = .160$). Επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντική ούτε η διαφορά μεταξύ του μέσου της προπόνησης και της αντίστοιχης μετά το τέλος της προπόνησης ($t_{(15)} = 1.479$, $p = .160$). Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση του χρόνου πτήσης των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.1.

Γράφημα 4.1: Ποσοστό διαφοροποίησης % του χρόνου πτήσης των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση



4.2 Ύψος άλματος

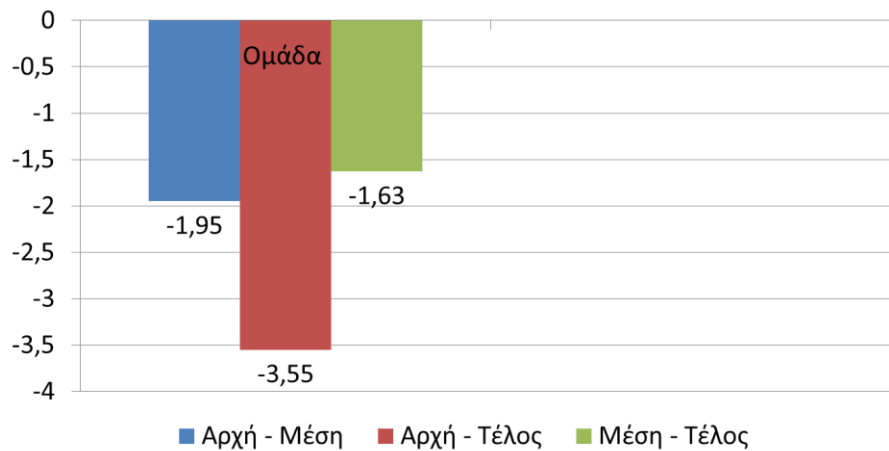
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων στο ύψος του άλματος του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα ($F_{(2)} = 0.870$, $p = 0.441$). Οι μέσοι όροι του χρόνου πτήσης κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα αναγράφονται στον πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2: Μέσοι όροι του ύψους του άλματος (cm) των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση

Άσκηση	Αρχική	Μέση προπόνησης	Τέλος προπόνησης
Ομάδα ($n = 16$)	21.548 ± 3.35	21.128 ± 4.01	20.783 ± 4.00

Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι η μείωση που παρατηρήθηκε στο ύψος του άλματος στο μέσο της προπόνησης δεν ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με την αρχική μέτρηση ($t_{(15)} = 1.066$, $p = .303$), ούτε η αντίστοιχη που παρατηρήθηκε μετά το τέλος της προπόνησης ($t_{(15)} = 1.361$, $p = .193$). Επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντική ούτε η διαφορά μεταξύ του μέσου της προπόνησης και της αντίστοιχης μετά το τέλος της προπόνησης ($t_{(15)} = 0.902$, $p = .381$). Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση του χρόνου πτήσης των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.2.

Γράφημα 4.2: Ποσοστό διαφοροποίησης % του ύψους του άλματος των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση



4.3 Ισχύς άλματος

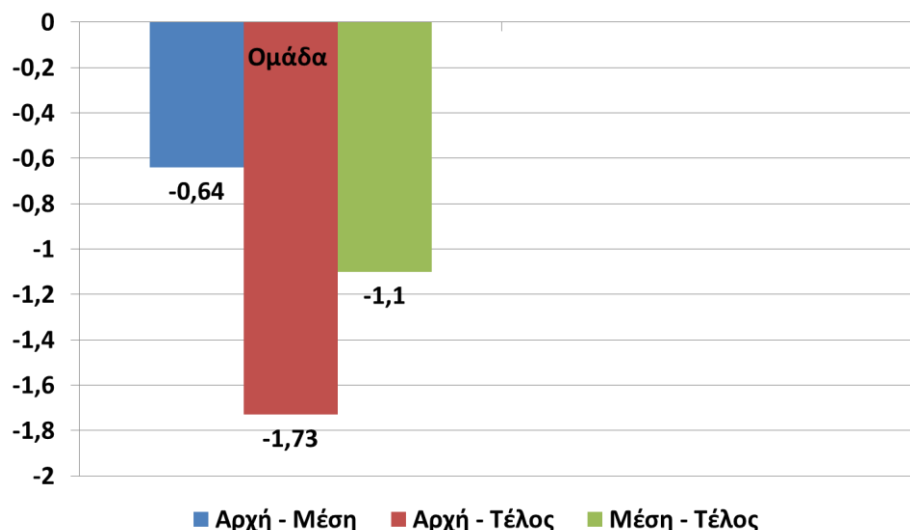
Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων στο ύψος του άλματος του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα ($F_{(2)} = 0.937$, $p = 0.415$). Οι μέσοι όροι της ισχύος κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα αναγράφονται στον πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3: Μέσοι όροι της ισχύος (P) των επιμέρους μετρήσεων κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα

Άσκηση	Αρχική	Μέση προπόνησης	Τέλος προπόνησης
Ομάδα ($n = 16$)	258.313 ± 80.18	256.662 ± 85.79	253.85 ± 80.92

Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι η μείωση που παρατηρήθηκε στην ισχύ του άλματος στο μέσο της προπόνησης δεν ήταν στατιστικά σημαντική σε σχέση με την αρχική μέτρηση ($t_{(15)} = 0.713$, $p = .487$), ούτε η αντίστοιχη που παρατηρήθηκε μετά το τέλος της προπόνησης ($t_{(15)} = 1.412$, $p = .178$). Επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντική ούτε η διαφορά μεταξύ του μέσου της προπόνησης και της αντίστοιχης μετά το τέλος της προπόνησης ($t_{(15)} = 1.064$, $p = .304$). Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση της ισχύος των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.3.

Γράφημα 4.3: Ποσοστό διαφοροποίησης % της ισχύος των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση



4.4 Ταχύτητα απογείωσης άλματος

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των μετρήσεων στην ταχύτητα απογείωσης του άλματος του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα ($F_{(2)} = 1.042$, $p = 0.379$). Οι μέσοι όροι της ταχύτητας απογείωσης κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα αναγράφονται στον πίνακα 4.4.

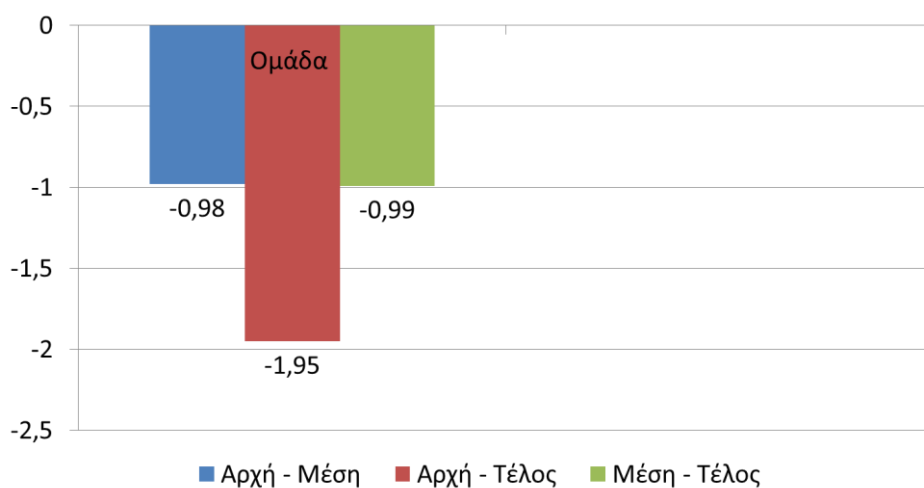
Πίνακας 4.4: Μέσοι όροι της ταχύτητας απογείωσης του άλματος (m/sec) κατά την εκτέλεση του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα

Άσκηση	Αρχική	Μέση προπόνησης	Τέλος προπόνησης
Ομάδα ($n = 16$)	2.05 ± 0.16	2.03 ± 0.19	2.01 ± 0.19

Η στατιστική επεξεργασία έδειξε ότι η μείωση που παρατηρήθηκε στην ταχύτητα απογείωσης του άλματος στο μέσο της προπόνησης δεν ήταν στατιστικά

σημαντική σε σχέση με την αρχική μέτρηση ($t_{(15)} = 1.199$, $p = .249$), ούτε η αντίστοιχη που παρατηρήθηκε μετά το τέλος της προπόνησης ($t_{(15)} = 1.491$, $p = .157$). Επίσης, δεν ήταν στατιστικά σημαντική ούτε η διαφορά μεταξύ του μέσου της προπόνησης και της αντίστοιχης μετά το τέλος της προπόνησης ($t_{(15)} = 0.983$, $p = .341$). Η επί τοις εκατό (%) διαφοροποίηση της ισχύος των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση παρουσιάζεται στο γράφημα 4.4.

Γράφημα 4.4: Ποσοστό διαφοροποίησης % της ταχύτητας απογείωσης των επιμέρους μετρήσεων σε σχέση με την αρχική μέτρηση



Κεφάλαιο 5

5.1 Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι υπήρξε μία σταθερή μείωση της απόδοσης στις εξεταζόμενες παραμέτρους του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα στη μέση αλλά και μετά το πέρας της χρονικής διάρκειας της προπόνησης στο σύνολο του δείγματος. Φαίνεται δηλαδή ότι η διάρκεια της προπόνησης επέδρασε αρνητικά στις εξεταζόμενες παραμέτρους που σχετίζονται με το κατακόρυφο άλμα από το ημικάθισμα μετά την παρέλευση της μισής διάρκειας της προπόνησης αλλά και μετά την ολοκλήρωσή της. Η διαπίστωση αυτή είναι σε συμφωνία με τους Tillin & Bishop (2009) που υποστηρίζουν ότι αμέσως μετά το πέρας της άσκησης παρατηρείται κόπωση, η οποία υπερισχύει της μεταδιεγερτικής διευκόλυνσης. Ενδέχεται δηλαδή το προπονητικό επίπεδο των νεαρών αυτών αθλητών να μην είναι σε τέτοιο επίπεδο ώστε να αντέξει αυτό τον όγκο της προπόνησης. Επίσης, τα αποτελέσματα της μελέτης συμφωνούν με τα ερευνητικά δεδομένα των Thorlund και συνεργάτες (2008) που αναφέρουν μείωση της απόδοσης μετά το τέλος της αγωνιστικής τους προσπάθειας, όπως επίσης και της μελέτης των Hoffman και συνεργατών (2002) που παρατήρησαν μείωση της απόδοσης μετά το τέλος του 2^{ου} ημιχρόνου σε αθλητές της ποδοσφαίρισης. Να υπογραμμιστεί όμως ότι οι δύο προαναφερόμενες μελέτες αναφέρονται σε ομαδικά αθλήματα (χειροσφαίριση-ποδοσφαίριση) τα οποία όμως έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά από το άθλημα της ενόργανης γυμναστικής. Η μείωση της απόδοσης που σημειώθηκε μετά τη χρονική διάρκεια των 90 λεπτών, που αντιστοιχεί στο μέσον της χρονικής διάρκειας της προπονητικής συνεδρίας, φανερώνει ότι τα χαρακτηριστικά της προπόνησης (ένταση, διάρκεια) επέφεραν κόπωση στους εξεταζόμενους αθλητές.

Όσον αφορά τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με προηγούμενα ευρήματα που αναφέρονται σε ατομικά αθλήματα είναι σε συμφωνία με τα δεδομένα των van Dieen και συνεργάτες (2012) οι οποίοι παρατήρησαν μείωση της απόδοσης στην σταθερότητα του κορμού σε αθλητές γυμναστικής υψηλού όμως επιπέδου. Επίσης, τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι σε αντίθεση με τα αντίστοιχα της Crawford (2012) που αναφέρουν βελτίωση της απόδοσης της παραγόμενης ισχύος των κάτω άκρων σε αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής κολεγιακού επιπέδου οι οποίες αξιολογήθηκαν και αυτές με το άλμα από το ημικάθισμα. Ακόμη, είναι σε αντίθεση

με τα αποτελέσματα της μελέτης των Jemni και συνεργατών (2006) οι οποίοι αναφέρουν βελτίωση της αερόβιας και της αναερόβιας ικανότητας σε αθλητές ενόργανης γυμναστικής.

Η ένταση της ημερήσιας προπόνησης στους εξεταζόμενους αθλητές ενόργανης γυμναστικής φαίνεται να είναι αρκετή ώστε δημιουργεί κόπωση με αποτέλεσμα να «χάνεται» η ευεργετική επίδραση της άσκησης αμέσως μετά το τέλος της. Ενδέχεται όμως να είχε διαφορετική επίδραση αν υπήρχε μία διάρκεια ανάπαυσης μετά το τέλος της προπόνησης ή ακόμη και μετά το τέλος της μισής χρονικής διάρκειάς της. Αυτό πρακτικά θα σήμαινε ότι μία μικρή ανάπαυση για λίγα λεπτά ίσως να έδινε τη δυνατότητα στους αθλητές να αντεπεξέλθουν με διαφορετικό τρόπο στον υπολειπόμενο χρόνο προπόνησης. Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να φανούν χρήσιμα στους προπονητές του αθλήματος προκειμένου να προγραμματίσουν την ένταση και τον όγκο της ημερήσιας ώστε να μην παρατηρείται μείωση της απόδοσης.

5.2 Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι υπήρξε μία διαρκής μείωση της απόδοσης στις εξεταζόμενες παραμέτρους του κατακόρυφου άλματος από το ημικάθισμα σε νεαρούς αθλητές ενόργανης γυμναστικής τόσο στο μέσον του χρόνου της προπόνησης όσο και μετά το τέλος της προπόνησης, φανερώνοντας την αρνητική επίδραση της διάρκειας της προπόνησης.

5.3 Προτάσεις

Προτείνεται η διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας στην επίδραση της διάρκειας της άσκησης σε:

1. Σε αθλήτριες ενόργανης γυμναστικής της ίδιας ηλικιακής κατηγορίας
2. Σε διαφορετικές ημέρες της εβδομάδας προκειμένου να εξεταστεί η επίδραση του περιεχομένου της ημερήσιας προπόνησης
3. Σε μεγαλύτερη ηλικιακή κατηγορία αθλητών ενόργανης γυμναστικής.

5.4 Βιβλιογραφία

- Allen, D.G., and Westerblad, H. (2001). Role of phosphate and calcium stores in muscle fatigue. *Journal of Physiology*, 536.3, 657–665.
- Barker, M., Poe, C., & Midgett, V. (1990). Performance response to short-term overwork in elite junior Olympic weightlifters. Power Point presentation at the 8th Carolinas Biomechanics Symposium. Greenville, N.C.
- Boullosa, D.A., Tuimil, J.L., Alegre, L.M., Iglesias, E. & Lusquiños, F. (2011). Concurrent Fatigue and Potentiation in Endurance Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6: 82-93.
- Burgomaster, K.A., Howarth, K.R., Phillips, S.M., Rakobowchuk, M., Macdonald, M.J., McGee, S.L., & Gibala, M.J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volumes print interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*, 586 (1):151-160.
- Crawford, K. (2012). The role of practice length in the maintance of power production in collegiate gymnasts. MsS Thesis.
- Davidson, B.S., Madigan, M.L., Nussbaum, M.A., & Wojcik, L.A. (2009). Effects of localized muscle fatigue on recovery from a postural perturbation without stepping. *Gait Posture*, 29:552–557.
- Folland, J.P., & Williams, A.G. (2007). The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Medicine*, 37: 145-168.
- French, D.N., Kraemer, W.J., & Cooke, C.B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17, 678–685.
- Granata KP, Gottipati P (2008) Fatigue influences the dynamic stability of the torso. *Applied Ergonomics*, 51:1258–1271
- Gullich, A., & Schmidtbleicher, D. (1996). MVC-induced short- term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*, 11, 67-81.
- Harrison, A.J., and Gaffney, S.D. (2004). Effects of muscle damage on stretch-shortening cycle function and muscle stiffness control. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4):771-776.
- Hoffman, J.R., Maresh, C.M., Newton, R.U., Rubin, M.R., French, D.N., Volek, J.S., Sutherland, J., Robertson, M., Gomez, A.L., Ratamess, N.A., Kang, J., &

- Kraemer, W.J. (2002). Performance, biochemical, and endocrine changes during a competitive football game. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(11): 1845–1853.
- Jemni, M.,A., Sands, F., Friemel, M.H., Stone, and Cooke, C.B. (2006). Any effect of gymnastics training on upper-body and lower-body aerobic and power components in national and international male gymnasts? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4):899- 907.
- Nordlund, M.M., Thorstensson, A., & Cresswell, A.G. (2004). Central and peripheral contributors to fatigue in relation to level of activation during repeated maximal voluntary isometric plantar flexors. *Journal of Applied Physiology*, 96(1): 218-225.
- Paasuke, M., Saapar, L., Ereline, J., Gapeyeva, H., Requena, B., & Ööpik, V. (2007). Postactivation potentiation of knee extensor muscles in power- and endurance-trained, and untrained women. *European Journal of Applied Physiology*, 101: 577–585.
- Rassier, D.E. & MacIntosh, B.R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33: 499-508.
- Robbins, D.W. & Docherty, D. (2005). Effects of loading on enhancement of power performance over three consecutive trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19: 898-902.
- Seitz, L.B., de Villarreal, E.S., & Haff, G.G. (2004). The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(3): 706-715.
- Škof, B. & Strojnik, V. (2006). Neuromuscular fatigue and recovery dynamics following prolonged continuous run at anaerobic threshold. *British Journal of Sports Medicine*, 40: 219–222.
- Smilios, I., Pilianidis, T., Sotiropoulos, K., Antonakis, M. & Tokmakidis. S. P. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19: 135-139.
- 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. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21: 73–76.
- Spurrs, R.W., Murphy, A.J. & Watsford, M.L. 2003. The effect of plyometric training on distance running performance. *European Journal of Applied Physiology*, 89: 1–7.
- Thorlund, J., Michalsik, L.B., & 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 & Science in Sports*, 18, 462-472.
- Tillin, N.A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effects on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39: 147–166.
- van Dieen, J.H., Luger, T., & van der Eb, J. (2012). Effects of fatigue on trunk stability in elite gymnasts. *European Journal of Applied Physiology*, 112: 1307-1313.
- Vollestad, N.K. (1997). Measurement of human muscle fatigue. *Journal of neuroscience Methods* 74(2):219-227.