



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΙΤΛΟΣ: Ενεργειακή δαπάνη κατά την αποκατάσταση προπόνησης δύναμης διαφορετικών εντάσεων και ταχυτήτων εκτέλεσης

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: ΣΤΑΜΑΤΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΑΜ: 0713181

ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: ΚΛΑΣΙΚΟΣ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής: Βασίλειος Βουτσελάς. Ε.Ε.Π.

ΤΡΙΚΑΛΑ 2018

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	Σελίδα 3
Σκοπός εργασίας.....	Σελίδα 5
Μεθοδολογία.....	Σελίδα 7
Πρωτόκολλα προπόνησης.....	Σελίδα 9
Αποτελέσματα.....	Σελίδα 10
Συζήτηση-συμπεράσματα.....	Σελίδα 12
Βιβλιογραφία.....	Σελίδα 14

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες οι άνθρωποι συνειδητοποίησαν τη σημασία των διαφόρων μορφών σωματικής άσκησης. Μια διαδεδομένη μορφή άσκησης είναι και η προπόνησή δύναμης. Η προπόνηση δύναμης μπορεί να περιλαμβάνει ασκήσεις μόνο με τη χρήση σωματικού βάρους ή με τη χρήση βαρών είτε αυτή προέρχεται από μηχανήματα προσαρμοσμένης αντίστασης που ελέγχουν το εύρος κίνησης και απομονώνουν την στοχευμένη περιοχή ή με ελεύθερα βάρη στην οποία συμμετέχουν περισσότερες ομάδες μυών. Μέσω ερευνών που έχουν γίνει αυτά τα χρόνια έχουν διαμορφωθεί διαφορετικά πρωτόκολλα προπόνησης με αντιστάσεις. Μερικοί συμμετέχοντες εκτελούν ασκήσεις σε χαμηλότερες εντάσεις και άλλοι σε υψηλότερες εντάσεις. Η ένταση και ο όγκος της άσκησης προέρχονται από τον αριθμό των σετ, των επαναλήψεων και των βαρών που χρησιμοποιούνται σε κάθε άσκηση.

Σύμφωνα με το αμερικανικό κολλέγιο της αθλητικής ιατρικής (ACSM) η υπερτροφία χρησιμοποιείται σε εντάσεις στο 70% -100% 1RM για 8-12 επαναλήψεις ανά σετ για ένα έως τρία σετ ανά άσκηση. Η περίοδος ανάπαυσης είναι 2-3min για ασκήσεις υψηλότερης έντασης ενώ για χαμηλότερες εντάσεις είναι 1-2min. Επιπλέον, αν κάποιος θέλει να μεγιστοποιήσει τα πλεονεκτήματα δύναμης από την άσκηση τότε θα πρέπει να προπονηθεί σε ένταση 80% -100% 1RM για 3-6 επαναλήψεις ανά σετ για τρία έως έξι σετ ανά άσκηση με την ίδια ποσότητα ανάπαυσης όπως προαναφέρθηκε (Kraemer et al., 2002).

Ένα άλλο ζήτημα που θεωρείται σημαντικό είναι η ταχύτητα κίνησης κάθε δεδομένης άσκησης. Πολλοί ερευνητές κατά τη διάρκεια των ετών έχουν προσπαθήσει να απαντήσουν πώς η ταχύτητα της κίνησης επηρεάζει τις προσαρμογές της προπόνησης. Επιπλέον, φαίνεται ότι τόσο η αργή όσο και η γρήγορη προπόνησης ταχύτητας έχει την ίδια επίδραση στις μυϊκές ίνες τύπου 2 (Claflin et al., 2011). Επίσης, για τα συνηθισμένα πρωτόκολλα προπόνησης γρήγορης και μέτριας ταχύτητας, αποδεικνύεται ότι για το ίδιο

χρονικό διάστημα τα πρωτόκολλα προπόνησης γρήγορης ταχύτητας προκαλούν μεγαλύτερη μυϊκή βλάβη (Charman et al., 2006). Ωστόσο, πρέπει να αναρωτηθούμε τι γίνεται με την ταχύτητα εκτέλεσης και τι συμβαίνει εάν η ταχύτητα είναι ίδια. Μια ομάδα που προπονήθηκε σε μέγιστη ταχύτητα είχε περισσότερες προσαρμογές στη δύναμη συνολικά από ότι μια ομάδα που προπονήθηκε σε μικρότερες ταχύτητες (González-Badillo et al., 2014). Επίσης, μια άλλη έρευνα έχει δείξει ότι η έκκεντρη φάση με γρήγορη ταχύτητα οδηγεί σε μεγαλύτερη υπερτροφία και βελτίωση αντοχής (Farthing & Chilibeck, 2003), αλλά η αργή ταχύτητα προκαλεί μεγαλύτερο μεταβολικό στρες και απόκριση ορμονών (Calixto et al., 2014). Επιπλέον, η προπόνηση σε βραδύτερες ταχύτητες προκαλεί μεγαλύτερη προσαρμογή στην προπόνηση δύναμης σε σχέση με προπόνηση κανονικής ταχύτητας. Ωστόσο, όταν κάποιος προπονηθεί σε κανονικές ταχύτητες αλλά υψηλότερες εντάσεις οι αποκρίσεις είναι ακόμη μεγαλύτερες από αυτές που προέρχονται από αργές ταχύτητες (Schuenke et al., 2012). Σε αυτό το σημείο αναρωτιόμαστε τι θα συνέβαινε εάν κάποιος προπονηθεί σε χαμηλές ταχύτητες αλλά σε υψηλότερες εντάσεις; Τέλος η μυϊκή δύναμη βελτιώνεται με προπόνηση χαμηλής ταχύτητας, αλλά η έρευνα δείχνει ότι η παραδοσιακή προπόνηση διευκολύνει τις βελτιώσεις (Rana et al., 2008).

Ένα άλλο πεδίο σπουδών που ενδιαφέρει τους ερευνητές τα τελευταία χρόνια είναι ο όρος Ημερήσια Δαπάνη Ενέργειας (ΗΔΕ) αναφέρεται στην συνολική ποσότητα ενέργειας που καταναλώνει ημερησίως ένα άτομο και η οποία εξαρτάται από το φύλο, την ηλικία, τη σωματική μάζα και το βάρος του ατόμου, τη θερμογένεση, η οποία αποτελεί το 5% της ΗΔΕ, την ενέργεια της πέψης της τροφής που αποτελεί το 10% της ΗΔΕ, τη φυσική δραστηριότητα και την ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας (Poehlman & Melby, 1998; Κλεισούρας, 1992). Ενεργειακή Δαπάνη Ηρεμίας (ΕΔΗ), θεωρείται η συνολική ποσότητα ενέργειας που δαπανάται καθημερινά για τη διατήρηση των συστημάτων του οργανισμού, τη σωστή λειτουργία τους και τη διατήρηση της ομοιόστασης (Byrne & Wilmore, 2001, Poehlman & Melby,

1998). Η ενέργεια αυτή υπολογίζεται γύρω στο 60-75% της συνολικής ημερήσιας δαπανούμενης ενέργειας.

Θεωρητικά, μικρές διαταραχές στο βασικό μεταβολικό ρυθμό, επηρεάζουν σημαντικά τη διατήρηση του σωματικού βάρους. Διαδικασίες που συμβάλλουν στη ρύθμιση του σωματικού βάρους είναι το ενεργειακό κόστος του καρδιοαναπνευστικού συστήματος, η ενέργεια που απαιτείται από το κεντρικό νευρικό σύστημα, η διατήρηση της ομοιόστασης των κυττάρων καθώς και άλλες βιοχημικές αντιδράσεις που συμπεριλαμβάνονται στη διατήρηση του βασικού μεταβολισμού (Poehlman & Melby, 1998).

Επιπλέον, φαίνεται από έρευνα ότι τα καθίσματα με εκρηκτικές επαναλήψεις και μέτρια ένταση προκαλούν μεγαλύτερη αύξηση του ρυθμού της ενεργειακής δαπάνης από ό, τι τα καθίσματα με αργές συστολές ή υψηλή ένταση σε όλα τα θέματα που εξετάστηκαν. Έτσι, χρησιμοποιώντας εκρηκτικές επαναλήψεις και μέτρια ένταση άσκησης, έμπειροι αθλητές μπορούν να αυξήσουν την ενεργειακή τους δαπάνη κατά τη διάρκεια και μετά την άσκηση αντοχής και αυτό θα μπορούσε να βελτιώσει τις προσαρμογές απώλειας βάρους (Mazzetti et al, 2007). Ακόμα προκύπτει ότι υπό συνθήκες ενεργειακής ισορροπίας, η ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας αυξήθηκε 22 ώρες μετά από άσκηση μέτριας έντασης και υψηλής έντασης. Η μυϊκή βλάβη που προκαλείται από άσκηση και ο αυξημένος συμπαθητικός τόνος μπορεί να συμβάλλουν στην αύξηση της ενεργειακής δαπάνης ανάπαυσης. Αυτά τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η άσκηση μέτριας έως υψηλής έντασης μπορεί να είναι πολύτιμη για την αύξηση της ενεργειακής δαπάνης για τουλάχιστον 22 ώρες μετά την άσκηση (Hunter et al., 2017).

Σκοπός της μελέτης μας είναι να εξετάσουμε την ενεργειακή δαπάνη κατά την ηρεμία πριν από την άσκηση και μετά από τρία προπονητικά πρωτόκολλα προπόνησης δύναμης με διαφορετικές ταχύτητες κίνησης και εντάσεις. Συγκεκριμένα, να διερευνηθεί η επίδραση των διαφορετικών

ταχυτήτων εκτέλεσης πάνω στον βασικό μεταβολικό ρυθμό .Τα πρωτόκολλα που θα χρησιμοποιηθούν είναι: 1) ένα με μέτρια ένταση που θα πρέπει να προκαλεί υπερτροφικές προσαρμογές που εκτελούνται σε μέτρια ταχύτητα, 2) έχουμε μεγαλύτερη ένταση προκειμένου να έχει προσαρμογές στη μυική δύναμη με γρήγορη ταχύτητα και 3) εξίσου υψηλή ένταση αλλά αργή ταχύτητα κίνησης μόνο για ένα σετ. Υποθέτουμε ότι η εκτέλεση του τρίτου προγράμματος απαιτεί το μικρότερο χρονικό διάστημα, αλλά μπορεί να έχει τις ίδιες προσαρμογές όπως τα άλλα δύο προγράμματα. Πιστεύουμε ότι είναι πολύ σημαντικό να βρεθεί το πρόγραμμα που προωθεί τα ίδια, αν όχι περισσότερα οφέλη όπως και άλλα προγράμματα προπόνησης, αλλά να διαρκεί πολύ λιγότερο χρόνο όσον αφορά τη διάρκεια.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Συμμετέχοντες: Τέσσερις υγιείς ενήλικες έμπειροι στην προπόνηση με αντιστάσεις συμμετείχαν στη μελέτη μας. Η προηγούμενη εμπειρία τους στην προπόνηση δύναμης έχει μεγάλη σημασία για να εξασφαλιστεί μια σωστή τεχνική που δεν θα θέσει σε κίνδυνο τους συμμετέχοντες (πίνακας 1).

ID	Age (yrs)	Training age (yrs)	Sport	Body fat (%)	Body mass (kg)	Body height (cm)	BMI
1	23	9	100m	6,3	68.5	169	18,6
2	22	3	Decathlon	9,63	83,1	184	26,5
3	21	4	110m Hurdles	6,06	72,8	177	22,2
4	24	8	100m	7.4	75,4	180	24,4

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά συμμετεχόντων.

Σχεδιασμός: Κατά τη διάρκεια της πρώτης συνάντησης, καθορίστηκαν τα σωματοτρικά χαρακτηριστικά τους (σωματική μάζα, ύψος, ποσοστό σωματικού λίπους) και ο βασικός μεταβολικός ρυθμός. Τη δεύτερη ημέρα συνάντησης οι συμμετέχοντες εξοικειώθηκαν με όλο τον εξοπλισμό που χρησιμοποίησαν κατά τη διάρκεια της δοκιμής. Επίσης, έγινε η αξιολόγηση της 1RM. Τέλος, στην τρίτη, τέταρτη και πέμπτη συνάντηση οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν τυχαία τα τρία διαφορετικά πρωτόκολλα προπόνησης. Πριν και μετά την εφαρμογή του πρωτόκολλου οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν με την ακόλουθη σειρά: περιφέρεια του μηρού, κινητικότητα ποδοκνημικής-δικεφάλου-τετρακεφάλου και απόδοση άλματος. Η πρώτη άσκηση για κάθε πρωτόκολλο είναι το ημικάθισμα στην συνέχεια σε μηχανήματα έκταση τετρακεφάλου και κάμψη δικεφαλου, μεταπίεσεις στήθους και τέλος οριζόντια κωπηλατική σε μηχανήμα. Κατα την

περίοδο ανάλυσης για 30min έγινε η μέτρηση της ενεργειακής δαπάνης της άσκησης.

Μέτρηση μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου: Χρησιμοποιήθηκε ένα πρωτόκολλο σταδιακής αυξανόμενης ταχύτητας για τον καθορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}) σε κυλιόμενο τάπητα. Η αρχική μέτρηση πραγματοποιήθηκε έπειτα από προθέρμανση 12min (8min χαλαρό τρέξιμο ως προθέρμανση 4min διατάσεις) ενώ η δεύτερη μέτρηση έγινε αμέσως μετά το πέρας των προπονητικών ασκήσεων. Η ένταση αυξανόταν κάθε λεπτό κατά 0.5 km/h. Η δοκιμασία ολοκληρώθηκε όταν οι ασκούμενοι εγκατέλειψαν την προσπάθεια τους με δική τους βούληση λόγω εξάντλησης. Οι τιμές των O_2 και CO_2 εκπνεόμενου αέρα αναλύθηκε από ένα αναλυτή αερίων και η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας έγινε με τη χρήση ενός καρδιοσφυγμόμετρου Polar (Polar, Finland). Οι όγκοι των εκπνεόμενων αερίων μετρήθηκαν (breath-by-breath) ανά 20s. Ως τιμή της VO_{2max} ορίστηκε η μεγαλύτερη τιμή κατανάλωσης οξυγόνου που παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια της δοκιμασίας της οποίας η ταχύτητα διατηρήθηκε τουλάχιστον για ένα λεπτό (10).

Εκτίμηση βασικού μεταβολικού ρυθμού: Οι συμμετέχοντες ήρθαν το πρωί (09:00-10:00) νηστικοί και χωρίς προηγούμενη κινητική δραστηριότητα στο χώρο της ΣΕΦΑΑ. Φόρεσαν ένα καρδιοσυχνόμετρο και συνδέθηκαν με αναλυτή αερίων για τον υπολογισμό κατανάλωσης οξυγόνου σε ηρεμία. Οι συμμετέχοντες έμειναν σε θέση κατάκλισης για 30min και μετά υπολογίστηκε οι παραπάνω παράμετροι για 10min. Η μέση κατανάλωση οξυγόνου κατά την διάρκεια αυτών των δέκα λεπτών θεωρήθηκε ότι αντιπροσωπεύει τον βασικό μεταβολικό ρυθμό.

Μάζα και ύψος σώματος : Η μάζα και το ύψος σώματος μετρήθηκε με γυμνά πόδια και ελαφρά ρούχα με τη χρήση ενός αναστημόμετρο Seca.

Πρωτόκολλα Προπόνησης: Όλοι οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν τρεις διαφορετικές πρωτόκολλα προπόνησης. Και τα τρία πρωτόκολλα αποτελούνται από τον ίδιο όγκο προπόνησης, αλλά εκτελέστηκαν σε

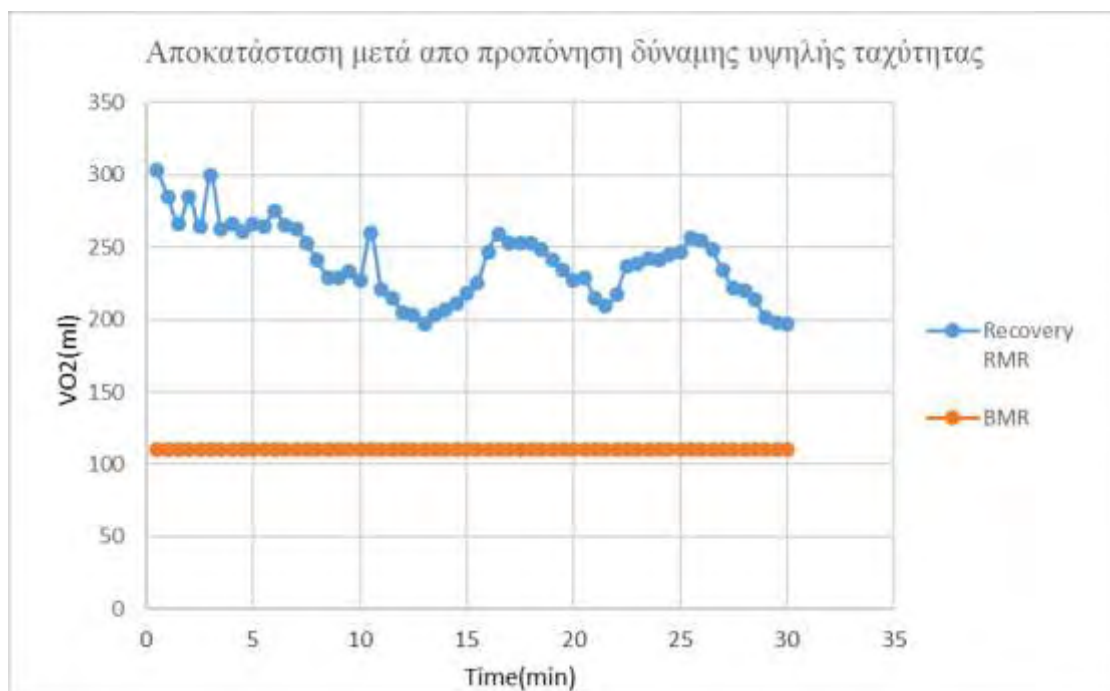
διαφορετικές ταχύτητες. Στο πρώτο πρωτόκολλο εκτέλεσαν στο 70% της 1RM για 1 σετ από 8 επαναλήψεις ανά σετ με μέση ταχύτητα που αντιστοιχεί σε 3 sec η επανάληψη. Στο δεύτερο πρωτόκολλο εκτέλεσαν στο 80% της 1RM για 5 σετ από 4 επαναλήψεις ανά σετ γρήγορη ταχύτητα που αντιστοιχεί σε 1 sec η επανάληψη. Τέλος, οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν ξανά στο 80% του 1RM για 1 σετ από 3 επαναλήψεις με αργή ταχύτητα που αντιστοιχεί σε 7 sec η επανάληψη. Και στα τρία πρωτόκολλα προπόνησης πραγματοποιήθηκαν οι ίδιες πέντε ασκήσεις με ελεύθερα βάρη και μηχανήματα προσαρμοσμένης αντίστασης οι οποίες είναι: ημικάθισμα στην συνέχεια σε μηχανήματα έκταση τετρακεφάλου και κάμψη δικεφαλου, μεταπίεσεις στήθους σε οριζόντιο πάγκο και τέλος οριζόντια κωπηλατική σε μηχανήματα. Τότε οι συμμετέχοντες είναι καθοδηγούμενοι από τη χρήση ενός μετρονόμου. Ο ρυθμός μετρονόμου είναι 17 bpm για αργούς, 40 bpm για μέσο και 120 bpm για γρήγορο. Κάθε φάση συστολής αποτελείται από έκκεντρη και ομόκεντρη φάση. Αυτός ο ρυθμός είναι ισοδύναμος περίπου έως 3,5 δευτερόλεπτα κάτω και 3,5 δευτερόλεπτα προς τα πάνω (7 δευτερολέπτων) για αργή, 2,5 δευτερόλεπτα κάτω και 2,5 δευτερόλεπτα προς τα πάνω (5 δευτερολέπτων) για μέτρια και 0,5 δευτερόλεπτα προς τα κάτω και 0,5 δευτ (1,0 δευτερολέπτων) για γρήγορο. Δεν επιτρέπεται παύση κατά τη μετάβαση της φάσης συστολής (από έκκεντρο σε ομόκεντρο ή ομόκεντρο έως έκκεντρο).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

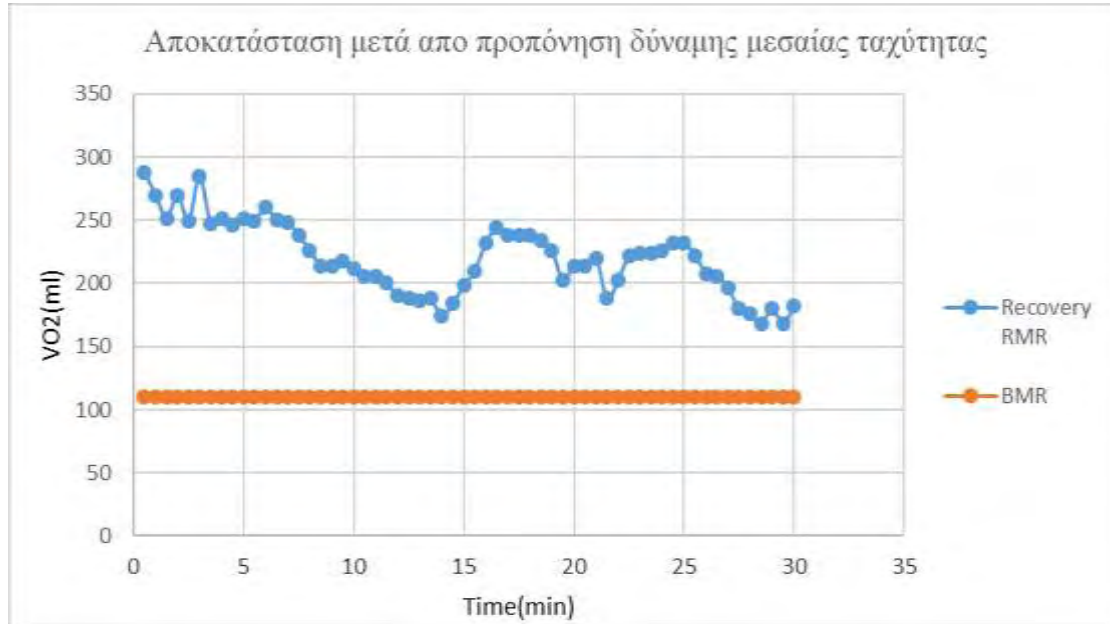
Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η κατανάλωση οξυγόνου κατά την αποκατάσταση 30min βρέθηκε να είναι υψηλότερη μετά από την εκτέλεση της προπόνησης δύναμης σε υψηλή ταχύτητα. Η επιπλέον κατανάλωση οξυγόνου μετά την άσκηση (excess post-exercise oxygen consumption, EPOC) ήταν 7,455 ml (37 kcal) μετά από προπόνηση υψηλής ταχύτητας, 6,603 ml (33 kcal) μεσαίας και 4,803ml (24 kcal) αργής.

Στα γραφήματα 1, 2 και 3 παρουσιάζεται η επιπλέον κατανάλωση οξυγόνου (EPOC) μετά τα διαφορετικά πρωτόκολλα προπόνησης δύναμης.

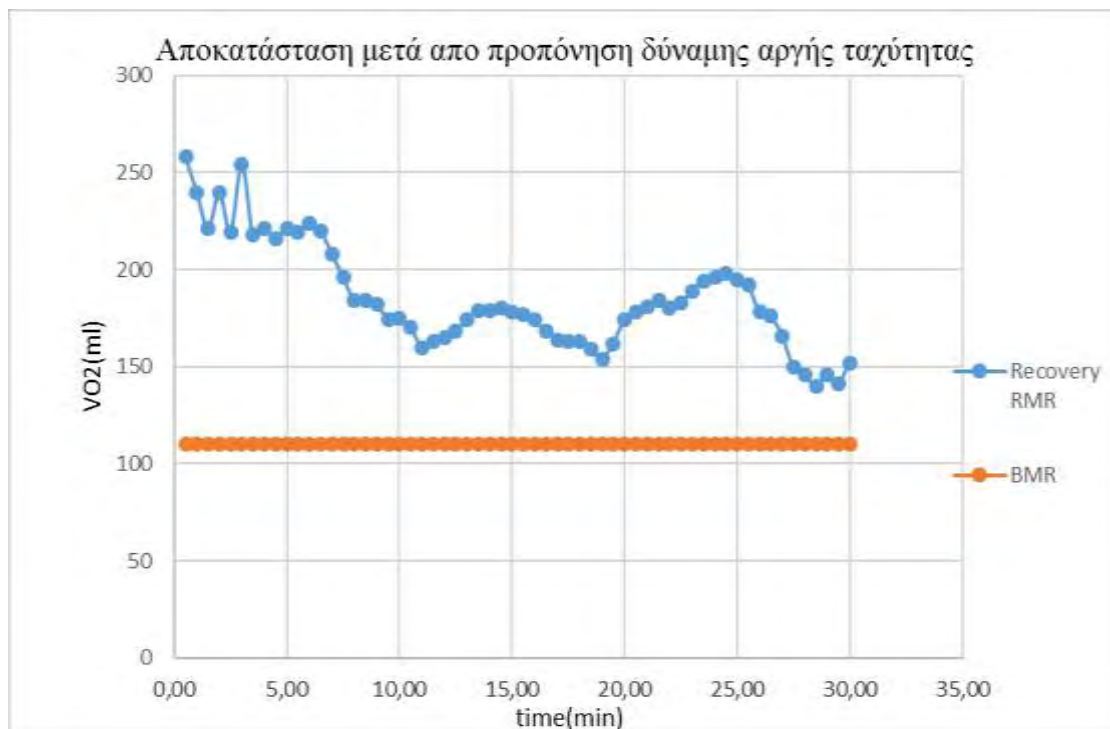
Γράφημα 1: Κατανάλωση οξυγόνου 30m μετά από προπόνηση δύναμης γρήγορης ταχύτητας (BMR=βασικός μεταβολισμός, recovery RMR= μεταβολισμός κατά την αποκατάσταση).



Γράφημα 2: Κατανάλωση οξυγόνου 30m μετά από προπόνησης δύναμης μέσης ταχύτητας (BMR=βασικός μεταβολισμός, recovery RMR= μεταβολισμός κατά την αποκατάσταση).



Γράφημα 3: Κατανάλωση οξυγόνου 30m μετά από προπόνησης δύναμης αργής ταχύτητας (BMR=βασικός μεταβολισμός, recovery RMR= μεταβολισμός κατά την αποκατάσταση).



ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπός της εργασίας ήταν να εξετάσει κατά πόσο επιρεάζεται η ενεργειακή δαπάνη κατά την αποκατάσταση προπόνησης δύναμης ίδιας συνολικής επιβάρυνσης αλλά διαφορετικών εντάσεων και ταχυτήτων εκτέλεσης.

Τα αποτελέσματα άλλων ερευνών υποδεικνύεται ότι έχουμε αύξηση του ρυθμού της ενεργειακής δαπάνης χρησιμοποιώντας εκρηκτικές επαναλήψεις και μέτρια ένταση άσκησης (Mazzetti et al., 2017). Επίσης, η άσκηση μέτριας έως υψηλής έντασης μπορεί να είναι πολύτιμη για την αύξηση της ενεργειακής δαπάνης για τουλάχιστον 22 ώρες μετά την άσκηση (Hunter et al., 2017). Ακόμα φαίνεται ότι μετά από προπόνηση άρσης βαρών σε δύο διαφορετικά πρωτόκολλα δύναμης 90 λεπτών έχουμε αύξηση μεταβολισμού κατά την αποκατάσταση (RMR) και μπορεί να αυξήσει την οξειδωση των λιπιδίων μετά την άσκηση (Melby et al., 1993).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας προκύπτει ότι η προπόνηση με αντιστάσεις με το γρήγορο πρωτόκολλο δύναμης στο 80% της 1RM για 5 σετ από 4 επαναλήψεις, εμφανίζει μεγαλύτερη αύξηση της ενεργειακής δαπάνης κατά την αποκατάσταση μετά την ολοκλήρωση του πρωτόκολλου. Στην ερευνά μας αλλάξαμε την ταχύτητα εκτέλεσης, την επιβάρυνση και τα σετ διατηρώντας ίδια την συνολική επιβάρυνση με σκοπό να δούμε την επίδραση των παραπάνω παραμέτρων στον ανθρώπινο οργανισμό.

Τα συγκεκριμένα πρωτόκολλα δύναμης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε όλους τους αθλούμενους, γυμνασμένους και αγύμναστους αλλά με τον σωστό προγραμματισμό και το επίπεδο φυσικής κατάστασης του κάθε αθλούμενου. Και στα τρία πρωτόκολλα υπήρξε αύξηση του μεταβολισμού κατά την αποκατάσταση καθώς ο οργανισμός συνεχίζει να κάνει τις προσαρμογές μετά το τέλος της άσκησης. Με τον τρόπο αυτό καταναλώνονται επιπλέον θερμίδες και μετά την άσκηση. Συνεπώς, η

κατανάλωση επιπλέον θερμίδων μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για την βελτίωση της μυϊκής δύναμης αλλά και για την απώλεια σωματικού βάρους.

Ωστόσο σε αγύμναστα άτομα με μικρή προπονητική εμπειρία για να εφαρμοστεί ένα πρόγραμμα υψηλής ταχύτητας θα πρέπει να προηγηθεί κάποιος χρόνος προετοιμασίας-προσαρμογής για να αποφευχθούν τυχών τραυματισμοί λόγω των υψηλών εντάσεων. Σε αθλητές με μεγάλη προπονητική εμπειρία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το πρωτόκολλο της υψηλής ταχύτητας με περισσότερη ασφάλεια, καθώς και τα άλλα πρωτόκολλα ανάλογα με την περίοδο προετοιμασίας που βρίσκονται. Για παράδειγμα είναι αθλητής κλασικού αθλητισμού 100m μπορεί για διαφορετικές περιόδους να δουλέψει με όλα τα πρωτόκολλα δύναμης. Στον εισαγωγικό μεσόκλυκο να χρησιμοποιήσει το πρωτόκολλο δύναμης μέσης ταχύτητας με επαναλαμβανόμενες υπομέγιστες εντάσεις για την ανάπτυξη της μυϊκής μάζας ενώ στον προαγωνιστικό μεσόκλυκο να χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο δύναμης υψηλής ταχύτητας για την ανάπτυξη της ισχύς και της ταχυδύναμης.

Συμπερασματικά λοιπόν, η προπόνηση με αντιστάσεις και ιδιαίτερα αυτή με υψηλή ταχύτητα δημιουργεί περισσότερες προσαρμογές από ότι η προπόνηση με αντιστάσεις σε χαμηλότερες ταχύτητες και επιπρόσθετα μεγαλύτερη κατανάλωση θερμίδων κατά την αποκατάσταση, με ένα μειονέκτημα, αυτό της πιθανότητας τραυματισμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Κλεισούρας Βασίλης. Εργοφυσιολογία: Φυσιολογική βάση της μυϊκής προσπάθειας. σελ.328, 1992.
2. Byrne Heidi K., Wilmore Jack H. The relationship of mode and intensity of training metabolic rate in woman. *Int J Sport Nutr Exerc Metabol.* 11:1-14, 2001.
3. Calixto R., Verlengia R., Crisp A., Carvalho T., Crepaldi M., Pereira A., Yamada A., da Mota G., Lopes C. Acute effects of movement velocity on blood lactate and growth hormone responses after eccentric bench press exercise in resistance-trained men. *Biol Sport* 31 (14): 289-94, 2014.
4. Chapman D., Newton M., Sacco P., Nosaka. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. *Int J Sports Med* 27:591-598, 2006.
5. Dennis R. Clafin., Lisa M. Larkin., Paul S. Cederna., Jeffrey F. Horowitz., Neil B. Alexander., Neil M. Cole., Andrzej T. Galecki., Shu Chen., Linda V. Nyquist., Bruce M. Carlson., John A. Faulkner., James A. Ashton-Mille. Effects of high- and low-velocity resistance training on the contractile properties of skeletal muscle fibers from young and older humans. *J Appl Physiol* 111:1021-1030, 2011.
6. Hunter GR., Moellering DR., Carter SJ., Gower BA., Bamman MM., Hornbuckle LM., Plaisance EP., Fisher G. Potential causes of elevated REE after high-intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 49(12):2414-2421, 2017.
7. Farthing Jonathan P., Philip D. Chilibeck. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *European Journal of Applied Physiology*, 6:578-586, 2003.
8. González-Badillo Juan José, David Rodríguez-Rosell, Luis Sánchez-Medina, Esteban M. Gorostiaga, Fernando Pareja-Blanco. Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than

deliberately slower half-velocity training. *European Journal of Sport Science* 772-781, 2014.

9. Kraemer WJ., Adams K., Cafarelli E., Dudley GA., Dooly C., Feigenbaum MS., Fleck SJ., Franklin B., Fry AC., Hoffman JR., Newton RU., Potteiger J., Stone MH., Ratamess NA., Triplett-McBride T. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34(2):364-380, 2002.

10. Mazzetti S., Douglass M., Yocum A., Harber M. Effect of explosive versus slow contractions and exercise intensity on energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc.* 39 (8):1291-301, 2007.

11. Melby C., Scholl C., Edwards G., Bullough R. Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J Appl Physiol* 75 (4):1847-53, 1993.

12. Poehlman Eric T., Melby C. Resistance training and energy balance. *International Journal of Sport Nutrition* 143-159, 1998.

13. Rana, Sharon R., Chleboun, Gary S., Gilders, Roger M., Hagerman, Fredrick C., Herman, Jennifer R., Hikida, Robert S., Kushnick, Michael R., Staron, Robert S., Toma, Kumika. Comparison of Early Phase Adaptations for Traditional Strength and Endurance, and Low Velocity Resistance Training Programs in College-Aged Women. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 1:119-127, 2008.

14. Schuenke MD., Herman JR., Gliders RM., Hagerman FC., Hikida RS., Rana SR, Ragg KE., Staron RS. Early-phase muscular adaptations in response to slow-speed versus traditional resistance-training regimens. *Eur J Appl Physiol.* 112(10):3583-95, 2012.