



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η Επίδραση της Ενεργητικής και Παθητικής Αποκατάστασης στα επίπεδα του Γαλακτικού Οξέος του Αίματος έπειτα από Έντονη Άσκηση



ΜΑΤΣΑΓΚΟΥ ΣΟΦΙΑ

ΤΡΙΚΑΛΑ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2009



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 7464/1

Ημερ. Εισ.: 12/11/2009

Δωρεά:

Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ-ΤΕΦΑΑ

2009

ΜΑΤ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000102564

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει την επίδραση της ενεργητικής και παθητικής αποκατάστασης στα επίπεδα γαλακτικού οξέος του αίματος έπειτα από τεστ αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}) και αναερόβιας ισχύος (Wingate test). Στην έρευνα συμμετείχαν 8 άνδρες ηλικίας 19-29 ετών ($M_{\eta} = 22,6 + 2,9$), βάρους 63-88kg ($M_{\beta} = 76,6 \pm 3,8$), ύψους 171-184cm ($M_{\upsilon} = 176,9 \pm 8,8$) και σωματικό λίπος 12-20% ($M_{\lambda} = 16,4 \pm 0,8$). Όλοι οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν τέσσερις δοκιμασίες, δύο δοκιμασίες για τον προσδιορισμό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}) και δύο δοκιμασίες για τον προσδιορισμό της μέγιστης αναερόβιας ισχύος (Wingate). Σε δύο εκ των τεσσάρων δοκιμασιών (μετά το τέλος της VO_{2max} και του Wingate) οι δοκιμαζόμενοι πραγματοποίησαν ενεργητική αποκατάσταση (10 λεπτά ποδηλασία, 50% VO_{2max}) ενώ στις άλλες δύο πραγματοποίησαν παθητική αποκατάσταση (10 λεπτά κάθονταν στο εργαστήριο). Πριν την κάθε δοκιμασία, 3, 18 και 63 λεπτά μετά το τέλος της δοκιμασίας πραγματοποιήθηκαν αιμοληψίες τριχοειδικού αίματος για τον προσδιορισμό του γαλακτικού οξέος. Η ανάλυση τριπλής διακύμανσης με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (ANOVA Repeated) για τις τιμές του γαλακτικού οξέος έδειξε ότι υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές για το είδος του τεστ ($p < 0,01$), με τις τιμές του γαλακτικού οξέος να είναι σημαντικά μεγαλύτερες μετά από τη δοκιμασία Wingate σε σχέση με τη VO_{2max} (18.00 mM vs. 10.06 mM), οριακά σημαντικές διαφορές ($p = 0,07$) για το είδος αποκατάστασης (ενεργητική = 1.73 mM vs. παθητική = 3.16 mM) και στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p < 0,001$) για τον χρόνο. Τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι η δοκιμασία Wingate επιβαρύνει περισσότερο το γλυκολυτικό μηχανισμό παραγωγής ενέργειας σε σχέση με τη δοκιμασία VO_{2max} ενώ φαίνεται πως η ενεργητική αποκατάσταση μπορεί να αποβεί περισσότερο ωφέλιμη όσον αφορά την απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος μία ώρα μετά το τέλος της έντονης άσκησης.

Λέξεις κλειδιά: VO_{2max} , Wingate, μεταβολισμός, άσκηση

Abstract

The purpose of this study was to examine the effect of active and passive recovery on the levels of lactic acid in the blood, after aerobic exercises (VO₂max) and anaerobic force test (Wingate test). In this study, 8 male subjects were participated of age 19-29 (Mn=22,6±2.9), weight 63-88kg (Mβ= 76.6±3,8), height 171-184 cm (Mu=176.9±8,8) and human fat 12-20% (Mλ= 16.4±0,8).

All the participants completed 4 attempts of which the first two were for the determination of the maximum anaerobic force (Wingate). In two out of the four efforts (after the end of VO₂max and the Wingate test), the participants realized active recovery (10 minutes cycling in 50% of VO₂max), whereas in the remaining two, the recovery was passive (the subjects remained at the laboratory for 10 minutes after completion of exercise). Before every effort as well as 3, 18 and 63 minutes after the end of every effort the participants gave blood samples in order to determine the lactic acid levels. The analysis of the triple fluctuation with repeated measures (ANOVA Repeated) of the rates of lactic acid revealed insignificant differences of the kind of the test ($p < 0.01$), as the rates of lactic acid were found significantly different after the Wingate test in comparison to the VO₂max test (18.00mM vs. 10.06mM). Thus even minor differences ($p = 0.07$) were detected in the recovery rate (active= 1.73mM vs. passive= 3.16mM) and statistic differences ($p < 0.001$) for the time. The results confirm that the effort of Wingate test overloads more the glycolytic mechanism of energy production, in comparison to the effort of VO₂max. It is obvious that the active recovery can be more useful for the removal of lactic acid during the hour after the end of an intense exercise.

Key –Words: VO₂max, Wingate, metabolism, exercise.

Περιεχόμενα

Περίληψη (Ελληνική).....	02
Περίληψη (Αγγλική-Abstract):.....	03
Κατάλογος Γραφημάτων:.....	05
Κατάλογος Εικόνων:.....	05
Εισαγωγή:.....	06
Σκοπός της εργασίας:.....	09
Σημαντικότητα της εργασίας:.....	10
Μέθοδοι:.....	11
Αποτελέσματα:.....	15
Συζήτηση:.....	20
Βιβλιογραφία:.....	23
Παράρτημα:.....	25
Επιμέρους τιμές από το γαλακτικό οξύ όλων των μετρήσεων:.....	25-26
Έγκριση βιοηθικής:.....	27

Συναίνεση:.....	28
-----------------	----

Κατάλογος Γραφημάτων

<i>Γράφημα 1:</i> Διακυμάνσεις γαλακτικού οξέος στην παθητική αποκατάσταση του τεστ αναερόβιας ισχύος.....	16
<i>Γράφημα 2:</i> Διακυμάνσεις γαλακτικού οξέος στην ενεργητική αποκατάσταση του τεστ αναερόβιας ισχύος.....	17
<i>Γράφημα 3:</i> Μέσες τιμές διακύμανσης γαλακτικού οξέος με ενεργητική και παθητική αποκατάσταση για τεστ αναερόβιας ισχύος.....	18
<i>Γράφημα 4:</i> Διακυμάνσεις γαλακτικού οξέος στην παθητική αποκατάσταση του τεστ αερόβιας ικανότητας.....	19
<i>Γράφημα 5:</i> Διακυμάνσεις γαλακτικού οξέος στην ενεργητική αποκατάσταση του τεστ αερόβιας ικανότητας.....	19
<i>Γράφημα 6:</i> Μέσες τιμές διακύμανσης γαλακτικού οξέος με ενεργητική και παθητική αποκατάσταση για τεστ αερόβιας ικανότητας.....	20
<i>Γράφημα 7:</i> Μέσες τιμές διακύμανσης γαλακτικού οξέος σε όλες τις μετρήσεις (Συγχώνευση γραφημάτων 3 και 6).....	20

Κατάλογος Εικόνων

<i>Εικόνα 1:</i> Διαδικασία γλυκογόνοσύνθεσης.....	8
<i>Εικόνα 2 και 3:</i> Το μόριο του γαλακτικού οξέος στο χώρο (μορφή 3-D).....	9
<i>Εικόνα 4 και 5:</i> Κυκλοεργόμετρο των test αξιολόγησης (Wingate και Vo2max tests).....	10
<i>Εικόνα 6:</i> Τριχοειδές φιαλίδιο λήψης αίματος (10μL).....	14
<i>Εικόνα 7:</i> Αντιδραστήρια τοποθέτησης αίματος.....	14
<i>Εικόνα 8:</i> Μηχάνημα φωτομέτρησης γαλακτικού οξέος αίματος	14
<i>Εικόνα 9:</i> Βελόνες.....	15
<i>Εικόνα 10:</i> Ζυγαριά μέτρησης λίπους με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής αντίστασης..	15
<i>Εικόνα 11:</i> Μέτρηση καρδιακών σφυγμών με τη μέθοδο της τηλεμετρίας.....	15

Κατάλογος Πινάκων

1. Πίνακας 1: Τιμές γαλακτικού οξέος (mmol/L) για μετρήσεις VO₂max για παθητική αποκατάσταση.....25
2. Πίνακας 2: Τιμές γαλακτικού οξέος (mmol/L) για μετρήσεις VO₂max για ενεργητική αποκατάσταση.....25
3. Πίνακας 3: Τιμές γαλακτικού οξέος (mmol/L) για μετρήσεις Wingate για παθητική αποκατάσταση.....26
4. Πίνακας 4: Τιμές γαλακτικού οξέος (mmol/L) για μετρήσεις Wingate για ενεργητική αποκατάσταση.....26

Εισαγωγή

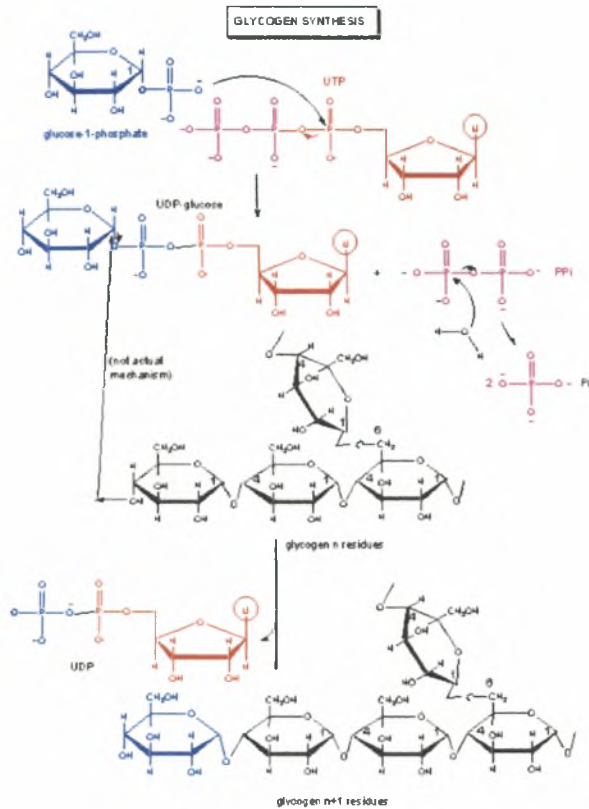
Μέσω της συγκεκριμένης έρευνας έγινε εμφανής η δυνατότητα να διασαφηνιστούν οι παράμετροι πρόκλησης των επιπέδων γαλακτικού οξέος τόσο σε παθητική όσο και σε ενεργητική αποκατάσταση και τον συσχετισμό που έχουν μεταξύ τους κατά την έντονη άσκηση παρατεταμένης διάρκειας (Vo₂max test) και σύντομης διάρκειας (Wingate test). Είναι γνωστό ότι μετά την παρουσία της αποκατάστασης υπάρχουν αλλαγές στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος. Αυτές οι αλλαγές διαφέρουν ανάλογα το είδος της άσκησης που έχει προηγηθεί, το είδος της αποκατάστασης, την διάρκεια της, την κληρονομικότητα των ασκουμένων, τη διατροφή, την προπονητική κατάσταση, το φύλο και την ηλικία.

Έτσι λοιπόν, το γαλακτικό οξύ ως τελικό προϊόν της αναερόβιας διάσπασης των υδατανθράκων θεωρείται ένας από τους μεταβολίτες που παρουσιάζει μερικές από τις θεαματικότερες μεταβολές συγκέντρωσης στους μύες και στο αίμα αργότερα, κατά την διάρκεια της άσκησης (στην συγκεκριμένη περίπτωση των τεστ αξιολόγησης). Το γεγονός αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι σε προσπάθειες χαμηλότερης έντασης από την μέγιστη παρουσιάζει χαμηλότερες τιμές στο αίμα διότι οι υδατάνθρακες διασπώνται κατά βάση αερόβια. Μια ακόμη περίπτωση κατά την οποία μπορούμε να παρατηρήσουμε χαμηλότερες τιμές είναι όταν η άσκηση διαρκεί λιγότερο από 1 min γεγονός που δικαιολογείται διότι η συνολική παραγωγή γαλακτικού οξέως των μυών δεν επαρκεί για να προκαλέσει τόσο υψηλά επίπεδα συγκέντρωσής του στο αίμα. Συνακόλουθο των παραπάνω αποτελεί η μεγάλη απόρροια πληροφοριών για την επίδραση που μπορεί να έχει στον ανθρώπινο μεταβολισμό η άσκηση ή το τεστ

αξιολόγησης. Το γαλακτικό οξύ μετριέται σύμφωνα με την συγκέντρωσή του σε ολικό αίμα. Η τιμή ηρεμίας του είναι από 0,7 – 1,5 mmol/ L και έπειτα από μέγιστες προσπάθειες που μπορεί να διαρκούν και μέχρι 1 min μπορεί να παρατηρήσουμε τιμές μεγαλύτερες της τάξεως των 20mmol/L. Είναι γνωστό ότι το γαλακτικό οξύ έχει χρόνο ημιζωής 15 min {14}, γεγονός που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι έπειτα από το τέλος της δραστηριότητας, όποια κι αν είναι αυτή, μέσα στα πρώτα 15 min η ποσότητά του στον οργανισμό θα έχει φτάσει στην μισή συγκέντρωση σε σχέση με την τιμή του αμέσως μετά την άσκηση.

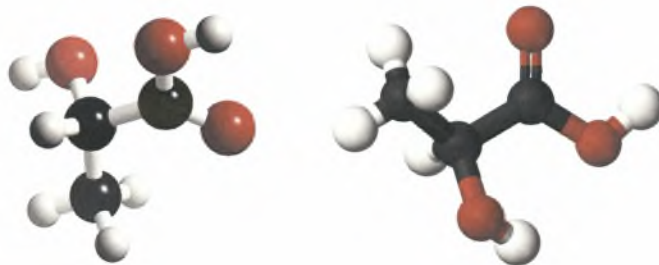
Πολλοί είναι οι ερευνητές που υποστηρίζουν την σημαντικότητα και την αναγκαιότητα του γαλακτικού οξέος στον οργανισμό λέγοντας χαρακτηριστικά: το γαλακτικό οξύ είναι ένας φυσιολογικός προσωρινός χώρος ο οποίος προστατεύει το μυϊκό κύτταρο ενάντια στην μεταβολική οξείδωση και επιτρέπει την επίτευξη υψηλής έντασης άσκηση {9}. Επίσης αναφέρεται ότι το 50% του γαλακτικού οξέος που παράγεται κατά την διάρκεια της άσκησης μετατρέπεται σε γλυκογόνο του μυός κατά την διάρκεια της αποκατάστασης {10}. Επιπροσθέτως οι Hermansen and Vaage έχουν αναφέρει ότι η γλυκογονοσύνθεση είναι ένας αρχικός μηχανισμός για την απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος {6}. Έρευνες υποστηρίζουν ότι έπειτα από ενεργητική αποκατάσταση το γαλακτικό οξύ απομακρύνεται γρηγορότερα διότι παρατείνεται η αιμάτωση των ασκούμενων μυών λόγω του ότι παρουσιάζεται αυξημένη ταχύτητα εξόδου του γαλακτικού οξέος από τις συστελλόμενες μυϊκές ίνες. Σε αντίθεση με την παθητική αποκατάσταση κατά την οποία η απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος είναι πιο αργή.

Μέσω της ερευνητικής διαδικασίας έχει αποδειχθεί ότι η ενεργητική αποκατάσταση επιτρέπει στους μύες να μεταβολίζουν το γαλακτικό οξύ και με αυτόν τον τρόπο διευκολύνει μια γρηγορότερη απομάκρυνσή σε σύγκριση με την παθητική{1}. Επιπροσθέτως έχει αποδειχθεί ότι ενεργητική αποκατάσταση υπηρετεί μια μείωση του γαλακτικού οξέος (λόγω των πρωτονίων) σε σύγκριση με την παθητική {1,2,3,8}.



Εικόνα 1: Διαδικασία γλυκογονοσύνθεσης {6}

Πολλοί είναι επίσης οι ερευνητές που αναφέρουν με σιγουριά την υπεροχή της ενεργητικής αποκατάστασης στην μείωση των επιπέδων γαλακτικού οξέος σε σχέση με την παθητική {5}. Πολλοί επίσης είναι και εκείνοι οι ερευνητές που έχουν αναφέρει ότι οι τιμές του γαλακτικού οξέος μειώθηκαν όταν η αποκατάσταση ενισχύθηκε από ποδηλάτιση κάτω από το αερόβιο κατώφλι {11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25}. Οι Denadai et al. βρήκαν ότι η κολύμβηση και το τρέξιμο σαν μορφή ενεργητικής αποκατάστασης μειώνουν επίσης τα επίπεδα του γαλακτικού οξέος έπειτα από έντονη άσκηση σε σχέση με την παθητική αποκατάσταση {5}.



Εικόνα 2 και 3 : Το μόριο του γαλακτικού οξέος στο χώρο (μορφή 3D)

Κάποιοι άλλοι ερευνητές οριοθέτησαν αυτό που άλλοι είπαν κάτω από το αερόβιο κατώφλι και είπαν ότι η βέλτιστη μείωση που εμφανίζεται είναι μεταξύ περίπου του 25% και 65% της VO_{2max} σε εργομετρικό ποδηλάτου {15,19}.

Ένας αριθμός ερευνητών ισχυρίζεται ότι μεταξύ των ατόμων που εκτελούν ενεργητική αποκατάσταση υπάρχουν διαφοροποιήσεις όπως το εύρος των τιμών της απομάκρυνσης του γαλακτικού οξέος. Ο Strom (1949) {26} παρατήρησε ότι η απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος αυξήθηκε καθώς αυξανόταν η ένταση της αποκατάστασης προς μια έντονη ένταση. Έτσι έφτασε στο συμπέρασμα ότι τα καλά προπονημένα άτομα που πήραν μέρος στην εργασία του πραγματοποίησαν άσκηση κατά την αποκατάσταση που ήταν σε υψηλότερα επίπεδα έντασης. Εξίσου σημαντική διαφοροποίηση έθεσαν και κάποιοι άλλοι ερευνητές οι οποίοι αξιολόγησαν τον τρόπο απομάκρυνσης του γαλακτικού οξέος, κατά την ενεργητική αποκατάσταση, έπειτα από υψηλής έντασης άσκηση, σε αθλητές αντοχής (δρομείς) και σε αθλητές ταχύτητας και παρατήρησαν ότι οι δρομείς αντοχής είχαν υψηλότερο εύρος απομάκρυνσης γαλακτικού οξέος {18} .

Ερευνητικό ενδιαφέρον παρουσίασε για τους Davies et al. η απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος έπειτα από υψηλής έντασης ποδηλάτιση σε κυκλοεργόμετρο (Εικόνα 4 και 5) για μέτρηση VO_{2max} . Οι συμμετέχοντες που έλαβαν μέρος στην εργασία ήταν μια ομάδα ατόμων με υψηλή μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και άλλες τρεις ομάδες με χαμηλότερη. Τα αποτελέσματά του έδειξαν ότι οι διαφορές στα ποσοστά απομάκρυνσης του γαλακτικού οξέος οφειλόταν στην διαφορά της φυσικής τους κατάστασης {17}.

Σκοπός της Εργασίας

Ωστόσο, δεν έχει ερευνηθεί σε βάθος η επίδραση της μέγιστης έντασης άσκησης με διαφορετική χρονική διάρκεια στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος καθώς επίσης και η

επίδραση της ενεργητικής και παθητικής αποκατάστασης μετά από αυτού του είδους άσκηση. Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να εξετάσει την επίδραση που έχει η έντονη αναερόβιας μορφής και μικρής χρονικής διάρκειας άσκηση (Wingate test) και η έντονη αερόβιας μορφής και μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας άσκηση (VO_{2max} test) στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος και στο ρυθμό απομάκρυνσης αυτού μετά από ενεργητική και παθητική αποκατάσταση.

Σημαντικότητα της Εργασίας

Μέσω αυτής της εργασίας αναμένονται να φανούν οι διακυμάνσεις του γαλακτικού οξέος από την ηρεμία στην μέγιστη τιμή κατά άτομο, στον υποδιπλασιασμό και στην ολοκληρωμένη απομάκρυνση και επαναφορά του γαλακτικού οξέος στην ηρεμία. Η σημασία της συγκεκριμένης εργασίας είναι να προσδώσει την εικόνα του ρυθμού απομάκρυνσης του γαλακτικού οξέος από τον ανθρώπινο οργανισμό με την πάροδο του χρόνου έπειτα από μέγιστης έντασης άσκηση σε αναερόβια ισχύ (Wingate test) και αερόβια ικανότητα (Vo_{2max} test). Καθοριστικός παράγοντας των επιπέδων και του εύρους γαλακτικού οξέος θα είναι η ενεργητική και παθητική αποκατάσταση έπειτα από κάθε ένα είδος άσκησης.

Οι διαφορές μεταξύ του Wingate test και του VO_{2max} test θα είναι μεγάλες λόγω της διαφοράς τους, μιας και το ένα πρόκειται για τεστ αξιολόγησης της μέγιστης αναερόβιας ισχύος μικρής διάρκειας και το άλλο για αερόβιας ικανότητας μεγαλύτερης διάρκειας αντίστοιχα. Επιπρόσθετα οι τιμές του γαλακτικού οξέος θα υποστούν μεγαλύτερη μείωση κατά την ενεργητική αποκατάσταση απ' ότι στην παθητική και στα δύο είδη αξιολόγησης.



Εικόνα 4 και 5:Κυκλοεργόμετρο των test αξιολόγησης (Wingate και Vo_{2max} tests)

Μέθοδοι

Πληθυσμός-Δείγμα:

Στην έρευνα συμμετείχαν 8 άνδρες ηλικίας 19-29 ετών. Οι συμμετέχοντες χρειάστηκε να έλθουν στο εργαστήριο πέντε φορές. Την πρώτη φορά έγινε ο προσδιορισμός των σωματομετρικών και ορισμένων φυσιολογικών χαρακτηριστικών ενώ τις επόμενες τέσσερις φορές οι συμμετέχοντες πήραν μέρος με τυχαία σειρά σε δύο δοκιμασίες Wingate test και δύο δοκιμασίες αξιολόγησης της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO_{2max}). Μετά το τέλος της μιας δοκιμασίας Wingate οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν είτε ενεργητική ή παθητική αποκατάσταση ενώ το ίδιο συνέβη και μετά από τη δοκιμασία για την αξιολόγηση της VO_{2max} .

Τα σωματομετρικά και ορισμένα φυσιολογικά χαρακτηριστικά φαίνονται στον Πίνακα 1 (Να κάνεις ένα πίνακα με την ηλικία, το σωματικό βάρος, ύψος, ποσοστό λίπους, αρτηριακή πίεση). Η μέτρηση των σωματομετρικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών έγινε πριν τις μετρήσεις της αναερόβιας ισχύος (Wingate test) και της αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}). Η λιπομέτρηση έγινε με την μέθοδο της βιοηλεκτρικής αντίστασης (Εικόνα 10) λόγω του μικρού ποσοστού λάθους που προσδίδει (3,5-4%). Για μεγαλύτερη εγκυρότητα ζητήθηκε από τους ασκούμενους να μην έχουν χορηγηθεί υγρά, φαγητό ή να μην έχουν εκτελέσει κάποιο είδος άσκησης πριν από αυτήν την μέτρηση για να μην έχουν μεταβληθεί σε μεγάλο βαθμό τα υγρά του σώματος τους. Ο λόγος αυτού είναι ότι μέσω αυτής της μέτρησης στέλνεται μια μικρή ποσότητα ρεύματος στον οργανισμό και με την λογική ότι το νερό είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού προσδιορίζεται το ποσοστό λίπους στον οργανισμό. Έτσι μετρήθηκε το υποδόριο λίπος, απαραίτητη προϋπόθεση για την μέτρηση αυτή ήταν η καταχώρηση στο συγκεκριμένο μηχάνημα κάποιων στοιχείων, συγκεκριμένα: ύψος, φύλο, είδος άσκησης. Η μικρή ηλεκτρική αντίσταση αντιπροσωπεύει μικρό ποσοστό λίπους, ενώ η μεγάλη, μεγάλο ποσοστό λίπους.

Οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν ένα Wingate test 30 δευτερολέπτων με μέγιστη προσπάθεια στο κυκλοεργόμετρο (Monark Ergomedic, Εικόνα 4 και 5). Στο συγκεκριμένο τεστ μετριέται ο συνολικός αριθμός περιστροφών ανά 5 δευτερόλεπτα. Ο παρακάτω τύπος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της ισχύος (Kg \cdot m/min):

Ισχύς= Δύναμη χ απόσταση /χρόνο.

Δύναμη= Συνολικό Βάρος χ 0,075 Kg

Απόσταση= 6 μέτρα /περιστροφή

Αριθμός περιστροφών σε διάστημα 5 sec και ο αριθμός αυτός πολλαπλασιάζεται επί 60 για να πάρουμε τιμή σε Kgm/min.

Για την εκτέλεση αυτού του τεστ έγινε προσδιορισμός του ύψους της σέλας και του τιμονιού σύμφωνα με τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του κάθε ασκουμένου. Έπειτα οι ασκούμενοι εκτέλεσαν περίπου 5 min προθέρμανση στους 150 – 160 καρδιακούς σφυγμούς / min με 50- 60 συνολικές στροφές / min και στα 5 τελευταία sec εκτέλεσαν μέγιστη προσπάθεια. Μετά από περίπου 5 min ξεκίνησαν το τεστ (max) χωρίς όμως την αντίσταση και όταν έφτασαν στην μέγιστη ταχύτητα (μέγιστος αριθμός πεταλιών) προστέθηκε η αντίσταση (Σωματικό βάρος χ 7,5 % του συνολικού βάρους). Τότε άρχισε να εκτελείται το πείραμα με προσοχή να μην ανασηκώνονται από το κάθισμα (σέλα) τους. Έπειτα έγινε μέτρηση του γαλακτικού οξέος 3 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης μιας και έχει αναφερθεί ότι 3 λεπτά περίπου χρειάζονται για να περάσει το γαλακτικό οξύ από τον εργαζόμενο μυ προς το ολικό αίμα μετά το τέλος της άσκησης (post-3) απ' όπου και μετρήθηκε και καταγράφηκαν οι τιμές. Στην πρώτη – αρχική αιμοληψία (pre) έγινε μια μικρή τρύπα στο δάκτυλο του άκρου χεριού με μία βελόνα – νυστέρι (Εικόνα 9), σκουπίσαμε το πρώτο αίμα με βαμβάκι εμποτισμένο με οινόπνευμα και αφού πιάσαμε τον δάκτυλο του ασκουμένου για να σχηματιστεί μια σταγόνα αίματος τότε έγινε η έναρξη της συγκέντρωσης του αίματος μέσα σε ένα τριχοειδές φιαλίδιο (Εικόνα 6) μέχρι την πορτοκαλί γραμμή (περίπου μέχρι την μέση – 10 ml). Στη συνέχεια τοποθετήθηκε το τριχοειδές φιαλίδιο μέσα στην ειδική πιπέτα και το ρίχθηκε με προσοχή μέσα σε ένα άλλο φιαλίδιο που περιείχε ένα ειδικό διάλυμα (αντιδραστήριο) όπου και κλείστηκε (Εικόνα 7). Εφόσον ανακινήθηκε τοποθετήθηκε στο φασματοφωτόμετρο (Dr Lange LP20, Εικόνα 8) και μετά αφαιρέθηκε από το μηχάνημα. Έπειτα από 3 min ανοίχθηκε το φιαλίδιο και προστέθηκε μια ποσότητα σκόνης που περιείχε στην άλλη πλευρά του καπακιού και ανακινήθηκε με το χέρι. Εν συνεχεία πατήθηκε το κουμπί mode του μετρητή γαλακτικού οξέως και όταν ήταν έτοιμος επανατοποθετήθηκε το φιαλίδιο στο φασματοφωτόμετρο και καταγράφηκε το αποτέλεσμα. Η ίδια ακριβώς και με αλληλουχική σειρά διαδικασία έγινε και για τα τέσσερα πειράματα αλλά και για τις

αιμοληψίες pre (γαλακτικό οξύ ηρεμίας- πριν την έναρξη οποιασδήποτε άσκησης) post των 3 λεπτών (post-3), των 18 λεπτών (post-18) και των 63 λεπτών (post-63).

Στο τεστ μέγιστης αερόβιας ικανότητας έλαβαν μέρος οι ίδιοι 8 ασκούμενοι οι οποίοι στην συνέχεια εκτέλεσαν το τεστ για τον προσδιορισμό του VO₂max στο κυκλοεργόμετρο και κρίθηκε απαραίτητο να καταγραφούν κάποιοι παράμετροι οι οποίοι θα έδιναν μια σαφή εικόνα για την κατάσταση του αθλητή και για το πόσο έχει προσπαθήσει αρκετά για να αποδώσει την μέγιστη αερόβια ικανότητά του. Αυτά τα κριτήρια είναι: Η διακύμανση της πρόσληψης οξυγόνου σύμφωνα με την διαφοροποίηση της επιβάρυνσης, η τιμή του αναπνευστικού πηλίκου (R) να ξεπερνάει το 1,1, η καρδιακή συχνότητα να πλησιάζει ή να ξεπερνά την μέγιστη (220-ηλικία) και φυσικά, η σωματική εξάντληση του συμμετέχοντα. Πριν ξεκινήσει η διαδικασία έγινε η μέτρηση γαλακτικού οξέος ηρεμίας (pre) και εν συνεχεία άρχισε η διαδικασία της προθέρμανσης που περιελάμβανε ποδηλάτηση σε χαμηλή ταχύτητα. Έπειτα αρχίζει η διαδικασία της αξιολόγησης και συνδέεται ο ασκούμενος με τον αναλυτή αερίων όπου φαίνονται ανά 20 δευτερόλεπτα οι τιμές του εισπνεόμενου και εμπνεόμενου οξυγόνου, του αναπνευστικού πηλίκου, του αριθμού αναπνοών ανά λεπτό, του πνευμονικού αερισμού και οι απόλυτες και σχετικές τιμές της πρόσληψης οξυγόνου. Η διαδικασία αυτή επιτυγχάνεται με την σύνδεσή του ασκούμενου με μία μάσκα, η οποία συνδέεται μέσω ενός πλαστικού σωλήνα με τον αναλυτή αερίων και η οποία επιτρέπει μόνο την είσοδο του εισπνεόμενου αέρα ενώ ο αέρας που εκπνέεται, εισέρχεται στον αναλυτή για να γίνει ο προσδιορισμός των τιμών των προαναφερθέντων παραμέτρων. Μέσω ενός clipper γίνεται ο φραγμός της ρινικής κοιλότητας και έτσι αποφεύγεται η έξοδος του αέρα από εκεί. Όταν επέλθει η εξάντληση του ασκούμενου το τεστ έχει λάβει τέλος και αφαιρείται η αντίσταση προς τον ασκούμενο. Στους συμμετέχοντες τοποθετήθηκαν polar testers για την μέτρηση των καρδιακών του σφυγμών (μέσω της τηλεμετρίας, Εικόνα 11) έτσι ώστε να γίνονται οι απαραίτητες καταγραφές των καρδιακών σφυγμών. Στην συνέχεια αρχίζει η αξιολόγηση και καταγράφονται οι τιμές που μας ενδιαφέρουν. Το πρωτόκολλο που ακολουθήθηκε ήταν διατήρηση από τον ασκούμενο των 70 συνολικών στροφών και αύξηση της αντίστασης ανά 3 λεπτά. Η αντίσταση αυτή ήταν της τάξεως των 400gr και η εναρκτήρια αντίσταση ήταν τα 1600gr. Μετά το τέλος της δραστηριότητας αφαιρείται η μάσκα και αποσυνδέεται το μηχάνημα. Τότε αρχίζουν οι μετρήσεις του γαλακτικού οξέως 3 λεπτά (post-3) μετά την άσκηση, 18 λεπτά (post-18) μετά και 63 λεπτά (post-63). Φυσικά έχει προηγηθεί η μέτρηση του γαλακτικού οξέος ηρεμίας,

πριν την έναρξη της δραστηριότητας (pre). Η διαδικασία μέτρησης του δειγμάτων του γαλακτικού οξέος έχει αναφερθεί και παραπάνω κατά την μέτρηση του στο τεστ αναερόβιας ισχύος (Wingate test) και είναι η ίδια.

Μια ιδιαίτερη και αξιοσημείωτη παράμετρος είναι ότι τα παραπάνω άτομα εκτέλεσαν εις διπλούν τις δύο παραπάνω μετρήσεις. Μια φορά με ενεργητική αποκατάσταση και μια με παθητική. Η παθητική αποκατάσταση όπως έχει προαναφερθεί είναι μια κατάσταση που διατήρησαν τα ασκούμενα άτομα από το 3^ο έως το 18^ο λεπτό χωρίς κανενός είδους άσκηση ή δραστηριότητα και γι αυτόν τον λόγο τοποθετήθηκαν σε κάθισμα στο εργαστήριο για την διασφάλιση αυτής της παθητικότητας. Σε αντίθεση με την ενεργητική αποκατάσταση στην οποία από το 3^ο έως το 18^ο λεπτό εκτέλεσαν μια δραστηριότητα της τάξεως του 50% έως 60% της VO_{2max} , σε μορφή ήπιας ποδηλάτισης με ρυθμό 65-70 συνολικών στροφών και με αντίσταση ενός κιλού για 15 λεπτά. Έπειτα από το 18^ο έως το 63^ο λεπτό που ήταν η επόμενη και τελευταία μέτρηση γαλακτικού οξέος οι ασκούμενοι εκτέλεσαν παθητική αποκατάσταση. Καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος δεν χορηγήθηκε στους ασκούμενους κανενός είδους βοήθεια, υγρά ή τροφή για να επιτευχθεί κατά το δυνατόν μεγαλύτερη αντικειμενικότητα και αξιοπιστία στο πείραμα. Τέλος, από μέτρηση σε μέτρηση για τον κάθε ασκούμενο μεσολάβησαν 4 ημέρες αποκατάστασης από τα διάφορα τεστ και από έντονες και επίπονες δραστηριότητες.



Εικόνα 6:

Τριχοειδές φιαλίδιο λήψης αίματος (10μl)



Εικόνα 7:

Αντιδραστήρια τοποθέτησης αίματος



Εικόνα 8:

Μηχάνημα φωτομέτρησης γαλακτικού οξέος αίματος



Εικόνα 9:
Βελόνες



Εικόνα 10:
Ζυγαριά μέτρησης λίπους με την μέθοδο της
βιοηλεκτρικής αντίστασης



Εικόνα 11:
Μέτρηση καρδιακών σφυγμών με τη
μέθοδο της τηλεμετρίας

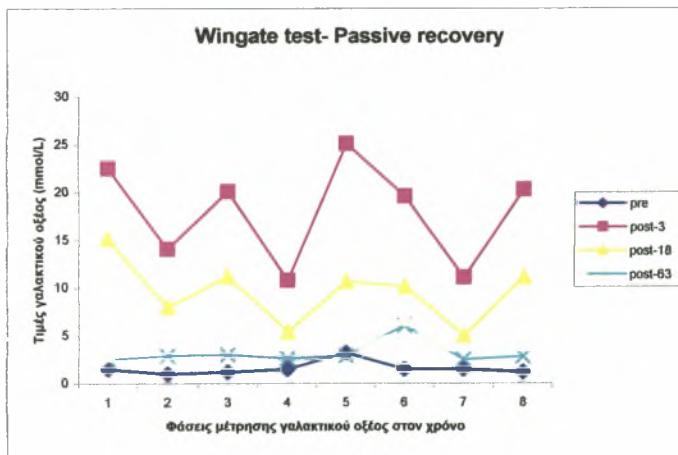
Αποτελέσματα

Η ανάλυση των ερευνητικών- στατιστικών δεδομένων έγινε με χρήση 2x2x4 ANOVA Repeated και βρέθηκε ότι ανάλογα το τεστ (αναερόβιας ισχύος ή αερόβιας ικανότητας) υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ($F(1,7)=12,109$, $p=0.010$), ενώ ανάλογα το είδος της αποκατάστασης (παθητικής ή ενεργητικής) βρέθηκαν οριακά στατιστικές σημαντικές διαφορές, $F=4.743$, $p=0.066$, $df=1$. Όσον αφορά τον χρόνο και τις χρονικές περιόδους μέτρησης βρέθηκαν πολύ σημαντικές διαφορές όπου, $Sig=0.00$, $F= 179.104$ και $df=1.112$. Οι αλληλεπιδράσεις του είδους του τεστ και του χρόνου είναι $Sig=0.004$, $F= 14.425$ και $df=1.152$. Επιπρόσθετα, η αλληλεπίδραση του είδους της αποκατάστασης και του χρόνου είναι $Sig=0.007$, $F=8.730$ και $df=1.591$. Η σημαντικότητα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των χρονικών φάσεων ήταν από το pre στο post-3, από το post-3 στο post-18 και από το post-18 στο post-63 ήταν $Sig =0.000$ γεγονός που αποδεικνύει την ισχυρή στατιστική σημαντικότητα.

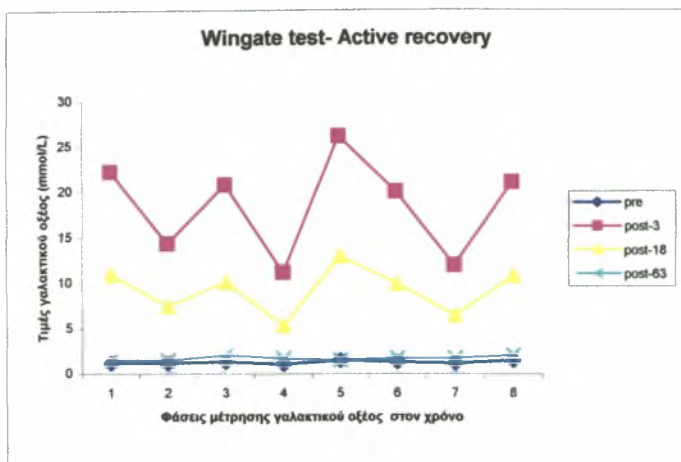
Το Γράφημα 1 μας παρουσιάζει τις διακυμάνσεις του γαλακτικού οξέος στο τεστ αναερόβιας ισχύος (wingate test) με παθητική αποκατάσταση από την ηρεμία, στην φάση μετά την άσκηση (post-3), στον χρόνο ημιζωής, 15' μετά την προηγούμενη μέτρηση (post-18) και μία ώρα έπειτα της μέτρησης αμέσως μετά την άσκηση (post-63). Οι τιμές αυτές μας δείχνουν ότι όντως οι τιμές του γαλακτικού οξέος σε ηρεμία κυμαίνονται σύμφωνα με την βιβλιογραφία από 0,75 έως 1,5 mmol/L, όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση παρουσιάζονται από 1,00 έως 1,5 mmol/L, με μοναδική εξαίρεση την τιμή 3,2mmol/L η οποία μπορεί να οφείλεται σε απροσεξία χρήσης των οδηγιών του ασκουμένου ή σε εργαστηριακό λάθος της μέτρησης. Η συγκεκριμένη τιμή όμως δεν επηρεάζει την συνολική εικόνα του πειράματος ο μέσος όρος των

τιμών ηρεμίας στο τεστ αναερόβιας ισχύος (Wingate test) να είναι 1,58 mmol/L. Ομοίως συμβαίνει και με τις τιμές ηρεμίας (pre) της αναερόβιας ισχύος με ενεργητική αποκατάσταση όπου κυμαίνονται από 1,10 έως 1,5 mmol/L με μέση τιμή 1,29 mmol/L (Γράφημα 2). Εν συνεχεία, τόσο στο τεστ αναερόβιας ισχύος με παθητική όσο και με ενεργητική αποκατάσταση παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές μιας και μέχρι εκείνη την στιγμή δεν είχε επέλθει ακόμη η παράμετρος της αποκατάστασης ώστε να μας προκαλέσει τις διαφορές στις τιμές του γαλακτικού οξέος (post-3).

Στην φάση post-3 για την ενεργητική αποκατάσταση παρατηρήθηκαν τιμές από 11,20 έως 26,20 mmol/L, με μέση τιμή 17,95 mmol/L και τιμές για την παθητική αποκατάσταση από 10,80 έως 25,10 mmol/L και μέσο όρο της τάξεως 18,53 mmol/L (Γράφημα 3).

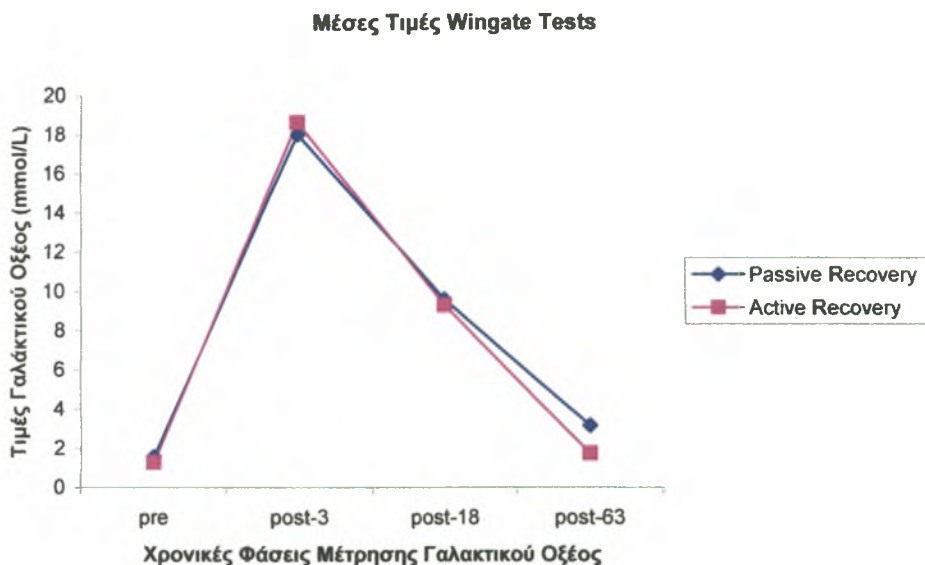


Γράφημα 1: Διακυμάνσεις γαλακτικού οξέος στη παθητική αποκατάσταση του τεστ αναερόβιας ισχύος



Γράφημα 2: Διακυμάνσεις γαλακτικού οξέος στην ενεργητική αποκατάσταση του τεστ αναερόβιας ισχύος

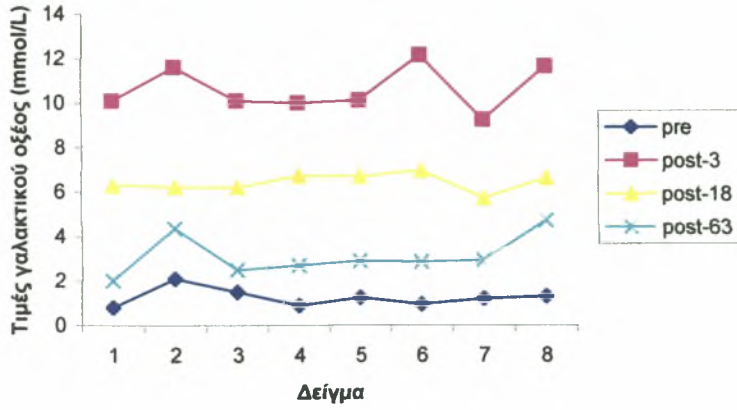
Οι υψηλές αυτές τιμές στον χρονική φάση post-3, μας δείχνουν τις υψηλές τιμές του γαλακτικού οξέος μετά την άσκηση αναερόβιας ισχύος τρία λεπτά αργότερα από την δραστηριότητα, όσο δηλαδή χρειάζεται το γαλακτικό οξύ για να περάσει από το μυ στο αίμα. Κατά την φάση post-18 παρατηρούνται οι διαφορές στις τιμές μιας και από την post-3 μέχρι την post-18 παρεμβάλλεται το είδος της αποκατάστασης (Γράφημα 3). Για την μία ομάδα η ενεργητική αποκατάσταση και για την άλλη η παθητική. Κατά την παθητική αποκατάσταση οι τιμές κυμάνθηκαν από 4,99 mmol/L έως 15,10 mmol/L. Οι μέση τιμή της παρατηρήθηκε στα 9,58 mmol/L, ενώ κατά την ενεργητική αποκατάσταση υπήρξαν τιμές από 5,31 mmol/L έως 13 mmol/L με την μέση τιμή να ανέρχεται στα 9,29 mmol/L. Γεγονός το οποίο μας οδηγεί στο ότι η ενεργητική αποκατάσταση είχε μεγαλύτερη επίδραση στα ποσοστά του γαλακτικού οξέος του αίματος προς την μείωσή του σε σχέση με την παθητική αποκατάσταση. Τέλος, κατά την φάση post-63 παρατηρήθηκαν επίσης κάποιες μικρές διαφορές οι οποίες ήταν της τάξεως 2,5 mmol/L μέχρι 6,08 mmol/L και με μέση τιμή 3,16 mmol/L για την παθητική αποκατάσταση, ενώ για την ενεργητική παρατηρήθηκαν τιμές μικρότερες τόσο σε μέσο όρο όσο και σε σχετικές τιμές. Αυτό οφείλεται επίσης στο είδος της αποκατάστασης που είχε προηγηθεί μεταξύ post-3 με post-18. Συγκεκριμένα, οι τιμές που παρατηρήθηκαν από τα άτομα που εκτέλεσαν ενεργητική αποκατάσταση είναι από 1,51 mmol/L έως 2,1 mmol/L (Γράφημα 2) και μέση τιμή στα 1,73 mmol/L (Γράφημα 3), τιμές πιο κοντά στην ηρεμία.



Γράφημα 3: Μέσες τιμές διακύμανσης γαλακτικού οξέος με ενεργητική και παθητική αποκατάσταση για τεστ αναερόβιας ισχύος

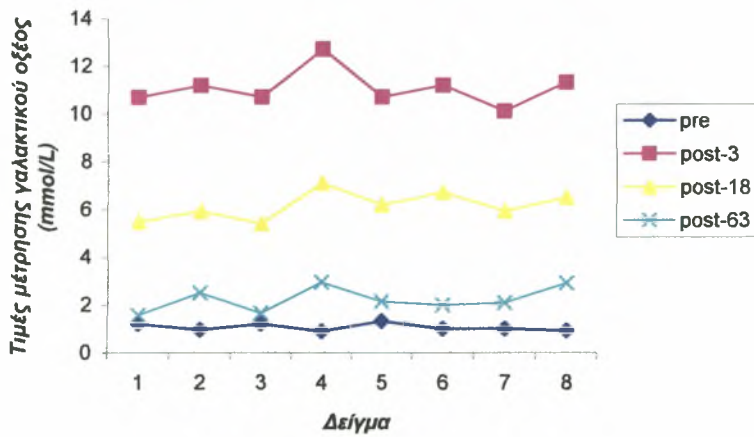
Στην ίδια σχεδόν κατάσταση βρέθηκαν και οι τιμές γαλακτικού οξέος του τεστ της αερόβιας ικανότητας (VO_{2max}), όπου παρατηρήθηκαν μέσες τιμές για την παθητική αποκατάσταση στην ηρεμία από 0,81 έως 2,1 mmol/L με μέσο όρο 1,25 mmol/L (pre), τιμή αμέσως μετά την άσκηση με μέση τιμή στα 10,60 mmol/L (post-3), στην τιμή υποδιπλασιασμού με μέσο όρο 6,42 mmol/L (post-18) και τιμή έπειτα από 63 λεπτά μετά την άσκηση ο μέσος όρος ήταν 3,12 mmol/L (post-63), με τιμές από 2,02 έως 4,71 mmol/L (Γράφημα 4). Σε συσχέτιση με τις τιμές του τεστ αερόβιας ικανότητας με ενεργητική αποκατάσταση παρατηρούνται παρόμοιες τιμές και εντός των εύρων που είχαν αναφερθεί στην εισαγωγή με τιμές στην ηρεμία από 0,9 έως 1,32 mmol/L και με μέση τιμή 1,06 mmol/L (pre), τιμές αμέσως μετά την αποκατάσταση (post-3) ήταν 11,08 mmol/L, 6,15 mmol/L (post-18) για τις τιμές του υποδιπλασιασμού και 2,23 mmol/L (post-63) (Γράφημα 5).

VO2max Παθητικής Αποκατάστασης



Γράφημα 4: Διακυμάνσεις γαλακτικού οξέος στη παθητική αποκατάσταση του τεστ αερόβιας ικανότητας

VO2max Ενεργητικής Αποκατάστασης



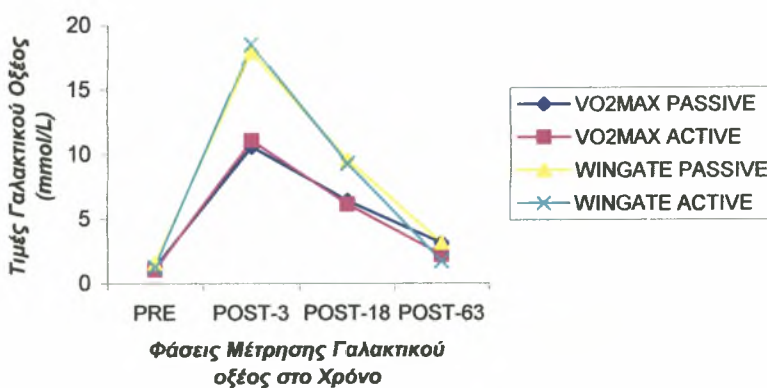
Γράφημα 5: Διακυμάνσεις γαλακτικού οξέος στην ενεργητική αποκατάσταση του τεστ αερόβιας ικανότητας

Μέσες τιμές VO₂max (Αερόβιας Ικανότητας)



Γράφημα 6: Μέσες τιμές διακύμανσης γαλακτικού οξέος με ενεργητική και παθητική αποκατάσταση για τεστ αερόβιας ικανότητας

Μέσες Τιμές Συνολικών Μετρήσεων



Γράφημα 7: Μέσες τιμές διακύμανσης γαλακτικού οξέος σε όλες τις μετρήσεις (συγχώνευση γραφημάτων 3 και 6)

Συζήτηση

Σκοπός της Εργασίας

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν 1) να εξετάσει την επίδραση που έχει η έντονη αναερόβιας μορφής και μικρής χρονικής διάρκειας άσκηση (Wingate test) και η έντονη αερόβιας μορφής και μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας άσκηση (VO₂max test) στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος και 2) στο ρυθμό απομάκρυνσης αυτού μετά από ενεργητική και παθητική αποκατάσταση.

Τα ευρήματα της συγκεκριμένης έρευνας ήταν η μεγαλύτερη επίδραση προς την μεγαλύτερη απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος που έχει η ενεργητική αποκατάσταση σε σχέση με την παθητική στον ανθρώπινο οργανισμό στις διάφορες χρονικές φάσεις. Αυτό επαληθεύτηκε τόσο με το τεστ αναερόβιας ισχύος (Wingate test) όσο και με το τεστ της αερόβιας ικανότητας (VO₂max test). Οι τιμές ηρεμίας και οι τιμές αμέσως μετά το τεστ (μεταξύ όμοιων τεστ, αλλά διαφορετικού είδους αποκατάστασης) παρουσίασαν διαφορές και στατιστικά σημαντικές διακυμάνσεις, ακόμη υπήρχαν διαφορές κατά την φάση post-18 και κατά την τελική τιμή έπειτα από μια ώρα μετά την άσκηση (post-63) όπου παρατηρήθηκαν επίσης κάποιες σημαντικές διαφορές. (Γραφήματα 3,6 και 7). Έτσι λοιπόν, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας επαλήθευσαν ότι η ενεργητική αποκατάσταση είναι καλύτερη από την παθητική όσον αφορά την απομάκρυνση του γαλακτικού οξέος στο αίμα⁽³⁶⁾. Αλλά έδωσαν επίσης και την σημαντικότητα της υπόστασης των συγκεκριμένων χρονικών επιλογών για τις μετρήσεις του γαλακτικού οξέος από την μία φάση μέχρι την επόμενη. Ακόμη, επαληθεύτηκαν τόσο οι τιμές που αναφέρουν ότι το γαλακτικό οξύ έχει τιμές ηρεμίας από 0,7-1,5 mmol/L όσο και οι μέγιστες τιμές που μπορούν να παρατηρηθούν έως και 20 mmol/L για αναερόβιες προσπάθειες⁽¹⁴⁾. Στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκαν τιμές μεγαλύτερες των 20 mmol/L, της τάξεως έως των 26,2 mmol/L και παρατηρήθηκε ο χρόνος ημιζώης στα 15 λεπτά όπου και μεσολαβούσε το είδος αποκατάστασης μεταξύ δηλαδή των φάσεων μέτρησης post-3 και post-18. Σημαντική συσχέτιση παρατηρήθηκε στις τιμές του γαλακτικού οξέος μεταξύ του Wingate test (τεστ αναερόβιας ισχύος) και του VO₂max test (τεστ αερόβιας ικανότητας). Σύμφωνα με την εισαγωγή και την βιβλιογραφία τα επίπεδα του γαλακτικού οξέος έχουν ισχυρές διακυμάνσεις με αποκορύφωση την τιμή post-3 έως post-18.

Το ποσοστό της ενεργητικής αποκατάστασης ήταν της τάξεως του 50%- 60% της VO₂max, τιμές μικρότερες του αερόβιου κατωφλιού, όπως έχουν αναφέρει οι Belcastro, A.N., and Bonen, A και οι Hermansen, L., and Stensvold, I. Επιπρόσθετα παρατηρήθηκαν οι τιμές της μέτρησης post-63 να πλησιάζουν τιμές ηρεμίας και ιδιαίτερα στην ενεργητική αποκατάσταση απ' ότι στην παθητική (Γράφημα 3 και 6).

Η σημασία της συγκεκριμένης εργασίας ήταν να προσδώσει την εικόνα του ρυθμού απομάκρυνσης του γαλακτικού οξέος από τον ανθρώπινο οργανισμό με την πάροδο του χρόνου έπειτα από μέγιστης έντασης άσκηση σε αναερόβια ισχύ (Wingate test) και αερόβια ικανότητα (Vo₂max test). Καθοριστικός παράγοντας των επιπέδων και

του εύρους γαλακτικού οξέος ήταν η ενεργητική και παθητική αποκατάσταση έπειτα από κάθε ένα είδος άσκησης.

Βιβλιογραφία

1. Bangsbo, J., Graham, T., Johansen, and Saltin, B. (1994). Muscle lactate metabolism in recovery from intense exhaustive exercise: Impact of light exercise. *J. Appl. Physiol.* 77:1890-1895
2. Belcastro, A, N., and Bonen, A. (1975). Lactic acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. *J Appl. Physiol.* 39:932-936.
3. Bond, V., Adams, R.J., Tearney, K., Gresham, and Ruff, W. (1991). Effects of active and passive recovery on lactate removal and subsequent isokinetic muscle function. *J Sports Med. Phys. Fitness* 31:357-361.
4. Bonen, A., and Belcastro, A, N. (1976). Comparison of self-selected recovery methods on lactic acid removal rates. *Med. Sci. Sports.* 8:176-178.
5. Denadai, B., Guglielmo, L. G. A., and Denadai, M. L. D. R. (2000). Effect of exercise mode on the blood lactate removal during recovery of high- intensity exercise. *Biology of Sport.* 17:37-45.
6. Hermansen, L., and Vaage, O. (1977). Fibre types in human abdominal muscle. *Acta Physiol. Scand.* 104:319-325.
7. Robergs, R.A., Ghiasvand, F., and Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise- induced metabolic acidosis. *Am. J. Physiol.* 287:R 502-R 516.
8. Rontoyannis, G, P., (1988). Lactate elimination from the blood during active recovery. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 28:115-123.
9. Jubrias, S. A., Growther, G. J., Shankland, E. G., Gronka, R. K., and Conley. K. E. (2003). Acidosis inhibits oxidative phosphorylation in contracting human skeletal muscle in vivo. *J. Physiol.* 533:589-599.
10. Astrand, P. O., Hultman, E., Juhlin- Dannfelt, A., and Reynolds, G. (1986). Disposal of lactate during and after strenuous exercise in humans. *J. Appl. Physiol.* 61:338-343.

11. McLellan, T.M., Skinner, J, S. (1982). Blood lactate removal during active recovery related to the aerobic threshold. *Int. J. Sports Med.*3:224-229.
12. Navalta, J.W., and Hrnccir, S.P.(2007). Core stabilization exercises enhance lactate clearance following high- intensity exercise. *J. of Strength and Conditioning Research.* 21(4):1305-1309.
13. Evans, W.B., and Cureton, J.K. (1983). Effect of physical conditioning on blood lactate disappearance after supramaximal exercise. *Brit. J. Sports Med.* 17(1):40-45.
14. Margaria, R., Edwards, H.T., and Dill, D.B.,(1933). The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen dept and the role of lactic acid in muscular contraction. *Am. J. Physiol.*106:689-715.
15. Belcastro, A.N., and Bonen, A., (1975). Lactic acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. *J. Appl. Physiol.* 39:932-935.
16. Bonen, A., and Belcastro, A.N., (1976). Comparison of self- selected recovery methods on lactic acid removal rates. *Med. Sci. Sports.*8:176-178.
17. Davies, C. T. M., Knibbs, A. V., and Musgrove, J., (1970). The rate of lactic acid removal in relation to different baselines of recovery exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 28:155-161.
18. Gisolfi, C., Robinson, S., and Turrell, E. S., (1966). Effects of aerobic work performed during recovery from exhausting work. *J. Appl. Physiol.* 21:1767-1772.
19. Hermansen, L., and Stensvold, I., (1972). Production and removal of lactate during exercise in man. *Acta Physiol. Scand.* 86: 191-201.
20. Newman, E. V.,Dill, D. B., Edwards, H.T., and Webster, F. A., (1937). The rate of lactic acid removal in exercise. *Am. J. Physiol.* 118:457-461.
21. Rammal, K. and Strom, G., (1949). The rate of lactate utilization in man during work and at rest. *Acta Physiol. Scand.* 17:452-456.
22. Stamford, B. A., Rowland, R., and Moffatt, R. J. (1978). Effects of severe prior exercise on assessment of maximal oxygen uptake. *J. Appl. Physiol.* 44:559-563.
23. Stamford, B. A., Weltman, A., Moffatt, R., and Sady, S. (1981). Exercise recovery above and below anaerobic threshold following maximal work. *J. Appl. Physiol.* 51:840-844.

24. Weltman, A., Stamford, B. A., Moffatt, R. J., and Katch, V.L. (1977). Exercise recovery, lactate removal, and subsequent high intensity exercise performance. *Res. Q.* 48:786-796.
25. Weltman, A., Stamford, B. A., and Fulco, C. (1979). Recovery from maximal effort exercise: lactate disappearance and subsequent performance. *J. Appl. Physiol.* 47:677-682.
26. Strom, G. (1949). The influence of anoxia on lactate utilization in man after prolonged muscular work. *Acta Physiol. Scand.* 17:440-451.
27. Messonnier, L., Freund, H., Denis, C., Feasson, L., Lacour (2006). Effects of training kinetics parameters and their influence on short high- intensity exercise performance. *Int J Sports Med.*27:60-66.
28. Gmada, N., Bouhleb, E., Mrizak, I., Debabi, H., Ben Jabrallah, M., Tabka, Z., Feki, Y., Amri, M. (2005). Effects of combined active recovery from supramaximal exercise on blood lactate disappearance in trained and untrained man. *Int J Sports Med.* 26: 874-879.
29. Le Panse, B., Collomp, K., Portier, H., Lecoq, A. M., Jaffre, C., Beaupied, H., Richard, O., Benhamou, L., De Ceaurriz, J., Courteix, D. (2005) Effects of Short- Term Salbutamol Ingestion During a Wingate Test. *Int J Sports Med.* 26:518- 523.
30. Kristensen, M., Albertsen, J., Rentsch, M., and Juel, C. (2005). Lactate and force production in skeletal muscle. *J Physiol.* 521-526.
31. Baldari, C., Videira, M., Madeira, F., Sergio, J., Guidetti, L. (2004). Lactate removal during active recovery related to the individual anaerobic and ventilatory thresholds in soccer players. *Eur J Appl Physiol.* 93: 224-230.
32. Toubekis, A. G., Douda, T. H., Tokmakidis, S. P. (2005). Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance. *Eur J Appl Physiol.* 93: 694-700.
33. Spencer, M., Dawson, B., Goodman, C., Dascombe, B., Bishop, D. (2008). Performance and metabolism in repeated sprint exercise: effect of recovery intensity. *Eur J Appl Physiol.* 103: 542-552.
34. Price, M., and Halabi, K.(2005). The effects of work- rest duration on intermittent exercise and subsequent performance. *Journal of Sports Sciences.* 23:8, 835-842.



35. Price, M., and Moss, P. (2007). The effect of work: rest duration on physiological and perceptual responses during intermittent exercise and performance. *Journal of Sports Sciences*. 25: 14, 1613-1621.
36. Greenwood, J. D., Moses, G. E., Bernardino, F. M., Gaesser, A. G., Weltman, A. (2007). Intensity of exercise recovery, blood lactate disappearance, and subsequent swimming performance. *Journal of Sports Sciences*. 26:1, 29-34.

Παράρτημα

	Άτομο 1	Άτομο 2	Άτομο 3	Άτομο 4	Άτομο 5	Άτομο 6	Άτομο 7	Άτομο 8
Pre	0,81	2,1	1,5	0,89	1,25	0,95	1,2	1,31
Post- 3	10,1	11,6	10,1	9,98	10,1	12,1	9,22	11,61
Post- 18	6,3	6,2	6,2	6,71	6,7	6,92	5,71	6,62
Post- 63	2,02	4,36	2,5	2,7	2,9	2,85	2,92	4,71

Πίνακας 1: Τιμές γαλακτικού οξέος (mmol/L) για μετρήσεις VO₂max για παθητική αποκατάσταση

	Άτομο 1	Άτομο 2	Άτομο 3	Άτομο 4	Άτομο 5	Άτομο 6	Άτομο 7	Άτομο 8
Pre	1,2	0,96	1,2	0,9	1,32	1,0	1,0	0,92
Post- 3	10,7	11,2	10,7	12,71	10,71	11,2	10,11	11,32
Post- 18	5,5	5,9	5,4	7,11	6,20	6,7	5,91	6,50
Post- 63	1,57	2,5	1,65	2,95	2,15	2,0	2,09	2,91

Πίνακας 2: Τιμές γαλακτικού οξέος (mmol/L) για μετρήσεις VO₂max για ενεργητική αποκατάσταση

	Άτομο 1	Άτομο 2	Άτομο 3	Άτομο 4	Άτομο 5	Άτομο 6	Άτομο 7	Άτομο 8
Pre	1,5	1,0	1,2	1,5	3,2	1,5	1,5	1,2
Post- 3	22,5	14,1	20,1	10,8	25,1	19,6	11,1	20,3
Post- 18	15,1	8,0	11,2	5,42	10,7	10,2	4,99	11,1
Post- 63	2,5	2,9	3,0	2,61	2,9	6,08	2,5	2,8

Πίνακας 3: Τιμές γαλακτικού οξέος (mmol/L) για μετρήσεις Wingate για παθητική αποκατάσταση

	Άτομο 1	Άτομο 2	Άτομο 3	Άτομο 4	Άτομο 5	Άτομο 6	Άτομο 7	Άτομο 8
Pre	1,2	1,2	1,31	1,1	1,5	1,31	1,2	1,5
Post- 3	22,3	14,4	20,9	11,2	26,2	20,1	12	21,2
Post- 18	11,0	7,5	10,1	5,31	13	10	6,51	10,9
Post- 63	1,51	1,5	2,05	1,7	1,55	1,75	1,75	2,1

Πίνακας 4: Τιμές γαλακτικού οξέος (mmol/L) για μετρήσεις Wingate για ενεργητική αποκατάσταση



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ



Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας

Τρίκαλα: 16/2/2009
Αριθμ. Πρωτ.: 140

Αίτηση Εξέτασης της πρότασης για διεξαγωγή Έρευνας με τίτλο: Η επίδραση της ενεργητικής και παθητικής αποκατάστασης στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος του αίματος έπειτα από έντονη άσκηση (VO₂max και Wingate test)

Επιστημονικός υπεύθυνος – επιβλέπων: Τζιαμούρτας Αθανάσιος

Κύριος/α ερευνητής/τρια - φοιτητής/τρια: Ματσάγκου Σοφία
(αν χρειάζεται)

Ίδρυμα & Τμήμα: ΤΕΦΑΑ Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
(να αναφερθούν και τα συνεργαζόμενα αν υπάρχουν)

Η προτεινόμενη έρευνα θα είναι:

Ερευνητικό πρόγραμμα Μεταπτυχιακή διατριβή Διπλωματική εργασία Ανεξάρτητη έρευνα

Email επικοινωνίας:

Η Επιτροπή Βιοηθικής και Δεοντολογίας του Τ.Ε.Φ.Α.Α., Πανεπιστημίου Θεσσαλίας μετά την υπ. Αριθμ. **15/04-02-2009** συνεδρίαση εγκρίνει την διεξαγωγή της προτεινόμενης έρευνας.

Ο πρόεδρος της επιτροπής
Βιοηθικής και Δεοντολογίας

Τζιαμούρτας Αθανάσιος
Επίκουρος Καθηγητής

ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗ

Σκοπός της έρευνάς μου είναι να μελετήσω και να παρουσιάσω την επίδραση της ενεργητικής αλλά και της παθητικής αποκατάστασης στα επίπεδα του γαλακτικού οξέος του αίματος έπειτα από έντονη άσκηση (VO₂max και Wingate test) σε νεαρούς, υγιείς άνδρες.

Η άσκηση θα γίνει σε κυκλοεργόμετρο και θα περιλαμβάνει 4 συσκέψεις για κάθε ασκούμενο. Οι δύο συσκέψεις θα περιλαμβάνουν άσκηση για μέτρηση της VO₂max μέσω του αναλυτή αερίων με ενεργητική και παθητική αποκατάσταση για την κάθε μία και οι άλλες δύο θα περιλαμβάνουν μέτρηση σε Wingate test με όμοιες αποκαταστάσεις.

Οι μετρήσεις του γαλακτικού οξέως θα γίνονται πριν, μετά το τέλος της άσκησης, στα 18 και στα 63 λεπτά.

Πιθανές ενοχλήσεις: ελαφριά κόπωση.

Η αξιολόγηση της ακρίβειας του τεστ θα γίνει με μέτρηση του πνευμονικού αερισμού, της μέγιστης καρδιακής συχνότητας, του αναπνευστικού πηλίκου καθώς επίσης και με το RPE των αναλύσεων του κάθε ασκούμενου.

Ανάλυση από δείγματα αίματος: Η πραγματοποίηση της λήψης του αίματος θα γίνει με μια μικρή τρύπα στο δάκτυλο του άκρου χεριού με μία βελόνα – νυστέρι για την δυνατότητα αξιολόγησης του γαλακτικού οξέος στο αίμα. Η ποσότητα του αίματος θα είναι περίπου 10 ml.

Πιθανές ενοχλήσεις: Ελαφρύς τοπικός – στιγμιαίος πόνος στο δέρμα (τσίμπημα).

Δηλώνω ότι έχω καταλάβει την διαδικασία των παραπάνω αξιολογήσεων και τους κινδύνους που εμπεριέχονται και επιθυμώ να συμμετάσχω στο ερευνητικό πρόγραμμα. Επίσης κατανοώ το δικαίωμά μου να αποσυρθώ από τις παραπάνω δοκιμασίες όποια στιγμή το θελήσω.

Υπογραφή

Υπογραφή Μάρτυρα

Υπογραφή ερευνητή

Ημερομηνία: Τρίκαλα / /2009