

**Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΤΡΕΞΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ  
ΤΟΥ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΔΡΟΜΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ  
ΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ  
ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ**

του  
Δαρδανελιώτη Μιχαήλ

Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται  
στο καθηγητικό σώμα για την μερική εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του  
μεταπτυχιακού τίτλου του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Άσκηση  
και Ποιότητα Ζωής» των Τμημάτων Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
του Δημοκρίτειου Παν/μίου Θράκης και του Παν/μίου Θεσσαλίας στην κατεύθυνση  
Μεγιστοποίηση Αθλητικής Επίδοσης ή Απόδοσης

Κομοτηνή  
2012

Εγκεκριμένη από το καθηγητικό σώμα:

---

1<sup>ος</sup> επιβλέπων: Σμήλιος Ηλίας, Λέκτορας

---

2<sup>ος</sup> επιβλέπων: Τοκμακίδης Σάββας, Καθηγητής

---

3<sup>ος</sup> επιβλέπων: Γούργουλης Βασίλειος, Αναπλ. Καθηγητής

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Δαρδανελιώτης Μιχαήλ : Η επίδραση της απόστασης τρεξίματος και της διάρκειας του διαλείμματος στη δρομική ταχύτητα και τη συγκέντρωση γαλακτικού κατά την εκτέλεση αναερόβιας διαλειμματικής προπόνησης.  
(Με την επίβλεψη του κ. Ηλία Σμήλιου, Λέκτορα)

Η παρούσα έρευνα εξέτασε την επίδραση της απόστασης τρεξίματος και της διάρκειας του διαλείμματος στη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα κατά τη διάρκεια αναερόβιας διαλειμματικής προπόνησης. Το δείγμα αποτέλεσαν 11 αθλητές στίβου (ηλικίας:  $20,6 \pm 3,5$  χρόνων, ύψους:  $179,8 \pm 8,25$  cm και σωματικής μάζας:  $73,8 \pm 7,56$  kg) που συμμετείχαν σε 4 προπονήσεις. Η πρώτη περιελάμβανε 6x100 m με 4 λεπτά διάλειμμα, η δεύτερη 6x100 m με 8 λεπτά διάλειμμα, η τρίτη 3x200 m με 4 λεπτά διάλειμμα και η τέταρτη 3x200 m με 8 λεπτά διάλειμμα με ένταση 95% της μέγιστης επίκαιρης επίδοσης των αθλητών. Η συγκέντρωση του γαλακτικού μετρήθηκε στο αίμα ανάμεσα στις επαναλήψεις της κάθε προπόνησης καθώς και 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος τους. Στις προπονήσεις με την απόσταση των 100 μέτρων, με διάλειμμα 4 λεπτά μεταξύ των επαναλήψεων, η συγκέντρωση του γαλακτικού ήταν υψηλότερη ( $p < 0,05$ ) συγκριτικά με διάλειμμα 8 λεπτά ενώ, δεν υπήρξαν διαφορές ( $p > 0,05$ ) στη δρομική ταχύτητα. Στην προπόνηση με την απόσταση των 200 μέτρων δεν παρατηρήθηκαν διαφορές ( $p > 0,05$ ) στη συγκέντρωση του γαλακτικού μεταξύ των διαλειμμάτων 4 και 8 λεπτών αλλά υπήρξε μεγαλύτερη ( $p < 0,05$ ) μείωση της ταχύτητας στην προπόνηση με το μικρότερο διάλειμμα. Οι τιμές του γαλακτικού ήταν υψηλότερες ( $p < 0,05$ ) στις προπονήσεις των 200 μέτρων έναντι αυτών 100 μέτρων. Κατά την εκτέλεση επαναλαμβανόμενων δρόμων 200m είναι προτιμότερη η χρήση μεγάλης διάρκειας διαλείμματος (8 min) διότι επιτρέπει τη διατήρηση υψηλότερης δρομικής ταχύτητας με παρόμοιες τιμές γαλακτικού έναντι μικρότερου διαλείμματος (4 min) ενώ η κατά την εκτέλεση δρόμων 100m η χρήση μικρού διαλείμματος (4 min) επιτρέπει την επίτευξη υψηλότερων τιμών γαλακτικού.

**Λέξεις κλειδιά:** Γαλακτικό, Διαλειμματική προπόνηση, Αντοχή στην ταχύτητα.

## ABSTRACT

Dardaneliotis Michail : The effects of running distance and rest duration on running speed and blood lactate concentration during anaerobic interval training sessions  
(Under the supervision of Ilias Smilios, Lecturer)

The present study investigated the effects of running distance and rest duration on running speed and blood lactate concentration during anaerobic interval training sessions. The subjects were 11 sprint athletes (age:  $20.6 \pm 3.5$  yrs, height:  $179.8 \pm 8.25$  cm and body mass:  $73.8 \pm 7.56$  kg) that executed four different training sessions. The first training session consisted of 6 x 100m with 4 minutes of passive recovery, the second of 6 x 100m with 8 minutes passive recovery, the third of 3 x 200m with 4 minutes passive recovery and the fourth of 3 x 200m with 8 minutes passive recovery with running intensity set at 95% of current maximum performance. Blood lactate concentrations were measured between the repetitions of each training session and 4 and 7 minutes after the end of them. Blood lactate concentrations increased more with 4 minutes rest than with 8 min rest ( $p < 0.05$ ) during the 100m sessions while running speed was unaffected by rest interval length ( $p > 0.05$ ). On the contrary, blood lactate concentrations did not differ between the 4 and the 8 minutes rest ( $p < 0.05$ ) during the 200m sessions while running speed decreased more with the short interval rest ( $p < 0.05$ ). In addition, blood lactate concentrations were higher ( $p < 0.05$ ) with the 200m training sessions than with the 100m sessions. It appears that during repeated 200m runs long rest duration (8 min) maybe preferable since it allows the maintenance of a higher running speed with similar blood lactate concentrations than shorter (4 min) rest duration. During 100m repeated runs short rest duration increases more blood lactate concentrations without affecting running speed.

**Key Words:** Lactate, Interval training, Speed endurance

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT.....	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	7
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
Σκοπός.....	10
Λειτουργικοί ορισμοί.....	11
Όρια και περιορισμοί της έρευνας.....	11
Ερευνητικές Υποθέσεις.....	11
Στατιστικές Υποθέσεις.....	12
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	15
Ορισμός της αναερόβιας ισχύος και ικανότητας.....	15
Παραγωγή ενέργειας σε αναερόβιες προσπάθειες.....	15
Αναερόβιες προσπάθειες μίας επανάληψης.....	16
Αναερόβιες διαλειμματικές προσπάθειες διάρκειας έως 5 δευτερολέπτων και παράγοντες επίδρασης στην απόδοση.....	18
Αναερόβιες διαλειμματικές προσπάθειες διάρκειας 10 έως 60 δευτερολέπτων και παράγοντες επίδρασης στην απόδοση.....	22
Φυσιολογικές ανταποκρίσεις μετά από αναερόβια άσκηση σε παιδιά και ενήλικες.....	25
Μακροχρόνιες προσαρμογές με την αναερόβια προπόνηση.....	27
Συμπεράσματα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	29
III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	31
Δείγμα.....	31
Πειραματικός σχεδιασμός.....	32
Μετρήσεις και όργανα μέτρησης.....	32
Πειραματική διαδικασία.....	33
Στατιστική ανάλυση.....	34

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	35
Συγκέντρωση του γαλακτικού στα πρωτόκολλα 1 x 100 m και 6 x 100 m με 4 και με 8 λεπτά διάλειμμα.....	35
Χρόνος διάνυσης των 100 μέτρων στα πρωτόκολλα των 6 x 100 μέτρα με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100 μέτρα με 8 λεπτά διάλειμμα.....	35
Συγκέντρωση γαλακτικού στα πρωτόκολλα των 6 x 100 μέτρα με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100 μέτρα με 8 λεπτά διάλειμμα.....	36
Συγκέντρωση του γαλακτικού στα πρωτόκολλα 1 x 200 m και 3 x 200 m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα.....	37
Χρόνος διάνυσης των 200 μέτρων στα πρωτόκολλα των 3 x 200 μέτρα με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200 μέτρα με 8 λεπτά διάλειμμα.....	38
Συγκέντρωση γαλακτικού στα πρωτόκολλα των 3 x 200 μέτρα με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200 μέτρα με 8 λεπτά διάλειμμα.....	39
Χρόνος διάνυσης και συγκέντρωση γαλακτικού στα 100 και 200 μέτρα.....	40
Συγκέντρωσης γαλακτικού στο πρωτόκολλο των 6 x 100 μέτρων και το πρωτόκολλο των 3 x 200 μέτρων με 4 λεπτά διάλειμμα.....	41
Συγκέντρωση γαλακτικού ανάμεσα στο πρωτόκολλο των 6 x 100 μέτρων και το πρωτόκολλο των 3 x 200 μέτρων με 8 λεπτά διάλειμμα.....	42
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	44
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	48
Προτάσεις για μελλοντικές εργασίες.....	48
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	49

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Ατομικά χαρακτηριστικά αθλητών.....	31
Πίνακας 2. Πρωτόκολλο προπονήσεων.....	34

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Συγκέντρωση γαλακτικού 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης για τα πρωτόκολλα των 100 m, 6 x 100 m με 4 λεπτά διάλειμμα (100m/4) και 6 x 100 m με 8 λεπτά διάλειμμα (100m/8).....	35
Σχήμα 2. Μεταβολή του χρόνου εκτέλεσης ( $x \pm SD$ ) των επαναλήψεων των πρωτοκόλλων 6 x 100 m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα.....	36
Σχήμα 3. Συγκέντρωση γαλακτικού ( $x \pm SD$ ) σε κάθε χρονική στιγμή μέτρησης κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των πρωτοκόλλων.....	37
Σχήμα 4. Συγκέντρωση γαλακτικού ( $x \pm SD$ ) 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης για τα πρωτόκολλα των 200μ, 3 x 200μ. με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200μ. με 8 λεπτά διάλειμμα.....	38
Σχήμα 5. Μεταβολή του χρόνου εκτέλεσης ( $x \pm SD$ ) των επαναλήψεων των δρόμου 200 μέτρων με 4 (200/4 λεπτά) και 8 (200/8 λεπτά) λεπτά διάλειμμα.....	39
Σχήμα 6. Μεταβολή της συγκέντρωσης του γαλακτικού ( $x \pm SD$ ) κατά την εκτέλεση 3 x 200 m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων.....	40
Σχήμα 7. Συγκέντρωση γαλακτικού ( $x \pm SD$ ) αμέσως μετά, 4 λεπτά και 7 λεπτά μετά το τέλος της εκτέλεσης των δρόμων 100 και 200 μέτρων.....	41
Σχήμα 8. Συγκέντρωση γαλακτικού ( $x \pm SD$ ) κατά τη διάρκεια εκτέλεση των πρωτοκόλλων 6 x 100m και 3 x 200m με 4 λεπτά διάλειμμα.....	42
Σχήμα 9. Συγκέντρωση γαλακτικού ( $x \pm SD$ ) κατά τη διάρκεια εκτέλεση των πρωτοκόλλων 6 x 100m και 3 x 200m με 8 λεπτά διάλειμμα.....	43

## **Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΤΡΕΞΙΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΤΟΥ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΔΡΟΜΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΙΚΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΑΝΑΕΡΟΒΙΑΣ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑΤΙΚΗΣ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ**

Οι δρόμοι ταχύτητας των 100 και των 200 μέτρων είναι δύο αγωνίσματα με χρόνο διάρκειας για πρωταθλητές παγκοσμίου επιπέδου 9,6 μέχρι 10,5 δευτερόλεπτα και 19,20 μέχρι 21 δευτερόλεπτα, αντίστοιχα. Σημαντικό ρόλο στην απόδοση του αθλητή παίζουν οι παράγοντες της φυσικής κατάστασης όπως η μέγιστη δύναμη και η ισχύς που βοηθούν στη βελτίωση της συχνότητας και του μήκους διασκελισμού (Marzena, Walaszczyk, Janusz, 2006; Weyand, Sternlight, Bellizzi & Wright, 2000). Επιπλέον, σημαντικό ρόλο, κυρίως στα τελευταία μέτρα της κούρσας, διαδραματίζει και η αντοχή στην ταχύτητα, όπου η μείωση της ταχύτητας των αθλητών σε μικρό ποσοστό παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάδειξη του νικητή (Ward-Smith, 2001). Η προπόνηση λοιπόν της αντοχής στην ταχύτητα στα 100 και 200 μέτρα είναι μία πολύ σημαντική παράμετρος για τον προπονητή με πολλές ιδιαιτερότητες.

Η εκπλήρωση των ενεργειακών απαιτήσεων των δύο αγωνισμάτων στηρίζεται κυρίως στη διάσπαση της φωσφοκρεατίνης και στη γλυκόλυση με την επακόλουθη παραγωγή ιόντων υδρογόνου, πτώση του pH και αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού (Ratel, Duche, Hennegrave, Van Praagh & Bedu, 2002). Στα δύο αγωνίσματα έχουμε τη συμμετοχή του αναερόβιου συστήματος σε ποσοστό 82-97% για τα 100μ και 71-86% για τα 200μ και τη συμμετοχή του αερόβιου συστήματος σε ποσοστό 3-18% και 14-29%, αντίστοιχα (Duffield, Dawson, & Goodman, 2004). Η ποσότητα του γαλακτικού που παράγεται μέσω της γλυκόλυσης εξαρτάται από την ένταση, τη διάρκεια, το χρόνο διαλείμματος και τον αριθμό των επαναλήψεων. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση και η διάρκεια υψηλής έντασης άσκησης συνδυασμένη με το κατάλληλο διάλειμμα και αριθμό επαναλήψεων, τόσο μεγαλύτερη είναι η ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού και η παραγωγή γαλακτικού (Τουμπέκης & Τοκμακίδης, 2008). Οι περισσότεροι, λοιπόν, προπονητές που θέλουν να βελτιώσουν την αντοχή στην ταχύτητα χρησιμοποιούν κυρίως τη διαλειμματική μέθοδο προπόνησης.



Η διαλειμματική προπόνηση είναι μία μορφή αγωνιστικής άσκησης η επιβάρυνση της οποίας και οι μεταβολικές ανταποκρίσεις που προκαλεί εξαρτώνται από 5 μεταβλητές οι οποίες είναι: η απόσταση τρεξίματος, η διάρκεια του διαλείμματος, ο αριθμός των επαναλήψεων, η ένταση και ο τύπος δραστηριότητας κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης μεταξύ των επαναλήψεων (Τζιωρτζής, 2004). Η διαλειμματική προπόνηση με αποστάσεις από 100 μέχρι και 300 μέτρα, εντάσεις 80-95% της μέγιστης επίδοσης και διάλειμμα 3-15 λεπτά, χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό από τους προπονητές τους στίβου. Το δύσκολο για τον προπονητή είναι να συνδυάσει την ένταση και το διάλειμμα, έτσι ώστε ο αθλητής να μπορεί να τρέχει με εκείνη την ποσότητα γαλακτικού η οποία αντιστοιχεί στο αγώνισμα του και με εκείνο το διάλειμμα που θα του επιτρέψει να ολοκληρώσει μία διαλειμματική προπόνηση με σταθερή την ένταση ταχύτητας και όχι με πτώση στις τελευταίες επαναλήψεις. Άλλοι προπονητές έχουν ως στόχο την άσκηση με μεγάλη συγκέντρωση γαλακτικού, πολλές επαναλήψεις και όχι υψηλή ένταση ενώ, άλλοι προπονητές θέλουν και υψηλή συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα και υψηλή ένταση. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού που παρατηρείται στο αίμα μετά από άσκηση φτάνει στη μέγιστη τιμή της όχι αμέσως με το τέλος της άσκησης, αλλά ύστερα από κάποια λεπτά παθητικής ανάληψης. Ο Hannon και συν. (2010) μέτρησαν το γαλακτικό και το pH στο αίμα στο 1<sup>ο</sup>, 4<sup>ο</sup>, 7<sup>ο</sup> και 10<sup>ο</sup> λεπτό μετά από ένα μέγιστο 400άρι και μετά από ένα 300άρι με τον ίδιο ρυθμό ταχύτητας όπως στο 400άρι. Και στις δύο αποστάσεις η μέγιστη τιμή γαλακτικού παρουσιάστηκε στο 7<sup>ο</sup> λεπτό μετά το τέλος της άσκησης, ενώ η χαμηλότερη τιμή του pH παρουσιάστηκε στα 300 m στο 4<sup>ο</sup> λεπτό ενώ, στα 400 m στο 4<sup>ο</sup>, 7<sup>ο</sup> και 10<sup>ο</sup> λεπτό ήταν το ίδιο χαμηλή.

Όσον αφορά στη σχέση του διαλείμματος με την απόδοση και τη συγκέντρωση γαλακτικού κατά τη διάρκεια της άσκησης, προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι σε διαλειμματική προπόνηση αντοχής στην ταχύτητα, το διάλειμμα δεν επηρέασε τη συγκέντρωση του γαλακτικού και το γαλακτικό αυξανόταν από προσπάθεια σε προσπάθεια. Στην έρευνα του Balsom και συν. (1992) σε ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης μέγιστης έντασης και μικρής διάρκειας, εκτελέστηκαν 15 x 40 m με τρία διαφορετικά διαλείμματα των 30, 60 και 120 sec. Μετά το 6<sup>ο</sup> σπριντ η συγκέντρωση γαλακτικού δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των πρωτοκόλλων. Η απόδοση πάντως διατηρήθηκε σε υψηλότερα επίπεδα στα τελευταία σπριντ με το διάλειμμα των 120 sec, καθώς η ταχύτητα άρχισε να μειώνεται μετά το 11<sup>ο</sup> σπριντ. Στις προπονήσεις με τα διαλείμματα των 60 και 30 sec η ταχύτητα

μειώθηκε μετά το 7<sup>ο</sup> και το 3<sup>ο</sup> σπριντ, αντίστοιχα. Σε άλλη έρευνα, ο Esteban και συν. (2010), μέτρησαν το γαλακτικό κατά τη διάρκεια διαλειμματικής προπόνησης με αποστάσεις τρεξίματος από 80 m μέχρι 300 m και βρήκαν ότι η συγκέντρωση γαλακτικού αυξανόταν συνεχώς μέχρι και την τελευταία επανάληψη. Επίσης, οι Saraslanidis και συν. (2009) θέλησαν να συγκρίνουν την ποσότητα συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα ανάμεσα σε 1 x 400 m με 2 x 200 m με ένα λεπτό διάλειμμα σε ένταση 90% της καλύτερης επίδοσης από το 100άρι του κάθε αθλητή και 1 x 300 m σε σύγκριση με 3 x 100 m με το ίδιο διάλειμμα και ένταση. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι στη διαλειμματική προπόνηση υπήρξε μεγαλύτερη δρομική ταχύτητα και συγκέντρωση γαλακτικού σε σχέση με την εκτέλεση της ίδιας απόστασης σε μια επανάληψη.

Από τις παραπάνω μελέτες παρατηρείται ότι στις διαλειμματικές προπονήσεις, όποια και να είναι η διάρκεια και η απόσταση των επαναλήψεων, υπάρχει μία συνεχή αύξηση του γαλακτικού στο αίμα μέχρι και την τελευταία επανάληψη, ενώ η μέγιστη τιμή συγκέντρωσης του γαλακτικού εντοπίζεται μετά από κάποιο χρονικό διάστημα από το τέλος της άσκησης. Εκτός από την έρευνα των Saraslanidis και συν. (2009), καμία άλλη έρευνα δεν αναφέρεται στην σταθερότητα της ταχύτητας όσον αφορά στο χρόνο. Δεν αναφέρεται στο τι γίνεται με την ταχύτητα στις τελευταίες επαναλήψεις, αν η ταχύτητα παραμένει σταθερή ή μειώνεται με την αύξηση συγκέντρωσης του γαλακτικού και κατά πόσο επηρεάζεται από τη διάρκεια του διαλείμματος. Η μελέτη του συνδυασμού έντασης, διάρκειας, χρόνου διαλείμματος και αριθμού επαναλήψεων έτσι ώστε να διατηρείται υψηλή η ένταση και η ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού θα δώσει χρήσιμες πληροφορίες σε προπονητές, αθλητές και επιστήμονες που ασχολούνται με αυτό το είδος της προπόνησης. Τα στοιχεία αυτά θα μπορούν να λαμβάνονται υπ' όψη κατά το σχεδιασμό προγραμμάτων άσκησης ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στους στόχους των αθλητών.

### **Σκοπός**

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετηθούν οι μεταβολές στην ταχύτητα τρεξίματος και της συγκέντρωσης του γαλακτικού στην κυκλοφορία του αίματος κατά την εκτέλεση υπομέγιστων διαλειμματικών πρωτοκόλλων προπόνησης της αντοχής της ταχύτητας σε σχέση με την απόσταση τρεξίματος (100 έναντι 200 μέτρων αλλά με ίδια συνολική απόσταση τρεξίματος) και το χρόνο του διαλείμματος μεταξύ των επαναλήψεων (4 έναντι 8 λεπτά). Τα διαλειμματικά πρωτόκολλα

περιελάμβαναν: α) 6 x 100μ με 4 λεπτά διάλειμμα, β) 6 x 100μ με 8 λεπτά διάλειμμα, γ) 3 x 200μ με 4 λεπτά διάλειμμα και δ) 3 x 200μ με 8 λεπτά διάλειμμα σε ένταση 95% της μέγιστης επίκαιρης ικανότητας σε κάθε απόσταση τρεξίματος.

### ***Λειτουργικοί ορισμοί***

*Γαλακτικό οξύ:* Το γαλακτικό οξύ προέρχεται από τη διάσπαση του μυϊκού γλυκογόνου το οποίο μετατρέπεται με τη διαδικασία της γλυκόλυσης σε πυροσταφυλικό οξύ και αυτό με τη σειρά του σε υπομέγιστες και μέγιστες προσπάθειες παρατεταμένης διάρκειας σε γαλακτικό.

*Ταχύτητα:* Είναι η ικανότητα του ατόμου να εκτελεί κυκλικές ή άκυκλες κινήσεις με την μεγαλύτερη δυνατή κινητική ταχύτητα.

*Αντοχή στην ταχύτητα:* Η ικανότητα του οργανισμού να διατηρεί τη μέγιστη ή υπομέγιστη ταχύτητα όσο το δυνατό μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ή να καθυστερεί την πτώση της.

*Διαλειμματική μέθοδος προπόνησης:* Η σχεδιασμένη εναλλαγή φάσεων επιβάρυνσης και αποκατάστασης με μη πλήρες διάλειμμα.

### ***Όρια και περιορισμοί της έρευνας***

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά την ειδική περίοδο προετοιμασίας των αθλητών τους μήνες Απρίλιο - Μάιο σε έξι διαφορετικές μέρες.

### ***Ερευνητικές Υποθέσεις***

1. Ανάμεσα στις 2 διαλειμματικές προπονήσεις με την απόσταση των 100 μέτρων δεν θα υπάρχουν διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος αλλά θα υπάρχει μεγαλύτερη πτώση της ταχύτητας στην προπόνηση με το διάλειμμα των 4 λεπτών.
2. Ανάμεσα στις διαλειμματικές προπονήσεις με την απόσταση των 200 μέτρων θα υπάρχει μεγαλύτερη πτώση της ταχύτητας και συγκέντρωση γαλακτικού στην προπόνηση με το διάλειμμα των 4 λεπτών από αυτό των 8 λεπτών.
3. Ανάμεσα στις προπονήσεις των 100 και 200 μέτρων θα υπάρξει μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού στην προπόνηση των 200 μέτρων και μεγαλύτερη πτώση της ταχύτητας στην προπόνηση των 3 x 200μ. με 4 λεπτά διάλειμμα.
4. Η μεγαλύτερη τιμή γαλακτικού θα εμφανιστεί όχι αμέσως μετά το τέλος της άσκησης, αλλά κάποια λεπτά αργότερα.

5. Η πορεία αύξησης του γαλακτικού θα είναι αυξανόμενη σε όλα τα μοντέλα προπόνησης.

### **Στατιστικές Υποθέσεις**

Οι μηδενικές υποθέσεις που θα εξετασθούν στην παρούσα μελέτη είναι:

1. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πρωτόκολλο (1 x 100m και 6 x 100m με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100m με 8 λεπτά διάλειμμα) στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
2. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος, 4 και 8 λεπτά μετά από 1 x 100m και 6 x 100m με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100m με 8 λεπτά διάλειμμα, στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
3. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων πρωτόκολλο (1 x 100m και 6 x 100m με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100m με 8 λεπτά διάλειμμα) και χρονικής στιγμής μέτρησης στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
4. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πρωτόκολλο (6 x 100m με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100m με 8 λεπτά διάλειμμα) στο χρόνο διάνυσης των 100 μέτρων.
5. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος στο χρόνο διάνυσης των 100 μέτρων κατά την εκτέλεση 6 x 100m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα.
6. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων πρωτόκολλο (6 x 100m με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100m με 8 λεπτά διάλειμμα) και χρονικής στιγμής μέτρησης στο χρόνο διάνυσης των 100 μέτρων.
7. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πρωτόκολλο (6 x 100m με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100m με 8 λεπτά διάλειμμα) στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
8. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος στη συγκέντρωση του γαλακτικού κατά την εκτέλεση 6 x 100m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα.
9. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων πρωτόκολλο (6 x 100m με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100m με 8 λεπτά διάλειμμα) και χρονικής στιγμής μέτρησης στη συγκέντρωση του γαλακτικού.

10. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πρωτόκολλο (1 x 200m και 3 x 200m με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200m με 8 λεπτά διάλειμμα) στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
11. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος, 4 και 8 λεπτά μετά από 1 x 200m και 3 x 200m με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200m 8 λεπτά διάλειμμα, στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
12. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων πρωτόκολλο (1 x 200m και 3 x 200m με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200m με 8 λεπτά διάλειμμα) και χρονικής στιγμής μέτρησης στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
13. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πρωτόκολλο (3 x 200m με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200m με 8 λεπτά διάλειμμα) στο χρόνο διάνυσης των 200 μέτρων.
14. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος στο χρόνο διάνυσης των 200 μέτρων κατά την εκτέλεση 3 x 200m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα.
15. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων πρωτόκολλο (3 x 200m με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200m 8 λεπτά διάλειμμα) και χρονικής στιγμής μέτρησης στο χρόνο διάνυσης των 200 μέτρων.
16. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πρωτόκολλο (3 x 200m με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200m με 8 λεπτά διάλειμμα) στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
17. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος στη συγκέντρωση του γαλακτικού κατά την εκτέλεση 3 x 200m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα.
18. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων πρωτόκολλο (3 x 200m με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200m με 8 λεπτά διάλειμμα) και χρονικής στιγμής μέτρησης στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
19. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική επίδραση του παράγοντα απόσταση (100 και 200 m) στο χρόνο διάνυσης των αποστάσεων.
20. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα απόσταση (100m έναντι 200m) στη συγκέντρωση του γαλακτικού.

21. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος (4 και 7 λεπτά μετά) στη συγκέντρωση του γαλακτικού κατά την εκτέλεση 1 x 100 m και 1 x 200m.
22. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων απόσταση (100m έναντι 200m) και χρονικής στιγμής μέτρησης χρόνος (4 και 7 λεπτά μετά) στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
23. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πρωτόκολλο (6x100m έναντι 3x200m με 4 λεπτά διάλειμμα) στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
24. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος στη συγκέντρωση του γαλακτικού κατά την εκτέλεση 6x100m και 3x200m με 4 λεπτά διάλειμμα.
25. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων πρωτόκολλο (6x100m έναντι 3x200m με 4 λεπτά διάλειμμα) και χρονικής στιγμής στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
26. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πρωτόκολλο (6x100m έναντι 3x200m με 8 λεπτά διάλειμμα) στη συγκέντρωση του γαλακτικού.
27. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα χρόνος στη συγκέντρωση του γαλακτικού κατά την εκτέλεση 6x100m και 3x200m με 8 λεπτά διάλειμμα.
28. Δεν θα υπάρξει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων πρωτόκολλο (6x100m έναντι 3x200m με 8 λεπτά διάλειμμα) και χρονικής στιγμής στη συγκέντρωση του γαλακτικού.

## Π. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Ο κύριος σκοπός για τον οποίο γίνεται μία έρευνα στον αθλητικό χώρο είναι για να μελετηθούν οι διάφοροι παράγοντες που επιδρούν στην απόδοση, όπως είναι η δύναμη και η ταχύτητα, για την ενημέρωση της επιστημονικής κοινότητας, των προπονητών και των αθλητών όλων των αθλημάτων. Οι διάφορες μελέτες που έχουν εξετάσει την αναερόβια ικανότητα αθλητών έχουν χρησιμοποιήσει αναερόβιες προσπάθειες μίας μόνο επανάληψης αλλά και πολλών επαναλήψεων κατά την εκτέλεση διαλειμματικής προπόνησης.

### *Ορισμός της αναερόβιας ισχύος και ικανότητας*

Ως αναερόβια ικανότητα εννοείται η συνολική ποσότητα ενέργειας που μπορούν να παράγουν τα μυϊκά κύτταρα ενός ατόμου χωρίς οξυγόνο, με τον αναερόβιο μεταβολισμό. Όταν γίνεται αναφορά στην αναερόβια ισχύ εννοείται η ταχύτητα παραγωγής αυτής της ενέργειας, την ενέργεια που παράγεται στη μονάδα του χρόνου σε υπερμέγιστες αναερόβιες προσπάθειες, διάρκειας έως και 60 δευτερολέπτων.

### *Παραγωγή ενέργειας σε αναερόβιες προσπάθειες*

Η εκπλήρωση των ενεργειακών απαιτήσεων σε αναερόβιες προσπάθειες στηρίζεται κυρίως στη διάσπαση της φωσφοκρεατίνης και στη γλυκόλυση με την επακόλουθη παραγωγή ιόντων υδρογόνου, πτώση του pH και αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού, παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά την απόδοση (Ratel, Duche, Hennegrave, Van Praagh & Bedu, 2002). Μετά από μέγιστη άσκηση διάρκειας 30 δευτερολέπτων σε εργοποδήλατο, η φωσφοκρεατίνη φτάνει στο 19% της αρχικής της τιμής, ενώ κυρίαρχο ρόλο στην επανασύνθεσή της μετά από την άσκηση παίζει το αερόβιο σύστημα και φτάνει μετά από 1.5 λεπτό ξεκούρασης στο 65% της αρχικής της τιμής και 6 λεπτά μετά στο 85.5% (McMahon & Jenkins, 2002; Bogdanis, Nevill, Boobis, 1996). Όσον αφορά στη γλυκόλυση, είναι η διάσπαση της γλυκόζης σε πυροσταφυλικό οξύ και αυτό με τη σειρά του, σε αναερόβιες προσπάθειες, μετατρέπεται σε γαλακτικό. Η ποσότητα του γαλακτικού που παράγεται

μέσω της γλυκόλυσης εξαρτάται από την ένταση και τη διάρκεια της άσκησης, το χρόνο διαλείμματος και τον αριθμό των επαναλήψεων. Γενικά, όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση και η διάρκεια υψηλής έντασης άσκησης, σε συνδυασμό με το χρόνο του διαλείμματος και τον αριθμό των επαναλήψεων, τόσο μεγαλύτερη η ενεργοποίηση του αναερόβιου μεταβολισμού και η παραγωγή γαλακτικού (Τουμπέκης & Τοκμακίδης, 2008).

### *Αναερόβιες προσπάθειες μίας επανάληψης*

Αναερόβιες προσπάθειες μίας επανάληψης χρησιμοποιούν οι ερευνητές για τη μελέτη των μεταβολικών διεργασιών σε αυτού του είδους προσπάθειες στα εργαστήρια τους και οι προπονητές για τη βελτίωση της απόδοσης σε αυτού του τύπου τα αγωνίσματα. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε γήπεδο στίβου ο Saraslanidis και συν. (2011) μέτρησαν τη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα καθώς και συχνότητα και το μήκος του διασκελισμού, μετά από σπριντ 400 μέτρων με πέρασμα στα 200 μέτρα σε τρεις διαφορετικές εντάσεις, 93%, 95%, και 98% της καλύτερης επίδοσης στα 200 μέτρα. Οι αθλητές πρώτα εκτέλεσαν ένα σπριντ 200 μέτρων με ένταση 100% για να καθορίσουν την ένταση των περασμάτων στα 200 μέτρα αλλά και να μελετήσουν τις διαφορές στη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα στις διάφορες εντάσεις σε σύγκριση με τη μέγιστη προσπάθεια των 200 μέτρων. Η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα στα 200 μέτρα με ένταση 100% (16,1 mmol/L) δεν είχε σημαντική διαφορά με αυτήν στα 200 μέτρα με ένταση 98% (16,1 mmol/L), αλλά είχε στατιστικά σημαντική διαφορά με τις εντάσεις 95 και 93% (14,6 και 13,5 mmol/L, αντίστοιχα). Η τιμή του γαλακτικού στο αίμα στα 400 μέτρα σπριντ δεν είχε σημαντικές διαφορές στις διαφορετικές εντάσεις που έτρεξαν τα πρώτα 200 μέτρα οι αθλητές, με τιμές 20,5, 20,2 και 18,9 mmol/L, αντίστοιχα, για τις εντάσεις 98, 95 και 93%. Η καλύτερη επίδοση στα 400 μέτρα σπριντ σημειώθηκε όταν οι αθλητές έτρεξαν το πρώτο 200άρι με την χαμηλότερη ένταση των 93%. Σε αυτήν την ένταση παρατηρήθηκε και η μικρότερη μείωση της συχνότητας και του μήκους του διασκελισμού στα τελευταία μέτρα και ίσως αυτό να επηρέασε και την καλύτερη επίδοση του χρόνου. Ενώ στα 200 μέτρα οι υπομέγιστες μέγιστες εντάσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στη συγκέντρωση του γαλακτικού, στα 400 μέτρα δεν συμβαίνει το ίδιο. Αυτό ίσως να συμβαίνει γιατί τα 400 μέτρα είναι ένα αγώνισμα που χρειάζεται και κάποια τακτική ως προς σε τι ένταση θα περάσει ένας αθλητής τα πρώτα 200 μέτρα. Πιθανόν, η μικρότερη παραγωγή γαλακτικού με τρέξιμο των πρώτων 200



μέτρων με ένταση στο 93%, να υποδηλώνει μικρότερη ενεργοποίηση της γλυκόλυσης και παραγωγή ιόντων υδρογόνου που σχετίζονται με την κόπωση. Σε συνδυασμό μάλιστα με το γεγονός ότι στα 400 μέτρα ενεργοποιείται σε μεγάλο ποσοστό και το αερόβιο σύστημα, (Hanon, 2010), πράγμα που ίσως να καθυστερεί τη μεγάλη παραγωγή γαλακτικού, να επιτρέπει την επίτευξη καλύτερης επίδοσης στη συνολική απόσταση των 400 μέτρων.

Ο Tetsuo Ohkuwa και συν. (1984) σύγκριναν τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα σε αθλητές ταχύτητας και αθλητές αντοχής στα 400 μέτρα σπριντ. Οι αθλητές ταχύτητας συγκέντρωσαν περισσότερο γαλακτικό από αυτούς της αντοχής με τιμές 19,06 και 14,97 mmol/L, αντίστοιχα. Σχεδόν ίδιες τιμές γαλακτικού σε αναερόβια προσπάθεια βρήκανε στην έρευνα τους και οι Lacour και συν. (1990) οι οποίοι εξέτασαν τη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα μετά από δρόμους 400, 800 και 1500 μέτρων. Δέκα λεπτά από το τέλος των δοκιμασιών το γαλακτικό στο αίμα δεν διέφερε μεταξύ των αποστάσεων δρόμων και έφτασε στους άνδρες και στις γυναίκες, στα 400 μέτρα στα 20,1 και 21,8 mmol/L, αντίστοιχα, στα 800 μέτρα 21,9 και 18,6 mmol/L, αντίστοιχα, και στα 1500 μόνο για τους άντρες 20,8 mmol/L.

Σε 300 μέτρα σπριντ, ο Hanon και συν. (2011) θέλησαν να συγκρίνουν το αναερόβιο επίπεδο αθλητών υψηλού και μέτριου επιπέδου. Οι αθλητές έτρεξαν 300 μέτρα με μέγιστη ένταση και αμέσως μετά και 4 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης μετρήθηκε η συγκέντρωση του γαλακτικού και του pH στο αίμα. Το γαλακτικό ήταν σημαντικά υψηλότερο στους αθλητές υψηλού επιπέδου συγκριτικά με τους μέτριους αθλητές, 21,1 έναντι 19,1 mmol/L, αντίστοιχα και το pH σημαντικά χαμηλότερο, 7.07 έναντι 7.14, αντίστοιχα. Η απόδοση πάντως δεν συσχετίστηκε με την τιμή του pH, αλλά με τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα, πράγμα που ίσως να δείχνει την επίδραση της παραγωγής του γαλακτικού στην απόδοση των αθλητών κατά τη διάρκεια της άσκησης. Οι αθλητές υψηλού επιπέδου φάνηκε στα τελευταία μέτρα του σπριντ να μπορούν να διατηρήσουν την απόδοσή τους σε όξινο περιβάλλον με μεγάλη συγκέντρωση γαλακτικού.

Σε μικρότερες αποστάσεις αναερόβιας προσπάθειας, ο Hirvonen και συν. (1987) μέτρησαν τη συγκέντρωση γαλακτικού και του pH στο αίμα και τη συγκέντρωση του ATP και της φωσφοκρεατίνης στον μυ, πριν και μετά από 40, 60, 80 και 100 μέτρα σπριντ μέγιστης έντασης τα οποία εκτελέστηκαν σε διαφορετικές μέρες. Οι αθλητές χωρίστηκαν σε δύο γκρουπ, με το πρώτο γκρουπ να έχει πιο γρήγορους αθλητές και βρέθηκε ότι η μέση μέγιστη ταχύτητα επετεύχθη στα 50

μέτρα και για τα δύο γκρουπ. Όσο αυξανόταν η απόσταση τρεξίματος μειώνονταν η τιμή του pH και ανέβαινε η τιμή του γαλακτικού στο αίμα με τιμές μετά από δρόμο 40, 60, 80 και 100 μέτρων για το γαλακτικό και το pH, 4,5, 5,9, 6,8 και 8,3 mmol/L και 7.36, 7.31, 7.28 και 7.24, αντίστοιχα. Η φωσφοκρεατίνη μειωνόταν και αυτή όσο αυξανόταν η απόσταση τρεξίματος, αλλά δεν είχε σημαντική διαφορά η συγκέντρωση της στα 40 μέτρα με τα 100 μέτρα, ενώ η συγκέντρωση του ATP δεν είχε σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση του. Μεταξύ των γκρουπ, το πρώτο γκρουπ πέτυχε μεγαλύτερη ταχύτητα με τη συγκέντρωση όμως του γαλακτικού να μην έχει διαφορές σε όλες τις αποστάσεις. Σημαντική διαφορά υπήρχε στη χρησιμοποίηση της φωσφορικής κρεατίνης για το πρώτο γκρουπ καθώς μετά από το τέλος της απόστασης των 40 μέτρων, στο πρώτο γκρουπ είχε απομείνει το 50,9% της φωσφοκρεατίνης, ενώ στο δεύτερο γκρουπ το 73.2%. Σημαντική αλλά πιο μικρή διαφορά υπήρχε και για τις αποστάσεις των 60 και 80 μέτρων, ενώ για τα 100 μέτρα δεν υπήρχε σημαντική διαφορά. Συνολικά, το πρώτο γκρουπ πέτυχε καλύτερους χρόνους γιατί μπορεί και χρησιμοποιεί σε μεγαλύτερο ποσοστό τη φωσφορική κρεατίνη και κυρίως στην επιτάχυνση μέχρι τα 50 μέτρα, ενώ η συγκέντρωση γαλακτικού δεν επηρέασε κανένα γκρουπ μέχρι και τα 100 μέτρα.

Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι το γαλακτικό εξαρτάται από την ένταση, την διάρκεια αλλά και την απόσταση της άσκησης, καθώς όπως φάνηκε όσο πιο μεγάλη ένταση τόσο μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού αλλά και όσο αυξανόταν η απόσταση τρεξίματος από 60 μέχρι και 1500 μέτρα το γαλακτικό αυξανόταν με παρόμοιες τιμές από τα 400 μέτρα και πάνω.

#### ***Αναερόβιες διαλειμματικές προσπάθειες διάρκειας έως 5 δευτερολέπτων και παράγοντες επίδρασης στην απόδοση***

Οι διαλειμματικές προπονήσεις μικρής διάρκειας γίνονται κυρίως για την ανάλυση δεδομένων για τα ομαδικά αθλήματα όπου εκεί κυριαρχούν τα επαναλαμβανόμενα σπριντ μικρής διάρκειας και ο αθλητής θα πρέπει να διατηρεί υψηλή απόδοση σε όλες τις προσπάθειες και κυρίως στις τελευταίες.

Σε πρόσφατη έρευνα, ο Buchheit (2010) σύγκρινε 4 πρωτόκολλα διαλειμματικής προπόνησης με σπριντ. Το πρώτο πρωτόκολλο περιείχε 6 x 25 μέτρα σπριντ σε ευθεία, το δεύτερο 6 x 2 x 12,5 μέτρα παλίνδρομο τρέξιμο, το τρίτο ίδιο με το πρώτο αλλά στο διάλειμμα οι αθλητές εκτελούσαν και ένα κάθετο άλμα μέσα σε τρία δευτερόλεπτα μετά από κάθε σπριντ και το τέταρτο πρωτόκολλο ίδιο με το

δεύτερο μόνο που και αυτοί στο διάλειμμα τους εκτελούσαν κάθε άλμα μετά από κάθε σπριντ. Όλα τα πρωτόκολλα εκτελέστηκαν με μέγιστη ένταση και είχαν διάλειμμα 25 δευτερόλεπτα. Συγκρίνοντας το πρώτο και το τρίτο πρωτόκολλο, δεν υπήρξαν διαφορές στην καλύτερη επίδοση που επιτεύχθηκε σε ένα μόνο σπριντ αλλά η μέση ταχύτητα σε όλες τις επαναλήψεις ήταν υψηλότερη και ο ρυθμός μείωσης της ταχύτητας μικρότερος στο πρώτο πρωτόκολλο. Η συγκέντρωση γαλακτικού μετά το τέλος της προπόνησης ήταν μεγαλύτερη στο τρίτο γκρουπ όπως και το ποσοστό συμμετοχής, στην παραγωγή ενέργειας, της πρόσληψης οξυγόνου. Στο δεύτερο γκρουπ, η καλύτερη επίδοση σε ένα σπριντ φαίνεται να είναι παρόμοια με αυτήν του τέταρτου γκρουπ, αλλά η μέση επίδοση ήταν καλύτερη στο δεύτερο γκρουπ σε σχέση με το τέταρτο και είχε μικρότερη μείωση της ταχύτητας. Επίσης, στο δεύτερο γκρουπ είχαμε μικρότερη συμμετοχή της πρόσληψης οξυγόνου στην παραγωγή ενέργειας κατά τη διάρκεια της άσκησης και όχι σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα συγκριτικά με το τέταρτο γκρουπ. Όσον αφορά στο τρίτο με το τέταρτο γκρουπ που περιείχαν και τα άλματα, στο τέταρτο γκρουπ με το παλίνδρομο τρέξιμο υπήρξε μεγαλύτερη μείωση της μέσης τιμής στην απόδοση των αλμάτων, ενώ ανάμεσα στο πρώτο και το δεύτερο που είχαν μόνο τα σπριντ, στο πρώτο γκρουπ με τα σπριντ σε ευθεία γραμμή είχαμε μικρότερη μείωση της απόδοσης σε σχέση με το δεύτερο γκρουπ με το παλίνδρομο τρέξιμο. Μπορεί να ειπωθεί για αυτήν την έρευνα ότι η απόδοση επηρεάστηκε κυρίως από τα άλματα που γινόντουσαν κατά τη διάρκεια της ξεκούρασης και για αυτό το λόγο τα πρωτόκολλα που δεν είχαν άλματα είχαν καλύτερη απόδοση, ίσως επειδή επιβαρυνόταν περισσότερο το νευρομυϊκό σύστημα και το σύστημα παραγωγής ενέργειας και δεν υπήρξε γρήγορη αναπλήρωση της φωσφοκρεατίνης, της κύριας πηγής ενέργειας για μικρής διάρκειας άσκησης.

Μικρής διάρκειας διαλειμματικής άσκησης μελέτησαν και ο Castagna και συν. (2008), οι οποίοι σύγκριναν δύο πρωτόκολλα προπονήσεων μέγιστης έντασης, το πρώτο 10 x 30μ σπριντ με 30 δευτερόλεπτα παθητικής αποκατάστασης και το δεύτερο το ίδιο με ενεργητική όμως αποκατάσταση στο 50% της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας. Ο δείκτης κόπωσης ήταν μεγαλύτερος στο πρωτόκολλο με την ενεργητική αποκατάσταση, ο χρόνος ολοκλήρωσης της άσκησης ήταν μικρότερος στο πρωτόκολλο με την παθητική αποκατάσταση, ενώ η συγκέντρωση γαλακτικού αυξήθηκε και στα δύο πρωτόκολλα χωρίς να διαφέρουν μεταξύ τους. Ίσως και εδώ να ισχύει ότι και για την πρώτη έρευνα, δηλαδή επιβραδυνόταν η αναπλήρωση της φωσφοκρεατίνης με το ενεργητικό διάλειμμα και για αυτό το λόγο να έπεφτε η

απόδοση. Στο ίδιο αποτέλεσμα κατέληξαν επίσης και ο Spencer και συν. (2008), οι οποίοι σύγκριναν και αυτοί τρία πρωτόκολλα διαλειμματικής προπόνησης μέγιστης έντασης με διαφορετικό είδος αποκατάστασης. Και στα τρία πρωτόκολλα εκτελέστηκαν 6 x 4 δευτερόλεπτα σπριντ σε εργοποδήλατο με 25 δευτερόλεπτα διάλειμμα. Στο πρώτο πρωτόκολλο το διάλειμμα ήταν με ενεργητική αποκατάσταση στο 35% της  $VO_{2max}$ , το δεύτερο στο 20% της  $VO_{2max}$  και το τρίτο με παθητική αποκατάσταση. Η απόδοση στην 3<sup>η</sup>, 4<sup>η</sup>, 5<sup>η</sup> και 6<sup>η</sup> προσπάθεια ήταν υψηλότερη στο τρίτο πρωτόκολλο με την παθητική αποκατάσταση συγκριτικά με τα άλλα δύο πρωτόκολλα. Αυτό πιθανώς να οφείλεται στη καλύτερη αναπλήρωση της φωσφοκρεατίνης όταν η αποκατάσταση είναι παθητική σε σύγκριση με την ενεργητική η οποία επιβραδύνει το ρυθμό επανασύνθεσής της. Ανάμεσα στα δύο πρωτόκολλα με την ενεργητική αποκατάσταση δεν υπήρχε σημαντική διαφορά στην απόδοση. Το γαλακτικό μετά το τέλος της άσκησης δεν διέφερε σημαντικά ανάμεσα στα πρωτόκολλα.

Στο συμπέρασμα ότι η αναπλήρωση της φωσφοκρεατίνης ίσως να είναι ο παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση κυρίως των τελευταίων σπριντ κατέληξαν και ο Gaitanos και συν. (1993). Το πρωτόκολλο που εκτέλεσαν 8 άτομα στην έρευνα τους ήταν 10 x 6 δευτερόλεπτα σε εργοποδήλατο, μέγιστης έντασης με 30 δευτερόλεπτα παθητικό διάλειμμα. Η ενέργεια που χρειάστηκε για να εκτελεστούν τα σπριντ προήλθε από συνδυασμό της φωσφοκρεατίνης και της γλυκόλυσης καθώς υπήρξε μείωση της φωσφοκρεατίνης και αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στον μυ. Παρ' όλα αυτά όμως, στο δέκατο και τελευταίο σπριντ δεν υπήρχε κάποια αλλαγή στη συγκέντρωση του γαλακτικού στον μυ, παρόλο που η μέση παραγωγή ισχύος μειώθηκε στο 73% της αρχικής της τιμής. Έτσι, φάνηκε ότι η ενέργεια στο τελευταίο σπριντ παράχθηκε κυρίως από τη φωσφοκρεατίνη και από αυξημένη συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού.

Διαλειμματική προπόνηση μικρής διάρκειας μέγιστης έντασης έκαναν και ο Balsom και συν. (1992) οι οποίοι εξέτασαν τρία διαφορετικά πρωτόκολλα διαλειμματικών προπονήσεων μέγιστης έντασης με ίδια συνολική απόσταση τρεξίματος. Το πρώτο περιλάμβανε 40 x 15 μέτρα, το δεύτερο 20 x 30 μέτρα και το τρίτο 15 x 40 μέτρα με διάλειμμα και στα τρία πρωτόκολλα 30 δευτερόλεπτα. Μετά το τέλος της άσκησης μετρήθηκε το γαλακτικό στο αίμα, το ουρικό οξύ και η πρόσληψη οξυγόνου. Η απόδοση στο τελευταίο σπριντ σε σύγκριση με το πρώτο σπριντ δεν είχε σημαντική διαφορά στο πρώτο πρωτόκολλο προπόνησης σε αντίθεση

με τα άλλα δύο πρωτόκολλα όπου η απόδοση μειώθηκε. Η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα αυξήθηκε σημαντικά και στα τρία πρωτόκολλα. Στο τρίτο πρωτόκολλο παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού και στο πρώτο, με τα λιγότερα μέτρα, η μικρότερη. Το ουρικό οξύ αυξήθηκε στο δεύτερο και το τρίτο πρωτόκολλο, με υψηλότερη συγκέντρωση στο τρίτο, ενώ δεν μεταβλήθηκε στο πρώτο πρωτόκολλο προπόνησης. Η συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού στη συνολική παραγωγή ενέργειας ήταν μεγαλύτερη στο δεύτερο και το τρίτο πρωτόκολλο προπόνησης συγκριτικά με το πρώτο. Η απόδοση και η διατήρηση της έντασης φαίνεται να εξαρτάται και από την απόσταση την οποία τρέχει ο αθλητής σε κάθε επανάληψη. Αν και η συνολική απόσταση τρεξίματος ήταν η ίδια, στο πρώτο πρωτόκολλο με τα λίγα μέτρα τρεξίματος σε κάθε επανάληψη και με τις πολλές επαναλήψεις, υπήρχε καλύτερη απόδοση σε σύγκριση με το δεύτερο και τρίτο πρωτόκολλο που η απόσταση τρεξίματος σε κάθε επανάληψη άσκησης αυξήθηκε αλλά μειώθηκαν οι επαναλήψεις. Αυτό ίσως να συνέβη επειδή περισσότερη ενέργεια αντλήθηκε με τη συμμετοχή της φωσφοκρεατίνης με μικρότερη συμμετοχή του αναερόβιο συστήματος και λιγότερη παραγωγή γαλακτικού.

Με έμφαση στο διάλειμμα, οι ίδιοι συγγραφείς Balsom και συν. (1992) σχεδίασαν ένα πρωτόκολλο διαλειμματικής προπόνησης μέγιστης έντασης και μικρής διάρκειας όπου εκτελέστηκαν 15 x 40 μέτρα με τρία διαφορετικά διαλείμματα των 30, 60 και 120 δευτερολέπτων. Η απόδοση στα τελευταία σπριντ διατηρήθηκε περισσότερο στην προπόνηση με την ξεκούραση των 120 δευτερολέπτων καθώς η ταχύτητα άρχισε να μειώνεται μετά το 11<sup>ο</sup> σπριντ, ενώ στις προπονήσεις με τα διαλείμματα των 60 και 30 δευτερολέπτων η ταχύτητα μειώθηκε μετά το 7<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> σπριντ, αντίστοιχα. Μετά το 6<sup>ο</sup> σπριντ και στις τρεις προπονήσεις, η συγκέντρωση γαλακτικού δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ των πρωτοκόλλων, αλλά υπήρχε σημαντική διαφορά στους χρόνους στα σπριντ πράγμα που δείχνει ότι το γαλακτικό στο αίμα δεν είναι αξιόπιστος δείκτης της απόδοσης σε διαλειμματικές προπονήσεις μικρής διάρκειας. Η διάρκεια του διαλείμματος φάνηκε να είναι καθοριστικός παράγοντας στην εκτέλεση των τελευταίων σπριντ.

Η απόδοση σε επαναλαμβανόμενα σπριντ μικρής διάρκειας και κυρίως στις τελευταίες επαναλήψεις που είναι και οι πιο σημαντικές, φαίνεται ότι επηρεάζεται από την απόσταση τρεξίματος καθώς και από το είδος και τη διάρκεια του διαλείμματος. Όσο πιο μεγάλη είναι η απόσταση ή η διάρκεια της άσκησης, τόσο περισσότερο μειώνεται η απόδοση στις τελευταίες επαναλήψεις, αλλά και όταν το

διάλειμμα είναι παθητικό η απόδοση είναι πιο υψηλή στις τελευταίες επαναλήψεις σε σύγκριση με ενεργητικό διάλειμμα. Σε αυτό πιθανότατα να παίζει ρόλο ο ρυθμός επανασύνθεσης της φωσφοκρεατίνης, ο οποίος φαίνεται από τις έρευνες να επιβραδύνεται με το ενεργητικό διάλειμμα.

### ***Αναερόβιες διαλειμματικές προσπάθειες διάρκειας 10 έως 60***

#### ***δευτερολέπτων και παράγοντες επίδρασης στην απόδοση***

Αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει την παραγωγή γαλακτικού σε διαλειμματική προπόνηση ταχύτητας, κυρίως με τη δοκιμασία Wingate σε εργοποδήλατο αλλά και στο γήπεδο. Σε πρόσφατη έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Meckel και συν. (2011) σε γήπεδο, συγκρίθηκαν δύο διαλειμματικές προπονήσεις. Στην πρώτη με αύξηση της απόστασης τρεξίματος από επανάληψη σε επανάληψη, 100, 200, 300 και 400 μέτρα και στη δεύτερη με μείωση της απόστασης, 400, 300, 200 και 100 μέτρα με ένταση στο 80% της καλύτερης επίδοσης που είχαν οι αθλητές στα 100 μέτρα. Το διάλειμμα ήταν 2 λεπτά ανάμεσα στα 100 με 200 μέτρα, 3 λεπτά ανάμεσα στα 200 με 300 μέτρα και 4 λεπτά ανάμεσα στα 300 με 400 μέτρα. Δείγμα αίματος λήφθηκε πριν την έναρξη της άσκησης, μετά από κάθε επανάληψη και μετά από μία ώρα ξεκούρασης. Και τα δύο πρωτόκολλα της άσκησης επέφεραν σημαντική αύξηση στη συγκέντρωση του γαλακτικού, της αυξητικής ορμόνης και της τεστοστερόνης μετά το τέλος της άσκησης, ενώ μία ώρα μετά είχαν επανέλθει στα αρχικά τους επίπεδα. Στην προπόνηση όμως με την απόσταση να μειώνεται παρατηρήθηκε μεγαλύτερη αύξηση του γαλακτικού στα 100, 200 και 300 μέτρα, της αυξητικής ορμόνης στα 100 και 200 μέτρα και της τεστοστερόνης στα 100 μέτρα. Πάντως, η απόδοση και στα δύο είδη προπόνησης σχετίστηκε με την αύξηση του γαλακτικού, της αυξητικής ορμόνης και της τεστοστερόνης. Η έναρξη της προπόνησης με μία απόσταση που προκαλεί μεγάλη αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού, οδηγεί τον αθλητή στη εκτέλεση της άσκησης με αυξημένη παραγωγή γαλακτικού σε όλη τη διάρκεια της άσκησης με τη διατήρηση όμως της απόδοσης σε αυτή την ένταση προπόνησης.

Διαλειμματική προπόνηση με αποστάσεις τρεξίματος από 100 μέχρι 300 μέτρα μελέτησαν και ο Esteban και συν. (2010). Στην έρευνα τους σύγκριναν 6 διαφορετικές υπομέγιστες διαλειμματικές προπονήσεις σε αθλητές στίβου των 400 μέτρων και 400 μέτρων με εμπόδια υψηλού επιπέδου θέλοντας να παρατηρήσουν τη σχέση της συγκέντρωσης του γαλακτικού και της αμμωνίας στο αίμα. Όλες οι επαναλήψεις εκτελούνταν σε διαφορετικές εντάσεις με βάση την καλύτερη επίδοση

που είχαν οι αθλητές στα 400 μέτρα. Η πρώτη προπόνηση περιελάμβανε 3 x 60 μέτρα με 4 λεπτά διάλειμμα, 3 x 80 μέτρα με 6 λεπτά διάλειμμα και 3 x 100 μέτρα με 8 λεπτά διάλειμμα στο 103, 105 και 104% της επίδοσης στα 400 μέτρα, αντίστοιχα. Η μέγιστη τιμή γαλακτικού που βρέθηκε στο αίμα μετά το τέλος της άσκησης ήταν 16 mmol/L. Η δεύτερη προπόνηση περιλάμβανε 6 x 100μ με 5 λεπτά διάλειμμα στο 101%, με μέγιστη τιμή γαλακτικού στο αίμα 15 mmol/L, η τρίτη 8 x 200μ με 3 λεπτά διάλειμμα με ένταση 92%, με μέγιστη τιμή γαλακτικού 20 mmol/L, η τέταρτη 6 x 300μ με 6 λεπτά διάλειμμα στο 87%, με μέγιστη τιμή γαλακτικού 19,2 mmol/L, η πέμπτη 3 x (3 x 300μ) με 4 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων και 8 λεπτά μεταξύ των σετ στο 86%, με μέγιστη τιμή γαλακτικού 18,5 mmol/L και η τελευταία 12 x 300μ με 3 λεπτά διάλειμμα στο 91%, με μέγιστη τιμή γαλακτικού 22 mmol/L. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι σε όλες τις προπονήσεις υπήρξε μία προοδευτική αύξηση του γαλακτικού μέχρι την τελευταία επανάληψη και αυτό είχε άμεση σχέση και με την αύξηση της συγκέντρωσης της αμμωνίας στο αίμα. Η μεγαλύτερη πάντως συγκέντρωση γαλακτικού παρουσιάστηκε στην προπόνηση με 12 x 300 μέτρα και ακολούθως στην προπόνηση με 8 x 200 μέτρα με εντάσεις 91 και 92%, αντίστοιχα.

Σε 400 μέτρα σπριντ ο Saraslanidis και συν. (2009), θέλησαν να συγκρίνουν τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα, την μέση δρομική ταχύτητα, τη συγκέντρωση της κρεατινίνης, της κρεατινικής κινάσης και της γλυκόζης σε αναερόβια διαλειμματική προπόνηση και σε αναερόβια προπόνηση μίας προσπάθειας, σε αθλητές των 400μ. Πιο συγκεκριμένα, συγκρίθηκαν α) 1 x 400 μέτρα έναντι 2 x 200μ με ένα λεπτό διάλειμμα σε ένταση 90% της καλύτερης επίδοσης του κάθε αθλητή σε δρόμο 100 μέτρων και β) 1 x 300μ με 3 x 100μ με το ίδιο διάλειμμα και ένταση όπως και στην προηγούμενη σύγκριση. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι στη διαλειμματική αναερόβια προπόνηση υπήρξε υψηλότερη δρομική ταχύτητα και συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα σε σύγκριση με την εκτέλεση της ίδιας απόστασης σε μια επανάληψη. Στα 300 μέτρα η μέση δρομική ταχύτητα ήταν μεγαλύτερη συγκριτικά με τα 400 μέτρα, το ίδιο και στα 100 μέτρα συγκριτικά με τα 200 μέτρα. Η κρεατινική κινάση, η κρεατινίνη και η γλυκόζη αυξήθηκαν μετά από την εκτέλεση και των τεσσάρων πρωτοκόλλων με υψηλότερη συγκέντρωση της γλυκόζης να παρουσιάζεται μετά από τα 400 μέτρα. Η υψηλότερη ταχύτητα που επιτυγχάνεται στη διαλειμματική προπόνηση είναι ίσως η αιτία της υψηλότερης συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα.

Ο Koizumi και συν. (2011) θέλησαν να συγκρίνουν την ενεργητική με την παθητική αποκατάσταση κατά την εκτέλεση σε εργοποδήλατο 2 επαναλήψεων των 30 δευτερολέπτων μέγιστης έντασης με διάλειμμα 20 λεπτών την μια φορά με παθητική αποκατάσταση και την άλλη με ενεργητική αποκατάσταση στο 30% της  $VO_{2max}$ . Το συνολικό έργο και η μέγιστη ισχύς που παράχθηκε από τους εθελοντές μετά το τέλος και των δύο δοκιμασιών ήταν μεγαλύτερη με την ενεργητική αποκατάσταση. Η συγκέντρωση του γαλακτικού ήταν μικρότερη πριν την έναρξη της δεύτερης προσπάθειας με την ενεργητική αποκατάσταση, ενώ δεν υπήρχαν διαφορές 5 και 10 λεπτά μετά το τέλος της δεύτερης προσπάθειας μεταξύ των δύο ειδών αποκατάσταση. Η ενεργητική αποκατάσταση έδειξε να βοηθάει στη διατήρηση υψηλής απόδοσης στη δεύτερη προσπάθεια συγκριτικά με την παθητική αποκατάσταση. Σε ίδιας μορφής άσκησης, αλλά με μικρότερα διαλείμματα έκαναν έρευνα και ο Bogdanis και συν. (1995). Οι αθλητές εκτέλεσαν 2 x 30 δευτερόλεπτα μέγιστης έντασης σε εργοποδήλατο με τρία διαφορετικά διαλείμματα των 1.5, 3 και 6 λεπτών. Μετά το τέλος της πρώτης προσπάθειας μετρήθηκε η φωσφοκρεατίνη, το ATP, το γαλακτικό και το pH του μυός για να συσχετιστούν αυτές οι τιμές με την μέγιστη ταχύτητα κατά τη διάρκεια της άσκησης και τη μέγιστη παραγωγή ισχύος. Η φωσφοκρεατίνη και το ATP μειώθηκαν στο 19 και στο 70% της αρχικής τους τιμής, αντίστοιχα, το γαλακτικό στο μυ αυξήθηκε ενώ το pH μειώθηκε. Κατά τη διάρκεια της ξεκούρασης, η φωσφοκρεατίνη αυξήθηκε στο 65% της αρχικής της τιμής μετά από 1,5 λεπτό και έφτασε στο 85% της αρχικής της τιμής μετά από έξι λεπτά ξεκούρασης. Μετά το δεύτερο σπριντ φάνηκε ότι η μέση ταχύτητα, η μέγιστη ταχύτητα και η μέγιστη ισχύς που παράχθηκαν κατά τη διάρκεια της άσκησης ήταν ανάλογες με το ρυθμό αναπλήρωσης της φωσφοκρεατίνης ενώ δεν παρατηρήθηκε κάποια σχέση με το ρυθμό επαναφοράς του pH. Η μεγαλύτερη διάρκεια του διαλείμματος βοήθησε στην καλύτερη αναπλήρωση της φωσφοκρεατίνης με αποτέλεσμα καλύτερη απόδοση στη δεύτερη επανάληψη.

Συνολικά, παρατηρείται ότι στη διαλειμματική προπόνηση ταχύτητας διάρκειας πάνω από δέκα δευτερολέπτων ενεργοποιείται στο μεγαλύτερο ποσοστό το αναερόβιο σύστημα παραγωγής ενέργειας με μεγάλες ποσότητες συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα. Σε κάθε επιπλέον επανάληψη που εκτελείται, το γαλακτικό αυξάνεται ενώ συγχρόνως πέφτει το pH του αίματος και η ποσότητα συγκέντρωσης του γαλακτικού αλλά και το pH επηρεάζεται από τη διάρκεια και το είδος του διαλείμματος καθώς και από τη διάρκεια της άσκησης.



### ***Φυσιολογικές ανταποκρίσεις μετά από αναερόβια άσκηση σε παιδιά και ενήλικες***

Το αναερόβιο σύστημα των παιδιών δεν είναι αναπτυγμένο σε μεγάλο βαθμό καθώς στα παιδιά υπάρχει μικρή δραστηριότητα του ενζύμου της φωσφοφρουκτοκινάσης, που είναι υπεύθυνο για την ρύθμιση της γλυκόλυσης, και της γαλακτικής αφυδρογονάσης. Οι μεταβολικοί αυτοί παράγοντες σε συνδυασμό με τη μικρότερη μυϊκή μάζα που διαθέτουν τα παιδιά εξηγούν σε μεγάλο βαθμό γιατί δεν μπορούν να παράγουν υψηλή αναερόβια ισχύ. Διάφορες έρευνες που έχουν γίνει, αποδεικνύουν ότι οι άνδρες σε σύγκριση με τα παιδιά παράγουν περισσότερο γαλακτικό και περισσότερα ιόντα υδρογόνου σε αναερόβιες προσπάθειες.

Σε έρευνα του Ratel και συν. (2002) μελετήθηκε η συγκέντρωση του γαλακτικού, των ιόντων υδρογόνου και του pH σε προέφηβους, ηλικίας 9,6 ετών, και άνδρες, ηλικίας 20,4 ετών, κατά τη διάρκεια διαλειμματικής προπόνησης σε εργοποδήλατο. Οι δοκιμαζόμενοι εκτέλεσαν 10 σπριντ των 10 sec με ενδιάμεσο παθητικό διάλειμμα 30 sec. Οι άνδρες έδειξαν να έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού συγκριτικά με τους προέφηβους και η μέγιστη ποσότητα συγκέντρωσης γαλακτικού εμφανίστηκε μετά το 5<sup>ο</sup> σπριντ στους άνδρες ενώ στους έφηβους μέχρι το 5<sup>ο</sup> σπριντ είχε φτάσει στη μέγιστη τιμή. Οι άνδρες είχαν επίσης μεγαλύτερη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου κατά 1,5 φορές, που αυξανόταν μέχρι και το τελευταίο σπριντ. Το pH στους προέφηβους έπεσε λίγο στα 4 πρώτα σπριντ ενώ μετά παρέμεινε σταθερό, ενώ στους άνδρες έπεφε διαρκώς από το 1<sup>ο</sup> σπριντ μέχρι και το τελευταίο. Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Dupont και συν. (2000) οι οποίοι σύγκριναν τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα ανάμεσα σε προέφηβους ηλικίας 11,6 χρόνων και έφηβους 18,4 χρόνων, μετά από διαλειμματική άσκηση σε εργοποδήλατο που περιλάμβανε 6 σπριντ των 20 sec με 1 λεπτό παθητικό διάλειμμα. Η συγκέντρωση του γαλακτικού στους εφήβους μετά από το τέλος της άσκησης ήταν υψηλότερη σε σχέση με τους προέφηβους, 17,2 έναντι 12 mmol, αντίστοιχα.

Σε δύο μελέτες του Beneke και συν. (2005) και (2007) συγκρίθηκε η αναερόβια ικανότητα παιδιών ηλικίας 12 ετών, εφήβων ηλικίας 16 ετών και ανδρών ηλικίας 27,2 ετών στην πρώτη έρευνα και παιδιών και εφήβων στην δεύτερη. Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τις παραπάνω μελέτες καθώς δείχνουν ότι οι άνδρες είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα συγκριτικά με τους προέφηβους, αλλά όχι σημαντική διαφορά με τους έφηβους. Τα παιδιά έφτασαν πιο γρήγορα στη μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού και οι έφηβοι συγκριτικά με τα παιδιά είχαν περισσότερο

γαλακτικό. Στο ίδιο αποτέλεσμα κατέληξε και ο Dotan και συν. (2003), οι οποίοι βρήκαν διαφορετικές τιμές συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος στο αίμα ανάμεσα σε 14 προέφηβους και 12 άνδρες. Οι τιμές στους προέφηβους ήταν μικρότερες από αυτές των αντρών, 10,7 και 14,7 mmol, αντίστοιχα. Παρόμοια, ο Hebestreit και συν. (1996) σύγκριναν τη συγκέντρωση γαλακτικού και τα ιόντα υδρογόνου στο αίμα ανάμεσα σε παιδιά και άνδρες 1, 3, 7 και 10 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης. Τα παιδιά έφτασαν στη μέγιστη τιμή γαλακτικού 3 λεπτά μετά την άσκηση, 5,7 mmol, πολύ χαμηλότερη σε σχέση με τους άνδρες που έφτασαν στο 10<sup>ο</sup> λεπτό σε τιμή 14,2 mmol. Οι άνδρες εμφάνισαν και υψηλότερη τιμή ιόντων υδρογόνου, 66,1 nmol, απ'ότι τα παιδιά, 47,5 nmol. Με την παραπάνω μελέτη συμφωνεί και ο Klimek και συν. (1998), οι οποίοι σύγκριναν και αυτοί τιμές γαλακτικού και ιόντων υδρογόνου ανάμεσα προέφηβους και έφηβους στη δοκιμασία Wingate. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι στους έφηβους η συγκέντρωση του γαλακτικού ήταν σχεδόν διπλάσια σε σύγκριση με τους προέφηβους, 17,7 και 8,1 mmol, αντίστοιχα, όπως και η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, 69,4 και 47,2 nmol, αντίστοιχα.

Επίσης, οι Carter και συν. (2005) σύγκριναν παιδιά ηλικίας 14,6 ετών με άνδρες 33,8 ετών σε εργοποδήλατο όπου εκτέλεσαν μια μέγιστη προσπάθεια διάρκειας 90 sec. Οι άνδρες είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού απ'ότι τα παιδιά, 10,5 και 7,3 mmol, αντίστοιχα, όπως και συνέβη και στην έρευνα του Gaul και συν. (1995) οι οποίοι σύγκριναν προέφηβους και άνδρες σε ποδήλατο διάρκειας 90 sec και βρήκαν ότι οι άνδρες στο 2<sup>ο</sup> και 5<sup>ο</sup> λεπτό μετά την άσκηση είχαν υψηλότερες τιμές γαλακτικού, 13,5 και 12,5 mmol, συγκριτικά με τους προέφηβους, 9,1 και 8,3 mmol, αντίστοιχα. Σε ηρεμία και όχι κατά τη διάρκεια άσκησης ο Kaczor και συν. (2005) μέσα από μυϊκή βιοψία προσπάθησαν να συγκρίνουν αναερόβια ένζυμα όπως η κρεατινική κινάση και η γαλακτική αφυδρογονάση (LDH) ανάμεσα σε παιδιά ηλικίας 3-11 ετών και άνδρες 29-54 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι άνδρες είχαν σε τετραπλάσια ποσότητα LDH από αυτή των παιδιών και 20% παραπάνω κρεατινική κινάση. Αυτό εξηγεί πιθανά τη μειωμένη ενεργοποίηση της αναερόβιας γλυκόλυσης και κατ'επέκταση τη μικρότερη παραγωγή γαλακτικού και ιόντων υδρογόνου που παρατηρήθηκε σε όλες τις μελέτες μετά από την εκτέλεση αναερόβιας προσπάθειας.

Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν ότι όντως τα παιδιά συγκεντρώνουν μικρότερη ποσότητα γαλακτικού στο αίμα κατά τη διάρκεια έντονης αναερόβιας άσκησης αλλά και μετά το τέλος αυτής, σε σύγκριση με έφηβους και άνδρες. Αυτό

συμφωνεί και με τη θεωρία για μικρότερη δραστηριότητα των ενζύμων φωσφοφρουκτοκινάση και γαλακτική αφυδρογονάση στα παιδιά.

### ***Μακροχρόνιες προσαρμογές με την αναερόβια προπόνηση***

Εκτός από τις έρευνες που έχουν γίνει για τη μελέτη της λειτουργίας του οργανισμού σε αναερόβιες προσπάθειες σε μία προπονητική μονάδα, έχουν γίνει και μελέτες για τις φυσιολογικές προσαρμογές που προκαλεί η χρόνια αναερόβια προπόνηση. Σε πρόσφατη έρευνα, ο Tonnessen και συν. (2011) χώρισαν νεαρούς ποδοσφαιριστές υψηλού επιπέδου σε δύο ομάδες. Η μια ομάδα ακολουθούσε κανονικά το πρόγραμμα προπόνησης ενώ η άλλη ομάδα έκανε κάθε βδομάδα και για 10 βδομάδες μία επιπλέον προπόνηση επαναλαμβανόμενων σπριντ μικρής διάρκειας με εναλλασσόμενη ποσότητα και ένταση. Το επιπλέον πρόγραμμα είχε ως εξής: την πρώτη βδομάδα 3 σετ x 4 επαναλήψεις x 40 μέτρα, τη δεύτερη 4 x 4 x 40 μέτρα, την τρίτη 5 x 4 x 40 μέτρα, την τέταρτη 2 x 5 x 40 μέτρα, την πέμπτη 3 x 5 x 40 μέτρα με 1,5 λεπτό διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων, 10 λεπτά μεταξύ των σετ και ένταση 95-100% της καλύτερης επίδοσης. Την έκτη βδομάδα το πρόγραμμα περιελάμβανε 4 x 5 x 40 μέτρα, την έβδομη 2 x 5 x 40 μέτρα, την όγδοη 3 x 5 x 40 μέτρα, την ένατη 4 x 5 x 40 μέτρα και την δέκατη 2 x 4 x 40 μέτρα με 1,30 - 2 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων, 10 λεπτά μεταξύ των σετ και ένταση 98-100%. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι μετά το τέλος των προπονήσεων στην ομάδα που έκανε την έξτρα προπόνηση υπήρξε βελτίωση στα 20 και 40 μέτρα σπριντ, στα 10 x 40 μέτρα επαναλαμβανόμενων σπριντ και στο κάθετο άλμα, ενώ στην άλλη ομάδα υπήρχε βελτίωση μόνο στα 10 x 40 μέτρα επαναλαμβανόμενων σπριντ. Ανάμεσα στα γκρουπ υπήρχε διαφορά στα 10 x 40 μέτρα επαναλαμβανόμενων σπριντ και στην ταχύτητα των 20 μέτρων.

Προσαρμογές στην αερόβια και αναερόβια απόδοση με δύο διαφορετικών ειδών διαλειμματικών προπονήσεων με επαναλαμβανόμενα σπριντ μελέτησαν και ο Bravo και συν. (2007) σε ποδοσφαιριστές. Το πρόγραμμα είχε διάρκεια 7 εβδομάδες και εκτελέστηκε με συχνότητα δύο προπονήσεων την βδομάδα. Το ένα πρόγραμμα ήταν υψηλής έντασης διαλειμματικής αερόβιας προπόνησης 4 x 4 λεπτά στο 90-95% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας με 3 λεπτά ενεργητικό διάλειμμα στο 60-70% της μέγιστης καρδιακής συχνότητας και το δεύτερο διαλειμματική προπόνηση επαναλαμβανόμενων σπριντ μικρής διάρκειας που περιελάμβανε 3 σετ x (6 x 40 μέτρα) με αλλαγή κατεύθυνσης κάθε 10 μέτρα τις πρώτες τρεις βδομάδες και κάθε 20

μέτρα τις υπόλοιπες τέσσερις, με 4 λεπτά παθητικό διάλειμμα μεταξύ των σετ και 20 δευτερόλεπτα μεταξύ των επαναλήψεων. Το προπονητικό μοντέλο με τα επαναλαμβανόμενα σπριντ είχε σημαντικά μεγαλύτερη βελτίωση στο τεστ των επαναλαμβανόμενων σπριντ και σημαντικά καλύτερη μέση τιμή χρόνου ενώ, το γκρουπ της αντοχής δεν παρουσίασε βελτίωση. Σημαντική βελτίωση βρέθηκε και στα δύο γκρουπ στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου πράγμα που δείχνει ότι η προπόνηση επαναλαμβανόμενων σπριντ μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους ποδοσφαιριστές για την βελτίωση και αερόβιων και αναερόβιων διαδικασιών.

Βελτίωση στον αναερόβιο μηχανισμό βρήκανε και ο MacDougal και συν. (1998) οι οποίοι εξέτασαν τις επιδράσεις διαλειμματικής προπόνησης με σπριντ στην απόδοση και στις αερόβιες διαδικασίες. Η προπόνηση γινόταν 3 φορές την εβδομάδα για 7 εβδομάδες και αποτελούνταν από 4 x 30 δευτερόλεπτα μέγιστης έντασης σε εργοποδήλατο την πρώτη εβδομάδα, 6 την δεύτερη, 8 την τρίτη και δέκα τις υπόλοιπες, ενώ το διάλειμμα ήταν 4 λεπτά τις πρώτες τέσσερις εβδομάδες και μειωνόταν ανά 30 δευτερόλεπτα τις επόμενες τρεις. Μετά το τέλος της προπονητικής περιόδου τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε σημαντική αύξηση στη συνολική παραγωγή έργου, στη μέγιστη παραγωγή έργου, αλλά και στη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου. Επίσης, υπήρχε σημαντική αύξηση της δραστηριότητας του ενζύμου της φωσφοφρουκτοκινάσης και της συνθάσης του κιτρικού οξέους και καμία σημαντική αλλαγή στη δραστηριότητα της συνολικής φωσφορυλάσης και της γαλακτικής αφυδρογονάσης. Σε παρόμοια έρευνα διαλειμματικής προπόνησης ταχύτητας, ο Burgomaster και συν. (2005) ήθελαν να δουν τις επιδράσεις στην οξειδωτική ικανότητα του μυός και στην ικανότητα αντοχής στο εργοποδήλατο. Το πρόγραμμα περιλάμβανε 6 προπονήσεις για 2 εβδομάδες, όπου την πρώτη εβδομάδα εκτελέστηκαν 4 x 30 δευτερόλεπτα μέγιστης έντασης στο εργοποδήλατο, την δεύτερη 5, την τρίτη και τέταρτη 6, την πέμπτη 7 και την τελευταία 4 με διάλειμμα 4 λεπτά. Μετά το τέλος των προπονήσεων υπήρχε αύξηση της δραστηριότητας της συνθάσης του κιτρικού οξέους και αύξηση της ικανότητας αντοχής. Παρόλο που υπήρξε αύξηση της μέγιστης παραγωγής έργου στις τέσσερις τελευταίες προσπάθειες της τελευταίας προπόνησης, δεν παρατηρήθηκε αύξηση στη μέση τιμή παραγωγής έργου. Ίσως αν το τεστ της αναερόβιας προπόνησης γινόταν τρεις μέρες μετά το τέλος των προπονήσεων, όπως έγινε με το δείγμα του αίματος για τα ένζυμα, να υπήρχε βελτίωση στην απόδοση λόγω ξεκούρασης των αθλητών.

Σύγκριση διαφορετικών προπονητικών μοντέλων έκαναν ο Gibala και συν. (2006), οι οποίοι μελέτησαν τις προσαρμογές που προκαλεί διαλειμματική προπόνηση ταχύτητας σε σύγκριση με συνεχόμενο τρέξιμο χαμηλής έντασης στην οξειδωτική ικανότητα του μυός. Πραγματοποιήθηκαν έξι προπονήσεις σε 14 ημέρες και το πρόγραμμα της διαλειμματικής προπόνησης ταχύτητας περιλάμβανε 4 x 30 δευτερόλεπτα σε εργοποδήλατο με 4 λεπτά παθητικό διάλειμμα ή χαλαρό τρέξιμο στο ποδήλατο τις 2 πρώτες προπονήσεις, 5 x 30 δευτερόλεπτα την τρίτη και τέταρτη προπόνηση και 6 x 30 δευτερόλεπτα τις τελευταίες δύο. Η προπόνηση της αντοχής περιλάμβανε 90-120 λεπτά συνεχόμενο τρέξιμο στο 65% της  $VO_{2max}$ . Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι υπήρχε σημαντική βελτίωση της οξειδωτικής ικανότητας του μυός, αύξηση του μυϊκού γλυκογόνου στην ηρεμία και μείωση του χρόνου σε δύο τεστ αντοχής που έπρεπε να εκτελέσουν στο εργοποδήλατο 3 και 4 ημέρες μετά το τέλος των προπονήσεων, χωρίς καμία σημαντική διαφορά ανάμεσα στα γκρουπ. Φαίνεται ότι και η διαλειμματική προπόνηση ταχύτητας 30 δευτερολέπτων επιδρά σημαντικά στην βελτίωση της αντοχής του μυός όσο και ένα πρόγραμμα αντοχής περισσότερης ποσότητας και χρόνου.

#### ***Συμπεράσματα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας***

Συνοπτικά, μπορεί να ειπωθεί ότι σε αναερόβιες προσπάθειες μίας ή πολλών επαναλήψεων υπάρχει αυξημένη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα. Παρατηρείται ότι όσο αυξάνεται η απόσταση τρεξίματος, σε αποστάσεις από 30 έως 400 μέτρα, τόσο περισσότερο αυξάνεται το γαλακτικό ενώ μειώνεται παράλληλα το pH του αίματος, η αμμωνία αλλά και η δρομική ταχύτητα. Σε διαλειμματικές προπονήσεις διάρκειας μεγαλύτερης των δέκα δευτερολέπτων η συγκέντρωση του γαλακτικού αυξάνεται σε κάθε επανάληψη είτε έχουμε μικρό παθητικό διάλειμμα των 30 δευτερολέπτων, όπως στην έρευνα του Ratel και συν. (2001), είτε μεγαλύτερο παθητικό 1 έως 6 λεπτών. Στις διαλειμματικές προπονήσεις μικρής διάρκειας, όταν το διάλειμμα είναι παθητικό υπάρχει υψηλότερη απόδοση στις τελευταίες επαναλήψεις συγκριτικά με το ενεργητικό διάλειμμα και ότι το γαλακτικό δεν επηρεάζεται από το είδος της ξεκούρασης, παθητικής ή ενεργητικής. Επίσης, σε μικρής διάρκειας άσκησης πολλών επαναλήψεων, το γαλακτικό δε φαίνεται να επηρεάζεται από τη διαφορετική διάρκεια των διαλειμμάτων, ούτε από την αύξηση των επαναλήψεων, σε αντίθεση με την απόδοση η οποία επηρεάζεται από αυτούς τους παράγοντες.

Εκτός όμως από την έρευνα των Saraslanidis και συν. (2009), καμία άλλη έρευνα δεν αναφέρεται στην σταθερότητα της έντασης της δρομικής ταχύτητας όσον αφορά στο χρόνο, καθώς οι περισσότερες έγιναν με ακριβή χρόνο άσκησης. Δεν αναφέρονται στο τι γίνεται με τη δρομική ταχύτητα στις τελευταίες επαναλήψεις, αν δηλαδή η ταχύτητα παραμένει σταθερή ή μειώνεται με την αύξηση συγκέντρωσης του γαλακτικού και κατά πόσο επηρεάζεται από τη διάρκεια του διαλείμματος. Είναι επίσης πολύ σημαντικό να αναφερθεί, ότι οι περισσότερες μελέτες έχουν γίνει σε άτομα που δεν ήταν αθλητές ή έχουν γίνει σε άτομα με πολύ μικρή πείρα στον αθλητισμό. Οι προσαρμογές σε τέτοια άτομα είναι και γρηγορότερες και συνήθως πάντα έχουν αποτέλεσμα. Στην παρούσα έρευνα θα μελετηθεί κατά πόσο επηρεάζεται η ταχύτητα και η συγκέντρωση του γαλακτικού από τη διάρκεια του διαλείμματος μεταξύ των επαναλήψεων κατά την διάρκεια έντονης αναερόβιας διαλειμματικής προπόνησης.

### III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

#### *Δείγμα*

Έντεκα αθλητές στίβου (ηλικίας:  $20,6 \pm 3,5$  χρόνων, ύψους:  $179,8 \text{ cm} \pm 8,25$  cm και σωματικής μάζας:  $73,8 \pm 7,56$  kg) πήραν μέρος στην έρευνα. Από το σύνολο του δείγματος, τρία άτομα είχαν πετύχει πανελλήνια νίκη, ένα άτομο ήταν τρίτος και ένα πέμπτος στο Πανελλήνιο πρωτάθλημα. Όλοι οι υπόλοιποι αθλητές είχαν συμμετάσχει σε τελικούς του αγωνίσματος τους σε Πανελλήνιο πρωτάθλημα. Τα ατομικά χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.

Οι αθλητές γυμνάζονται συστηματικά τα τελευταία 3 με 6 χρόνια συμμετέχοντας σε 5 προπονήσεις την εβδομάδα, διάρκειας περίπου 2 ωρών, όλη τη διάρκεια του χρόνου εκτός από έναν μήνα το καλοκαίρι. Πριν τη συμμετοχή τους στην παρούσα έρευνα, οι αθλητές και οι προπονητές ενημερώθηκαν για τα πρωτόκολλα των προπονήσεων, τη διαδικασία της έρευνας, τους κινδύνους αλλά και το κέρδος από τη συμμετοχή τους.

**Πίνακας 1.** Ατομικά χαρακτηριστικά του δείγματος

<b>Αθλητές</b>	<b>Ηλικία</b>	<b>Κιλά</b>	<b>Ύψος</b>	<b>Αγώνισμα</b>
1	27	78	185	110μ Εμπ
2	20	75	182	110μ Εμπ
3	25	74	173	200μ.
4	18	56	169	100μ – 200μ.
5	26	84	182	100μ
6	18	80	198	400μ.
7	19	67	168	100μ
8	18	75	179	100μ
9	19	76	180	110μ Εμπ
10	19	69	179	110μ Εμπ
11	18	78	183	400 Εμπ

### ***Πειραματικός σχεδιασμός***

Συνολικά, για την ολοκλήρωση της έρευνας, οι αθλητές εκτέλεσαν 6 προπονήσεις σε διαφορετικές ημέρες. Η πρώτη προπόνηση περιλάμβανε 1 x 100 m και η δεύτερη 1 x 200 m με ένταση στο 100% για να δούμε την επίκαιρη επίδοσή τους στην κάθε απόσταση καθώς και την συγκέντρωση γαλακτικού σε μια μόνο επανάληψη, με μέγιστη ένταση, ως σημείο αναφοράς. Οι άλλες 4 προπονήσεις περιλάμβαναν: α) 6 x 100 m με 4 λεπτά διάλειμμα, β) 6 x 100 m με 8 λεπτά διάλειμμα, γ) 3 x 200 m με 4 λεπτά διάλειμμα και δ) 3 x 200 m με 8 λεπτά διάλειμμα με ένταση 95% της καλύτερης επίδοσης στα 100 και 200 μέτρα, αντίστοιχα. Οι τέσσερις προπονήσεις εκτελέστηκαν με τυχαία σειρά και με αντιστάθμιση με ενδιάμεσο διάστημα τεσσάρων έως έξι ημερών. Κάθε ημέρα μέτρησης συλλέγονταν δεδομένα από 5 αθλητές. Η έρευνα διεξήχθη τους μήνες Μάιο και Ιούνιο κατά την διάρκεια της ειδικής περιόδου προετοιμασίας και τα δεδομένα για κάθε αθλητή συλλέχθηκαν σε διάστημα 2 έως 3 εβδομάδων.

Στις προπονήσεις με το 1 x 100 m και 1 x 200 m το γαλακτικό μετρήθηκε αμέσως με το τέλος της άσκησης καθώς και 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος των προσπαθειών. Στις διαλειμματικές προπονήσεις με απόσταση τρεξίματος 100 μέτρα η μέτρηση του γαλακτικού έγινε πριν την πρώτη επανάληψη, μετά την 2<sup>η</sup> και ένα λεπτό πριν την 3<sup>η</sup> επανάληψη, μετά την 4<sup>η</sup> και ένα λεπτό πριν την 5<sup>η</sup> επανάληψη καθώς και 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της προπόνησης. Στις διαλειμματικές προπονήσεις με απόσταση τρεξίματος 200 μέτρα η μέτρηση του γαλακτικού έγινε πριν την πρώτη επανάληψη, αμέσως μετά την πρώτη, ένα λεπτό πριν τη δεύτερη, αμέσως μετά την δεύτερη, ένα λεπτό πριν ξεκινήσει η τρίτη επανάληψη, καθώς και 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της προπόνησης.

### ***Μετρήσεις και όργανα μέτρησης***

*Σωματικό ύψος:* Το σωματικό ύψος των δοκιμαζόμενων μετρήθηκε με μετροταινία, με ακρίβεια μέτρησης 1 mm, η οποία ήταν κολλημένη σε τοίχο με την αρχή της να ακουμπά την επιφάνεια του εδάφους. Ο εξεταζόμενος ακουμπούσε το κεφάλι, την πλάτη, τα ισχία και τις φτέρνες στην επιφάνεια της μετροταινίας.

*Σωματική μάζα:* Η σωματική μάζα των δοκιμαζόμενων μετρήθηκε με ηλεκτρονικό ζυγό (Seca 220). Ο εξεταζόμενος φορούσε μόνο σορτσάκι. Το βάρος καταγράφηκε με προσέγγιση κατά το δέκατο του κιλού.



*Συγκέντρωση γαλακτικού:* Η μέτρηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού έγινε με λήψη αίματος (20 μl) από τη ρόγα του δακτύλου του χεριού με τριχοειδή σωλήνα και την εφαρμογή του σε ειδική ταινία η οποία τοποθετούνταν σε φορητό μηχάνημα (Accutrend Plus, Roche, U.S.A.) για τον άμεσο προσδιορισμό της συγκέντρωσης της ουσίας με φωτομετρία ανάκλασης.

*Χρόνος διάλυσης αποστάσεων:* Ο χρόνος διάλυσης των αποστάσεων των 100 και των 200 μέτρων μετρήθηκε με ηλεκτρονικά φωτοκύτταρα (Tag Heuer) με ακρίβεια εκατοστού του δευτερολέπτου.

### ***Πειραματική διαδικασία***

Από τους αθλητές και από τους προπονητές ζητήθηκε να μην κάνουν προπόνηση την προηγούμενη πριν το τεστ και να έχουν πάρει το γεύμα τους τουλάχιστον τρεις ώρες πριν την έναρξη της προπόνησης. Όλοι οι αθλητές είχαν εξασκηθεί στο είδος της προπόνησης καθώς και στην διαδικασία της μέτρησης. Όλες οι προπονήσεις έγιναν μεταξύ 16:00 και 18:00 η ώρα σε ανοιχτό στάδιο με ελαστικό τάπητα με θερμοκρασία περιβάλλοντος 24-28 C°. Στον πίνακα 2 παρουσιάζονται αναλυτικά τα χαρακτηριστικά του κάθε πρωτοκόλλου προπόνησης. Οι αθλητές έκαναν πρώτα τις δύο προπονήσεις που περιλαμβάνουν 1 x 100μ και 1 x 200μ. με μέγιστη ένταση και μετά ξεκίνησαν τις υπόλοιπες προπονήσεις. Οι αθλητές χωρίστηκαν τυχαία σε 4 ομάδες των δύο και μία ομάδα των τριών και κάθε ομάδα εκτέλεσε τα πρωτόκολλα με διαφορετική σειρά.

Οι αθλητές πριν την πραγματοποίηση της κάθε προπόνησης έκαναν τη συνηθισμένη προθέρμανση τους, η οποία περιλαμβάνει: α) 8-10 λεπτά ζέσταμα – jogging, β) ενεργητικές και παθητικές διατάσεις των κάτω άκρων, γ) δρομικές ασκήσεις που περιλαμβάνουν χαμηλό σκίπινγκ, ψηλό σκίπινγκ και πόδια πίσω από 3 επαναλήψεις και δ) 4 x 80μ στο 70% της ταχύτητας τους. Σε κάθε προσπάθεια που έκαναν οι αθλητές ήταν συγκεντρωμένοι στη διατήρηση της ταχύτητας. Οι αθλητές ξεκινούσαν από θέση συσπείρωσης με γρήγορη επιτάχυνση και διατήρηση του ρυθμού που τους ζητήθηκε όσο αυτό ήταν δυνατό. Στις προσπάθειες των 200 μέτρων υπήρχε μία πληροφόρηση στο πέρασμα των 100 μέτρων σχετικά με το ρυθμό που έτρεχαν, αν ήταν ο σωστός ή όχι. Το γαλακτικό μετρήθηκε πριν την έναρξη της προπόνησης, κατά τη διάρκεια αλλά και μετά το τέλος της άσκησης.

**Πίνακας 2.** Χαρακτηριστικά των προπονητικών πρωτοκόλλων

<b>Επαναλήψεις</b>	<b>Απόσταση</b>	<b>Ένταση</b>	<b>Διάλειμμα</b>
1	100 μ	100%	-
1	200 μ.	100%	-
6	100 μ.	95%	4 λεπτά
6	100 μ.	95%	8 λεπτά
3	200 μ.	95%	4 λεπτά
3	200 μ.	95%	8 λεπτά

### **Στατιστική ανάλυση**

Ο έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής των τιμών έγινε με το Shapiro - Wilks τεστ και της ομοιογένειας της διασποράς με το Levene τεστ. Για τον έλεγχο της αλληλεπίδρασης του χρόνου αιμοληψίας και του πρωτοκόλλου άσκησης (1x100m, 6x100m με 4 λεπτά διάλειμμα και 6x100m με 8 λεπτά διάλειμμα ή 1x200m, 3x200m με 4 λεπτά διάλειμμα και 3x200m με 8 λεπτά διάλειμμα) και της κύριας επίδρασης του χρόνου αιμοληψίας και του πρωτοκόλλου στη συγκέντρωση του γαλακτικού χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Για τη διερεύνηση, σε κάθε απόσταση (100 ή 200 μέτρα), της αλληλεπίδρασης του χρόνου του διαλείμματος (4 έναντι 8 λεπτά) και του αριθμού των επαναλήψεων (6 στα 100 μέτρα και 3 στα 200 μέτρα) και της κύριας επίδρασης του χρόνου του διαλείμματος και του αριθμού των επαναλήψεων στη δρομική ταχύτητα και τη συγκέντρωση του γαλακτικού εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Για τη διερεύνηση της αλληλεπίδρασης του πρωτοκόλλου άσκησης (6x100m έναντι 3x200m) και της χρονικής στιγμής μέτρησης και της κύριας επίδρασης του πρωτοκόλλου άσκησης και της χρονικής στιγμής μέτρησης στη συγκέντρωση του γαλακτικού, είτε με διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων 4 λεπτά είτε 8 λεπτά, εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων με επαναλαμβανόμενες μετρήσεις και στους δύο παράγοντες. Επιμέρους διαφορές μεταξύ των μέσων όρων εντοπίστηκαν με το τεστ του Tukey. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0,05$ .

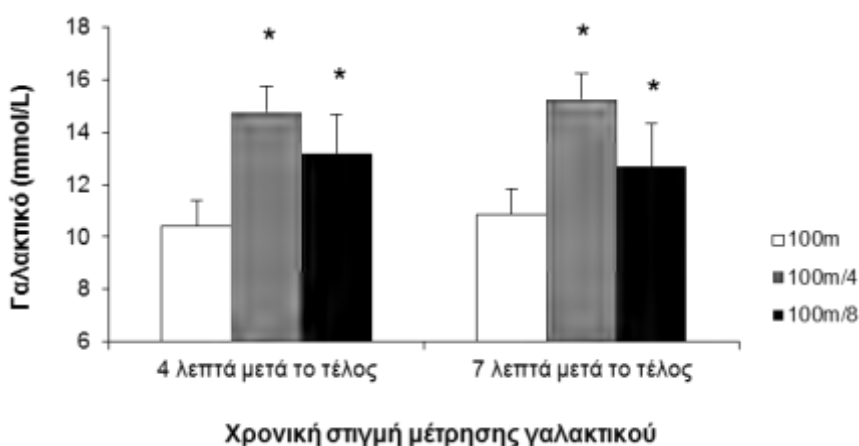
#### IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

##### Συγκέντρωση του γαλακτικού στα πρωτόκολλα 1 x 100 m και 6 x 100 m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα

Η στατιστική ανάλυση έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των τριών πρωτοκόλλων ( $F_{(2,20)}= 4,23$ ,  $p= 0,03$ ,  $\eta^2= 0,3$ ), όπου και στις δύο διαλειμματικές προπονήσεις, 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της εκτέλεσης 6 επαναλήψεων 100 μέτρων με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων, σημειώθηκε σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού συγκριτικά με τη μία μέγιστη επανάληψη των 100 μέτρων (Σχήμα 1).

##### Χρόνος διάνυσης των 100 μέτρων στα πρωτόκολλα των 6 x 100 μέτρα με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100 μέτρα με 8 λεπτά διάλειμμα

Η ανάλυση των δεδομένων δεν έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση ( $F_{(5,40)}= 1,45$ ,  $p= 0,22$ ,  $\eta^2= 0,13$ ) μεταξύ του χρόνου του διαλείμματος και του αριθμού των επαναλήψεων στο χρόνο εκτέλεσης των επαναλήψεων. Επίσης, δεν παρατηρήθηκε



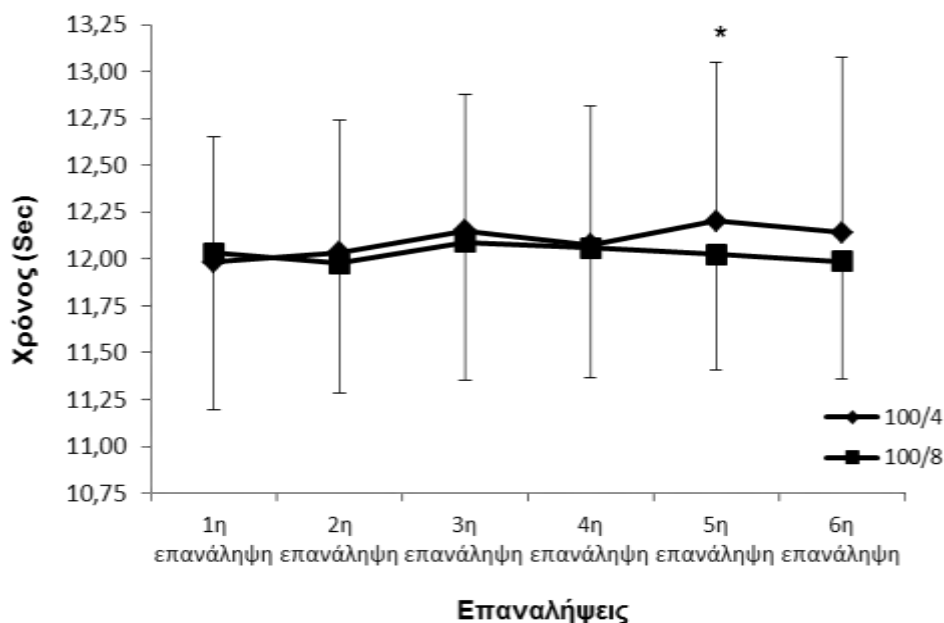
**Σχήμα 1.** Συγκέντρωση γαλακτικού 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης για τα πρωτόκολλα των 100 m, 6 x 100 m με 4 λεπτά διάλειμμα (100m/4) και 6 x 100 m με 8 λεπτά διάλειμμα (100m/8).

\* $p < 0,005$  από τα 100 μέτρα.

σημαντική κύρια επίδραση του παράγοντα πρωτόκολλο ( $F_{(1,10)}= 5,07, p= 0,05, \eta^2= 0,34$ ). Βρέθηκε σημαντική επίδραση του παράγοντα αριθμός επαναλήψεων όπου στην τρίτη επανάληψη ο χρόνος ήταν πιο αργός συγκριτικά με την πρώτη ( $F_{(5,50)}= 3,62, p= 0,01, \eta^2= 0,27$ ). Στο πρωτόκολλο με το διάλειμμα των 4 λεπτών μόνο η 5<sup>η</sup> επανάληψη ήταν χαμηλότερη από την 1<sup>η</sup>, ενώ στο πρωτόκολλο με τα 8 λεπτά διάλειμμα δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ των επαναλήψεων ως προς τον χρόνο εκτέλεσης τους (Σχήμα 2).

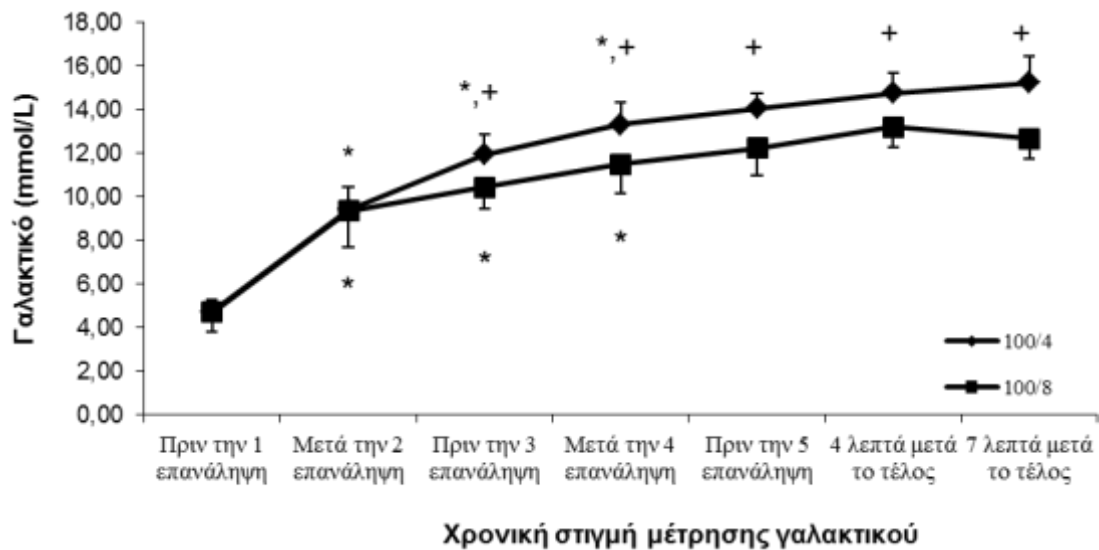
### Συγκέντρωση γαλακτικού στα πρωτόκολλα των 6 x 100 μέτρα με 4 λεπτά διάλειμμα και 6 x 100 μέτρα με 8 λεπτά διάλειμμα

Η συγκέντρωση γαλακτικού αυξήθηκε τόσο στο πρωτόκολλο με την εκτέλεση των επαναλήψεων με 4 λεπτά διάλειμμα ( $F_{(6,60)}= 339,81, p= 0,01, \eta^2= 0,97$ ) όσο και στο πρωτόκολλο με τα 8 λεπτά διάλειμμα ( $F_{(6,60)}= 183,22, p= 0,01, \eta^2= 0,95$ ) σε κάθε χρονικό σημείο μέτρησης έως και μετά από την εκτέλεση της τέταρτης επανάληψης, ενώ στη συνέχεια δεν υπήρξε σημαντική διαφορά. Επίσης, η ανάλυση των δεδομένων έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση ( $F_{(6,60)}=18,74, p= 0,01, \eta^2= 0,65$ ) στη συγκέντρωση



**Σχήμα 2.** Μεταβολή του χρόνου εκτέλεσης ( $\bar{x} \pm SD$ ) των επαναλήψεων των πρωτοκόλλων 6 x 100 m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα.

\* $p < 0,005$  από την πρώτη επανάληψη



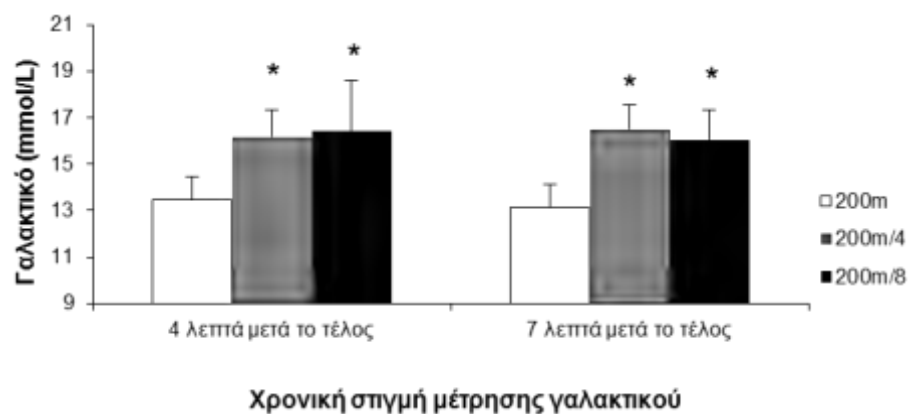
**Σχήμα 3.** Συγκέντρωση γαλακτικού ( $\bar{x} \pm SD$ ) σε κάθε χρονική στιγμή μέτρησης κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των πρωτοκόλλων.

\* $p < 0,05$  από την προηγούμενη επανάληψη και για τα δύο πρωτόκολλα.  
 + $p < 0,05$  από τις αντίστοιχες επαναλήψεις με την εκτέλεση του πρωτοκόλλου με τα 8 λεπτά διάλειμμα.

γαλακτικού μεταξύ του χρόνου του διαλείμματος και του αριθμού των επαναλήψεων, όπου στην εκτέλεση με 4 λεπτά παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού από τη μέτρηση πριν την εκτέλεση της τρίτης επανάληψης έως το τέλος των προγραμμάτων σε σύγκριση με το πρωτόκολλο με τα 8 λεπτά διάλειμμα (Σχήμα 3).

#### **Συγκέντρωση του γαλακτικού στα πρωτόκολλα 1 x 200 m και 3 x 200 m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα**

Η ανάλυση δεδομένων ( $F_{(2,20)} = 1,42$ ,  $p = 0,27$ ,  $\eta^2 = 0,13$ ) έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των πρωτοκόλλων, όπου και στις δύο διαλειμματικές προπονήσεις, 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της εκτέλεσης 3 επαναλήψεων 200 μέτρων με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα σημειώθηκε σημαντικά υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού συγκριτικά με τη μία μέγιστη επανάληψη των 200 μέτρων (Σχήμα 4).

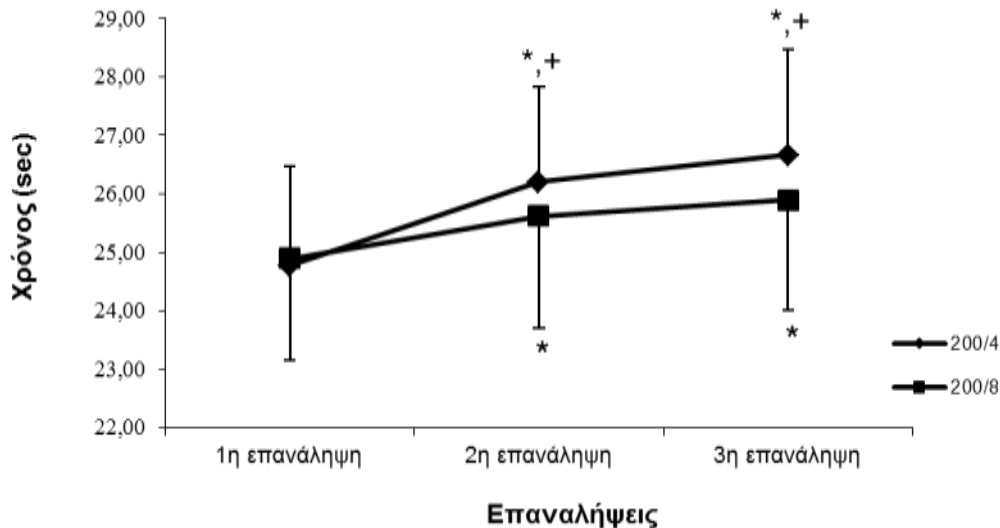


**Σχήμα 4.** Συγκέντρωση γαλακτικού ( $x \pm SD$ ) 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης για τα πρωτόκολλα των 200μ, 3 x 200μ. με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200μ. με 8 λεπτά διάλειμμα.

\* $p < 0,05$  για τις χρονικές μετρήσεις 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης συγκριτικά με τα απλά 200μ.

#### **Χρόνος διάνυσης των 200 μέτρων στα πρωτόκολλα των 3 x 200 μέτρα με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200 μέτρα με 8 λεπτά διάλειμμα**

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση ( $F_{(2,16)} = 6,33$ ,  $p = 0,01$ ,  $\eta^2 = 0,44$ ) μεταξύ του χρόνου του διαλείμματος και του αριθμού των επαναλήψεων στο χρόνο εκτέλεσης των επαναλήψεων με γρηγορότερους χρόνους να πετυχαίνονται στη 2<sup>η</sup> και 3<sup>η</sup> επανάληψη στο πρωτόκολλο με το διάλειμμα των 8 λεπτών συγκριτικά με το πρωτόκολλο με το διάλειμμα των 4 λεπτών. Σε κανένα από τα δύο πρωτόκολλα οι αθλητές δεν κατάφεραν να διατηρήσουν την ένταση που τους ζητήθηκε, εκτός από την πρώτη επανάληψη. Και στα δύο πρωτόκολλα, η πρώτη επανάληψη ήταν ταχύτερη σε σύγκριση με τη 2<sup>η</sup> και την 3<sup>η</sup> επανάληψη (Σχήμα 5).

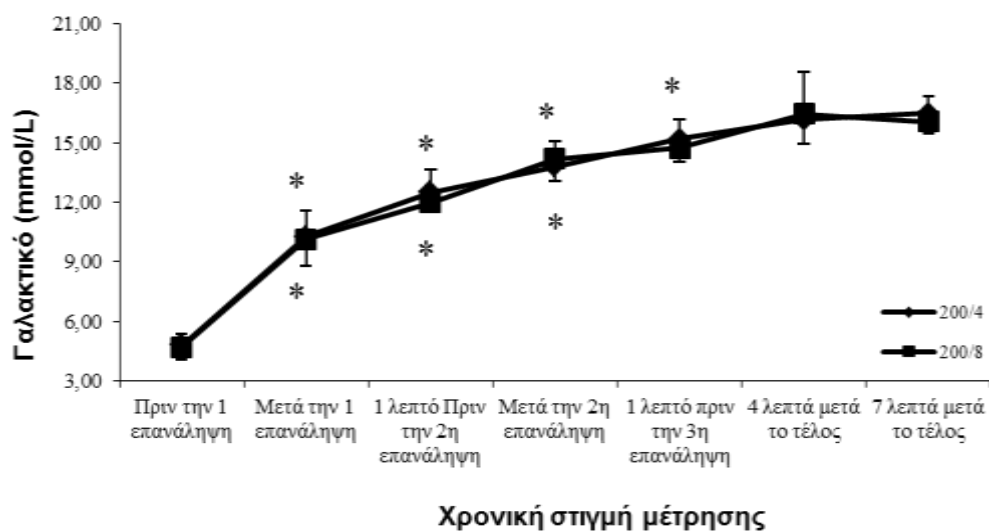


**Σχήμα 5.** Μεταβολή του χρόνου εκτέλεσης ( $x \pm SD$ ) των επαναλήψεων των δρόμου 200 μέτρων με 4 (200/4 λεπτά) και 8 (200/8 λεπτά) λεπτά διάλειμμα.

\*  $p < 0,05$  από την προηγούμενη επανάληψη και για τα 2 πρωτόκολλα.  
 +  $p < 0,05$  από τις αντίστοιχες επαναλήψεις με την εκτέλεση του πρωτοκόλλου με τα 8 λεπτά διάλειμμα.

#### **Συγκέντρωση γαλακτικού στα πρωτόκολλα των 3 x 200 μέτρα με 4 λεπτά διάλειμμα και 3 x 200 μέτρα με 8 λεπτά διάλειμμα**

Στη συγκέντρωση γαλακτικού δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ του χρόνου του διαλείμματος και του αριθμού των επαναλήψεων ( $F_{(6,60)} = 1,03$ ,  $p = 0,42$ ,  $\eta^2 = 0,09$ ) ούτε και κύρια επίδραση του χρόνου του διαλείμματος ( $F_{(1,10)} = 0,16$ ,  $p = 0,7$ ,  $\eta^2 = 0,02$ ). Και στα δύο πρωτόκολλα παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού σε κάθε χρονική στιγμή μέτρησης ( $F_{(6,60)} = 329,16$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,97$ ) χωρίς να παρατηρηθούν διαφορές μόνο μεταξύ των τιμών στο 4<sup>ο</sup> και στο 7<sup>ο</sup> λεπτό μετά το τέλος των πρωτοκόλλων (Σχήμα 6).



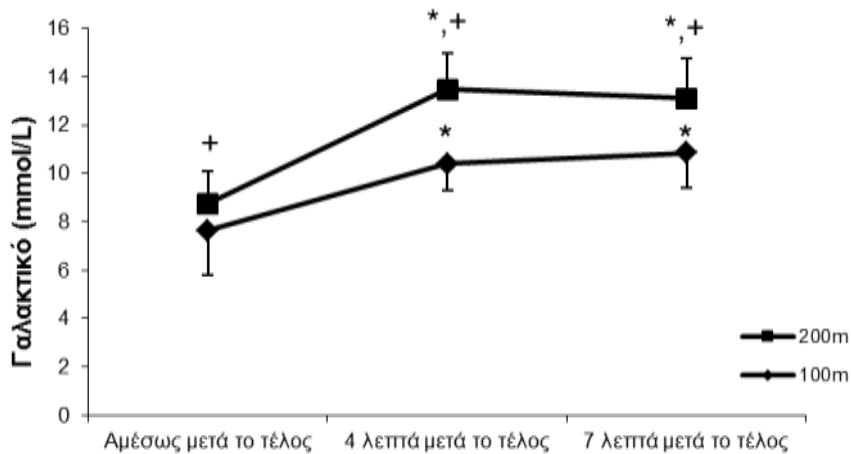
**Σχήμα 6.** Μεταβολή της συγκέντρωσης του γαλακτικού ( $x \pm SD$ ) κατά την εκτέλεση 3 x 200 m με 4 και 8 λεπτά διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων.

\* $p < 0,05$  από την προηγούμενη επανάληψη και για τα δύο πρωτόκολλα

#### Χρόνος διάνυσης και συγκέντρωση γαλακτικού στα 100 και 200 μέτρα

Ο χρόνος διάνυσης των 100 μέτρων ήταν χαμηλότερος ( $t_{10} = 40,26$ ,  $p = 0,01$ ) από αυτόν των 200 μέτρων ( $11,61 \pm 0,68$  έναντι  $24,1 \pm 1,65$  sec). Η συγκέντρωση γαλακτικού τόσο στα 100 μέτρα ( $F_{(2,20)} = 27,07$ ,  $p = 0,01$ ,  $\eta^2 = 0,73$ ) όσο και στα 200 μέτρα ( $F_{(1,10)} = 73,49$ ,  $p = 0,01$ ,  $\eta^2 = 0,88$ ) ήταν υψηλότερη 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης απ' ό,τι αμέσως μετά. Επιπλέον, ανάμεσα στα δύο πρωτόκολλα παρατηρήθηκε σημαντική αλληλεπίδραση ( $F_{(2,20)} = 8,59$ ,  $p = 0,01$ ,  $\eta^2 = 0,66$ ) και η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν υψηλότερη και στα τρία σημεία μέτρησης μετά το δρόμο 200 μέτρων σε σύγκριση με των 100 μέτρων (Σχήμα 7).





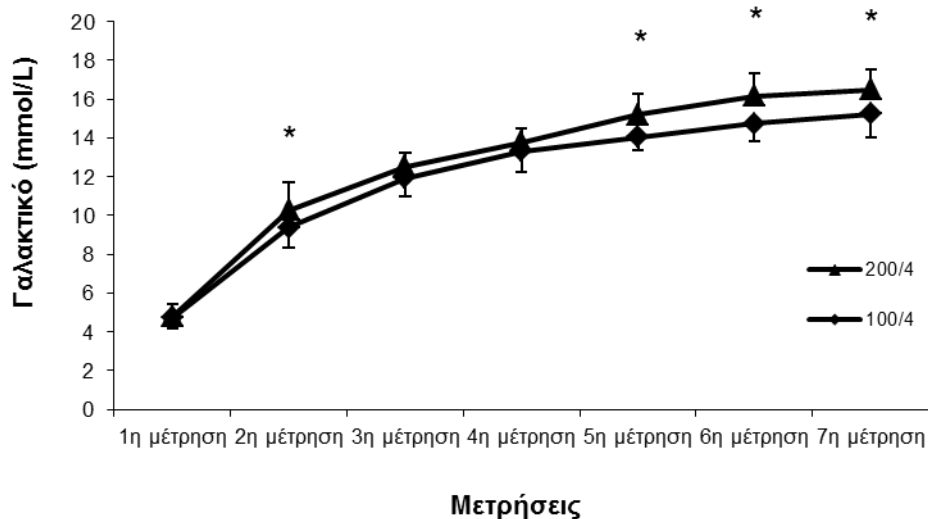
#### Χρονική στιγμή μέτρησης γαλακτικού

**Σχήμα 7.** Συγκέντρωση γαλακτικού ( $\bar{x} \pm SD$ ) αμέσως μετά, 4 λεπτά και 7 λεπτά μετά το τέλος της εκτέλεσης των δρόμων 100 και 200 μέτρων.

\* $p < 0,05$  από την προηγούμενη χρονική μέτρηση και για τα δύο πρωτόκολλα.  
+ $p < 0,05$  από τις αντίστοιχες χρονικές μετρήσεις με αυτές του πρωτοκόλλου των 100 μέτρων.

#### Συγκέντρωση γαλακτικού στο πρωτόκολλο των 6 x 100 μέτρων και το πρωτόκολλο των 3 x 200 μέτρων με 4 λεπτά διάλειμμα

Η ανάλυση των δεδομένων έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση ( $F_{(6,60)} = 2,29$ ,  $p = 0,047$ ,  $\eta^2 = 0,19$ ) μεταξύ της απόστασης τρεξίματος και των επαναλήψεων στη συγκέντρωση γαλακτικού. Στο πρωτόκολλο με την εκτέλεση επαναλήψεων των 200 μέτρων είχαμε μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού στο 2<sup>ο</sup>, 5<sup>ο</sup>, 6<sup>ο</sup> και 7<sup>ο</sup> χρονικό σημείο μέτρησης, που αντιστοιχούν στη μέτρηση αμέσως μετά την πρώτη επανάληψη των 200 μέτρων, ένα λεπτό πριν την εκτέλεση της τρίτης προσπάθειας, 4 και 7 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης, αντίστοιχα, σε σύγκριση με τα αντίστοιχα σημεία του πρωτοκόλλου με την εκτέλεση επαναλήψεων των 100 μέτρων (Σχήμα 8).



**Σχήμα 8.** Συγκέντρωση γαλακτικού ( $\bar{x} \pm SD$ ) κατά τη διάρκεια εκτέλεση των πρωτοκόλλων 6 x 100m και 3 x 200m με 4 λεπτά διάλειμμα.

\* $p < 0,05$  από τις αντίστοιχες μετρήσεις του πρωτοκόλλου με τα 6 x 100μ.

1<sup>η</sup> μέτρηση: πριν την έναρξη των πρωτοκόλλων

2<sup>η</sup> μέτρηση: 1 min μετά από 2 x 100 και 1 x 200

3<sup>η</sup> μέτρηση: 1 min πριν την 4<sup>η</sup> επανάληψη των 100 m και τη 2<sup>η</sup> των 200 m

4<sup>η</sup> μέτρηση: 1 min μετά από 4 x 100 και 2 x 200

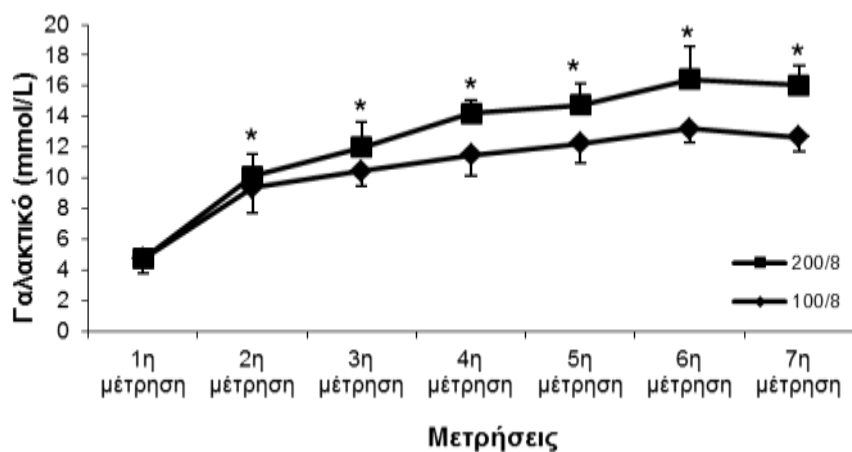
5<sup>η</sup> μέτρηση: 1 min πριν την 6<sup>η</sup> επανάληψη των 100 m και την 3<sup>η</sup> των 200 m

6<sup>η</sup> μέτρηση: 4 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης

7<sup>η</sup> μέτρηση: 7 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης

#### **Συγκέντρωση γαλακτικού ανάμεσα στο πρωτόκολλο των 6 x 100 μέτρων και το πρωτόκολλο των 3 x 200 μέτρων με 8 λεπτά διάλειμμα**

Η ανάλυση δεδομένων ( $F_{(6,60)} = 14,62$ ,  $p = 0,01$ ,  $\eta^2 = 0,6$ ) έδειξε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ της απόστασης τρεξίματος και των επαναλήψεων στη συγκέντρωση γαλακτικού. Στο πρωτόκολλο με την εκτέλεση επαναλήψεων των 200 μέτρων είχαμε μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού σε όλα τα σημεία μέτρησης εκτός πριν από την εκτέλεση των πρωτοκόλλων (Σχήμα 9).



**Σχήμα 9.** Συγκέντρωση γαλακτικού ( $\bar{x} \pm SD$ ) κατά τη διάρκεια εκτέλεση των πρωτοκόλλων 6 x 100m και 3 x 200m με 8 λεπτά διάλειμμα.

- \* $p < 0,05$  από τις αντίστοιχες μετρήσεις του πρωτοκόλλου με τα 6 x 100 m
- 1<sup>η</sup> μέτρηση: πριν την έναρξη των πρωτοκόλλων
- 2<sup>η</sup> μέτρηση: 1 min μετά από 2 x 100 και 1 x 200
- 3<sup>η</sup> μέτρηση: 1 min πριν την 4<sup>η</sup> επανάληψη των 100 m και τη 2<sup>η</sup> των 200 m
- 4<sup>η</sup> μέτρηση: 1 min μετά από 4 x 100 και 2 x 200
- 5<sup>η</sup> μέτρηση: 1 min πριν την 6<sup>η</sup> επανάληψη των 100 m και την 3<sup>η</sup> των 200 m
- 6<sup>η</sup> μέτρηση: 4 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης
- 7<sup>η</sup> μέτρηση: 7 λεπτά μετά το τέλος της άσκησης

## V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετηθούν οι μεταβολές στην ταχύτητα τρεξίματος και τη συγκέντρωση του γαλακτικού στην κυκλοφορία κατά την εκτέλεση υπομέγιστων διαλειμματικών πρωτοκόλλων προπόνησης της αντοχής στην ταχύτητας σε σχέση με την απόσταση τρεξίματος (100 έναντι 200 μέτρων αλλά με ίδια συνολική απόσταση τρεξίματος) και το χρόνο του διαλείμματος μεταξύ των επαναλήψεων (4 έναντι 8 λεπτά). Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας υποδεικνύουν ότι η διάρκεια του διαλείμματος επηρέασε σημαντικά τη συγκέντρωση γαλακτικού στη διαλειμματική προπόνηση στην απόσταση των 100 μέτρων σε αντίθεση με την απόσταση των 200 μέτρων που δεν την επηρέασε. Επίσης, ο χρόνος εκτέλεσης της απόστασης δεν επηρεάστηκε από τη διάρκεια του διαλείμματος στην απόσταση των 100 μέτρων, ενώ επηρεάστηκε σημαντικά σε αυτή των 200 μέτρων.

Στην παρούσα μελέτη, με το μικρότερο διάλειμμα, αυτό των 4 λεπτών, υπήρξε υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα σε σύγκριση με τη συγκέντρωση στο μεγαλύτερο διάλειμμα των 8 λεπτών κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης του πρωτοκόλλου 6 x 100μ. Αντίθετα, η διάρκεια του διαλείμματος δεν επηρέασε τη δρομική ταχύτητα, καθώς και στα δύο πρωτόκολλα, με τα 4 και 8 λεπτά διάλειμμα, δεν υπήρξε σημαντική επίδραση της ταχύτητας των αθλητών και μάλιστα οι αθλητές μπόρεσαν και διατήρησαν την ένταση που τους ζητήθηκε σε όλες τις επαναλήψεις. Στο πρωτόκολλο όμως με τη διαλειμματική προπόνηση στην απόσταση των 200 μέτρων, συνέβη ακριβώς το αντίθετο. Η διάρκεια του διαλείμματος δεν επηρέασε σημαντικά τη συγκέντρωση του γαλακτικού είτε με το μικρό διάλειμμα των 4 λεπτών είτε με το μεγαλύτερο των 8 λεπτών. Επηρέασε όμως τη δρομική ταχύτητα, καθώς στο πρωτόκολλο με το μικρότερο διάλειμμα η δρομική ταχύτητα μειώθηκε σημαντικά σε σύγκριση με το μεγαλύτερο διάλειμμα, αλλά σε κανένα από τα δύο πρωτόκολλα οι αθλητές δεν μπόρεσαν να διατηρήσουν την ένταση που τους ζητήθηκε.

Ανάμεσα στις δύο αποστάσεις η συγκέντρωση γαλακτικού ήταν υψηλότερη στην απόσταση των 200 μέτρων σε σύγκριση με αυτή των 100 μέτρων και ήταν υψηλότερη και στα πρωτόκολλα των 3 x 200m σε σύγκριση με τα 6 x 100m και με τα

δύο διαλείμματα. Αυτά τα αποτελέσματα συμφωνούν και με έρευνα που έγινε για την αύξηση του γαλακτικού σε διαλειμματική προπόνηση με αύξηση της απόστασης από 100m σε 200m, 300m και 400m και διάλειμμα ανάμεσα στις αποστάσεις 2, 3 και 4 λεπτά, αντίστοιχα (Meckel, Nemet, Sheli, Shlomit, Cooper, Sagiv & Eliakim 2011). Επίσης, στην παρούσα μελέτη παρατηρήσαμε και αύξηση του γαλακτικού από επανάληψη σε επανάληψη και στις δύο αποστάσεις και με τα δύο διαλείμματα. Παρόμοια, και σε άλλες έρευνες με πρωτόκολλα 6 x 100m, 8 x 200m, 6 x 300m με 3 λεπτά διάλειμμα σε γήπεδο στίβου αλλά και σε εργοποδήλατο, 10 x 10 sec με 30 sec διάλειμμα, έχει βρεθεί αύξηση του γαλακτικού από προσπάθεια σε προσπάθεια. (Esteban, Xabier, Izquierdo, Postigo, Aguado, Alonso & Ibanez, 2010; Ratel, Duche, Hennegrave, Van Praagh & Bedu, 2002). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού στην απόσταση των 200 μέτρων καθώς και η μεγαλύτερη μείωση της ταχύτητας στο πρωτόκολλο της διαλειμματικής προπόνησης των 3 x 200m συγκριτικά με το πρωτόκολλο των 6 x 100m, εξηγείται από το γεγονός ότι στην απόσταση των 200 μέτρων υπάρχει μεγαλύτερη ενεργοποίηση του αναερόβιου συστήματος συγκριτικά με αυτή των 100 μέτρων, όπου η ενεργοποίηση του αναερόβιου συστήματος είναι μικρότερη και υπάρχει η συνεισφορά της φωσφοκρεατίνης στη συνολική παραγωγή ενέργειας είναι υψηλότερη (Duffield, Dawson, & Goodman, 2004).

Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι σε διαλειμματικές προπονήσεις το γαλακτικό δεν επηρεάστηκε από τη διάρκεια διαλείμματος σε αποστάσεις από αυτή των 200 και 100 μέτρων όπως συνέβη στη δικιά μας έρευνα στο πρωτόκολλο των 6 x 100 μέτρων (Balsom, Seger, Sjodin, & Ekblom 1992). Αντίθετα, επηρεάστηκε η απόδοση κατά τη διάρκεια των επαναλήψεων στις μικρές αποστάσεις, πράγμα που δεν συνέβη στο πρωτόκολλο των 6 x 100 μέτρων. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι η ένταση που ζητήσαμε από τους αθλητές να εκτελέσουν τις επαναλήψεις στο συγκεκριμένο πρωτόκολλο δεν ήταν η μέγιστη, αλλά υπομέγιστη στο 95% της καλύτερης επίδοσης .

Η σπουδαιότητα της παρούσας έρευνας είναι ότι δεν υπάρχουν άλλες μελέτες που να εξετάζουν αποκλειστικά την επίδραση διαφορετικών διαλειμμάτων στη συγκέντρωση γαλακτικού κατά τη διάρκεια διαλειμματικής προπόνησης σε αποστάσεις των 100 και 200 μέτρων. Όσοι ασχολούνται με την διαλειμματική προπόνηση και τα αγωνίσματα που απαιτούν αντοχή στην ταχύτητα και ανοχή στο γαλακτικό, θεωρούν ότι αυτό μπορούν να το πετύχουν με μικρά διαλείμματα 1, 2 ή 3 λεπτά για να υπάρξει υψηλή συγκέντρωση γαλακτικού. Το σημαντικότερο στοιχείο

που μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρακτικά από τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας είναι ότι τελικά μπορούμε να πετύχουμε και υψηλή συγκέντρωση γαλακτικού αλλά και υψηλή ταχύτητα με μεγαλύτερο διάλειμμα όπως συνέβη με το πρωτόκολλο των 3 x 200m. με 8 λεπτά διάλειμμα. Σε αυτό το πρωτόκολλο επιτεύχθηκε και αυξημένη συγκέντρωση γαλακτικού και υψηλότερη ταχύτητα σε σύγκριση με το πρωτόκολλο 3 x 200m. με 4 λεπτά διάλειμμα, όπου υπήρξε αυξημένη ποσότητα γαλακτικού στο αίμα αλλά υπήρξε και μεγαλύτερη μείωση της ταχύτητας κατά την εκτέλεση των επαναλήψεων. Επομένως, δεν χρειάζεται να χρησιμοποιείται σε αυτού του είδους προπόνησης μικρό διάλειμμα και να υπάρχει μεγάλη επιβάρυνση του αθλητή, καθώς ο αθλητής δεν θα μπορεί να ανταπεξέλθει στον πραγματικό στόχο της προπόνησης που είναι η διατήρηση υψηλής ταχύτητας με την ταυτόχρονη παραγωγή γαλακτικού.

Στο πρωτόκολλο 6 x 100m, με το μικρό διάλειμμα των 4 λεπτών, επιτεύχθηκε υψηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού συγκριτικά με το πρωτόκολλο με τα 8 λεπτά διάλειμμα αλλά η ταχύτητα δεν επηρεάστηκε σε κανένα πρωτόκολλο. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι ανάλογα με τον στόχο της προπόνησης καθορίζεις και το διάλειμμα. Αν ο στόχος είναι και η παραγωγή γαλακτικού αλλά και η υψηλή ταχύτητα, τότε το διάλειμμα των 4 λεπτών είναι αποτελεσματικό. Αν πάλι ο στόχος είναι η υψηλή ταχύτητα και όχι η σημαντική επιβάρυνση του αθλητή, όσον αφορά το αναερόβιο σύστημα ενέργειας, τότε το διάλειμμα των 8 λεπτών είναι προτιμότερο.

Επειδή στο αγώνισμα των 100 μέτρων μεγάλο μέρος της ενέργειας που απαιτείται παράγεται με διάσπαση της φωσφοκρεατίνης, εκτός της αναερόβιας γλυκόλυσης, αυτός ίσως να είναι ένας λόγος που η διάρκεια του διαλείμματος δεν επηρέασε σημαντικά την δρομική ταχύτητα. Στο διάλειμμα με τη μικρότερη διάρκεια των 4 λεπτών στο πρωτόκολλο 6 x 100m, πιθανώς να υπήρξε αναπλήρωση της φωσφοκρεατίνης που ήταν αρκετή ώστε οι αθλητές να μπορέσουν να διατηρήσουν την ένταση που τους ζητήθηκε. Σε έρευνα που πραγματοποίησαν ο Bogdanis και συν. (1995) σε άσκηση διάρκειας 30 δευτερολέπτων, λίγο παραπάνω από όσο διήρκεσε η εκτέλεση των 200 μέτρων, μέγιστης έντασης σε εργοποδήλατο, βρήκαν αμέσως μετά το τέλος της άσκησης την τιμή της φωσφοκρεατίνης στο 19,7% της αρχικής της τιμής, στοιχείο που δείχνει τη μεγάλη συμμετοχή της στην παραγωγή ενέργειας και στα 200 μέτρα και το pH του μυός να είναι 6,72. Μετά από διάλειμμα 1,5 και 6 λεπτών η ανασύνθεση της φωσφοκρεατίνης έφτασε στο 65 και 85,5% της αρχικής της τιμής, αντίστοιχα, στοιχείο που δείχνει ότι μετά από 4 με 6 λεπτά μπορεί να εκτελεστεί και άλλη επανάληψη των 100 μέτρων με υψηλή συγκέντρωση της φωσφοκρεατίνης για

διατήρηση υψηλή ταχύτητας. Το pH όμως παρέμεινε στα ίδια χαμηλά επίπεδα 6,79 παράγοντας που προκαλεί μείωση της ταχύτητας κυρίως στην εκτέλεση των 200 μέτρων καθώς σε αυτή την απόσταση μπορεί να υπάρχει μεγάλη συμμετοχή της φωσφοκρεατίνης αλλά υπάρχει σίγουρα και μεγάλη συγκέντρωση γαλακτικού, πτώση του pH και αυξημένη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου που προκαλούν μείωση της ταχύτητας σε υψηλής έντασης άσκηση. Μεγάλη μείωση της φωσφοκρεατίνης παρατηρήθηκε και στη μελέτη του Mary και συν. (1986) όπου η τιμή της μειώθηκε κατά 64% μετά από άσκηση 30 δευτερολέπτων σε εργοποδήλατο μέγιστης έντασης, πράγμα που υποδεικνύει τη συμμετοχή της φωσφοκρεατίνης στην άσκηση. Επίσης, σύμφωνα με τη μελέτη του Hautier (1994), 3 λεπτά μετά το τέλος της εκτέλεσης 100 και 200 μέτρων από αθλητές στίβου υψηλού επιπέδου, η συγκέντρωση του γαλακτικού ήταν μεγαλύτερη στα 200 μέτρα, ενώ η συμμετοχή της φωσφοκρεατίνης στην παραγωγή ενέργειας για την εκτέλεση των δύο αποστάσεων ήταν 37 και 29%, αντίστοιχα.

Τέλος, όσο αφορά την υψηλή συγκέντρωση γαλακτικού κατά την εκτέλεση των 6 x 100m με 4 λεπτά διάλειμμα, αυτή ίσως να οφείλεται ότι το διάλειμμα των 4 λεπτών ήταν μικρό για την απομάκρυνση του γαλακτικού, ενώ στο μεγαλύτερο διάλειμμα αυτό των 8 λεπτών επαρκούσε ο χρόνος για την απομάκρυνση του. Αντίθετα, στην προπόνηση 3 x 200m το διάλειμμα των 4 και των 8 λεπτών δεν επαρκούσε για την απομάκρυνση του γαλακτικού και για αυτό και στις δύο προπονήσεις δεν υπήρξε σημαντική διαφορά μεταξύ τους στη συγκέντρωση του γαλακτικού μετά το τέλος των προπονήσεων.

## VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι η διάρκεια του διαλείμματος μπορεί να επηρεάσει τη συγκέντρωση γαλακτικού και τη δρομική ταχύτητα ανάλογα με την απόσταση τρεξίματος. Επίσης, φάνηκε ότι μπορούμε να πετύχουμε υψηλή συγκέντρωση γαλακτικού κατά τη διάρκεια διαλειμματικής προπόνησης σε απόσταση 200 μέτρων και με μεγάλο διάλειμμα και όχι μόνο με μικρό. Ταυτόχρονα, με το μεγάλο διάλειμμα μπορούμε να πετύχουμε και το μεγάλο στόχο της προπόνησης που είναι η διατήρηση υψηλής ταχύτητας εκτέλεσης της άσκησης κάτι που είναι δύσκολο να επιτευχθεί με μικρό διάλειμμα.

### *Προτάσεις για μελλοντικές εργασίες*

Είναι σημαντικό να γίνουν έρευνες που θα μελετήσουν διαφορετικές διάρκειες διαλειμμάτων, ακόμα και στην ίδια απόσταση, για να μελετηθεί με περισσότερη λεπτομέρεια η επίδραση του διαλείμματος στην συγκέντρωση γαλακτικού κατά την εκτέλεση αναερόβιας διαλειμματικής προπόνησης υψηλής έντασης. Επίσης, ενδιαφέρον θα παρουσίαζε εκτός από την διάρκεια του διαλείμματος να μελετηθεί και η διαφορετική ένταση εκτέλεσης συγκεκριμένης απόστασης, καθώς και από εκεί θα αντλούσαμε σημαντικές πληροφορίες σε ότι αφορά τη σχέση συγκέντρωσης γαλακτικού και της έντασης εκτέλεσης της άσκησης.



## VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Balsom, P. Seger, J. Sjodin, B. and Ekblom B. (1992). Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *Eur J Appl Physiol* (1992) 65 : 144-149.
- Balsom, P. Seger, J. Sjodin, B. and Ekblom B. (1992). Maximal-Intensity Intermittent Exercise: Effect of Recovery Duration. *Int J Sports Med* 1992; 13(7): 528-533.
- Beneke, R. Huttler, M. Leithauser, R. (2007). Anaerobic performance and metabolism in boys and male adolescents. *Eur J Appl Physiol* 101:671–677.
- Beneke, R. Hutler Matthias, Marcus Jung and Renate M. Leithauser. (2005). Modeling the blood lactate kinetics at maximal short-term exercise conditions in children, adolescents and adults. *Journal of Applied Physiology*, 99:499-504.
- Bogdanis, G. Nevill, M. Boobis, L. Lakomy, H and Nevill, A. (1995). Recovery of power output and muscle metabolites following 30 sec of maximal sprint cycling in man. *Journal of Physiology*, 482.2, pp.467-480.
- Bogdanis, G. Nevill, M. Boobis, L. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply exercise during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80 (3): 876-84.
- Bravo, F. Impellizzeri, F. Rampinini, E. Castagna, C. Bishop, D. Wisloff, U. (2007). Sprint vs. Interval Training in Football. *Int J Sports Med*, DOI 10.1055/s-2007-989371.
- Brozek J., F. Grande, J.T. Anderson, & A. Keys. (1963). Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann. NY Acad. Sci.* 110: 113-140.
- Buchheit, M. (2010). Performance and physiological responses to repeated-sprint and jump sequences. *Eur J Appl Physiol*, 110:1007–1018.
- Burgomaster, K. Hughes, S. Heigenhauser, G. Bradwell, S. Gibala, M. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol* 98: 1985–1990.
- Carter, H. Dekerle, J. Brickley, G. Craig, W. (2005). Physiological responses to 90sec all out isokinetic sprint cycling in boys and men. *Journal of Sports Science and Medicine* 4, 437-445.

- Castagna, C. Abt, G. Manzi, V. Annino G. Padua, E. and D'Ottavio, S. (2008). Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Volume 22 , Number 3 .
- Dotan, R. Ohana, S. Bediz, C. Falk, B. (2003). Blood lactate disappearance dynamics in boys and men following exercise of similar and dissimilar peak-lactate concentrations. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 16(3):419-29.
- Duffield, R. Dawson, B. & Goodman, C. (2004). Energy system contribution to 100-m and 200-m track running events. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7:3:302-31.
- Dupont, G. Berthoin, S. Gerbeaux, M. (2000). Performances during intermittent anaerobic exercise: Comparison between children and mature subjects. *Journal of Science & Sports*, Pages 147-153.
- Esteban, G. Xabier, A. Izquierdo, M. Postigo, A. Aguado, R. Alonso, J. & Ibanez, J. (2010). Vertical jump performance and blood ammonia and lactate levels during typical training sessions in elite 400-m runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(x): 000–000.
- Fujitsuka, N., Yamamoto, T. Ohkuwa, T. Saito, M. Miyamura, M. (1982). Peak Blood Lactate after Short Periods of Maximal Treadmill Running. *Eur J Appl Physiol (1982) 48:289-296*.
- Gaitanos, G., Williams, C., Boobis, L., and Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Appl Physiol*, 75:(2)712-719.
- Gaul, C. Docherty, D. Cicchini, R. (1995). Differences in Anaerobic Performance Between Boys and Men. *Int J Sports Med*; 16(7): 451-455.
- Gibala, M. Little, J. Essen, M. Wilkin1, G. Burgomaster, K. Safdar, A. Raha, S. Tarnopolsky, M. (2006). Short-term sprint interval *versus* traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol* 575.3 (2006) pp 901–911.
- Hanon, C. Rabate, M. and Claire, T. (2011). Effect of expertise on postmaximal long sprint blood metabolite responses. *J Strength Cond Res* 25(9): 2503–2509.
- Hanon, C. Pierre-Marie, L. Bishop, D. Claire, T. (2010). Oxygen uptake and blood metabolic responses to a 400-m run. *European Journal of Applied Physiology*, 10.1007/s00421-009-1339-4.

- Hautier, C. Wouassi, D. Arsac, L. Bitanga, E. Thiriet, P. Lacour, J. (1996). Relationships between postcompetition blood lactate concentration and average running velocity over 100-m and 200-m races. *Eur J Appl Physiol* 68:508-513.
- Hebestreit, H. Meyer, F. Htay-Htay, H. Bar, O. (1996). Plasma metabolites, volume and electrolytes following 30-s high-intensity exercise in boys and men. *Eur J Appl Physiol*, 72:563-569.
- Hirvonen, J. Rehnun, S. Rusco, H. Harkonen, M. (1987). Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 56:253-259.
- Jackson A.S. & M.L. Pollock. (1978). Generalized equations for predicting body density of men. *Br. J. Nutr.* 49: 497-504.
- Kaczor, J. Ziolkowski, W. Popinigis, J. Tarnopolsky, M. (2005). Anaerobic and Aerobic Enzyme Activities in Human Skeletal Muscle from Children and Adults. *Pediatric Research Vol. 57, No. 3.*
- Klimek, A. Cempla, J. Pilch, W. (1998). Exercises induced changes in selected indices of acid base balance in pre and post pubertal boys. *Biol.Sports*15:151-156.
- Koizumi, K. Fujita, Y. Muramatsu, S. Manabe, M. Ito, M. Nomura, U. (2011). Active recovery effects on local oxygenation level during intensive cycling bouts. *Journal of Sports Sciences*, 29(9): 919–926.
- Lacour, J. Bouvat, E. and Barth, J. (1990). Post-competition blood lactate concentrations as indicators of anaerobic energy expenditure during 400-m and 800-m races. *Eur J Appl Physiol*, 61 : 172-176.
- Macdougall, D. Hicks, A. Macdonald, J. Mckelvie, R. Green, H. Smith, K. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal Applied Physiology*, 84(6):2138-2142.
- Marzena, R. Walaszczyk, A. Janusz, I. (2006). Elite male and female sprinters body build, stride length and stride frequency. *Studies in Physical Culture and Tourism, Vol. 13, No 1.*
- Mary, E. Cheetman, L. H. Boobis, S. Brooks & C. Williams. (1986). Human muscle metabolism during sprint running. *Journal of Applied Physiology*, 61(1): 54-60.

- McMahon, S. & Jenkins, D. (2002). Factors affecting the rate of phosphocreatine resynthesis following intense Exercise. *Journal of Sports Medicine* 32 (12): 761-784.
- Meckel, Y. Nemet, D. Sheli, B. Shlomit, R. Cooper, D. Sagiv, M. Eliakim A. (2011). Hormonal and inflammatory responses to different types of sprint interval training. *J Strength Cond Res* 25(8): 2161–2169.
- Ohkuwa, T. Yoshinobu, K. Katsumata, K. Nakao, T. & Miyamura, M. (1984). Blood lactate and glycerol after 400-m and 3,000-m runs in sprint and long distance runners. *Eur J Appl Physiol*, 53:213-218.
- Ratel, S. Duche, A. Hennegrave, E. Van Praagh, E. Bedu, M. (2002). Acid-base balance during repeated cycling sprints in boys and men. *Journal of Applied Physiology*, 92: 479–485.
- Saraslanidis, P. Manetzis, C. Tsalis, G. Zafeiridis, A. Mougios, V. & Kellis, S. (2009). Biochemical evaluation of running workouts used in training for the 400m sprint. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(8): 2266–2271.
- Saraslanidis, P. Panoutsakopoulos, V. Tsalis, G. Kyprianou, E. (2011). The effect of different first 200-m pacing strategies on blood lactate and biomechanical parameters of the 400-m sprint. *Eur J Appl Physiol*, 111:1579–1590.
- 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*, 103:545–552.
- Τζιωρτζής, Σ. (2004). *Προπονητική : Θεωρία Αθλητικής Προπόνησης*. Αθήνα : Art Work.
- Tonnessen, E. Shalfawi, S. Haugen, T. Enoksen, E. (2011). The effect of 40-M repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint, sprint endurance, vertical jump and anaerobic capacity in young elite male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 25(9)/2364–2370.
- Τουμπέκης, Α. Τοκμακίδης, Σ. (2008). Energy System Contribution during Competition and High Intensity Swimming Training. *Inquiries in Sport & Physical Education*, 6 (1), 111 – 123.
- Ward-Smith, A. (2001). Energy conversion strategies during 100 m sprinting. *Journal of Sports Sciences*, 19, 701-710.

Weyand, P. Sternlight, D. Bellizzi, M. & Wright, S. (2000). Faster top running speeds are achieved with greater ground forces not more rapid leg movements. *Journal of Applied Physiology*, 89: 1991–1999.