



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ»**

**«ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ  
ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ ΜΕ ΑΠΝΟΙΑ ΜΕ  
ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΑΙ ΜΕΙΟΥΜΕΝΟ ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ»**

**Ρόζη Γεωργία**

**Μεταπτυχιακή Διατριβή**  
**ΠΕΔΙΟ ΣΠΟΥΔΩΝ: ΠΡΟΠΟΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ**  
**ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΕΙΔΙΚΗ ΠΡΟΠΟΝΗΤΙΚΗ ΥΓΡΟΥ ΣΤΙΒΟΥ**

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012**

© Copyright  
Ρόζη Γεωργία  
Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών  
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37 Δάφνη, Αθήνα

**Μέλη της Συμβουλευτικής<sup>1</sup> / Εξεταστικής Επιτροπής<sup>2</sup>**

Βασίλειος Θανόπουλος  
Επίκουρος Καθηγητής κολύμβησης

Πλατάνου Θεόδωρος  
Καθηγητής Προπονησιολογίας της Υδατοσφαίρισης

Dopsaj Milivoj  
Αναπληρωτής Καθηγητής Θεωρητικής και Τεχνολογικής Βάσης  
του Αθλητισμού  
Πανεπιστημίου Βελιγραδίου Σερβίας



ΠΡΑΚΤΙΚΟ  
ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ  
ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ

Της Γεωργίας Ρόζη

Η τριμελής εξεταστική επιτροπή, που ορίστηκε από τη Γ.Σ.Ε.Σ. του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών στη συνεδρία της 1/6/2011 για την κρίση και αξιολόγηση της μεταπτυχιακής διατριβής της κ. *Γεωργίας Ρόζη* με τίτλο: «Απνοια με δύο διαφορετικά πρωτόκολλα στη μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στην Κολύμβηση» αποτελούμενη από τους κ.κ. *Β. Θανόπουλο* Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών (επιβλέποντα), *Θ. Πλατάνου* Καθηγητή του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, *Μ. Dopsaj* Λέκτορα του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Βελιγραδίου, εκλήθησαν σήμερα 14/7/2011 ημέρα Πέμπτη και ώρα 13:00 ύστερα από επίσημη έγγραφη πρόσκληση στο Αμφιθέατρο Ε.Παυλίνη του Τμήματος Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του Πανεπιστημίου Αθηνών, προκειμένου να κρίνουν και αξιολογήσουν την παραπάνω διατριβή.

Μετά από διεξοδική συζήτηση και ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της εξεταστικής επιτροπής κατέληξαν ότι η κρινόμενη διατριβή πληροί όλους τους όρους εκπόνησής της, είναι πρωτότυπη και προάγει την επιστημονική γνώση και ως εκ τούτου κρίνεται αποδεκτή και εγκρίνεται.

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

*Β. Θανόπουλος*, Επίκουρος Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών

*Θ. Πλατάνου*, Καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών

*Μ. Dopsaj*, Λέκτορας του Πανεπιστημίου Βελιγραδίου

## Έκφραση Ευχαριστιών

Με το τέλος της μεταπτυχιακής μου Διατριβής νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω τα άτομα που με βοήθησαν και συμμετείχαν στην ολοκλήρωση αυτής της έρευνας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου Κύριο Θανόπουλο Βασίλειο, Επίκουρο καθηγητή στα ΤΕΦΑΑ, για τη βοήθεια και την καθοδήγησή του σε όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Επίσης ευχαριστώ τον κύριο Πλατάνου Θεόδωρο, Καθηγητή Προπονησιολογίας της Υδατοσφαίρισης στα ΤΕΦΑΑ και τον κύριο Dopsaj Milivoj, Λέκτορα Θεωρητικής και Τεχνολογικής Βάσης του Αθλητισμού Πανεπιστημίου Βελιγραδίου Σερβίας για τη βοήθειά τους με τις χρήσιμες και πολύτιμες διορθώσεις για την τελειοποίηση της εργασίας μου με τις γνώσεις και εμπειρίες τους.

Επίσης, ευχαριστώ την Ταμπάκη Μαρία, Διδακτορική Φοιτήτρια των ΤΕΦΑΑ για την πολύτιμη βοήθειά της κατά τη διαδικασία των μετρήσεων της έρευνας.

Οφείλω ευχαριστίες επίσης στον κύριο Μαργιολάκη Γεώργιο, τον κύριο Vojko Ratse καθώς και τον κύριο Μανταλούφα Μάρκο για την παραχώρηση των αθλητών τους ως δείγμα της έρευνας. Να ευχαριστήσω και όλους τους αθλητές που προθυμοποιήθηκαν να συμμετάσχουν σε όλες τις διαδικασίες της έρευνάς μου.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου που είχε μαζί μου την υπομονή και το κουράγιο για την τελειοποίηση αυτού του κύκλου των σπουδών μου.

**ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ  
ΚΑΙ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ ΜΕ ΑΠΝΟΙΑ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΑΙ ΜΕΙΟΥΜΕΝΟ  
ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ**

**Περίληψη**

Η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα έχει ερευνηθεί σε διάφορες κολυμβητικές δοκιμασίες κανονικής κολύμβησης. Η άπνοια στοχεύει στην αύξηση της αντοχής του κολυμβητή επιτρέποντάς του να κολυμπάει κάποια μέτρα υποβρύχια.

Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα, της καρδιακής συχνότητας και των παραμέτρων τους στο τεστ των 4x50μ ελεύθερης κολύμβησης μεταξύ δυο διαφορετικών πρωτοκόλλων: α) ελεύθερης κολύμβησης και β) ελεύθερης κολύμβησης με άπνοια. Οι δυο παραπάνω συνθήκες θα εκτελεσθούν με δύο διαφορετικούς τύπους διαλείμματος. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 22 κολυμβητές (7 αγόρια και 15 κορίτσια) με ηλικία  $15 \pm 1.9$  έτη. Στην αρχή οι εξεταζόμενοι κολύμπησαν 4x50μ ελεύθερο είδος κολύμβησης μέγιστης έντασης, με κανονική κολύμβηση χωρίς άπνοια και σταθερό διάλειμμα 10''. Άλλη μέρα κολύμπησαν την ίδια απόσταση με τα πρώτα 14-15μ υποβρύχιο δελφινισμό των ποδιών και τα υπόλοιπα 35 μέτρα ελεύθερη κολύμβηση μέγιστης έντασης με σταθερό διάλειμμα 10''.

Οι παραπάνω δοκιμασίες επαναλήφθηκαν με μειούμενο μεικτό χρόνο διαλείμματος μεταξύ του κάθε 50αριού ο οποίος ήταν 1' και 45'', 1' και 20'' και 1', για κάθε 50αρι αντίστοιχα.

Μετά το τέλος κάθε προσπάθειας μετρήθηκαν ο συνολικός χρόνος επίδοσης, ο χρόνος για κάθε 50άρι και η καρδιακή συχνότητα (Polar Vangate NV, Filand). Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν ήταν η μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος (Lamax), ο χρόνος για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος ( $t_{Lamax}$ ), ο δείκτης καρδιακής συχνότητας προς τη μέση ταχύτητα (HR/AvVel), ο δείκτης της μέγιστης παραγωγής γαλακτικού οξέος προς τη μέση ταχύτητα (Lamax/AvVel)

και ο δείκτης καρδιακής συχνότητας προς τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος (HR/Lamax) .

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων προέκυψε πως δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις μετρούμενες μεταβλητές για τα πρωτόκολλα άπνοιας και χωρίς άπνοια. Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν στη μεταβλητή Lamax και τους δείκτες HR/AvVel, Lamax/AvVel και HR/Lamax ανάμεσα στα πρωτόκολλα με σταθερό και μειούμενο διάλειμμα (Sig .007, .041, .022, .010 αντίστοιχα).

Λέξεις κλειδιά: κολύμβηση, άπνοια, γαλακτικό, καρδιακή συχνότητα, επίδοση

## **MAXIMUM LACTATE ACCUMULATION IN SWIMMING AND SWIMMING WITH APNEA WITH STABLE AND REDUCED STOP**

Rozi Georgia,

Faculty of Sports and Physical Education, National and Kapodistrian University of Athens

### **Abstract**

Lactate accumulation in blood has been observed in several swimming test. Swimming with apnea increases athletes endurance allowing him to swim some meters underwater.

The aim of this study is to examine lactate accumulation in blood in the test of 4x50m with two different tests: a) between freestyle swimming with stable stop and freestyle swimming with reduced stop and b) between swimming with apnea and stable stop and swimming with apnea and reduced stop.

The participants were 22 sprint swimmers (7 male and 15 female) of freestyle and competitive level and  $15 \pm 1.9$  years old. Firstly, they swam 4x50m freestyle swimming with maximum intensity and start from the water. Secondly, they swam the same distance with 14-15m underwater movement and the rest 35m freestyle with maximum intensity. The stop between the 50m was mix time 1' 45'' for the first stop, 1'20'' for the second and 1' for the third. This two conditions were repeated once again with stable stop 10'' between the 50m.

After each test, performance time for each 50m and heart rate were recorded (Polar Vantage NV, Finland). The examined variables were: maximum lactate accumulation  $L_{max}$ , time for maximum lactate accumulation  $t_{L_{max}}$ , index of  $HR/AvVel$ , index of  $L_{max}/AvVel$  and index of  $HR/L_{max}$ .

The analysis of the results showed that there are no statistical significant differences for the measured variable between the test of apnea and the test without apnea. Statistical significant differences were observed at the variables  $L_{max}$  and the indexes  $HR/AvVel$ ,  $L_{max}$  και  $HR/L_{max}$  between the test of stable and reduced stop (Sig .007, .041, .022, .010 respectively).

Key words: swimming, apnea, lactate, heart rate, performance.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Πρακτικό της Εξεταστικής Επιτροπής για την κρίση της μεταπτυχιακής/ διδακτορικής διατριβής.....	iv
Έκφραση Ευχαριστιών.....	v
Περίληψη στην ελληνική γλώσσα .....	vi
Περίληψη στην αγγλική γλώσσα (Abstract) .....	vii
Πίνακας Περιεχομένων .....	viii
Κατάλογος Πινάκων .....	ix
Κατάλογος Γραφημάτων.....	x
<b>I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>σελ.1</b>
1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος .....	σελ.3
1.2. Σκοπός της έρευνας .....	σελ.4
1.3. Αντικείμενο της έρευνας.....	σελ.5
1.4. Σημασία της έρευνας .....	σελ.5
1.5. Ερευνητικά Ερωτήματα .....	σελ.6
1.6. Ερευνητικές Υποθέσεις .....	σελ.6
1.7. Μεταβλητές .....	σελ.6
1.7.1. <i>Ανεξάρτητες μεταβλητές</i> .....	σελ.6
1.7.2. <i>Εξαρτημένες μεταβλητές</i> .....	σελ.6
1.8. Οριοθετήσεις .....	σελ.7
1.9. Περιορισμοί .....	σελ.7
1.10. Διευκρίνηση όρων .....	σελ.7
<b>II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....</b>	<b>σελ.8</b>
2.1. Άπνοια .....	σελ.8
2.2. Φυσιολογικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά .....	σελ.10
2.2.1 <i>Καρδιακή συχνότητα</i> .....	σελ.10
2.2.2 <i>Καρδιακή συχνότητα ηρεμίας</i> .....	σελ.12
2.2.3 <i>Μέγιστη καρδιακή συχνότητα</i> .....	σελ.12

2.2.4 Υπομέγιστη καρδιακή συχνότητα .....	σελ.13
2.2.5 Καρδιακή συχνότητα αποθεραπείας .....	σελ.14
2.3 Γαλακτικό οξύ .....	σελ.14
2.4 Αναερόβιος μεταβολισμός .....	σελ.16
2.5 Γλυκολυτικό σύστημα .....	σελ.16
2.6 Προπόνηση αναερόβιας ικανότητας .....	σελ.17
2.7 Επαναλαμβανόμενες προσπάθειες μέγιστης έντασης .....	σελ.18
2.8 Συμμετοχή ενεργειακών συστημάτων .....	σελ.19

### **III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....σελ.22**

3.1. Δείγμα .....	σελ.22
3.2 Χρόνος και τύπος διεξαγωγής της έρευνας .....	σελ.22
3.3 Διαδικασία μετρήσεων .....	σελ.22
3.4 Όργανα μέτρησης .....	σελ.23
3.4.1 Προσδιορισμός συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος .....	σελ.23
3.4.2 Καταγραφή της καρδιακής συχνότητας .....	σελ.23
3.4.3 Καταγραφή του χρόνου επίδοσης .....	σελ.23
3.4.4. Ανθρωπομετρήσεις .....	σελ.23
3.3 Στατιστική ανάλυση .....	σελ.24

### **IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....σελ.25**

4.1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά δοκιμαζομένων .....	σελ.25
4.2 Μέγιστη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα .....	σελ.25
4.3 Χρόνος για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος .....	σελ. 27
4.4 Δείκτης της καρδιακής συχνότητας προς τη μέση ταχύτητα στο τεστ των 4χ50μ ελευθέρου .....	σελ.28
4.5 Δείκτης της μέγιστης παραγωγής γαλακτικού προς τη μέση ταχύτητα στο τεστ των 4χ50μ ελευθέρου .....	σελ.29
4.6 Δείκτης της καρδιακής συχνότητας προς τη μέγιστη τιμή παραγωγής γαλακτικού οξέος .....	σελ.30
4.7 Καρδιακή συχνότητα .....	σελ.31

4.8 Συνολική απόδοση με βάση το χρόνο σε κάθε 50άρι .....	σελ.31
<b>V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ .....</b>	<b>σελ.32</b>
<b>VI. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ, ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....</b>	<b>σελ.35</b>
<b>VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>σελ.37</b>
<b>VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .....</b>	<b>σελ.44</b>
8.1 Έντυπο συγκατάθεσης δοκιμαζομένου.....	σελ.44
8.2 Πρωτογενή δεδομένα της έρευνας .....	σελ.45

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

**Πίνακας 4.1.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των μετρούμενων μεταβλητώνσελ.26

**Πίνακας 4.2.** Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των μετρούμενων για το σύνολο του Δείγματος .....σελ.26

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

**Σχήμα 4.1.** Μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος σε σχέση με τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές .....σελ.27

**Σχήμα 4.2.** Χρόνος για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος σε σχέση με τις δύο Ανεξάρτητες μεταβλητές .....σελ.28

**Σχήμα 4.3.** Δείκτης καρδιακής συχνότητας προς τη μέση κολυμβητική ταχύτητα στα 4χ50μ σε σχέση με τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές .....σελ.29

**Σχήμα 4.4.** Δείκτης μέγιστης παραγωγής γαλακτικού οξέος προς τη μέση κολυμβητική ταχύτητα στα 4χ50μ σε σχέση με τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές .....σελ.30

**Σχήμα 4.5.** Δείκτης καρδιακής συχνότητας προς τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος στα 4χ50μ σε σχέση με τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές .....σελ.31

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η εξέλιξη των μεθόδων προπόνησης, η ανάπτυξη νέων πρότυπων κινητικών μοντέλων, ο ρόλος των βοηθητικών μέσων και η γνώση της βιομηχανικής και των δυνάμεων που αναπτύσσονται από και προς τον αθλητή, συμβάλλουν στην πρόοδο και την επίτευξη υψηλών επιδόσεων του κολυμβητή.

Οι φυσιολογικές αποκρίσεις και τα χαρακτηριστικά επίδοσης μιας προσπάθειας είναι ιδιαίτερα σημαντικά, όταν ο προπονητής χρειάζεται να αναλύσει τα δεδομένα της προπόνησης και να ανατροφοδοτηθεί για την χρηστικότητα μίας μεθόδου ως μέσο για την επίτευξη των αγωνιστικών στόχων.

Η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα έχει ερευνηθεί αρκετά σε διάφορες κολυμβητικές δοκιμασίες κανονικής κολύμβησης (West, et al., 2005; Avlonitou, 1996; Bonifazi, et al., 1993; Keskinen, Komi & Rusko, 1989; Hermansen & Stensvold, 1972).

Τα επίπεδα του γαλακτικού στο αίμα είναι 1 με 2 mmol/L σε κατάσταση ηρεμίας και μπορούν να φτάσουν τα 10 με 20mmol/L σε προσπάθειες μέγιστης έντασης. Όταν η άσκηση είναι πολύ έντονη, η συχνότητα της παραγωγής γαλακτικού είναι τόσο μεγάλη που η συσσώρευσή του στο μυς προκαλεί πτώση του pH των μυών ώστε ο αθλητής να νιώθει κόπωση. Η μέγιστη παραγωγή γαλακτικού προκύπτει σε αποστάσεις που διαρκούν από 40 δευτερόλεπτα έως λίγα λεπτά.

Το επίπεδο της αναερόβιας ικανότητας των κολυμβητών μπορούμε να το προσδιορίσουμε μέσω απλών τεστ. Μετά από διεξοδική ανάλυση διαφόρων αποτελεσμάτων βρέθηκε ότι το καλύτερο τεστ το οποίο μπορεί αντικειμενικά να εκτιμήσει την αναερόβια ικανότητα των κολυμβητών είναι το τεστ 4χ50 μέγιστης έντασης με 10'' διάλειμμα. Αυτό το τεστ μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για την εκτίμηση του χρέους οξυγόνου όσο και για την εκτίμηση της μέγιστης παραγωγής γαλακτικού (Platonov, 1977).

Το επίπεδο συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα συχνά χρησιμοποιείται σαν δείκτης επιπέδου των αναερόβιων αλλαγών. Σύμφωνα με τον Platonov το 1977 σε μια έρευνα του Lindy θεωρεί ότι όταν το επίπεδο του γαλακτικού στο αίμα του κολυμβητή ξεπερνάει τα 65mg%, αυτό το ποσοστό μιλάει για την επίτευξη της μέγιστης κατανάλωσης οξυγόνου και της επίδρασης της αναερόβιας διαδικασίας. Σύμφωνα με αυτά αναφέρουμε ότι οι αθλητές κατά τη διάρκεια μέγιστης άσκησης επιτυγχάνουν μεγαλύτερο επίπεδο συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα εξ' αιτίας των υψηλών κινήτρων.

Οι μέχρι τώρα δοκιμασίες που έχουν γίνει από διάφορους ερευνητές είναι σε δοκιμασίες κανονικής κολύμβησης. Η άπνοια είναι μια δημοφιλής μορφή προπόνησης για κολυμβητές αγωνιστικού επιπέδου, πιθανόν διότι παράγει και άλλες προπονητικές επιδράσεις που δεν έχουν ακόμα αναγνωριστεί (Maglisco, 2003).

Οι υποβρύχιοι δελφινισμοί που πραγματοποιούν οι κολυμβητές στην αρχή κάθε αγωνιστικής απόστασης μετά την εκκίνηση, είναι μια κατάσταση άπνοιας.

Δεν υπάρχουν πολλά στοιχεία που να συνδέουν τη μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος και της άπνοιας. Σύμφωνα με έρευνες, παρατηρείται αύξηση της

συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα ως ένδειξη μετάβασης από τον αερόβιο στον αναερόβιο μεταβολισμό λόγω της μειωμένης περιφερικής μεταφοράς οξυγόνου (Joulia et al., 2002; Ferretti et al., 1991). Η αύξηση του αναερόβιου μεταβολισμού κατά τη διάρκεια της άπνοιας σχετίζεται με το μέγεθος του αντανακλαστικού της κατάδυσης (Andersson et al., 2004).

Η άπνοια προκαλεί στον άνθρωπο βραδυκαρδία, μειωμένη καρδιακή παραγωγή, απομακρυσμένη αγγειοσυστολή, συστηματική υπέρταση (Andersson et al., 2004; Ferretti et al., 1991; Foster & Sheel, 2005; Gooden, 1994; Kawakami, Natelson, & Buboia, 1967; Schagatay, Van Kampen, & Anderson, 1999; Schagatay et al., 2000), ανακατανομή του αίματος σε όργανα ζωτικής σημασίας, όπως ο εγκέφαλος και καρδιά, και μειωμένη ανταλλαγή αναπνευστικών αερίων (Kawakami et al., 1967). Μέχρι τώρα, όλες οι μελέτες που ερευνούν την άπνοια κάτω από συνθήκες άσκησης βάζουν το άτομο να ασκείται στο κυκλοεργόμετρο και παράλληλα να εκτελεί την άπνοια (Anderson et al., 2004; Bjertnaes et al., 1984; Lindholm & Linnarsson, 2002).

Οι καρδιακές και αγγειακές αποκρίσεις αρχίζουν με το ξεκίνημα της άπνοιας και αυξάνονται από διάφορους παράγοντες όπως η βύθιση προσώπου στο κρύο νερό (Gooden, 1994; Marsh et al., 1995) και η υποξία. Οι παραπάνω έρευνες επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα των Bergman et al., (1972) και Lin et al., (1982). Μια μείωση στο ποσοστό της καρδιακής συχνότητας βρέθηκε σε μελέτες για τα άτομα που κράτησαν την αναπνοή τους στην επιφάνεια του νερού (Ferretti, 2001; Lin & Hong, 1996; Manley, 1990). Το ίδιο βρέθηκε κατά τη διάρκεια του κρατήματος της αναπνοής στην άσκηση (Butler & Woakes, 1987; Lindholm, Sundblad, & Linnarsson, 1999; Sundblad & Linnarsson, 1996). Η μείωση των καρδιακών παλμών είναι εντονότερη όταν η άπνοια συνδυάζεται με τη βύθιση του προσώπου σε κρύο νερό. Οι Kawakami et al., (1967) αναφέρουν ότι οι καρδιακοί παλμοί κατά την διάρκεια της βύθισης του προσώπου στο νερό μειώθηκαν κατά 22% και Ferrigno και συνεργάτες (1997) βρήκαν ότι σε δύτη η καρδιακή συχνότητα ελαττώνεται 20 με 30 καρδιακούς παλμούς.

Παρ' όλες τις έρευνες στον τομέα της άπνοιας, δεν έχει προσδιοριστεί ακόμα ο ρόλος της προσαρμοστικότητας του ανθρώπινου οργανισμού στην έλλειψη οξυγόνου. Σύμφωνα με τον Γελαδά (2008), το αντανακλαστικό της κατάδυσης και συγκεκριμένα η βραδυκαρδία και η περιφερική αγγειοσυστολή ως αποτέλεσμα της βύθισης με άπνοια έχει αποδειχθεί ότι είναι ένα αντανακλαστικό που εξυπηρετεί την εξοικονόμηση οξυγόνου για τους πιο ζωτικούς ιστούς. Το αντανακλαστικό αυτό χαρακτηρίζεται κυρίως από μεγάλη μείωση της καρδιακής συχνότητας, σημαντική αύξηση της αρτηριακής πίεσης και έντονη περιφερική αγγειοσυστολή και παρατηρείται τόσο κατά τη δυναμική όσο και τη στατική άπνοια.

Η αναπνοή κατά τη διάρκεια του ελεύθερου είδους κολύμβησης και άλλων κολυμβητικών τεχνικών συνήθως συντονίζεται με τις χεριές (Strumbelj, 2007). Η μέγιστη ικανότητα κρατήματος της αναπνοής εξαρτάται από το είδος της άπνοιας (δυναμική, επαναλαμβανόμενη ή στατική). Η επαναλαμβανόμενη άπνοια αυξάνει προοδευτικά τη διάρκεια άπνοιας (Schagatay et al., 1999) ενώ η δυναμική άπνοια σε σχέση με τη στατική μειώνει τη μέγιστη διάρκεια άπνοιας (Butler et al., 1987).

Οι υποβρύχιοι δελφινισμοί, ως μια μορφή άσκησης άπνοιας, σε συνδυασμό με κανονική κολύμβηση δεν έχουν μελετηθεί από τη σκοπιά των φυσιολογικών αποκρίσεων. Στην παρούσα μελέτη γίνεται προσπάθεια να προσδιοριστούν οι τυχόν διαφορές ανάμεσα στην κολύμβηση με άπνοια και στην ελεύθερη κολύμβηση.

Άλλος σημαντικός παράγοντας για τις επαναλαμβανόμενες προσπάθειες μέγιστης έντασης και τη μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού είναι ο χρόνος αποκατάστασης ανάμεσα στα σετ. Υπογραμμίζεται ότι η διάρκεια του εφαρμοζόμενου διαλείμματος μεταξύ των προσπαθειών παίζει σημαντικό ρόλο για την παραγωγή γαλακτικού του αίματος.

Σύμφωνα με έρευνα των Τουμπέκη και Τοκμακίδη (2008), όσο μειώνεται το διάλειμμα έχουμε αύξηση του αερόβιου μεταβολισμού και όσο αυξάνεται το διάλειμμα έχουμε αύξηση του αναερόβιου μεταβολισμού. Θα μπορούσαμε λοιπόν να υποθέσουμε ότι όσο μεγαλύτερο είναι το διάλειμμα ανάμεσα σε επαναλαμβανόμενα σετ, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η συσσώρευση του γαλακτικού στο αίμα.

Το διάλειμμα που χρησιμοποιείτε στις διάφορες δοκιμασίες για τη μέτρηση της μέγιστης συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα είναι σταθερό. Στην παρούσα έρευνα εξετάζεται η επίδραση δύο διαφορετικών διαλειμμάτων, του σταθερού διαλείμματος και του μειούμενου μεικτού χρόνου διαλείμματος, στις φυσιολογικές αποκρίσεις κολυμβητών και κολυμβητριών στο τεστ των 4x50μ ελεύθερου είδους κολύμβησης. Ο χρόνος των συγκεκριμένων διαλειμμάτων επιλέχθηκε ύστερα από συζήτηση με τους προπονητές οι οποίοι χρησιμοποιούν στα προπονητικά τους προγράμματα, πρωτόκολλα με σταθερό διάλειμμα και μειούμενο μεικτό χρόνο διαλείμματος για δοκιμασία μέγιστης συγκέντρωσης γαλακτικού.

Η συγκεκριμένη μελέτη αναφέρεται σε μια δοκιμασία κανονικής ελεύθερης κολύμβησης 4x50μ μέγιστης έντασης συγκρίνοντάς την με τη δοκιμασία της κολύμβησης με άπνοια, δηλαδή κολυμπώντας μέχρι τα πρώτα 15 μέτρα με υποβρύχιους δελφινισμούς και τα υπόλοιπα μέτρα με κανονική ελεύθερη κολύμβηση μέγιστης έντασης. Οι δύο παραπάνω συνθήκες θα διεξαχθούν με σταθερό και μειούμενο διάλειμμα. Η σύγκριση θα βοηθήσει στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για τον προπονητικό σχεδιασμό.

## **1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος**

Οι φυσιολογικές αποκρίσεις μιας προσπάθειας είναι ιδιαίτερα σημαντικές όταν ο προπονητής χρειάζεται να αναλύσει τα δεδομένα της προπόνησης και να ανατροφοδοτηθεί για την χρηστικότητα μίας μεθόδου ως μέσο για την επίτευξη των αγωνιστικών στόχων.

Γνωρίζουμε ότι η καρδιακή συχνότητα είναι ένας δείκτης έντασης της άσκησης όπως το γαλακτικό και η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου.

Αναερόβιος μεταβολισμός χαρακτηρίζεται η ικανότητα του κυττάρου παραγωγής έργου μεγάλης ισχύος για σύντομο χρονικό διάστημα, κατά το οποίο η ενέργεια αντλείται από τους αναερόβιους μεταβολικούς μηχανισμούς (Medbo et

al., 1988). Η ενέργεια προέρχεται από δυο μηχανισμούς που δεν χρειάζονται οξυγόνο για να λειτουργήσουν, τον αναερόβιο γαλακτικό και τον αναερόβιο γαλακτικό μηχανισμό. Ο δεύτερος επιστρατεύει την αναερόβια γλυκόλυση, η οποία καταλήγει στην παραγωγή του γαλακτικού οξέος που είναι παράγωγο της διάσπαση του μυϊκού γλυκογόνου. Η μέγιστη συγκέντρωση στο αίμα παρατηρείται λίγα λεπτά μετά τη λήξη της άσκησης και είναι εξαρτημένη από: α) το ρυθμό παραγωγής του γαλακτικού οξέος στα μυϊκά κύτταρα, β) το ρυθμό διάχυσης του από τα κύτταρα στο αίμα, γ) το ρυθμό απομάκρυνσης του από το αίμα και δ) το βαθμό εξουδετέρωσης του από τα ρυθμιστικά συστήματα του αίματος.

Για τον προσδιορισμό της αναερόβιας ικανότητας έχουν χρησιμοποιηθεί δοκιμασίες κανονικής κολύμβησης με σταθερό διάλειμμα. Η εξέταση της άπνοιας στα πρώτα 15μ υποβρύχιων δελφινισμών στην αρχή της κολυμβητικής προσπάθειας και το διάλειμμα μειούμενου μεικτού χρόνου πιθανόν να προκαλέσει μεγαλύτερη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα.

Με βάση τα παραπάνω η συγκεκριμένη μελέτη έχει σχεδιαστεί για να εξετάσει τις φυσιολογικές παραμέτρους με άπνοια στο ελεύθερο είδος κολύμβησης και με διαφορετικό τύπο διαλείμματος. Η μελέτη αναφέρεται σε μια δοκιμασία κανονικής ελεύθερης κολύμβησης με μέγιστη ταχύτητα συγκρίνοντας την με τη δοκιμασία κολύμβησης με άπνοια, κολυμπώντας τα πρώτα 15 μέτρα υποβρύχιους δελφινισμούς και τα υπόλοιπα με κανονική ελεύθερη κολύμβηση μέγιστης έντασης καθώς και τις δύο παραπάνω συνθήκες με σταθερό και μειούμενο διάλειμμα. Η σύγκριση θα βοηθήσει στην αξιολόγηση χρήσιμων συμπερασμάτων για τον προπονητικό σχεδιασμό και θα προσδιορίσει τη σημασία της μέγιστης συγκέντρωσης γαλακτικού με έναν από τους τρόπους αυτούς.

## 1.2 Σκοπός της έρευνας

Σύμφωνα με το πρόβλημα, σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα, της καρδιακής συχνότητας και των παραμέτρων τους στο τεστ των 4χ50μ ελεύθερου είδους κολύμβησης μεταξύ δυο διαφορετικών πρωτοκόλλων: α) ελεύθερης κολύμβησης και β) ελεύθερου είδους κολύμβησης με άπνοια. Οι δυο παραπάνω συνθήκες εκτελέστηκαν με μειούμενο μεικτό χρόνο διαλείμματος και σταθερό διάλειμμα.

Συγκεκριμένα, ο σκοπός της έρευνας είναι:

α) η σύγκριση των παραμέτρων του γαλακτικού και της καρδιακής συχνότητας μεταξύ της κανονικής κολύμβησης ελεύθερου είδους και του τρόπου κολύμβησης με άπνοια

β) η σύγκριση των φυσιολογικών παραμέτρων στο τεστ 4χ50μ ελεύθερου είδους με διαφορετικό διάλειμμα κολύμβησης.



### **1.3 Αντικείμενο της έρευνας**

Το αντικείμενο της έρευνας επιλέχθηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις της προπονητικής διαδικασίας ότι η προπόνηση πρέπει να είναι αποτελεσματική κυρίως στον τομέα της ανάπτυξής της.

Η αντικειμενικότητα αυτού του προβλήματος δείχνει ότι ένας από τους βασικούς προσανατολισμούς της προπόνησης είναι η ένταση η οποία οδηγεί στις ποιοτικές διαφορές χαρακτηριστικές για τις αναερόβιες διαδικασίες.

### **1.4 Σημασία της έρευνας**

Ο υψηλός αθλητισμός είναι μέρος της κοινωνικής δραστηριότητας και μεγάλης σημασίας για κάθε κοινωνία. Οι σύνθετοι στόχοι οι οποίοι τίθενται στον αγωνιστικό αθλητισμό απαιτούν πολυδιάστατη αντιμετώπιση με την χρησιμοποίηση σύγχρονων επιστημονικών μεθόδων. Η εφαρμογή τους εξασφαλίζει γρήγορη ανάπτυξη αθλητικών αποτελεσμάτων και μειώνει τις διαφορές οι οποίες υπάρχουν μεταξύ των δικών μας και των αθλητών των ξένων χωρών στο χώρο της κολύμβησης.

Ολόκληρο το σύστημα προετοιμασίας των κολυμβητών υψηλού επιπέδου είναι αναγκαίο να παρατηρηθεί σαν μια σφαιρική διαδικασία για τη δημιουργία και την τελειοποίηση της τεχνικής των κολυμβητών, των δικών τους φυσικών και ψυχικών ικανοτήτων. Σύμφωνα με τα παραπάνω σκοπός είναι η δημιουργία ενός συστήματος το οποίο θα δώσει τη δυνατότητα όχι μόνο για μια καλύτερη αντιμετώπιση στην κατάσταση προετοιμασίας των κολυμβητών αλλά και την αντικειμενική επίδραση στους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η επίτευξη του προγραμματισμένου αποτελέσματος.

Ο χρόνος και τα οικονομικά μέσα τα οποία χρειάζονται για την επίτευξη του υψηλού αθλητισμού είναι σε διαρκή ανάπτυξη. Αυτή η δυναμική μπορεί να επιβραδυνθεί ή να σταματήσει μόνο εάν η προπόνηση γίνει αποτελεσματική και οικονομική, γεγονός το οποίο απαιτεί τη συλλογή μεγάλου αριθμού πληροφοριών οι οποίες με συστηματικό και διαρκή τρόπο συγκεντρώνονται.

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής θα μας οδηγήσουν σε χρήσιμες πληροφορίες για την επίδραση διαφορετικών διαστημάτων ξεκούρασης σε επαναλαμβανόμενες αποστάσεις μέγιστης έντασης υπό μορφή άπνοιας και με διαφορετικό διάλειμμα. Επίσης, θα διαπιστωθεί εάν το τεστ των 4χ50μ ελεύθερου στις εξεταζόμενες συνθήκες είναι κατάλληλο για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος. Οι πληροφορίες αυτές θα δώσουν μεγάλη πρακτική χρησιμότητα στην προπόνηση άπνοιας στην κολύμβηση.

Η μελέτη των φυσιολογικών και μηχανικών παραμέτρων του κολυμβητή στα πλαίσια αγώνων ή προπόνησης αποτελεί σημαντικό παράγοντα επίτευξης υψηλών επιδόσεων και μεγιστοποίησης της αποδοτικότητάς του. Η λεπτομερής ανάλυσή τους, αποσκοπεί στην διεξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σε επιστημονικό επίπεδο και βοηθάει στον προσανατολισμό και προσδιορισμό του έργου του προπονητή αναφορικά με τις ανάγκες των κολυμβητών του.

## 1.5 Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώνονται σε αυτή την εργασία είναι τα εξής:

- Ποιες είναι οι επιδράσεις στην καρδιακή συχνότητα και το χρόνο επίδοσης των μέγιστων επαναλαμβανόμενων προσπαθειών που γίνονται με τη χρήση: α) άπνοιας και κανονικής κολύμβησης ελευθέρου και β) κανονικής κολύμβησης ελεύθερου μόνο, στους αθλητές/τριες;
- Με ποιόν τρόπο κολύμβησης, δηλαδή σταθερού διαλείμματος ή μειούμενου μεικτού χρόνου στο τεστ των 4x50μ ελευθέρου είδους κολύμβησης επιτυγχάνεται μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος;
- Ποιές είναι οι διαφορές στην αποτελεσματικότητα της κολύμβησης με διαφορετικό διάλειμμα αποκατάστασης, δηλαδή σταθερού διαλείμματος ή σταδιακά μειούμενου μεικτού χρόνου;

## 1.6 Ερευνητικές υποθέσεις

Επομένως, με βάση τις μέχρι τώρα έρευνες της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, τον προβληματισμό, το αντικείμενο και γενικά το σκοπό στα πλαίσια αυτής της έρευνας, η μηδενική υπόθεση μπορεί να διατυπωθεί ως εξής:

**H<sub>0</sub>:** Η μέγιστη παραγωγή γαλακτικού, η καρδιακή συχνότητα, και οι παράμετροί τους δεν θα παρουσιάσουν διαφορές στους τέσσερις διαφορετικούς τρόπους κολύμβησης δηλαδή με μειούμενο μικτό χρόνο και με σταθερό διάλειμμα, με ελεύθερο είδος κολύμβησης και με κολύμβηση με άπνοια.

## 1.7 Μεταβλητές

### 1.7.1 Ανεξάρτητες μεταβλητές

Ως ανεξάρτητες μεταβλητές στην παρούσα μελέτη παίρνουμε:

1. Τη χρονική διάρκεια του διαλείμματος ανάμεσα σε κάθε 50αρι, δηλαδή το σταθερό διάλειμμα και τον σταδιακά μειούμενο μικτό χρόνο κολύμβησης.
2. Η κανονική κολύμβηση ελευθέρου είδους και κολύμβηση με άπνοια στα πρώτα 14 - 15μ μέτρα με υποβρύχιους δελφινισμούς στην αρχή κάθε 50μ και τα υπόλοιπα μέτρα με κανονικό ελεύθερο είδος κολύμβησης μέγιστης έντασης.

### 1.7.2 Εξαρτημένες μεταβλητές

Ως εξαρτημένες μεταβλητές στην παρούσα έρευνα λαμβάνουμε της εξής:

1. Η μέγιστη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα,

2. Η καρδιακή συχνότητα,
3. Ο χρόνος για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού,
4. Ο χρόνος επίδοσης στα 4χ50μ ελεύθερου είδους κολύμβησης,
5. Ο δείκτης της καρδιακής συχνότητας προς τη μέση ταχύτητα στο τεστ των 4χ50μ ελεύθερου είδους,
6. Ο δείκτης της μέγιστης παραγωγής γαλακτικού προς τη μέση ταχύτητα στο τεστ των 4χ50μ ελεύθερου είδους και
7. Ο δείκτης της καρδιακής συχνότητας προς τη μέγιστη τιμή παραγωγής γαλακτικού.

### **1.8 Οριοθετήσεις**

Στην παρούσα έρευνα είναι απαραίτητο να διευκρινιστούν ορισμένες οριοθετήσεις οι οποίες είναι το είδος κολύμβησης, το κολυμβητικό επίπεδο των αθλητών το οποίο ήταν υψηλό καθώς και η προπονητική ηλικία. Όλες οι μετρήσεις έγιναν σε ανοιχτή πισίνα 50 μέτρων.

### **1.9 Περιορισμοί**

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν θα μπορούν να γενικευτούν σε όλα τα είδη της κολύμβησης και σε όλες τις κατηγορίες των κολυμβητών εφόσον ερευνήσαμε μόνο κολυμβητές ταχύτητας υψηλού επιπέδου.

### **1.10 Διευκρίνιση όρων**

**Άπνοια:** Η εκτέλεση μέγιστης κολυμβητικής προσπάθειας χωρίς αναπνοή.

**Μειούμενος μεικτός χρόνος διαλείμματος:** Το μειούμενο διάλειμμα είναι μεικτός χρόνος για το πρώτο 50άρι 1΄ και 45΄΄, για το δεύτερο 50άρι 1΄ και 20΄΄ και για το τρίτο 50άρι 1΄.

**Σταθερό διάλειμμα:** Το σταθερό διάλειμμα ήταν 10΄΄ ανάμεσα σε κάθε 50άρι.

**Υποβρύχιοι δελφινισμοί:** Η δελφινοειδής κίνηση του σώματος κάτω από το νερό από την εκκίνηση μέχρι την έξοδο του κολυμβητή στην επιφάνεια.

## ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται αναφορά στους φυσιολογικούς και ενεργειακούς μηχανισμούς που συμμετέχουν στην άσκηση. Οι προσαρμογές που απαιτούνται για την βελτίωση της απόδοσης εξαρτώνται από ποικίλους παράγοντες. Η προπόνηση έχει ως στόχο να αυξήσει την αερόβια και την αναερόβια γαλακτική και αγαλακτική ικανότητα των ασκουμένων ανάλογα με το είδος, τη διάρκεια και τη συχνότητα και το γαλακτικό οξύ ως δείκτες που επιδρούν στα φυσιολογικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά και συμβάλλουν στη μεγιστοποίηση της απόδοσης των αθλητών.

### 2.1 Άπνοια

Η προπόνηση άπνοιας συνεχίζει να είναι δημοφιλής στους αθλητές αγωνιστικής κολύμβησης ίσως γιατί παράγει άλλα ακαθόριστα για την ώρα προπονητικά αποτελέσματα. Ίσως η δυσκολία της κολύμβησης με περιορισμένη αναπνοή να αρέσει στους προπονητές και τους αθλητές λόγω της προσπάθειας και της πειθαρχίας που απαιτείται. Ορισμένοι προπονητές ισχυρίζονται πως η προπόνηση που καταπονεί σε τέτοιο βαθμό, οφείλει να προσφέρει τελικά κάτι στον κολυμβητή.

Κάποιοι θα μπορούσε να επισημάνει πως περιορίζοντας την αναπνοή μπορεί να μειώσει το συνολικό αποτέλεσμα της αερόβιας άσκησης. Όταν αναπνέουν λιγότερο κατά τη διάρκεια μακρών αποστάσεων ή μακρών επαναληπτικών συνόλων, οι κολυμβητές πρέπει αναγκαστικά να κολυμπούν πιο αργά ώστε το **pH** του μυ να μη μειώνεται πολύ νωρίς (Van Ness & Town, 1989). Η ελεγχόμενη παροχή οξυγόνου είναι η οξειδωση σε χαμηλότερες ταχύτητες. Σαν αποτέλεσμα, προσπαθώντας να καλύψουν μια μεγαλύτερη απόσταση με μειωμένη αναπνοή, οι αθλητές θα πρέπει να κολυμπούν πιο αργά από ότι αν ανέπνεαν κανονικά. Αυτή η κατάσταση θα μπορούσε να οδηγήσει σε τουλάχιστον μια ανεπιθύμητη φυσική αντίδραση. Θα κολυμπούν πιο αργά από ότι θα μπορούσαν να κολυμπήσουν, έτσι ο ρυθμός τους θα είναι λιγότερο αγωνιστικός. Αν προσπαθήσουν να κολυμπήσουν στην κανονική προπονητική τους ταχύτητα, θα δημιουργηθεί συχνή και έντονη οξειδωση που μπορεί να βλάψει τον μυθικό ιστό με μεγαλύτερη συχνότητα από ότι μπορεί να επανέλθει. Σε βάθος χρόνου θα αντιμετωπίσουν μείωση της δύναμης, της ταχύτητας και της αντοχής (Maglischo, 2003).

Κατά τη διάρκεια τόσο της στατικής (Joulia et al., 1992) όσο και της δυναμικής άπνοιας (Ferretti et al., 1991; Joulia et al., 2002; 2003; Anderson et al., 2004), παρατηρείται αύξηση στη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα, ένδειξη πως έχουμε μετάβαση από τον αερόβιο στον αναερόβιο μεταβολισμό λόγω της μειωμένης περιφερικής μεταφοράς οξυγόνου που προκαλείται από την έντονη αγγειοσυστολή στην περιφέρεια.

Από την άλλη μεριά, άτομα με μακροχρόνια εμπειρία σε δραστηριότητες άπνοιας (7-10 χρόνια) παρουσιάζουν μικρότερη ή και ανύπαρκτη γαλακτική οξέωση μετά από στατική και δυναμική άπνοια σε σύγκριση με άπειρα άτομα

(Joulia et al., 2002). Η εφαρμογή ενός προπονητικού προγράμματος που περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενες δυναμικές άπνοιες, 3 φορές την εβδομάδα, από μια ώρα την κάθε φορά, για τρεις μήνες σε αθλητές αντοχής χωρίς προηγούμενη εμπειρία σε δραστηριότητες άπνοιας είχε ως αποτέλεσμα να περιορίσει τη γαλακτική οξέωση όπως αυτή προσδιορίστηκε από τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο πλάσμα και το pH τόσο στη στατική όσο και τη δυναμική άπνοια (Joulia et al., 2003). Η παραπάνω μεταβολή στη συγκέντρωση του γαλακτικού έχει παρομοιαστεί από τους ερευνητές με το παράδοξο του γαλακτικού οξέος μετά από εγκλιματισμό σε έντονο υψόμετρο.

Ο Town και οι συνεργάτες του (1990) μέτρησαν τη συσσώρευση γαλακτικού οξέος στο αίμα και τις μεταβολικές αντιδράσεις σε προπονημένους κολυμβητές κατά την προσδεμένη κολύμβηση με μοντέλο αναπνοής: κάθε 2, 4, 6, 8 χεριές μία αναπνοή. Χρησιμοποίησε υπομέγιστες δοκιμασίες διάρκειας 4 λεπτών στο 80% της μέγιστης αντίστασής των με προσδεμένη κολύμβηση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ελεγχόμενη συχνότητα αναπνοής δεν επηρεάζει το γαλακτικό οξύ.

Επίσης, ο West και οι συνεργάτες του (2005) εφάρμοσαν το ίδιο πρωτόκολλο έρευνας και μέτρησαν την επιρροή της ελεγχόμενης συχνότητας αναπνοής στο γαλακτικό οξύ κατά την κολύμβηση αυξανόμενης έντασης (55-65-75-85% της μέγιστης έντασης). Χρησιμοποίησαν ένα πρωτόκολλο ελεύθερης κολύμβησης για τον προσδιορισμό του γαλακτικού οξέος και της καρδιακής συχνότητας στην ελεγχόμενη αναπνοή, και ένα πρωτόκολλο προσδεμένης κολύμβησης για τον προσδιορισμό του γαλακτικού οξέος, της καρδιακής συχνότητας και αναπνευστικών αποκρίσεων στην ελεγχόμενη αναπνοή. Τα υποκείμενα κολύμπησαν 4 τρίλεπτα με ένταση 55, 65, 75 και 85% της μέγιστης, αναπνέοντας κάθε οκτώ χεριές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ελεγχόμενη συχνότητα αναπνοής δεν αυξάνει τα επίπεδα του γαλακτικού στην προσδεμένη κολύμβηση.

Κάποιοι ερευνητές θα μπορούσαν να υποστηρίξουν ότι ο περιορισμός της αναπνοής μπορεί να μειώσει την ολική επίδραση της αερόβιας προπόνησης. Όταν αναπνέουν λιγότερο κατά τη διάρκεια μεγάλης διάρκειας κολύμβησης ή μεγάλων σετ επαναλήψεων οι κολυμβητές θα πρέπει αναγκαστικά να κολυμπήσουν πιο αργά ώστε το μυϊκό pH τους να μη μειωθεί πολύ νωρίς (Van Ness & Town, 1989). Μια περιορισμένη παροχή οξυγόνου θα προκαλέσει περισσότερη παραγωγή γαλακτικού οξέος, το οποίο θα προκαλέσει μεγαλύτερη οξείδωση σε πιο αργές ταχύτητες.

Οι υπολογισμοί δείχνουν ότι οι κολυμβητές για να αναπτύξουν την ικανότητά τους να κολυμπούν με λιγότερες αναπνοές, χρειάζονται μόνο μερικές εβδομάδες προπόνησης στο κράτημα της αναπνοής για να μειωθεί η ορμή για αναπνοή από την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στους ιστούς.

Τα προγράμματα των κολυμβητών ταχύτητας του ελευθέρου θα πρέπει να περιλαμβάνουν προπόνηση που θα επιτρέψουν στους κολυμβητές να παίρνουν λιγότερες αναπνοές κατά τη διάρκεια των αγωνισμάτων ταχύτητας ώστε να τους βοηθήσει να μείνουν για μεγαλύτερη απόσταση κάτω από το νερό μετά την εκκίνηση και μετά από κάθε στροφή (Maglischo, 2003).

## 2.2. Φυσιολογικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους φυσιολογικούς και ενεργειακούς μηχανισμούς που συμμετέχουν στην άσκηση. Οι προσαρμογές που απαιτούνται για τη βελτίωση της απόδοσης εξαρτώνται από ποικίλους παράγοντες. Είναι γνωστό ότι η προπόνηση έχει ως στόχο να αυξήσει την αερόβια και την αναερόβια γαλακτική και αγαλακτική ικανότητα των ασκουμένων ανάλογα με το είδος, τη διάρκεια και τη συχνότητα του αθλήματος. Οι παράγοντες που θα συζητηθούν είναι η καρδιακή συχνότητα και το γαλακτικό οξύ ως δείκτες που επιδρούν στα φυσιολογικά και ενεργειακά χαρακτηριστικά και συμβάλλουν στη μεγιστοποίηση της απόδοσης των αθλητών.

### 2.2.1 Καρδιακή συχνότητα

Ποικίλες είναι οι έρευνες που παρουσιάζουν την καρδιακή συχνότητα ως έναν έγκυρο δείκτη εντάσεως της άσκησης η οποία προσδιορίζει ορισμένες παραμέτρους της λειτουργίας του οργανισμού. Η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας συμβάλλει στην αξιολόγηση της αποδοτικότητας του καρδιαγγειακού συστήματος. Επίσης αξιολογείται η προσπάθεια του κολυμβητή για ορισμένο έργο και η φυσική του κατάσταση. Σε έναν καλά προπονημένο αθλητή, οι καρδιακοί παλμοί σε ηρεμία θα είναι σαφώς χαμηλότεροι από έναν απροπόνητο. Τέλος, με τη μέτρηση των καρδιακών παλμών ελέγχεται τυχόν κόπωση ή αδιαθεσία του ασκούμενου (Κλεισούρας, 1997).

Πιθανοί λόγοι που μπορεί να ευθύνονται γιατί η καρδιακή συχνότητα είναι χαμηλότερη στην κολύμβηση απ' ότι στα άλλα αθλήματα είναι ότι οι κολυμβητές βρίσκονται σε οριζόντια θέση και επομένως δεν χρειάζεται η καρδιά τους να δουλεύει τόσο σκληρά για να στείλει αίμα στα πόδια ή η δροσιστική επίδραση του νερού μειώνει τη θερμοκρασία του σώματος και ελαττώνει την αφυδάτωση μειώνοντας την πίεση στο κυκλοφορικό σύστημα. Οι Ueda & Kurokawa (1991) εξέτασαν την αξιοπιστία της καρδιακής συχνότητας και της βαθμονόμησης της αντιλαμβανόμενης προσπάθειας, ως δείκτες της έντασης της άσκησης. Βρήκαν ότι η εφαρμογή της καρδιακής συχνότητας είναι περισσότερο αξιόπιστη από την κλίμακα της αντιλαμβανόμενης προσπάθειας (RPE) για την εκτίμηση της προπονητικής έντασης κατά τη διάρκεια της κολύμβησης.

Καρδιακή συχνότητα είναι η συχνότητα με την οποία η καρδιά συσπάται κατά τη διάρκεια ενός λεπτού (Maglisch, 2003). Η καρδιακή συχνότητα στην ηρεμία κυμαίνεται από 60 έως 80 παλμούς το λεπτό για τα αγύμναστα άτομα και για τους γυμνασμένους αθλητές τίνει να είναι σημαντικά χαμηλότερη σε ηρεμία συνήθως μεταξύ των 30 και 50 παλμούς το λεπτό (bpm), διότι η καρδιακή συχνότητα στην ηρεμία μειώνεται με την προπόνηση. Αποτελεί έναν δείκτη έντασης της άσκησης και προσδιορίζει ορισμένες παραμέτρους της λειτουργίας του οργανισμού. Η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας συμβάλλει στην αξιολόγηση της αποδοτικότητας του καρδιαγγειακού συστήματος. Έχοντας λίγους παλμούς συνεπάγεται και αύξηση της δύναμης του καρδιακού μυός. Επίσης, αξιολογείται η προσπάθεια του κολυμβητή για ορισμένο έργο και η

φυσική κατάστασή του. Ακόμη, η μέτρηση των καρδιακών παλμών ελέγχεται τυχόν κόπωση ή αδιαθεσία του ασκουμένου (Κλεισούρας, 1997).

Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα του καθενός από εμάς είναι συνήθως μεταξύ 180 και 220 μέγιστος αριθμός των παλμών που η καρδιά χτυπάει κάθε λεπτό. Η κληρονομικότητα προφανώς καθορίζει την ατομική μέγιστη καρδιακή συχνότητα η οποία μειώνεται με την ηλικία. Η ζώνη της μέγιστης καρδιακής συχνότητας ποικίλει σημαντικά ανάμεσα στα άτομα καθώς μεγαλώνουν. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα των 40 χρόνων κυμαίνεται μεταξύ 156 και 204 παλμούς το λεπτό (bpm) (Wilmore & Costill, 1999). Συνεπώς, ο υπολογισμός της μέγιστης καρδιακής συχνότητας δεν είναι αρκετά ακριβής για να χρησιμοποιηθεί στην προπόνηση των κολυμβητών. Μια συσκευή μέτρησης της καρδιακής συχνότητας του εμπορίου που υπολογίζει τη μέγιστη καρδιακή συχνότητα είναι η πιο ακριβής που γίνονται σε μερικά δευτερόλεπτα.

Κατά την προπονητική διαδικασία μια σημαντική προσαρμογή της καρδιάς ενός αθλητή είναι η βραδυκαρδία. Με την άσκηση σταθεροποιείται σε χαμηλότερα επίπεδα η καρδιακή συχνότητα κατά τη σωματική ηρεμία. Όσο η προπόνηση είναι συχνή και παρατεταμένη τόσο γίνεται αισθητή η βραδυκαρδία, συνεπώς η αργή συχνότητα των χτύπων της καρδιάς επιτυγχάνεται όσο υψηλότερη είναι η συνολική ενεργειακή δαπάνη. Έτσι με λιγότερους καρδιακούς παλμούς διοχετεύεται στο λεπτό περισσότερο αίμα και η οικονομία είναι μεγαλύτερη (Klissouras, 1997).

Σε έρευνα του Hauber και των συνεργατών του (1997), μετρήθηκε σε αθλητές κολύμβησης η σχέση ανάμεσα στην καρδιακή συχνότητα και την κορύφωση της πρόσληψης οξυγόνου σε τρέξιμο σε διάδρομο και σε ελεύθερη κολύμβηση και έδειξαν ότι η σχέση αυτή μπορεί να προβλεφθεί από την ιδέα του τρεξίματος.

Γενικά, επικρατεί η αντίληψη ότι η βραδυκαρδία αυξάνεται με τη δυναμική άπνοια. Χαρακτηριστικά, στην έρευνά τους οι Stromme et al., (1970) εξέτασαν την απνοιακή βραδυκαρδία τόσο στην ηρεμία όσο και κατά τη διάρκεια δυναμικής άσκησης και βρέθηκε ότι ο βαθμός της βραδυκαρδίας ήταν εντονότερος κατά τη διάρκεια δυναμικής άπνοιας. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με τα ευρήματα των Butler et al., (1987), Smeland et al., (1984) και Finley et al., (1979) με τη διαφορά ότι ο πειραματικός σχεδιασμός των Butler et al., (1987) περιλάμβανε άπνοια με βύθιση ολόκληρου του σώματος μέσα στο νερό με υποβρύχια κολύμβηση, ενώ των Smeland et al., (1984) και Finley et al., (1979) αποτελούσαν από στατική και δυναμική άπνοια με βύθιση μόνο του προσώπου.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι στις παραπάνω έρευνες, η ένταση της δυναμικής άσκησης ήταν μέτρια κατά συνέπεια δε γνωρίζουμε αν σε μεγαλύτερη ένταση άσκησης το αντανακλαστικό της κατάδυσης θα μπορέσει να εκδηλωθεί και να εξουδετερώσει την ταχυκαρδία της άσκησης.

## 2.2.2 Καρδιακή συχνότητα ηρεμίας

Η καρδιακή συχνότητα ηρεμίας των καλά προπονημένων αθλητών είναι κοντά στους 30 με 70 παλμούς το λεπτό (bpm), ενώ των μη προπονημένων ατόμων βρίσκεται στο εύρος των 60 με 80 παλμών το λεπτό (bpm). Η προπόνηση προκαλεί μια μείωση στην καρδιακή συχνότητα ηρεμίας και αύξηση του όγκου της καρδιάς των αθλητών και την ενδυνάμωσή της. Επομένως, λιγότεροι παλμοί μπορούν να παράγουν την ποσότητα του αίματος που χρειάζεται το αίμα τους στην ηρεμία (Maglisco 2003).

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των επιδράσεων της προπόνησης στον όγκο παλμού της καρδιάς. Η καρδιακή συχνότητα ηρεμίας είναι καλύτερη για τη μέτρηση των βελτιώσεων στη φυσική κατάσταση καθώς οι αθλητές μεταβαίνουν από την απροπόνητη στην προπονημένη κατάσταση (Uusitalo, Uusitalo & Rusko, 1998). Όταν έχουν μια αρκετά καλή φυσική κατάσταση, άλλες πιο ευαίσθητες δοκιμασίες θα χρειαστούν για την αξιολόγηση των περαιτέρω αλλαγών στη φυσική κατάσταση.

Η καρδιακή συχνότητα ηρεμίας προσφέρει έναν αποτελεσματικό τρόπο για τον έλεγχο της πιθανότητας υπερπροπόνησης ή μιας επικειμένης ασθενείας. Όταν χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αποτυχίας των προσαρμογών οι αθλητές θα πρέπει να μετρώνε την καρδιακή συχνότητα ηρεμίας κάτω από τις ίδιες συνθήκες κάθε ημέρα για να μειώσουν την επίδραση της επιρροής των μη προπονητικών παραγόντων. Οι περισσότεροι προτείνουν τη μέτρηση της καρδιακής συχνότητας ηρεμίας κάθε πρωί με το ξύπνημα και πριν σηκωθούν από το κρεβάτι.

Μια άλλη διαδικασία είναι να μετρούν την καρδιακή συχνότητα ηρεμίας τους καθημερινά ακριβώς πριν από την προπόνηση. Οι αθλητές θα πρέπει να ξεκουράζονται για 5 με 10 λεπτά προτού μετρήσουν για να μειώσουν τις επιδράσεις των εξωτερικών παραγόντων.

## 2.2.3 Μέγιστη καρδιακή συχνότητα

Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα έχει ένα εύρος μεταξύ των 175 και 220 χτύπων ανά λεπτό. Η συχνότητα δεν αλλάζει αισθητά με την προπόνηση. Έχει την τάση να μειώνεται με την ηλικία και να είναι υψηλότερη στα παιδιά, να μειώνεται κατά τη διάρκεια της εφηβείας και της ενηλικίωσης. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα δεν παρέχει χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με τις αλλαγές της φυσικής κατάστασης (Uusitalo & Rusko, 1998). Κάθε αθλητής θα πρέπει να γνωρίζει τη μέγιστη καρδιακή συχνότητά του διότι αυτή η πληροφορία πιθανόν κάνει πιο ακριβείς καθορισμούς του εύρους της καρδιακής συχνότητας για την υπομέγιστη άσκηση. Μια δημοφιλής μέθοδος είναι η αφαίρεση της ηλικίας του αθλητή από τη μέγιστη τιμή των 220 παλμών (bpm). Η πιο ακριβή μέθοδος για τον καθορισμό της μέγιστης καρδιακής συχνότητας είναι η χρησιμοποίηση μίας από τις αρκετές συσκευές παρακολούθησης που μπορούν να μετρήσουν την καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια της κολύμβησης. Ένα άτομο θα έχει χαμηλότερη μέγιστη καρδιακή συχνότητα όταν κολυμπάει από ότι όταν



γυμνάζεται στην ξηρά. Η συχνότητες στην κολύμβηση θα είναι μεταξύ 10 -15 bpm από αυτές που μπορεί να επιτύχει κατά τη διάρκεια ασκήσεων στην ξηρά για όλο το σώμα (Di Carlo et al., 1991; McArdle et al., 1978).

Οι αθλητές θα πρέπει να μετράνε την καρδιακή τους συχνότητα μετά από αρκετές μέγιστες προσπάθειες μέχρι να είναι ικανοποιημένοι ότι έχουν καθορίσει την πραγματική μέγιστη συχνότητα που μπορούν να πετύχουν. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα θα πρέπει να καταγράφεται ως η υψηλότερη συχνότητα που ένας συγκεκριμένος κολυμβητής μπορεί να αναπαράγει αρκετές φορές κατά τη διάρκεια της περιόδου μέτρησης. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα δε σημαίνει και μέγιστη ταχύτητα.

#### **2.2.4 Υπομέγιστη καρδιακή συχνότητα**

Η υπομέγιστη καρδιακή συχνότητα υπομέγιστων προσπαθειών μπορεί να παρέχει ένα εξαιρετικό εργαλείο για:

1. τη μέτρηση των αλλαγών στην αερόβια ικανότητα και στην αερόβια και αναερόβια μυϊκή αντοχή και
2. τη μέτρηση της έντασης της άσκησης.

Η μείωση της καρδιακής συχνότητας σε υπομέγιστες κολυμβητικές ταχύτητες μπορεί να παρέχει μια καλή ένδειξη ότι η αερόβια ικανότητα έχει βελτιωθεί. Σε αργές ταχύτητες, οι εξωγενείς παράγοντες όπως το άγχος, η θερμοκρασία του νερού και του αέρα και η υγρασία μπορούν να επηρεάσουν την καρδιακή συχνότητα ενώ αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν λιγότερο την καρδιακή συχνότητα σε πιο γρήγορες ταχύτητες. Οι καρδιακές συχνότητες σε ένα εύρος μεταξύ 120 και 140 χτύπων (bpm) υποδεικνύουν χαμηλή με μέτρια κολυμβητική ένταση.

Οι διακυμάνσεις της καρδιακής συχνότητας έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι εύκολες στην κατανόηση και χρήσιμες για τον καθορισμό των προπονητικών ταχυτήτων. Ένα εύρος καρδιακής συχνότητας των 20 χτύπων (bpm) μπορεί εύκολα να εμπεριέχει προπονητικές εντάσεις που διαφέρουν από εύκολη σε μέτρια ή από μέτρια σε υψηλή.

Ένα άλλο πρόβλημα με τις διακυμάνσεις έχει να κάνει με τη μεγάλη απόκλιση στη μέγιστη καρδιακή συχνότητα ανάμεσα στους διάφορους αθλητές.

Επειδή η καρδιακή συχνότητα στερείται ακριβείας στις υψηλότερες διακυμάνσεις, άλλες μέθοδοι έχουν προταθεί για τον καθορισμό των προπονητικών εντάσεων. Σύμφωνα με τον Maglisco, ο Karvonen και οι συνεργάτες του (1957) έχουν προτείνει μια διαδικασία που περιλαμβάνει την καρδιακή συχνότητα ηρεμίας όταν υπολογίζεται η προπονητική ένταση ως ποσοστό της μέγιστης συχνότητας. Ανέπτυξε αυτή τη διαδικασία που ονομάζεται τύπος αποθέματος καρδιακής συχνότητας διότι πίστευε ότι ήταν πιο ακριβής. Αυτή βασιζόταν στην προπόνηση σε ένα ποσοστό της διαφοράς μεταξύ της μέγιστης καρδιακής συχνότητας και της ηρεμίας.

### 2.2.5 Καρδιακή συχνότητα αποθεραπείας

Ο χρόνος που χρειάζεται να επιστρέψει η καρδιακή συχνότητα των αθλητών στα επίπεδα ηρεμίας μετά την άσκηση, έχει θεωρηθεί μια εξαιρετική μέτρηση των προσαρμογών της προπόνησης. Η αποτελεσματική προπόνηση αυξάνει το ρυθμό της μείωσης στην καρδιακή συχνότητα μετά την ολοκλήρωση της άσκησης. Η καρδιακή συχνότητα αποθεραπείας παρέχει ένα εξαιρετικό μέσο για την παρακολούθηση των επιδόσεων της προπόνησης στη φυσική κατάσταση των αθλητών. Οι πιο σημαντικές συνθήκες που θα πρέπει να υπάρχουν όταν χρησιμοποιείται η καρδιακή συχνότητα αποθεραπείας είναι ότι (Maglischo 2003):

- η άσκηση είναι αρκετή για να προκαλέσει μια σημαντική ποσότητα κόπωσης,
- η άσκηση είναι η ίδια από δοκιμασία σε δοκιμασία,
- γίνεται μέτρηση της καρδιακής συχνότητας αποθεραπείας στα ίδια διαστήματα μετά την ολοκλήρωση της άσκησης,
- η καρδιακή συχνότητα αποθεραπείας μετριέται με τον ίδιο τρόπο από δοκιμασία σε δοκιμασία και
- η περίοδος θεραπείας είναι παθητική.

Η άσκηση θα πρέπει να είναι αρκετά έντονη για να δημιουργήσει μια σχετική κόπωση έτσι ώστε διαφορές στον χρόνο αποθεραπείας να είναι εμφανείς καθώς βελτιώνεται η φυσική κατάσταση.

Όταν χρησιμοποιείται η καρδιακή συχνότητα αποθεραπείας για την παρακολούθηση των επιδράσεων της προπόνησης, δεν είναι απαραίτητο να περιμένει κανείς μέχρι να επιστρέψει η καρδιακή συχνότητα του αθλητή στα κανονικά επίπεδα ηρεμίας.

Για τη μείωση του σφάλματος, η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας αποθεραπείας μετριέται συνήθως για 15 με 30 δευτερόλεπτα αρχίζοντας το μετρίεται στα 30 με 45 δευτερόλεπτα μετά το τέλος της άσκησης, όταν η περίοδος αποθεραπείας έχει διάρκεια 1λεπτό.

Η παθητική αποθεραπεία προκαλεί τη μείωση της καρδιακής συχνότητας πιο γρήγορα από την ενεργητική αποθεραπεία, δεν απομακρύνει το γαλακτικό οξύ από τους μυς όσο η ενεργητική αποθεραπεία. Επομένως αν και η καρδιακή συχνότητα μειώνεται πιο γρήγορα, ο πραγματικός συσσωρευτής της κόπωσης, το γαλακτικό οξύ, απομακρύνεται πιο αργά.

Οι έρευνες δεν έχουν αποδείξει γιατί η προπόνηση προκαλεί τη γρήγορη αποθεραπεία της καρδιακής συχνότητας προς τα επίπεδα της ηρεμίας, μόνο ότι το κάνει. Ο λόγος θα μπορούσε να είναι το pH των μυών και του αίματος αποκαθίστανται πιο γρήγορα μετά την προπόνηση και αυτό φαίνεται από τη μείωση της καρδιακής συχνότητας εάν ακολουθούν διαδικασίες παθητικής αποθεραπείας.

### 2.3 Γαλακτικό οξύ

Το γαλακτικό οξύ αποτελεί το τελικό προϊόν της αναερόβιας γλυκόλυσης. Παράγεται στα μυϊκά κύτταρα έπειτα από έντονη άσκηση και στη συνέχεια

διαχέεται στο αίμα. Η μέγιστη συγκέντρωση στο αίμα παρατηρείται λίγα λεπτά μετά τη λήξη της άσκησης και είναι εξαρτημένη από: α) το ρυθμό παραγωγής του γαλακτικού οξέος στα μυϊκά κύτταρα, β) το ρυθμό διάχυσης του από τα κύτταρα στο αίμα, γ) το ρυθμό απομάκρυνσης του από το αίμα και δ) το βαθμό εξουδετέρωσης του από τα ρυθμιστικά συστήματα του αίματος. Ο ρυθμός παραγωγής γαλακτικού οξέος εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες όπως τα χαρακτηριστικά της άσκησης (είδος, ένταση, διάρκεια και συχνότητα εκτέλεσης) την κατάσταση του οργανισμού, τη μυϊκή μάζα και τις συνθήκες του φυσικού περιβάλλοντος κάτω από τις οποίες γίνεται η άσκηση (Κλεισούρας, 1997).

Όσο αυξάνεται η ένταση τόσο αυξάνεται και η παραγωγή του γαλακτικού οξέος, ωστόσο η έντονη άσκηση πρέπει να έχει μια ορισμένη διάρκεια να μην είναι μικρότερη από ένα λεπτό και να μην διαρκεί περισσότερο από πέντε λεπτά (Karlsson, 1971). Όταν η έντονη μυϊκή προσπάθεια διαρκεί λίγα δευτερόλεπτα δεν υπάρχει παραγωγή γαλακτικού οξέος, ωστόσο όταν δεν ξεπερνά τα 30'' η συγκέντρωση του δεν είναι μέγιστη (Ceretelli & Ambrosoli, 1973). Σε παρατεταμένες έντονες προσπάθειες η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος αυξάνεται στα πρώτα 5 με 10 λεπτά και στη συνέχεια επανέρχεται βαθμιαία σε κατάσταση ηρεμίας (Hermansen & Stensvold, 1972). Η τιμή του γαλακτικού οξέος μετρείται με τη λήψη μικρής ποσότητας αίματος από το δάκτυλο του χεριού ή από τον λοβό του αυτιού. Επίσης, η παραγωγή του γαλακτικού οξέος εξαρτάται από: α) τις μυϊκές ομάδες που συμμετέχουν στην άσκηση β) από το περιβάλλον της άσκησης (ψυχρό ή θερμό), γ) το υψόμετρο, δ) την προθέρμανση πριν την άσκηση των μυϊκών ομάδων, ε) την ηλικία. Σε παιδιά ηλικίας 11 έως 13 ετών παρατηρήθηκε μειωμένη παραγωγή γαλακτικού οξέος λόγω της χαμηλής συγκέντρωσης του ενζύμου φωσφοφρουκτοκινάσης, ένζυμο απαραίτητο της αναερόβιας γλυκόλυσης (Κλεισούρας, 1997).

Η μέτρησή του προσφέρει πολλές πληροφορίες για την επίδραση της άσκησης στο μεταβολισμό και αποτελεί χρήσιμο δείκτη του αναερόβιου μεταβολισμού και της σχετικής έντασης της άσκησης.

Οι μετρήσεις της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα έχουν γίνει συνήθως πρακτική διάγνωσης του προπονητικού ελέγχου στην αγωνιστική κολύμβηση. Πολλές μελέτες εξέτασαν τη σχέση ανάμεσα στη συγκέντρωση του γαλακτικού και την κολυμβητική ταχύτητα για να προσδιορίσουν τις κατάλληλες κολυμβητικές εντάσεις για την προπόνηση (Sawka et al. 1978; Chatard et al. 1988) και τον αγώνα, έτσι ώστε να οδηγήσουν τον κολυμβητή στην προσαρμογή του σε προπονητικά προγράμματα (Mader et al. 1978; Keskinen et al. 1989; Ryan et al. 1990; Costill 1992; Pelayo, 1996).

Οι έρευνες του Maglischo και των συνεργατών του (2003) και των Smith, Norris & Hogg (2002) αναφέρουν ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα μεγαλώνει η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα. Οι Sharp, Vitelli, Costill & Hopkins (1984) υποστηρίζουν ότι η καρδιακή συχνότητα και το γαλακτικό οξύ δρούν παράλληλα και προκαλούν αλλαγές στην απόδοση των κολυμβητών.

Στην έρευνα του ο Pelayo και οι συνεργάτες του (1996) συμπέραναν ότι οι ποσοστιαίες συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος στο αίμα αυξήθηκαν ύστερα από αερόβια προπόνηση 10 εβδομάδων και συσχετίστηκαν με εντάσεις κοντά στο γαλακτικό κατώφλι και τη μέγιστη αερόβια ταχύτητα. Επίσης, μειώθηκαν ύστερα

από περίοδο αναερόβιας προπόνησης και συσχετίστηκαν αρνητικά με εντάσεις υψηλότερες της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας και μέγιστης ταχύτητας.

Η Avlonitou (1996) ανέφερε τιμές γαλακτικού οξέος μεταξύ 12.0 και 13.1 mmol/L για ενήλικους άνδρες και 10.5 με 12.6 mmol/L σε ενήλικες γυναίκες.

Οι μέγιστες τιμές γαλακτικού οξέος στο αίμα μετά από το σετ 4x50μ ελευθέρου ήταν παρόμοιες με εκείνες που καταγράφηκαν ύστερα από αγώνα 200μ ελευθέρου (Bonifazi et al. 1993), δηλώνοντας τις υψηλές εντάσεις αυτής της προσπάθειας. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι αυτό το πρωτόκολλο πολύ πιστά αναπαρήγαγε την αγωνιστική απόσταση των 200μ ελευθέρου, όπως είχαν προηγουμένως προτείνει ο Pelayo και οι συνεργάτες του (1996) και ο Alberty και οι συνεργάτες του (2003). Παρόλα αυτά, ο Tesch και οι συνεργάτες του (1978) σημειώνουν ότι η μείωση του pH του μυός στα τελευταία 50μέτρα, θα μπορούσε να είναι ένας υπεύθυνος παράγοντας στη λειτουργικότητα του μυός που προκαλεί κούραση (Aujouanett, 2004).

## 2.4 Αναερόβιος μεταβολισμός

Αναερόβιος μεταβολισμός χαρακτηρίζεται η ικανότητα του κυττάρου παραγωγής έργου μεγάλης ισχύος για σύντομο χρονικό διάστημα, κατά το οποίο η ενέργεια αντλείται από τους αναερόβιους μεταβολικούς μηχανισμούς (Medbo et al., 1988). Η ενέργεια προέρχεται από δυο μηχανισμούς που δεν χρειάζονται οξυγόνο για να λειτουργήσουν. Ο πρώτος επιστρατεύει τις φωσφορικές ενώσεις υψηλής ενεργειακής μορφής (ATP και PC) και ο δεύτερος επιστρατεύει την αναερόβια γλυκόλυση, η οποία καταλήγει στην παραγωγή του γαλακτικού οξέος που είναι παράγωγο της διάσπαση του μυϊκού γλυκογόνου.

Με τον όρο γλυκόλυση εννοούμε τη διάσπαση της γλυκόζης σε 2 μόρια πυροσταφυλικού οξέος. Το πυροσταφυλικό οξύ το οποίο παράγεται μπορεί να αναχθεί σε γαλακτικό οξύ οπότε μιλάμε για αναερόβια γλυκόλυση ή να μετατραπεί σε ακετυλο- ένζυμο A και να μπει στον κύκλο του Krebs οπότε μιλάμε για αερόβια γλυκόλυση. Σε υψηλές εντάσεις, ακόμα και όταν χρησιμοποιείται η φωσφοκρεατίνη (PC), ενεργοποιείται χωρίς καθυστέρηση (περίπου μετά από 5'') και ο δεύτερος τρόπος παραγωγής ενέργειας, ο αναερόβιος- γαλακτικός (αναερόβια γλυκόλυση), φτάνοντας τη μέγιστη ενεργοποίησή του μετά από 40''- 60''. Εκεί το γλυκογόνο των μυών μετατρέπεται σε γλυκόζη και χωρίς τη χρήση οξυγόνου μπορεί να παράγει ATP. Η παραγωγή ATP γίνεται σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα, και έτσι εξυπηρετείται η ανάγκη της έντονης αθλητικής δραστηριότητας. Όμως, το αντίτιμο είναι η αυξημένη ποσότητα γλυκογόνου που καταναλώνεται για αυτό το έργο.

## 2.5 Γλυκολυτικό σύστημα

Στη διάρκεια των πρώτων λεπτών της άσκησης όταν η ένταση της μυϊκής προσπάθειας είναι υψηλή, το σώμα δεν μπορεί να εφοδιάσει επαρκές οξυγόνο ώστε να αναδομήσει την απαιτούμενη ATP. Για να αναπληρώσουν, τόσο το

σύστημα διάσπασης ATP και PC όσο και το γλυκολυτικό σύστημα, αναδομούν ATP χωρίς τη βοήθεια οξυγόνου, μια διαδικασία που ονομάζεται αναερόβιος μεταβολισμός. Γλυκόλυση είναι η διάσπαση της μυϊκής ζάχαρης –γλυκογόνο- στην απουσία του οξυγόνου, η οποία συμβάλλει αποτελεσματικά στην παραγωγή και συσσώρευση του γαλακτικού οξέος. Έτσι το γλυκολυτικό σύστημα συμπληρώνει το σύστημα διάσπασης ATP και PC ώστε να παρέχει ενέργεια για υψηλής έντασης μυϊκή προσπάθεια, όταν τα αποθέματα οξυγόνου είναι ανεπαρκή (Costill, Maglisco & Richardson, 1992).

Σε αγωνίσματα κολύμβησης που κυμαίνονται από 50 έως 200μ. οι απαιτήσεις του γλυκολυτικού συστήματος είναι υψηλές, με αποτέλεσμα να προκαλείται αύξηση του μυϊκού γαλακτικού οξέος από 1 mmol ανά λίτρο αίματος, που βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας ο μυς, σε μέχρι και 25 mmol. Η υψηλή περιεκτικότητα γαλακτικό οξέος στις μυϊκές ίνες, εμποδίζει την περαιτέρω διάσπαση του γλυκογόνου και επεμβαίνει στην συσταλτική διαδικασία του μυός. Η παρατεταμένη στήριξη στην γλυκόλυση για ενέργεια θα έχει ως αποτέλεσμα την μυϊκή κόπωση και εξάντληση καθώς οι μυϊκές ίνες οξειδώνονται (Costill, Maglisco & Richardson, 1992).

## **2.6 Προπόνηση αναερόβιας ικανότητας**

Η αναερόβια ικανότητα είναι σημαντική όχι μόνο για κολυμβητές ταχυτήτων, αλλά και για τους κολυμβητές μεγαλύτερων αποστάσεων. Οι κολυμβητές αποστάσεων έχουν μια έμφυτη χαμηλή αναερόβια ικανότητα που τους επιτρέπει να κολυμπάνε γρήγορα τις μεγάλες αποστάσεις στους αγώνες, ακόμα και με μέτρια αερόβια ικανότητα. Το πρόβλημα δημιουργείται όταν οι παραπάνω κολυμβητές κολυμπάνε γρήγορα και στην προπόνηση. Λόγω της χαμηλής αναερόβιας ικανότητας, η εμφάνιση του γαλακτικού σε μια προσπάθεια θα προκύψει σε πολύ υψηλότερη ένταση από ότι σε κολυμβητές με ίδια αερόβια ικανότητα αλλά υψηλότερη αναερόβια ικανότητα.

Στο άθλημα της κολύμβησης οι αποστάσεις που διαρκούν λίγο, δηλαδή από 20δευτ έως 2 λεπτά, είναι τα 50μ, τα 100μ και τα 200μ και στα τέσσερα στυλ κολύμβησης. Σε αυτά τα αγωνίσματα επιστρατεύεται ένα μεγάλο ποσοστό του αναερόβιου μεταβολισμού για την ανασύνθεση ATP. Η γρήγορη ανασύνθεση του ATP απαιτείται για την παραγωγή κολυμβητικής ισχύος, η οποία είναι καθοριστική για την επιτυχία σε αγωνιστικές προσπάθειες (Costil et al., 1985). Δεν πρέπει να αμελείται και η αξία του αερόβιου μεταβολισμού σε αγωνίσματα μικρής διάρκειας, αφού από έρευνα του Maglisco (2003) φαίνεται ότι η συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού είναι σημαντικά αυξημένη σε σύγκριση με προηγούμενη έρευνά του. Σε επαναλαμβανόμενες προσπάθειες η μείωση της παροχής ενέργειας από τον αναερόβιο μεταβολισμό μπορεί εν μέρει να εξισορροπείται από τον αερόβιο μεταβολισμό (Bogdanis et al., 1996; McCartney et al., 1986; Spriet et al., 1989), ο οποίος συμμετέχει 15-17% (Capelli et al., 1998). Επίσης σε έρευνα των Toubeki και των συνεργατών του (1999) βρέθηκε συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού κατά 34% όταν για 30'' χρησιμοποιήθηκε το ελεύθερο είδος κολύμβησης στην προσδεμένη κολύμβηση.

Η βελτίωση της αναερόβιας ικανότητας παίζει σημαντικό ρόλο στη βασική προπονητική περίοδο και σε μικρότερο εύρος, στην αγωνιστική περίοδο, όπου χρησιμοποιείται κυρίως για σκοπούς συντήρησης. Προπόνηση τέτοιου είδους βάζει τις βάσεις για τη δύσκολη προπόνηση αναερόβιας ισχύος που συνήθως ακολουθεί.

Είναι κοινώς αποδεκτό ότι η αναερόβια ικανότητα προσδιορίζεται ατομικά για κάθε αθλητή και βελτιώνεται με την προπόνηση. Βελτιώνεται σε μεγάλο χρονικό διάστημα, από ένα έως και δύο χρόνια.

Ακόμα και με την προπόνηση, δεν είναι εύκολο για όλους τους κολυμβητές να φτάσουν την αναερόβια ικανότητα σε ένα ικανοποιητικό επίπεδο. Αναερόβιες προσαρμογές που προκύπτουν σε αθλητές μεγαλύτερους από 17 ετών, δεν συνδέονται με την ωρίμανση αλλά με την προπονητική διαδικασία. (Olbrecht, 2000).

## 2.7 Επαναλαμβανόμενες προσπάθειες μέγιστης έντασης

Οι επαναλαμβανόμενες προσπάθειες λόγω διάφορων διαλειμμάτων που γίνονται ενδιάμεσα, προκαλούν μεταβολικές αλλαγές στον μυ και η επίδραση στην απόδοση του επόμενου σπριντ μπορεί να εξεταστεί (Bogdanis et al., 1995; Gaitanos et al., 1993; McCartney et al., 1986; Spiet et al., 1989). Η φυσική ικανότητα και οι ενεργειακές απαιτήσεις των μέγιστων επαναλαμβανόμενων προσπαθειών παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για τους ερευνητές οι οποίοι έχουν δείξει ότι η δυνατότητα να εκτελεσθούν οι επαναλαμβανόμενες μέγιστες προσπάθειες συσχετίζεται πολύ και με τις αναερόβιες ιδιότητες όπως τη μειωμένη φωσφοκρεατίνη στους μύες (Gaitanos et al., 1993) τη ρυθμιστική ικανότητα των μυών (Bishop et al., 2004), και τις αερόβιες ιδιότητες όπως η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (Aziz et al., 2000; Pyne et al., 2008; Wadley et al., 1998). Η αξιοπιστία (Spencer et al., 2006; Wragg et al., 2000) και η εγκυρότητα (Bishop et al., 2001; Wragg et al., 2000) των μέγιστων επαναλαμβανόμενων προσπαθειών έχουν επαληθευτεί.

Οι ερευνητές έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η δυνατότητα να εκτελεσθούν οι επαναλαμβανόμενες μέγιστες ταχύτητες με μικρή περίοδο αποκατάστασης μεταξύ των επαναλήψεων ονομάζεται επαναλαμβανόμενη μέγιστη ικανότητα (Bishop et al., 2006; Bishop et al., 2004; Bishop et al., 2003; Bishop et al., 2001). Οι έρευνες που αφορούν την επαναλαμβανόμενη μέγιστη ικανότητα έχουν χρησιμοποιήσει δοκιμασίες προσαρμοσμένες στη φύση του εκάστοτε αθλήματος.

Στην κολύμβηση κατά τη διάρκεια της προπόνησης η χρησιμοποίηση των σετ των επαναλαμβανόμενων ταχυτήτων είναι μια από τις κοινές πρακτικές. Ο στόχος του κολυμβητή σε τέτοια σετ προπόνησης είναι να διατηρήσει την υψηλότερη πιθανή ταχύτητα σε κάθε επανάληψη (Maglischo, 2003), αλλά αυτό δεν είναι συνήθως εφικτό (Peyrebrune et al., 1998). Η ανικανότητα του κολυμβητή να διατηρήσει τη μέγιστη ταχύτητα σε κάθε επανάληψη συνδέεται με την κούραση και συσχετίζεται συνήθως με τις υψηλές τιμές του γαλακτικού στους μύες, τη συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου  $H^+$  και τη χαμηλή φωσφοκρεατίνη

(Bogdanis et al., 1995). Η απομάκρυνση των ιόντων υδρογόνου  $H^+$  και της αποκατάστασης φωσφοκρεατίνης είναι σημαντική για τη διατήρηση υψηλότερης ταχύτητας σε μια επόμενη μέγιστη προσπάθεια (Toubekis et al., 2008).

Η απόδοση σε επαναλαμβανόμενες προσπάθειες μέγιστης έντασης και διάρκειας 30 δευτερολέπτων έχει συνδεθεί με το ποσοστό ανασύνθεσης της PCr (Margaria et al., 1964;). Ο Bogdanis και οι συνεργάτες (1996a) αναφέρουν έναν υψηλό συσχετισμό μεταξύ του ποσοστού της ανασύνθεσης της PCr κατά τη φάση της αποκατάστασης και με την ικανότητα αποκατάστασης της ισχύος και της μέγιστης ταχύτητας ( $r=0.84$ ;  $p<0.05$ ) κατά την διάρκεια των πρώτων 10δευτ μιας δεύτερης μέγιστης προσπάθειας χρονικής διάρκειας 30δευτ στο κυκλοεργόμετρο. Οι Trump και οι συνεργάτες του (1996) ερεύνησαν την εξάντληση των αποθεμάτων της PCr σε επαναλαμβανόμενες προσπάθειες μέγιστης έντασης διάρκειας 30 δευτ στο κυκλοεργόμετρο. Οι Gaitanos και οι συνεργάτες του (1993) ερεύνησαν το μεταβολισμό των μυών σε επαναλαμβανόμενες προσπάθειες μέγιστης έντασης και κατέληξαν στο ότι η PCr δεν ανασυντίθεται πλήρως εντός των μικρών περιόδων αποκατάστασης.

Ποικίλες δοκιμασίες έχουν επινοηθεί για να αξιολογηθεί η απόδοση στις επαναλαμβανόμενες προσπάθειες μέγιστης έντασης. Το πιο κοινό πρωτόκολλο είναι των δέκα επαναλήψεων των 6δευτ σε κυκλοεργόμετρο (Gaitanos et al., 1993; Tomlin & Wenger, 2002).

Η αποκατάσταση μεταξύ πολλαπλών μέγιστων προσπαθειών έχει ερευνηθεί χρησιμοποιώντας πολλές μεθόδους και πολλά διαφορετικά διαλείμματα (από 2-3δευτ μέχρι 120 δευτ) (Balsom et al., 1992a, 1992b; Billaut et al., 2003; Bishop et al., 2001,2003; Gaitanos et al., 1993; Glaister et al., 2005; Tomlin & Wenger, 2001). Πρόσφατα διατυπώθηκε ότι η ελάχιστη διάρκεια αποκατάστασης για να διατηρηθεί η αρχική μέγιστη παραγωγή ισχύος κατά τη διάρκεια δύο διαδοχικών μέγιστων προσπαθειών, σε κυκλοεργόμετρο διάρκειας 8 δευτ, ήταν περίπου 30δευτ (Billaut et al., 2003). Τα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών είναι ποικίλα, τα οποία δίνουν διευκρινίσεις για την ιδιαίτερη επιρροή της χρονικής διάρκειας αποκατάστασης κατά τις μέγιστες επαναλαμβανόμενες προσπάθειες και ότι η απώλεια παραγωγής έργου επιδεινώνεται με τη μείωση του διαθέσιμου χρόνου ανάπαυλας μεταξύ των προσπαθειών. Πολλοί όμως είναι οι ερευνητές που έχουν επιβάλει το σταθερό χρονικά διάλειμμα ανάμεσα στις μέγιστες προσπάθειες (Balsom et al., 1992a; Billaut et al., 2003; Bishop et al., 2003; Gaitanos et al., 1993; Glaister et al., 2005; Tomlin & Wenger, 2001).

Στην κολύμβηση υπάρχουν περιορισμένες πληροφορίες σχετικά με τα αποτελέσματα της αποκατάστασης (διαφορετικός χρόνος διαλείμματος) στην απόδοση των μικρών αποστάσεων, 25-50μ, μέγιστης έντασης (Maglischo, 2003).

## **2.8 Συμμετοχή ενεργειακών συστημάτων**

Ο προπονητής της κολύμβησης πρέπει να έχει κατανοήσει τη συμβολή των ενεργειακών μηχανισμών αναερόβιου και αερόβιου, για την παραγωγή μυϊκής ενέργειας και ακόμη να έχει υπόψη του τον τρόπο δραστηριοποίησής τους για να σχεδιάσει ένα προπονητικό πρόγραμμα υψηλών στόχων.

Σε επαναλαμβανόμενες μέγιστες προσπάθειες μικρής διάρκειας έχουμε συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού, όπου από προσπάθεια σε προσπάθεια όλο και αυξάνεται (Bangsbo et al., 1991; Beneke et al., 2002; Bishop et al., 2004; Bogdanis et al., 1996a; Dorel et al., 2003), αλλά και συμμετοχή του αναερόβιου μεταβολισμού (Beneke et al., 2002; Bogdanis et al., 1995; Gaitanos et al., 1993). Ο Green (1994) πρότεινε ένα λειτουργικό ορισμό της αναερόβιας ικανότητας ως το «μέγιστο ποσό της επανασύνθεσης του ATP μέσω του αναερόβιου μεταβολισμού (από ολόκληρο τον οργανισμό) κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου τύπου μικρής διάρκειας, μέγιστη άσκηση».

Διάφορες μελέτες έχουν ερευνήσει τη συμβολή των ενεργειακών συστημάτων κατά τη διάρκεια μέγιστων ταχυτήτων (σπριντ). Οι παραλλαγές στη συνεισφορά των ενεργειακών συστημάτων αναφέρονται στη βιβλιογραφία και απεικονίζουν τις διαφορετικές μεθοδολογικές τεχνικές που έχουν χρησιμοποιηθεί δηλαδή υπολογισμός μέσω του χρέους οξυγόνου και μυϊκών βιοψιών (Medbo et al., 1999).

Στο άθλημα της κολύμβησης οι αποστάσεις που διαρκούν λίγο, δηλαδή από 20δευτ έως 2 λεπτά είναι τα 50μ, τα 100μ και τα 200 και στα τέσσερα στυλ κολύμβησης. Σε αυτά τα αγωνίσματα επιστρατεύεται ένα μεγάλο ποσοστό του αναερόβιου μεταβολισμού για την ανασύνθεση του ATP. Γρήγορη ανασύνθεση του ATP απαιτείται για την παραγωγή κολυμβητικής ισχύος, η οποία είναι καθοριστική για την επιτυχία σε αγωνιστικές προσπάθειες (Costill et al., 1985). Δεν πρέπει να αμελείται η αξία του αερόβιου μεταβολισμού σε αγωνίσματα μικρής διάρκειας. Στην έρευνα του Maglischio το 2003 φαίνεται η συμμετοχή του αναερόβιου μεταβολισμού είναι σημαντικά αυξημένη σε σύγκριση με προηγούμενη έρευνά του το 1993. Σε επαναλαμβανόμενες προσπάθειες η μείωση της παροχής ενέργειας από το αναερόβιο μεταβολισμό μπορεί εν μέρει να εξισορροπείται από τον αερόβιο μεταβολισμό (Bogdanis et al., 1996; Mc Carthney et al., 1986; Spiet et al., 1989). Σε μέγιστης έντασης προσπάθειες με διάρκεια 23 έως 26δευτ και ανεξάρτητα από το στυλ κολύμβησης, ο αερόβιος μεταβολισμός συμμετέχει 15 έως 17% (Capelli et al., 1998). Επίσης, σε έρευνα των Toubekis και των συνεργατών του το 1999 βρέθηκε συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού κατά 34% όταν για 30δευτ χρησιμοποιήθηκε το ελεύθερο στυλ με προσδεμένη κολύμβηση. Η συμμετοχή του αερόβιου μεταβολισμού είναι καθοριστική και αυξάνεται σημαντικά σε επαναλαμβανόμενες προσπάθειες ειδικά όταν η διάρκεια αποκατάστασης είναι μικρή (Toubekis & Tokmakidis, 2008)

Η ενεργοποίηση του αερόβιου και αναερόβιου μεταβολισμού είναι πιθανό να μεταβάλλεται με την ηλικία, το επίπεδο του αθλητή και εξαρτάται από την ένταση και τη διάρκεια της προσπάθειας, τον αριθμό των επαναλήψεων σε κάθε σετ καθώς και από το χρόνο της διάρκειας αποκατάστασης ανάμεσα στις επαναλήψεις (Toubekis & Tokmakidis, 2008). Κολυμβητές υψηλού επιπέδου συγκριτικά με τους μέτριους μπορεί να ενεργοποιούν περισσότερο τον οικονομικότερο αερόβιο μεταβολισμό σε προσπάθειες που εκτελούνται στην ίδια απόλυτη αλλά και σχετική ένταση (Troup et al., 1992). Σε αυτή την περίπτωση οι ικανότεροι και ταλαντούχοι κολυμβητές έχουν επιπλέον ενεργειακό δυναμικό από τον αναερόβιο μεταβολισμό και με τη χρήση του μπορούν να έχουν ταχύτερο ρυθμό ανασύνθεσης για να πετύχουν ταχύτητες στον αγώνα. Ένας κολυμβητής



ταχύτητας σε μια προσπάθεια 50μ αντλεί ενέργεια από τον αερόβιο μεταβολισμό σε ποσοστό 18% ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για έναν αθλητή αποστάσεων είναι 29%. Ο κολυμβητής των αποστάσεων θα χρησιμοποιήσει μεγαλύτερο ποσοστό της ενέργειας από τον αερόβιο μεταβολισμό και σε μια απόσταση των 400μ είναι 86% σε σύγκριση με τον κολυμβητή ταχύτητας που είναι 76% (Ring et al., 1996).

Το διάλειμμα ανάμεσα στα επαναλαμβανόμενα σπριντ και ο αριθμός των επαναλήψεων είναι καθοριστικά για το βαθμό ενεργοποίησης των ενεργειακών συστημάτων (Toubekis et al., 2005).

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 3.1 Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν (22) είκοσι δύο κολυμβητές ελεύθερου αγωνιστικού επιπέδου, (15 κολυμβήτριες και 7 κολυμβητές) (ηλικία:  $15.1 \pm 1.9$  ύψος:  $166.7 \pm 10.6$  και βάρος:  $57.7 \pm 13.06$ ).

### 3.2. Χρόνος και τόπος διεξαγωγής της έρευνας

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε ανοιχτά κολυμβητήρια Ολυμπιακών διαστάσεων (50μ). Η θερμοκρασία του νερού ήταν  $26 \pm 1$  βαθμούς Κελσίου. Οι μετρήσεις έγιναν τις απογευματινές ώρες σε διάστημα 15 ημερών. Προηγήθηκε η καταγραφή βασικών ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών στην αίθουσα όπου διεξαγόταν η ξηρή προπόνηση. Από τα ανθρωπομετρικά στοιχεία μετρήθηκαν το σωματικό ανάστημα (cm), και το σωματικό βάρος (kg).

### 3.3. Διαδικασία μετρήσεων

Οι κολυμβητές συμμετείχαν σε καθημερινή συστηματική προπόνηση διάρκειας δύο ωρών και έξι ημερών την εβδομάδα. Αφού ενημερώθηκαν για το σκοπό της έρευνας και τις διαδικασίες της μέτρησης, έδωσαν την συγκατάθεσή τους και ακολούθησε η διεξαγωγή των μετρήσεων. Όλοι οι δοκιμαζόμενοι έκαναν σταθερή προθέρμανση 800μ. υπό την καθοδήγηση του προπονητή. Μετά την προθέρμανση οι δοκιμαζόμενοι ξεκουράζονταν έξω από το νερό για 10λεπτά και προετοιμάζονταν για την έναρξη της μέτρησης.

Για να εξασφαλισθεί ότι όλα τα υποκείμενα βρίσκονται στην καλύτερη φυσική τους κατάσταση, όλες οι μετρήσεις απείχαν μεταξύ τους χρονικά από 2 έως 4 ημέρες και έγιναν με τυχαία σειρά σε 4 διαφορετικές συνεδρίες πριν την αγωνιστική φάση της θερινής περιόδου.

Για το σκοπό της εργασίας οι αθλητές κολύπησαν με μέγιστη ένταση την απόσταση των 4x50μ. με 2 τρόπους κολύμβησης σε διαφορετικές μέρες και με τυχαία σειρά λαμβάνοντας υπόψη τους κανονισμούς κολύμβησης. Στον πρώτο τρόπο κολύπησαν 4x50 μέτρα ελεύθερη κολύμβηση μέγιστης έντασης με εκκίνηση μέσα από την πισίνα, αναπνέοντας όπως έχουν συνηθίσει στην προπόνηση και στους αγώνες. Στην επόμενη συνεδρία, ο δεύτερος τρόπος κολύμβησης περιελάμβανε 4x50μ ελεύθερο με τα πρώτα 14-15 μέτρα υποβρύχιο δελφινισμό ποδιών και τα υπόλοιπα 35 μέτρα ελεύθερη κολύμβηση μέγιστης έντασης. Οι δοκιμαζόμενοι κολύπησαν την κάθε απόσταση των 4x50 μέτρων σε συνολικό χρόνο κολύμβησης και διαλλείματος ο οποίος ήταν για το πρώτο 50άρι 1' και 45'', για το δεύτερο 50άρι 1' και 20'' και για το τρίτο 50άρι 1'. Ο χρόνος των εξεταζομένων διαλειμμάτων επιλέχθηκε ύστερα από συζήτηση με τους προπονητές.

Στις επόμενες συνεδρίες, οι δοκιμαζόμενοι κολύμπησαν τα δύο αυτά σετ με τον ίδιο τρόπο κολύμβησης αλλά με σταθερό διάλειμμα 10'' μεταξύ του κάθε 50αριού.

Αμέσως μετά το τέλος κάθε διαφορετικής δοκιμασίας μετρήθηκαν:

1) **Το γαλακτικό.** Δείγματα αίματος πάρθηκαν στο 3', 5' και στο 7' της αποκατάστασης από την άκρη του δακτύλου και η ανάλυση έγινε με αυτόματο αναλυτή LACTATE SCOUT GERMANY.

2) **Η καρδιακή συχνότητα** αμέσως μετά το τέλος κάθε δοκιμασίας,

3) **Η επίδοση σε κάθε 50μ** στο τεστ των 4x50μ.και

4) **Η τελική επίδοση** (ο συνολικός χρόνος) στο τεστ των 4x50μ.

Οι επιμέρους αποστάσεις μετρήθηκαν με εκκίνηση μέσα από το νερό και πάντα με τις ίδιες προϋποθέσεις. Η επίδοση κάθε απόστασης καταγράφηκε με ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός SEIKO WATER RESISTANT 10BAR S140. Η καρδιακή συχνότητα μετρήθηκε με το ηλεκτρονικό χρονόμετρο τύπου polar.

### **3.4 Όργανα μέτρησης**

#### **3.4.1 Προσδιορισμός συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος**

Για τον προσδιορισμό της μέγιστης συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος στο αίμα ελήφθησαν δείγματα τριχοειδικού αίματος από την άκρη του δακτύλου των εξεταζομένων μετά την άσκηση στο 3<sup>ο</sup>, 5<sup>ο</sup> και 7<sup>ο</sup> λεπτό της αποκατάστασης και αναλύθηκαν με αυτόματο αναλυτή LACTATE SCOUT GERMANY.

#### **3.4.2 Καταγραφή της καρδιακής συχνότητας**

Η καταγραφή της καρδιακής συχνότητας έγινε με ηλεκτρονικό χρονόμετρο τύπου polar στα δέκα δευτερόλεπτα αμέσως μετά την άσκηση.

#### **3.4.3 Καταγραφή χρόνου επίδοσης**

Η επίδοση κάθε απόστασης καταγράφηκε με ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός SEIKO WATER RESISTANT 10BAR S140 καθώς επίσης και ο χρόνος από την πρώτη χεριά μέχρι τον τερματισμό της κάθε απόστασης των 50μ των σετ που περιελάμβανε ένα μέρος με υποβρύχιο τρόπο κολύμβησης.

#### **3.4.4 Ανθρωπομετρήσεις**

Το ανάστημα των δοκιμαζομένων και το ύψος του κορμού μετρήθηκαν με αναστημόμετρο ακριβείας στο πλησιέστερο 0,5cm, το δε μήκος του αριστερού χεριού και το άνοιγμα των χεριών με μεζούρα. Το σωματικό βάρος μετρήθηκε

στο πλησιέστερο 1/100kg με ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας 100gr με τους δοκιμαζόμενους να φέρουν την ελάχιστη αθλητική περιβολή (μαγιό).

Από τα ανθρωπομετρικά στοιχεία μετρήθηκαν το σωματικό ανάστημα (cm), το σωματικό βάρος (kg), το ύψος κορμού, το άνοιγμα των χεριών και το μήκος του αριστερού χεριού.

### 3.5 Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική ανάλυση για τα δεδομένα του γαλακτικού οξέος, της καρδιακής συχνότητας και της επίδοσης κολύμβησης στις μέγιστες επαναλαμβανόμενες προσπάθειες χρησιμοποιήθηκε η πολυμεταβλητή ανάλυση διασποράς MANOVA. Οι τιμές εκφράζονται σε μέσες τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις τους ( $MO \pm SD$ ). Το ελάχιστο επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε για όλες τις παραμέτρους στο  $p < 0.05$ . Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 19.0.

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

### **4.1 Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά εξεταζομένων**

M.O.= 15.4±2.1 και 14.9±1.9έτη, σωματικό βάρος 65.5±16.8 και 54.07±9.4κιλά και σωματικό ανάστημα 170.9±13.4 και 164.7±8.8εκατ. για τα αγόρια και τα κορίτσια αντίστοιχα.

Οι εξεταζόμενοι που έλαβαν μέρος στην έρευνα (7 αγόρια και 15 κορίτσια) είχαν ηλικία: 15.1±1.9 ύψος:166.7±10.6 και βάρος: 57.7±13.06).

### **4.2 Μέγιστη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα**

Για τον προσδιορισμό της μέγιστης συγκέντρωσης γαλακτικού οξέος ελήφθησαν δείγματα τριχοειδικού αίματος των συμμετεχόντων αμέσως μετά από κάθε τεστ στο 3<sup>ο</sup>, 5<sup>ο</sup> και 7<sup>ο</sup> λεπτό της αποκατάστασης. Η μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα ήταν 9.8±3.1 mmol/L και στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν 11.9±2.8 mmol/L. Στη δοκιμασία 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα ήταν 9.6±3.2 mmol/L και στα 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν 11.5±3.6 mmol/L. Στον πίνακα 4.2 παρουσιάζονται οι μέσες τιμές της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος και στις 4 συνθήκες (Σχήμα 4.1).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, η μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος δεν εμφάνισε διαφορές ανάμεσα στα τέσσερα πρωτόκολλα. Οι κολυμβητές/τριες δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη συσσώρευση γαλακτικού οξέος εκτελώντας 4χ50μ ελεύθερου με 15μ υποβρύχιους δελφινισμούς σε σχέση με τα 4χ50μ ελεύθερου χωρίς τους υποβρύχιους δελφινισμούς. Στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη συσσώρευση γαλακτικού οξέος βρέθηκε μόνο ανάμεσα στα 4χ50μ ελεύθερου με σταθερό διάλειμμα 10'' και στα 4χ50μ ελεύθερου με μειούμενο διάλειμμα στο σύνολο του δείγματος. Τα παραπάνω αποτελέσματα απεικονίζονται στον πίνακα 4.2.

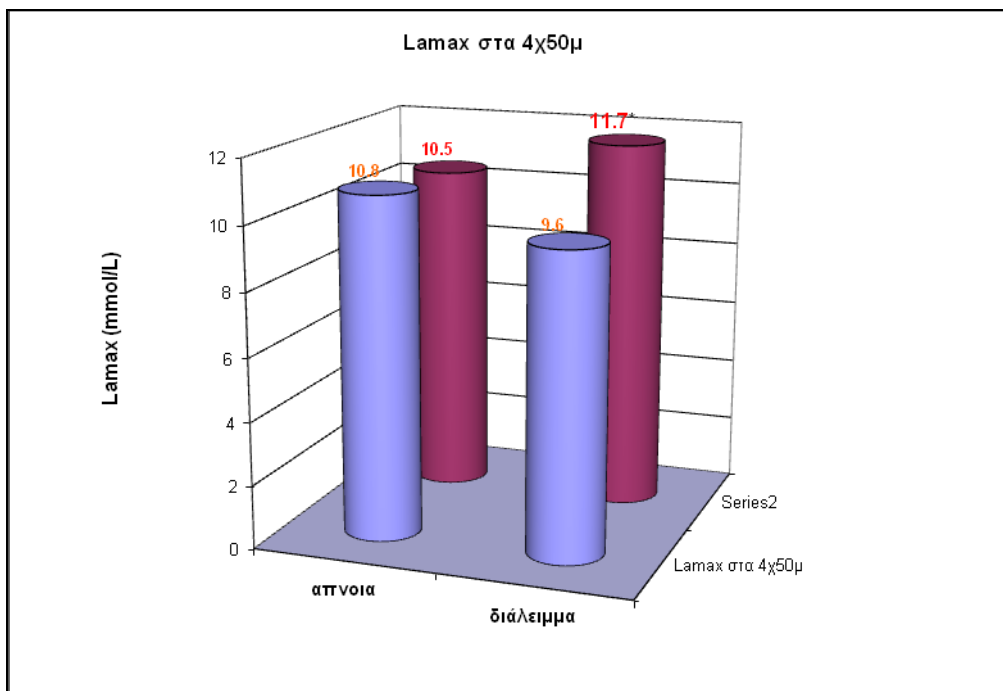
Πίνακας 4.1 Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των μετρούμενων μεταβλητών

Άπνοια	Διάλειμμα	Lamax	t_Lamax	HR/AvVel	Lamax/ AvVel	HR/Lam ax
4x50μ ελεύθερο με 15μ υποβρύχιο δελφινισμό	10''διάλειμμα	9,8±3,05	270,6±99,45	126,5± 10,9	6,69±1,8	20,5±6,6
	Μειούμενο διάλειμμα	11,9±2,85	264,9±88,1	120,9±12,08	7,8±1,6	16,1±4,14
4x50μ ελεύθερο χωρίς υποβρύχιο δελφινισμό	10''διάλειμμα	9,5±3,2	230,5±78,7	124,7±10,9	6,4±1,96	21,8±8,8
	Μειούμενο διάλειμμα	11,4±3,6	244,5±90,9	119,9±10,3	7,3±2,14	17,9±6,2

Πίνακας 4.2 Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις των μετρούμενων μεταβλητών για το σύνολο του δείγματος

	Lamax	t_Lamax	HR/ AvVel	Lamax/ AvVel	HR/ Lamax	HR	Time
Άπνοια	10.8±3.1	267.7±92.9	123.77±11.724	7.2±1.8	18.3±5.9	182.45±11.1	135.7±10
Χωρίς άπνοια	10.5±3.5	237.54±84.37	122.33±10.8	6.8±2.0	19.8±7.8	185.0±11.2	132.3±19
Sig.	,950	,112	,615	,692	,707	.151	.087
Σταθερό διάλειμμα	9.6±3.1	250.6±90.93	125.64±10.8	6.5±1.8	21.2±7.7	183.6±11.3	136.8±9.6
Μειούμενος μεικτός χρόνος διαλείμματος	11.7±3.2	254.7±89.13	120.47±11.14	7.6±1.8	17.0±5.3	183.82±11.1	131.2±10
Sig.	,007*	,853	,041*	,022*	,010*	.995	.012*

\*Στατιστικά σημαντική διαφορά.

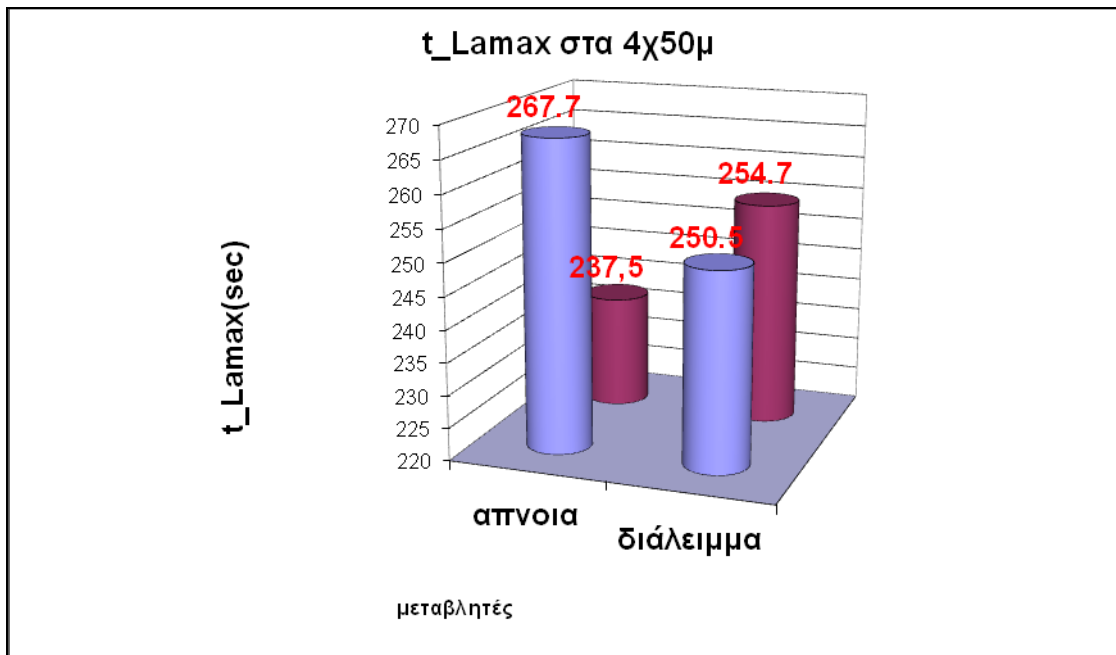


Σχήμα 4.1 Μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος σε σχέση με τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές.

### 4.3 Χρόνος για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος

Ο χρόνος που χρειάστηκε για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και 10' διάλειμμα κατά μέσο όρο ήταν  $270.6 \pm 99$  δευτ. και στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν  $264.9 \pm 88.1$  δευτ. Στη δοκιμασία 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και 10' διάλειμμα ήταν  $230.5 \pm 78.7$  δευτ. και στα 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν  $237.5 \pm 84.3$  δευτ. (Πίνακας 4.2, Σχήμα 4.2).

Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά αναφορικά με το χρόνο που χρειάστηκε για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος ανάμεσα στα τέσσερα διαφορετικά πρωτόκολλα με άπνοια και χωρίς άπνοια, σταθερού και μειούμενου διαλείμματος.



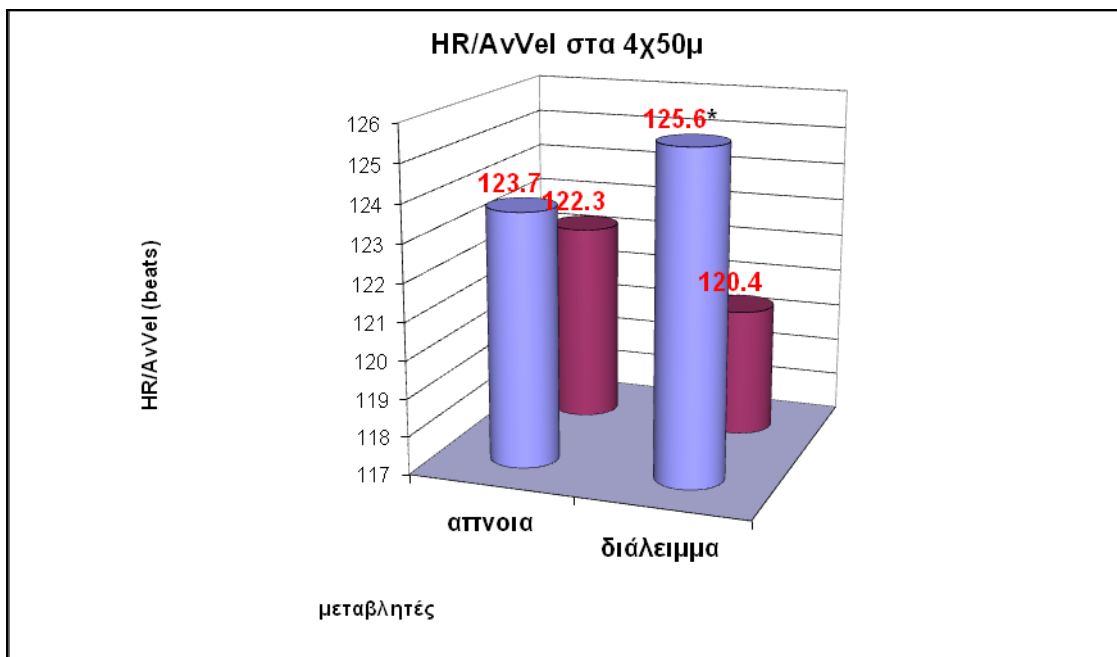
**Σχήμα 4.2** Χρόνος για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος σε σχέση με τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές.

#### 4.4 Δείκτης της καρδιακής συχνότητας προς τη μέση ταχύτητα στο τεστ των 4χ50μ ελευθέρου

Ο δείκτης της καρδιακής συχνότητας προς τη μέση ταχύτητα του τεστ 4χ50μ ελευθέρου υποδηλώνει τη λειτουργική αποτελεσματικότητα της κολύμβησης, δηλαδή πόσους σφυγμούς είχε ο κάθε κολυμβητής για τη σταθερή ταχύτητα κολύμβησης του 1m/s. Στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα κατά μέσο όρο ήταν  $126.5 \pm 10.9$  σφυμ. και στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν  $120.9 \pm 12.1$ . Στη δοκιμασία 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα ήταν  $124.7 \pm 10.9$  και στα 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν  $119.9 \pm 10.4$  σφυμγούς (Πίνακας 4.2, Σχήμα 4.3).

Ο παραπάνω δείκτης σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα πρωτόκολλα με άπνοια και χωρίς άπνοια. Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε ανάμεσα στα πρωτόκολλα σταθερού και μειούμενου διαλείμματος στο σύνολο του δείγματος.



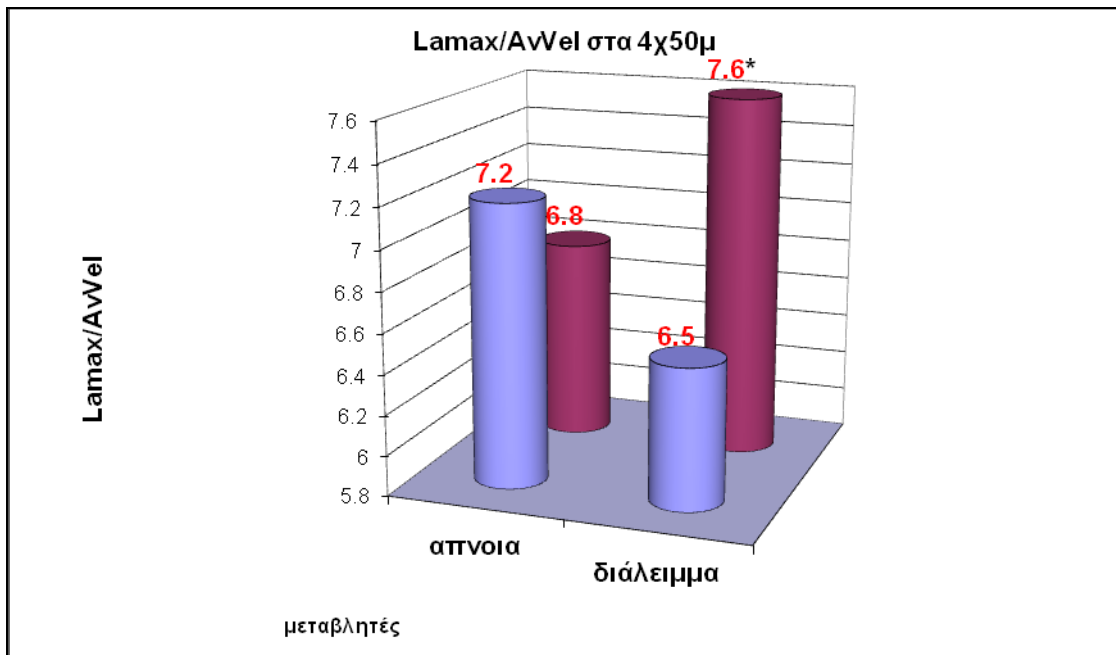


Σχήμα 4.3 Δείκτης καρδιακής συχνότητας προς τη μέση κολυμβητική ταχύτητα στα 4χ50μ σε σχέση με τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές.

#### 4.5 Ο δείκτης της μέγιστης παραγωγής γαλακτικού προς τη μέση ταχύτητα στο τεστ των 4χ50μ ελεύθερου

Ο δείκτης της μέγιστης παραγωγής γαλακτικού προς το τη μέση ταχύτητα του τεστ 4χ50μ ελεύθερου υποδηλώνει τη μέση τιμή γαλακτικού κατά μέσο όρο που θα είχαν οι κολυμβητές για μια σταθερή μέση ταχύτητα κολύμβησης. Στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα κατά μέσο όρο ήταν  $6.7 \pm 1.8$  mmol/L και στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν  $7.9 \pm 1.6$  mmol/L. Στη δοκιμασία 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα ήταν  $6.4 \pm 1.9$  mmol/L και στα 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν  $7.3 \pm 2.1$  mmol/L (Πίνακας 4.2, Σχήμα 4.4).

Ο παραπάνω δείκτης σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα πρωτόκολλα με άπνοια και χωρίς άπνοια. Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε ανάμεσα στα πρωτόκολλα σταθερού και μειούμενου διαλείμματος.

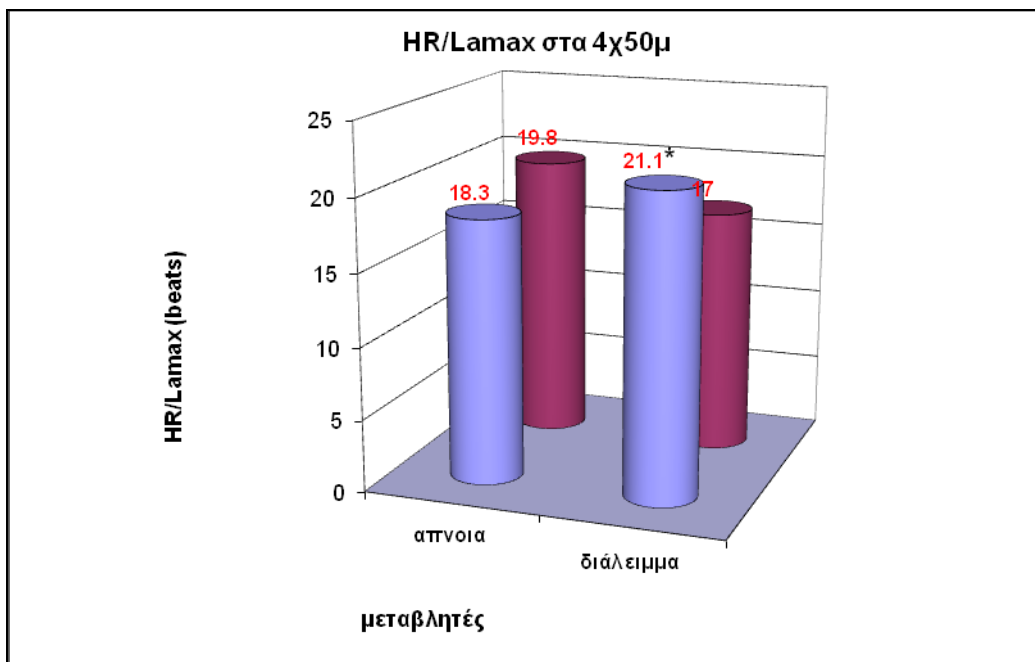


**Σχήμα 4.4** Δείκτης μέγιστης παραγωγής γαλακτικού οξέος προς τη μέση κολυμβητική ταχύτητα στα 4χ50μ σε σχέση με τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές.

#### 4.6 Ο δείκτης της καρδιακής συχνότητας προς τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος.

Ο δείκτης της καρδιακής συχνότητας προς το τη μέγιστης παραγωγής γαλακτικού αντιπροσωπεύει τη σχέση ανάμεσα στη λειτουργική παράμετρο της καρδιακής συχνότητας και τη μεταβολική παράμετρο του γαλακτικού οξέος και δείχνει πόσους σφυγμούς κατά μέσο όρο είχαν οι κολυμβητές στη συγκέντρωση 1mmol/L γαλακτικού οξέος. Στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα κατά μέσο όρο ήταν  $20.5 \pm 6.71$  σφυγμοί και στη δοκιμασία 4χ50μ με υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν  $16.1 \pm 4.5$  σφυγμοί. Στη δοκιμασία 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα ήταν  $21.8 \pm 8.8$  σφυγμοί και στα 4χ50μ χωρίς υποβρύχιους δελφινισμούς και μειούμενο διάλειμμα ήταν  $17.9 \pm 6.2$  σφυγμοί (Πίνακας 4.2, Σχήμα 4.5).

Εξετάζοντας μεμονωμένα και τα τέσσερα πειραματικά πρωτόκολλα, παρατηρήθηκε στατιστική σημαντικότητα μόνο ανάμεσα στα πρωτόκολλα σταθερού και μειούμενου διαλείμματος. Ο παραπάνω δείκτης σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα πρωτόκολλα με άπνοια και χωρίς άπνοια.



Σχήμα 4.5 Δείκτης καρδιακής συχνότητας προς τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος στα 4x50μ σε σχέση με τις δύο ανεξάρτητες μεταβλητές.

#### 4.7 Καρδιακή συχνότητα

Η καρδιακή συχνότητα καταγράφηκε αμέσως μετά το κάθε τεστ στα 10''. Η καρδιακή συχνότητα κυμάνθηκε και στα τέσσερα διαφορετικά πρωτόκολλα στο επίπεδο  $183.8 \pm 1.7$  σφυγμών το λεπτό. Η καρδιακή συχνότητα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές στο σύνολο του δείγματος ανάμεσα στα πρωτόκολλα άπνοιας και στα πρωτόκολλα χωρίς άπνοια, ούτε ανάμεσα στα πρωτόκολλα με διαφορετικό χρόνο διαλείμματος.

Οι μέσοι όροι και οι τυπικές αποκλίσεις της καρδιακής συχνότητας για κάθε πρωτόκολλο παρουσιάζεται στον πίνακα 2.

#### 4.8 Συνολική απόδοση με βάση το χρόνο σε κάθε 50αρι

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι χρόνοι των 4x50αριών και στις 4 συνθήκες. Οι τιμές εκφράζονται σε μέσους όρους και τυπικές αποκλίσεις. Δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στο χρόνο επίδοσης ανάμεσα στα πρωτόκολλα άπνοιας και τα πρωτόκολλα χωρίς άπνοια για το σύνολο του δείγματος. Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε στο σύνολο του δείγματος στο χρόνο επίδοσης ανάμεσα στα πρωτόκολλα σταθερό διαλείμματος και μειούμενο μεικτού χρόνου (Sig .012,  $p < .05$ ).

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της μέγιστης συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα, της καρδιακής συχνότητας και των παραμέτρων τους στο τεστ των 4x50μ ελεύθερου είδους κολύμβησης μεταξύ δυο διαφορετικών πρωτοκόλλων: α) ελεύθερης κολύμβησης μειούμενου μεικτού χρόνου και ελεύθερου είδους κολύμβησης σταθερού διαλείμματος και β) ελεύθερου είδους κολύμβησης με άπνοια και διαλείμματος μειούμενου μεικτού χρόνου και ελεύθερου είδους κολύμβησης με άπνοια σταθερού διαλείμματος.

Για το σκοπό της έρευνας, 7 κολυμβητές και 15 κολυμβήτριες ηλικίας  $15 \pm 1.9$  έτη, υποβλήθηκαν σε 4 δοκιμασίες ως προς την άπνοια και το χρόνο διαλείμματος.

Ο συνδυασμός του κρατήματος της αναπνοής και της άσκησης εμφανίζεται σε αθλήματα όπως η τεχνική κολύμβηση και η συγχρονισμένη κολύμβηση (Hoffman, Smerecnik, Leyk & Essfeld, 2005). Στην παρούσα έρευνα, η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην κολύμβηση με άπνοια και χωρίς άπνοια στις εξεταζόμενες μεταβλητές. Μέχρι τώρα, όλες οι μελέτες που ερευνούν την άπνοια κάτω από συνθήκες άσκησης βάζουν το άτομο να ασκείται στο κυκλοεργόμετρο και παράλληλα να εκτελεί την άπνοια (Anderson et al., 2004; Bjertnaes et al., 1984; Lindholm & Linnarsson, 2002).

Όταν ο κολυμβητής εκτελεί μια προσπάθεια κολύμβησης με υψηλή ένταση, το γαλακτικό του αίματος είναι ένας ικανοποιητικός δείκτης έντασης της κολύμβησης και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας δείκτης της προσαρμογής του κολυμβητή στην προπόνηση (Costill et al., 1992). Η ποσότητα του γαλακτικού οξέος στους μύες χρησιμεύει ως μέτρο της αναερόβιας παραγωγής ενέργειας. Η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα έχει ερευνηθεί αρκετά σε πολλές κολυμβητικές διαδικασίες κολύμβησης ώστε να προσδιοριστεί η ένταση παραγωγής ενέργειας (Aujouannet et al., 2006; Barbosa et al., 2006). Οι Thompson & Cooper (2003) βρήκαν ισχυρή σχέση μεταξύ της υπομέγιστης κολυμβητικής ταχύτητας και των συγκεντρώσεων του γαλακτικού. Όταν η άσκηση είναι πολύ έντονη, η συχνότητα της παραγωγής γαλακτικού είναι τόσο μεγάλη που η συσσώρευσή του στου μύες προκαλεί πτώση του pH των μυών ώστε ο αθλητής να νιώθει κόπωση. Η μέγιστη παραγωγή γαλακτικού προκύπτει σε αποστάσεις που διαρκούν από 40 δευτερόλεπτα έως λίγα λεπτά. Η Avlonitou (1996) σε έρευνα στην κολύμβηση ανέφερε τιμές γαλακτικού οξέος μεταξύ 12.0 και 13.1 mmol/L για ενήλικους άνδρες και 10.5 και 12.6 mmol/L σε ενήλικες γυναίκες.

Στην παρούσα έρευνα, η μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος δεν εμφάνισε διαφορές ανάμεσα στις τέσσερες δοκιμασίες. Οι κολυμβητές/τριες δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη συσσώρευση γαλακτικού οξέος εκτελώντας 4x50μ ελεύθερου με 15μ υποβρύχιους δελφινισμούς (με άπνοια) σε σχέση με τα 4x50μ ελεύθερου χωρίς τους υποβρύχιους δελφινισμούς. Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρούνται και σε άλλα αθλήματα με την εφαρμογή διαφόρων πρωτοκόλλων άπνοιας. Η μειωμένη οξέωση τόσο στους δύτες, ως αποτέλεσμα

του προπονητικού προγράμματος άπνοιας, μπορεί να σημαίνει είτε μειωμένη παραγωγή γαλακτικού από τους ασκούμενους μυς είτε αύξηση της καταβολής αυτού από άλλους ιστούς (Γελαδάς, 2008). Επίσης, οι Joulia et al., (2003), εξέτασαν την επίδραση της προπόνησης δυναμικής άπνοιας (δηλ. άπνοια με άσκηση) στη μεταβολική οξέωση μετά από στατική και δυναμική άπνοια. Η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα δεν αυξήθηκε αλλά τουναντίον μειώθηκε σημαντικά στη δυναμική άπνοια. Επομένως συμπεραίνουμε, ότι η συσσώρευση του γαλακτικού οξέος δεν αυξάνεται μετά από προπόνηση δυναμικής άπνοιας.

Στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη συσσώρευση γαλακτικού οξέος βρέθηκε μόνο ανάμεσα στα 4x50μ ελευθέρου με σταθερό διάλειμμα 10'' και στα 4x50μ ελευθέρου με μειούμενο διάλειμμα και στα δύο πρωτόκολλα μαζί, κολύμβησης με άπνοια και χωρίς άπνοια. Το παραπάνω αποτέλεσμα ήταν αναμενόμενο καθότι ο χρόνος διαλείμματος ανάμεσα στα 50άρια ήταν μεγαλύτερος, υπήρχε περισσότερος χρόνος αποκατάστασης που οδηγούσε σε μία ταχύτερη αναπλήρωση η οποία επέτρεπε στους δοκιμαζόμενους να κολυπήσουν εντονότερα με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη συγκέντρωση του γαλακτικού του αίματος. Η ικανότητα απόδοσης σε μέγιστες επαναλαμβανόμενες προσπάθειες καθορίζεται από το σύνολο, την ένταση, τη διάρκεια, και την κατανομή των περιόδων εργασίας και του διαλείμματος (Balsom et al., 1992b; Bishop et al., 2001; Gaitanos et al., 1993). Η δομή του χρόνου αποκατάστασης, δηλαδή η διάρκεια των διαλειμμάτων μεταξύ των προσπαθειών είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας για το συνολικό παραγόμενο έργο όταν η άσκηση είναι μέγιστη (Balsom et al., 1992a; Billaut & Basset, 2007).

Επιπλέον, στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στο σύνολο του δείγματος, ανάμεσα στην κολύμβηση με διάλειμμα μειούμενο μεικτού χρόνου και στην κολύμβηση με σταθερό διάλειμμα στις μεταβλητές μέγιστης παραγωγής γαλακτικού οξέος, στο δείκτη καρδιακής συχνότητας προς τη μέση ταχύτητα, στο δείκτη καρδιακής συχνότητας προς τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού και στο δείκτη μέγιστης παραγωγής γαλακτικού προς τη μέση ταχύτητα. Στην έρευνά τους οι Glaister et al., (2005) έδειξαν ότι σε 20 μέγιστες προσπάθειες των 5'' επιτεύχθηκαν καλύτερες επιδόσεις όταν οι αποκατάσταση ήταν 30'' έναντι της αποκατάστασης που ήταν 10''.

Αναφορικά με το χρόνο που χρειάστηκε για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις τέσσερες διαφορετικές δοκιμασίες με άπνοια και χωρίς άπνοια, σταθερού και μειούμενου διαλείμματος. Ίσως αυτό να οφείλεται στο ότι ο χρόνος για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού του αίματος δεν έχει να κάνει με το διάλειμμα ή με τις συνθήκες άπνοιας ή της κανονικής κολύμβησης.

Η καρδιακή συχνότητα αυξάνεται κατά τη διάρκεια της άσκησης και σημαντικό ρόλο σε αυτό παίζει η ένταση της άσκησης και το κατά πόσο καλά είναι προπονημένος ο αθλητής. Όσον αφορά την καρδιακή συχνότητα στην παρούσα μελέτη, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο σύνολο του δείγματος ανάμεσα στις δοκιμασίες με άπνοια και χωρίς άπνοια. Αντίθετα σε άλλες εργασίες παρουσιάζονται διαφορές οι οποίες όμως δεν συμφωνούν μεταξύ τους. Σε προηγούμενες έρευνες βρέθηκε μια μείωση στο ποσοστό της καρδιακής συχνότητας κατά τη διάρκεια του κρατήματος της

αναπνοής στην άσκηση (Butler & Woakes, 1987; Lindholm, Sundblad, & Linnarsson, 1999; Sundblad & Linnarsson, 1996). Ενώ, σε μία άλλη έρευνα των Figura, Gama και Guidetti (1993), αθλήτριες της συγχρονισμένης κολύμβησης, όπου έκαναν άπνοια σε ηρεμία και άπνοια με ταυτόχρονη εκτέλεση ασκήσεων των χεριών βρέθηκε αύξηση της καρδιακής συχνότητας με το συνδυασμό άσκησης και άπνοιας. Στην έρευνά τους οι Stromme et al., (1970) εξέτασαν την βραδυκαρδία στην άπνοια, τόσο στην ηρεμία όσο και κατά τη διάρκεια δυναμικής άσκησης, και βρέθηκε ότι ο βαθμός της βραδυκαρδίας ήταν εντονότερος κατά τη διάρκεια δυναμικής άπνοιας. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Butler et al., (1987), Smeland et al., (1984) και Finley et al., (1979). Το 2002 οι Anderson et al., εξέτασαν 8 άνδρες στο κυκλοεργόμετρο για 50λεπτά στα 100W και κάθε 5λεπτά κρατούσαν την αναπνοή τους για 30''. Βρέθηκε πως το αντανακλαστικό της κατάδυσης κατάφερε να ξεπεράσει την ταχυκαρδία της άσκησης.

Συμπερασματικά, η συγκέντρωση του γαλακτικού του αίματος και η καρδιακή συχνότητα δεν παρουσίασαν διαφορές ανάμεσα στα πρωτόκολλα ελεύθερης κολύμβησης και κολύμβησης με άπνοια, γεγονός που πιθανόν να οφείλεται στο ότι ο συνδυασμός άπνοιας και ελεύθερης κολύμβησης στις συγκεκριμένες αποστάσεις (50 μ. κολύμβηση με 15 μ. άπνοια) δεν επηρεάζει διαφορετικά τις φυσιολογικές αποκρίσεις των κολυμβητών στις προσπάθειες μέγιστης έντασης.

Διαφορές παρατηρήθηκαν στις μεταβλητές αναφορικά με το διαφορετικό διάλειμμα ανάμεσα στα 50αρια με μεγαλύτερη μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού στις δοκιμασίες με μεγαλύτερο διάλειμμα (μειούμενο διάλειμμα) λόγω πιθανόν της μεγαλύτερης αποκατάστασης η οποία επέτρεπε στους δοκιμαζόμενους να κολυμπήσουν εντονότερα με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη συγκέντρωση του γαλακτικού του αίματος.

## **ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η τελειοποίηση των προπονητικών προγραμμάτων, η ανάπτυξη νέων μεθόδων και η γνώση της βιομηχανικής της κολύμβησης συμβάλλουν στην επίτευξη υψηλών επιδόσεων των κολυμβητών.

Οι φυσιολογικές αποκρίσεις της έντονης κολυμβητικής προσπάθειας είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη μελέτη των κολυμβητικών επιδόσεων καθώς και για το σωστό σχεδιασμό των μεθόδων προπόνησης ως μέσο για την επίτευξη των αγωνιστικών στόχων.

Η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα έχει ερευνηθεί αρκετά σε διάφορες κολυμβητικές δοκιμασίες κανονικής κολύμβησης (West, et al., 2005; Avlonitou, 1996; Bonifazi, et al., 1993; Keskinen, Komi & Rusko, 1989; Hermansen & Stensvold, 1972).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα, της καρδιακής συχνότητας και των παραμέτρων τους στο τεστ των 4x50μ ελεύθερου είδους κολύμβησης μεταξύ δυο διαφορετικών πρωτοκόλλων: α) ελεύθερης κολύμβησης και β) ελεύθερης κολύμβησης με άπνοια. Οι δυο παραπάνω συνθήκες εκτελέστηκαν με μειούμενο μεικτό χρόνο διαλείμματος και σταθερό διάλειμμα.

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν (22) είκοσι δύο κολυμβητές ελεύθερου αγωνιστικού επιπέδου, (15 κολυμβήτριες και 7 κολυμβητές) (ηλικία: 15.1±1.9 ύψος: 166.7±10.6 και βάρος: 57.7±13.06).

Για το σκοπό της εργασίας οι αθλητές κολύπησαν με μέγιστη ένταση την απόσταση των 4x50μ. με 2 τρόπους. Στον πρώτο τρόπο κολύπησαν 4x50 μέτρα ελεύθερη κολύμβηση μέγιστης έντασης αναπνέοντας όπως έχουν συνηθίσει στην προπόνηση και στους αγώνες. Ο δεύτερος τρόπος κολύμβησης περιελάμβανε 4x50μ ελεύθερο με τα πρώτα 14-15 μέτρα υποβρύχιο δελφινισμό ποδιών και τα υπόλοιπα 35 μέτρα ελεύθερη κολύμβηση μέγιστης έντασης. Οι δοκιμαζόμενοι κολύπησαν την κάθε απόσταση των 4x50 μέτρων σε συνολικό χρόνο κολύμβησης και διαλείμματος ο οποίος ήταν για το πρώτο 50άρι 1΄ και 45΄΄, για το δεύτερο 50άρι 1΄ και 20΄΄ και για το τρίτο 50άρι 1΄. Στις επόμενες συνεδρίες, οι δοκιμαζόμενοι κολύπησαν τα δύο αυτά σετ με τον ίδιο τρόπο κολύμβησης αλλά με σταθερό διάλειμμα 10΄΄ μεταξύ του κάθε 50αριού.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι :

1. Οι κολυμβητές/τριες δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη συσσώρευση γαλακτικού οξέος εκτελώντας 4x50μ ελεύθερο με 15μ υποβρύχιους δελφινισμούς σε σχέση με τα 4x50μ ελεύθερο χωρίς τους υποβρύχιους δελφινισμούς. Στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέγιστη συσσώρευση γαλακτικού οξέος βρέθηκε μόνο ανάμεσα στα 4x50μ ελεύθερο με σταθερό διάλειμμα 10΄΄ και στα 4x50μ ελεύθερο με μειούμενο διάλειμμα στο σύνολο του δείγματος.

2. Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά αναφορικά με το χρόνο που χρειάστηκε για τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος ανάμεσα στα

τέσσερα διαφορετικά πρωτόκολλα με άπνοια και χωρίς άπνοια, σταθερού και μειούμενου διαλείμματος.

3. Ο δείκτης καρδιακής συχνότητας προς τη μέση ταχύτητα σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα πρωτόκολλα με άπνοια και χωρίς άπνοια. Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε ανάμεσα στα πρωτόκολλα σταθερού και μειούμενου διαλείμματος στο σύνολο του δείγματος.

4. Ο δείκτης του γαλακτικού οξέος προς τη μέση ταχύτητα σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα πρωτόκολλα με άπνοια και χωρίς άπνοια. Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε ανάμεσα στα πρωτόκολλα σταθερού και μειούμενου διαλείμματος.

5. Ο δείκτης της καρδιακής συχνότητας προς τη μέγιστη παραγωγή γαλακτικού οξέος σύμφωνα με τα αποτελέσματα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στα πρωτόκολλα με άπνοια και χωρίς άπνοια.

6. Η καρδιακή συχνότητα δεν παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές στο σύνολο του δείγματος ανάμεσα στα πρωτόκολλα άπνοιας και στα πρωτόκολλα χωρίς άπνοια, ούτε ανάμεσα στα πρωτόκολλα με διαφορετικό χρόνο διαλείμματος.

7. Στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε στο σύνολο του δείγματος στο χρόνο επίδοσης ανάμεσα στα πρωτόκολλα σταθερό διαλείμματος και μειούμενο μεικτού χρόνου.

Διαφορές παρατηρήθηκαν στις μεταβλητές αναφορικά με το διαφορετικό διάλειμμα ανάμεσα στα 50αρια με μεγαλύτερη μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού στις δοκιμασίες με μεγαλύτερο διάλειμμα (μειούμενο διάλειμμα) λόγω πιθανόν της μεγαλύτερης αποκατάστασης η οποία επέτρεπε στους δοκιμαζόμενους να κολυπήσουν εντονότερα με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη συγκέντρωση του γαλακτικού του αίματος.

Οι προπονητές θα πρέπει να λάβουν υπ' όψιν τους τα παραπάνω αποτελέσματα για το σχεδιασμό των προγραμμάτων κολύμβησης που στοχεύουν στη μέγιστη συσσώρευση του γαλακτικού οξέος καθώς και σε προγράμματα που συμπεριλαμβάνουν άπνοια

### **ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΕΡΕΤΑΙΡΩ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ**

Η παρούσα μελέτη προσφέρει απαντήσεις σχετικά με τη φυσιολογία του αθλήματος της κολύμβησης όμως δημιουργεί και ερωτήματα που αξίζει να μελετηθούν σε επόμενες έρευνες.

- Η καταγραφή της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου ταυτόχρονα με τις άλλες φυσιολογικές αποκρίσεις του οργανισμού κατά την μέγιστη κολυμβητική προσπάθεια με άπνοια.
- Η μέτρηση των φυσιολογικών αποκρίσεων της άπνοιας και σε αλλά κολυμβητικά προπονητικά και αγωνιστικά σετ.
- Η διερεύνηση των φυσιολογικών αποκρίσεων κατά την άπνοια των δύο φύλων ξεχωριστά.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alberty, M., Sidney, M., Dekerle, J., Potdevin, F., Hespel, J.M. & Pelayo, P. (2003). Effects of an exhaustive exercise on upper limb coordination and intracyclic velocity variations in front crawl stroke. *Biomechanics and medicine in swimming IX*. Publications de l'Universite de Saint Etienne, St. Etienne, France. 87-92.
- Andersson, J. P. A., Liner, M. H., Fredsted, A., & Schagatay, E. K. A. (2004). Cardiovascular and respiratory responses to apneas with and without face immersion in exercising humans. *Journal of Applied Physiology*, 96, 1005-1010.
- Aujouannet, Y.A., Bonifazi, M., Hintzy, F., Vuillerme, N. & Rouard, A.H. (2006). Effects of a high-intensity swim test on kinematic parameters in high-level athletes. *Applied Physiology of Nutrition and Metabolism*. 31:150-158.
- Avlonitou, E. (1996). Maximal lactate values following competitive performance varying according to age, sex and swimming style. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36(1), 24-30.
- Aziz, A., Chia, M., & The, K. (2000). The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40, 195-200.
- Balsom, P. D., Seger, J. Y., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1992a). Maximal intensity intermittent exercise: Effect of recovery duration. *International Journal of Sports and Medicine*, 13, 528-533.
- Balsom, P. D., Seger, J. Y., Sjodin, B., & Ekblom, B. (1992b). Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 65, 144-149.
- Bangso, J., Norregaard, L., Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 16(2), 110-116.
- Barbosa, T. M., Fernandes, R., Keskinen, K. L., Colaco, P., Cardoso, C., Silva, J., Vilas-Boas, J. P. (2006). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. *International Journal of Sports Medicine*, 27(11), 894-899.
- Bergman, S. A., Campbell, J. K., & Wildenthal, K. (1972). Diving reflex in man: its relation to isometric and dynamic exercise. *Journal of Applied Physiology*, 33(1), 27-31.
- Bjertnaes, L., Hauge, A., Kjekshus, J., Soyland, E. (1984). Cardiovascular responses to face immersion and apnea during steady state muscle exercise: A heart catheterization study on humans. *Acta Physiologica Scandinavica*, 120(4), 605-612,
- Beneke, R., Pollman, C., Bleif, C., Leithauser, R. M., & Hutler, M. (2002). How anaerobic is the wingate anaerobic test for humans? *European Journal of Applied Physiology*, 87, 388-392.

- Billaut, F., Giacomoni, M., & Falgairette, G. (2003). Maximal intermittent cycling exercise : Effect of recovery duration and gender. *Journal of Applied Physiology*, 95, 1632-1637.
- Billaut, F., & Basset, F. A. (2007). Effect of different recovery patterns on repeated-sprint ability and neuromuscular responses. *Journal of Sports Sciences*, 25(8), 905-913.
- Bishop, D., & Edge, J. (2006). Determinants of repeated sprint ability in females matches for single-sprint performance. *European Journal of Applied Physiology*. 97, 373-379.
- Bishop, D., Edge, J., & Goodman, C. (2004). Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated- sprint ability in women. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 540-547.
- Bishop, D., Lawrence, S., & Spencer, M. (2003). Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 6(2), 199-209.
- Bishop, D., Spencer, M., & Duffield, R. (2001). Validity of a repeated sprint ability test. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4(1), 19-29.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L.H., Lakomy, H. K. A. (1996a). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80(3), 876-884.
- Bogdanis, G. C., Nevill, M. E., Boobis, L.H., Lakomy, H. K. A., & Nenill, A. (1995). Recovery of power output and muscle metabolites following 30s of maximal sprint cycling in man. *Journal of Applied Physiology*, 482, 467-480.
- Bonifazi, M., Martelli, G., Marugo, L., Sardella, F. & Carli, G. (1993). Blood lactate accumulation in top level swimmers following competition. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 33:13-18.
- Butler, P. J., & Woakes, A. J. (1987). Heart rate in humans during underwater swimming with and without breath- hold. *Respiratory Physiology*, 69, 387-399.
- Capelli, C., Pendergast, D., & Termin, B. (1998). Energetics of swimming at maximal speeds in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 78, 385-393.
- Cerretelli, P. & Ambrosoli, G. (1971). Limiting factors of anaerobic performance in man. *Proceedings of the International Symposium, Gravenbruch, West Germany*. 157-165.
- Chatard, J.C., Paulin, M., Lacour, J.R. (1988). Post competition blood lactate measurements and swimming performance: illustrated by data from a 400m Olympic record holder. In: ungerechts BE et al (eds), *Swimming V. Human Kinetics Champaing*, III. 311-316.
- Costill, D.L. (1992). Lactate metabolism for swimming. In : MacLaren D, Reilly T, Lees A (eds), *Swimming Science VI*. Spon, London 3-11.
- Costill, D., King, D., Thomas, R., & Hargreaves, M. (1985). *Swimming*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

- Costill DL, Maglischo EW, Richardson AB. (1992). Swimming. FINA: Blackwell Scientific Publications.
- Di Carlo, L.J., Sparling, P.B., Millard- Stafford, M.L. & Rupp, J.C. (1991). Peak heart rates during maximal running and swimming: implications for exercise prescription. *International Journal of Sports Medicine*, 12:309-312.
- Dorel, S., Bourdin, M., Van Praagh, E., Lacour, J. R., & Hautier, C. A. (2003). Influence of two pedaling rate conditions on mechanical output and physiological responses during all-out intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 157-165.
- Ferretti, G. (2001). Extreme human breath- hold diving. *European Journal of Applied Physiology*, 84(4), 254-271.
- Ferretti, G., Costa, M., Ferretti, M., Grassi, B., Marconi, C., Lundgren, C. E. G., & Cerretelli, P. (1991). Alveolar gas composition and exchange during deep breath-hold diving and dry breath holds in elite divers. *Journal of Applied Physiology*, 70, 794- 802.
- Ferrigno, M., Ferretti, G., Ellis, A., Warkander, D., Costa, M., Cerretelli, P., & Lundgren, E. G. (1997). Cardiovascular changes during deep breath – hold dives in a pressure chamber. *Journal of Applied Physiology*, 83(4), 1282-1290.
- Figura, F., Gama, G., & Guidetti, L. (1993). Heart rate, alveolar gases and blood lactate during synchronized swimming. *Journal of Sport Science*, 11, 103-107.
- Finley, J. P., Bonet, J. F. & Waxman, M. B. (1979). Automic pathways responsible for bradycardia on facial immersion. *Journal of Applied Physiology*, 47(6), 1218-1222.
- Foster, G. E., & Sheel, A. W. (2005). The human diving response, its function, and its control. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16, 29-43.
- Gaitanos, G. E., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75, 712-719.
- Glaister, M., Stone, M. H., Stewart, A. M., Hughes, M., & Moir, G. L. (2005). The influence of recovery duration on multiple sports in cycling performance. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 19, 831-837.
- Gooden, B. A. (1994). Mechanism of the human diving response. *Integrative Physiological and Behavioral Science*, 29,6-16.
- Green, S. (1994). A definition and systems view of anaerobic capacity. *European Journal of Applied Physiology*, 69, 168-173.
- Hauber, C., Sharp, R. L., & Franke, W. D. (1997). Heart rate responses to submaximal and maximal workloads during running and swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 18(5), 347-353.
- Hermansen, L. & Stensvold, I. (1972). Production and Removal of Lactate during Exercise in Man. *Acta Physiologica scandinavica*. 86(2):191-201.
- Hoffman, U., Smerecnik, M., Leyk, D., & Essfeld, D. (2005). Cardiovascular Responses to Apnea during Dynamic Exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 426-431.

- Joulia, F., Steinberg, J., Wolff, F., Gavarry, O., & Jammes, Y. (2002). Reduced oxidative and blood lactic acidosis in trained breath-hold human divers. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 133, 121-130.
- Joulia, F., Guillaume, J. S., Faucher, M., Jamin, T., Ulmer, C., Kipson, N., & Jammes, Y. (2003). Breath-hold training humans reduces oxidative stress and blood acidosis after static and dynamic apnea. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 137, 19-27.
- Karlsson, J. & Saltin, B. (1971). Diet, muscle glycogen and endurance performance. *Journal of Applied Physiology*. 31(2)
- Karvonen, M., Kentala, E., & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn*, 35(3), 307-315.
- Kawakami, Y., Natelson, B. H., & DuBois, A. B. (1967). Cardiovascular effects of face immersion and factors affecting diving reflex in man. *Journal of Applied Physiology*, 23, 964-970.
- Keskinen, K.L., Komi, P.V., Rusko, H. (1989). A comparative study of blood lactate tests in swimming. *International Journal of Sport Medicine*. 10:197-201.
- Κλεισούρας, Β. (1997). Εργοφυσιολογία-Φυσιολογική Βάση της Μυϊκής Προσπάθειας. Έκτη έκδοση. Εκδόσεις Συμμετρία. Αθήνα.
- Lin, Y., & Hong, S. (1996). Hyperbaria: Breath- hold Diving. *Comprehensive Physiology*.
- Lin, Y. (1982). Breath-hold diving in terrestrial Mammals. *Exercise & Sport Sciences Reviews*, 10(1), 270-307.
- Lindholm, P., & Linnarsson, D. (2002). Pulmonary gas exchange during apnoea in exercising men. *European Journal of Applied Physiology*, 86(6), 487-491.
- Lindholm, P., Syndblad, P., & Linnarsson, D. (1999). Oxygen- conserving effects of apnea in exercising men. *Journal of Applied Physiology*, 87(6), 2122-2127.
- Mader, A.M., Heck, C., Hollman, W. (1978). Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post-exercise lactic acid concentration of ear capillary blood in middle distance runners and swimmers. *Exercise Physiology*. 4:181-187.
- Maglischo, W. E. (2003). *Swimming Fastest*. Human Kinetics, Champaign, III.
- Maglischo, W. E. (1993). *Swimming even faster*. Mountain View, CA: Mayfield Publishing Company.
- Manley, L. (1990). Apnoeic heart rate responses in humans. A review. *Sports Medicine*, 9(5), 286-310.
- Margaria, R., Cerretelli, P., & Mangili, F. (1964). Balance and kinetics of anaerobic energy release during strenuous exercise in man. *Journal of Applied Physiology*, 19(4), 623-628.
- Marsh, N., Askew, D., Beer, K., Gerke, M., Muller, D., Reichman, C. (1995). Relative contributions of voluntary apnoea, exposure to cold and face immersion in water to diving bradycardia in humans. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. 22(1), 886-887.

- McArdle, W.D., Magel, J.R., Delio, D.J., Toner, M. & Chase J.M. (1978). Specificity of run training on VO<sub>2</sub>max and heart rate changes during running and swimming. *Medicine and Science in sport and Exercise*. 10:16-20.
- McCartney, N., Spiet, L. L., Heigenhauser, G. J. F., Kowalchuk, J. M., Sutton, J. R., & Jones, N. (1986). Muscle power and metabolism in maximal intermittent exercise. *Journal of Applied Physiology*, 60(4), 1164-1169.
- Medbo, J. L., Gramvik, P., & Jebens, E. (1999). Aerobic and anaerobic energy release during 10 and 30-s bicycle sprints. *Acta Kinesiol Univ Tartuensis*, 4, 122-146.
- Medbo, J. L., Mohn, A. C., Tabata, I., Bahr, R., Vaage, O., & Sejersted, O. M. (1988). Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O<sub>2</sub> deficit. *Journal of Applied Physiology*, 64, 50-60.
- Μούγιος, Β. (2002). *Βιοχημεία της Άσκησης*. Θεσσα-λονίκη: έκδοση του συγγραφέα.
- Olbrecht, J. (2000). *The science of Winning*. Belgium.
- Pelayo, P., Mujika, I., Sidney, M., and Chatard, J.C. (1996). Blood lactate recovery measurements, training, and performance during a 23-week period of competitive training. *European Journal of Applied Physiology*. 74: 107–113.
- Peyrebrune, M., Nevill, M., Donaldson, F., & Cosford, D. (1998). The effects of oral creatine supplementation on performance in single and repeated sprint swimming. *Journal of Sports Sciences*, 18, 251-259.
- Platonov, V.N. (1977). Metodica dijagnostike specijalne izdrziljivosti plivaca vrhunske klase. Izbor Radova iz Strane literature. Plivanje 1. Beograd. p.34-37.
- Pyne, D. B., Saunders, P. U., Montgomery, P. G., Hewit, A. J., & Sheehan, K. (2008). Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *Journal of strength and Conditioning Research*, 22(5), 1633-1637.
- Ring, S., Mader, A., Wirtz, W., & Wilke, K. (1996). Energy metabolism during sprint swimming In J. P. Troup, A. P. Hollander, D. Strasse, S.W. Trappe, J. M. Cappaert and T. A. Trappe (Eds.), *Biomechanics and medicine in swimming VII* (pp. 177-184). London, UK: E&FN Spon.
- Ryan, R., Cotle, E., Quick, R. (1990). Blood lactate profile through-out a training season in elite female swimmers. *Journal of Swimming Res*. 6:5-9.
- Sanchez, J., & Sebert, P. (1983). Sex differences in cardiac responses to breath holding during dynamic and isometric exercises. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 429-444.
- Sawka, M.N., Knowlton, R.O., Miles, D.S., Critz, J.B. (1979). Post competition blood lactate concentrations in collegiate swimmers. *European Journal of Applied Physiology*. 41:93-99.
- Schagatay, E., Van Kampen, M., & Andersson, J. (1999). Effects of repeated apneas on apneic time and diving response in non- divers. *Undersea Hyperbaric Medicine*, 26, 143-149.

- Schagatay, E., Van Kampen, M., Emanuelsson, S., & Holm, B. (2000). Effects of physical and apnea training on apneic time and the diving response in humans. *European journal of Applied Physiology*, 82 (3), 161-169.
- Sharp, R. L., Vitelli, C. A., Costill, D. L. & Thomas, R. (1984). Comparison between blood lactate and heart rate profiles during a season of competitive swim training. *Journal of Swimming Research*. 1:17-20.
- Smeland, E. B., Owe, J. O., & Andersen, H. T. (1984). Modification of the diving bradycardia by hypoxia or exercise. *Respiratory Physiology*, 56, 245-251.
- Smith, D., Norris, S. & Hogg, J. (2002). Performance evaluation of swimmers. *Sports Medicine*. 32:539-554.
- Spencer, M., Fitzsimons, M., & Dawson, B. (2006). Reliability of a repeated sprint test for field-hockey. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1-2), 181-184.
- Spriet, L. L., Lindinger, M. I., McKelvie, R. S., Heigenhauser, G. J. F., & Jones, N. L. (1989). Muscle glycogenolysis and H<sup>+</sup> concentration during maximal intermittent cycling. *Journal of Applied Physiology*, 66(1), 8-13.
- Stromme, S. B., Kere, D., & Elsner, R. (1970). Diving bradycardia during rest and exercise and its relation to physical fitness. *Journal of Applied Physiology*, 28(5), 614-621.
- Strumbelj, B., Kapus, J., Usaj, A. & Kapus, V. (2007). Breathing frequency patterns during submaximal and maximal front crawl swim with and without a respiratory valve. *Kinesiology*. 39(2):165-170.
- Syndblad, P., & Linnarsson, D. (1996). Slowing of carotid-cardiac baroreflex with standing and with isometric and dynamic muscle activity. *American Journal of Physiology*, 271(4), H1363-H1369.
- Tesch, P., Sjodin, B., Thorstensson, A. & Karlsson, J. (1978). Muscle fatigue and its relation to lactate accumulation and LDH activity in man. *Acta Physiologica Scandinavica*. 103(4): 413-420.
- Thompson, K., & Cooper, S. (2003). 'Breaststroke performance, selected physiological variables and stroke rate'. *Journal of Human Movement Studies*, 44 (1), 1-17.
- Tomlin, D. L., & Wenger, H. A. (2001). The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, 31(1), 1-11.
- Toubekis, A. G., Peyrebrune, M. C., Lakomy, . K. A., & Nevill, M. E. (2008). Effects of active and passive recovery on performance during repeated-sprint swimming. *Journal of Sports Sciences*, 30, 1-9.
- Toubekis, A., Douda, H., & Tokmakidis, S. (2005). Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 694-700.
- Toubekis, A. G., Peyrebrune, M. C., Nevill, M. E., & Lakomy, H. K. A. (1999). Energy systems contribution during a 30s tethered swimming sprint. *Άθληση και Κοινωνία*, 22, 192.
- Toubekis & Tokmakidis (2008). Ενεργειακή συμμετοχή κατά τον αγώνα και την προπόνηση υψηλής έντασης στην κολύμβηση. Αναζητήσεις στη φυσική αγωγή και τον αθλητισμό, 6(1), 111-123.

- Town, G., & Vanness, M. J. (1990). Metabolic responses to controlled frequency breathing in competitive swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22(1).
- Troup, J., Hollander, A., Bone, M., Trappe, S., & Barzdukas, A. (1992). Performance related differences in the anaerobic contribution of competitive swimmers. In D. Mac Laren, T. Reily and A. Lees, (Eds.), *Biomechanics and Medicine in swimming, swimming science VI* (pp. 271-277). London, UK: E&FN Spoon.
- Ueda, T. & Kurokawa, T. (1991). Validity of heart rate and ratings of perceived exertion as indices of exercise intensity in a group of children while swimming. *Eur. Journal Applied Physiology*. 63: 200-204.
- Uusitalo, A.L.T., Uusitalo, A.J., & Rusko, H. (1998). Exhaustive endurance training for 6-9 weeks did not induce changes in intrinsic heart rate and cardiac autonomic modulation in female athletes. *International journal of Sports Medicine*. 19:532-540.
- Van-Ness, J.M. & Town, G.P. (1989). Controlled frequency breathing does not alter blood lactate levels in competitive swimmers Abstract. *Medicine and Science in sports and exercise*. 21(2):104.
- Wadley, G., & Rossignol, P. (1998). The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. *Journal of Science and Medicine in Sport* 1, 100-110.
- West, S.A., Drummond, M.J., VanNess, M.J. & Ciccolella, M.E. (2005). Blood lactate and metabolic responses to controlled frequency breathing during graded swimming. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 19(4):772-776.
- Wilmore, J.H. & Costill, D.L. (1999). *Physiology of Sport and Exercise*, 2<sup>nd</sup> ed. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wragg, C., Maxwell, N., & Doust, J. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer- specific field test of repeated sprint ability. *European Journal of Applied Physiology*, 83, 77-83.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### 8.1 Έντυπο συγκατάθεσης δοκιμαζόμενων

#### ΔΕΛΤΙΟ ΣΥΓΚΑΤΑΘΕΣΗΣ ΓΙΑ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΣΕ ΕΡΕΥΝΑ

Τίτλος Προγράμματος **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ  
ΣΠΟΥΔΩΝ "ΦΥΣΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ΚΑΙ  
ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΣ"**  
**Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών /  
ΤΕΦΑΑ**

Υπεύθυνος ερευνητής **Ρόζη Γεωργία**

Έχω ενημερωθεί για την έρευνα της μεταπτυχιακής φοιτήτριας Ρόζη Γεωργίας και δηλώνω ότι θα λάβω μέρος. Η συμμετοχή μου είναι εθελοντική, δεν διατρέχω κανένα κίνδυνο και μπορώ να διακόψω την συνεργασία μου οποιαδήποτε στιγμή. Επομένως κατά τη διάρκεια των μετρήσεων μπορώ να εγκαταλείψω την προσπάθεια για οποιαδήποτε αιτία (π.χ. αδιαθεσία, κόπωση).

Σκοπός αυτής της έρευνας είναι η εκπλήρωση της μεταπτυχιακής μου διατριβής με στόχο να καθοριστούν οι φυσιολογικές αποκρίσεις κατά τη διάρκεια κολύμβησης με άπνοια με διαφορετικά διαλείμματα.

*Υπογραφή συμμετέχοντα ή νόμιμου  
κηδεμόνα  
Ημερομηνία*

---

*Υπογραφή ερευνητή που έλαβε τη συγκατάθεση*

---

*Ημερομηνία*



## 8.2 Πίνακες πρωτογενών δεδομένων της έρευνας

### Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και ηλικία του δείγματος

	ΔΕΙΓΜΑ	ΗΜ.ΓΕΝΝΗΣΗΣ	ΥΨΟΣ	ΒΑΡΟΣ
	<b>ΑΓΟΡΙΑ</b>			
1	ΚΑ	18/9/1997	159	49,00
2	ΓΠ	25/10/1995	180	66,00
3	ΒΓ	17/1/1993	183	80,00
4	ΒΝ	31/5/1993	172	70,80
5	ΠΝ	21/9/1993	175	76,50
6	ΚΧ	10/4/1993	181	80,00
7	ΧΔ	22/1/1998	146,5	36,00
	<b>ΚΟΡΙΤΣΙΑ</b>			
1	ΤΙ	15/1/1997	154	42,00
2	ΛΧ	29/3/1997	155,5	46,00
3	ΚΕ	4/10/1991	184	68,00
4	ΚΕ	14/4/1995	161	53,40
5	ΚΣ	12/4/1994	178	65,00
6	ΜΧ	13/1/1993	173,5	62,00
7	ΠΚ	7/7/1998	160	48,00
8	ΛΕ	1/5/1994	168	67,00
9	ΠΒ	25/4/1994	160,0	51,50
10	ΤΑ	25/6/1997	158,0	39,90
11	ΤΒ	21/12/1997	162,0	50,00
12	ΓΑ	22/1/1996	166,0	54,00
13	ΜΜ	11/4/1996	158,0	46,50
14	ΣΔ	8/11/1994	173,0	66,90
15	ΣΜ	25/4/1994	160,0	50,80

**4X50μ ελεύθερο με 15μ υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα ανάμεσα στα 50άρια.**

α/α	ΔΕΙΓΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ				ΣΦΥΓΜΟΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΤΕΣΤ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΑ 4X50Μ	ΓΑΛΑΚΤΙΚΟ		
		1st 50m	2nd 50m	3rd 50m	4th 50m			8ο	9ο	10ο
	<b>ΑΓΟΡΙΑ</b>							<b>180</b>	<b>300</b>	<b>420</b>
1	ΚΑ	29,93	31,36	33,88	32,79	31	127,96	14,7	14,0	13,0
2	ΓΠ	30,57	32,15	32,67	31,60	31	126,99	7,4	7,2	7,8
3	ΒΓ	32,61	36,86	34,52	35,67	30	139,66	4,6	5,0	4,4
4	ΒΝ	31,60	32,48	32,75	32,60	28	129,43	9,6	9,7	10,9
5	ΠΝ	30,66	31,06	31,40	31,32	33	124,44	9,5	9,5	10,7
6	ΚΧ	32,00	34,65	34,10	33,60	34	134,35	9,8	8,1	7,4
7	ΧΔ	38,28	40,29	40,84	40,90	31	160,31	6,3	5,3	5,4
	<b>ΚΟΡΙΤΣΙΑ</b>									
1	ΤΙ	32,90	34,58	35,00	34,96	31	137,44	7,3	8,0	6,2
2	ΛΧ	32,93	34,01	35,52	33,91	31	136,37	9,2	8,3	7,3
3	ΚΕ	31,97	34,56	35,20	35,20	28	136,93	8,6	8,4	9,9
4	ΚΕ	32,68	33,84	34,30	33,60	31	134,42	10,7	10,6	10,5
5	ΚΣ	30,40	32,78	33,40	33,40	33	129,98	14,8	15,2	14,3
6	ΜΧ	35,42	36,86	37,64	37,20	31	147,12	9,7	8,6	8,5
7	ΠΚ	29,20	30,64	31,65	32,08	28	123,57	15,1	14,8	14,1
8	ΛΕ	35,66	36,53	36,45	36,54	33	145,18	6,4	6,6	6,9
9	ΠΒ	33,88	35,47	34,16	33,76	29	137,27	8,1	6,5	5,8
10	ΤΑ	33,25	35,06	36,00	35,69	30	140,00	12,8	13,4	11,1
11	ΤΒ	32,03	33,85	35,16	34,47	29	135,51	13,6	13,7	11,9
12	ΓΑ	35,79	36,79	37,41	36,28	29	146,27	6,9	7,1	6,8
13	ΜΜ	37,72	38,50	39,00	38,28	30	153,50	5,7	5	5,2
14	ΣΔ	34,20	36,91	36,50	37,60	31	145,21	7,7	8	7,1
15	ΣΜ	37,35	38,3	37,9	38,3	29	151,85	8	9	9,2

**Μεταβλητές γαλακτικού οξέος και καρδιακής συχνότητας στα 4X50μ ελεύθερο με 15μ υποβρύχιους δελφινισμούς και 10'' διάλειμμα ανάμεσα στα 50άρια.**

α/α	ΔΕΙΓΜΑ	HR/avg velocity	La max	t La max (s)	Lamax/MEAN velocity	HR/Lamax
<b>ΑΓΟΡΙΑ</b>						
1	ΚΑ	119,00	14,71	181	9,41	12,65
2	ΓΠ	118,10	7,84	420	4,98	23,73
3	ΒΓ	125,69	4,98	272	3,47	36,18
4	ΒΝ	108,72	10,91	423	7,06	15,40
5	ΠΝ	123,20	10,71	417	6,67	18,48
6	ΚΧ	137,04	9,81	180	6,59	20,80
7	ΧΔ	149,09	6,31	179	5,06	29,49
<b>ΚΟΡΙΤΣΙΑ</b>						
1	ΤΙ	127,82	8,05	270	5,53	23,12
2	ΛΧ	126,82	9,22	180	6,28	20,18
3	ΚΕ	115,02	9,91	421	6,79	16,94
4	ΚΕ	125,01	10,7	180	7,19	17,38
5	ΚΣ	128,68	15,23	264	9,90	13,00
6	ΜΧ	136,82	9,71	180	7,14	19,16
7	ΠΚ	103,80	15,1	180	9,33	11,13
8	ΛΕ	143,73	6,9	450	5,01	28,72
9	ΠΒ	119,42	8,11	179	5,57	21,46
10	ΤΑ	126,00	13,5	256	9,45	13,34
11	ΤΒ	117,89	13,89	239	9,41	12,53
12	ΓΑ	127,25	7,13	273	5,21	24,42
13	ΜΜ	138,15	5,7	179	4,38	31,57
14	ΣΔ	135,05	8,01	259	5,82	23,22
15	ΣΜ	132,11	9,19	372	6,97	18,94

**4Χ50μ ελεύθερο με 10'' διάλειμμα ανάμεσα στα 50άρια.**

α/α	ΔΕΙΓΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ				ΣΦΥΓΜΟΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΤΕΣΤ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΑ 4Χ50Μ	ΓΑΛΑΚΤΙΚΟ		
		1st 50m	2nd 50m	3rd 50m	4th 50m			8	16	20
	<b>ΑΓΟΡΙΑ</b>							<b>180</b>	<b>300</b>	<b>420</b>
1	ΚΑ	28,04	30,26	30,95	31,57	32	120,82	14,9	15,1	15,1
2	ΓΠ	28,81	31,90	31,94	31,21	31	123,86	10,3	7,5	7,5
3	ΒΓ	28,97	31,30	31,20	32,42	33	123,89	10,3	8,4	9,7
4	ΒΝ	30,24	31,52	31,87	31,65	28	125,28	9,3	11,2	8,2
5	ΠΝ	29,80	31,10	32,93	30,82	33	124,65	8,8	8,8	7,7
6	ΚΧ	31,95	32,65	34,28	32,93	36	131,81	8,3	6,2	6,7
7	ΧΔ	36,22	36,14	38,45	37,04	30	147,85	11,4	10,2	10,1
	<b>ΚΟΡΙΤΣΙΑ</b>									
1	ΤΙ	33,21	33,77	35,26	33,84	30	136,08	7,0	7,0	5,9
2	ΛΧ	31,00	33,74	34,22	32,52	30	131,48	8,5	8,5	8,6
3	ΚΕ	34,12	34,96	35,61	34,93	31	139,62	6,8	5,8	6,5
4	ΚΕ	32,75	34,08	34,24	34,02	32	135,09	11,4	11,9	11,1
5	ΚΣ	30,88	31,74	33,20	32,17	29	127,99	10,9	8,9	8,4
6	ΜΧ	34,65	36,13	36,82	36,29	32	143,89	7,7	7,6	7,2
7	ΠΚ	29,51	30,96	32,48	32,98	27	125,93	14,5	13,8	14,8
8	ΛΕ	33,49	35,32	35,04	34,68	34	138,53	4,6	3,5	3,6
9	ΠΒ	32,18	34,00	34,14	34,78	30	135,10	5,3	4,6	5,6
10	ΤΑ	33,46	35,58	35,27	34,83	30	139,14	11,6	10,8	10,6
11	ΤΒ	31,69	32,78	33,72	34,11	31	132,30	15,2	16,3	14,3
12	ΓΑ	34,46	37,00	36,00	37,58	29	145,04	8,9	6,5	6,8
13	ΜΜ	35,16	37,00	36,80	37,00	28	145,96	7,9	6,5	7,6
14	ΣΔ	37,30	38,00	38,67	38,40	30	152,37	4,2	3,4	3,4
15	ΣΜ	36,68	38,69	37,99	39,00	30	152,36	7,3	7,9	7,3

**Μεταβλητές γαλακτικού οξέος και καρδιακής συχνότητας στα 4X50μ ελεύθερο με 10'' διάλειμμα ανάμεσα στα 50άρια.**

α/α	ΔΕΙΓΜΑ	HR/avg velocity	La max	t La max (s)	Lamax/MEAN velocity	HR/Lamax
	<b>ΑΓΟΡΙΑ</b>					
1	ΚΑ	115,99	15,12	337	9,13	12,70
2	ΓΠ	115,19	10,33	179	6,40	18,01
3	ΒΓ	122,65	10,3	180	6,38	19,23
4	ΒΝ	105,24	11,24	281	7,04	14,95
5	ΠΝ	123,40	8,95	232	5,58	22,13
6	ΚΧ	142,35	8,32	179	5,48	25,96
7	ΧΔ	133,07	11,42	178	8,44	15,76
	<b>ΚΟΡΙΤΣΙΑ</b>					
1	ΤΙ	122,47	7,15	232	4,86	25,19
2	ΛΧ	118,33	8,5	160	5,59	21,18
3	ΚΕ	129,85	6,88	175	4,80	27,04
4	ΚΕ	129,69	11,92	277	8,05	16,11
5	ΚΣ	111,35	10,9	180	6,97	15,97
6	ΜΧ	138,13	7,71	180	5,55	24,89
7	ΠΚ	102,00	14,81	421	9,33	10,94
8	ΛΕ	141,30	4,61	180	3,19	44,24
9	ΠΒ	121,59	5,61	421	3,79	32,08
10	ΤΑ	125,23	11,61	180	8,07	15,51
11	ΤΒ	123,04	16,3	273	10,78	11,41
12	ΓΑ	126,18	8,91	180	6,46	19,53
13	ΜΜ	122,61	7,91	180	5,77	21,25
14	ΣΔ	137,13	4,21	180	3,21	42,78
15	ΣΜ	137,12	7,87	287	5,99	22,88

**4Χ50μ ελεύθερο με 15μ υποβρύχιους δελφινισμούς και διάλειμμα μειούμενου μεικτού χρόνου ανάμεσα στα 50άρια.**

α/α	ΔΕΙΓΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ				ΣΦΥΓΜΟΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΤΕΣΤ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΑ 4Χ50Μ	ΓΑΛΑΚΤΙΚΟ		
		1st 50m	2nd 50m	3rd 50m	4th 50m			♂	♀	℞
	<b>ΑΓΟΡΙΑ</b>							<b>180</b>	<b>300</b>	<b>420</b>
1	ΚΑ	29,34	30,70	30,29	30,73	31	121,06	17,0	18,3	15,1
2	ΓΠ	29,69	29,97	29,71	30,66	32	120,03	11,2	11,7	9,3
3	ΒΓ	30,15	30,74	33,13	30,54	33	124,56	9,7	10,8	10,6
4	ΒΝ	30,43	30,23	30,28	30,44	27	121,38	14,0	13,1	12,0
5	ΠΝ	30,26	29,86	29,92	30,85	32	120,89	10,1	9,2	9,3
6	ΚΧ	31,68	32,93	32,27	33,08	30	129,96	9,8	9,3	8,7
7	ΧΔ	38,88	39,04	38,39	39,98	30	156,29	5,2	7,3	6,8
	<b>ΚΟΡΙΤΣΙΑ</b>									
1	ΤΙ	31,97	31,40	31,42	32,10	30	126,89	9,4	13,2	9,7
2	ΛΧ	32,54	31,66	32,45	33,18	29	129,83	12,0	11,2	13,8
3	ΚΕ	34,33	34,60	34,56	34,32	29	137,81	15,7	7,5	9,0
4	ΚΕ	32,91	33,34	32,94	34,06	30	133,25	7,4	7,9	10,3
5	ΚΣ	30,99	31,06	30,98	32,01	32	125,04	15,0	14,3	11,8
6	ΜΧ	34,91	36,27	35,76	37,35	32	144,29	9,0	9,7	9,4
7	ΠΚ	28,77	28,39	28,83	29,42	27	115,41	14,5	12,1	12,2
8	ΛΕ	33,22	33,96	34,38	34,27	34	135,83	6,7	9,4	8,7
9	ΠΒ	35,38	35,72	32,82	33,60	30	137,52	7,6	7,3	6,4
10	ΤΑ	33,38	33,63	33,40	35,60	33	136,01	11,6	10,8	10,6
11	ΤΒ	31,53	32,41	32,57	33,54	30	130,05	15,2	16,3	14,3
12	ΓΑ	35,76	36,12	34,41	35,91	30	142,20	8,9	11,6	7,7
13	ΜΜ	37,00	36,50	35,94	36,56	31	146,00	9,5	10,1	10
14	ΣΔ	35,19	36,90	35,40	37,44	29	144,93	8,3	7,2	10,4
15	ΣΜ	38,28	36,60	36,00	37,50	26	148,38	10,6	9,5	7,4

Μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού κανονικής κολύμβησης 4x50μ ελεύθερο και κολύμβησης με άπνοια με σταθερό και μειούμενο διάλειμμα

**Μεταβλητές γαλακτικού οξέος και καρδιακής συχνότητας στα 4X50μ ελεύθερο με 15μ υποβρύχιους δελφινισμούς και διάλειμμα μειούμενου μεικτού χρόνου ανάμεσα στα 50άρια.**

α/α	ΔΕΙΓΜΑ	HR/avg velocity	La max	t La max (s)	Lamax/MEAN velocity	HR/Lamax
	<b>ΑΓΟΡΙΑ</b>					
1	ΚΑ	112,59	18,42	270	11,15	10,10
2	ΓΠ	115,23	11,83	250	7,10	16,24
3	ΒΓ	123,31	10,89	329	6,78	18,19
4	ΒΝ	98,32	14,03	175	8,52	11,55
5	ΠΝ	116,05	10,13	178	6,12	18,95
6	ΚΧ	116,96	9,84	175	6,39	18,30
7	ΧΔ	140,66	7,32	300	5,72	24,57
	<b>ΚΟΡΙΤΣΙΑ</b>					
1	ΤΙ	114,20	13,24	297	8,40	13,60
2	ΛΧ	112,95	13,86	422	9,00	12,55
3	ΚΕ	119,89	15,71	180	10,82	11,08
4	ΚΕ	119,93	10,45	425	6,96	17,23
5	ΚΣ	120,04	14,99	181	9,37	12,81
6	ΜΧ	138,52	9,69	309	6,99	19,82
7	ΠΚ	93,48	14,66	175	8,46	11,05
8	ΛΕ	138,55	9,55	328	6,48	21,37
9	ΠΒ	123,77	7,59	165	5,22	23,71
10	ΤΑ	134,65	11,61	180	7,89	17,06
11	ΤΒ	117,05	16,3	273	10,60	11,05
12	ΓΑ	127,98	11,64	285	8,27	15,47
13	ΜΜ	135,78	10,18	332	7,43	18,28
14	ΣΔ	126,09	10,44	422	7,56	16,67
15	ΣΜ	115,74	10,66	178	7,86	14,72

**4Χ50μ ελεύθερο με διάλειμμα μειούμενου μεικτού χρόνου ανάμεσα στα 50άρια.**

α/α	ΔΕΙΓΜΑ	ΧΡΟΝΟΣ				ΣΦΥΓΜΟΙ ΜΕΤΑ ΤΟ ΤΕΣΤ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΑ 4Χ50Μ	ΓΑΛΑΚΤΙΚΟ		
		1st 50m	2nd 50m	3rd 50m	4th 50m			8	16	20
	<b>ΑΓΟΡΙΑ</b>							<b>180</b>	<b>300</b>	<b>420</b>
1	ΚΑ	27,52	28,48	29,65	30,72	32	116,37	15,2	17,6	15,9
2	ΓΠ	28,71	29,18	29,48	29,74	31	117,11	13,3	12,2	12,0
3	ΒΓ	27,57	28,43	29,42	30,06	32	115,48	12,9	12,5	12,1
4	ΒΝ	28,63	28,78	29,15	30,48	33	117,04	14,4	16,1	14,1
5	ΠΝ	28,67	28,54	29,06	29,06	32	115,33	12,2	12,1	12,1
6	ΚΧ	30,89	32,46	31,57	33,15	35	128,07	8,1	7,1	7,8
7	ΧΔ	36,94	38,72	39,33	41,16	30	156,15	6,8	7,7	6,9
	<b>ΚΟΡΙΤΣΙΑ</b>									
1	ΤΙ	31,89	31,43	31,06	31,60	31	125,98	8,8	7,2	8,5
2	ΛΧ	30,72	30,54	31,18	31,57	32	124,01	11,5	12,0	12,3
3	ΚΕ	32,74	33,29	33,59	34,58	29	134,20	6,7	5,0	4,0
4	ΚΕ	32,91	33,73	33,34	33,91	30	133,89	7,7	8,1	6,1
5	ΚΣ	29,12	29,86	29,72	31,30	31	120,00	13,5	14,0	12,2
6	ΜΧ	34,44	35,07	35,58	36,11	33	141,20	7,7	8,1	7,2
7	ΠΚ	29,12	29,58	29,42	30,70	29	118,82	11,1	10,0	7,6
8	ΛΕ	33,40	34,67	34,62	35,52	32	138,21	5,7	4,7	4,9
9	ΠΒ	31,09	30,94	31,53	31,82	29	125,38	10	9,6	8,8
10	ΤΑ	32,60	33,34	33,59	35,53	31	135,06	15,7	16,3	16
11	ΤΒ	31,10	32,03	32,56	33,87	29	129,56	17	16,8	16,4
12	ΓΑ	33,72	34,21	33,24	35,16	31	136,33	9,7	11,3	10,9
13	ΜΜ	33,76	33,16	33,56	34,29	31	134,77	12,3	11,4	9,5
14	ΣΔ	36,00	35,23	34,59	35,65	30	141,47	7,1	6,3	6,5
15	ΣΜ	34,66	34,82	34,09	37,10	28	140,67	14,2	12,2	15,2



Μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού κανονικής κολύμβησης 4x50μ ελεύθερο και κολύμβησης με άπνοια με σταθερό και μειούμενο διάλειμμα

**Μεταβλητές γαλακτικού οξέος και καρδιακής συχνότητας στα 4X50μ ελεύθερο με διάλειμμα μειούμενου μεικτού χρόνου ανάμεσα στα 50άρια.**

α/α	ΔΕΙΓΜΑ	HR/avg velocity	La max	t La max (s)	Lamax/MEAN velocity	HR/Lamax
	<b>ΑΓΟΡΙΑ</b>					
1	ΚΑ	111,72	17,65	306	10,27	10,88
2	ΓΠ	108,91	13,29	180	7,78	13,99
3	ΒΓ	110,86	12,9	179	7,45	14,88
4	ΒΝ	115,87	16,14	288	9,44	12,27
5	ΠΝ	110,72	12,19	173	7,03	15,74
6	ΚΧ	134,47	8,15	180	5,28	25,46
7	ΧΔ	140,54	7,7	292	6,01	23,39
	<b>ΚΟΡΙΤΣΙΑ</b>					
1	ΤΙ	117,16	881	180	5,55	21,11
2	ΛΧ	119,0496	12,38	500	7,67	15,52
3	ΚΕ	116,75	6,67	181	4,48	26,08
4	ΚΕ	120,501	8,13	300	5,44	22,14
5	ΚΣ	111,60	14,07	252	8,44	13,22
6	ΜΧ	139,788	8,13	264	5,74	24,37
7	ΠΚ	103,37	11,14	170	6,62	15,62
8	ΛΕ	132,6816	5,78	175	3,99	33,23
9	ΠΒ	109,08	10,01	174	6,27	17,39
10	ΤΑ	125,6058	16,34	313	11,03	11,39
11	ΤΒ	112,72	17	172	11,02	10,23
12	ΓΑ	126,7869	11,43	324	7,79	16,28
13	ΜΜ	125,34	12,3	177	8,29	15,12
14	ΣΔ	127,323	7,11	180	5,03	25,32
15	ΣΜ	118,16	15,27	420	10,74	11,00