



Η Επίδραση της Κολύμβησης με Ελεγχόμενη Αναπνοή στη Συγκέντρωση Γαλακτικού στο Αίμα

Γεώργιος Τσαλής, Γεώργιος Πουλαρινός, Δημήτριος Λούπος, & Βασίλης Μούγιος
ΤΕΦΑΑ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η προπόνηση με κράτημα της αναπνοής (υποξική προπόνηση), χρησιμοποιείται από πολλούς προπονητές κολύμβησης για την ενδυνάμωση των αναπνευστικών μυών και την αύξηση της ικανότητας άσκησης σε αναερόβιες, άπνοες συνθήκες. Οι απόψεις όμως διίστανται ως προς τις επιδράσεις της υποξικής προπόνησης στον οργανισμό των κολυμβητών. Σκοπός της έρευνας αυτής ήταν να συγκρίνει τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα κολυμβητών και κολυμβητριών και την καρδιακή συχνότητα, μετά από προπόνηση, σε υπομέγιστη ένταση με διαφορετικούς ρυθμούς αναπνοής. Επτά κολυμβητές και επτά κολυμβήτριες εφηβικής ηλικίας, πραγματοποίησαν δύο δοκιμασίες, 8 × 50 m ελεύθερης κολύμβησης, στο 91 ± 2 % της καλύτερης πρόσφατης επίδοσής τους. Στη μία δοκιμασία, οι αθλητές και οι αθλήτριες κολύμησαν με κανονική συχνότητα αναπνοής (ΚΣΑ), ενώ στην άλλη με ελεγχόμενη συχνότητα αναπνοής (ΕΣΑ) κάθε 7-8 χεριές. Για τον προσδιορισμό του γαλακτικού πάρθηκαν δείγματα τριχοειδικού αίματος, πριν και στο 3ο, 5ο και 7ο λεπτό, μετά το τέλος κάθε δοκιμασίας. Επίσης, καταγράφηκε, πριν και αμέσως μετά η καρδιακή συχνότητα. Από την ανάλυση των δεδομένων φάνηκε ότι η μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού δε διέφερε σημαντικά μεταξύ ΚΣΑ και ΕΣΑ (13.8 ± 4.2 και 13.6 ± 3.1 mmol/L αντίστοιχα), όπως δε διέφερε και η καρδιακή συχνότητα (180 ± 8 και 176 ± 13 bpm αντίστοιχα). Συμπερασματικά, η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα και η καρδιακή συχνότητα δεν επηρεάζονται από τη συχνότητα αναπνοής στην ελεύθερη κολύμβηση σε υπομέγιστης έντασης προπόνηση.

Λέξεις κλειδιά: *υποξική προπόνηση, υπομέγιστη ένταση*

The Effect of Swimming with Reduced Breathing Frequency on Blood Lactate Concentration

George Tsalis, George Poularinos, Dimitrios Loupos, & Vassilis Mougios

Department of Physical Education and Sport Science, Aristotle University of Thessaloiniki, Hellas

Abstract

Training with reduced breathing frequency (hypoxic training) is used by swimming coaches to strengthen the respiratory muscles and increase the capacity to exercise under anaerobic, or apnoic, conditions. However, opinions differ regarding the effects of hypoxic training on the swimmers' physiology. The purpose of the present research was to compare the blood lactate concentration and heart rate after submaximal swimming with different breathing frequencies. Seven male and seven female adolescent swimmers performed two freestyle 8 × 50 m trials at 91 ± 2 % of their most recent record. During one trial, the swimmers breathed normally, while during the other they breathed every 7-8 armstrokes. Capillary blood samples were obtained before and 3, 5 and 7 min after the end of each trial to determine the lactate concentration. Furthermore, heart rate was recorded before and immediately after each trial. Data analysis showed no significant differences between the normal compared to the reduced breathing frequency trials on lactate (13.8 ± 4.2 vs. 13.6 ± 3.1 mmol/L) or heart rate (180 ± 8 vs 176 ± 13 bpm). In conclusion, blood lactate and heart rate were not affected by the breathing pattern during submaximal swimming training.

Key words: *hypoxic training, submaximal intensity*

Εισαγωγή

Στην ελεύθερη κολύμβηση, ο αθλητής διατηρεί μια κανονική συχνότητα αναπνοής (ΚΣΑ), κατά την οποία συνήθως εισπνέει σε κάθε κύκλο χεριών ή κάθε τρίτη χεριά. Η ελεγχόμενη συχνότητα αναπνοής (ΕΣΑ), είναι μια μέθοδος προπόνησης, κατά την οποία περιορίζεται εθελούσια η συχνότητα αναπνοής για επτά, οκτώ ή συχνά περισσότερες χεριές (Dicker, Lofthus, Thornton, & Brooks, 1980). Πρόκειται για μια προπονητική διαδικασία, την οποία εφαρμόζουν πολλοί προπονητές προσδοκώντας θετικές επιδράσεις στην κολυμβητική απόδοση και επίδοση. Η λογική της μεθόδου αυτής είναι ότι, με διαλειμματική προπόνηση και μειωμένη συχνότητα αναπνοής σε υπομέγιστες εντάσεις, θα επιτευχθούν υψηλότερες συγκεντρώσεις γαλακτικού στο αίμα των αθλητών, σε σύγκριση με την προπόνηση με ΚΣΑ λόγω στέρησης εισπνεόμενου οξυγόνου (Ibanez, Rama, Riera, Prats, & Palacios, 1993; Mizuno et al., 1990). Κάτι τέτοιο θα υποδηλώνει υψηλότερη συμμετοχή του αναερόβιου καταβολισμού των υδατανθράκων στην παραγωγή ενέργειας, προπονητικό αποτέλεσμα ιδιαίτερα ευνοϊκό για τα αγωνίσματα ταχύτητας (Mougiος, 2006). Την προπόνηση με μειωμένη συχνότητα αναπνοής (αναφέρεται ως υποξική προπόνηση στα συγγράμματα της κολύμβησης) προτείνουν αρκετοί συγγραφείς βιβλίων κολύμβησης, με διαφορετικές ωστόσο προσεγγίσεις ως προς τη χρησιμότητά της (Counsilman, 1977; Maglischo, 2003; Olbrecht, 2000).

Η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα και η καρδιακή συχνότητα μετά την άσκηση, εκφράζουν την ένταση της προσπάθειας. Αρκετοί ερευνητές εξέτασαν τις μεταβολές των παραμέτρων αυτών σε αθλητικές δραστηριότητες όπως η κολύμβηση με ΚΣΑ και ΕΣΑ, χωρίς να παρατηρήσουν διαφορές στη συγκέντρωση του γαλακτικού (Hsieh & Hermiston, 1983; Town & Vanness, 1990; West, Drummond, Vanness, & Ciccolella, 2005) ή στην καρδιακή συχνότητα (Dicker et al., 1980; Town & Vanness, 1990), αν και οι West et al. (2005), βρήκαν μείωση της καρδιακής συχνότητας μετά από προσπάθεια με μειωμένη συχνότητα αναπνοής. Στις παραπάνω έρευνες χρησιμοποιήθηκαν προσπάθειες μεσαίας διάρκειας (3-4 min). Είναι ωστόσο πιθανό, σε προσπάθειες μικρής διάρκειας (κάτω από 1 min), όπου η συμμετοχή του αναερόβιου μεταβολισμού είναι υψηλότερη, να υπάρχουν διαφορές στις τιμές του γαλακτικού μεταξύ ΚΣΑ και ΕΣΑ. Δεν βρέθηκε στη

βιβλιογραφία μελέτη που να χρησιμοποιήσει διαλειμματική προπόνηση υπομέγιστης έντασης και μικρής διάρκειας με μειωμένη συχνότητα αναπνοής. Επιπλέον, δεν βρέθηκε βιβλιογραφική αναφορά που να έχει ελεγχθεί η πρόσληψη υδατανθράκων πριν από παρόμοιες δοκιμασίες, παράμετρος που μπορεί να επηρεάσει τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα (Mougiος, 2006).

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να συγκρίνει τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα κολυμβητών και την καρδιακή συχνότητά τους μετά από διαλειμματική προπόνηση, σε υπομέγιστη ένταση με διαφορετικούς ρυθμούς αναπνοής.

Μέθοδος και Διαδικασία

Συμμετέχοντες

Στη μελέτη έλαβαν μέρος εθελοντικά επτά κολυμβητές, ηλικίας 15.9 ± 0.7 και επτά κολυμβήτριες, ηλικίας 16.5 ± 0.7 ετών (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση). Οι κολυμβητές ήταν μέλη αγωνιστικής ομάδας, προπονητικής ηλικίας τουλάχιστον 5 ετών και προπονούνταν τουλάχιστον 6 φορές την εβδομάδα. Για το σκοπό, τα οφέλη και τους κινδύνους της μελέτης, ενημερώθηκαν οι γονείς των αθλητών και έδωσαν εγγράφως τη συγκατάθεσή τους.

Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

Για τη μέτρηση των σωματικών χαρακτηριστικών των αθλητών χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονική ζυγαριά και αναστημόμετρο ακρίβειας, 0,1 kg και 1 mm αντίστοιχα. Από τα στοιχεία αυτά υπολογίστηκε ο δείκτης σωματικής μάζας ($\Delta\text{ΣΜ}$). Ακόμη εκτιμήθηκε το ποσοστό του σωματικού λίπους και η άλιπη σωματική μάζα ($\text{Α}\Sigma\text{Μ}$), με τη μέθοδο της βιοηλεκτρικής αντίστασης και με τη συσκευή Bodystat 1500 της εταιρείας Bodystat (Douglas, Ηνωμένο Βασίλειο). Τα χαρακτηριστικά των κολυμβητών παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Έλεγχος διατροφής

Για να ελεγχθεί η πρόσληψη υδατανθράκων δόθηκε στους συμμετέχοντες έντυπο όπου κατέγραψαν την διατροφή τους μια ημέρα πριν και μέχρι κάθε δοκιμασία. Στο έντυπο υπήρχαν οδηγίες και παραδείγματα για το πώς να καταγράψουν τις ποσότητες των τροφίμων και των ποτών που καταλάβαιναν. Ακόμη, υπήρχε και η σύσταση να επαναλάβουν, όσο το δυνατό πιστότερα, πριν από

Πίνακας 1. Σωματικά χαρακτηριστικά των κολυμβητών

	Σωματική μάζα (kg)	Ύψος (m)	$\Delta\text{ΣΜ}$ (kg/m ²)	Λίπος (%)	$\text{Α}\Sigma\text{Μ}$ (kg)
Αγόρια	67.7 ± 5.5	1.77 ± 0.06	21.6 ± 1.6	7.7 ± 2.1	62.5 ± 4.9
Κορίτσια	62.0 ± 7.1	1.70 ± 0.04	21.7 ± 2.0	19.0 ± 4.3	50.0 ± 3.7

τη δεύτερη δοκιμασία τη διατροφική πρόσληψη της πρώτης δοκιμασίας. Για την ανάλυση της διατροφής χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα που κατασκευάστηκε στο εργαστήριό μας σε περιβάλλον Microsoft Access, με διατροφικά δεδομένα από Food Standards Agency (2002). Υπολογίστηκε η ενεργειακή πρόσληψη και τα ποσοστά υδατανθράκων, πρωτεϊνών και λιπών στη συνολική ενεργειακή πρόσληψη.

Δοκιμασίες

Οι συμμετέχοντες πραγματοποίησαν δύο δοκιμασίες, κάθε μια από τις οποίες περιλάμβανε 8 × 50 m ελεύθερης κολύμβησης σε μεικτό χρόνο 1 min 30 s. Τους ζητήθηκε να κολυμπήσουν με ένταση 90 % της καλύτερης πρόσφατης επίδοσής τους, η οποία αξιολογήθηκε με μια δοκιμασία 50 m ελεύθερης κολύμβησης μέγιστης έντασης, με εκκίνηση μέσα από το νερό. Η δοκιμασία αυτή πραγματοποιήθηκε μια εβδομάδα πριν την πρώτη δοκιμασία των 8 × 50 m. Μεταξύ των δύο δοκιμασιών μεσολάβησε μια εβδομάδα κατά την οποία οι κολυμβητές παρακολουθούσαν κανονικά το πρόγραμμα της προετοιμασίας τους. Οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν, μεταξύ 4 και 6 μμ, σε κλειστό κολυμβητήριο 50 m και η θερμοκρασία νερού και περιβάλλοντος ήταν 27 και 24 °C αντίστοιχα.

Σε κάθε πειραματική δοκιμασία οι κολυμβητές, αφού πραγματοποίησαν 20 min γενικής προθέρμανσης και 2 επαναλήψεις 15 m μέγιστης έντασης κολύμβησης, ξεκουράστηκαν 30 min. Στη συνέχεια οι μισοί, με κλήρωση, κολύμπησαν με αναπνοή σε κάθε κύκλο χεριών ή ανά 3 χεριές (ΚΣΑ), ενώ οι υπόλοιποι κολύμπησαν παίρνοντας αναπνοή κάθε 7 ή 8 χεριές (ΕΣΑ). Τη δεύτερη φορά, κάθε κολυμβητής πραγματοποίησε την άλλη δοκιμασία. Πριν από τις δοκιμασίες, και αμέσως μετά, μετρήθηκε η καρδιακή συχνότητα των συμμετεχόντων, ενώ ήταν καθισμένοι στην υπερχειλίση της δεξαμενής, τηλεμετρικά με συσκευή τύπου Polar S810I (Polar Electro, Campelle, Φιλανδία).

Προσδιορισμός γαλακτικού

Λήφθηκαν 4 δείγματα 14 μL τριχοειδικού αίματος από τη ρόγα του δακτύλου των συμμετεχόντων,

σε καθιστή θέση, 10 min μετά την προθέρμανση και 5 min πριν την έναρξη, καθώς και 3, 5 και 7 min μετά το πέρας κάθε δοκιμασίας. Τα δείγματα αναμειχθηκαν αμέσως με 140 μL 0.3 mol/L HClO₄ για διακοπή οποιασδήποτε ενζυμικής διεργασίας στο αίμα, τοποθετήθηκαν στην κατάψυξη και αναλύθηκαν όλα μαζί σε επόμενη ημέρα. Τα δείγματα αρχικά φυγοκεντρήθηκαν στα 1500 × g για 4 min και στη συνέχεια προσδιορίστηκε φασματοφωτομετρικά η συγκέντρωση γαλακτικού στο υπερκείμενο υγρό με αντιδραστήρια της εταιρείας Sigma (St. Louis, ΗΠΑ). Η μεγαλύτερη από τις τρεις τιμές μετά την άσκηση καταγράφηκε ως η μέγιστη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα.

Στατιστική επεξεργασία

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή ± τυπική απόκλιση. Για τη σύγκριση των διατροφικών στοιχείων και της επίδοσης χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (φύλο × δοκιμασία) με επανειλημμένες μετρήσεις στη δοκιμασία. Για τη σύγκριση της καρδιακής συχνότητας και της συγκέντρωσης γαλακτικού (ηρεμίας και μέγιστης τιμής), χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης τριών παραγόντων (φύλο × δοκιμασία × χρονικές στιγμές). Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο α = .05. Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων της έρευνας χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 12.0.

Αποτελέσματα

Οι επιδόσεις που πέτυχαν οι κολυμβητές και οι κολυμβήτριες στη μέγιστη δοκιμασία των 50 m ήταν 29.2 ± 1.4 και 30.3 ± 0.8 s αντίστοιχα. Βάσει του σχεδιασμού της μελέτης, οι χρόνοι που έπρεπε να επιτευχθούν στις δοκιμασίες (90 % της μέγιστης έντασης) ήταν 31.1 ± 0.9 s για τα αγόρια και 33.7 ± 0.9 s για τα κορίτσια. Στην πραγματικότητα οι χρόνοι αντιστοιχούν στο 91 ± 2 % της μέγιστης έντασης. Από τη στατιστική ανάλυση δεν βρέθηκε αλληλεπίδραση των παραγόντων φύλο και δοκιμασία και οι επιδόσεις ήταν παρόμοιες στις δύο δοκιμασίες σύμφωνα με το σχεδιασμό της μελέτης.

Πίνακας 2. Επίδοση, συγκέντρωση γαλακτικού και καρδιακή συχνότητα στις δύο δοκιμασίες (ΕΣΑ: ελεγχόμενη συχνότητα αναπνοής, ΚΣΑ: κανονική συχνότητα αναπνοής)

	Κολυμβητές		Κολυμβήτριες	
	ΕΣΑ	ΚΣΑ	ΕΣΑ	ΚΣΑ
Επίδοση (s)	30.5 ± 0.8	30.5 ± 0.9	33.3 ± 0.5	33.1 ± 0.7
Γαλακτικό ηρεμίας (mmol/L)	3.2 ± 1.2	3.0 ± 0.8	3.2 ± 1.1	3.3 ± 0.8
Γαλακτικό άσκησης (mmol/L)	15.1 ± 3.3	15.5 ± 4.6	12.2 ± 3.2	12.1 ± 2.1
Καρδιακή συχνότητα ηρεμίας (bpm)	89 ± 11	85 ± 7	94 ± 14	93 ± 8
Καρδιακή συχνότητα άσκησης (bpm)	172 ± 16	182 ± 6	180 ± 8	178 ± 10

Πίνακας 3. Συγκέντρωση γαλακτικού ανά χρονική στιγμή δειγματοληψίας στις δύο δοκιμασίες (ΕΣΑ: ελεγχόμενη συχνότητα αναπνοής, ΚΣΑ: κανονική συχνότητα αναπνοής).

		Γαλακτικό (mmol/L)		
		3 ^ο min	5 ^ο min	7 ^ο min
Κολυμβητές	ΕΣΑ	14.9 ± 3.4	13.9 ± 4.2	12.9 ± 3.1
	ΚΣΑ	14.2 ± 3.6	14.6 ± 4.8	13.6 ± 5.6
Κολυμβήτριες	ΕΣΑ	11.6 ± 2.2	10.7 ± 3.0	9.5 ± 2.3
	ΚΣΑ	11.1 ± 3.3	9.8 ± 2.6	9.4 ± 4.2

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της μέγιστης συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα των κολυμβητών και των τιμών της καρδιακής συχνότητας (Πίνακας 2), δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων φύλο, δοκιμασία και χρόνος. Η μόνη κύρια επίδραση εμφανίστηκε στον παράγοντα χρονικές στιγμές. Σε αυτό τον παράγοντα βρέθηκαν υψηλότερες τιμές μετά την άσκηση (Πίνακας 2, $p < .05$).

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται αναλυτικά οι συγκεντρώσεις του γαλακτικού ανά χρονική στιγ-

μή δειγματοληψίας, που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό της μέγιστης τιμής. Η στατιστική επεξεργασία δεν έδειξε καμία διαφορά.

Από την ανάλυση της διατροφής των κολυμβητών φάνηκε ότι, η ενεργειακή πρόσληψη ανά kg σωματικού βάρους και τα ποσοστά των μακροθρεπτικών συστατικών, τις προηγούμενες 36 ώρες πριν από τις δύο δοκιμασίες, δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πειραματικών συνθηκών (Πίνακας 4).

Πίνακας 4. Συνολική ενεργειακή πρόσληψη και κατανομή της σε μακροθρεπτικά συστατικά 36 ώρες πριν από τις δύο δοκιμασίες (ΕΣΑ: ελεγχόμενη συχνότητα αναπνοής, ΚΣΑ: κανονική συχνότητα αναπνοής).

	Κολυμβητές		Κολυμβήτριες	
	ΕΣΑ	ΚΣΑ	ΕΣΑ	ΚΣΑ
Ενέργεια (kcal/kg)	58 ± 15	57 ± 8	38 ± 13	43 ± 13
Υδατάνθρακες (%)	47 ± 10	47 ± 8	56 ± 5	44 ± 9
Πρωτεΐνες (%)	16 ± 2	17 ± 2	18 ± 5	22 ± 5
Λίπος (%)	37 ± 9	36 ± 6	25 ± 8	34 ± 7

Συζήτηση

Στην παρούσα μελέτη εξετάστηκε η υπόθεση αν, υπομέγιστης έντασης κολύμβηση με ελεγχόμενη αναπνοή, μπορεί να αυξήσει τη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα και την καρδιακή συχνότητα κολυμβητών, σε σύγκριση με ίδιας έντασης κολύμβηση με κανονική αναπνοή. Πιθανή αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού είναι πιθανό να σημαίνει μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας από τον αναερόβιο καταβολισμό υδατανθράκων, κάτι που θα μπορούσε να αξιοποιηθεί προπονητικά για την ενίσχυση της αναερόβιας γαλακτικής ικανότητας.

Από τα αποτελέσματα όμως φάνηκε ότι, ο διαφορετικός χειρισμός της συχνότητας αναπνοής των κολυμβητών, δεν επέδρασε στη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα. Τα αποτελέσματά της μελέτης συμφωνούν με έρευνες στις οποίες χρησι-

μοποιήθηκε υπομέγιστη συνεχόμενη κολύμβηση, 3-4 min με διαφορετικές συχνότητες αναπνοής, παρόμοιες με αυτές στην παρούσα μελέτη και στις οποίες βρέθηκε ότι η συγκέντρωση του γαλακτικού δε διέφερε σε συνθήκες υποξίας, σε σύγκριση με ένα ίδιο πρωτόκολλο άσκησης και ελεύθερη συχνότητα αναπνοής (Hsieh & Hermiston 1983; Town & Vanness, 1990; West et al., 2005). Τα ευρήματα αυτά ενισχύουν την άποψη ότι η παραγωγή γαλακτικού κατά την άσκηση δεν οφείλεται σε έλλειψη οξυγόνου στους ασκούμενους μύες (Mougiou 2006) και συμφωνούν με τα ευρήματα των Sharp, Williams & Bevan (1991), οι οποίοι δεν βρήκαν διαφορές στις τιμές του γαλακτικού του αίματος κατά τη διάρκεια ποδηλάτησης σε μέτρια ένταση, με ή χωρίς μειωμένη συχνότητα αναπνοής. Τα ευρήματά μας, ωστόσο, διαφέρουν από εκείνα των Yamamoto, Takei, Mutoh & Miyashita (1998), οι οποίοι

βρήκαν αυξημένη απομάκρυνση του γαλακτικού από το αίμα 3 min μετά από άσκηση υπομέγιστης έντασης και διάρκειας 4 min σε εργοποδήλατο, όταν υπήρξε μειωμένη συχνότητα αναπνοής κατά το τελευταίο λεπτό σε σύγκριση με κανονική αναπνοή. Η διαφορά αυτή μπορεί να οφείλεται στο εντελώς διαφορετικό είδος και πρωτόκολλο άσκησης, σε σύγκριση με την παρούσα έρευνα (κινητοποίηση διαφορετικών μυϊκών ομάδων, αιμοδυναμικές διαφορές, ενεργειακοί μηχανισμοί κ.ά.).

Σχετικά με τις τιμές της καρδιακής συχνότητας μετά τις δοκιμασίες, δεν βρέθηκαν διαφορές μεταξύ των δυο συνθηκών άσκησης, κάτι που συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Dicker et al. (1980), αλλά βρίσκεται σε αντίθεση με την έρευνα των West et al. (2005), στην οποία παρατηρήθηκε μείωση στην καρδιακή συχνότητα κατά την υποξική δοκιμασία. Η διαφορά στα ευρήματα οφείλεται πιθανώς στη μεγαλύτερη διάρκεια των δοκιμασιών της μελέτης των West et al. (2005) (3 min) και στη χαμηλότερη ένταση (50-85%), κάτι που ίσως επηρέασε την καρδιοαναπνευστική λειτουργία. Το γεγονός αυτό οδήγησε τους ερευνητές να συστήνουν στους προπονητές ότι μπορούν να χρησιμοποιούν την κο-

λύμηση με ελεγχόμενη αναπνοή σε μέτριας έντασης άσκηση, τροποποιώντας όμως τις προπονητικές ζώνες που στηρίζονται στην καρδιακή συχνότητα, ώστε να λαμβάνουν υπόψη τη μείωση στην καρδιακή συχνότητα.

Αξιζει να αναφερθεί ότι το κράτημα της αναπνοής κατά την κολύμβηση, μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα όπως δυσφορία και απώλεια των αισθήσεων (Eriksson, 1994). Για αυτό πρέπει να ενημερώνονται οι κολυμβητές για τους κινδύνους που μπορεί να έχει μια τέτοια προσπάθεια και ο προπονητής να αυξάνει την προσοχή του για ένα τέτοιο ενδεχόμενο. Στην παρούσα μελέτη κανένας από τους συμμετέχοντες δεν παρουσίασε οποιοδήποτε αρνητικό σύμπτωμα. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στην εμπειρία και στην εξοικείωση των συμμετεχόντων με τέτοιες προσπάθειες.

Συμπερασματικά, η συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα δεν επηρεάζεται από τη συχνότητα των αναπνοών στην ελεύθερη κολύμβηση σε υπομέγιστης έντασης προπόνηση και πιθανά οφέλη της κολύμβησης χωρίς αναπνοή πρέπει να αναζητηθούν σε άλλους παράγοντες της απόδοσης.

Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

Η σημαντική καταπόνηση που δέχονται οι κολυμβητές επιβάλλει την επιστημονική τεκμηρίωση των προπονητικών επιβαρύνσεων, οι οποίες πρέπει να εξασφαλίζουν πρώτα την προάσπιση της υγείας και κατόπιν τη βελτίωση της απόδοσης. Από τα συμπεράσματα της μελέτης αυτής, η κολύμβηση με κράτημα αναπνοής ως και οκτώ χεριές (τέσσερις κύκλους), αν και δεν φάνηκε να προσδίδει κάποιο πλεονέκτημα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί από έμπειρους κολυμβητές, ως μια μορφή που προσδίδει ποικιλία στην προπόνηση.

Βιβλιογραφία

- Counsilman, J. E. (1977). *Competitive swimming manual for coaches and swimmers*. Bloomington IND: Counsilman.
- Dicker, S. G., Lofthus, G. K., Thornton, N. W., & Brooks G. A. (1980). Respiratory and heart rate responses to tethered controlled frequency breathing swimming. *Medicine Science of Sports and Exercise*, 12, 20-23.
- Eriksson, B. (1994). Medical aspects and risks with swimming. In M. Miyashita, Y. Mutoh & A. B. Richardson (Eds.), *Medicine and Science in Aquatic Sports* (pp. 60-63). Basel, Karger.
- Food Standards Agency. (2002). *McCance and Widdowson's the composition of foods*. Cambridge, UK. Royal Society of Chemistry.
- Hsieh, S. S., & Hermiston, R. T. (1983). The acute effects of controlled breathing swimming on glycolytic parameters. *Canadian Journal of Applied Sport Science*, 8, 149-154.
- Ibanez, J., Rama, R., Riera, M., Prats, M. T., & Palacios, L. (1993). Severe hypoxia decreases oxygen uptake relative to intensity during submaximal graded exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 67, 7-13.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming Fastest*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Mizuno, M., Juel, C., Bro-Rasmussen, T., Mygind, E., Schibye, B., Rasmussen, B., et al. (1990). Limb skeletal muscle adaptation in athletes after training at altitude. *Journal of Applied Physiology*, 68, 496-502.
- Mougios, V. (2006). *Exercise biochemistry*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Olbrecht, J. (2000). *The science of winning*. Luton England: Swimshop.
- Sharp, R. L., Williams, D. J., & Bevan, L. (1991). *International Journal of Sports Medicine*, 12(1), 662-65.
- Town, G. P., & Vanness, J. M. (1990). Metabolic responses to controlled frequency breathing in competitive swimmers. *Medicine Science of Sports and Exercise*, 2, 112-116.

West, S. A., Drummond, M. J., Vanness, J. M., & Ciccolella, M. E. (2005). Blood lactate and metabolic responses to controlled frequency breathing during graded swimming. *Journal of Strength and Conditioning Response*, 19, 772-776.

Yamamoto, Y., Takei, Y., Mutoh, Y., & Miyashita, M. (1988). Delayed appearance of blood lactate with reduced frequency breathing during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 57(4), 462-466.

