



## Επίδραση της Ύπτιας Κολύμβησης με «Χεράκια» και με «Αλεξιπτωτο» σε Παραμέτρους της Χεριάς και στη Συγκέντρωση του Γαλακτικού Οξέος

Στέφανος Ζαφειριάδης, Δημήτρης Λούπος, Ιωάννης Βαλκούμας, & Γιώργος Τσαλής  
ΤΕΦΑΑ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

### Περίληψη

Στην προπόνηση των κολυμβητών χρησιμοποιούνται διάφορα βοηθητικά μέσα («χεράκια», «αλεξιπτωτο», «λεκάνες», κ.α.) με σκοπό τη βελτίωση και μεγιστοποίηση της απόδοσής τους. Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η βιοχημική αξιολόγηση τριών διαφορετικών ειδών ύπτιας κολύμβησης 200 m, με μία μέτρια (Μ) 56 bit/min και μία γρήγορη (Γ) συχνότητας χεριάς 63 bit/min. Τα τρία είδη ύπτιας κολύμβησης που επιλέχθηκαν είναι τα εξής: 1) κολύμβηση με χεράκια, 2) κολύμβηση με αλεξιπτωτο και 3) κανονική κολύμβηση. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 10 κολυμβητές εθνικού επιπέδου, ηλικίας  $16.0 \pm 1.0$  ετών, οι οποίοι κολυμπούν το ύπτιο ως κύριο ή δεύτερο στιλ. Δείγματα τριχοειδικού αίματος λήφθηκαν κατά το 3<sup>ο</sup>, 5<sup>ο</sup>, 7<sup>ο</sup> και 9<sup>ο</sup> λεπτό μετά το πέρας κάθε προσπάθειας, ώστε να προσδιοριστεί η μέγιστη τιμή του γαλακτικού οξέος (ΓΟ). Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε σημαντικά υψηλότερες τιμές ΓΟ στη δοκιμασίες με Γ συχνότητα χεριάς ( $7.7 \pm 2.4$  mmol/L στην κολύμβηση με χεράκια,  $7.4 \pm 3.3$  mmol/L στην κολύμβηση με αλεξιπτωτο και  $7.2 \pm 2.7$  mmol/L Γ.Ο. στο αίμα στην κανονική κολύμβηση), από ότι στις δοκιμασίες στη Μ συχνότητα ( $4.8 \pm 1.3$  mmol/L,  $4.3 \pm 2$  mmol/L και  $5.0 \pm 1.7$  mmol/L αντίστοιχα). Αντίθετα, οι τιμές ΓΟ στο αίμα, δε διέφεραν σημαντικά ανάμεσα στα τρία είδη ύπτιας κολύμβησης, στην ίδια συχνότητα χεριάς. Επίσης, ούτε συνολικά οι συγκεντρώσεις του ΓΟ στο αίμα ήταν υψηλές, γεγονός που οφείλεται στην καθορισμένη συχνότητα χεριάς που διατήρησε την ένταση σε υπομέγιστα επίπεδα. Ακόμη, διαπιστώθηκε χαμηλότερη μέση ταχύτητα στην κολύμβηση με αλεξιπτωτο και στις δύο συχνότητες (0.93 m/s και 1.01 m/s για τη Μ και Γ συχνότητα αντίστοιχα), αποτέλεσμα της αυξημένης συνολικής αντίστασης από ότι στην κολύμβηση με χεράκια (1.17 m/s και 1.24 m/s για τη Μ και Γ συχνότητα αντίστοιχα) και στην κανονική κολύμβηση (1.15 m/s και 1.23 m/s για τη Μ και Γ συχνότητα αντίστοιχα). Συμπερασματικά διαπιστώνουμε ότι το είδος κολύμβησης επηρεάζει τη μέση ταχύτητα και το μέσο μήκος χεριάς, ενώ η συχνότητα χεριάς επηρεάζει σημαντικά τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα.

Λέξεις κλειδιά: κολύμβηση, ύπτιο, γαλακτικό οξύ, συχνότητα χεριάς, μήκος χεριάς, χεράκια, αλεξιπτωτο

### The Effect of Backstroke Swimming Using "Paddles" and "Swim Chute" in Stroke Parameters and in the Concentration of Lactic Acid

Stefanos Zafiriadis, Dimitris Loupos, Ioannis Valkoumas, & Georgios Tsalis  
Department of Physical Education and Sports Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Hellas

### Abstract

In swimmers' training several additional means may be used, such as the "paddles", the "swim chute" and the "basin", intending to improve and increase their rendering. The purpose of the present study is the biochemical and kinematic evaluation of three different kinds of backstroke swimming in a distance of 200 m using a medium (M) 56 bit/min and a rapid (R) stroke frequency 63 bit/min. Those different sorts of swimming chosen are the following three: 1) swimming with "paddles", 2) swimming with a "swim chute" and 3) regular swimming. The sample of this study was formed by 10 national-leveled swimmers aged between 15 and 17 years. These athletes consider backstroke to be their main or secondary swimming style. Samples of capillary blood were taken during the 3<sup>rd</sup>, 5<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup> minute after the finish of each trial so that the maximal point of lactate acid

(LA) could be defined. The analysis of the results showed significantly higher levels of LA in the R stroke frequency trials ( $7.7 \pm 2.4$  mmol/L in swimming with paddles,  $7.4 \pm 3.3$  mmol/L in swimming with swim chute and  $7.2 \pm 2.7$  mmol/L L.A. in regular swimming) than those in the M stroke frequency trials ( $4.8 \pm 1.3$  mmol/L,  $4.3 \pm 2$  mmol/L και  $5.0 \pm 1.7$  mmol/L for each trial). On the contrary, the levels of LA do not differ significantly enough between the three kinds of backstroke swimming during the same stroke frequency. In addition, the total concentration levels of LA in the swimmers' blood were not particularly high, as a result of the pre-defined stroke frequency that kept the volume (tense) at submaximal levels. Moreover, swimming with a swim chute provided power average velocity in both frequencies as a result of the increased total resistance compared to swimming with "paddles" and to regular swimming. Coming to a conclusion, the swimming style affects the average velocity and stroke length, while stroke frequency affects significantly the concentration levels of LA in blood.

Keywords: *swimming, backstroke, lactate acid, stroke frequency, stroke length, paddles, swim chute*

## Εισαγωγή

Η κολύμβηση με βοηθητικά μέσα είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τους προπονητές κολύμβησης. Οι πλαστικές πλάκες που προσαρμόζονται στις παλάμες γνωστές ως "χεράκια" (φώτο 1) και το "αλεξιπτώτο" το οποίο έλκουν μέσα στο νερό οι κολυμβητές (φώτο 2), χρησιμοποιούνται στην προπόνηση ως βοηθητικά μέσα για τη βελτίωση της φυσικής κατάστασης αθλητών υψηλού επιπέδου (Gourgoulis, Aggeloussis, Vezos, & Mavromatis, 2006; Mavridis, Kabitsis, Gourgoulis, & Toubekis, 2006)



Εικόνα 1. Χεράκια



Εικόνα 2. Αλεξιπτώτο νερού

Το αλεξιπτώτο νερού, όπως και άλλα μέσα αντίστασης όπως οι "λεκάνες" και τα "ρούχα" επηρεάζουν την κίνηση των κολυμβητών αυξάνοντας την συνολική αντίσταση μέσα στο νερό. Η κολυμβητική προπόνηση έλκοντας λεκάνες στο νερό, μέθοδος παραπλήσια της κολύμβησης με αλεξιπτώτο νερού, βοηθάει τον αθλητή να βελτιώσει την απόδοσή του στα 50, 100 και 200 m του αγω-

νισματός του κατά 3.6% και την απόδοσή τους στα 10 m κατά 8.5%, συγκρινόμενη με την προπόνηση χωρίς βοηθητικά μέσα (Mavridis et al., 2006). Επίσης σε έρευνα των Toussaint και Vervoorn (1990) έχει δείξει ότι η μετακίνηση πιέζοντας με τις παλάμες καθορισμένες σταθερές επιφάνειες προώθησης στο νερό (push off point system - POP), βοηθάει τον αθλητή να βελτιώσει την ταχύτητά του κατά 3.4% και την δύναμή του κατά 7.0%. Παράλληλα, σε έρευνά τους οι Choi και συν. (2000), αναφέρουν ότι κατά την κολύμβηση με ρούχα (μέθοδος παραπλήσια μ' αυτή της κολύμβησης με αλεξιπτώτο λόγω της αντίστασης που προσδίδουν τα ρούχα), όσο αυξάνεται η ταχύτητα αυξάνεται και η πρόσληψη οξυγόνου, σε σύγκριση με την κανονική κολύμβηση, γεγονός που αποφέρει προπονητικά οφέλη στην απόδοση του αθλητή.

Τα χεράκια διαφοροποιούνται από τα προαναφερθέντα μέσα, επειδή επεμβαίνουν στην κίνηση αυξάνοντας την προωθητική επιφάνεια των χεριών. Οι Gourgoulis και συν. (2006) έχουν δείξει ότι κατά την κολύμβηση με χεράκια μεγάλου μεγέθους αυξάνεται η ταχύτητα του κολυμβητή κατά 5.9% και το μήκος χεριάς κατά 10.0%. Οι Ogita και Tabata (1993) και οι Ogita και συν. (1999) αναφέρουν ότι η δυνατότητα του κολυμβητή να κολυμπάει πιο γρήγορα με τα χεράκια οφείλεται στην μεγαλύτερη προωθητική ικανότητα που προσδίδουν στη χεριά. Επίσης στην ίδια έρευνα αναφέρεται ότι η καρδιακή συχνότητα, η πρόσληψη οξυγόνου, ο πνευμονικός αερισμός και η συχνότητα αναπνοής είναι αυξημένα στην κανονική κολύμβηση σε σύγκριση με την κολύμβηση με χεράκια. Τα ευρήματα αυτά οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η χρήση τους βοηθάει τον αθλητή να καλύπτει μεγαλύτερη απόσταση με λιγότερες χεριές και σε μικρότερο χρόνο. Έτσι μειώνεται ο χρόνος κολύμβησης και η κατανάλωση ενέργειας γεγονός ιδιαίτερα σημαντικό στην προπονητική διαδικασία.

Η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα έχει ερευνηθεί αρκετά σε ποικίλες κολυμβητικές

δοκιμασίες κανονικής κολύμβησης (Aujouannet, Bonifazi, Hintzy, Vuillermé, & Rouard, 2006; Barbosa et al., 2006; Bentley et al., 2005), κολύμβησης εκτεινώντας λάστιχο που είναι δεμένο σε ένα σταθερό σημείο (προσοδεδεμένη κολύμβηση, Rinehardt, Kraemer, Gormely, & Colan, 1991; Ueda & Kurokawa, 1995), κολύμβησης με χεράκια (Ogita & Tabata, 1993) ώστε να προσδιοριστεί η ένταση παραγωγής ενέργειας. Από την παραπάνω βιβλιογραφία, διαπιστώνεται ότι ενώ έχει μελετηθεί η επίδραση βοηθητικών μέσων στην προπόνηση σε ένα φάσμα φυσικών και φυσιολογικών παραμέτρων, δεν έχει ερευνηθεί η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα όταν χρησιμοποιούνται βοηθητικά μέσα και η συχνότητα χεριάς είναι συγκεκριμένη. Επίσης δεν είναι γνωστή σε εμάς κάποια έρευνα που να μελετά και να αξιολογεί βιοχημικά την κολύμβηση με αλεξιπτωτο νερού.

Σκοπός λοιπόν της παρούσας έρευνας είναι να μετρήσει την επίδοση και τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα, σε τρεις προσπάθειες: με χεράκια, με αλεξιπτωτο και σε κανονική κολύμβηση, δίνοντας στους κολυμβητές δύο διαφορετικές συχνότητες για κάθε είδος κολύμβησης. Τέλος, επειδή στις ήδη υπάρχουσες έρευνες το δείγμα ήταν ενήλικες κολυμβητές για την παρούσα έρευνα επελέγη να μελετηθούν οι παραπάνω παράμετροι στις αναπτυξιακές ηλικίες.

## Μέθοδος και Διαδικασία

### Συμμετέχοντες

Στη μελέτη έλαβαν μέρος 10 κολυμβητές εθνικού επιπέδου (ηλικίας  $16.0 \pm 1.0$  ετών, ύψους  $1.80 \pm 0.08$  m και βάρους  $72.0 \pm 6.0$  kg) οι οποίοι είχαν ως κύριο ή δεύτερο αγώνισμα το ύπτιο σπλ κολύμβησης με ικανοποιητικές επιδόσεις ( $147 \pm 8$  sec στα 200 m ύπτιας κολύμβησης). Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν προπονητική ηλικία  $4.0 \pm 1.0$  ετών, συμμετείχαν σε 5 προπονήσεις τουλάχιστον την εβδομάδα ενώ επιπλέον είχαν ως σωματομετρικά μήκη απόδοσης άνοιγμα χεριών  $1.85 \pm 0.90$  m. Οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν κατά τη μεταγωνιστική περίοδο, δύο εβδομάδες μετά από το πανελλήνιο πρωτάθλημα κολύμβησης. Τόσο οι κολυμβητές όσο και οι γονείς τους ενημερώθηκαν για το σχεδιασμό και τις απαιτήσεις της έρευνας και συγκατατέθηκαν να συμμετάσχουν.

### Δοκιμασίες

Οι συμμετέχοντες κολύπησαν 2 σετ των 3 X 200 m σε ύπτιο σπλ. Η τεχνική του ύπτιου επιλέχθηκε επειδή υπάρχει πλήρης αντιδιαμετρικότητα στις φάσεις εισόδου και εξόδου των χεριών στο νερό. Το γεγονός αυτό καθιστά ευκολότερη την παρακολούθηση ενός εξωτερικά επιβαλλόμενου ρυθμού (Λούπος & Λούπου, 1994; Nikodelis, Kollias, & Hatzitaki, 2005). Η επιλογή της απόστασης

έγινε με γνώμονα την χρονική διάρκεια της προσπάθειας καθώς απαιτούνται 60-90 sec για την μέγιστη συσσώρευση του γαλακτικού οξέος στο αίμα.

Χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές συχνότητες κολύμβησης για κάθε σετ: α) 56 bit/min ως μέτρια συχνότητα (M) και β) 63 bit/min ως γρήγορη συχνότητα (Γ). Οι συχνότητες αυτές προσεγγίζουν τη συχνότητα χεριάς που χρησιμοποιούν οι αθλητές σε μέτριας και υπομέγιστης έντασης προσπάθειες. Οι συγκεκριμένες συχνότητες προέκυψαν από δοκιμασία πριν την έρευνα, κατά την οποία ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να κολυπήσουν 200 m σε μια μέτρια και σε μια υπομέγιστη προσπάθεια (80% της μέγιστης). Στο μέσον κάθε πενήνταριού χρονομετρήθηκαν τρεις κύκλοι χεριάς. Ο μέσος όρος των συχνότητων που καταγραφήκαν στρογγυλοποιημένες στην πλησιέστερη μονάδα, προσδιόρισαν τις συχνότητες που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα. Οι συγκεκριμένες συχνότητες ορίστηκαν με μετρονόμο και αντιγράφηκαν σε CD υψηλής ποιότητας ήχου CD-R (EMTEC, France). Οι συμμετέχοντες ακολουθούσαν τις συχνότητες χεριάς οι οποίες εκπέμπονταν μέσω ενός εξωτερικού μεγάλφωνου (amplified speaker cabinet, Samson, ex20, China) και ενός υδροφώνου (DNI, aqua 30, Norway).

Στην κάθε συχνότητα χρησιμοποιήθηκαν τρία διαφορετικά είδη κολύμβησης 200 m ύπτιο στο κάθε σετ, ως εξής:

1. Χρησιμοποιώντας ως βοηθητικό μέσο κολύμβησης χεράκια προσαρμοσμένα στις παλάμες των κολυμβητών (Fahnemann SWIMPOWER, 19 X 16 cm, Fahnemann Germany). Η μέθοδος αυτή κολύμβησης προτείνεται από τους Ogita & Tabata (1993), Payton & Lauder (1993), Monteil & Rouard (1994), Ogita και συν. (1999), Gourgoulis και συν. (2006).
2. Χρησιμοποιώντας ως περιοριστικό μέσο της ταχύτητας κολύμβησης αλεξιπτωτο νερού, ένα κομμάτι νάιλον ύφασμα προσοδεδεμένο με σχοινί από τη μέση των κολυμβητών (Drag Belt, STRECH CORDZ NZ, Mfg Inc. USA).
3. Με κανονική κολύμβηση.

Οι συνδυασμοί που δημιουργήθηκαν από τις δύο συχνότητες και τους τρεις τρόπους κολύμβησης με τη σειρά που αναφέρθηκαν παραπάνω κωδικοποιήθηκαν ως εξής: Μέτρια συχνότητα με χεράκια (M1), Μέτρια συχνότητα με αλεξιπτωτο (M2), Μέτρια συχνότητα κανονικής κολύμβησης (M3), Γρήγορη συχνότητα με χεράκια (Γ1), Γρήγορη συχνότητα με αλεξιπτωτο (Γ2), Γρήγορη συχνότητα κανονικής κολύμβησης (Γ3).

Τα προαναφερόμενα βοηθητικά ή περιοριστικά μέσα (χεράκια και αλεξιπτωτο νερού) ήταν τα ίδια για όλους.

Οι κολυμβητές εκκινούσαν με απλό σπρώξιμο του τοίχου ώστε να ακολουθήσουν την αντίστοιχη συχνότητα το συντομότερο δυνατόν. Δόθηκε οδηγία

**Πίνακας 1.** Σειρά εκτέλεσης των δοκιμασιών από τους κολυμβητές

Κολυμβητές		Δοκιμασίες					
		1 <sup>η</sup> ημέρα					
1	M1	M2	M3	Γ1	Γ2	Γ3	
2	Γ2	Γ3	M1	M2	M3	Γ1	
3	Γ3	M1	M2	M3	Γ1	Γ2	
4	Γ1	Γ2	Γ3	M1	M2	M3	
5	M2	M3	Γ1	Γ2	Γ3	M1	
		2 <sup>η</sup> ημέρα					
6	M3	Γ1	Γ2	Γ3	M1	M2	
7	Γ1	M1	Γ2	M2	Γ3	M3	
8	M1	Γ1	M2	Γ2	M3	Γ3	
9	Γ2	M1	Γ3	M2	Γ1	M3	
10	M2	Γ1	M3	Γ3	M1	Γ2	

M1: Μέτρια συχνότητα με χεράκια, M2: Μέτρια συχνότητα με αλεξιπτωτο, M3: Μέτρια συχνότητα κανονικής κολύμβησης.  
Γ1: Γρήγορη συχνότητα με χεράκια, Γ2: Γρήγορη συχνότητα με αλεξιπτωτο, Γ3: Γρήγορη συχνότητα κανονικής κολύμβησης.

ώστε σε κάθε bit που ακουγόταν η κάθε παλάμη να εισέρχεται στο νερό.

Χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός (Accusplit Eagle 625, USA) για να μετρηθεί ο χρόνος κάθε προσπάθειας και για να υπολογιστεί ο χρόνος λήψης των δειγμάτων του αίματος. Για να υπολογιστεί το μέσο μήκος χεριάς (MMX), αφαιρέθηκε απ' τα 200 m η υποβρύχια απόσταση που κάλυψε ο κολυμβητής στις τρεις στροφές και στην εκκίνηση. Η απόσταση που προέκυψε διαιρέθηκε με τον αριθμό των χεριών που πραγματοποιήσε ο κολυμβητής, προσδιορίζοντας το MMX του. Για να υπολογιστεί η υποβρύχια κολύμβηση τοποθετήθηκαν πριν από κάθε τοίχωμα της δεξαμενής και για απόσταση 10 m, σημάδια αναφοράς ανά 1m ώστε να εντοπίζεται ευκολότερα το σημείο εξόδου κάθε κολυμβητή από το νερό κατά την εκκίνηση και στις στροφές (Tourny-Chollet, Chollet, Hogie, & Pappardopoulos, 2002). Επίσης έγινε βιντεοσκόπηση των προσπαθειών καθ' όλη την διάρκειά τους με βιντεοκάμερα (Hitachi VM-E54E, Japan). Η κάμερα ήταν σταθερά τοποθετημένη με τρίποδα εξωτερικά πάνω από το μέσο της όγδοης διαδρομής, και για την διεξαγωγή της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η πρώτη διαδρομή. Από την ανάλυση των εικόνων της κάμερας επιβεβαιώθηκε ο αριθμός των χεριών και ο χρόνος των προσπαθειών, ενώ μετρήθηκε κατά προσέγγιση η απόσταση της υποβρύχιας κολύμβησης των αθλητών.

#### Πρωτόκολλο

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε διάστημα δύο συνεχόμενων ημερών και την ίδια ώρα. Οι κολυμβητές χωρίστηκαν τυχαία σε 2 ομάδες των 5 ατόμων. Κάθε μέρα συμμετείχαν 5 κολυμβητές οι οποίοι ξεκινούσαν την πραγματοποίηση των δοκιμασιών με τυχαία και διαφορετική σειρά (Πίνακας 1).

Οι κολυμβητές τριάντα λεπτά μετά την προθέρ-

μανση (20 min γενικής προθέρμανσης και 2 επαναλήψεις 15 m ύπτιας μέγιστης έντασης κολύμβησης) έδωσαν δείγμα αίματος για τον προσδιορισμό της αρχικής τιμής του γαλακτικού οξέος. Στη συνέχεια, μετά από κάθε προσπάθεια έδωσαν άλλα τέσσερα δείγματα αίματος από το τρίτο ως το ένατο λεπτό, ανά δύο λεπτά από την άκρη του δακτύλου τους. Μεταξύ των δοκιμασιών υπήρχαν 30 min πλήρους ανάληψης. Οι αθλητές, σε καθιστή θέση, έδωσαν δείγματα 14 μL αίματος, σε αναρροφητικό ογκομετρική το οποίο αναμειχθηκε αμέσως με διάλυμα υπερχλωρικού οξέος. Όλα τα δείγματα αίματος των κολυμβητών συγκεντρώθηκαν μαζί, τοποθετήθηκαν στην κατάψυξη και αναλύθηκαν την ίδια ημέρα.

#### Προσδιορισμός γαλακτικού οξέος

Αρχικά τα δείγματα ήρθαν σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι να λιώσουν, στη συνέχεια φυγοκεντρήθηκαν στα 1500 × g για 5 min και εν συνεχεία μετρήθηκε το γαλακτικό οξύ στο υπερκείμενο υγρό φασματοφωτομετρικά με ένα σύνολο αντιδραστηρίων των εταιρειών Sigma Diagnostics (St. Louis, ΗΠΑ) και Applichem (Darmstadt, Γερμανία). Ως κορυφαία συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος μετά από κάθε δοκιμασία θεωρήθηκε η υψηλότερη από τις τέσσερις τιμές. Η καταγραφή της συγκέντρωσης του γαλακτικού οξέος έγινε σε mmol/L αίματος.

#### Στατιστική επεξεργασία

Τα δεδομένα παρουσιάζονται με περιγραφική στατιστική (μέση τιμή ± τυπική απόκλιση). Η κατανομή όλων των παραμέτρων ελέγχθηκε με δοκιμασία Shapiro-Wilk και βρέθηκε να μη διαφέρει σημαντικά από την κανονική. Για τη σύγκριση της μέγιστης τιμής του γαλακτικού οξέος στις τρεις δοκιμασίες χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων (3 δοκιμασίες × 2 συχνότητες) με επανειλημμένες μετρήσεις στην δοκιμασία. Ζευγα-

ρώτες συγκρίσεις έγιναν για την ανάλυση απλών κύριων επιδράσεων. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε στο  $\alpha = .05$ . Η ανάλυση έγινε στο SPSS 12.0 (SPSS, Chicago, IL).

### Αποτελέσματα

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση είδους και συχνότητας ( $F_{2,36} = .288$  και  $p > .05$ ) στην μέση ταχύτητα των κολυμβητών.

Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις ανάμεσα στις δύο συχνότητες, με τους αθλητές να έχουν υψηλότερες μέσες ταχύτητες και στα τρία είδη κολύμβησης στη Γ από ότι στη Μ συχνότητα. Επίσης έχουν και υψηλότερες μέσες ταχύτητες στην κολύμβηση με χεράκια και στην κανονική κολύμβηση από ότι στην κολύμβηση με αλεξιπτωτο και στις δύο συχνότητες ( $p < .05$ , Πίνακας 2).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση των παραγόντων ( $F_{2,36} = 5.97$  και  $p < .01$ ) ενώ φάνηκε ότι στην κολύμβηση με χεράκια και στην κανονική κολύμβηση υπήρξαν μεγαλύτερα μέσα μήκη χεριάς από ότι στην κολύμβηση με αλεξιπτωτο και στις δύο συχνότητες ( $p < .05$ , Πίνακας 3).

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση είδους και συχνότητας ( $F_{2,36} = .501$  και  $p > .05$ ) ως προς την συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα μετά την εκτέλεση των δοκιμασιών στην ίδια συχνότητα. Παρατηρήθηκε όμως ότι η παραγωγή γαλακτικού οξέος είναι κατά πολύ μεγαλύτερη στην κολύμβηση με Γ συχνότητα από αυτή με Μ συχνότητα και στα τρία είδη κολύμβησης ( $p < .05$ , Πίνακας 4).

**Πίνακας 2.** Μέσες ταχύτητες κολυμβητών στα τρία είδη κολύμβησης (1 κολύμβηση με χεράκια, 2 με αλεξιπτωτο, 3 κανονική) και στις δύο συχνότητες (μέση τιμή  $\pm$  τυπική απόκλιση).

Δοκιμασία	Μέτρια συχνότητα	Γρήγορη συχνότητα
Ταχύτητα 1 (m/s)	1.17 $\pm$ 0.10	1.24 $\pm$ 0.09 <sup>α</sup>
Ταχύτητα 2 (m/s)	0.93 $\pm$ 0.07 <sup>β</sup>	1.01 $\pm$ 0.05 <sup>αβ</sup>
Ταχύτητα 3 (m/s)	1.15 $\pm$ 0.07	1.23 $\pm$ 0.08 <sup>α</sup>

<sup>α</sup>Σημαντικά διαφορετική από το αντίστοιχο είδος κολύμβησης στη Μ συχνότητα ( $p < .05$ ).

<sup>β</sup>Σημαντικά διαφορετική από τα δύο άλλα είδη κολύμβησης στην ίδια συχνότητα ( $p < .05$ ).

**Πίνακας 3.** Μέσα μήκη χεριάς κολυμβητών στα τρία είδη κολύμβησης (1 κολύμβηση με χεράκια, 2 με αλεξιπτωτο, 3 κανονική) και στις δύο συχνότητες (μέση τιμή  $\pm$  τυπική απόκλιση).

Δοκιμασία	Μέτρια συχνότητα	Γρήγορη συχνότητα
Μήκος χεριάς 1 (m)	1.27 $\pm$ 0.11	1.18 $\pm$ 0.12
Μήκος χεριάς 2 (m)	0.95 $\pm$ 0.08 <sup>α</sup>	0.94 $\pm$ 0.09 <sup>α</sup>
Μήκος χεριάς 3 (m)	1.24 $\pm$ 0.09	1.16 $\pm$ 0.12

<sup>α</sup>Σημαντικά διαφορετική από τα άλλα δύο είδη κολύμβησης στην ίδια συχνότητα ( $p < .05$ ).

**Πίνακας 4.** Συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος στο αίμα των κολυμβητών στα τρία είδη κολύμβησης (1 κολύμβηση με χεράκια, 2 με αλεξιπτωτο, 3 κανονική) και στις δύο συχνότητες (μέση τιμή  $\pm$  τυπική απόκλιση).

Δοκιμασία	Μέτρια συχνότητα	Γρήγορη συχνότητα
Γαλακτικό οξύ 1 (mmol/L)	4.8 $\pm$ 1.3	7.7 $\pm$ 2.4 <sup>α</sup>
Γαλακτικό οξύ 2 (mmol/L)	4.3 $\pm$ 2.0	7.4 $\pm$ 3.3 <sup>α</sup>
Γαλακτικό οξύ 3 (mmol/L)	5.0 $\pm$ 1.7	7.2 $\pm$ 2.7 <sup>α</sup>

<sup>α</sup>Σημαντικά διαφορετική από το αντίστοιχο είδος κολύμβησης στη Μ συχνότητα ( $p < .05$ ).

### Συζήτηση

Στην παρούσα εργασία ερευνήθηκε η επίδραση διαφορετικών συχνοτήτων χεριάς στη μεταβολή των τιμών του γαλακτικού οξέος, στην μέση

ταχύτητα και στο μέσο μήκος χεριάς, σε συνδυασμό με τη χρήση βοηθητικών προπονητικών μέσων. Το γαλακτικό οξύ είναι η βιοχημική παράμετρος που παρουσιάζει τις θεαματικότερες μεταβολές συγκέντρωσης στους μύες και στο αίμα κατά την άσκηση.

ση, έτσι που η μέτρησή του να προσφέρει πλήθος πληροφοριών για την επίδραση της άσκησης στο μεταβολισμό. Η ανταπόκριση του γαλακτικού οξέος στην προπόνηση αποτελεί έναν χρήσιμο και ευαίσθητο δείκτη της απόδοσης (Μούγιος, 2002).

Στην παρούσα έρευνα δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα όταν ο κολυμβητής κολυμπά με συγκεκριμένη συχνότητα ανάμεσα στην κανονική κολύμβηση, στην κολύμβηση με χεράκια και στην κολύμβηση με αλεξιπτωτο. Ως προς την μέση ταχύτητα όμως διαπιστώθηκε ότι είναι μικρότερη κατά την κολύμβηση με αλεξιπτωτο σε σχέση με τα άλλα δύο είδη κολύμβησης. Οι Καλίτοης και συν. (2004) υποστηρίζουν ότι σε ισόχρονες προσπάθειες μέγιστης έντασης η προσοδεδεμένη κολύμβηση αυξάνει την συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα εν σχέση με την κανονική κολύμβηση. Η έρευνα αυτή όμως, αντίθετα με την παρούσα έρευνα, είναι εστιασμένη σε προσοδεδεμένη κολύμβηση μέγιστης έντασης με υψηλές μέσες συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος 15.3 mmol/L αίματος στην προσοδεδεμένη και 14.8 mmol/L αίματος στην κανονική κολύμβηση. Παράλληλα διατηρεί ισόχρονες προσπάθειες και δεν συμπεριλαμβάνονται χαρακτηριστικά κολυμβητικής κίνησης όπως η συχνότητα και το μήκος χεριάς. Η ταχύτητα κολύμβησης προκόπτεται από το γινόμενο των δύο αυτών παραμέτρων (Craig & Pendergast, 1979; Kjendlie, Stallman, & Stray-Gundersen, 2004) κατά συνέπεια κάθε μεταβολή των τιμών της συχνότητας και του μήκους χεριάς επηρεάζει καθοριστικά την ταχύτητα κίνησης. Ως προς το αλεξιπτωτο η καθορισμένη συχνότητα χεριάς στην παρούσα έρευνα, αναγκάζει τους κολυμβητές να μικραίνουν το μήκος χεριάς (για Μ συχνότητα  $0.95 \pm 0.08$  m και για τη Γ συχνότητα  $0.94 \pm 0.09$  m), καθώς είναι υποχρεωμένοι να ακολουθούν συγκεκριμένη συχνότητα ενώ παράλληλα προσπαθούν να υπερνικήσουν την αυξημένη αντίσταση του αλεξιπτωτού. Η μικρότερη χεριά έχει σαν αποτέλεσμα να αναπτύσσουν μικρότερη ταχύτητα (Μ συχνότητα  $1.15 \pm 0.07$  m/s, Γ συχνότητα  $1.23 \pm 0.08$  m/s), κρατώντας όμως την ένταση σταθερή (λόγω της σταθερής συχνότητας) με αποτέλεσμα να μένουν παρόμοια τα επίπεδα του γαλακτικού οξέος ( $4.3 \pm 2.0$  mmol/L και  $7.4 \pm 3.3$  mmol/L αντίστοιχα για Μ και Γ συχνότητα) σε σχέση με τα άλλα δύο είδη κολύμβησης (κολύμβηση με χεράκια  $4.8 \pm 1.3$  mmol/L,  $7.7 \pm 2.4$  mmol/L και για την κανονική κολύμβηση  $5.0 \pm 1.7$  mmol/L,  $7.2 \pm 2.7$  mmol/L). Με τα αποτελέσματα αυτά είναι σύμφωνη και η έρευνα των Ohkuwa και συν. (2002), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η ταχύτητα είναι μειωμένη κατά την κολύμβηση με ρουχισμό εν σχέση με την κολύμβηση με μαγιό. Οι ίδιοι ερευνητές διαπίστωσαν παράλληλη μείωση και του μήκους χεριάς.

Στην παρούσα έρευνα διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές στο μέσο μήκος χεριάς ανάμεσα στην κολύμβηση με χεράκια ( $1.27 \pm 0.11$  m έναντι  $1.18 \pm 0.12$  m για Μ και Γ συχνότητα αντίστοιχα) και στην κανονική κολύμβηση. Αυτό δικαιολογεί και τη μη ύπαρξη διαφορών στη συγκέντρωση γαλακτικού οξέος στο αίμα μεταξύ των δύο παραπάνω ειδών κολύμβησης ( $4.8 \pm 1.3$  έναντι  $5.0 \pm 1.7$  mmol/L στη Μ συχνότητα,  $7.7 \pm 2.4$  έναντι  $7.2 \pm 2.7$  mmol/L στη Γ συχνότητα, για κολύμβηση με χεράκια και κανονική αντίστοιχα) γιατί καθώς η συχνότητα είναι καθορισμένη, η ένταση παραμένει σταθερή.

Η έρευνα έχει δείξει ότι στην κολύμβηση με χεράκια, οι κολυμβητές μπορούν να τραβήξουν περισσότερο νερό απ' ότι στην κανονική κολύμβηση, λόγω της μεγαλύτερης προωθητικής επιφάνειας που προσδίδουν τα χεράκια στην χεριά του κολυμβητή (Gourgoulis et al., 2006; Ogita & Tabata, 1993).

Επίσης υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα ότι η αύξηση της προωθητικής επιφάνειας συμβάλει στην αύξηση της κολυμβητικής ταχύτητας μειώνοντας όμως παράλληλα την συχνότητα της χεριάς (Maglischo, 2003; Toussaint, Janssen, & Kluit, 1991). Οι Monteil και συν. (1994) αναφέρουν ότι η προωθητική φάση της χεριάς αυξάνεται κατά 10.0% στην κολύμβηση με χεράκια. ενώ οι Payton και συν. (1995) αναφέρουν ακόμα μεγαλύτερη αύξηση κατά 22.0%, όταν οι κολυμβητές χρησιμοποιούσαν μεγαλύτερα χεράκια ( $480 \text{ cm}^2$ ). Οι έρευνες αυτές υποστηρίζουν ότι θετικά αποτελέσματα στην ταχύτητα με τη χρήση μεγαλύτερων επιφανειών από το χέρι του κολυμβητή προκόπτεται αυξάνοντας το χρόνο παραμονής του χεριού μέσα στο νερό. Η συνθήκη αυτή στην παρούσα έρευνα δεν υφίσταται, καθώς η συχνότητα χεριάς παραμένει σταθερή υποχρεώνοντας τον κολυμβητή να διατηρεί ίδιο χρόνο παραμονής του χεριού μέσα στο νερό και στις δύο περιπτώσεις. Τα αποτελέσματα λοιπόν είναι σε συμφωνία με τις προαναφερθείσες έρευνες καθώς προκόπτεται ότι για να υπάρχουν οφέλη στην κολυμβητική ταχύτητα με τη χρήση μεγαλύτερων επιφανειών από το χέρι του κολυμβητή προϋπόθεση είναι να επιμηκυνθεί χρονικά η προωθητική φάση της χεριάς.

Στη σύγκριση ανάμεσα στις δύο συχνότητες διαπιστώθηκαν σημαντικά υψηλότερες τιμές του γαλακτικού οξέος και υψηλότερες ταχύτητες κολύμβησης στην γρήγορη συχνότητα εν συγκρίσει με την μέτρια συχνότητα. Ο αριθμός των κολυμβητικών κινήσεων στη μονάδα του χρόνου φαίνεται να παίζει καθοριστικό ρόλο στην επίδραση που έχει η χρήση των βοηθητικών μέσων στην κολυμβητική ταχύτητα και τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος. Η έρευνα αναφέρει ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα μεγαλώνει η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα (Maglischo, 2003;

Smith, Norris, & Hogg, 2002). Το ίδιο διαπιστώνεται και στην παρούσα έρευνα καθώς η αύξηση της συχνότητας χεριάς και στα τρία είδη κολύμβησης βελτιώνει την κολυμβητική ταχύτητα ( $1.24 \pm 0.09$  έναντι  $1.17 \pm 0.1$  m/s στην κολύμβηση με χεράκια,  $1.01 \pm 0.05$  έναντι  $0.93 \pm 0.07$  m/s στην κολύμβηση με αλεξίπτωτο,  $1.23 \pm 0.08$  έναντι  $1.15 \pm 0.07$  m/s στην κανονική κολύμβηση) αυξάνοντας παράλληλα τη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα ( $7.7 \pm 2.4$  έναντι  $4.8 \pm 1.3$  mmol στην κολύμβηση με χεράκια,  $7.4 \pm 3.3$  έναντι  $4.3 \pm 2.0$  mmol στην κολύμβηση με αλεξίπτωτο,  $7.2 \pm 2.7$  έναντι  $5.0 \pm 1.7$  mmol στην κανονική κολύμβηση). Η μεγαλύτερη αυτή συγκέντρωση του γαλακτικού είναι αποτέλεσμα της αύξησης της συνολικής έντασης της προσπάθειας (λόγω της αύξησης της συχνότητας όπως και του συνολικού αριθμού των χεριών που απαιτούνται για την κάλυψη της απόστασης των 200 m κατά την παρούσα έρευνα).

Ο Maglischo (2003) αναφέρει ότι η κολύμβηση με χεράκια σε μέγιστη προσπάθεια αυξάνει το μήκος χεριάς μειώνοντας παράλληλα την συχνότητα. Η χρήση παρόμοιων μέσων με το αλεξίπτωτο, φαίνεται να βοηθάει τους αθλητές να αυξήσουν την απόδοσή τους και την εκρηκτικότητα τους σε έντονες προσπάθειες μικρής χρονικής διάρκειας (Mavridis et al., 2006). Επίσης μειώνει την κολυμβητική ταχύτητα και το μήκος χεριάς λόγω της αυξημένης αντίστασης που προσδίδει στην κίνηση των κολυμβητών. Αυτές οι μεταβολές μπορεί να επηρεάσουν την τεχνική των κολυμβητών γι' αυτό και δεν συνιστάτε

η εκτεταμένη τους χρήση (Maglischo, 2003).

Ολοκληρώνοντας, μπορεί να αναφερθεί ότι η συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος στο αίμα φαίνεται να επηρεάζεται άμεσα από τις μεταβολές που προκαλούν στη συχνότητα και το μήκος της χεριάς τα βοηθητικά μέσα και σε αυτές τις συγκεκριμένες αλλαγές μπορούν να αποδοθούν τα προπονητικά οφέλη που αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Gourgoulis et al., 2006; Mavridis et al., 2006; Monteil et al., 1994; Payton et al., 1995). Δεν πρέπει όμως να διαφύγει της προσοχής μας ότι τέτοιου είδους αλλαγές δεν είναι πάντοτε επιθυμητές σε ένα προπονητικό πρόγραμμα.

*Συμπεράσματα.* Οι μεταβολές στις επιδόσεις και στη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέος δεν προέρχονται κύρια από τη χρήση των βοηθητικών μέσων στην κολύμβηση. Προϋπόθεση για αυτές είναι να μεταβληθεί καθοριστικά η σχέση ανάμεσα στην προωθητική δύναμη και στην αντίσταση την οποία υπερνικά ένας κολυμβητής, όπως επίσης και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της κίνησης (μέσο μήκος χεριάς, μέση συχνότητα χεριάς). Προτείνεται λοιπόν η χρήση των βοηθητικών μέσων άσκησης, κατά την προπονητική διαδικασία στην κολύμβηση, έχοντας όμως υπ' όψη την επίδρασή τους στο μήκος και στη συχνότητα χεριάς και με την προϋπόθεση ότι οι μεταβολές αυτές δεν έρχονται σε αντίθεση με το στόχο της προπόνησης σε τεχνική και φυσική κατάσταση.

### Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

Η κολύμβηση μέσα από τις εφαρμογές της είτε ως αναψυχή, είτε αγωνιστική, είτε θεραπευτική αποτελεί ένα αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινότητας ενός μεγάλου αριθμού ατόμων. Ο διαχωρισμός των εφαρμογών αυτών δεν είναι πάντοτε εύκολα ορατός. Η αγωνιστική κολύμβηση αποτελεί δραστηριότητα στην οποία συμμετέχουν κολυμβητές πάρα πολύ μικρής ηλικίας. Η πραγματικότητα αυτή επιβάλλει την επιστημονική τεκμηρίωση της προπόνησης η οποία πρέπει να εξασφαλίζει πρώτιστα την υγεία και την ποιότητα ζωής. Η παρούσα μελέτη αξιολογεί βιοχημικά την χρήση των βοηθητικών μέσων στην προπόνηση. Τα συμπεράσματα μπορούν να βοηθήσουν τους προπονητές να υλοποιήσουν προπονητικά προγράμματα που θα προάγουν την απόδοση αλλά και την υγεία των αθλητών.

### Βιβλιογραφία

- Aujouannet, Y.A., Bonifazi, M., Hintzy, F., Vuillermé, N., & Rouard, A.H. (2006). Effects of a high-intensity swim test on kinematic parameters in high-level athletes. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 31(2), 150-158.
- Barbosa, T.M., Fernandes, R., Keskinen, K.L., Colaco, P., Cardoso, C., Silva, J., et al. (2006). Evaluation of the energy expenditure in competitive swimming strokes. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 894-899.
- Bentley, D.J., Roels, B., Hellard, P., Fauquet, C., Libicz, S., & Millet, G.P. (2005). Physiological responses during submaximal interval swimming training: effects of interval duration. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(4), 392-402.
- Choi, S.W., Kurokawa, T., Ebisu, Y., Kikkawa, K., Shiokawa, M., & Yamasaki, M. (2000). Effect of wearing clothes on oxygen uptake and ratings of perceived exertion while swimming. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 19, 167-173.
- Craig, A., & Pendergast, D. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke, and veloc-



- ity in competitive swimming. *Medicine & Science in Sports*, 11, 278-283.
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Vezos, N., & Mavromatis, G. (2006). Effect of two different sized hand paddles on the front crawl stroke kinematics. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 46, 232-237.
- Kjendlie, P., Stallman, R., & Stray-Gundersen, J. (2004). Adults have lower stroke rate during submaximal front crawl swimming than children. *European Journal of Applied Physiology*, 91, 649-655.
- Maglischo, E.W. (2003). *Swimming Fastest*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mavridis, G., Kabitsis, C., Gourgoulis, V., & Toubekis, A. (2006). Swimming velocity improved by specific resistance training in age-group swimmers. *Biomechanics and Medicine in Swimming X*, 6(S), 304-306.
- Monteil, K., & Rouard, A. (1994). Free swimming versus paddles swimming in front crawl. *Journal of Human Movement Studies*, 27, 89-99.
- Nikodelis, T., Kollias, I., & Hatzitaki, V. (2005). Bilateral inter-arm coordination in freestyle swimming: Effect of skill level and swimming speed. *Journal of Sports Science*, 23, 737-745.
- Ogita, F., Onodera, T., & Tabata, I. (1999). Effect of hand paddles on anaerobic energy release during supramaximal swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31, 729-735.
- Ogita, F., & Tabata, I. (1993). Effect of hand paddle aids on oxygen uptake during arm-stroke-only swimming. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 66, 489-493.
- Ohkuwa, T., Itoh, H., Yamamoto, T., Yamazaki, Y., & Sato, Y. (2002). Comparison of blood lactate levels between swimming in clothes and a swimsuit. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73, 345-349.
- Payton, C., & Lauder, M. (1995). The influence of hand paddles on the kinematics of front crawl swimming. *Journal of Human Movement Studies*, 28, 175-192.
- Rinehardt, K.F., Kraemer, R.R., Gormely, S., & Colan, S. (1991). Comparison of maximal oxygen uptakes from the tethered, the 183- and 457-meter unimpeded supramaximal freestyle swims. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 6-9.
- Smith, D., Norris, S., & Hogg, J. (2002). Performance evaluation of swimmers. *Sports Medicine*, 32, 539-554.
- Tourny-Chollet, C., Chollet, D., Hogue, S., & Pappadopoulos, C. (2002). Kinematic analysis of butterfly turns of international and national swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 20, 383-390.
- Toussaint, M., Janssen, T., & Kluft, M. (1991). Effect of propelling surface size on the mechanics and energetics of front crawl swimming. *Journal of Biomechanics*, 24, 205-211.
- Toussaint, M., & Vervoorn, K. (1990). Effects of specific high resistance training in the water on competitive swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 228-233.
- Ueda, T., & Kurokawa, T. (1995). Relationships between perceived exertion and physiological variables during swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 16, 385-389.
- Καλίτοης, Κ., Καμπασακάλης, Α., Τσαλής, Γ., & Μούγιος, Β. (2004). Βιοχημική αξιολόγηση προπονητικών δοκιμασιών μέγιστης έντασης στην κολύμβηση. *Αναζητήσεις στην Φυσική Αγωγή & τον Αθλητισμό*, 2, 103-109.
- Λούπος, Δ., & Λούπου, Α. (1994). *Κολύμβηση*. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Υπηρεσία Δημοσιευμάτων.
- Μούγιος, Β. (2002). *Βιοχημεία της άσκησης*. Θεσσαλονίκη: του συγγραφέα.

