

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΣΤΑ 400 ΜΕΤΡΑ ΕΛΕΥΘΕΡΟ
ΑΚΟΛΟΥΘΩΝΤΑΣ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΑΘΛΗΤΗ.

της

Ελένης Δαδούκη

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

Κομοτηνή
2007

Εγκεκριμένο από το καθηγητικό σώμα:

1^{ος} Επιβλέπων: Τοκμακίδης Σάββας, Καθηγητής

2^{ος} Επιβλέπων: Φατούρος Ιωάννης, Λέκτορας

3^{ος} Επιβλέπων: Γούργουλης Βασίλειος, Επίκ. Καθηγητής



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

Αριθ. Εισ.: 5390/1
Ημερ. Εισ.: 18-06-2007
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
797.21
ΔΔΔ



© 2007
Ελένης Δαδούκη
ALL RIGHTS RESEVED

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ελένη Δαδούκη: Φυσιολογικές ανταποκρίσεις στα 400 μέτρα ελεύθερο ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή.
(Κάτω από την επίβλεψη του καθηγητή κ. Τοκμακίδη Σάββα)

Σκοπός της μελέτης είναι να εξετάσει τις μεταβολικές και καρδιακές ανταποκρίσεις σε μέγιστη προσπάθεια κολύμβησης ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή. Έντεκα (n=11) προπονημένοι κολυμβητές και κολυμβήτριες ηλικίας 14.4 ± 0.5 ετών κολύπησαν 400m ελεύθερο με μέγιστη ένταση μόνοι τους (ΧΠ), ακριβώς πίσω στην ίδια διαδρομή (ΙΔ) και δίπλα από προπορευόμενο σε διπλανή διαδρομή κολυμβητή (ΔΔ). Η συγκέντρωση γαλακτικού, ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης, η καρδιακή συχνότητα, το μήκος και η συχνότητα χεριάς δεν διέφεραν μεταξύ των δοκιμασιών ($p > .05$). Η απόδοση των αθλητών ήταν βελτιωμένη στην ΙΔ συγκριτικά με την ΧΠ και ΔΔ δοκιμασία (ΧΠ: 337.15 ± 29.60 , ΔΔ: 340.40 ± 25.90 , ΙΔ: 330.56 ± 23.71 s, $p < .05$). Ακολουθώντας προπορευόμενο κολυμβητή, όπως συχνά συμβαίνει στην προπόνηση, βελτιώνει την απόδοση χωρίς να τροποποιούνται οι μεταβολικές, τεχνικές και καρδιακές ανταποκρίσεις. Κολύμβηση δίπλα από προπορευόμενο αθλητή δεν ωφελεί τον αγωνιζόμενο στην ίδια απόσταση.

Λέξεις κλειδιά: γαλακτικό, καρδιακή συχνότητα, νεαροί κολυμβητές, μέγιστη προσπάθεια.

ABSTRACT

Eleni Dadouki: Physiological responses and performance on 400m swimming during drafting behind or to the side of another swimmer
(Under the supervision of Professor Tokmakidis Savvas)

The purpose of the study was to examine performance and metabolic responses to 400m front-crawl swimming when following behind or at the side of another swimmer. Eleven ($n=11$) well trained swimmers (age 14.4 ± 0.5 years) swam 400m crawl swimming on their own (ND), behind another swimmer in the same lane (DB) or at the side of another swimmer in the adjacent lane (DS). Blood lactate concentration, the rating of perceived exertion, the heart rate, the stroke length and the stroke frequency were not different between trials ($p > .05$). Swimmers were faster in the DB compared to ND and DS trials (ND: 337.15 ± 29.60 , DS: 340.40 ± 25.90 vs. DB: 330.56 ± 23.71 s, $p < .05$). The results indicate that swimmers of this age-group are in a position to benefit from the advantages of drafting when swimming exactly behind, but not when swimming at the side of another swimmer.

Key words: blood lactate, heart rate, young swimmers, maximal effort

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ,

Τον κύριο Τοκμακίδη Σάββα για την καθοδήγηση και τις συμβουλές κατά την εκπόνηση αυτής της έρευνας, τα μέλη της συμβουλευτικής επιτροπής κύριους Φατούρο Ιωάννη και Γούργουλη Βασίλειο.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στον κύριο Τουμπέκη Αργύρη για την προσπάθεια του να με οδηγήσει στους δρόμους της επιστήμης.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένεια μου, τους φίλους και τους συναδέλφους για τη στήριξη που προσέφεραν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ABSTRACT	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	x
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Σκοπός και σημασία της έρευνας.....	3
Ορισμοί	4
Περιορισμοί και οριοθετήσεις της έρευνας	5
Ερευνητικές υποθέσεις.....	5
Στατιστικές υποθέσεις.....	6
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	8
Θεωρίες προώθησης μέσα στο νερό	8
Ενεργειακό κόστος κολύμβησης.....	10
Αντίσταση του νερού	12
Τακτικές μείωσης της αντίστασης στην κολύμβηση.	15
Κολύμβηση ακολουθώντας πίσω ή δίπλα από προπορευόμενο κολυμβητή.	16
Drafting, απόδοση και μεταβολικές ανταποκρίσεις σε διάφορα αθλήματα.	17
Drafting, απόδοση και μεταβολικές ανταποκρίσεις στην κολύμβηση.....	18
Παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχημένη εφαρμογή του drafting στην κολύμβηση.	19
Παράμετροι που επηρεάζονται από το drafting στην κολύμβηση.....	20
Ταχύτητα κολύμβησης	20
Συχνότητα και μήκος χεριάς	20
Μεταβολικές ανταποκρίσεις	21
Ενεργειακό κόστος (Ενεργητική-παθητική αντίσταση).....	21
Δείκτης Υποκειμενικής Κόπωσης.....	22

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	24
Εξεταζόμενοι.....	24
Μέσα συλλογής δεδομένων	24
Περιγραφή των δοκιμασιών	25
Προκαταρκτικές μετρήσεις.....	25
Διαδικασία μέτρησης	25
Επίδοση:.....	25
Δείκτης υποκειμενικής κόπωσης	27
Συχνότητα και μήκος χεριάς:	27
Συγκέντρωση γαλακτικού μετά τη δοκιμασία των 400 μέτρων:	27
Σχεδιασμός της έρευνας.....	27
Ανεξάρτητη μεταβλητή.....	27
Εξαρτημένη μεταβλητή.....	28
Στατιστική ανάλυση.....	28
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	29
Επίδοση στα 400 μέτρα.....	29
Καρδιακή συχνότητα	30
Δείκτης υποκειμενικής κόπωσης	31
Συχνότητα χεριάς	31
Μήκος χεριάς	31
Συγκέντρωση γαλακτικού	32
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	34
Επίδοση στα 400 μέτρα ελεύθερο.....	34
Καρδιακή συχνότητα	36
Δείκτης υποκειμενικής κόπωσης	36
Μήκος χεριάς και συχνότητα χεριάς.....	37
Συγκέντρωση γαλακτικού	38
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	39
Προτάσεις για πρακτική εφαρμογή.....	39
Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.....	40
VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	42

VIII. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	45
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	46
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	48
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ.....	49

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Τα κυριότερα ευρήματα ερευνών.....	23
Πίνακας 2. Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κολυμβητών-κολυμβητριών..	24
Πίνακας 3. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του Δείκτη Υποκειμενικής Κόπωσης του μήκους και της συχνότητας χεριάς στις δοκιμασίες.	32

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Απεικόνιση της προώθησης των κολυμβητών σύμφωνα με τον Τρίτο Νόμο του Νεύτωνα.....	8
Σχήμα 2: Σχηματική αναπαράσταση του θεωρήματος του Bernoulli.....	9
Σχήμα 3: Ο σχηματισμός των στροβιλισμών σύμφωνα με την ομώνυμη θεωρία.	10
Σχήμα 4: Σύγχρονα μοντέλα αντικυματικών διαδρομών.....	15
Σχήμα 5: Η μορφή των αντικυματικών διαδρομών που χρησιμοποιήθηκαν.....	26
Σχήμα 6: Απεικόνιση του πλωτήρα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα....	26
Σχήμα 7: Επιδόσεις αθλητών στα 400 μέτρα και στις τρεις δοκιμασίες	29
Σχήμα 8: Η σχέση μεταξύ διαφοράς των επιδόσεων στη ΧΠ με την ΙΔ δοκιμασία συγκριτικά με κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο	30
Σχήμα 9: Η καρδιακή συχνότητα στη διάρκεια των 400 μέτρων στις δοκιμασίες.....	31
Σχήμα 10: Μέσοι όροι της συγκέντρωσης του γαλακτικού πριν και μετά τις δοκιμασίες των 400m.....	33



ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΣΤΑ 400 ΜΕΤΡΑ ΕΛΕΥΘΕΡΟ ΑΚΟΛΟΥΘΩΝΤΑΣ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ ΑΘΛΗΤΗ.

Για την επίτευξη της προώθησης του σώματος στη διάρκεια της κολύμβησης απαιτείται η εφαρμογή δυνάμεων σε μια υδάτινη και όχι σταθερή μάζα. Επιπλέον το υδάτινο περιβάλλον προβάλλει διαφορετικού μεγέθους και μορφής αντιστάσεις στην κίνηση του σώματος. Αυτό διαφοροποιεί το άθλημα της κολύμβησης από τα υπόλοιπα αθλήματα. Εξαιτίας των παραπάνω, στους κολυμβητές εμφανίζονται δύο μεγάλα μειονεκτήματα σε σχέση με τους αθλητές της ξηράς. Το πρώτο είναι ότι το νερό προβάλλει μικρότερη αντίσταση για την εφαρμογή των προωθητικών δυνάμεων που ασκεί ο αθλητής και το δεύτερο είναι ότι εξαιτίας της πυκνότητας του νερού ο αθλητής συναντάει μεγαλύτερη αντίσταση κατά την προώθηση του (Maglischo, 2003).

Οι βασικές αρχές της προώθησης των κολυμβητών μέσα στο νερό ακόμα και σήμερα αποτελούν αντικείμενο έρευνας. Μια σειρά από θεωρίες προσπάθησαν να εξηγήσουν τον τρόπο και τις βασικές αρχές της μηχανικής που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος στη διάρκεια της κολύμβησης. Στις αρχές του 1900 παρομοίαζαν την κίνηση των χεριών του κολυμβητή με τους τροχούς κίνησης των πλοίων, μια θεωρία σύμφωνη με τα πρότυπα της υδροδυναμικής της εποχής (Maglischo, 2003). Στα τέλη του 1960 μετά από παρατήρηση διαπιστώθηκε ότι τα χέρια των κολυμβητών δεν κινούνταν όπως οι τροχοί των ποταμόπλοιων, αλλά λύγιζαν και εκτείνονταν κατά τη διάρκεια της υποβρύχιας φάσης, πράγμα που έθετε σε άμεση εφαρμογή τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα, σύμφωνα με τον οποίο κάθε δύναμη που εφαρμόζεται σε μια επιφάνεια υπάρχει μια ίση και αντίθετη (Counsilman, 1968). Τις τελευταίες δύο δεκαετίες μια άλλη θεωρία έκανε την εμφάνισή της και ήταν πιο προσφιλής σχετικά με την προώθηση των κολυμβητών μέσα στο νερό, η οποία βασίζεται στο θεώρημα του Bernoulli. Το θεώρημα του Bernoulli εξηγεί τη σχέση της ταχύτητας μετακίνησης του σώματος στο νερό με την πίεση-αντίσταση που αυτό συναντά και μέσα από την οποία προκύπτουν προωθητικές δυνάμεις (Maglischo, 2003).

Στις μέρες μας φαίνεται να επικρατεί η άποψη ότι ο συνδυασμός των δύο τελευταίων θεωριών, δράσης-αντίδρασης (Τρίτος Νόμος του Νεύτωνα) και των ανυψωτικών δυνάμεων (αρχή Bernoulli) είναι σε θέση να εξηγήσει την προώθηση των κολυμβητών μέσα στο νερό. Ο Τρίτος Νόμος του Νεύτωνα βρίσκει εφαρμογή στην κολύμβηση καθώς οι αθλητές εφαρμόζοντας δύναμη για να σπρώξουν το νερό πίσω, αυτή τους η ενέργεια δημιουργεί μια αντίθετη δύναμη, ίσου μεγέθους, που τους προωθεί προς τα εμπρός (Maglischo, 2003). Έτσι και η θεωρία της δυναμικής άωσης και η θεωρία της δράσης-αντίδρασης βρίσκουν εφαρμογή στην προώθηση του σώματος του κολυμβητή μέσα στο νερό (Μαυρομάτης, Αγγελούσης & Γούργουλης, 2000). Επίσης ακόμα πιο σύγχρονη θεωρία στις μέρες μας είναι η θεωρία των στροβιλισμών που εξηγεί το πώς οι παραπάνω δυνάμεις παίζουν σημαντικό ρόλο στη μετακίνηση των κολυμβητών μέσα στο υγρό στοιχείο (Maglischo, 2003). Οι στροβιλισμοί δημιουργούνται καθώς το σώμα του κολυμβητή περνάει μέσα από το νερό, διασχίζοντας ουσιαστικά μόρια νερού. Κάποια από αυτά τα μόρια του νερού περνάν πάνω και κάποια κάτω από το σώμα. Στο πάνω μέρος του σώματος του κολυμβητή σύμφωνα με τους κανόνες της υδροδυναμικής η πίεση είναι μικρότερη και έτσι τα μόρια του νερού που είναι στην κάτω επιφάνεια του σώματος τείνουν να κινηθούν προς τα επάνω όπου η πίεση είναι μικρότερη (Maglischo, 2003). Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται στροβιλισμοί στο τέλος του σώματος των κολυμβητών.

Ενώ οι προωθητικές δυνάμεις δίνουν στο σώμα την προς τα εμπρός κίνηση, οι δυνάμεις αντίστασης είναι οι αυτές που τις ανταγωνίζονται. Η αντίσταση που δημιουργείται όταν ένα σώμα κινείται στην επιφάνεια του νερού έχει τρεις μορφές. Πρόκειται για την αντίσταση τριβής, την αντίσταση που έχει σχέση με το σχήμα του σώματος του κολυμβητή και την αντίσταση εξαιτίας των κυμάτων (Vennell, Pease & Wilson, 2006). Οι αθλητές καθώς νιώθουν την αντίσταση του νερού αναζητούν τρόπους μείωσής της. Ανάμεσα στους τρόπους μείωσης της αντίστασης είναι η βελτίωση της τεχνικής των κολυμβητών. Από τα πιο σημαντικά σημεία βελτίωσης της τεχνικής είναι το να μάθουν οι κολυμβητές να κρατούν τα μέλη του σώματος όσο πιο κοντά στην οριζόντια θέση, κρατώντας το σώμα τους μέσα στο πλαίσιο του ανοίγματος των ώμων τους. Τα ολόσωμα μαγιό μειωμένης τριβής που χρησιμοποιούνται πλέον παγκοσμίως αποτελούν άλλη μια μέθοδο, ενώ υπάρχουν ακόμα και ειδικά σκουφάκια που δίνουν πιο υδροδυναμικό σχήμα στα κεφάλια των κολυμβητών. Ένας άλλος τρόπος μείωσης της αντίστασης είναι το ξύρισμα του

σώματος των αθλητών πριν από σημαντικούς αγώνες. Αυτή η τεχνική έχει βρεθεί ότι μειώνει 0.50 ως 2 sec την απόδοση στα 100m (Sharp & Costill, 1989).

Ένας άλλος τρόπος μείωσης της αντίστασης κατά τη διάρκεια της προπόνησης είναι η εκμετάλλευση των στροβιλισμών που δημιουργούνται πίσω από προπορευόμενο αθλητή. Μέσα στην προπόνηση η μείωση της αντίστασης γίνεται εφικτή καθώς κολυμπούν ο ένας πίσω ή στο πλευρό του άλλου, εκμεταλλευόμενοι τη διαφορά πίεσης που συναντούν στο πίσω μέρος του προπορευόμενου αθλητή (Maglischo, 2003). Αυτή η τακτική εφαρμόζεται κυρίως στο άθλημα του τριάθλου, σε αγώνες ανοιχτής θάλασσας (Millet, Chollet & Chatard, 2000), στο τρέξιμο, στην ποδηλασία και στο σκι μεγάλων αποστάσεων (Rundell, 1996; Hauswirth et al., 2001)

Πιο συγκεκριμένα στην κολύμβηση αυτή η μέθοδος της κολύμβησης πίσω ή στο πλάι από προπορευόμενο αθλητή φάνηκε ότι μειώνει την παθητική αντίσταση και είναι πιθανό να βελτιώνει την απόδοση των αθλητών. Επιπλέον, κολύμβηση πίσω από προπορευόμενο μειώνει τις μεταβολικές ανταποκρίσεις και άλλους δείκτες, όπως αυτόν της υποκειμενικής κόπωσης (Basset, Flohr, Duey, Howley & Pein, 1991). Στο τριάθλο οι έρευνες που έχουν γίνει παρουσιάζουν θετικά αποτελέσματα για όλες τις μετρούμενες παραμέτρους (Chatard, Chollet & Millet, 1998). Παρ' όλα αυτά στον τομέα της κλασσικής κολύμβησης οι μελέτες είναι περιορισμένες, ενώ δεν είναι γνωστό αν η συγκεκριμένη τακτική μπορεί να εφαρμοστεί σε αγωνιστικές συνθήκες προσφέροντας τα ίδια οφέλη.

Σκοπός και σημασία της έρευνας

Μια από τις ιδιαιτερότητες της κλασσικής κολύμβησης είναι ότι οι αθλητές προπονούνται κολυμπώντας ο ένας πίσω από τον άλλον αρκετοί μαζί. Αντίθετα, σε αγωνιστικές συνθήκες καλούνται να κολυμπήσουν ο κάθε ένας σε ξεχωριστή διαδρομή.

Κολυμπώντας ο ένας πίσω από τον άλλο στη διάρκεια της προπόνησης έχει ως αποτέλεσμα να μειώνονται οι ενεργειακές απαιτήσεις των αθλητών που ακολουθούν τον προπορευόμενο. Κατά τη διάρκεια της προπόνησης ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή μπορεί να προκληθεί μείωση στις φυσιολογικές ανταποκρίσεις και μακροπρόθεσμα στις προσαρμογές που πρέπει να συμβούν μέσα από την προπόνηση σε εκείνους τους κολυμβητές που καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος της προπόνησής του ακολουθώντας κάποιον άλλο. Κατά τη διάρκεια του αγώνα όμως δεν δίνεται η δυνατότητα να ακολουθούν κάποιον απευθείας από πίσω,

αφού αγωνίζονται σε ξεχωριστές διαδρομές. Έτσι ξαφνικά ο κολυμβητής καλείται να αντιμετωπίσει αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις και πιθανότατα μια πρόωρη κόπωση (Coast & Piatt, 2001). Ενώ εμπειρικές παρατηρήσεις αναφέρουν ότι το να ακολουθεί κανείς προπορευόμενο αθλητή, ακόμα και από διπλανή διαδρομή μπορεί να έχει επιπτώσεις στην επίδοση των αθλητών (Basset et al., 1991) δεν είναι επιστημονικά αποδεδειγμένη μια τέτοια επίδραση της τακτικής αυτής.

Η παρούσα έρευνα σκοπεύει να καταγράψει τις μεταβολικές ανταποκρίσεις που προκαλούνται στους κολυμβητές όταν ακολουθούν τον προπορευόμενο αθλητή σε μέγιστη προσπάθεια 400 μέτρων. Η έρευνα αυτή αποτελεί ίσως μια από τις ελάχιστες που απευθύνονται σε νεαρούς αθλητές και τα ευρήματά της θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν από προπονητές έτσι ώστε η προπονητική διαδικασία να επιφέρει συνεχώς θετικές προσαρμογές στους κολυμβητές όσον αφορά την τεχνική αλλά και την τακτική που ακολουθούν κατά τη διάρκεια των αγώνων ώστε να πετύχουν την καλύτερη απόδοση.

Σκοπός της μελέτης είναι να καταγράψει τις διαφορές στην απόδοση και τις μεταβολικές ανταποκρίσεις των κολυμβητών, όταν ακολουθούν προπορευόμενο αθλητή που βρίσκεται ακριβώς μπροστά τους ή προπορεύεται σε κοντινή απόσταση δίπλα τους και να τις συγκρίνει με τις μεταβολικές ανταποκρίσεις σε κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο αθλητή.

Ορισμοί

Γαλακτικό: υποπροϊόν του μεταβολισμού της γλυκόζης προς παραγωγή ενέργειας που προκαλεί αίσθημα κόπωσης στους μύες κατά τη διάρκεια της άσκησης.

Παθητική αντίσταση: η αντίσταση που συναντάει ένα σώμα που ρυμουλκείται μέσα στο νερό έχοντας σταθερή θέση και ταχύτητα

Ενεργητική αντίσταση: η αντίσταση που συναντάει ένα σώμα που διαρκώς αλλάζει θέση και ταχύτητα με την κίνηση του μέσα στο νερό.

Αντικυματικές διαδρομές: ειδικά χωρίσματα σε όλο το μήκος της πισίνας έτσι κατασκευασμένα ώστε να αποτελούν ένα φράγμα ενάντια στους κυματισμούς που σχηματίζονται κατά την μετακίνηση των κολυμβητών.

Μη αντικυματικές διαδρομές: χωρίσματα κατά μήκος της πισίνας που δεν έχουν αντικυματικές ιδιότητες.

Συχνότητα χεριάς: ο αριθμός των χεριών στη μονάδα του χρόνου.

Μήκος χεριάς: το μήκος της απόστασης που καλύπτει ο κολυμβητής σε κάθε χεριά.

Δείκτης μάζας σώματος: ένας αριθμός που υπολογίζεται με βάση το βάρος και το ύψος του ατόμου και αποτελεί δείκτη του σωματικού πάχους.

Drafting: η κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή είτε από διπλανή διαδρομή, είτε από την ίδια.

Περιορισμοί και οριοθετήσεις της έρευνας

Η αγωνιστική εμπειρία των κολυμβητών περιοριζόταν στα δύο χρόνια και δεν αντιπροσωπεύει το επίπεδο αθλητών που ασχολούνται 3-5 χρόνια με αγωνιστική κολύμβηση.

Κάποιοι από του κολυμβητές που συμμετείχαν στη μελέτη δεν είχαν πετύχει το όριο πρόκρισης σε Πανελλήνιο πρωτάθλημα.

Η συγκεκριμένη έρευνα περιορίστηκε στην περιοχή της βορείου Ελλάδας και συγκεκριμένα στο νομό Πιερίας ενώ όλες οι μετρήσεις έλαβαν χώρα σε κλειστή πισίνα 25 μέτρων.

Επίσης οι αθλητές που συμμετείχαν στην έρευνα δεν ήταν εξειδικευμένοι αποκλειστικά και μόνο σε μεσαίες αποστάσεις, ενώ το στυλ κολύμβησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ελεύθερο, για όλους τους αθλητές ανεξάρτητα από το στυλ εξειδίκευσής τους.

Η συγκεκριμένη έρευνα περιορίστηκε στην απόσταση των 400 μέτρων στο ελεύθερο σε μέγιστη ένταση.

Οι προπορευόμενοι που επιλέχθηκαν για τις δοκιμασίες ήταν ύψους 1.87m και 1.82m και σωματικής μάζας 83kg και 76kg αντίστοιχα.

Οι αντικυματικές διαδρομές που χρησιμοποιήθηκαν είχαν διάμετρο 11cm και μήκος 12cm σε κάθε πλωτήρα, ενώ σε κάθε μέτρο υπήρχαν 7 (επτά) πλωτήρες

Ερευνητικές υποθέσεις

Γίνονται οι υποθέσεις ότι από την έρευνα θα προκύψουν τα εξής αποτελέσματα:

Υπόθεση 1^η: Θα υπάρχουν διαφορές στην επίδοση των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερης κολύμβησης χωρίς προπορευόμενο αθλητή, σε σύγκριση με την επίδοση ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια ή από διπλανή διαδρομή.

Υπόθεση 2^η: Θα υπάρχουν διαφορές στην καρδιακή συχνότητα των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερης κολύμβησης χωρίς προπορευόμενο αθλητή, σε σύγκριση με

την καρδιακή συχνότητα ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια ή από διπλανή διαδρομή.

Υπόθεση 3^η: Θα υπάρχουν διαφορές στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερης κολύμβησης χωρίς προπορευόμενο αθλητή, σε σύγκριση με το δείκτη υποκειμενικής κόπωσης ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια ή από διπλανή διαδρομή.

Υπόθεση 4^η: Θα υπάρχουν διαφορές στην συχνότητα και το μήκος χεριάς των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερης κολύμβησης χωρίς προπορευόμενο αθλητή, σε σύγκριση με την συχνότητα και το μήκος χεριάς ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια ή από διπλανή διαδρομή.

Υπόθεση 5^η: Θα υπάρχουν διαφορές στην συγκέντρωση του γαλακτικού των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερης κολύμβησης χωρίς προπορευόμενο αθλητή, σε σύγκριση με περιπτώσεις που εκτελούνται ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια ή από διπλανή διαδρομή.

Στατιστικές υποθέσεις

Μηδενική υπόθεση 1^η: Δε θα εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: \chi\pi = \iota\delta = \Delta\Delta$

Εναλλακτική υπόθεση 1^η: Θα εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: \chi\pi \neq \iota\delta \neq \Delta\Delta$

Μηδενική υπόθεση 2^η: Δε θα εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην καρδιακή συχνότητα των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: \chi\pi = \iota\delta = \Delta\Delta$

Εναλλακτική υπόθεση 2^η: Θα εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην καρδιακή συχνότητα των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν

χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: ΧΠ \neq ΙΔ \neq ΔΔ$

Μηδενική υπόθεση 3^η: Δε θα εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: ΧΠ = ΙΔ = ΔΔ$

Εναλλακτική υπόθεση 3^η: Θα εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: ΧΠ \neq ΙΔ \neq ΔΔ$

Μηδενική υπόθεση 4^η: Δε εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συχνότητα και το μήκος χεριάς των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: ΧΠ = ΙΔ = ΔΔ$

Εναλλακτική υπόθεση 4^η: Θα εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συχνότητα και το μήκος χεριάς των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: ΧΠ \neq ΙΔ \neq ΔΔ$

Μηδενική υπόθεση 5^η: Δε εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές συγκέντρωση του γαλακτικού των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: ΧΠ = ΙΔ = ΔΔ$

Εναλλακτική υπόθεση 5^η: Θα εμφανιστούν στατιστικά σημαντικές διαφορές συγκέντρωση του γαλακτικού των αθλητών στα 400 μέτρα ελεύθερο όταν εκτελεστούν χωρίς προπορευόμενο αθλητή, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή ή από διπλανή διαδρομή.

$H_0: ΧΠ \neq ΙΔ \neq ΔΔ$

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Θεωρίες προώθησης μέσα στο νερό

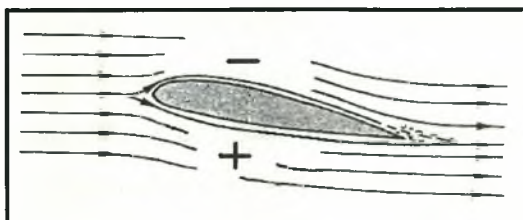
Η πρώτη θεωρία που διατυπώθηκε σχετικά με την προώθηση των κολυμβητών μέσα στο νερό, παρουσιάστηκε στις αρχές του 1900 και ήταν καθαρά βασισμένη στην εξωτερική παρατήρηση, παρομοιάζοντας τα χέρια των κολυμβητών με κουπιά. Αυτή η θεωρία με το πέρασμα των χρόνων και μετά από προσεκτικότερη και πιο επιστημονική παρατήρηση αποδείχτηκε πως έχει τις βάσεις τις στον Τρίτο Νόμο του Νεύτωνα, σύμφωνα με τον οποίο, σε κάθε δύναμη που εφαρμόζεται ασκείται μια ίσης αλλά αντίθετης κατεύθυνσης δύναμη (Σχήμα 1). Η εφαρμογή του Τρίτου Νόμου του Νεύτωνα στην κολύμβηση έγκειται στο ότι όταν οι κολυμβητές χρησιμοποιούν μυϊκή δύναμη για να σπρώξουν το νερό προς τα πίσω, αυτή η ενέργεια δημιουργεί μια αντίθετη δύναμη ίσου μεγέθους που τους προωθεί προς τα εμπρός (Maglischo, 2003). Με πιο απλά λόγια υπήρχε η πεποίθηση ότι το σώμα του κολυμβητή προωθείται προς τα εμπρός σπρώχνοντας νερό προς τα πίσω, και ότι το μέγεθος της προώθησης αυτής ήταν ανάλογο, πρώτον με την ποσότητα του νερού που σπρωχόταν προς τα πίσω και δεύτερον, με την απόσταση την οποία αυτό διένυε (Maglischo, 2003).



Σχήμα 1: Απεικόνιση της προώθησης των κολυμβητών σύμφωνα με τον Τρίτο Νόμο του Νεύτωνα

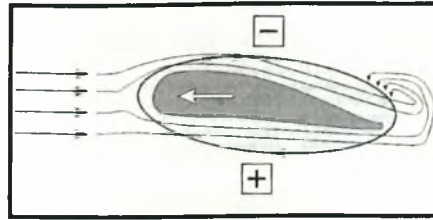
Τις δύο τελευταίες δεκαετίες μια άλλη θεωρία αποτελεί την πιο επικρατούσα άποψη σχετικά με την προώθηση των κολυμβητών μέσα στο νερό. Ο Daniel Bernoulli ήταν ο πρώτος που διατύπωσε την αντίστροφη σχέση της ταχύτητας ροής των υγρών και της πίεσης, σύμφωνα με την οποία, σε ιδανικές συνθήκες όταν ένα υγρό ρέει γρήγορα η πίεση σε αυτό είναι χαμηλότερη από ότι όταν αυτό κινείται αργά (Maglischo, 2003). Αυτό είχε άμεση εφαρμογή στην αεροδυναμική, καθώς τα φτερά των αεροπλάνων είναι έτσι κατασκευασμένα ώστε από την επάνω πλευρά τους ο

αέρας να κινείται γρηγορότερα σε σχέση με την κάτω (Σχήμα 2). Ο Brown & ο Counsilman (1971), εφαρμόζοντας την παραπάνω άποψη στην υδροδυναμική, υποστήριξαν ότι επειδή το ανθρώπινο χέρι είναι σχηματισμένο σαν τα φτερά των αεροπλάνων θα μπορούσε να χρησιμοποιείται έτσι ώστε να δημιουργεί συνθήκες ανύψωσης, με τρόπο παρόμοιο όπως οι επιφάνειες ανύψωσης, για παράδειγμα τα αεροπλάνα. Παρά το γεγονός ότι η θεωρία αυτή αποτελούσε λογική εξήγηση για τις διαγώνιες κινήσεις των χεριών των κολυμβητών και την προώθηση που προκύπτει από αυτές, πρόσφατα αρκετοί ειδικοί αμφισβήτησαν το κατά πόσο το θεώρημα αυτό έχει εφαρμογή στην προώθηση των αθλητών μέσα στο νερό κατά την κολύμβηση (Maglischo, 2003).



Σχήμα 2: Σχηματική αναπαράσταση του θεωρήματος του Bernoulli.

Πιο σύγχρονη είναι η θεωρία των στροβιλισμών που εξηγεί το πως οι δυνάμεις της άνωσης παίζουν σημαντικό ρόλο στην προώθηση του κολυμβητή ακόμα και όταν ο κολυμβητής μετακινεί τα άκρα του μέσα στο νερό ανακινώντας τα μόρια του νερού που βρίσκονται στο σώμα του κολλημένα (Maglischo, 2003). Ο Colwin (1992) υποστήριξε ότι ο σχηματισμός στροβιλισμών μπορεί να διατηρήσει σταθερή τη διαφορά της πίεσης ανάμεσα στο πάνω και στο κάτω μέρος της παλάμης του κολυμβητή ακόμα και όταν η ροή του νερού δεν είναι ομαλή και ομοιόμορφη. Το φαινόμενο ξεκινάει με το σχηματισμό ενός στροβίλου και με τα μόρια του νερού να περνάν πάνω από την επιφάνεια του σώματος του κολυμβητή και κάποια μόρια από κάτω και να συσσωρεύονται στο τέλος του σώματος του κολυμβητή και μάλιστα προς τα επάνω καθώς η πίεση στο πάνω μέρος είναι μικρότερη. Τα μόρια του νερού δεν μετακινούνται μόνο προς τα πάνω αλλά και προς τα εμπρός και έτσι δημιουργείται ο στροβιλισμός. Μέσα σε αυτόν τον στροβιλισμό η πίεση του νερού είναι χαμηλή σε σχέση με αυτήν που βρίσκεται εμπρός από τον κολυμβητή (Σχήμα 3).



Σχήμα 3: Ο σχηματισμός των στροβιλισμών σύμφωνα με την ομώνυμη θεωρία.

Σύμφωνα με τον Τρίτο Νόμο του Νεύτωνα ο στροβιλισμός αυτός που σχηματίζεται και κινείται προς μία κατεύθυνση θα δημιουργήσει έναν ισομεγέθη ο οποίος όμως θα έχει αντίθετη κατεύθυνση. Περιστρέφεται σύμφωνα με τους δείκτες του ρολογιού από τα εμπρός προς τα πίσω στο πάνω μέρος του σώματος και από πίσω προς τα εμπρός στην κάτω πλευρά. Καθώς γίνεται αυτό, αυξάνεται η ταχύτητα ροής του νερού στην επάνω πλευρά του σώματος και κατά συνέπεια σύμφωνα και με το νόμο του Bernoulli μειώνεται η πίεση σε αυτήν την πλευρά του σώματος. Την ίδια στιγμή, στην κάτω επιφάνεια του σώματος, η δύναμη του στροβιλισμού ασκείται προς την αντίθετη κατεύθυνση κι έτσι ο στροβιλισμός καθυστερεί την κίνηση του νερού και αυξάνεται με αυτόν τον τρόπο η πίεση. Αποτέλεσμα όλων αυτών των ενεργειών είναι ότι η διαφορά πίεσης που χρειάζεται για τη δημιουργία ανυψωτικών και προωθητικών δυνάμεων αυξάνεται ανάμεσα στην κάτω (+) και στην πάνω (-) επιφάνεια του σώματος (Maglischo, 2003).

Όπως γίνεται κατανοητό από τα παραπάνω καμιά θεωρία προώθησης των κολυμβητών μέσα στο νερό δεν μπορεί να υπάρξει και να εξηγήσει αυτήν την περίπλοκη λειτουργία της προς τα εμπρός κίνησης από μόνη της. Και οι τρεις θεωρίες δρουν σε ένα περιβάλλον αλληλεπίδρασης, όπου η κάθε μία εξηγεί ένα μέρος της προώθησης του σώματος μέσα στο νερό.

Ενεργειακό κόστος κολύμβησης

Η κίνηση μέσα στο νερό αν και είναι ενεργειακά πιο δαπανηρή σε σχέση με οποιαδήποτε άλλη μορφή κίνησης χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο εδώ και χιλιάδες χρόνια (Pendergast et al., 2003). Το ενεργειακό κόστος στην κολύμβηση σε σχέση με την ταχύτητα κίνησης του σώματος είναι υψηλότερο συγκριτικά με άλλου είδους κινήσεις. Αυτό συμβαίνει πιθανότατα γιατί η κίνηση για την προώθηση των αθλητών γίνεται ενάντια στο νερό. Για να δημιουργηθεί η προωθητική δύναμη ο κολυμβητής μετακινείται καθώς σπρώχνει το νερό. Οι μάζες του νερού που σπρώχνονται προς τα

πίσω απαιτούν κινητική ενέργεια η οποία μεταφέρεται από τον κολυμβητή στο νερό. Παρ' όλα αυτά ένα μέρος μόνο την ενέργειας που παράγεται μεταφέρεται αποτελεσματικά και χρησιμοποιείται έτσι ώστε να ξεπεραστεί η αντίσταση που συναντά το σώμα του αθλητή, η υπόλοιπη χάνεται εξαιτίας αυτού του είδους μηχανισμού προώθησης (Berger, Hollander & De Groot, 1997).

Γεγονός είναι ότι οι προπονήσεις των κολυμβητών διαρκούν πολλές ώρες και παρουσιάζουν ιδιαίτερα αυξημένο ενεργειακό κόστος σε σχέση με άλλα αθλήματα. Το ενεργειακό κόστος στο άθλημα της κολύμβησης εμφανίζεται ως ένας σημαντικός παράγοντας της επίδοσης των αθλητών καθώς ένα χαμηλό κόστος επιτρέπει να κολυμπούν χρησιμοποιώντας ένα μικρότερο ποσοστό της μέγιστης αερόβιας ικανότητάς τους και να μπορούν να διαθέσουν τα υπόλοιπα ενεργειακά τους υποστρώματα των οποίων η διαθεσιμότητα μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα της απόδοσής τους (Zamparo et al., 2005).

Το ενεργειακό κόστος στην κολύμβηση αυξάνεται ως συνάρτηση της ταχύτητας και εξαρτάται ανάμεσα στα άλλα από το στυλ κολύμβησης, τις τεχνικές ικανότητες του κολυμβητή, το φύλο του, τα ανθρωπομετρικά του χαρακτηριστικά, την πλευστότητά του, την παθητική και ενεργητική αντίσταση και την προωθητική του ικανότητα (Zamparo, Capelli, Cauntero & Di Nino, 2000). Η μέγιστη απόδοση στην κολύμβηση όπως και σε άλλες μορφές της ανθρώπινης κίνησης όπως το τρέξιμο ή η ποδηλασία εξαρτάται από την μέγιστη μεταβολική δύναμη των αθλητών και από την οικονομία μετακίνησής τους.

Η αύξηση του ενεργειακού κόστους σε σχέση με την ταχύτητα θα μπορούσε επίσης να είναι αποτέλεσμα των αλλαγών σε τεχνικές παραμέτρους όπως η αύξηση της συχνότητας χεριάς σε αντίθεση με το γεγονός ότι το μήκος χεριάς μπορεί να παραμένει σταθερό (Poujade, Hautier & Rouard, 2002). Οι ίδιοι ερευνητές υποστήριξαν ότι η τεχνική ικανότητα των κολυμβητών, η εμπειρία τους, ο βαθμός ενεργοποίησης του αερόβιου ή/και του αναερόβιου μεταβολισμού και οι ροπές που αναπτύσσονται κάτω από το νερό είναι καθοριστικοί παράγοντες για το ενεργειακό κόστος του αθλήματος. Σε υπομέγιστες συνθήκες το ενεργειακό κόστος στην κολύμβηση καθορίζεται από την αντίσταση και από τεχνικές παραμέτρους (Kjendlie, Ingjer, Madsen, Stallman & Stray-Gundersen, 2004). Επίσης η μάζα του σώματος των κολυμβητών αντανακλά ουσιαστικά την ένταση των μυών που χρησιμοποιούνται καθώς για κολυμβητές ίδιου μήκους σώματος μια μεγαλύτερη μάζα σώματος

φαίνεται ότι αυξάνει το ενεργειακό κόστος (Kjendlie, Ingjer, Stallman & Stary-Gundersen, 2004).

Για να μειωθεί το ενεργειακό κόστος στην κολύμβηση οι αθλητές του τριάθλου συνηθίζουν να κολυμπούν ακολουθώντας κάποιον προπορευόμενο αθλητή, καθώς το ενεργειακό κόστος παρουσιάζεται μειωμένο σε καταστάσεις όπου ο κολυμβητής ακολουθεί ακριβώς από πίσω προπορευόμενο αθλητή (Delextrat et al., 2003). Οι Chollet, Hue., Auclair, Millet και Chatard, (2000) διαπίστωσαν μείωση της τάξης του 10% στο ενεργειακό κόστος των αθλητών που ακολουθούν προπορευόμενο αθλητή ακριβώς από πίσω.

Ο Pugh (1971) διαπίστωσε 6% μείωση του συνολικού κόστους ενέργειας σε δρομείς όταν ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή. Ενώ η ενεργειακή δαπάνη εμφανίζεται μειωμένη από 3-12% στον αθλητή που έπεται, παρ' όλα αυτά σε αρχάριους αθλητές η μείωση αυτή στο ενεργειακό κόστος ήταν μεγαλύτερη σε μικρότερες ταχύτητες, ενώ δε σημειώθηκαν διαφορές ανάλογα με την απόσταση μεταξύ των αθλητών (Millet, Geslan, Ferrier, Candau & Varray, 2003).

Αντίσταση του νερού

Το νερό είναι 1000 φορές πιο πυκνό από τον αέρα. Έτσι όταν ένα σώμα καλείται να μετακινηθεί προς τα εμπρός συναντάει μεγαλύτερη αντίσταση από ότι θα συναντούσε αν έκανε την ίδια κίνηση εκτός νερού. Οι κολυμβητές προχωρούν προς τα εμπρός όσο οι προωθητικές δυνάμεις που ασκούν στο νερό είναι μεγαλύτερες από την αντίσταση που αντιμετωπίζουν και καθυστερεί την κίνησή τους. Αυτό συμβαίνει καθώς με απλά λόγια ο κολυμβητής πρέπει να εκτοπίσει μόρια νερού από την πορεία του και ουσιαστικά να ανοίξει μια τρύπα μέσα από την οποία θα περάσει το σώμα του. Η αντίσταση λοιπόν που αντιμετωπίζουν οι κολυμβητές αυξάνεται καθώς αυξάνονται οι αναταράξεις που δημιουργούνται στην επιφάνεια του νερού κατά τη μετακίνησή τους αυτή. Δυστυχώς όμως το ανθρώπινο σώμα δεν έχει το υδροδυναμικό σχήμα των ψαριών. Το σώμα των ανθρώπων δεν είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε να είναι σε θέση να αντιμετωπίζει υψηλά ποσοστά αντίστασης στο νερό. Έτσι οι κολυμβητές όταν μετακινούνται στο νερό δημιουργούν αναταράξεις σε αυτό (Maglischo, 2003).

Η απόδοση στην κολύμβηση εξαρτάται από την αλληλεπίδραση της προώθησης των αθλητών στο νερό και τις δυνάμεις αντίστασης που συναντούν (Toussaint, 2002). Έτσι αναζητούν τρόπους μείωσης των αντιστάσεων του νερού

ώστε να μπορούν να εκμεταλλευτούν τις προωθητικές δυνάμεις και κατά συνέπεια να αυξήσουν την ταχύτητά τους. Η αντίσταση που εμφανίζεται κατά τη μετακίνηση των κολυμβητών στο νερό είναι αποτέλεσμα τόσο της αύξησης της ταχύτητας μετακίνησης τους, όσο και των κυματισμών που δημιουργούνται κατά την κίνηση των αθλητών στην επιφάνεια του νερού. Οι κυματισμοί αυτοί αυξάνονται όσο αυξάνεται η ταχύτητα κολύμβησης και είναι ανασταλτικοί παράγοντες της επίδοσης (Toussaint, 2002).

Όταν ένα σώμα μετακινείται στο νερό υποβάλλεται σε μια ανασταλτική της προς τα εμπρός κίνησης του δύναμη (Toussaint, 2002). Αυτή η δύναμη που συναντάει ένα σώμα κατά τη μετακίνηση του στο νερό ονομάζεται αντίσταση και χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Η μια μορφή αντίστασης είναι η ενεργητική και η άλλη η παθητική. Την ενεργητική αντίσταση τη συναντάμε όταν ένα σώμα αλλάζει διαρκώς θέσεις και ταχύτητα καθώς κινείται μέσα στο νερό. Η έννοια της παθητικής αντίστασης από την άλλη έχει σχέση με την αντίσταση που αναπτύσσεται σε ένα σώμα που ρυμουλκείται μέσα στο νερό, χωρίς να αλλάζει θέση ή ταχύτητα μετακίνησης (Maglischo, 2003).

Η δύναμη αντίστασης που εφαρμόζεται σε ένα σώμα που κινείται στην επιφάνεια του νερού είναι τριών ειδών, η αντίσταση τριβής των μορίων του νερού με το σώμα, η αντίσταση που έχει σχέση με το σχήμα του σώματος και η αντίσταση εξαιτίας των κυμάτων (Vennell et al., 2006).

Η αντίσταση τριβής είναι αυτή που αναπτύσσεται ανάμεσα στο δέρμα του κολυμβητή και στο νερό, ενώ ένας τρόπος μείωσης της αντίστασης τριβής είναι η βελτίωση της άνωσης (Kjendlie et al., 2004).

Μια άλλη μορφή αντίστασης της κίνησης των κολυμβητών μέσα στο νερό είναι αυτή που έχει σχέση με το σχήμα και το μέγεθος του σώματος. Το κατά πόσο δηλαδή το σώμα του κολυμβητή είναι ευθυγραμμισμένο τόσο στον οριζόντιο όσο και στον κάθετο άξονα (Maglischo, 2003). Όσο μεγαλύτερη ικανότητα έχει ο αθλητής να κολυμπάει κρατώντας τα άκρα του κοντά στο σώμα του τόσο μικρότερη αντίσταση συναντάει κατά την εμπρός μετακίνησή του. Όσο δηλαδή πιο μεγάλη είναι η μετωπική επιφάνεια των κολυμβητών τόσο πιο αυξημένη παρουσιάζεται η αντίσταση που συναντάνε (Zamparo et al., 2000).

Τέλος η αντίσταση εξαιτίας των κυμάτων έχει σχέση με τα κύματα που δημιουργεί το σώμα του κολυμβητή κατά την προς τα εμπρός κίνηση του. Η δημιουργία αυτών των κυμάτων καθυστερεί την προς τα εμπρός κίνηση των κολυμβητών καθώς δημιουργείται ουσιαστικά ένα τείχος μέσα από το οποίο

καλούνται οι κολυμβητές να περάσουν. Όλο το σύστημα των κυμάτων που δημιουργείται από έναν κολυμβητή μετακινείται με την ίδια ταχύτητα που αυτός μετακινείται στην επιφάνεια του νερού (Toussaint, 2006). Το μέγεθος των κυμάτων και η αντίσταση που δημιουργείται από το σχηματισμό των κυματισμών μετρείται με τον αριθμό Froude (F_r) η μαθηματική έκφραση του οποίου δείχνει ότι η αντίσταση αυξάνεται ανάλογα με τον κύβο της ταχύτητας κολύμβησης και το ύψος των κολυμβητών

$$F = \sqrt{\frac{u}{gl}} \quad (1)$$

Όπου: u = ταχύτητα, g = επιτάχυνση της βαρύτητας, l = το μήκος του σώματος ή

Παρ' όλα αυτά το μέγεθος του κυματισμού που δημιουργείται από τους κολυμβητές μπορεί να μειωθεί όπως γίνεται κατανοητό με τη μείωση της ταχύτητας κολύμβησης (Toussaint, 1992). Κάτι τέτοιο όμως δεν είναι λογικό στην αγωνιστική κολύμβηση όπου η καλύτερη επίδοση είναι ο επιδιωκόμενος σκοπός. Έτσι οι κολυμβητές μπορούν να μειώσουν το μέγεθος των κυμάτων μειώνοντας τα ανεβοκατεβάσματα του σώματός τους και του κεφαλιού τους με την εναλλαγή των κινήσεων κατά τη διάρκεια ενός ολόκληρου κύκλου χεριάς να γίνεται με τις λιγότερες δυνατές αναταράξεις και με τη σωστή θέση του σώματος τους στο νερό, ενώ υπάρχουν και κάποιοι άλλοι παράγοντες με τους οποίους δεν έχουν άμεση σχέση οι κολυμβητές και έχουν να κάνουν με τις κολυμβητικές εγκαταστάσεις, όπως είναι οι υδροροές περιμετρικά της πισίνας που αποσβένουν τους κυματισμούς και η ύπαρξη κατάλληλων αντικυματικών διαδρομών. Στο παρελθόν οι διαχωριστικές διαδρομές αποτελούσαν περισσότερο μέσο απλώς χωρισμού του χώρου άσκησης και απαρτίζονταν από ένα καλώδιο με τμήματα πλωτήρων που ήταν από υλικό που επέπλεε. Σήμερα οι διαδρομές είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε να αποσβένουν τη μεταφορά των κυματισμών που δημιουργούνται και κατά συνέπεια να διευκολύνουν τους αθλητές στο να κολυμπούν χωρίς επιπλέον αντιστάσεις. Στο σχήμα 4 (α, β, γ) φαίνονται κάποια από τα πιο σύγχρονα μοντέλα αντικυματικών διαδρομών.



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 4: Σύγχρονα μοντέλα αντικυματικών διαδρομών

Τακτικές μείωσης της αντίστασης στην κολύμβηση.

Στο παρελθόν οι τεχνικές μείωσης την αντίστασης είχαν επισκιαστεί από τις μεθόδους βελτίωσης της προώθησης των κολυμβητών. Μόνο αρκετά πρόσφατα το ενδιαφέρον των ερευνητών στράφηκε στη μείωση της αντίστασης και το ρόλο που

αυτή παίζει στη βελτίωση της απόδοσης. Έτσι έφτασαν στο σημείο οι ερευνητές να πιστεύουν ότι η μείωση της αντίστασης μπορεί και βελτιώνει την ταχύτητα κολύμβησης σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι προσφέρει η τελειοποίηση των τεχνικών χαρακτηριστικών που αυξάνουν την προώθηση (Maglischo, 2003). Σύμφωνα με έρευνα των Kolmogorov και Dublitsheva (1992) οι υψηλού επιπέδου αθλητές είναι σε θέση να φτάσουν σε μέγιστες ταχύτητες συναντώντας μικρότερη αντίσταση εξαιτίας της καλύτερης τεχνικής τους. Είναι βέβαιο πάντως ότι η αύξηση της ταχύτητας στην κολύμβηση θα επιτευχθεί με συνδυασμό αύξησης της προωθητικής ικανότητας και μείωσης των αντιστάσεων.

Κολύμβηση ακολουθώντας πίσω ή δίπλα από προπορευόμενο κολυμβητή.

Οι κολυμβητές όταν μετακινούνται πάνω στην επιφάνεια του νερού δημιουργούν κύματα που σχηματίζουν στροβιλισμούς πίσω τους. Στην προπόνηση ασκούνται ακολουθώντας από κοντά, δίπλα ή πίσω, κάποιον προπορευόμενο έτσι ώστε να κολυμπούν μέσα στο εύρος της δίνης των στροβιλισμών που δημιουργεί ο προπορευόμενος αθλητής. Αυτό γιατί η πίεση ακριβώς μπροστά από τον αθλητή που προπορεύεται είναι αυξημένη σε σχέση με την χαμηλή πίεση που υπάρχει στο πίσω μέρος του προπορευόμενου αθλητή. Στο πίσω μέρος του σώματος του αθλητή που προπορεύεται η πίεση είναι χαμηλότερη καθώς η μετατόπιση του νερού που προκαλεί ο κολυμβητής για να περάσει το σώμα του μέσα από το νερό δε γεμίζουν αμέσως και τα μόρια του νερού παραμένουν αναταραγμένα για λίγες στιγμές μετά. Το πλεονέκτημα αυτής της διαφοράς πίεσης για τον αθλητή που ακολουθεί είναι ότι κολυμπάει με μειωμένη την παθητική αντίσταση στο σώμα του και έτσι αυτός μπορεί να διατηρεί σταθερή την υψηλή ταχύτητα μετακίνησης τους με μικρότερη προσπάθεια (Maglischo, 2003).

Αυτή είναι μια τακτική που χρησιμοποιείται κυρίως από αθλητές του τριάθλου στο αγώνισμα της κολύμβησης ή σε αγώνες ανοιχτής θάλασσας (Millet et al., 2000) και επιτρέπει στον κολυμβητή να μειώνει το ενεργειακό κόστος της κολυμβητικής προώθησης και κατά συνέπεια να κερδίζει χρόνο για κολύμβηση σε μέγιστη ταχύτητα (Chatard et al., 1998), ενώ χρησιμοποιείται και σε άλλα αθλήματα όπως η ποδηλασία, το τρέξιμο, το σκι μεγάλων αποστάσεων (Rundell, 1996; Hauswirth et al., 2001) Στην αγωνιστική ποδηλασία η αντίσταση του αέρα είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες μείωσης της κίνησης των αθλητών προς τα εμπρός. Αυτή η αντίσταση

μπορεί να μειωθεί σημαντικά όταν οι αθλητές ποδηλατούν ακολουθώντας κάποιον προπορευόμενο και συνεχίζοντας κατά συνέπεια την κούρσα μέσα στο περιβάλλον χαμηλής πίεσης-αντίστασης που υπάρχει πίσω από τον προπορευόμενο (Olds, 1998).

Drafting, απόδοση και μεταβολικές ανταποκρίσεις σε διάφορα αθλήματα.

Στο παγοδρομία ταχύτητας, το να αγωνίζεται κανείς ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή αποτελεί την πιο συνηθισμένη μέθοδο, καθώς οι αντιστάσεις που οι αθλητές καλούνται να αντιμετωπίσουν είναι πολύ μεγάλες. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επίδραση της τακτικής του να αθλείται κανείς ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή στην απόδοση είναι πολλοί, ανάμεσά τους και η απόσταση από τον προπορευόμενο αθλητή. Σε έρευνα των Millet και συν. (2003) πήραν μέρος 8 ερασιτέχνες εθελοντές αθλητές της παγοδρομίας ταχύτητας, με σκοπό να μελετηθεί ποια απόσταση είναι η πιο επικερδής για τους αθλητές που ακολουθούν. Έτσι οι συμμετέχοντες υποβλήθηκαν σε 6 τεστ των 6 λεπτών σε δύο ταχύτητες (μέτρια και γρήγορα) και σε τρεις αποστάσεις από προπορευόμενο αθλητή (χωρίς προπορευόμενο αθλητή, με προπορευόμενο κοντά και με προπορευόμενο μακριά). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η ενεργειακή δαπάνη των αθλητών παρουσιάστηκε μειωμένη κατά 3-12% όταν οι αθλητές ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή. Παρόλα αυτά οι λιγότερο έμπειροι αθλητές σημείωσαν μεγαλύτερη βελτίωση στην μέτρια ταχύτητα σε σχέση με την υψηλότερη ταχύτητα, ενώ δεν υπήρχαν διαφορές στις επιδόσεις ή στις άλλες παραμέτρους ανεξάρτητα από την απόσταση από τον προπορευόμενο αθλητή. Φάνηκε δηλαδή η ταχύτητα εκτέλεσης της δεξιότητας να είναι ο πιο καθοριστικός παράγοντας που επηρεάζει τα οφέλη αυτής της τεχνικής.

Η παγοδρομία είναι ένα άθλημα όπου πέντε ως επτά αθλητές μπαίνουν στον πάγο και καθώς οι αποστάσεις στις οποίες οι αθλητές αγωνίζονται είναι σχετικά μεγάλες η τακτική του να ακολουθεί κανείς προπορευόμενο αθλητή αποδεικνύεται να έχει οφέλη. Ο Rundell (1996) στην έρευνά του χρησιμοποίησε δεκαοχτώ αθλητές της παγοδρομίας εθνικού επιπέδου, που ήταν πολύ εξοικειωμένοι στο να ακολουθούν προπορευόμενο αθλητή. Οι μετρήσεις έγιναν σε δύο σετ των τεσσάρων λεπτών, κατά τις οποίες στην πρώτη περίπτωση ήταν μπροστά από τους αθλητές ο εξεταζόμενος και στη δεύτερη ακολουθούσε προπορευόμενο αθλητή. Στο πρώτο σετ δοκιμασιών καταγραφόταν η καρδιακή συχνότητα και προσδιορίστηκε η συγκέντρωση γαλακτικού, ενώ κατά τη διάρκεια του δεύτερου συνόλου δοκιμασιών έγινε

προσπάθεια στο να καθοριστεί αν τα οφέλη της τακτικής αυτής μπορούσαν να διατηρηθούν ως το τέλος του αγώνα όπου οι αθλητές αποκτούν μέγιστη ταχύτητα. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή οι μεταβολικές ανταποκρίσεις παρουσιάζονται μειωμένες. Η κατανάλωση οξυγόνου μειώθηκε 5-5.5% ενώ η καρδιακή συχνότητα σημείωσε μείωση περίπου 3.4% και το γαλακτικό 39%, όταν οι αθλητές ακολουθούσαν προπορευόμενο. Επίσης μειωμένη πρόσληψη οξυγόνου σε παγοδρόμο που ακολουθούσε προπορευόμενο και μείωση του ενεργειακού κόστους κατά 10% διαπίστωσαν και οι Hoffman, Listermann, McManaman και Rundell (1998).

Στο άθλημα της αγωνιστικής ποδηλασίας ο Olds (1998) συμπέρανε ότι υπάρχει μείωση την αντίστασης του αέρα όταν οι ποδηλάτες ακολουθούν προπορευόμενο αθλητή μέσα σε ένα εύρος αποστάσεων αρκετά περιορισμένο σχεδόν στο μισό μέτρο. Έξω από αυτήν την απόσταση τα οφέλη της τακτικής αυτής μειώνονται δραματικά. Στο ίδιο άθλημα σε έρευνα του Hauswirth και των συν. (2001) φάνηκε ότι όταν ο αθλητής ακολουθεί ακριβώς από πίσω προπορευόμενο συναθλητή του εμφανίζονται μειωμένοι κάποιοι φυσιολογικοί δείκτες. Πιο αναλυτικά, στην έρευνα πήραν μέρος δέκα αθλητές εθνικού επιπέδου στο αγώνισμα του τρίαθλου και υπεβλήθησαν σε δύο δοκιμασίες. Στην πρώτη δοκιμασία οι αθλητές αγωνίστηκαν στα αγωνίσματα του τρίαθλου (0.75 km κολύμβηση, 20 km ποδηλασία και 5 km τρέξιμο), αλλάζοντας μεταξύ τους θέσεις και μπαίνοντας εναλλάξ στη θέση του προπορευόμενου αθλητή στο άθλημα της ποδηλασίας. Στη διάρκεια της δεύτερης δοκιμασίας υπήρχε ένας έμπειρος αθλητής ως προπορευόμενος και οι εξεταζόμενοι τον ακολουθούσαν. Όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα, υπήρξε μείωση της κατανάλωσης οξυγόνου κατά 12.8%, η καρδιακή συχνότητα κατά 11.8% και η συγκέντρωση του γαλακτικού έπεσε στο 20% στην περίπτωση όπου οι αθλητές ακολουθούσαν συνέχεια τον έμπειρο αθλητή συγκριτικά με την περίπτωση που εναλλάσσονταν οι ίδιοι αθλητές.

Drafting, απόδοση και μεταβολικές ανταποκρίσεις στην κολύμβηση.

Μέσα από εμπειρικές παρατηρήσεις έχει γίνει η διαπίστωση ότι τα οφέλη της κολύμβησης πίσω από προπορευόμενο αθλητή παρατηρούνται στην κολύμβηση, τόσο στην προπόνηση, που οι κολυμβητές αθλούνται στην ίδια διαδρομή ο ένας πίσω από τον άλλον, όσο και στις αγωνιστικές συνθήκες όπου οι αθλητές αγωνίζονται σε

διαφορετικές διαδρομές (Basset et al., 1991). Οι παράγοντες όμως που επηρεάζουν την επιτυχία της κολύμβησης πίσω από προπορευόμενο αθλητή, αλλά και οι παράμετροι που επηρεάζονται από αυτήν την τακτική αποτελούν μέρος έρευνας για το άθλημα της κολύμβησης.

Παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχημένη εφαρμογή του drafting στην κολύμβηση.

Ένας από τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση των κολυμβητών όταν ακολουθούν προπορευόμενο αθλητή είναι η απόσταση του προπορευόμενου από τον κολυμβητή που ακολουθεί (Chatart & Wilson, 2003). Σύμφωνα με τους Chatart και συν. (2003) η ιδανικότερη απόσταση ανάμεσα στους δύο αθλητές είναι 0-50cm από τα πόδια του προπορευόμενου. Σε αυτήν την απόσταση τα οφέλη της τακτικής του drafting, τόσο στις μεταβολικές ανταποκρίσεις, όσο και στην επίδοση είναι σημαντικά, ενώ η απόσταση αυτή είναι σχεδόν ίδια με την απόσταση των 60 cm, που αυθόρμητα διαλέγουν οι αθλητές (Millet et al., 2000). Παρ' όλα αυτά ακόμα και όταν ο προπορευόμενος έχει μεγαλύτερη απόσταση από τον αθλητή που ακολουθεί (π.χ. 100-150cm), σημειώνονται σημαντικές μεταβολικές μεταβολές. Στην απόσταση των 0cm μεταξύ των αθλητών η πρόσληψη οξυγόνου και η αντίσταση σημειώνει σημαντική μείωση, γεγονός που υποδηλώνει ότι η αντίσταση του νερού έχει σχέση με τις μεταβολικές ανταποκρίσεις των κολυμβητών (Chatart et al., 2003).

Μια παράμετρος που φαίνεται ότι έχει επίδραση στην τακτική του να ακολουθεί κανείς προπορευόμενο αθλητή, κολυμπώντας δίπλα χωρίς όμως να παρεμβάλλεται διαχωριστική διαδρομή, είναι η απόσταση ανάμεσα στους δύο αθλητές. Τα μεγαλύτερα οφέλη παρουσιάζονται όταν το κεφάλι του αθλητή που ακολουθεί βρίσκεται στο ύψος των γοφών του προπορευόμενου κολυμβητή, περίπου δηλαδή στο ένα μέτρο από το κεφάλι του προπορευόμενου να βρίσκεται το κεφάλι του κολυμβητή που έπεται και με απόσταση 40cm ανάμεσα στους δύο κολυμβητές (Chatard et al., 2003). Κάτω από αυτές τις συνθήκες εμφανίζονται οι χαμηλότερες τιμές παθητικής αντίστασης.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει το drafting είναι η ταχύτητα κολύμβησης. Όταν οι αθλητές ακολουθούν τον προπορευόμενο αθλητή με μικρή ταχύτητα, τους δίνεται η δυνατότητα να βελτιώνουν τη θέση του σώματός τους μέσα στο νερό. Μπορούν, δηλαδή, να κρατούν το σώμα τους σε μια πιο οριζόντια θέση

εξαιτίας της μετατόπισης του νερού που δημιουργεί ο προπορευόμενος αθλητής. Αντίθετα σε μεγαλύτερες ταχύτητες θα μπορούσε να υποθέσει κανείς ότι τα πόδια των κολυμβητών, εξαιτίας της ταχύτητας μετακίνησης, βρίσκονται ήδη σε μια πιο οριζόντια θέση. Έτσι τα πλεονεκτήματα της ταχύτητας ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή φαίνονται μικρότερα στις υψηλότερες ταχύτητες κολύμβησης σε σχέση με τις πιο χαμηλές (Chatard et al., 1998).

Επίσης φαίνεται ότι μια άλλη παράμετρος που επηρεάζει την τακτική αυτή είναι ο δείκτης μάζας σώματος των κολυμβητών. Φαίνεται ότι όσο πιο αδύνατοι είναι οι αθλητές που κολυμπούν πίσω από τον προπορευόμενο κολυμβητή τόσο περισσότερο ευνοούνται σε σχέση με τους πιο μεγαλόσωμους (Chatard et al., 1998).

Σύμφωνα με την εμπειρική παρατήρηση ο αριθμός των ποδιών που κάνει ο προπορευόμενος αθλητής σε έναν ολοκληρωμένο κύκλο χεριάς θα μπορούσε να αποτελεί έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν την τακτική του drafting, καθώς όταν ο κολυμβητής κάνει 6 ποδιές δημιουργούνται περισσότερες αναταράξεις στο νερό σε σχέση με αυτές που δημιουργούνται όταν κάνει μόνο 2. Η παράμετρος όμως αυτή δε φαίνεται να επηρεάζει την τακτική της κολύμβησης ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή. Ο αριθμός των ποδιών του προπορευόμενου κολυμβητή μπορεί να δημιουργεί κάποια προβλήματα στον αθλητή που ακολουθεί αλλά δεν αποτελεί σημαντικό παράγοντα μεταβολής τόσο των φυσιολογικών μεταβλητών όσο και της επίδοσης των αθλητών (Millet et al., 2000).

Παράμετροι που επηρεάζονται από το drafting στην κολύμβηση.

Ταχύτητα κολύμβησης : Η ταχύτητα κολύμβησης των αθλητών βελτιώνεται κατά τις δοκιμασίες που οι αθλητές ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή. Η βελτίωση αυτή ήταν περίπου στο 3.2% ενώ οι αθλητές κολύμπησαν γρηγορότερα κατά 9.6s σε σχέση με την περίπτωση που κολυμπούσαν μόνοι τους (Chatard et al., 1998). Παραπλήσια με αυτά τα αποτελέσματα είναι η βελτίωση της ταχύτητας κατά 3.6% και 13% στην περίπτωση που οι αθλητές ακολουθούσαν προπορευόμενο κολυμβητή (Chollet et al., 2000; Delextrat et al, 2003).

Συχνότητα και μήκος χεριάς: Η κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή φαίνεται ότι επηρεάζει και τεχνικά χαρακτηριστικά των αθλητών, όπως η συχνότητα και το μήκος χεριάς. Η συχνότητα χεριών των αθλητών που

ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή παρουσίασε διαφορές ανάμεσα στην κολύμβηση πίσω από προπορευόμενο και κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο. Παρουσιάστηκε μειωμένη η συχνότητα χεριάς από 2.8% (Chollet et al., 2000) και 3.2% (Chatard et al., 1998) ενώ έφτανε το 6% στην μελέτη των Chatard και συν. (2003), όταν οι κολυμβητές ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή. Παρ' όλα αυτά οι Delextrat και συν. (2003) δε διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο δοκιμασίες ούτε στη συχνότητα αλλά ούτε και στο μήκος χεριάς των κολυμβητών (Basset et al., 1991). Ωστόσο σε άλλες έρευνες σημειώθηκε αύξηση του μήκους χεριάς των αθλητών όταν ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή από 4.9% έως 6.5% (Chatard et al., 1998; Chatard et al., 2003; Chollet et al., 2000).

Μεταβολικές ανταποκρίσεις : Η πρόσληψη οξυγόνου εμφανίζεται χαμηλότερη όταν οι αθλητές κολυμπούσαν πίσω από προπορευόμενο αθλητή. Η μείωση αυτή κυμαινόταν από 4.2% (Delextrat et al., 2003) ως 10%-11% (Basset et al., 1991; Chatard et al., 2003) σε σύγκριση με τις τιμές που παρατηρήθηκαν όταν οι αθλητές κολυμπούσαν χωρίς προπορευόμενο αθλητή.

Σε έρευνα των Coast και συν (2001) τέσσερις αθλητές κολύμπησαν στην σειρά ο ένας πίσω από τον άλλον με απόσταση 5 και 10 (s) μεταξύ τους. Η συγκέντρωση του γαλακτικού διαφοροποιήθηκε ανάλογα με τη θέση που κολυμπούσαν οι αθλητές. Η υψηλότερη τιμή παρουσιάστηκε όταν οι αθλητές βρίσκονταν στην πρώτη θέση σε σχέση με τη συγκέντρωση που εμφάνισαν όταν βρίσκονταν στη δεύτερη, τρίτη η τέταρτη θέση. Παρόμοια είναι και τα ευρήματα άλλων ερευνών, στις οποίες η συγκέντρωση του γαλακτικού εμφανίζεται μειωμένη στην περίπτωση που οι αθλητές κολυμπούσαν ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από 11% έως και 38% ανάλογα με την ένταση και τη διάρκεια της προσπάθειας (Basset et al., 1991; Chatard et al., 1998; Chatard et al., 2003; Chollet et al., 2000; Delextrat et al., 2003; Delextrat et al., 2003).

Στη δοκιμασία που οι αθλητές ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή η καρδιακή συχνότητα των εξεταζομένων παρουσίασε χαμηλότερες τιμές κατά 6%-7% σε σύγκριση με την περίπτωση που οι αθλητές κολυμπούσαν μόνοι τους (Basset et al., 1991; Chatard et al., 2003; Coast et al., 2001; Delextrat et al., 2003).

Ενεργειακό κόστος (Ενεργητική-παθητική αντίσταση): Η μειωμένη καρδιακή συχνότητα που σημειώθηκε υποστηρίζει την άποψη ότι το ενεργειακό κόστος είναι

μειωμένο στην περίπτωση που ο αθλητής ακολουθεί προπορευόμενο κολυμβητή, καθώς με αυτόν τον τρόπο η προωθητική δύναμη που χρειάζεται να ασκήσουν οι αθλητές είναι μικρότερη (Basset et al., 1991; Chatard et al., 2003). Πιο συγκεκριμένα, με την τακτική του να ακολουθεί ο κολυμβητής προπορευόμενο αθλητή παρουσιάζονται μειωμένες τόσο η ενεργητική όσο και η παθητική αντίσταση, παράγοντες που έχουν άμεση σχέση με το ενεργειακό κόστος της κολύμβησης.

Ενώ η ενεργητική αντίσταση υπολογίζεται ότι κατά τη διάρκεια της κολύμβησης είναι 1.5-2 φορές υψηλότερη από την παθητική (Basset et al., 1991), η μείωση της παθητικής αντίστασης παρουσιάστηκε αντιστρόφως ανάλογη της αύξησης της ταχύτητας από 20.1% και 26% όταν οι αθλητές κινούνταν με ταχύτητα 1.1 m/s, ως 11.4% και 13% όταν κολυμπούσαν με ταχύτητα 1.7 m/s. Η παθητική αντίσταση σημείωσε μείωση 12-26% όταν η βελτίωση στην επίδοση ήταν από 3.2-5% (Chatard et al., 1998; Millet et al., 2000). Επίσης σημαντική μείωση της παθητικής αντίστασης κατά 6% και 7% σημειώθηκε όταν οι αθλητές κολυμπούσαν στο πλάι προπορευόμενου στα 50cm και στο 1m αντίστοιχα με ταχύτητα 1.2m/s (Chatard et al., 2003).

Δείκτης Υποκειμενικής Κόπωσης :Ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης παρουσιάζεται σημαντικά μικρότερος όταν οι αθλητές ακολουθούν προπορευόμενο αθλητή. Και ενώ στην έρευνα των Chatard και συν (1998) οι τιμές που σημειώθηκαν δεν διέφεραν στις δύο περιπτώσεις, σε άλλες μελέτες παρατηρήθηκε μείωση του δείκτη υποκειμενικής κόπωσης από 12-29% (Basset et al., 1991; Chatard et al., 2003; Delextrat et al., 2003; Delextrat et al., 2003).

Συμπερασματικά φαίνεται ότι η τακτική του να κολυμπάει κανείς ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή είναι επικερδής για τους κολυμβητές. Τόσο η απόδοσή τους κάτω από αυτές τις συνθήκες, όσο οι μεταβολικές ανταποκρίσεις και το ενεργειακό κόστος παρουσιάζουν σημαντικές βελτιώσεις όταν οι κολυμβητές ακολουθούν προπορευόμενο αθλητή. Γεγονός είναι όμως ότι οι μελέτες αυτές αναφέρονται σε αθλητές του τριάθλου, υψηλού επιπέδου και γενικότερα έχοντες εμπειρία στην τακτική αυτή. Στον Πίνακα 1 αναφέρονται συνοπτικά τα κυριότερα ευρήματα των μελετών που αφορούν την κολύμβηση.

Πίνακας 1. Τα κυριότερα ευρήματα ερευνών

	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑΣ	ΕΝΤΑΣΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑΣ	ΜΗΚΟΣ ΧΕΡΙΑΣ	ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΠΟ ΠΡΟΠΟΡΕΥΟΜΕΝΟ	ΧΡΟΝΟΣ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ
Basset et al (1991)	549 μέτρα	υπομέγιστη	▲	-	ακριβώς πίσω από προπορευόμενο	-
Chatard et al (1998)	400 μέτρα	μέγιστη	▲	▼	ακριβώς πίσω από προπορευόμενο	▼
Chollet et al (2000)	400 μέτρα	μέγιστη	▲	-	ακριβώς πίσω από προπορευόμενο	▼
Millet et al. (2000)	400 μέτρα	υπομέγιστη	-	▼	14-85cm	-
Coast & Piatt. (2001)	400 μέτρα	υπομέγιστη	-	-	5 & 10(s) νωρίτερα	-
Delextrat et al (2003)	750 μέτρα	υπομέγιστη	▲	-	ακριβώς πίσω από προπορευόμενο	▼
Delextrat et al (2003)	750 μέτρα	υπομέγιστη	-	-	ακριβώς πίσω από προπορευόμενο	-
Chatard & Wilson (2003)	4 λεπτά	υπομέγιστη	▲	▼	0.50-100cm πίσω	▼

▲: αύξηση της τιμής, ▼: μείωση της τιμής.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Εξεταζόμενοι

Στην έρευνα συμμετείχαν 11 κολυμβητές, αγόρια (n=6) και κορίτσια (n=5), με προπονητική και αγωνιστική εμπειρία τουλάχιστον δύο (2) χρόνια. Οι εξεταζόμενοι ήταν κολυμβητές και κολυμβήτριες χωρίς κάποια εξειδίκευση σε συγκεκριμένη απόσταση και έλαβαν μέρος στην έρευνα εθελοντικά. Πριν την έναρξη των δοκιμασιών δόθηκαν πληροφορίες συμμετοχής (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α) και ζητήθηκε γραπτώς η συναίνεση των γονέων ή κηδεμόνων τους, καθώς όλοι ήταν ανήλικοι (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β). Στον Πίνακα 2 εμφανίζονται τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κολυμβητών.

Πίνακας 2. Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κολυμβητών-κολυμβητριών.

Ηλικία (έτη)	14.4±0.5
Ύψος (cm)	164.2±6.2
Βάρος (kg)	55.0±6.2
Δείκτης Μάζας Σώματος (kg/cm ²)	20.1±2.2

Μέσα συλλογής δεδομένων

Για την καταγραφή της επίδοσης χρησιμοποιήθηκαν δύο χρονόμετρα χειρός Casio (HS 1000, Japan 1). Η καρδιακή συχνότητα που εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών κατεγράφη με τηλεμετρία (Polar x-Trainer plus). Η αξιολόγηση του βαθμού κόπωσης των αθλητών γινόταν μετά την κάθε δοκιμασία με τη δεκάβαθμη κλίμακα του Borg (Borg, 1970). Για τον υπολογισμό της συχνότητας χεριών χρονομετρήθηκαν τρεις κύκλοι χεριών για κάθε 50 μέτρα. Το μήκος χεριάς υπολογίστηκε διαιρώντας τη μέση ταχύτητα στην αντίστοιχη απόσταση με τη συχνότητα χεριάς. Τέλος ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης γαλακτικού έγινε με αναλυτή γαλακτικού accusport (Typ.1488767).

Περιγραφή των δοκιμασιών

Προκαταρκτικές μετρήσεις: Πριν την έναρξη των μετρήσεων δόθηκαν στους αθλητές που θα συμμετείχαν στην πειραματική διαδικασία πληροφορίες περιγραφής των δοκιμασιών που θα ακολουθούσαν, ενώ παράλληλα έγιναν δοκιμαστικές προσπάθειες με αθλητές που δεν συμμετείχαν στην έρευνα. Επίσης πριν την έναρξη των δοκιμασιών υπολογίστηκε ο Δείκτης Μάζας Σώματος των συμμετεχόντων, διαιρώντας το βάρος του κάθε αθλητή με το τετράγωνο του ύψους του. Τρεις μέρες πριν την έναρξη των μετρήσεων όλοι οι αθλητές χρονομετρήθηκαν καταβάλλοντας μέγιστη προσπάθεια στα 400 μέτρα ελεύθερο και η επίδοσή τους χρησιμοποιήθηκε ως επίδοση ελέγχου για τις μετρήσεις που ακολούθησαν. Δύο μέρες πριν την πρώτη δοκιμασία οι αθλητές κατέγραψαν το διαιτολόγιό τους ενώ πριν από κάθε δοκιμασία τους ζητήθηκε να ακολουθήσουν την ίδια διατροφή (ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ). Πριν την κάθε δοκιμασία γινόταν καταγραφή του ύψους και του βάρους των αθλητών. Όλες οι δοκιμασίες έγιναν την ίδια ώρα της ημέρας σε πισίνα 25 μέτρων με θερμοκρασία νερού 26-26.8°C, θερμοκρασία περιβάλλοντος 20-22 °C και υγρασία 62-69%.

Διαδικασία μέτρησης

Επίδοση: Πριν από κάθε δοκιμασία οι κολυμβητές πραγματοποιούσαν δεκαπεντάλεπτη προθέρμανση. Η προθέρμανση των αθλητών ήταν η ίδια πριν από κάθε δοκιμασία και περιελάμβανε 600 μέτρα κολύμβηση επιλογής τους, 2x100 μέτρα με ένταση 70%, 1x200μέτρα με ένταση 80%, 4x25 μέτρα με μέγιστη ένταση και 100 μέτρα χαλάρωμα. Ως προπορευόμενοι χρησιμοποιήθηκαν δύο πιο έμπειροι αθλητές ύψους 1.87m και 1.82m και σωματικής μάζας 83kg και 76kg αντίστοιχα, ενώ για κάθε αθλητή χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος προπορευόμενος αθλητής. Οι επιδόσεις των προπορευόμενων αθλητών στα 400 μέτρα ήταν 216.39 και 217,42s αντίστοιχως.

Κάθε κολυμβητής πραγματοποίησε προσπάθεια 400 μέτρων με μέγιστη ένταση σε τρεις διαφορετικές περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση ο κάθε αθλητής κολύμπησε 400 μέτρα ελεύθερο μόνος του σε μέγιστη ταχύτητα (ΧΙΙ). Ο χρόνος κατεγράφη από δύο χρονόμετρα χειρός και υπολογίστηκε η μέση τιμή.

Στη δεύτερη περίπτωση οι αθλητές κολύμπησαν 400 μέτρα ελεύθερο ακολουθώντας έναν αθλητή από τη διπλανή διαδρομή (ΔΔ). Ο αθλητής που προπορευόταν κολυμπούσε στη δεξιά διαδρομή και φρόντιζε ο αθλητής που τον ακολουθούσε να κολυμπάει στο ύψος των ισχίων του. Αυτό εξασφαλίστηκε καθώς ο προπορευόμενος αθλητής ήταν πολύ πιο έμπειρος από τον κολυμβητή που τον

ακολουθούσε. Στη συγκεκριμένη έρευνα οι διαχωριστικές διαδρομές που χρησιμοποιήθηκαν είχαν επτά πλωτήρες σε κάθε μέτρο ενώ ο κάθε πλωτήρας είχε διάμετρο 11 εκατοστά και μήκος 12 εκατοστά (Σχήμα 5 και 6 αντίστοιχα)



Σχήμα 5: Η μορφή των αντικυματικών διαδρομών που χρησιμοποιήθηκαν



Σχήμα 6: Απεικόνιση του πλωτήρα που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα

Στην τρίτη περίπτωση οι αθλητές κολύπησαν 400 μέτρα ελεύθερο ακολουθώντας έναν προπορευόμενο αθλητή, ο οποίος βρισκόταν ακριβώς μπροστά τους στην ίδια διαδρομή (ΙΔ). Ο αθλητής που προπορευόταν, ξεκινούσε το κολύμπι 5 δευτερόλεπτα νωρίτερα από τον κολυμβητή που τον ακολουθούσε. Ο προπορευόμενος ένιωθε το τράβηγμα του χεριού του αθλητή που τον ακολουθούσε στα πόδια του, ενώ όταν ο τελευταίος του άγγιζε τα πόδια ήταν ένδειξη ότι έπρεπε να κολυμπήσει γρηγορότερα, καθώς σύμφωνα με προηγούμενη έρευνα η πιο επικερδής

απόσταση είναι από 0- 50 εκατοστά (Chatard et al., 2003). Για να εξασφαλιστεί αυτή η μέγιστη απόσταση των 50 εκατοστών, στη μέση του προπορευόμενου αθλητή ήταν δεμένο ένα λεπτό σχοινί (κορδόνι) που είχε μήκος 50 εκατοστά από το τέλος των ποδιών του. Οι προπορευόμενοι αθλητές είχαν εξοικειωθεί κολυμπώντας με το σχοινί γύρω από τη μέση τους.

Δείκτης υποκειμενικής κόπωσης: Αμέσως μετά την κάθε δοκιμασία οι αθλητές καλούνταν να αξιολογήσουν το βαθμό κόπωσης τους σε μια δεκάβαθμη κλίμακα Borg (Borg, 1970).

Συχνότητα και μήκος χεριάς: Η συχνότητα της κίνησης των χεριών κατά τη διάρκεια των 400 μέτρων υπολογίστηκε χρονομετρώντας τρεις ολοκληρωμένους κύκλους χεριάς ανά 50 μέτρα. Το μήκος της χεριάς υπολογίστηκε διαιρώντας τη μέση ταχύτητα των 400 μέτρων ανά 50 μέτρα με τη συχνότητα της χεριών.

Συγκέντρωση γαλακτικού μετά τη δοκιμασία των 400 μέτρων: Λήφθηκαν δύο δείγματα αίματος από το δάκτυλο του κάθε εξεταζόμενου, ένα πριν τη δοκιμασία, σε στιγμή ηρεμίας και ένα στο τρίτο λεπτό μετά την ολοκλήρωση των 400 μέτρων. Έγιναν αναλύσεις για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης γαλακτικού και από αυτές αξιολογήθηκαν οι μεταβολικές ανταποκρίσεις στη δοκιμασία καθώς αυτός ο τρόπος κρίνεται ως ο καλύτερος για τον προσδιορισμό της έντασης της άσκησης (Lacour, Bouvat & Barthélèmy, 1990).

Σχεδιασμός της έρευνας

Ο σχεδιασμός της έρευνας περιλαμβάνει επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα για την επίδοση και το δείκτη υποκειμενικής κόπωσης. Για τα δεδομένα της καρδιακής συχνότητας, της συγκέντρωσης του γαλακτικού, της συχνότητας και του μήκους χεριάς περιλαμβάνει ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο επαναλαμβανόμενους παράγοντες (δοκιμασίες x χρονικές στιγμές).

Ανεξάρτητη μεταβλητή

Ανεξάρτητη μεταβλητή ήταν τα τρία είδη δοκιμασιών στα οποία υποβλήθηκαν οι κολυμβητές, κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο αθλητή, κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή και τέλος κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από διπλανή διαδρομή.

Εξαρτημένη μεταβλητή

Εξαρτημένη μεταβλητή θεωρήθηκε η επίδοση, η καρδιακή συχνότητα, ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης, το μήκος και η συχνότητα χεριάς και η συγκέντρωση του γαλακτικού.

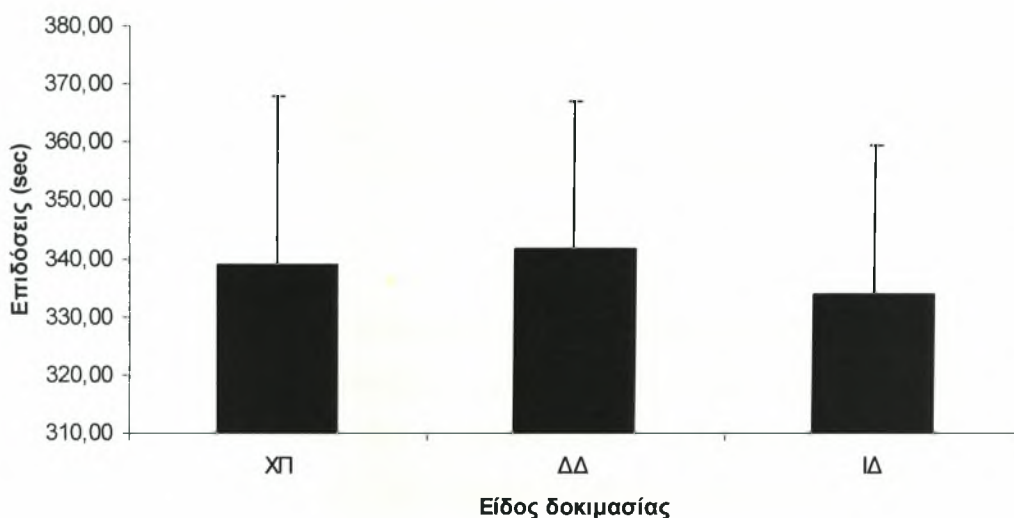
Στατιστική ανάλυση

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της επίδοσης των αθλητών και του δείκτη υποκειμενικής κόπωσης έγινε ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα. Στα δεδομένα της καρδιακής συχνότητας, της συγκέντρωσης του γαλακτικού, της συχνότητας και του μήκους χεριάς έγινε ανάλυση διακύμανσης ως προς δύο επαναλαμβανόμενους (3 δοκιμασίες x 4 χρονικές στιγμές). Για να εντοπιστούν οι διαφορές μεταξύ των παραγόντων χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων του Tukey, ενώ η σχέση μεταξύ των μεταβλητών ελέγχθηκε με το συντελεστή Pearson. Τα αποτελέσματα εμφανίζονται ως μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε με $p < 0.05$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Επίδοση στα 400 μέτρα

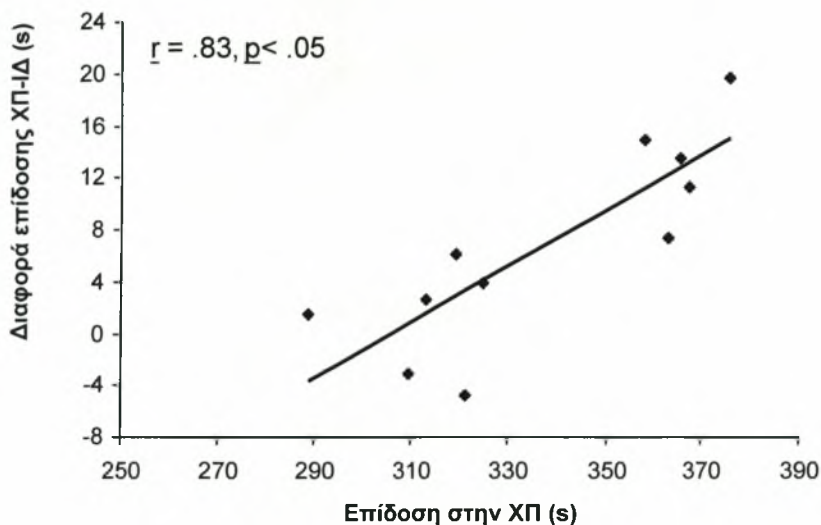
Οι εξεταζόμενοι πέτυχαν καλύτερη επίδοση κατά 2% στην δοκιμασία που κολυμπούσαν στην ίδια διαδρομή με τον προπορευόμενο αθλητή ενώ σημείωσαν χειρότερη επίδοση κατά 1% όταν κολυμπούσαν σε διπλανή διαδρομή σε σχέση με την επίδοση που σημείωσαν όταν κολυμπούσαν σε διαφορετική διαδρομή (Σχήμα 7).



Σχήμα 7: Επίδοσεις αθλητών στα 400 μέτρα και στις τρεις δοκιμασίες. ΧΠ: κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο, ΔΔ: κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο από διπλανή διαδρομή ΙΔ: κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο στην ίδια διαδρομή

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων της επίδοσης έγινε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ως προς έναν παράγοντα. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι οι κολυμβητές σημείωσαν καλύτερες επιδόσεις στην ΙΔ συγκριτικά με την ΧΠ ή την ΔΔ δοκιμασία ($F_{(2,20)}= 10.882, p < .05$). Επιπλέον διαπιστώθηκε ότι οι ταχύτεροι κολυμβητές ήταν αυτοί που ωφελήθηκαν λιγότερο κολυμπώντας πίσω από προπορευόμενο αθλητή ($r= .83, p < .05$, Σχήμα 8). Επιπλέον εμφανίστηκε τάση για μεγαλύτερη ωφέλεια στην ΙΔ δοκιμασία στους κολυμβητές με το χαμηλότερο δείκτη μάζας σώματος ($\Delta\text{ΜΣ}, r= .57$,

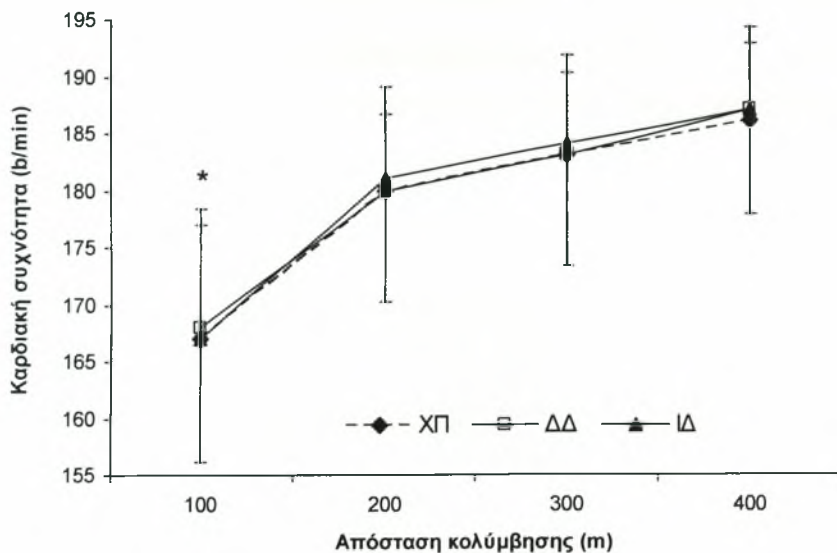
$p = .07$). Αυξημένη διαφορά του ΔΜΣ μεταξύ προπορευόμενου και εξεταζόμενου αθλητή φάνηκε να ευνοεί την καλύτερη επίδοση στην ΙΔ δοκιμασία ($r = .67, p < .05$).



Σχήμα 8: Η σχέση μεταξύ διαφοράς των επιδόσεων στη ΧΠ με την ΙΔ δοκιμασία συγκριτικά με κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση, $n=11$). ΧΠ: κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο, ΙΔ: κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο στην ίδια διαδρομή.

Καρδιακή συχνότητα

Για την ανάλυση των δεδομένων της καρδιακής συχνότητας έγινε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ως προς δύο παράγοντες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν παρουσιάστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ($F_{(6,60)} = .187, p = .979$, Σχήμα 9) και δεν υπήρχε κύρια επίδραση του παράγοντα δοκιμασίες στην καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) στα 400 μέτρα ($F_{(2,20)} = .086, p = .917$). Σημαντικές διαφορές εμφανίστηκαν στον παράγοντα χρονικές στιγμές ($F_{(3,30)} = 65.708, p < .05$) αφού η ΚΣ εμφανίστηκε αυξημένη σημαντικά στα 200, 300 και 400m συγκριτικά με τα πρώτα 100m στη διάρκεια της προσπάθειας.



Σχήμα 9: Η καρδιακή συχνότητα στη διάρκεια των 400 μέτρων στις δοκιμασίες. * $p < .05$ συγκριτικά με τις υπόλοιπες χρονικές στιγμές, (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση, $n=11$). ΧΠ: κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο, ΔΔ: κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο σε διπλανή διαδρομή, ΙΔ: κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο στην ίδια διαδρομή.

Δείκτης υποκειμενικής κόπωσης

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του δείκτη υποκειμενικής κόπωσης έγινε ανάλυση διακύμανσης για εξαρτημένες μετρήσεις ως προς έναν επαναλαμβανόμενο παράγοντα. Ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης στο τέλος της απόστασης των 400m δεν διέφερε μεταξύ των δοκιμασιών ($F_{(2,20)} = 1.031, p = .374$, Πίνακας 3).

Συχνότητα χεριάς

Για την ανάλυση των δεδομένων της συχνότητας χεριάς έγινε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ως προς δύο παράγοντες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν παρουσιάστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων στις δοκιμασίες ($F_{(6,60)} = 1.474, p = .202$, Πίνακας 3) και δεν υπήρχε κύρια επίδραση του παράγοντα δοκιμασίες ($F_{(2,20)} = 2.443, p = .112$) ούτε κύρια επίδραση του παράγοντα χρονικές στιγμές ($F_{(3,30)} = 2.370, p = .089$).

Μήκος χεριάς

Για την ανάλυση των δεδομένων του μήκους χεριάς έγινε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ως προς δύο παράγοντες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των

παραγόντων στις δοκιμασίες ($F_{(6,60)}= 1.851, p= .104$, Πίνακας 3) ενώ δεν υπήρξε κύρια επίδραση του παράγοντα δοκιμασίες ($F_{(2,20)}= .770, p= .475$). Ωστόσο, το μήκος χεριάς μειώθηκε στα 200m συγκριτικά με τα πρώτα 100m στη διάρκεια των 400m ($F_{(3,30)}= 3.143, p< .05$).

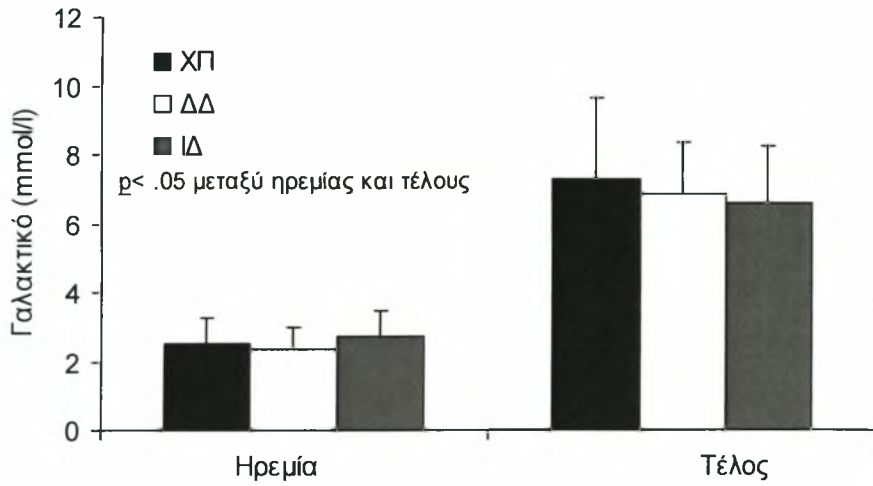
Πίνακας 3. Μέση τιμή και τυπική απόκλιση του Δείκτη Υποκειμενικής Κόπωσης, του μήκους και της συχνότητας χεριάς στις δοκιμασίες.

Δοκιμασία	Απόσταση κολύμβησης (m)								
	ΔΥΚ	Μήκος χεριάς (m/cycle)				Συχνότητα χεριών (cycles/min)			
		100	200	300	400	100	200	300	400
ΧΠ	6.1	1.42	1.32	1.31	1.32	52.5	53.8	53.8	56.8
	±1.2	±0.26	±0.22	±0.21	±0.29	±9.3	±8.5	±8.3	±11.1
ΔΔ	5.8	1.38	1.32	1.36	1.34	52.1	53.0	51.6	53.9
	±1.3	±0.19	±0.16	±0.17	±0.18	±7.5	±6.6	±6.7	±7.5
ΙΔ	5.5	1.31	1.29	1.29	1.34	57.1	56.4	56.2	56.0
	±1.4	±0.18	±0.19	±0.19	±0.23	±7.0	±7.0	±7.7	±8.6

ΔΥΚ: Δείκτης υποκειμενικής κόπωσης, ΧΠ: κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο , ΔΔ: κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο από διπλανή διαδρομή, ΙΔ: κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο στην ίδια διαδρομή.

Συγκέντρωση γαλακτικού

Για την ανάλυση των δεδομένων του γαλακτικού έγινε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις ως προς δύο παράγοντες. Δεν εμφανίστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ($F_{(2,20)}= 1.166, p= .33$, Σχήμα 10) ενώ η συγκέντρωση του γαλακτικού ήταν αυξημένη μετά το τέλος των 400m συγκριτικά με τις αρχικές τιμές ($F_{(1,10)}= 80.948, p< .05$) αλλά δεν εμφανίστηκε διαφορά μεταξύ των δοκιμασιών.



Σχήμα 10: Μέσοι όροι της συγκέντρωσης του γαλακτικού πριν και μετά τις δοκιμασίες των 400m, (μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση, $n=11$). ΧΠ: κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο, ΔΔ: κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο σε διπλανή διαδρομή, ΙΔ: κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο στην ίδια διαδρομή.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκε η επίδραση της κολύμβησης ακριβώς πίσω ή σε διπλανή διαδρομή από προπορευόμενο κολυμβητή στην απόδοση των 400 μέτρων ελεύθερο. Κολύμβηση πίσω από προπορευόμενο βελτιώνει σημαντικά την απόδοση, ενώ ακολουθώντας προπορευόμενο κολυμβητή στη διπλανή διαδρομή δε φαίνεται να έχει σημαντική επίδραση στην απόδοση των αθλητών στα 400 μέτρα σε σύγκριση με κολύμβηση χωρίς προπορευόμενο.

Επίδοση στα 400 μέτρα ελεύθερο

Το γεγονός ότι υπήρξε βελτίωση της ταχύτητας των αθλητών κατά 2% όταν οι αθλητές κολυμπούσαν ακριβώς πίσω από τον προπορευόμενο αθλητή σε σχέση με τις επιδόσεις που σημείωσαν όταν κολυμπούσαν χωρίς να ακολουθούν προπορευόμενο αθλητή είναι σε συμφωνία με τα ευρήματα των Chatard και συν. (1998), που διαπίστωσαν 3.2% βελτίωση των επιδόσεων κάτω από τις ίδιες συνθήκες. Η μεγαλύτερη ποσοστιαία βελτίωση στην παραπάνω μελέτη μπορεί να αποδοθεί στην εμπειρία και την υψηλότερη ταχύτητα κολύμβησης των συμμετεχόντων σε σχέση με την παρούσα έρευνα. Στην παρούσα έρευνα φάνηκε ότι ωφελήθηκαν περισσότερο οι πιο αργοί κολυμβητές, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με προηγούμενη έρευνα των Chatard και συν (1998) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι οι ταχύτεροι και ικανότεροι κολυμβητές ευνοούνται περισσότερο όταν κολυμπούν πίσω από προπορευόμενο αθλητή, καθώς έχουν βελτιωμένη τεχνική και μικρότερη παθητική αντίσταση που τους επιτρέπει να επωφελούνται σε μέγιστο βαθμό από αυτή την τακτική.

Η μειωμένη παθητική αντίσταση είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που βελτιώνει την απόδοση όταν εφαρμόζεται η τακτική της κολύμβησης πίσω από προπορευόμενο (Chatard et al., 1998; Chatard et al., 2003). Ωστόσο, η μείωση της ενεργητικής αντίστασης κατά τη διάρκεια της κολύμβησης είναι σημαντικότερη για τη βελτίωση της απόδοσης των κολυμβητών. Η αδυναμία των νεαρών κολυμβητών να ωφεληθούν όσο και οι ενήλικες κολυμβητές όταν κολυμπούν πίσω από προπορευόμενο αθλητή μπορεί να αποδοθεί στις μειωμένες τεχνικές τους ικανότητες που κυρίως εκφράζονται με μικρότερο μήκος χεριάς (Kjendlie, Stallman & Stray-Gundersen, 2004). Αυτό έρχεται σε συμφωνία και με τα ευρήματα της έρευνας των

Millet και συν (2003) οι οποίοι υποστήριξαν ότι οι λιγότερο έμπειροι αθλητές σε μέγιστες συνθήκες δεν μπορούν να επωφεληθούν στο έπακρο από τα πλεονεκτήματα της άσκησης ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή. Επιπλέον η παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε σε κολυμβητήριο 25m και κατά συνέπεια οι κολυμβητές μπορεί να μην είχαν αρκετή απόσταση για να αξιοποιήσουν όλα τα οφέλη της κολύμβησης πίσω ή στο πλάι από προπορευόμενο, αφού κατά τη διάρκεια των στροφών το κέρδος από τη διαδικασία ήταν μειωμένο.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι εμφανίστηκε τάση ($r = .57$, $p = .07$) για μεγαλύτερη βελτίωση στους κολυμβητές με χαμηλότερο δείκτη σωματικής μάζας (ΔΣΜ). Στη μελέτη των Chatard και συν. (1998) ωφελήθηκαν περισσότερο ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή οι κολυμβητές με χαμηλό ποσοστό σωματικού λίπους. Το ποσοστό σωματικού λίπους και ΔΣΜ είναι δείκτες που εκφράζουν τη σύσταση του σώματος και τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι σε συμφωνία με την παραπάνω μελέτη. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι όσο μεγαλύτερη ήταν η διαφορά του ΔΣΜ του προπορευόμενου από τον εξεταζόμενο αθλητή τόσο μεγαλύτερη ήταν και η βελτίωση της επίδοσης των κολυμβητών στην ΙΔ δοκιμασία ($r = .67$). Αντίθετα με την προηγούμενη μελέτη των Chatard και συν. (1998) στην παρούσα έρευνα φάνηκε να ευνοούνται οι πιο αργοί και όχι οι πιο γρήγοροι κολυμβητές ($r = .83$). Οι πιο αργοί και μέτριοι σε τεχνική ικανότητα νεαροί κολυμβητές είναι πιθανό να εμφανίζουν αυξημένη παθητική αντίσταση στη διάρκεια κολύμβησης με μέγιστη ένταση και η μείωση αυτής της αντίστασης (Chatard et al., 2003) που συμβαίνει όταν ακολουθούν προπορευόμενο να τους δίνει αυξημένο πλεονέκτημα.

Η απόδοση των κολυμβητών στη ΔΔ δοκιμασία ήταν μειωμένη συγκριτικά με την ΙΔ αλλά παρόμοια με τη ΧΠ δοκιμασία. Όταν ανάμεσα στους κολυμβητές δεν παρεμβάλλεται διαχωριστικό σύμφωνα με τους Chatard και συν. (2003) υπάρχει σημαντική μείωση της παθητικής αντίστασης για τον κολυμβητή που κολυμπά δίπλα και λίγο πίσω από τον προπορευόμενο, ωστόσο, αυτή η μείωση είναι μόλις 6-7% συγκριτικά με το 21% στην κολύμβηση ακριβώς πίσω από τον προπορευόμενο. Στην παρούσα μελέτη το διαχωριστικό που χρησιμοποιείται για να μειώνει τον κυματισμό στην πισίνα είναι πιθανό να μείωσε την ευνοϊκή επίδραση των στροβιλισμών στον κολυμβητή που ακολουθούσε στη διπλανή διαδρομή. Είναι επίσης πιθανό ο αυξημένος σε όγκο κυματισμός, που είναι ανάλογος της ταχύτητας κολύμβησης (Ohmichi, Takamoto & Miyashita, 1983) να εμπόδιζε την ορθή εκτέλεση των

κολυμβητικών κινήσεων του κολυμβητή που ακολουθεί, από τη στιγμή που οι αντικυματικές διαδρομές που χρησιμοποιήθηκαν δεν ήταν ικανές για να εμποδίζουν την κίνηση των κυμάτων προς τη διπλανή διαδρομή. Οποιοδήποτε πιθανό όφελος σε αυτή τη διαδικασία (ΔΔ) φαίνεται ότι είναι μικρό και μπορεί να αντισταθμίζεται από τον κυματισμό που δυσκολεύει τον κολυμβητή που ακολουθεί, ειδικότερα καθώς οι αθλητές που συμμετείχαν στην έρευνα ήταν μικροί σε ηλικία και σχετικά άπειροι σε σχέση με άλλους αθλητές που μπορούν να ελέγχουν τα μεγέθη αντίστασης των κυμάτων που δημιουργούν (Μαυρομάτης και συν., 2000).

Καρδιακή συχνότητα

Η καρδιακή συχνότητα στην παρούσα έρευνα δεν παρουσίασε καμιά διαφορά ανάμεσα στις τρεις δοκιμασίες, σημειώθηκαν όμως διαφορετικές τιμές κατά τη διάρκεια της κάθε δοκιμασίας. Το γεγονός αυτό έρχεται σε αντίθεση με την μείωση που σημειώθηκε στην καρδιακή συχνότητα στη μελέτη της Delextrat και συν. (2003), κατά την οποία η μείωση της καρδιακής συχνότητας όταν οι κολυμβητές ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή ήταν της τάξης του 7%.

Σε έρευνα των Chatard και συν. (2003) σε υπομέγιστη προσπάθεια των αθλητών η καρδιακή συχνότητα που σημειώθηκε όταν οι αθλητές ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή ήταν κατά 6% μειωμένη σε σχέση με αυτήν που σημειώθηκε όταν κολυμπούσαν μόνοι τους. Ενώ σε έρευνα των Coast και συν. (2001), φάνηκε ότι η καρδιακή συχνότητα των αθλητών που ακολουθούσαν ήταν μειωμένη, ανεξάρτητα από το πόσο νωρίτερα ξεκινούσε ο προπορευόμενος αθλητής (5ή10 δευτερόλεπτα νωρίτερα). Επίσης φάνηκε ότι ανεξάρτητα από το από ποια θέση ακολουθούσαν οι αθλητές σημείωσαν μικρότερη καρδιακή συχνότητα ενώ η δοκιμασία ήταν στο 90% της μέγιστης επίδοσής τους.

Στην παρούσα έρευνα το γεγονός ότι δεν εμφανίστηκαν διαφορές στην καρδιακή συχνότητα, εξηγείται καθώς οι δοκιμασίες στις οποίες υπεβλήθησαν οι αθλητές ήταν μέγιστες.

Δείκτης υποκειμενικής κόπωσης

Ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης δε διέφερε σημαντικά ανάμεσα στις τρεις δοκιμασίες παρά το γεγονός ότι υπήρξαν διαφορές στην ταχύτητα των αθλητών. Αυτό το γεγονός έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα προηγούμενης μελέτης που έδειξε ότι οι τιμές του δείκτη υποκειμενικής κόπωσης ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή ήταν χαμηλότερες απ' ό,τι όταν οι κολυμβητές διάνυσαν την ίδια απόσταση

χωρίς προπορευόμενο (Delextrat et al., 2003). Σε έρευνα των Chatard και συν. (2003) ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης εμφανίστηκε μειωμένος κατά 20%. Βέβαια πρέπει να λάβει κανείς υπόψη του το γεγονός ότι τα παιδιά αξιολογούν την κόπωση τους επηρεαζόμενα από δύο παράγοντες, έναν τοπικό παράγοντα, όπως η κόπωση που αισθάνονται στους μυς που δουλεύουν και από έναν γενικότερο παράγοντα, για παράδειγμα αισθήματα που αφορούν το καρδιαγγειακό σύστημα και τη γενικότερη κόπωση που επέρχεται σε αυτό με την άσκηση (Ueda & Kurokawa, 1991).

Μήκος χεριάς και συχνότητα χεριάς

Το μήκος και η συχνότητα χεριάς δεν εμφάνισαν διαφορά μεταξύ των δοκιμασιών, αλλά μεταβλήθηκαν στη διάρκεια της απόστασης των 400 μέτρων, γεγονός που είναι σύμφωνο με ευρήματα προηγούμενης έρευνας (Laffite et al., 2004) που υποστήριξε ότι οι κολυμβητές δεν ήταν σε θέση να διατηρήσουν σταθερή τη συχνότητα και το μήκος χεριάς σε όλη τη διάρκεια των 400 μέτρων.

Αντίθετα, σε έρευνα των Chollet και συν. (2000), υπήρξε διαφορά στη συχνότητα και το μήκος χεριάς όταν οι αθλητές κολυπούσαν ακολουθώντας προπορευόμενο κολυμβητή. Μια από τις διαφορές που σημειώθηκαν ήταν ότι το μήκος χεριάς του αθλητή που ακολουθούσε αυξήθηκε σε αυτήν τη δοκιμασία αν και η συχνότητα χεριάς παρέμεινε σταθερή.

Ενώ το μήκος χεριάς εμφανίστηκε να διατηρείται σταθερό στις διαφορετικές δοκιμασίες στην παρούσα έρευνα, τα ευρήματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με τα ευρήματα των Chatard και συν. (2003) που διαπίστωσαν μειωμένο μήκος χεριάς κατά 6% σε σχέση με αυτό που σημειώθηκε όταν οι αθλητές κολυπούσαν χωρίς προπορευόμενο. Στην ίδια έρευνα η συχνότητα χεριάς εμφανίστηκε υψηλότερη σε σύγκριση με την δοκιμασία που οι αθλητές κολυπούσαν χωρίς προπορευόμενο.

Θα περιμέναμε σύμφωνα με ευρήματα προηγούμενων ερευνών (Chatard et al., 1998; Chollet et al., 2000) αύξηση του μήκους χεριάς τουλάχιστον στην ΙΔ δοκιμασία. Αντίθετα εμφανίστηκε τάση για αύξηση της συχνότητας και μείωση του μήκους χεριάς ($p > .05$), στη δοκιμασία που οι νεαροί κολυμβητές πέτυχαν την υψηλότερη ταχύτητα (ΙΔ), γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με την Αυλωνίτου (2000) η οποία υποστηρίζει ότι η οποιαδήποτε αύξηση της ταχύτητας στην αγωνιστική κολύμβηση, που είναι ενεργειακά πιο δαπανηρή, σχετίζεται με την αύξηση του μήκους χεριάς και ίσως με κάποια μικρή μείωση στη συχνότητα κίνησης των χεριών. Είναι πιθανό οι νεαροί κολυμβητές επειδή εμφανίζουν μειωμένη προωθητική



ικανότητα να επιδιώκουν αύξηση της ταχύτητάς τους με αύξηση της συχνότητας χεριών (Kjendlie et al., 2004).

Συγκέντρωση γαλακτικού

Η συγκέντρωση του γαλακτικού εμφανίστηκε μειωμένη στην περίπτωση που προηγούνταν προπορευόμενος αθλητής κατά 9% σε σχέση με την ΔΔ δοκιμασία, γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με τα ευρήματα της έρευνας του Chollet και συν., (2000), ενώ και σε έρευνα του Delextrat και συν. (2003) η συγκέντρωση του γαλακτικού εμφανίζεται σημαντικά μειωμένη όταν οι αθλητές κολυμπούσαν πίσω από προπορευόμενο κολυμβητή. Η διαφορά αυτή όμως στην παρούσα μελέτη δεν είναι στατιστικά σημαντική και αυτό μπορεί να οφείλεται στις σχετικά χαμηλότερες τιμές που εμφανίζουν οι νεαροί κολυμβητές σε σύγκριση με τους ενήλικες τριαθλητές και κολυμβητές που συμμετείχαν σε προηγούμενες μελέτες (Chatard et al., 1998; Chollet et al., 2000; Laffite et al., 2004). Σε έρευνα των Hoffman και συν. (1998), οι τιμές του γαλακτικού που σημειώθηκαν ήταν χαμηλότερες όταν οι αθλητές ακολουθούσαν προπορευόμενο αθλητή στο άθλημα της παγοδρομίας.

Στη μελέτη των Coast και συν (2001), οι τιμές του γαλακτικού ήταν μειωμένες στους αθλητές που ακολουθούσαν τον προπορευόμενο ανεξάρτητα από ποια θέση (2^η, 3^η, 4^η). Στην παρούσα έρευνα γενικά οι τιμές συγκέντρωσης του γαλακτικού εμφανίζονται χαμηλότερες σε σχέση με άλλες μελέτες (Swaka, Knowlton, Miles & Critz, 1979), αλλά αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι συμμετέχοντες στην παρούσα έρευνα ήταν αρκετά μικροί σε ηλικία.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Προτάσεις για πρακτική εφαρμογή

Ένα ουσιαστικό συμπέρασμα της εργασίας είναι ότι ενώ η κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή επιφέρει βελτίωση στην επίδοση των αθλητών, η κολύμβηση ακολουθώντας αθλητή από διπλανή διαδρομή δε φάνηκε να έχει τα ίδια αποτελέσματα. Η βελτίωση αυτή όμως που διαπιστώθηκε, παρατηρήθηκε σε μία τακτική κολύμβησης που χρησιμοποιείται μόνο στην προπόνηση των κολυμβητών και όχι σε αγωνιστικές συνθήκες όπου η επίτευξη του καλύτερου δυνατού χρόνου είναι ο στόχος.

Από την άλλη πάλι οι φυσιολογικές ανταποκρίσεις, σε αντίθεση με έρευνες που έγιναν σε αθλητές μεγαλύτερης ηλικίας, δε φάνηκε να επηρεάζονται σημαντικά από το είδος της δοκιμασίας που υποβλήθηκαν οι αθλητές. Η καρδιακή συχνότητα και η συγκέντρωση του γαλακτικού δε σημείωσαν σημαντικές μεταβολές, γεγονός που οδηγεί πιθανός στο ότι αθλητές που συνήθως ακολουθούν του άλλους πιθανόν να υποπροπονούνται καθώς ασκούνται σε χαμηλής αντίστασης περιβάλλον με μειωμένο ενεργειακό κόστος, και έτσι ίσως όταν κολυμπούν σε αγωνιστικές συνθήκες να μην είναι σε θέση να αντεπεξέλθουν στις απαιτήσεις της κούρσας.

Οι τεχνικές παράμετροι που μελετήθηκαν, το μήκος και η συχνότητα χεριών, δε σημείωσαν μεταβολές κατά τις δοκιμασίες. Παρατηρήθηκε όμως αύξηση της συχνότητας χεριών στα τρία τελευταία εκατοστάρια των δοκιμασιών, καθώς επερχόταν κόπωση στους αθλητές. Αυτό σημαίνει ότι οι κολυμβητές δεν επωφελήθηκαν από καμία μορφή της τακτικής του να ακολουθεί κανείς προπορευόμενο αθλητή, πιθανότατα γιατί οι νεαρής ηλικίας αθλητές εμφανίζουν γενικότερα μειωμένες προωθητικές ικανότητες και προσπαθούν να αυξήσουν την ταχύτητά τους αυξάνοντας τη συχνότητα χεριάς και όχι το μήκος όπως οι εμπειρότεροι αθλητές. Έτσι ενώ συγκριτικά με άλλες έρευνες η συχνότητα χεριάς ήταν αυξημένη, δε σημειώθηκαν μεταβολές καθώς πιθανότατα ο ρυθμός που χρησιμοποιούσαν στην κίνηση των χεριών του ήταν ήδη ιδιαίτερα αυξημένος.

Επιπλέον ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης δεν παρουσίασε και αυτός μεταβολές μεταξύ των τριών δοκιμασιών, γεγονός που πιθανότατα σημαίνει ότι οι

νεαροί αθλητές που πήραν ίσως να μην ήταν σε θέση να αξιολογήσουν και ίσως να κατανοήσουν τη διαδικασία.

Παρόλα αυτά στην κλασική κολύμβηση οι αθλητές προπονούνται ακολουθώντας ο ένας τον άλλον, αν και αυτή η μέθοδος δεν αποτελεί εφόδιο για τον αγώνα, όπως σε άλλα αθλήματα που δίνεται έμφαση αυτή η τακτική και στην προπόνηση (Rundell, 1996; Millet et al., 2003). Και ενώ οι μεταβολικές ανταποκρίσεις δε φάνηκε να επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την τακτική αυτή, η έστω μικρή αυτή βελτίωση κάποιων μεταβλητών θα μπορούσε να αποτελέσει πολύτιμη βοήθεια στην σωστότερη οργάνωση της προπόνησης.

Θα ήταν ίσως συνετό από τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας να δοθεί έμφαση κατά τη διαδικασία της προπόνησης στη σωστή ή όχι χρήση αυτής της τακτικής. Μέσα ίσως στα πλαίσια της εξατομίκευσης της προπόνησης των αθλητών να μπορούσε να ενσωματωθεί ή να αφαιρεθεί αυτή η διαδικασία έτσι ώστε να μπορέσει ο κάθε αθλητής να είναι σε θέση να βελτιώσει τις επιδόσεις του με πιο οργανωμένη και σωστά δομημένη προπονητική διαδικασία.

Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε τις μεταβολές στην επίδοση των αθλητών και στις φυσιολογικές ανταποκρίσεις τους ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια ή από διπλανή διαδρομή στα 400 μέτρα ελεύθερης κολύμβησης σε μέγιστη ένταση. Παρά το γεγονός ότι τα ευρήματα αυτής της μελέτης θα μπορέσουν να αποτελέσουν αρωγό στην καλύτερη κατανόηση κάποιων προβλημάτων που προκύπτουν από το γεγονός ότι οι κολυμβητές προπονούνται με ένα μόνο συγκεκριμένο τρόπο, ως επί το πλείστον, ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια διαδρομή, από αυτά τα συμπεράσματα γεννιούνται ερωτήματα που θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε νέες έρευνες.

Ένας πρώτος προβληματισμός που προκύπτει είναι τι συμβαίνει στα υπόλοιπα είδη κολύμβησης, στο ύπτιο, στο πρόσθιο και στην πεταλούδα, όπου τόσο η θέση του σώματος των κολυμβητών όσο και οι κυματισμοί που δημιουργούνται δεν είναι παρόμοιοι με αυτά στην ελεύθερη κολύμβηση.

Επίσης θα μπορούσε κανείς να ασχοληθεί με την κολύμβηση ακολουθώντας προπορευόμενο αθλητή από την ίδια ή από διπλανή διαδρομή σε διαφορετικές εντάσεις και αποστάσεις κατά συνέπεια. Αυτό γιατί όσο μικραίνει η απόσταση

κολύμβησης τόσο αυξάνει η ταχύτητα, καθώς σκοπός της αγωνιστικής κολύμβησης είναι η επίτευξη του μικρότερου δυνατού χρόνου.

Παράλληλα ενδιαφέρον αποτελεί ο προβληματισμός τι συμβαίνει σε καθαρά αγωνιστικές συνθήκες όπου έξι οι οχτώ αθλητές ταυτόχρονα κολυμπούν ο κάθε ένας σε διαφορετική διαδρομή άλλα σε μέγιστη ένταση.

Τέλος, θα μπορούσε να γίνει μια έρευνα που θα πραγματευόταν το ίδιο αντικείμενο με την παρούσα έρευνα, αλλά θα απευθυνόταν σε αθλητές μεγαλύτερης ηλικίας και υψηλότερου κολυμβητικού επιπέδου, όπου η έλλειψη της σωστής τεχνικής του αγωνίσματος δεν θα αποτελούσε περιορισμό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αυλωνίτου Ε. (2000). *Αθλητικές Επιδόσεις στην Κολύμβηση*. Αθήνα. Κολλέγιο Αθλητικών Επιδόσεων.
- Basset D. R., Flohr J., Duey W. J., Howley E. T. & Pein R. L. (1991). Metabolic responses to drafting during front crawl swimming. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23, 744-747.
- Berger M. A. M., Hollander A. P. & De Groot G. (1997). Technique nad energy losses in front crawl swimming. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29(11), 1491-1498.
- Borg G. A. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine.* 2, 92-98.
- Brown R. M. & Counsilman J. E. (1971). *The role of lift in propelling swimmers*. In *Biomechanics, edited by J. M. Cooper*. Chicago IL: Athletic Institute.
- Chatard J.C., Chollet D. & Millet G. (1998). Performance and drag during drafting swimming in highly trained triathletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30 (8), 1276-1280.
- Chatard J.-C. & Wilson B. (2003). Drafting distance in swimming. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35 (7), 1176-1181.
- Chollet D., Hue O., Auclair F., Millet G. & Chatard J.C. (2000). The effects of drafting on stroking variations during swimming in elite male triathletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* 82, 413-417.
- Coast J. R., & Piatt C. A. (2001). Heart rate and lactate responses to swimming in various drafting positions. *J. Swimming Research.* 15, 27-33.
- Colwin, C. (1992). *Swimming to the 21st Century*. Champaign, IL: Leisure press.
- Counsilman J. E. (1968). *The science of swimming*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Delextrat A., Tricot V., Hausswirth C., Bernard T., Vercruyssen F. & Brisswalter J. (2003). Influence of drafting during swimming on ratings of perceived exertion during a swim-to-cycle transition in well trained triathletes. *Perceptual and Motor Skills.* 96, 664-666.
- Delextrat A. Tricot V. Bernard T., Vercruyssen F., Hausswirth C. & Brisswalter J. (2003) Drafting during swimming improves efficiency during subsequent cycling. *Med. Sci. Sports Exerc.* 35(9), 1612-1619.
- Hausswirth C., Vallier J-M., Lehenaff D., Brisswalter J., Smith D., Millet G. & Dreano P. (2001). Effects of two drafting modalities in cycling on running performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33(3), 485-492.
- Hoffman E., Listermann E., McManaman C. & Rundell K. W. (1998). Short track speed skating: analysis of world championship competition. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30(5), 310
- Kjendlie P-L., Ingjer F., Stallman R. K. & Stray-Gundersen J. (2004). Factors affecting economy in children and adults. *Eur. J. Appl. Physiol.* 93(1-2), 65-74.
- Kjendlie P-L., Ingjer F., Mandsen O., Stallman R. K. & Stray-Gundersen J. (2004). Differences in the energy cost between children and adults during front crawl swimming. *Eur. J. Appl. Physiol.* 91, 473-480.

- Kjendlie P.L., Stallman R. K. & Stray-Gundersen J. (2004). Adults have lower stroke rate during sub maximal front crawl swimming than children. *Eur. J. Appl. Physiol.* 91, 649-655.
- Kolmogorov S. V. & Duplishcheva O. A. (1992). Active drag, useful mechanical power output and hydrodynamic force coefficient in different swimming strokes at maximal velocity. *Journal of Biomechanics.* 25, 311-318.
- Lacour J.R., Bouvat E. & Barthelemy J. C. (1990) Post competition blood lactate concentrations as indicators of anaerobic energy expenditure during 400-m and 800-m races. *Eur. J. Appl. Physiol.* 61, 172-176
- Laffite L. P., Vilas-Boas J. P., Demarle A., Silva J., Fernandes R. & Billat V L. (2004). Changes in physiological and stroke parameters during a maximal 400-m free style swimming test in elite swimmers. *Can. J. Appl. Physiol.* 29(Suppl.), S17-S31.
- Μαυρομάτης Γ., Αγγελούσης Ν. & Γούργουλης Β. (2000). *Βιοκινητική*. Ξάνθη. Εταιρία Αξιοποίησης και Διαχείρισης Περιουσίας Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης.
- Maglischo, E.W. (2003). *Swimming Fastest*. United States. Human Kinetics.
- Millet G., Chollet D. & Chatard J.-C. (2000). Effects of drafting behind a two or six-beat kick swimmer in elite female athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* 82, 465-471.
- Millet G., Geslan R., Ferrier R., Candau R. & Varray A. (2003). Effects of drafting on energy expenditure in in-line skating. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 43(3), 285-290.
- Ohmichi H., Takamoto M., Miyashita M., (1983). *Measurement of the waves caused by swimmers*. In: A.P. Hollander, P.A. Huijing & de G. Groot (Eds.) *Biomechanics and Medicine in Swimming V*, 103-107.
- Olds T. (1998). The mathematics of breaking away and chasing in cycling. *Eur. J. Appl. Physiol.* 77, 492-497.
- Pendergast D., Zamparo P., di Prampero P. E., Capelli C., Cerretelli P., Termin A., Graig Jr. A., Bushnell D., Paschke D., & Mollendorf J. (2003). Energy balance of human locomotion in water. *Eur. J. Appl. Physiol.* 90, 377-386.
- Pugh L. G. C. E. (1971). The influence of wind resistance in running and walking at the mechanical efficiency of work against horizontal or vertical forces. *J. Physiol.* 213, 255-276. In Rundell K W. (1996). Effects of drafting during short-track speed skating. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28 (6), 765-771.
- Poujade B., Hautier C. A. & Rouard A. (2002). Determinants of the energy cost of front crawl swimming in children. *Eur. J. Appl. Physiol.* 87, 1-6.
- Rundell K W. (1996). Effects of drafting during short-track speed skating. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28 (6), 765-771.
- Sharp R. L. & Costill D. L. (1989). Influence of body hair removal on physiological responses during breaststroke swimming. *Med. Sci. Sports Exerc.* 21(5), 576-580. In Maglischo, E.W. (2003). *Swimming fastest*. United States, Human Kinetics.
- Swaka M. N., Knowlton R.G., Miles D. S. & Critz J.B. (1979). Post-Competition blood lactate concentrations in collegiate swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 41, 93-99.
- Toussaint H.M. (1992). *Performance determining factors in front crawl swimming*. Biomechanics in medicine in swimming. London.
- Toussaint H. M. (2002). Biomechanics of propulsion and drag in front crawl swimming. *Proceedings of the XXV Congresso de natacao*. Portimao: Amsterdam.

- Toussaint H. M. (2006). Wave drag. *web.mac.com/htoussaint*
- 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. J. Appl. Physiol.* 63, 200-204.
- Vennell R., Pease D. & Wilson B. (2006). Wave drag on human swimmers. *J of Biomech.* 39, 664-671.
- Zamparo P., Capelli C., Cauntero M. & Di Nino A. (2000). Energy cost of front crawl swimming at supra maximal speeds and underwater torque in young swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 83, 487-491.
- Zamparo P., Bonifazi M., Faina M., Milan A., Sardella F., Schena F. & Capelli C. (2005). Energy cost of swimming of elite long-distance swimmers. *Eur. J. Appl. Physiol.* 94, 697-704.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΖΩΗΣ»

Υπεύθυνος καθηγητής : Σάββας Τοκμακίδης, PhD

Υπεύθυνη έρευνας : Δαδούκη Ελένη, Κ.Φ.Α.

Εργαστήριο Φυσικής Αγωγής και Άθλησης

Κατεύθυνση Εργοφυσιολογίας

Μελέτη για τη μεγιστοποίηση της αθλητικής επίδοσης στην κολύμβηση

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ

Σκοπός της μελέτης είναι να καταγράψει τις μεταβολικές ανταποκρίσεις και την επίδοση των κολυμβητών στα 400m ελεύθερο και σε διαφορετικές συνθήκες αγωνιστικής προσομοίωσης.

Διαδικασίες

Οι κολυμβητές θα κολυπήσουν απόσταση 400 μέτρων ελεύθερο καταβάλλοντας μέγιστη προσπάθεια, σε μια περίπτωση ακολουθώντας προπορευόμενο κολυμβητή στην ίδια και σε άλλη περίπτωση σε πλαϊνή διαδρομή του κολυμβητηρίου. Σε μια ακόμα δοκιμασία θα κολυπήσουν την απόσταση για ατομική χρονομέτρηση. Κάθε δοκιμασία θα γίνει σε διαφορετική ημέρα. Ο συνολικός χρόνος κάθε δοκιμασίας θα είναι περίπου 45 λεπτά (προθέρμανση και κολύμβηση 400 μ.).

Κάθε φορά η καρδιακή συχνότητα θα καταγράφεται με τηλεμετρία και μικρή ποσότητα αίματος θα λαμβάνεται από το δάχτυλο για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα. Όλες οι διαδικασίες είναι ασφαλείς και θα γίνουν από ειδικευμένο προσωπικό. Η πιθανότητα τραυματισμού είναι ελάχιστη αφού πρόκειται για προσπάθεια συνηθισμένη για αυτής της κατηγορίας τους κολυμβητές.

Προστασία των δεδομένων

Τα δεδομένα που θα συλλεχθούν είναι δυνατό να παρουσιαστούν η να δημοσιευτούν. Σε καμία περίπτωση όμως δεν θα αναφέρεται το όνομα η κάποιο από τα προσωπικά στοιχεία των εξεταζομένων.

Χώρος Διεξαγωγής της μελέτης και περιορισμοί για τους συμμετέχοντες

Όλες οι διαδικασίες και δοκιμασίες θα γίνουν στο Δημοτικό κολυμβητήριο Κατερίνης. Η διατροφή των κολυμβητών θα καταγραφεί τις δύο ημέρες πριν από την πρώτη δοκιμασία και η ίδια διατροφή θα επαναλαμβάνεται πριν από κάθε επόμενη δοκιμασία.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β
ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ

Έχω διαβάσει τις διαδικασίες της μελέτης για τις φυσιολογικές ανταποκρίσεις και την απόδοση στα 400 μέτρα ελεύθερο και έχω κατανοήσει τις απαιτήσεις για τους συμμετέχοντες.

Έχω το δικαίωμα να ζητήσω περισσότερες πληροφορίες οποιαδήποτε στιγμή κατά τη διάρκεια της έρευνας και να αποχωρήσει ο γιος- κόρη μου οποιαδήποτε στιγμή το επιθυμώ χωρίς να δώσω εξηγήσεις για του λόγους της απόφασής μου.

Συμφωνώ να λάβει μέρος ο/η..... στην μελέτη για την κολύμβηση

.....
Υπογραφή και ονοματεπώνυμο κηδεμόνα

Ημερομηνία.....

