

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΚΑΡΔΙΑΚΕΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΣΤΟ 95%
ΚΑΙ 100% ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΦΗΒΟΥΣ
ΚΟΛΥΜΒΗΤΕΣ

της
Φιλιππάτου Ευαγγελίας

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 Θεσσαλίας στην κατεύθυνση «Μεγιστοποίηση Αθλητικής Επίδοσης ή Απόδοσης».

Κομοτηνή
2007

Εγκεκριμένο από το Καθηγητικό σώμα:

1^{ος} Επιβλέπων : Τοκμακίδης Σάββας, Καθηγητής

2^{ος} Επιβλέπων : Πυλιανίδης Θεόφιλος, Επ. Καθηγητής

3^{ος} Επιβλέπων : Δούδα Ελένη, Επ. Καθηγήτρια



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

Αριθ. Εισ.: 6485/1
Ημερ. Εισ.: 18/08/2008
Δωρεά:
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
797.210 72
ΦΙΛ



©2008

Ευαγγελίας Φιλιππάτου
ALL RIGHTS RESERVED

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Φιλιππάτου Ευαγγελία: Συγκέντρωση γαλακτικού και καρδιακές ανταποκρίσεις στο 95% και 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε παιδιά και έφηβους κολυμβητές
(Υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. Τοκμακίδη Σάββα)

Σκοπός της έρευνας ήταν να συγκριθούν η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα και η καρδιακή συχνότητα των παιδιών και εφήβων κολυμβητών σε ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% και 100% της κρίσιμης ταχύτητάς κατά την κολύμβηση. Στην έρευνα συμμετείχαν 15 κολυμβητές, 7 έφηβοι (ηλικίας 16.0 ± 1.7 ετών, ύψους 177 ± 6 cm και σωματικής μάζας 68.9 ± 5.4 kg) και 8 παιδιά (ηλικίας 11.5 ± 0.6 ετών, ύψους 149 ± 5 cm και βάρους 42.9 ± 5 kg). Αρχικά έγινε καθορισμός της κρίσιμης ταχύτητας των κολυμβητών σύμφωνα με το πρωτόκολλο που περιγράφεται από τον Wakayoshi και συν (1992). Σε δύο διαφορετικές δοκιμασίες οι έφηβοι κολυμβητές εκτέλεσαν 4X400m και τα παιδιά 4X300m ελεύθερο με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% (V95) και 100% (V100) της ατομικής κρίσιμης ταχύτητας. Η σειρά των δοκιμασιών ήταν ισοσταθμισμένη. Στη δοκιμασία των V100 παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση γαλακτικού στους έφηβους αυξήθηκε μετά την 3^η και 4^η επανάληψη συγκριτικά με την 1^η ($1^{\text{η}}$: 5.55 ± 0.65 vs. $3^{\text{η}}$: 7.27 ± 1.01 και $4^{\text{η}}$: 8.02 ± 1.47 mmol/l, $p < 0.05$) αλλά παρέμεινε αμετάβλητη στη δοκιμασία των V95 ($p > 0.05$). Στα παιδιά η συγκέντρωση γαλακτικού παρέμεινε αμετάβλητη μετά από κάθε επανάληψη και στις 2 δοκιμασίες (V100 και V95 $p > 0.05$). Η καρδιακή συχνότητα εμφάνισε υψηλότερες τιμές στη δοκιμασία V100 συγκριτικά με τη V95 και στις 2 ομάδες ($p > 0.05$). Τα αποτελέσματα αυτά φανερώνουν ότι η σταθερή συγκέντρωση γαλακτικού στα παιδιά μπορεί να αποδοθεί στις διαφορετικές ενεργειακές ανταποκρίσεις ή στο διαφορετικό ρυθμό απομάκρυνσης του γαλακτικού σε σχέση με τους έφηβους.

Λέξεις κλειδιά: Προπόνηση αντοχής, ένταση προπόνησης, μέθοδοι προπόνησης

ABSTRACT

Evangelia Philippatou: Lactate and heart rate responses during swimming at 95% and 100% of the critical velocity in children and young swimmers
(Under the supervision of Professor Tokmakidis Savvas)

The purpose of this study was to compare the lactate and heart rate responses of children and young swimmers when swimming at 95% (V95) and 100% (V100) of their critical velocity (CV). Seven young swimmers and eight children (male swimmers) ($x \pm SD$, age: 16.0 ± 1.7 vs. 11.5 ± 0.6 years, height: 177 ± 6 vs. 149 ± 5 cm, body mass: 68.9 ± 5.4 vs. 42.9 ± 5.8 kg) participated in the study, after parental agreement. The CV was calculated from performance times of 50-100-200-400m according to the protocol described by Wakayoshi et al. (1992) protocol. Each swimmer performed a series of 4x400m (young) or 4x300m (children) with a velocity corresponding to 95% (V95) and 100% (V100) of CV, with a counterbalanced order. On a series of 4x400m, blood lactate concentration of young swimmers increased at V100 after the 3rd and 4th 400m repetition compared to the 1st (1st: 5.55 ± 0.65 vs. 3rd: 7.27 ± 1.01 and 4th: 8.02 ± 1.47 mmol/l, $p < 0.05$) but remained unchanged at the V95 condition ($p > 0.05$). On a series of 4x300m, performed by children, lactate concentration was unchanged after each 300m repetition in both trials (V95 and V100, $p > 0.05$). Heart rate was higher in V100 compared to V95 trial ($p < 0.05$, between groups $p > 0.05$). Swimming at velocity corresponding to CV increased over time lactate concentration in young swimmers but not in children. This may be attributed to different energetic responses or altered rates of lactate removal in children compared to young swimmers.

Key words: endurance training, training intensity, exercise domains

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά όλους τους καθηγητές μου που με βοήθησαν για την πραγματοποίηση του πονήματός μου αυτού και κυρίως τον κ. Τουμπέκη Αργύρη, χωρίς τη βοήθεια του οποίου θα ήταν αδύνατη η εκπόνηση της μεταπτυχιακής αυτής εργασίας.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω, την τριμελή επιτροπή που επόπτευσε την εργασία μου και που αποτελείται από τους κυρίους Τοκμακίδη Σάββα επιβλέποντα καθηγητή, Πυλιανίδη Θεόφιλο και Δούδα Ελένη.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους αθλητές του Πανιωνίου ΓΣΣ που δέχθηκαν να συμμετάσχουν στη μελέτη αυτή καθώς και τους προπονητές τους Βελέτζα Παναγιώτη, Αθανασίου Χρήστο και Βουρλούμη Άρτεμη.

ΑΦΙΕΡΩΣΗ

Την μεταπτυχιακή μου εργασία την αφιερώνω στους γονείς μου και στη
μνήμη της αδελφής μου Εύης Φιλιππάτου και της επιστήθιας φίλης μου
Βάλιας Σαρδελά.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Σελίδα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	ix
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	x
I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
Σημασία της έρευνας.....	4
Σκοπός της έρευνας.....	4
Ερευνητικές υποθέσεις.....	4
Στατιστικές υποθέσεις.....	6
Περιορισμοί της έρευνας.....	9
Οριοθετήσεις της έρευνας.....	10
Λειτουργικός ορισμός.....	10
II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	11
Παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό αύξησης ανάπτυξης και ωρίμανσης των νεαρών αθλητών.....	12
Αερόβια ικανότητα στην παιδική και εφηβική ηλικία.....	14
Αναερόβια ικανότητα στην παιδική και εφηβική ηλικία.....	15
Χαρακτηριστικά της προπόνησης κολύμβησης σε παιδιά και εφήβους..... κολυμβητές.....	17
Δοκιμασίες αξιολόγησης των βιολογικών ικανοτήτων σε κολυμβητές.....	20
Προσδιορισμός της κρίσιμης ταχύτητας.....	22
Προϋποθέσεις για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας.....	24
Η κρίσιμη ταχύτητα σε σχέση με άλλους δείκτες της ικανότητας αντοχή....	25
Κρίσιμη ταχύτητα και προπόνηση.....	29
Καθορισμός των εντάσεων προπόνησης με βάση την κρίσιμη ταχύτητα....	32

III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	34
Δείγμα.....	34
Περιγραφή οργάνων.....	34
Περιγραφή προκαταρτικών δοκιμασιών.....	34
Περιγραφή κύριας δοκιμασίας.....	35
Στατιστική ανάλυση.....	36
IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	37
V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	44
VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	49
VII. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....	50
VIII. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ.....	52
IX. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53
X. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	57

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1. Συνοπτική απεικόνιση των διαφορών της κρίσιμης ταχύτητας (KT) με επιλεγμένους δείκτες αξιολόγησης της ικανότητας αντοχής. Σε παρενθέσεις αναφέρονται οι διαφορές μεταξύ της KT και του αντίστοιχου δείκτη μόνο εφόσον είναι στατιστικά σημαντικές.....28
- Πίνακας 2. Συνοπτική απεικόνιση των διαφορών της κρίσιμης ταχύτητας (KT) με επιλεγμένους δείκτες αξιολόγησης της ικανότητας αντοχής σε παιδιά και εφήβους. Σε παρενθέσεις αναφέρονται οι διαφορές μεταξύ της KT και του αντίστοιχου δείκτη μόνο εφόσον είναι στατιστικά σημαντικές.....31
- Πίνακας 3. Καθορισμός εντάσεων με τη χρήση της Κρίσιμης ταχύτητας σε ενήλικες κολυμβητές για αποστάσεις 200-400m.....33
- Πίνακας 4. Επιδόσεις εφήβων και παιδιών σε κάθε απόσταση που χρονομετρήθηκε για τον προσδιορισμό της κρίσιμης ταχύτητας.....38

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Η γραμμική σχέση μεταξύ απόστασης και χρόνου κολύμβησης. Η κλίση της ευθείας εκφράζει την κρίσιμη ταχύτητα (ατομικά δεδομένα).....	23
Σχήμα 2. Συγκέντρωση γαλακτικού κατά τη διάρκεια των 4X400m & 4X300m * $p<0.05$ συγκριτικά με την πρώτη επανάληψη 400m στους έφηβους (mean $\pm$ SD)	39
Σχήμα 3. Καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια των 4X400m & 4X300m (mean $\pm$ SD).....	40
Σχήμα 4. Η συχνότητα χεριών σε παιδιά και έφηβους στις επαναλήψεις 300 και 400 μέτρων (mean $\pm$ SD).....	41
Σχήμα 5. Το μήκος χεριάς των παιδιών και εφήβων στις επαναλήψεις 300 ή 400 μέτρων (mean $\pm$ SD).....	42
Σχήμα 6. Ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης παιδιών και εφήβων σε προσπάθειες 300 και 400 μέτρων με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95 ή 100% της κρίσιμης ταχύτητας. * $p<0.05$ συγκριτικά με την πρώτη προσπάθεια στα παιδιά. # $p<0.05$ συγκριτικά με την πρώτη προσπάθεια στους έφηβους (mean $\pm$ SD).....	43

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΚΑΡΔΙΑΚΕΣ ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΕΙΣ ΣΤΟ 95% ΚΑΙ 100% ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΚΑΙ ΕΦΗΒΟΥΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΕΣ

Οι απαιτήσεις του σύγχρονου αθλητισμού το κυνήγι των επιδόσεων και των διεθνών διακρίσεων καθιστούν αναγκαία τη συνεχή ενημέρωση για τις τεχνολογικές και επιστημονικές εξελίξεις για να οργανωθεί μια σωστή και εξειδικευμένη προπόνηση. Η επιστημονική γνώση και τεχνολογία εξελίσσονται συνεχώς, καθώς νέα ερευνητικά δεδομένα προστίθενται ή αναπροσαρμόζουν τα παλαιότερα επιστημονικά ευρήματα.

Η αθλητική προπόνηση είναι μία σύνθετη διαδικασία ενεργειών για την επίτευξη μιας συγκεκριμένης αθλητικής ικανότητας απόδοσης και την εμφάνιση της σε αθλητικές καταστάσεις, ιδιαίτερα σε αθλητικούς αγώνες (Dietrich, Klaus & Lehnertz, 1995). Οι διάφορες ενέργειες που σχετίζονται με το στόχο, την περαιτέρω ανάπτυξη της αθλητικής ικανότητας απόδοσης και την επίτευξη αθλητικών επιδόσεων, δεν θα πρέπει να πραγματοποιούνται τυχαία, αλλά θα πρέπει να στηρίζονται σε μακροπρόθεσμες αποφάσεις, βάσει επιστημονικών γνώσεων, προπονητικών θεωριών και πρακτικών εμπειριών.

Άρα οι ενέργειες κάθε προπονητή, καθορίζονται σε μεγάλο βαθμό από τη συστηματικοποίηση των εμπειριών, ενός μεγάλου αριθμού ειδικών της προπόνησης, καθώς και των υποκειμενικών εμπειριών, που δεν μπορούν να αντικατασταθούν από καμία επιστημονική γνώση. Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας είναι οι ειδικές συνθήκες του αθλήματος και του τόπου προπόνησης. Η γνώση ειδικών αγωνιστικών κανόνων, η χρήση ειδικών οργάνων κατά την προπόνηση και τους αγώνες ή οι αθλητικές εγκαταστάσεις, καθώς και τα σημαντικότερα σημεία και οι συνδυασμοί ειδών και μορφών προπόνησης, που εξάγονται από το προφίλ των απαιτήσεων του αθλήματος, οδηγούν σε μια εξειδικευμένη γνώση για το κάθε άθλημα και αγώνισμα.

Το πιο σημαντικό μέρος του έργου των προπονητών είναι η διαρκής βελτίωση και εξέλιξη των αθλητών τους και αυτό υλοποιείται με το να γνωρίζουν τις

ιδιαιτερότητες του κάθε αθλήματος. Πιο συγκεκριμένα στο άθλημα της κολύμβησης ο προπονητής θα πρέπει να γνωρίζει την ταχύτητα κολύμβησης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να βελτιώσει την αντοχή των κολυμβητών του, χωρίς να τους επιβαρύνει κατά τη διάρκεια ενός προπονητικού κύκλου. Έχοντας τη γνώση αυτή ο προπονητής μπορεί να σχεδιάσει εξατομικευμένα προγράμματα για τους κολυμβητές, ανάλογα με το επίπεδο και την ηλικία τους.

Σκοπός της προπόνησης αντοχής είναι να βελτιωθεί η αερόβια ικανότητα με τον καταλληλότερο τρόπο χωρίς να προκληθεί υπερκόπωση στους κολυμβητές. Ταυτόχρονα ο προπονητής θα πρέπει να γνωρίζει τις μεταβολικές ανταποκρίσεις που προκαλεί η προπονητική επιβάρυνση της προπόνησης αντοχής έτσι ώστε να μπορεί να ελέγχει την επίδραση της στους κολυμβητές. Η καλύτερη μέθοδος για τον προσδιορισμό των μεταβολικών ανταποκρίσεων και της κατάλληλης ταχύτητας για την προπόνηση είναι ο έλεγχος της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα. Σε αυτή την περίπτωση όμως απαιτείται η λήψη δείγματος αίματος.

Ωστόσο, άλλες μη παρεμβατικές διαδικασίες έχουν προταθεί για την αξιολόγηση της ικανότητας αντοχής και για τον εντοπισμό της κατάλληλης ταχύτητας που θα βελτιώσει την αντοχή των κολυμβητών.

Μια τέτοια μη παρεμβατική διαδικασία είναι ο καθορισμός της κρίσιμης ταχύτητας την οποία οι Wakayoshi, Yoshida, Udo, Kasai, Moritani, Mutoh και Miyashita (1992) όρισαν ως την ταχύτητα που μπορεί να διατηρείται για μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς να προκαλείται κόπωση. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδειξαν ότι η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως δείκτης αξιολόγησης της ικανότητας αντοχής. Ένα χρόνο αργότερα οι Wakayoshi, Yoshida, Udo, Harada, Moritani, Mutoh και Miyashita (1993) έδειξαν ότι η κρίσιμη ταχύτητα δεν διαφέρει από την ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση 4mmol/l γαλακτικού και είναι κατάλληλη για την προπόνηση αντοχής στην κολύμβηση, γεγονός που ενισχύει την άποψη ότι η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια στην προπόνηση αντοχής στην κολύμβηση.

Αργότερα η έρευνα των Berthoin, Baquet, Dupont, Blondel και Mucci (2003) έδειξε ότι η κρίσιμη ταχύτητα είναι καλός δείκτης της ικανότητας αντοχής των παιδιών σε δομικά αγωνίσματα. Η έρευνα των Toubekis, Tsami και Tokmakidis (2006) που πραγματοποιήθηκε σε νεαρούς κολυμβητές ηλικίας 12-14 ετών έδειξε ότι ο υπολογισμός της κρίσιμης ταχύτητας είναι αξιόπιστος και αποτελεί πρακτικό και σύντομο τρόπο για την αξιολόγηση της αερόβιας ικανότητας.

Επομένως η κρίσιμη ταχύτητα αποτελεί αξιόπιστο δείκτη της ικανότητας αντοχής για ενήλικες και μικρούς σε ηλικία κολυμβητές. Μπορεί επομένως ένας προπονητής κολύμβησης προαγωνιστικών κατηγοριών (ηλικίας 10-12 ετών) με βάση τα παραπάνω να χρησιμοποιήσει την κρίσιμη ταχύτητα για να σχεδιάσει την προπόνηση που στοχεύει σε βελτίωση της αντοχής των αθλητών του.

Σε προηγούμενες μελέτες έχουν εξεταστεί οι μεταβολικές ανταποκρίσεις στη διάρκεια κολύμβησης με ταχύτητα αντίστοιχη με την κρίσιμη ταχύτητα σε ενήλικες κολυμβητές (Dekerle, Sidney, Hespel & Pelayo 2002; Wakayoshi et al.1992; Wakayoshi et al. 1993).

Ωστόσο, δεν έχει εξεταστεί η συγκέντρωση γαλακτικού σε νεαρούς κολυμβητές όταν κολυμπούν με ταχύτητα εκφρασμένη σαν ποσοστό της κρίσιμης. Είναι πιθανό νεαροί κολυμβητές και παιδιά να εμφανίζουν διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού αφού παρουσιάζεται διαφορετική συμμετοχή ενεργειακών συστημάτων σε υπομέγιστες και μέγιστες προσπάθειες σε σύγκριση με ενήλικες (Takahashi, Bone, Spry, Trappe & Troup, 1992).

Παρά το γεγονός ότι πολλές μελέτες προσπάθησαν να προσδιορίσουν την ακριβή θέση της κρίσιμης ταχύτητας στο εύρος των εντάσεων που χρησιμοποιούνται για προπόνηση αντοχής, σε σχέση δηλαδή με το κατώφλι γαλακτικού και με τη μέγιστη ταχύτητα με την οποία η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα διατηρείται σταθερή (MLSS), δεν έχει μελετηθεί η μεταβολική ανταπόκριση σε κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στην κρίσιμη ταχύτητα σε παιδιά και εφήβους κολυμβητές. Η έρευνα των Denadai, Greco και Teixeira (2000) έδειξε ότι η κρίσιμη ταχύτητα είναι σημαντικά χαμηλότερη από την ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση 4mmol/l γαλακτικού. Διαφορές μεταξύ της κρίσιμης ταχύτητας και της ταχύτητας που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση 4mmol/l γαλακτικού βρήκαν και οι Fernandes και Vilas-Boas (1999). Οι Fernandes, Guerra, Lamares και Villas-Boas (2000) κατέληξαν στο ότι η κρίσιμη ταχύτητα και η ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση 4mmol/l γαλακτικού δεν διέφεραν. Η μελέτη των Toubekis et al. (2006) τέλος έδειξε ότι η κρίσιμη ταχύτητα δεν διέφερε από την ταχύτητα στο ατομικό αναερόβιο κατώφλι, ούτε και από την ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol/l. Από τα παραπάνω λοιπόν συμπεραίνουμε ότι για τους ενήλικες κολυμβητές η κρίσιμη ταχύτητα είναι συνήθως υψηλότερη από άλλους δείκτες ικανότητας αντοχής με τους οποίους συγκρίνεται ενώ στα παιδιά η κρίσιμη ταχύτητα είναι ίδια με την

ταχύτητα στο κατώφλι γαλακτικού και χαμηλότερη από την ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol/l.

Σημασία της έρευνας

Η απουσία ανάλογων ερευνών σε παιδιά και σε έφηβους κολυμβητές τόσο στον Ελληνικό όσο και στο διεθνή χώρο, έκανε επιτακτική την πραγματοποίηση της παρούσας έρευνας. Μέσω της έρευνας επιδιώκεται η αύξηση των γνώσεων των προπονητών για την κρίσιμη ταχύτητα στο άθλημα της κολύμβησης και της χρησιμότητας της στο σχεδιασμό του προπονητικού προγράμματος ανάλογα με την ηλικία των αθλητών.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής θα συμβάλλουν στον προσδιορισμό της επιβάρυνσης (μέσω της καρδιακής συχνότητας και του γαλακτικού) στη διάρκεια κολύμβησης με ταχύτητα που αντιστοιχεί στην ατομική κρίσιμη ταχύτητα. Κατά συνέπεια δίνονται στους προπονητές χρήσιμες πληροφορίες για καλύτερο σχεδιασμό προπονητικών σειρών και τον έλεγχο της έντασης στην προπόνηση κολύμβησης. Άξιο προσοχής είναι, ότι το τεστ για τον προσδιορισμό της κρίσιμης ταχύτητας δεν χρειάζονται αιματολογικές εξετάσεις και είναι μια διαδικασία πολύ πρακτική και εύκολη στην εφαρμογή της.

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει τις διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα και στις καρδιακές ανταποκρίσεις στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% και 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές ηλικίας 11-12 ετών συγκριτικά με έφηβους κολυμβητές .

Ερευνητικές υποθέσεις

Υποθέσαμε ότι από τη μελέτη θα προκύψουν τα παρακάτω αποτελέσματα:

Υπόθεση 1^η: Υπάρχουν διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Υπόθεση 2^η: Υπάρχουν διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Υπόθεση 3^η: Υπάρχουν διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Υπόθεση 4^η: Υπάρχουν διαφορές στις καρδιακές ανταποκρίσεις στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητα σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Υπόθεση 5^η: Υπάρχουν διαφορές στις καρδιακές ανταποκρίσεις στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Υπόθεση 6^η: Υπάρχουν διαφορές στις καρδιακές ανταποκρίσεις στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Υπόθεση 7^η: Υπάρχουν διαφορές στη συχνότητα χεριών στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητα σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Υπόθεση 8^η: Υπάρχουν διαφορές στη συχνότητα χεριών στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Υπόθεση 9^η: Υπάρχουν διαφορές στη συχνότητα χεριών στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Υπόθεση 10^η: Υπάρχουν διαφορές στο μήκος χεριάς στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητα σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Υπόθεση 11^η: Υπάρχουν διαφορές στο μήκος χεριάς στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Υπόθεση 12^η: Υπάρχουν διαφορές στο μήκος χεριάς στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Υπόθεση 13^η: Υπάρχουν διαφορές στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητα σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.



Υπόθεση 14^η: Υπάρχουν διαφορές στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Υπόθεση 15^η: Υπάρχουν διαφορές στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Στατιστικές υποθέσεις

Οι μηδενικές και οι εναλλακτικές υποθέσεις που διερευνήθηκαν ήταν οι ακόλουθες :

1^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συγκέντρωση γαλακτικού στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συγκέντρωση γαλακτικού στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

2^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συγκέντρωση γαλακτικού στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συγκέντρωση γαλακτικού στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

3^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συγκέντρωση γαλακτικού στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συγκέντρωση γαλακτικού στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

4^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους της καρδιακής συχνότητας στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους της καρδιακής συχνότητας στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

5^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους της καρδιακής συχνότητας στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους της καρδιακής συχνότητας στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

6^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους της καρδιακής συχνότητας στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους της καρδιακής συχνότητας στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

7^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συχνότητα χεριών στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συχνότητα χεριών στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

8^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συχνότητα χεριών στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο

95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συχνότητα χεριών στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

9^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συχνότητα χεριών στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στη συχνότητα χεριών στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

10^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο μήκος χεριάς στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο μήκος χεριάς στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

11^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο μήκος χεριάς στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο μήκος χεριάς στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

12^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο μήκος χεριάς στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο μήκος χεριάς στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

13^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% σε σχέση με το 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

14^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

15^η Μηδενική: Δεν θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Εναλλακτική: Θα υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους στο δείκτη υποκειμενικής κόπωσης στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας μεταξύ των κολυμβητών 11-12 ετών και των εφήβων κολυμβητών.

Περιορισμοί

Το δείγμα της έρευνας περιορίζεται μόνο σε αγόρια, που είναι αθλητές συγκεκριμένου συλλόγου της Αττικής. Οι αθλητές μετά από κάθε δοκιμασία παρακολουθούσαν κανονικά το πρόγραμμα προπόνησης με την υπόλοιπη ομάδα.

Η επαφή με τους αθλητές ήταν καθημερινή καθόλη τη διάρκεια των δοκιμασιών, ωστόσο η δραστηριότητα τους εκτός από τον αθλητικό χώρο δεν ήταν δυνατόν να ελεγχθεί.

Η διατροφή των κολυμβητών κατεγράφη αλλά δεν ήταν προκαθορισμένη.

Οι δοκιμασίες στους μικρούς σε ηλικία κολυμβητές πραγματοποιήθηκαν 1 μήνα πριν το θερινό τους Πρωτάθλημα.

Οι συμμετέχοντες στις δύο ομάδες της μελέτης (παιδιά-έφηβοι) είχαν διαφορετικούς προπονητές και η προπόνησή τους ήταν διαφορετική.

Όλες οι μετρήσεις έγιναν σε κλειστό κολυμβητήριο 50μ.

Οι 2 μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με μία εβδομάδα διαφορά μεταξύ τους.

Όλες οι δοκιμασίες έγιναν το απόγευμα και τις ώρες μεταξύ 18:00 – 20:00.

Οριοθετήσεις

Η έρευνα διεξήχθη κατόπιν άδειας από τη διοίκηση του συλλόγου, τους προπονητές και τους γονείς των κολυμβητών. Το δείγμα επιλέχθηκε με βάση τη βιολογική, χρονολογική και προπονητική ηλικία και το προπονητικό επίπεδο των κολυμβητών. Το δείγμα αποτελείτο από αγόρια συγκεκριμένης ηλικίας και ήταν αθλητές του Πανιωνίου Γυμναστικού συλλόγου Σμύρνης. Ο καθορισμός της κρίσιμης ταχύτητας έγινε σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Wakayoshi και των συν. (1992).

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής μπορούν να γενικευθούν για κολυμβητές παρόμοιου επιπέδου με τους εξεταζόμενους, με προπονητική ηλικία 6 ± 2 έτη και 4 ± 1 έτη για τους νεαρούς και τα παιδιά κολυμβητές αντίστοιχα και με επιδόσεις ίδιες με αυτές των εξεταζόμενων. Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας δεν μπορούν να γενικευθούν για όλους τους κολυμβητές αυτής της ηλικίας.

Λειτουργικοί Ορισμοί

Κρίσιμη ταχύτητα: είναι η ταχύτητα που μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να επέλθει κόπωση.

Βιολογική ηλικία: είναι το επίπεδο ανάπτυξης και ωρίμανσης ενός παιδιού. Η βιολογική ηλικία δεν συμβαδίζει απαραίτητα με τη χρονολογική ηλικία.

Γαλακτικό: παράγωγο της διαδικασίας της αναερόβιας γλυκόλυσης.

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η άσκηση και οι διάφορες φυσικές δραστηριότητες αποτελούν μια φυσιολογική ανάγκη της καθημερινής ενασχόλησης του παιδιού. Την ανάγκη αυτή καλείται να καλλιεργήσει με συστηματικά και μεθοδευμένα ερεθίσματα ο καθηγητής φυσικής αγωγής-προπονητής στοχεύοντας σε εξειδικευμένες προσαρμογές που συμπίπτουν με το κρίσιμο στάδιο της αναπτυξιακής ηλικίας, όπου όλες οι φυσιολογικές διεργασίες, έκκριση ορμονών, χαρακτηριστικά στοιχεία του φύλου, σωματικό βάρος και ύψος, μυϊκή μάζα ακολουθούν μία απότομη αλλαγή και παρουσιάζουν μια δυναμική η οποία μάλλον υποβοηθά τις προσαρμογές που προέρχονται από την άσκηση. Η συστηματική άσκηση προκαλεί με την πάροδο του χρόνου λειτουργικές προσαρμογές στο καρδιοαναπνευστικό, κυκλοφορικό, μυοσκελετικό και νευρομυϊκό σύστημα. Μέσω των προσαρμογών αυτών ο νεαρός αθλητής μπορεί να βελτιώσει τόσο την κινητική του δραστηριότητα όσο και τη φυσική του κατάσταση (Τοκμακίδης & Δούδα, 1999).

Η ανάγκη για ερμηνεία και παρατήρηση των φαινομένων αυτών ο αυξανόμενος ρυθμός των παιδιών που ασχολούνται με τον αθλητισμό καθώς και η συνεχόμενη προτροπή των παιδιάτρων να ασχολούνται τα παιδιά εντατικότερα με τον αθλητισμό, έκαναν επιτακτικότερο το ενδιαφέρον των ερευνητών για ανάλυση και εξέταση των φυσιολογικών προσαρμογών των παιδιών και των εφήβων (Bar-Or,2005).

Ειδικότερα στο άθλημα της κολύμβησης επιτακτικός παράγοντας είναι η εύρεση της κατάλληλης επιβάρυνσης της προπόνησης που μπορεί να εφαρμοσθεί σε αθλητές μικρής ηλικίας. Πιο συγκεκριμένα είναι σημαντικό για τον προπονητή να γνωρίζει την ταχύτητα που μπορεί να βελτιώσει την αντοχή των κολυμβητών του χωρίς να προκαλέσει ανεπιθύμητη επιβάρυνση στη διάρκεια ενός προπονητικού κύκλου.

Η προπόνηση με αποστάσεις, όπου η επιβάρυνση των κολυμβητών αντιστοιχεί στο «αναερόβιο κατώφλι» είναι ο αποτελεσματικότερος τρόπος για την βελτίωση της αερόβιας ικανότητας (Maglischo,1993). Γι αυτό το λόγο κάθε αθλητής θα πρέπει να γνωρίζει την ταχύτητα κολύμβησης που αντιστοιχεί

στο προσωπικό «αναερόβιο κατώφλι» του. Ο Mader, Heck και Hollman (1976) πρότειναν για τον προσδιορισμό του «αναερόβιου κατωφλίου» τη χρήση μιας σταθερής τιμής γαλακτικού στο αίμα η οποία αντιστοιχεί σε συγκέντρωση 4mmol/l. Ωστόσο η διαδικασία προσδιορισμού του ατομικού «αναερόβιου κατωφλίου» έχει κόστος σε χρόνο και σε χρήματα και δεν είναι τόσο πρακτική μέθοδος για τα παιδιά.

Μελέτες έδειξαν ότι (Wakayoshi et al., 1992; Wakayoshi et al., 1993) η κρίσιμη ταχύτητα και η ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol/l δεν διαφέρουν. Ο όρος κρίσιμη ταχύτητα εμφανίζεται για πρώτη φορά στη μελέτη του Wakayoshi et al. (1992) και ορίζεται ως η ταχύτητα που μπορεί να διατηρείται για μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς να επέρχεται κόπωση. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι το τεστ για τον προσδιορισμό της κρίσιμης ταχύτητας δεν χρειάζονται αιματολογικές εξετάσεις και είναι μια διαδικασία πολύ πρακτική και εύκολη στην εφαρμογή της.

Παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό αύξησης ανάπτυξης και ωρίμανσης των νεαρών αθλητών

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το ρυθμό ανάπτυξης των νεαρών αθλητών είναι ενδογενείς και εξωγενείς. Οι ενδογενείς παράγοντες είναι γενετικοί, ορμονικοί, νευρικοί. Η συμβολή του γενετικού παράγοντα στη διαμόρφωση των ατομικών διαφορών, την ανάπτυξη και τη βιολογική ωρίμανση είναι σημαντική, όπως επίσης σημαντική είναι και η συμβολή του παράγοντα αυτού στον καθορισμό των ατομικών διαφορών φυσικής απόδοσης (Νικολόπουλος, 2000).

Η ηλικία, το γένος, η σωματική διάπλαση και ο μεταβολισμός είναι παράγοντες που καθορίζουν την απόδοση σε μέγιστη μικρής διάρκειας, προσπάθεια. Κορυφαίοι αθλητές της ίδιας ηλικίας και φύλου, όπως δρομείς ταχυτήτων κ.α., αποδίδουν πολύ καλύτερα σε αγωνίσματα ταχύτητας από κορυφαίους αθλητές της ίδιας ηλικίας και γένους που ασχολούνται με αθλήματα αντοχής. Ένας άλλος λοιπόν παράγοντας που παίζει ρόλο είναι η κληρονομικότητα. Οι γενετικοί παράγοντες ευθύνονται κατά 50% για την απόδοση της αναερόβιας ικανότητας, 30% ευθύνονται οι περιβαλλοντικοί, 15% οι ποικίλες αντιδράσεις του γονότυπου σε συνδυασμό με την προπόνηση και 5% σε τεχνικά λάθη που μπορεί να υπόκεινται οι έρευνες (Simoneau & Bouchard, 1995).

Οι εξωγενείς παράγοντες είναι η διατροφή, το περιβάλλον, και η φυσική δραστηριότητα.

Γεγονός είναι ότι κατά την αναπτυξιακή ηλικία η αναερόβια ικανότητα παρουσιάζει δυσμενέστερες προϋποθέσεις ανάπτυξης από ότι η αερόβια ικανότητα, αφού τα αποθέματα φωσφορικών ενώσεων και γλυκολυτικών ενζύμων στα μυϊκά κύτταρα είναι χαμηλότερα και παρατηρείται γρηγορότερος ρυθμός ανασύνθεσης της φωσφοκρεατίνης (PCr) και αποτελεσματικότερη ρύθμιση των οξεοβασικών διαταραχών μετά από μέγιστη προσπάθεια στα παιδιά. Τέλος, η αναερόβια γλυκόλυση (ικανότητα παραγωγής γαλακτικού οξέος) παρεμποδίζεται λόγω της μικρότερης δραστικότητας του ενζύμου φωσφοφρουκτοκινάση (PFK), (Matos & Winsley, 2007).

Σ' ότι αφορά την αερόβια ικανότητα τα παιδιά είναι σε θέση να προσαρμόζονται σε επιβαρύνσεις αντοχής πολύ καλά, καλύτερα μάλιστα από ότι οι ενήλικες, με την προϋπόθεση ότι τόσο η δοσολογία, όσο και η εφαρμογή αυτών των επιβαρύνσεων γίνεται με το σωστό τρόπο, με βάση δηλαδή «την αρχή της ατομικότητας και της ηλικίας» (Matos et al., 2007).

Παρόλα αυτά όμως πολύ λίγες είναι εκείνες οι έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε αθλητές που βρίσκονται στην αναπτυξιακή ηλικία. Η δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι οι μορφολογικοί παράγοντες που χαρακτηρίζουν την απόδοση, αλλάζουν με την ανάπτυξη. Η μυϊκή μάζα π.χ, αυξάνεται με την ηλικία, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια και μετά την περίοδο που εμφανίζεται ο ταχύτερος ρυθμός στην ανάπτυξη των αγοριών. Αυτό επιδρά κυρίως στην αναερόβια ισχύ η οποία επίσης επηρεάζεται από μεταβολικές και βιολογικές αλλαγές κατά την ανάπτυξη (Matos et al., 2007). Οι παράγοντες αυτοί σε συνδυασμό με το μικρότερο μέγεθος των παιδιών, τα κοντότερα άνω και κάτω άκρα συμβάλλουν στις ενεργειακές διαφορές που παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της άσκησης μεταξύ παιδιών, εφήβων και ενηλίκων (Inbar, 1995).

Επιπρόσθετα η προπόνηση των νεαρών αθλητών θα πρέπει να ανταποκρίνεται στο βιολογικό, κινητικό και ψυχοδιανοητικό επίπεδο ανάπτυξης του κάθε αθλητή. Κατά την προπόνηση στην παιδική και εφηβική ηλικία θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη το γεγονός ότι η ανάπτυξη των παιδιών ποικίλει και είναι δυνατόν δύο παιδιά να έχουν την ίδια χρονολογική ηλικία να παρουσιάζουν όμως διαφορετική βιολογική ανάπτυξη και κατά συνέπεια να έχουν

διαφορετική βιολογική ηλικία. Ένα παιδί μπορεί να παρουσιάζει κανονική, πρόωρη ή καθυστερημένη βιολογική ανάπτυξη (Dietrich, 1994).

Αναλυτικότερα η πρόωρη βιολογική ανάπτυξη χαρακτηρίζεται από επιταχυνόμενο ρυθμό σωματικής ανάπτυξης, όπου η ηλικία των οστών προηγείται της κανονικής ανάπτυξης κατά ένα ή περισσότερα χρόνια. Η καθυστερημένη βιολογική ανάπτυξη χαρακτηρίζεται από καθυστερημένη σεξουαλική ωρίμανση και επιβράδυνση ολόκληρου του ρυθμού ανάπτυξης, όπου η ηλικία των οστών υπολείπεται της κανονικής ανάπτυξης κατά ένα ή περισσότερα χρόνια. Η πρόωρη και καθυστερημένη βιολογική ανάπτυξη παρατηρείται κατά την προεφηβική και εφηβική ηλικία, όπου μπορεί να σημειωθούν διαφορές μεταξύ χρονολογικής και βιολογικής ηλικίας που μπορεί να ανέρχονται μέχρι και 4 έτη. Η βιολογική ηλικία μπορεί να καθοριστεί μέσω ακτινολογικού ελέγχου της ηλικίας των οστών ή βάση της ανάπτυξης των σεξουαλικών χαρακτηριστικών (Dietrich, 1994).

Αερόβια ικανότητα στην παιδική και εφηβική ηλικία

Κατά την κρίσιμη ηλικία της ανάπτυξης πολλές φυσιολογικές λειτουργίες ακολουθούν μια απότομη αλλαγή που παρουσιάζουν μία δυναμική η οποία υποβοηθά τις προσαρμογές του σώματος που προέρχονται από τη συστηματική άσκηση. Τα στάδια ανάπτυξης του ατόμου είναι : η βρεφική ηλικία (0-2 ετών), η προσχολική (3-5 ετών), η πρώιμη σχολική (6-8 ετών), η όψιμη σχολική ηλικία (9-12 ετών), η προεφηβεία (13-15) ετών και η εφηβεία (16-18 ετών) (Purcell, 2003).

Οι αλλαγές και οι διαφοροποιήσεις στα ατομικά χαρακτηριστικά κατά την αναπτυξιακή ηλικία εμπλέκονται με τις προσαρμογές που προκαλούνται από την άσκηση. Έτσι είναι δύσκολο να γίνει διαχωρισμός στις αλλαγές που οφείλονται στην ανάπτυξη με αυτές που προκαλούνται με την άσκηση. Η κατανάλωση οξυγόνου που στην ουσία αντιπροσωπεύει τη δυνατότητα παραγωγής αερόβιου έργου αυξάνει σύμφωνα με την ηλικία και την ανάπτυξη του καρδιοαναπνευστικού συστήματος. Κατά συνέπεια η αερόβια ικανότητα που θεωρείται πολύ σημαντική για τη λειτουργική ικανότητα ενός ατόμου, αυξάνει κατά τη κρίσιμη μεταβατική περίοδο από την παιδική στην εφηβική ηλικία ανάλογα με τις διαστάσεις του σώματος. Ωστόσο, η ανοδική αυτή τάση αλλάζει δραστικά και οι μετρήσεις αποκτούν συγκριτική ομοιότητα με αυτές των ενηλίκων όταν την αερόβια ικανότητα την εκφράσουμε σε σχετικές τιμές ως προς το σωματικό βάρος

(απόλυτες τιμές $\text{VO}_{2\text{max}}$:l/min, σχετικές τιμές $\text{VO}_{2\text{max}}$:ml/kg/min). Τότε η σχέση αλλάζει και παρατηρείται μια σταθεροποίηση στην εξελικτική πορεία της αερόβιας ικανότητας στα αγόρια. Αυτό βέβαια δεν έχει την αρνητική επίδραση που αναμένεται στους ενήλικες γιατί αλλάζει και η οικονομία, η αξιοποίηση της αερόβιας ικανότητας δηλαδή στην απόδοση έργου (Τοκμακίδης και συν., 1999).

Οι μελέτες ως προς την επίδραση της συστηματικής άσκησης για αύξηση της αερόβιας ικανότητας στην ηλικία της απότομης ανάπτυξης είναι αντιφατικές και το θέμα αρκετά πολύπλοκο (Baxter-Jones & Mundi, 2007; Tolfrey, 2007). Οι Yoshida, Ishiko και Muraoka (1980) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα αποτελέσματα της αερόβιας προπόνησης στα παιδιά είναι σχεδόν μηδενικά. Ο Katch (1983) συμπλήρωσε, ότι πρέπει να υπάρχει κάποια περίοδος στην αναπτυξιακή ηλικία όπου τα αποτελέσματα της αερόβιας προπόνησης είναι αμελητέα και καμιά φορά τελείως ασήμαντα. Παρά το γεγονός ότι οι ενήλικες παρουσιάζουν καλύτερες προσαρμογές, η συστηματική προπόνηση αντοχής μπορεί να βελτιώσει σε μικρό βαθμό και την αερόβια ικανότητα σε παιδιά ηλικίας 10-12 ετών (Rowland & Boyajian, 1995). Μετρήσεις της αερόβιας ικανότητας σε νεαρούς βρετανούς αθλητές παρουσίασαν υψηλότερες τιμές από τον αγύμναστο φυσιολογικό πληθυσμό παιδιών της Βρετανίας (Baxter-Jones & Helms, 1996). Ωστόσο, η αύξηση της αερόβιας ικανότητας οφείλεται στην αύξηση της μυϊκής μάζας (μεγαλύτερη ικανότητα μεταβολισμού, μεγαλύτερη κατανάλωση οξυγόνου - $\text{VO}_{2\text{max}}$ σε l/min), και δέχεται ελάχιστη ή και καθόλου επίδραση από τη συστηματική άσκηση πριν από την εφηβεία (Baxter-Jones et al., 1996). Αργότερα οι Baquet, Van Praagh και Berthoin (2003) παρατήρησαν ότι η μέγιστη πρόσληψη O_2 βελτιώνεται κατά 8-10% ανεξάρτητα από το φύλο και το στάδιο ανάπτυξης. Στο ίδιο συμπέρασμα ότι δηλαδή βελτιώνεται η αερόβια ικανότητα των παιδιών με τα κατάλληλη προπονητική επιβάρυνση κατέληξαν και οι έρευνες των Armstrong και Williams (1997), και των Obert, Mandigout, Nottin, Vinet, Guyen και Lecoq (2003).

Αναερόβια ικανότητα στην παιδική και εφηβική ηλικία

Τα παιδιά έχουν περιορισμένη αναερόβια ικανότητα και για το λόγο αυτό η απόδοσή τους στις αναερόβιες δραστηριότητες είναι μειωμένη. Τα παιδιά έχουν μικρότερη αναερόβια ισχύ συγκριτικά με τους ενήλικες. Η αναερόβια αγαλακτική

ικανότητα (φωσφοκρεατίνη) των νεαρών αθλητών βελτιώνεται καθώς αυξάνεται και η βιολογική ηλικία (Herm, 1993).

Ωστόσο παρουσιάζεται δυσκολία όσον αφορά τη μέτρηση της αναερόβιας ικανότητας γιατί όπως αναφέρουν και οι Blimkie και Bar-Or (1996) ο εξοπλισμός και τα πρωτόκολλα μέτρησης της είναι αρκετά περίπλοκα και δύσκολα να εφαρμοσθούν σε παιδιά. Οι Martin και Malina (1998), πάνω σε αυτό το θέμα, συμπλήρωσαν ότι ακόμα και το εργοποδήλατο έχει κατασκευαστεί για ενήλικες και όχι για παιδιά. Ο στρόφαλος/μανιβέλα στο εργοποδήλατο έχει ύψος 170mm, άρα ένα τεστ στο όργανο αυτό δεν μπορεί να είναι αξιόπιστο εάν το ύψος δεν έχει μηχανισμό να τροποποιείται ανάλογα με το ύψος των παιδιών. Οι Matos et al. (2007) αναφέρουν ότι υπάρχουν και ηθική παράγοντες που περιορίζουν την ικανότητα μέτρησης της αναερόβιας ικανότητας, γιατί πως είναι δυνατόν, να παρατηρήσει κανείς την ποσοτική αλλαγή της μυϊκής γλυκολυτικής δραστηριότητας σε κυτταρικό επίπεδο στα παιδιά. Κάτι τέτοιο θα απαιτούσε μυϊκή βιοψία. Δηλαδή μια εξαιρετικά παρεμβατική διαδικασία.

Παρόλα αυτά έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε παιδιά και ενήλικες έδειξαν ότι η αναερόβια ικανότητα των παιδιών είναι σαφώς χαμηλότερη από των ενηλίκων. Συγκεκριμένα ο Bar-Or,(2005), αναφέρει ότι στο Wingate test των 30 δευτερολέπτων, η αναερόβια ικανότητα είναι χαμηλότερη στα παιδιά σε σχέση με τους νεαρούς ενήλικες, ακόμα και όταν τα αποτελέσματα εκφράζονται σε σχέση με το σωματικό βάρος. Αυτό μπορεί να φανεί και από το γεγονός ότι στα παιδιά παρατηρείται χαμηλότερη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα και στο μυϊκό ιστό ύστερα από υπομέγιστη και μέγιστη προσπάθεια. Η δραστηριότητα του γλυκολυτικού ενζύμου φωσφοφρουκτοκινάση επίσης είναι χαμηλότερη από αυτή των ενηλίκων. Μελέτη που έλαβε χώρα στην Τσεχοσλοβακία και στις ΗΠΑ έδειξε ότι στα πρώτα δευτερόλεπτα της άσκησης το έλλειμμα οξυγόνου, που εκφράζει την αναερόβια ικανότητα, είναι χαμηλότερο στα παιδιά 10-11 ετών από ότι στους ενήλικες, χωρίς όμως αυτό να δικαιολογεί τη μειωμένη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα των παιδιών (Bar-Or, 1981).

Η μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα των παιδιών παραμένει σχεδόν αμετάβλητη και ύστερα από αναερόβια προπόνηση. Η έρευνα του Prado (1997) περιλάμβανε 6 εβδομάδες προπόνηση κολύμβησης και πραγματοποιήθηκε σε 12 αγόρια (ηλικίας 10 ετών) και σε 12 ενήλικες (ηλικίας 24 ετών). Η προπόνηση αποτελείτο από αναερόβια σετ των 25m, 100m και 45s μέγιστης έντασης. Οι

ενήλικες βελτίωσαν την απόδοσή τους στα 25m και στα 45s ενώ στα αγόρια δεν παρατηρήθηκε καμία βελτίωση. Η μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού ήταν χαμηλότερη στα παιδιά από ότι στους ενήλικες, ωστόσο όμως δεν παρατηρήθηκε καμία αλλαγή με την προπόνηση στη μέγιστη συγκέντρωση γαλακτικού ούτε στους ενήλικους αλλά ούτε και στα παιδιά.

Στην έρευνα της Αυλωνίτου (1996) που πραγματοποιήθηκε σε κολυμβητές διαφόρων ηλικιών αναφέρει ότι η συγκέντρωση γαλακτικού και κυρίως η μέγιστη παραγωγή εξαρτάται από την ηλικία, τη μυϊκή μάζα, την προπονητική ηλικία, τον τύπο των μυϊκών ινών, το κολυμβητικό στυλ, τις προπονητικές μεθόδους που χρησιμοποιεί ο προπονητής και την τεχνική ικανότητα του κολυμβητή. Αργότερα πραγματοποιήθηκε η έρευνα των Bencke, Damsgard, Saekmose, Jorgensen και Klausen, (2002) με σκοπό να εξετάσει τις πιθανές επιδράσεις συγκεκριμένης προπόνησης δύναμης και αναερόβιας ικανότητας σε παιδιά διαφορετικών αθλημάτων και επιδόσεων σε σχέση με την ανάπτυξη και τη βιολογική τους ωρίμανση. Στην έρευνα συμμετείχαν 184 αγόρια και κορίτσια με μέσο όρο ηλικίας 11 ετών, αθλητές της γυμναστικής, του τένις, της χειροσφαίρισης και της κολύμβησης. Οι επιδόσεις των παιδιών ήταν ανάλογες κατά ένα βαθμό της εξειδικευμένης προπόνησης του αθλήματός τους καθώς επίσης και των ενδογενών παραγόντων, που φαίνεται ότι διαδραματίζουν σπουδαίο, σημαντικό ρόλο στην αναερόβια ικανότητα των παιδιών.

Από τα παραπάνω λοιπόν συμπεραίνουμε ότι η αναερόβια ικανότητα είναι χαμηλότερη στα παιδιά σε σχέση με τους ενήλικες, λόγω του ότι παράγουν περιορισμένη ποσότητα γαλακτικού και αντιδρούν διαφορετικά από ότι οι ενήλικες στη συσσώρευσή του. Για το λόγο αυτό οι προπονητές των νεαρών αθλητών θα πρέπει να δίνουν ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό και στη μεθοδολογία της προπόνησης και να μην προσαρμόζουν την προπόνηση των μικρών σύμφωνα με αυτή των μεγαλύτερων σε ηλικία αθλητών.

Χαρακτηριστικά της Προπόνησης κολύμβησης σε παιδιά και έφηβους κολυμβητές

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω παρατηρούμε ότι οι αθλητές στις αναπτυξιακές ηλικίες δεν πρέπει να έχουν την ίδια ποσοτική και ποιοτική προπόνηση, όπως οι μεγαλύτεροι σε ηλικία κολυμβητές. Τα παιδιά δεν θα πρέπει να εκτιμώνται ως μικροί ενήλικες (Bar-Or,2005; Matos et al.,2007). Η προπόνηση

των παιδιών θα πρέπει να είναι προοδευτικά αυξανόμενης επιβάρυνσης, με στόχο την επίτευξη υψηλών επιδόσεων στις μεγαλύτερες ηλικίες, όταν θα έχει σχεδόν ολοκληρωθεί η βιολογική ωριμότητα των αθλητών.

Οι φυσιολογικές ικανότητες στην αναπτυξιακή ηλικία αλλάζουν. Η παραγωγή ενέργειας μέσω της αερόβιας γλυκόλυσης στα παιδιά είναι το ίδιο αποτελεσματική, όπως και στους ενήλικες, κάτι που δεν ισχύει για την αναερόβια γλυκόλυση, η οποία βελτιώνεται μετά την ηλικία των 13 ετών. Η κατανάλωση οξυγόνου είναι μεγαλύτερη στα παιδιά κατά τη διάρκεια μίας υπομέγιστης προσπάθειας (Zagorc, 2002). Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι το σχετικό μέγεθος της καρδιάς των παιδιών είναι όπως και στους ενήλικες, ενώ η δραστηριότητα των αερόβιων ενζύμων είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους ενήλικες και η ενεργοποίηση του αερόβιου μηχανισμού παραγωγής ενέργειας είναι πιο γρήγορη στην αρχή μιας προσπάθειας (Dietrich, 1994).

Η πνευμονική λειτουργία κατά την ηλικία της ανάπτυξης αυξάνεται ανάλογα με τις αλλαγές που παρουσιάζει το σώμα. Το ίδιο συμβαίνει και με τις αιμοδυναμικές παραμέτρους. Τα παιδιά που συμμετέχουν σε έντονες φυσικές δραστηριότητες εμφανίζουν μεγαλύτερο πνευμονικό όγκο σε σύγκριση με τα αγύμναστα παιδιά της ίδιας σωματικής διάπλασης και ηλικίας (Baxter-Jones et al., 1996). Ο όγκος του αίματος, η αρτηριακή πίεση καθώς επίσης και το μέγεθος της καρδιάς αυξάνεται με την ηλικία. Η ροή του αίματος είναι αυξημένη κατά τη διάρκεια της άσκησης και μεταφέρει με μεγαλύτερη ευκολία το οξυγόνο στους ασκούμενους μύες γιατί οι περιφερικές αντιστάσεις είναι μικρότερες στα παιδιά. Το μικρότερο μέγεθος της καρδιάς μαζί με το συνολικό όγκο αίματος αποδίδουν ένα μικρότερο όγκο παλμού. Τα μεγέθη αυτά αναπληρώνονται με την αυξημένη καρδιακή συχνότητα τόσο κατά την υπομέγιστη όσο και κατά τη μέγιστη προσπάθεια. Η μέτρηση της καρδιακής συχνότητας χρησιμοποιείται και ως γενικός δείκτης της έντασης και της φυσιολογικής επιβάρυνσης του οργανισμού. Η μέγιστη καρδιακή συχνότητα είναι υψηλότερη στα παιδιά και μειώνεται με την πάροδο του χρόνου κατά μισό παλμό το λεπτό για κάθε χρόνο (Wilmore & Costill, 1994). Τα παιδιά έχουν την ικανότητα να προσαρμόζουν, ρυθμίζουν την καρδιά και το κυκλοφορικό σύστημα στην πίεση, φόρτιση. Κίνδυνο δεν αποτελεί η διάρκεια, αλλά η ένταση της δραστηριότητας. Σημαντικό είναι να υπάρχουν τα κατάλληλα ερεθίσματα στις ευαίσθητες φάσεις της ανάπτυξης των παιδιών, γεγονός που επιβεβαιώνει την σταθερή και ομαλή ανάπτυξη (Zagorc, 2002).

Στην κολύμβηση ειδικότερα, αναφέρει ο Νικολόπουλος (2000), η απρόσμενη επίτευξη των υψηλών επιδόσεων των κολυμβητών των μικρών ηλικιών μπορεί να είναι παροδική γιατί μπορεί να οφείλεται σε μία πρόσθετη επιβάρυνση του οργανισμού που δεν αντιπροσωπεύει την ηλικία του κολυμβητή, παρά σε μια ανώτερη φυσική κατάσταση σε σύγκριση με τους άλλους κολυμβητές της ίδιας ηλικιακής ομάδας. Κύριος στόχος στην παιδική ηλικία είναι να δίνεται πρώτα έμφαση στα μακροχρόνια προπονητικά προγράμματα και στη βελτίωση της γενικής αντοχής του κολυμβητή. Η αντοχή είναι το κλειδί για ένα υψηλό επίπεδο προπόνησης και υψηλές επιδόσεις στο αγώνισμα της κολύμβησης. Ο μηχανισμός της αερόβιας ικανότητας ωριμάζει στις μικρές ηλικίες σε αντίθεση με τους υπόλοιπους ενεργειακούς μηχανισμούς που ωριμάζουν στις μεγαλύτερες ηλικίες.

Οι Sweetenham και Atkinson (2003) αναφέρουν ότι στους μικρούς σε ηλικία κολυμβητές, 11-13 ετών, το προπονητικό πλάνο θα πρέπει να χωρίζεται σε 2 περιόδους 24 εβδομάδων (μακρόκυκλους). Οι 2 μακρόκυκλοι κάνουν 48 εβδομάδες προπόνησης και μπορούν να χωρισθούν σε 6 μεσόκυκλους. Κάθε μεσόκυκλος θα πρέπει να δίνει έμφαση σε διαφορετικούς ενεργειακούς μηχανισμούς. Όταν ο μικρός σε ηλικία κολυμβητής παρουσιάσει σημάδια κόπωσης τότε ο προπονητής πρέπει να μειώσει την ένταση της προπόνησης. Στις ηλικίες αυτές ο προπονητής δεν μειώνει τον όγκο της προπόνησης πριν από αγώνες, όπως γίνεται με τους ενήλικες κολυμβητές. Για τους έφηβους κολυμβητές οι ίδιοι συγγραφείς χωρίζουν το προπονητικό πλάνο σε μακρόκυκλους των 12-15 εβδομάδων. Οι κολυμβητές ολοκληρώνουν περίπου τρεις περιόδους των 15 εβδομάδων. Οι μακρόκυκλοι αυτοί διαιρούνται σε μεσόκυκλους και σε μικρόκυκλους της 1 εβδομάδας. Κάθε μεσόκυκλος δίνει έμφαση σε άλλους ενεργειακούς μηχανισμούς.

Στο άθλημα της κολύμβησης, η προπόνηση αντοχής με επιβαρύνσεις μέσης έντασης οδηγεί όχι μόνο σε βελτίωση της αερόβιας αντοχής αλλά και του αναερόβιου μεταβολισμού. Οι Obert, Mandigout, Vinet και Courteix (2001) ύστερα από 13 εβδομάδες αερόβιας προπόνησης (διαλειμματικής και συνεχόμενης) στο τρέξιμο σε παιδιά, αγόρια και κορίτσια, παρατήρησαν αλλαγές στις παραμέτρους της αναερόβιας ικανότητας σε ταχυδυναμικό τεστ. Οι συμμετέχοντες βελτίωσαν τη μέγιστη δύναμη κατά 23%. Για το λόγο αυτό η προπόνηση των παιδιών και νεαρών κολυμβητών περιλαμβάνει επιβαρύνσεις που βελτιώνουν την αερόβια

ικανότητα και μικτού τύπου προγράμματα με υπομέγιστες κυρίως και μέγιστες μικρής διάρκειας επιβαρύνσεις (Matos et al., 2007).

Δοκιμασίες αξιολόγησης των βιολογικών ικανοτήτων σε κολυμβητές

Ο προπονητής επίσης θα πρέπει να πραγματοποιεί και κάποια τεστ σερ κατά την προπονητική περίοδο για να αξιολογεί το επίπεδο και την πρόοδο των κολυμβητών του. Τα τεστ πραγματοποιούνται πάντα στο ίδιο σημείο ενός μακρόκυκλου, μεσόκυκλου ή μικρόκυκλου έτσι ώστε να είναι αξιόπιστη η σύγκριση των επιδόσεων των αθλητών (Sweetenham et al, 2003). Με τα τεστ ο προπονητής αξιολογεί την φυσική κατάσταση, τη βελτίωση της απόδοσης και την τεχνική ικανότητα του αθλητή του με σκοπό τον καλύτερο προπονητικό σχεδιασμό. Σημαντικό είναι να χρησιμοποιείται πάντα η ίδια η διαδικασία, κάτω από τυποποιημένες συνθήκες (ίδιες πριν από το τεστ, ίδιες συνθήκες διεξαγωγής του τεστ) για να μπορούν να συγκριθούν τα αποτελέσματα του τεστ και μακροπρόθεσμα. Στην κολύμβηση οι φυσιολογικοί παράμετροι που εξετάζονται πιο συχνά είναι η ταχύτητα, η τεχνική, η πρόσληψη O₂, η καρδιακή συχνότητα και η συγκέντρωση και απομάκρυνση γαλακτικού από το αίμα.

Τα πιο διαδεδομένα τεστ με τα οποία ο προπονητής αξιολογεί τις παραπάνω παραμέτρους των κολυμβητών του είναι το τεστ συνεχούς κολύμβησης 30 λεπτών και το τεστ της κρίσιμης ταχύτητας. Το T30 αναπτύχθηκε από τον Olbrecht, Maddsen, Mader, Liesen και Hollman (1985) στο Ίδρυμα Αθλητικής Ιατρικής στην Κολωνία της Γερμανίας και περιλαμβάνει είτε 30 λεπτά συνεχόμενης κολύμβησης ή κολύμβηση για 3000m. Η προσπάθεια πρέπει να είναι μέγιστη και να υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή δυνάμεων από την αρχή ως το τέλος. Από τα αποτελέσματα, παίρνουμε μια μέση ταχύτητα για κάθε 100m. διαιρώντας την απόσταση που διανύθηκε (σε μέτρα) με το συνολικό χρόνο (σε δευτερόλεπτα). Το T30 αντίθετα με αυτό της κρίσιμης ταχύτητας, το οποίο αναλύεται εκτενέστερα παρακάτω, δεν ενδείκνυται για μικρούς σε ηλικία και για κολυμβητές με μικρή προπονητική εμπειρία διότι οι αθλητές αυτοί δεν έχουν το κατάλληλο φυσιολογικό και ψυχοδιανοητικό επίπεδο για την πραγμάτωση ενός τέτοιου μεγάλου σε διάρκεια και απόσταση τεστ, καθώς επίσης το ισχυρό εσωτερικό κίνητρο για να μπορούν να διατηρούν σταθερό το ρυθμό κολύμβησης.

Εκτός από το τεστ T30 υπάρχει και το T60 (60 λεπτά κολύμβηση) και των 2000m κολύμβηση, τα οποία δίνουν πληροφορίες στον προπονητή για την

αερόβια ικανότητα των κολυμβητών. Όπως στο T30 έτσι και στο T60 το ζητούμενο είναι πόσα χιλιόμετρα καλύπτει ο κολυμβητής σε 30 και σε 60 λεπτά αντίστοιχα, ενώ στα 2000m το ζητούμενο είναι ο χρόνος που χρειάστηκε ο αθλητής για να καλύψει αυτή την απόσταση. Άλλα τεστ είναι το 2X400m «τεστ των 2 διαδρομών» και τα τεστ 5X200m και 7X200m με σταδιακά αυξανόμενη ένταση σε κάθε 200m που εξετάζεται η επίδοση του κολυμβητή και η καρδιακή συχνότητα. Τα τεστ αυτά μπορεί να συνδυάζονται και με προσδιορισμό της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα.

Υπάρχουν κι άλλες παρεμβατικές διαδικασίες με τις οποίες προσδιορίζεται η κατάλληλη ταχύτητα για την προπόνηση αντοχής και απαιτούν την λήψη μικρού δείγματος αίματος για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης γαλακτικού μετά από σειρές επαναλήψεων σε αποστάσεις 100, 200 ή 400m οι οποίες εκτελούνται με προοδευτικά αυξανόμενη ένταση και διάλειμμα που ποικίλει ανάλογα με το πρωτόκολλο της δοκιμασίας. Τέτοιες παρεμβατικές δοκιμασίες, απαιτούν συνήθως ειδικό εξοπλισμό για την αιμοληψία και την ανάλυση, ειδικές γνώσεις για την επεξεργασία των δεδομένων και τέτοιος εξοπλισμός ή γνώση δεν είναι πάντα διαθέσιμος για όλους τους προπονητές και εφαρμόζονται με μεγαλύτερη δυσκολία σε παιδιά μικρής ηλικίας.

Ωστόσο οι Smith, Norris και Hogg (2002) αναφέρουν ότι η εξέλιξη της τεχνολογίας βοηθά στο να γίνονται σταδιακά αξιόλογες έρευνες στο άθλημα της κολύμβησης. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας αφορά τους προπονητές, τους κολυμβητές και την επιστήμη του αθλητισμού καθώς στο μέλλον θα μπορούν να εξετάζονται μέσα στο νερό όλοι οι παράμετροι εκείνοι που θεωρούνται απαραίτητοι για την περαιτέρω βελτίωση ενός κολυμβητή. Τα εξελιγμένα και ταχύτατα διαγνωστικά όργανα θα αφορούν και τις αιματολογικές εξετάσεις που υποδεικνύουν την ένταση της άσκησης και τη νευρομυϊκή διέγερση των κολυμβητών. Όπως αναφέρουν όμως οι Wakayoshi et al. (1993) οι εξετάσεις αίματος απαιτούν ακριβό εξοπλισμό και οι συνθήκες στο άθλημα της κολύμβησης δεν είναι ιδανικές για μια τέτοια διαδικασία, και μάλιστα όταν πραγματοποιείται σε μικρούς σε ηλικία αθλητές και ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Ένα άλλο πρόβλημα που προκύπτει αφορά τον ορισμό προπονητικών ρυθμών από τις εξετάσεις αίματος, όπου οι ταχύτητες που αντιστοιχούν στο ατομικό ή σταθερό αναερόβιο κατώφλι σε κάποια συγκεκριμένη απόσταση ενός τεστ, δεν παράγουν πάντα το ίδιο αποτέλεσμα σε άλλες αποστάσεις. Το ίδιο



ισχύει και όταν τα διαστήματα ξεκούρασης μεταξύ των επαναλήψεων μεγαλώνουν ή μικραίνουν. Οι Olbrecht et al. (1985) διαπίστωσαν ότι η ταχύτητα στο σταθερό κατώφλι των 4mmol/l έπρεπε να διορθωθεί, για επαναλαμβανόμενες αποστάσεις που ήταν μικρότερες από την απόσταση του τεστ, η οποία ήταν 400m, έτσι ώστε η ίδια ένταση της προσπάθειας να μπορεί να διατηρηθεί. Επίσης, για τον ίδιο λόγο, τα διαλείμματα ξεκούρασης έπρεπε να διορθωθούν. Ένα ακόμα σφάλμα μπορεί να εμφανιστεί, όταν οι επόμενες εξετάσεις αίματος, δίνονται σε διαφορετικούς χρόνους της ημέρας. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των Olbrecht, Mader, Heck και Hollman (1988), οι αθλητές τείνουν να κολυμπούν γρηγορότερα το απόγευμα, χωρίς αύξηση του γαλακτικού στο αίμα. Αυτό σημαίνει ότι οι ταχύτητες προπόνησης που ορίζονται από τεστ που λαμβάνονται το απόγευμα θα πρέπει να μειωθούν κάπως για την πρωινή προπόνηση και το αντίστροφο. Λόγω λοιπόν της δυσκολίας που συναντά ο προπονητής και του ακριβού εξοπλισμού που χρειάζεται για να πραγματοποιηθούν οι αιματολογικές εξετάσεις κατά τη διάρκεια της προπόνησης οι προπονητές χρησιμοποιούν κάποια τεστ για τον καθορισμό της κατάλληλης ταχύτητας προπόνησης. Η πιο διαδεδομένη και αξιόπιστη δοκιμασία σύμφωνα με τις τελευταίες μελέτες είναι η δοκιμασία προσδιορισμού της κρίσιμης ταχύτητας, που μπορεί να πραγματοποιηθεί σε τακτά χρονικά διαστήματα. Σύμφωνα με την Dekerle (2006) είναι μια εύκολη δοκιμασία και οι προπονητές θα πρέπει να εκτιμήσουν την αξία του καθώς τους βοηθά να δουν τα αποτελέσματα της δουλειάς τους, να αξιολογήσουν το επίπεδο και να προβλέψουν την απόδοσή των αθλητών τους.

Προσδιορισμός της κρίσιμης ταχύτητας

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω κρίσιμη ταχύτητα είναι η ταχύτητα που μπορεί να διατηρείται για μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς να επέρχεται κόπωση. Οι περισσότεροι ερευνητές συμφωνούν στο ότι σε άσκηση με ένταση που αντιστοιχεί στην κρίσιμη ταχύτητα η κόπωση εμφανίζεται μετά από 30 με 60 λεπτά.

Ο Wakayoshi et al. (1992) διαπίστωσαν ότι η σχέση επίδοσης - απόστασης είναι γραμμική (Σχήμα 1). Αυτή η σχέση, ορίζεται από μία εξίσωση πρώτου βαθμού, με τη μορφή της εξίσωσης (1). Ο συντελεστής συσχέτισης των δύο συγκεκριμένων μεταβλητών είναι συνήθως πολύ υψηλός ($r=0,99$ έως 1).

$$y=\beta x+\alpha$$

εξίσωση (1)

Το y εκφράζει την απόσταση σε μέτρα, το x την επίδοση σε δευτερόλεπτα, και τα α και β είναι συντελεστές. Αν στην εξίσωση 1 αντικαταστήσουμε το y με την απόσταση κολύμβησης (D) και το x με την επίδοση (T), τότε η εξίσωση παίρνει την μορφή.

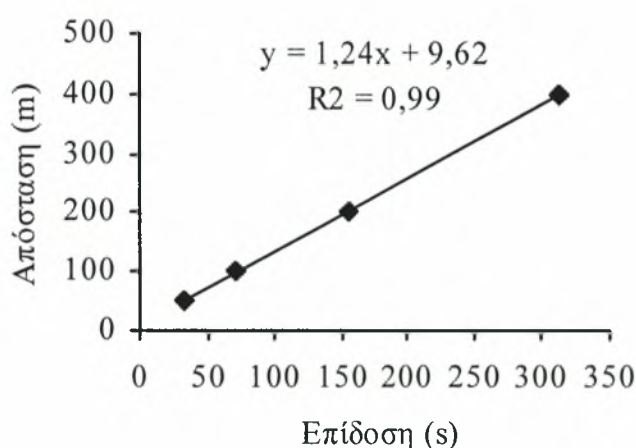
$$D=\beta T+\alpha$$

εξίσωση (2)

Επειδή όμως η απόσταση κολύμβησης εκφράζεται από το γινόμενο της ταχύτητας (V) με τον χρόνο ($D=V \cdot T$), η εξίσωση 2 γίνεται:

$$V \cdot T=\beta T+\alpha$$

εξίσωση (3)



Σχήμα 1. Η γραμμική σχέση απόστασης και χρόνου κολύμβησης. Η κλίση της ευθείας εκφράζει την κρίσιμη ταχύτητα (ατομικά δεδομένα).

Λύνοντας την εξίσωση (3) ως προς την ταχύτητα (V), έχουμε:

$$V=\beta+\alpha/T$$

εξίσωση (4)

Θεωρητικά για να οριστεί η ταχύτητα που μπορεί να διατηρηθεί απεριόριστα πρέπει η χρονική διάρκεια T να τείνει στο άπειρο ($T \rightarrow \infty$). Τότε το πηλίκιο (α/T), θα τείνει στο 0 και στην εξίσωση (4) θα έχουμε: $V=\beta$

Η σταθερά β εκφράζει την κλίση της ευθείας που αντιπροσωπεύει την σχέση επίδοσης-απόστασης. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Wakayoshi et al. (1992) ο προπονητής μπορεί να χρονομετρήσει τους κολυμβητές σε αποστάσεις 50, 100, 200, 400m (μία η δύο αποστάσεις κάθε ημέρα) και στο είδος κολύμβησης που επιθυμεί. Τοποθετώντας στο ορθογώνιο σύστημα αξόνων, για κάθε αθλητή ξεχωριστά, στον οριζόντιο άξονα την επίδοση σε δευτερόλεπτα και στον κάθετο άξονα την αντίστοιχη απόσταση σε μέτρα, με την χρήση απλών υπολογιστικών προγραμμάτων (π.χ. Excel, SPSS), και με απλή γραμμική παλινδρόμηση, προσδιορίζουμε την εξίσωση που περιγράφει την σχέση επίδοσης – απόστασης. Στην εξίσωση που προκύπτει, ο συντελεστής του x προσδιορίζει την κρίσιμη ταχύτητα. Με την χρήση του γνωστού τύπου της φυσικής ($T=s/v$, όπου T: ο χρόνος κολύμβησης σε δευτερόλεπτα, s: η απόσταση σε μέτρα, v: η κρίσιμη ταχύτητα) υπολογίζουμε τον χρόνο που αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη ταχύτητα για την προπόνηση (Τουμπέκης, Ταχτάλης & Τοκμακίδης, 2005).

Προϋποθέσεις για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας

Παρά την πρακτική αξία της κρίσιμης ταχύτητας ως δείκτη ικανότητας αντοχής, ο αξιόπιστος υπολογισμός της υπόκειται σε κάποιους περιορισμούς. Καθοριστικό λοιπόν κριτήριο για τον αξιόπιστο προσδιορισμό της είναι η χρονική διάρκεια κάθε απόστασης που χρονομετρείται, καθώς και ο αριθμός των αποστάσεων που επιλέγονται για τον υπολογισμό. Η χρονική διάρκεια των προσπαθειών, προτείνεται να είναι μεταξύ ενός και δέκα λεπτών, η διάρκεια των αποστάσεων που επιλέγονται πρέπει να διαφέρει τουλάχιστον πέντε λεπτά, ενώ απαιτούνται για τον υπολογισμό δύο έως τέσσερις προσπάθειες (Bosquet, Leger & Legros 2002; Hill, 1993). Στην κολύμβηση χρησιμοποιούνται αποστάσεις 50 έως 400m (Wakayoshi et al., 1992), και σε μερικές περιπτώσεις μεγαλύτερες αποστάσεις (π.χ. 50-1500m, Fernandes et al., 1999). Πράγματι, πολλοί συνδυασμοί αποστάσεων που φαίνεται να εμφανίζουν παρόμοιες τιμές κρίσιμης ταχύτητας έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό της κρίσιμης ταχύτητας σε παιδιά (Toubekis et al., 2006) και ενήλικες κολυμβητές (Martin et al., 2000). Σε περιπτώσεις όμως που χρησιμοποιούνται μόνο μικρές αποστάσεις (50-200m) ή μόνο μεγάλες αποστάσεις (400-800m) για τον προσδιορισμό της κρίσιμης ταχύτητας τότε υπάρχει περίπτωση υπερεκτίμησης ή υποεκτίμησης αντίστοιχα. (Τουμπέκης και συν., 2005).

Οι Fernandes et al., (2000) αναφέρουν ότι υπάρχουν τρεις τρόποι καθορισμού της κρίσιμης ταχύτητας, χρησιμοποιώντας την απλή γραμμική παλινδρόμηση μεταξύ της απόστασης και του χρόνου, βασισμένη σε τεστ μέγιστης έντασης στα 50, 100, 200 και 600m, χρησιμοποιώντας τις αγωνιστικές επιδόσεις των κολυμβητών στις αποστάσεις από 50 έως 1500m και χρησιμοποιώντας τις επιδόσεις από τεστ μέγιστης έντασης στις αποστάσεις 100m και 400m. Ιδιαίτερα προσεκτικοί θα πρέπει να είναι οι προπονητές με την επιλογή των αποστάσεων γιατί έχει αναφερθεί ότι, διαφορετικοί κολυμβητές μπορεί να έχουν την ίδια επίδοση στα 400m αλλά να μην έχουν την ίδια αερόβια ικανότητα κι έτσι να εμφανίζουν διαφορά στην επίδοση των 1500m (Dekerle, 2006). Επομένως οι φυσιολογικές προσαρμογές τις παρατεταμένης άσκησης μπορεί να είναι διαφορετικές στους αθλητές.

Σε ενήλικες κολυμβητές, δύο αποστάσεις μπορεί να χρονομετρηθούν την ίδια ημέρα αλλά με μεγάλη διάρκεια αποκατάστασης (Wakayoshi et al., 1992). Οι προϋποθέσεις που αναφέρονται παραπάνω είναι ανάγκη να τηρούνται για να υπολογιστεί η κρίσιμη ταχύτητα που θα είναι σε συμφωνία με τον αρχικό ορισμό της παραμέτρου. Να εκφράζει δηλαδή ένταση άσκησης που να μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλη χρονική διάρκεια. Ωστόσο, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των εντάσεων στην προπόνηση αντοχής είναι ανάγκη να γνωρίζουμε σε ποια περιοχή έντασης ή απλούστερα σε ποια ζώνη προπόνησης μπορεί να ενταχθεί η κολύμβηση με ταχύτητα ίση με την κρίσιμη (Τουμπέκης και συν., 2005). Είναι πιθανό κολύμβηση με ταχύτητα αντίστοιχη με την κρίσιμη ταχύτητα να συμπίπτει με την ταχύτητα που έχει προσδιοριστεί από άλλες δοκιμασίες που ελέγχουν την ικανότητα αντοχής και η σύγκριση μεταξύ κρίσιμης ταχύτητας και άλλων δεικτών της αντοχής είναι απαραίτητος.

Η κρίσιμη ταχύτητα σε σχέση με άλλους δείκτες της ικανότητας αντοχής

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω κρίσιμη ταχύτητα είναι η ταχύτητα που μπορεί να διατηρείται για μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς να επέρχεται κόπωση, για το λόγω αυτό έγινε επιτακτική η σύγκριση της με άλλες παραμέτρους όπως το αναερόβιο κατώφλι και την μέγιστη ταχύτητα όπου η συγκέντρωση γαλακτικού παραμένει σταθερή (maximal lactate steady-state ή MLSS). Είναι ενδιαφέρον λοιπόν να ελεγχθεί εάν η κρίσιμη ταχύτητα και η ταχύτητα που αντιστοιχεί στο

κατώφλι γαλακτικού μπορούν να χρησιμοποιούνται εναλλακτικά σαν δείκτες αξιολόγησης της ικανότητας αντοχής στην κολύμβηση, και για τον προσδιορισμό της κατάλληλης ταχύτητας για την προπόνηση αντοχής.

Σύμφωνα με τη μελέτη τους Wakayoshi et al. (1992) και Wakayoshi et al. (1993) βρέθηκε ότι η κρίσιμη ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα 4mmol/l δεν διαφέρουν. Βρέθηκε ακόμα, πως η κρίσιμη ταχύτητα εμφανίζει υψηλή συσχέτιση με την ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα 4mmol/l, αλλά και με την επίδοση στα 400m ελεύθερο. Η μελέτη αυτή ενθαρρύνει τη χρήση της κρίσιμης ταχύτητας ως κατάλληλης ταχύτητας για προπόνηση αντοχής στην κολύμβηση σε ενήλικες αθλητές, αφού όπως φάνηκε από την προηγούμενη μελέτη είναι πιθανό να συμπίπτει με τη μέγιστη ταχύτητα κολύμβησης στη διάρκεια της οποίας η συγκέντρωση γαλακτικού παραμένει σταθερή (maximal lactate steady-state ή MLSS). Μη στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κρίσιμης ταχύτητας και του MLSS προέκυψαν και από την έρευνα των Smith και Jones (2001) στην οποία συμμετείχαν 8 άνδρες και ασκήθηκαν σε εργοδιάδρομο. Στη συγκεκριμένη έρευνα η κρίσιμη ταχύτητα καθορίστηκε με 4 δοκιμασίες των 2-12min μέχρι εξάντλησης ενώ η MLSS καθορίστηκε από 4 ή 5 δοκιμασίες με 30 min διάρκεια με τέτοια ταχύτητα ώστε η αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού μεταξύ 10-30min να μην αυξάνει περισσότερο από 1mmol/l

Ωστόσο σύμφωνα την Dekerle (2006) στο άθλημα της κολύμβησης τα 30-45s που σταματά ο αθλητής για την αιμοληψία αρκούν για να ξεκουραστεί και να παραμείνει σταθερή η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα. Συνεχίζοντας αναφέρει ότι οι περισσότεροι συγγραφείς σήμερα συμφωνούν ότι η κρίσιμη ταχύτητα δεν μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς να επέλθει κόπωση. Συγκεκριμένα αναφέρει ότι οι κολυμβητές με δυσκολία μπορούν να κολυμπήσουν στην κρίσιμη ταχύτητα τους για 30-40min και καταλήγει στο ότι η κρίσιμη ταχύτητα στην κολύμβηση για τους ενήλικες είναι υψηλότερη από το MLSS και το αναερόβιο κατώφλι. Την άποψη αυτή ενισχύουν και τα ευρήματα της έρευνας των Brickley, Doust και Williams (2002) που πραγματοποιήθηκε σε εργοποδήλατο και κατέληξε στο ότι η κρίσιμη ταχύτητα δεν αποτελεί ένταση που μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλη διάρκεια καθώς με την πάροδο του χρόνου παρατηρήθηκε αύξηση στην πρόσληψη O₂, στη συγκέντρωση γαλακτικού και στην καρδιακή συχνότητα.

Παρομοίως η κρίσιμη ταχύτητα κορυφαίων ενήλικων τριαθλητών που προσδιορίστηκε από αποστάσεις 100 έως 1500 μέτρα βρέθηκε ότι είναι σημαντικά υψηλότερη από την ταχύτητα που αντιστοιχεί στο κατώφλι γαλακτικού (Martin et al., 2000). Σε πιο πρόσφατη μελέτη στο άθλημα τις κολύμβησης, όπου η κρίσιμη ταχύτητα υπολογίστηκε από το χρόνο εξάντλησης σε τέσσερις προσπάθειες με ένταση 95, 100, 105, 110% της ταχύτητας των 400m, βρέθηκε υψηλότερη από την ταχύτητα στο MLSS (Dekerle, Pelayo, Clipert, Depretz, Lefevre & Sidney, 2004). Φαίνεται επομένως να επικρατεί η άποψη ότι η κρίσιμη ταχύτητα στους ενήλικους αθλητές οριοθετεί το υψηλότερο σημείο έντονης άσκησης, είναι δηλαδή υψηλότερη από την ταχύτητα που αντιστοιχεί στο κατώφλι γαλακτικού (Taylor, 2001) και το MLSS (Dekerle et al., 2004). Παρόμοια συμπεράσματα προκύπτουν και από τη μελέτη σε άλλες μορφές άσκησης όπως στην ποδηλασία των Pringle και Jones (2002), όπου η κρίσιμη ταχύτητα βρέθηκε σημαντικά μεγαλύτερη από το MLSS.

Έτσι λοιπόν παρατηρούμε ότι η κρίσιμη ταχύτητα σε ενήλικες κολυμβητές είναι συνήθως υψηλότερη από τους δείκτες ικανότητας αντοχής με τους οποίους συγκρίνεται, αν και ακριβής σύγκριση των δεδομένων δεν μπορεί να γίνει καθώς η κρίσιμη ταχύτητα υπολογίζεται με διαφορετικούς τρόπους σε κάθε έρευνα. Χρησιμοποιούνται δηλαδή διαφορετικοί συνδυασμοί αποστάσεων σε κάθε μελέτη. Κάποιοι χρησιμοποιούν επιδόσεις αγώνων ή χρονομέτρηση στην προπόνηση, άλλοι χρονομετρούν τρεις ή μια απόσταση κάθε μέρα και αυτές οι παράμετροι υπολογίζονται με διαφορετικά πρωτόκολλα. Παρακάτω παραθέτεται πίνακας που απεικονίζει τις διαφορές της κρίσιμης ταχύτητας με επιλεγμένους δείκτες αξιολόγησης της ικανότητας αντοχής σε ενήλικες κολυμβητές (Πίνακας 1).

Ωστόσο δύναται οι μεταβολικές ανταποκρίσεις στην άσκηση να είναι διαφορετικές σε παιδιά και νεαρούς συγκριτικά με ενήλικες αθλητές και ειδικότερα κολυμβητές, διότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας των Beneke, Heck, Schwarz και Leithauser (1996) η MLSS εξαρτάται από την ηλικία των αθλητών. Επιπλέον η αναερόβια ικανότητα και η κρίσιμη ταχύτητα εξαρτώνται άμεσα από τη φυσική- σωματική ανάπτυξη των αθλητών (Silva, Diniz, Sakuma, Campbell & Simoes, 2000).

Από μελέτες, που πραγματοποιήθηκαν στο άθλημα της κολύμβησης είναι γνωστό ότι η ενεργοποίηση των ενεργειακών συστημάτων σε προσπάθειες μέγιστης έντασης διαφέρει στα παιδιά σε σχέση με ενήλικες κολυμβητές

(Takahashi et al., 1992) πιθανόν επειδή τα παιδιά εμφανίζουν διαφορετική κινητική του οξυγόνου (Fawkner & Armstrong, 2003). Επιπλέον παιδιά και νεαροί κολυμβητές δεν έχουν σταθερά τεχνικά χαρακτηριστικά στο βαθμό που συμβαίνει σε ενήλικες αθλητές (Toubekis et al.,2006).

Πίνακας 1. Συνοπτική απεικόνιση των διαφορών της κρίσιμης ταχύτητας (KT) με επιλεγμένους δείκτες αξιολόγησης της ικανότητας αντοχής. Σε παρενθέσεις αναφέρονται οι διαφορές μεταξύ της KT και του αντίστοιχου δείκτη μόνο εφόσον είναι στατιστικά σημαντικές.

Αναφορά	Ηλικ. (έτη)	Αποστάσεις Υπολογισμού KT	T30	LT	MLSS ή OBLA	V ₄
Wakayoshi et al., (1993)	19.4	200-400			Υ (2.3%)	
Fernandes et al., (2000)		100-400	Υ (2.4%)			ΔΔ
		200-800	ΔΔ			ΔΔ
		50-1500	ΔΔ			Υ (6.7%)
Wakayoshi et al., (1992)	19.3	50-100-200-400				-4%
Martin & Whyte (2000)	26	100 έως 1500		Υ (6.5%)		
Dekerle et al., (2002)	18.6	200-400	ΔΔ			
Rodriquez et al., (2003)	19.7	100-400				Υ (3.7%)
Χρονική διάρκεια των δοκιμασιών						
Dekerle et al., (2004)	20.4	96-429 s			Υ (4.4%)	
Wakayoshi et al., (1992a)	20.1	26 - 497 s				ΔΔ

Ηλ: Ηλικία, KT: κρίσιμη ταχύτητα, V₄: ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού 4 mmol/l, T30: ταχύτητα σε συνεχόμενη κολύμβηση 30 λεπτών, LT:κατώφλι γαλακτικού, MLSS: μέγιστη ταχύτητα που επιτυγχάνεται η μέγιστη σταθερή συγκέντρωση γαλακτικού, OBLA: ταχύτητα της αρχικής απότομης αύξησης της συγκέντρωσης γαλακτικού, ΔΔ: δεν διαφέρουν σημαντικά, Χ: χαμηλότερη, Υ:υψηλότερη

Στη μελέτη των Denadai et al. (2000), όπου εξετάστηκε κατά πόσο είναι δυνατή η εναλλακτική χρήση της κρίσιμης ταχύτητας για προπόνηση αντοχής σε νεαρούς κολυμβητές ηλικίας 10-12 ετών, βρέθηκε ότι η ταχύτητα αυτή είναι σημαντικά χαμηλότερη από την ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα 4mmol/l και δεν ενδείκνυται για προπόνηση αντοχής στην κολύμβηση. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξε και η μελέτη των Fernandes et al. (1999) οι οποίοι εξετάζοντας νεαρούς κολυμβητές και κολυμβήτριες ηλικίας 14-15 ετών, εντόπισαν διαφορές στην κρίσιμη ταχύτητα και στην ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol/l. Ωστόσο, η υψηλή σχέση μεταβλητών οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η κρίσιμη ταχύτητα που υπολογίστηκε από τις επιδόσεις σε αγώνες (αποστάσεις 50 έως 800m ελεύθερο) μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην προπόνηση αντοχής σε κολυμβητές αυτής της ηλικίας. Στη μελέτη των Fernandes et al. (1999) η κρίσιμη ταχύτητα ήταν ίδια με την ταχύτητα στο T30. Αντίθετα από τα ευρήματα των παραπάνω μελετών, όταν για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας χρησιμοποιήθηκαν οι αγωνιστικές επιδόσεις αποστάσεων 100 έως 400 η ακόμα και αποστάσεις 200 έως 800 μέτρων, η κρίσιμη ταχύτητα και η V_4 δεν διέφεραν (Fernandes et al., 2000). Πρέπει να σημειώσουμε όμως ότι η αξιοπιστία της χρήσης των αγωνιστικών επιδόσεων για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας δεν έχει ελεγχθεί και δεν έχει χρησιμοποιηθεί σε άλλες μορφές άσκησης.

Τέλος στη μελέτη των Toubekis et al. (2006) που εξετάστηκε το ενδεχόμενο χρήσης της κρίσιμης ταχύτητας ως εναλλακτικής μεθόδου αξιολόγησης της ικανότητας αντοχής νεαρών κολυμβητών τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ταχύτητα που υπολογίστηκε από αποστάσεις 50, 100, 200 και 400m δεν διέφερε από την ταχύτητα στο ατομικό αναερόβιο κατώφλι, ούτε και από την ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol/l.

Από τις παραπάνω μελέτες βέβαια δεν μπορεί να γίνει ακριβής σύγκριση των δεδομένων καθώς η κρίσιμη ταχύτητα υπολογίζεται με διαφορετικούς τρόπους σε κάθε μια από αυτές. Το ίδιο ισχύει και για τον υπολογισμό της ταχύτητας στο αναερόβιο κατώφλι ή της ταχύτητας που αντιστοιχεί σε 4mmol/l αφού και αυτές οι παράμετροι υπολογίζονται με διαφορετικά πρωτόκολλα. Ωστόσο εμφανίζεται υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης ικανότητας αντοχής.

Ανεξάρτητα από τη μεθοδολογία προσδιορισμού, στα παιδιά η κρίσιμη ταχύτητα είναι ίδια με την ταχύτητα στο κατώφλι γαλακτικού και χαμηλότερη από την συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol/l. Αυτό σημαίνει ότι το προπονητικό αποτέλεσμα με τη χρήση της κρίσιμης ταχύτητας σε μια σειρά επαναλήψεων για βελτίωση της αντοχής μπορεί να μην είναι ίδιο για παιδιά, νεαρούς ή ενήλικες κολυμβητές. Παρακάτω παραθέτεται πίνακας που απεικονίζει τις διαφορές της κρίσιμης ταχύτητας με επιλεγμένους δείκτες αξιολόγησης της ικανότητας αντοχής σε παιδιά και νεαρούς κολυμβητές. (Πίνακας 2).

Κρίσιμη ταχύτητα και προπόνηση

Είναι φανερό ότι παράγοντες όπως η σωματική ανάπτυξη και η ωρίμανση επηρεάζουν σημαντικά τις μεταβολικές ανταποκρίσεις των νεαρών αθλητών επομένως και η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να διαφοροποιηθεί ως αποτέλεσμα φυσικών παραγόντων. Ωστόσο εφόσον η κρίσιμη ταχύτητα είναι ένας δείκτης της ικανότητας αντοχής των κολυμβητών, τότε θα πρέπει να μεταβάλλεται με την προπόνηση. Η μελέτη των Reis και Alves (2006) έδειξε ότι οι δείκτες που καθορίζουν την κρίσιμη ταχύτητα βελτιώθηκαν ύστερα από 9 εβδομάδες αερόβιας προπόνησης και κυρίως η επίδοση στα 400m ελεύθερο, γεγονός που οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η κρίσιμη ταχύτητα επηρεάζεται από τις αλλαγές της απόδοσης των αθλητών που προκαλούνται από την αερόβια προπόνηση στους νεαρούς κολυμβητές. Στη μελέτη του Toussaint, Wakayoshi, Hollander και Ogita (1998) με βάση μαθηματικά μοντέλα που εκτιμούν το ενεργειακό κόστος στην διάρκεια κολύμβησης, βρέθηκε ότι μια μεταβολή της κρίσιμης ταχύτητας κατά 6% θα συμβεί όταν η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου αυξηθεί κατά 20%. Φαίνεται δηλαδή ότι υπάρχει κάποια σχέση σε ένα βασικό δείκτη της αντοχής όπως είναι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου και της κρίσιμης ταχύτητας. Ακόμα στη μελέτη των Toubekis et al. (2002) μετά από 14 εβδομάδες αερόβιας προπόνησης με ένταση στο 95-105% της κρίσιμης ταχύτητας, παρουσιάστηκε μη σημαντική βελτίωση στην κρίσιμη ταχύτητα κατά 3% ενώ η βελτίωση στην ταχύτητα που αντιστοιχεί στο κατώφλι γαλακτικού ήταν στατιστικά σημαντική και έφτασε το 8%. Παρά το γεγονός ότι η βελτίωση δεν ήταν ίδια στις δύο παραμέτρους, δεν παρατηρήθηκε σε αρχική και τελική μέτρηση διαφορά μεταξύ τους. Από αυτά τα αποτελέσματα φαίνεται ότι και η σχέση ταχύτητας – γαλακτικού που είναι ένας ακόμα δείκτης της ικανότητας αντοχής των κολυμβητών μεταβάλλεται παράλληλα με την κρίσιμη

ταχύτητα, ωστόσο, οι μεταβολικές ανταποκρίσεις είναι πιθανόν πιο ευαίσθητες σε μεταβολές στη διάρκεια της προπονητικής περιόδου.

Πίνακας 2. Συνοπτική απεικόνιση των διαφορών της κρίσιμης ταχύτητας (KT) με επιλεγμένους δείκτες αξιολόγησης της ικανότητας αντοχής σε παιδιά και εφήβους. Σε παρενθέσεις αναφέρονται οι διαφορές μεταξύ της KT και του αντίστοιχου δείκτη μόνο εφόσον είναι στατιστικά σημαντικές.

Αναφορά	Ηλικ. (έτη)	Αποστάσεις Υπολογισμού KT	T30	LT	MLSS ή OBLA	V ₄
Fernandes & Vilas-Boas (1999)	13.5-15.4	50 έως 1500	ΔΔ			X (5.2%)
Denadai et al., (2000)	10-Δεκ	50-100-200				X (9.2%)
Toubekis et al., 2005	12.9	50-100-200-400		ΔΔ		ΔΔ
		50-400		ΔΔ		ΔΔ
		100-400				X (2.6%)
		200-400				X (3.2%)
Reis & Alves (2006)	12.9	50-200-400			ΔΔ	ΔΔ
		200-400			Υ	
		2000			Υ	

Ηλ: Ηλικία, KT: κρίσιμη ταχύτητα, V₄: ταχύτητα που αντιστοιχεί σε συγκέντρωση γαλακτικού 4 mmol/l, T30: ταχύτητα σε συνεχόμενη κολύμβηση 30 λεπτών, LT:κατώφλι γαλακτικού, MLSS: μέγιστη ταχύτητα που επιτυγχάνεται η μέγιστη σταθερή συγκέντρωση γαλακτικού, OBLA: ταχύτητα της αρχικής απότομης αύξησης της συγκέντρωσης γαλακτικού, ΔΔ: δεν διαφέρουν σημαντικά, X: χαμηλότερη, Υ:υψηλότερη

Είναι πιθανό επίσης οι μεταβολικές προσαρμογές που επιτυγχάνονται στη διάρκεια της προπόνησης να μην είναι ικανές να βελτιώσουν την επίδοση σε μία αγωνιστική προσπάθεια εάν δεν συνοδεύονται από βελτίωση των τεχνικών ικανοτήτων. Η τεχνική ικανότητα στο άθλημα της κολύμβησης αφορά τη συχνότητα κίνησης και το μήκος χεριάς. Η ταχύτητα στην κολύμβηση είναι προϊόν της συχνότητας κίνησης και του μήκος χεριάς επομένως η αύξηση ή η μείωση της ταχύτητας οφείλεται στην αύξηση ή μείωση των δύο αυτών παραγόντων

(Wakayoshi, Acquisto, Cappaert, Troup, 1995). Οι έρευνες των Wakayoshi et al. (1995) και των Dekerle et al. (2004) αναφέρουν επίσης, ότι η βελτίωση των τεχνικών ικανοτήτων παίζει σημαντικό ρόλο στις μεταβολικές προσαρμογές των κολυμβητών. Καθώς η διατήρηση σταθερής ταχύτητας σε συνδυασμό με τη μείωση της συχνότητας κίνησης και αύξηση του μήκους χεριάς σημαίνει χαμηλότερο κόστος ενέργειας για τον κολυμβητή (Dekerle, Sidney, Hespel & Pelayo, 2002). Η έρευνα των Creco et al., (2006) έδειξε ακολούθως ότι η κρίσιμη ταχύτητα βρίσκεται σε άμεση σχέση με την αερόβια ικανότητα και την τεχνική δεξιότητα των κολυμβητών, καθώς η υψηλότερη κρίσιμη ταχύτητα σημαίνει καλύτερη αερόβια και τεχνική ικανότητα. Η πρακτική σημασία της έρευνας αυτής είναι μεγάλη γιατί οι προπονητές με τον καθορισμό της κρίσιμης ταχύτητας των κολυμβητών τους θα μπορούν να ελέγξουν και να εκτιμήσουν και την αερόβια και την τεχνική τους ικανότητά.

Έτσι λοιπόν, από τα παραπάνω, αλλά και από πιο πρόσφατα συμπεράσματα ερευνών (Dekerle, Pelayo, Sidney & Brickley 2006) μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η κρίσιμη ταχύτητα αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη για την αξιολόγηση της ικανότητας αντοχής των κολυμβητών.

Καθορισμός των εντάσεων προπόνησης με βάση την κρίσιμη ταχύτητα

Από τα ευρήματα των μελετών που αναφέρονται παραπάνω, φαίνεται ότι η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εναλλακτική λύση για τον προσδιορισμό του κατάλληλου ρυθμού στην προπόνηση αντοχής σε παιδιά και έφηβους κολυμβητές. Μπορεί ακόμα να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση της ικανότητας αντοχής των κολυμβητών σε όλες τις ηλικίες. Από τα αποτελέσματα των μελετών φαίνεται όμως ότι είναι πιθανό η κρίσιμη ταχύτητα από πλευράς έντασης να είναι υψηλότερη από την ταχύτητα που αντιστοιχεί στο κατώφλι γαλακτικού, αλλά ωστόσο, χαμηλότερα από την ταχύτητα που εμφανίζεται η μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου σε ενήλικες κολυμβητές (Dekerle et al., 2004), όπως φαίνεται στον Πίνακα 3. Δεν είναι βέβαιο ότι η κρίσιμη ταχύτητα εκφράζει την ίδια ένταση άσκησης σε παιδιά και έφηβους κολυμβητές. Στις μικρότερες ηλικίες είναι πιθανό ο διαχωρισμός μεταξύ των ταχυτήτων στο κατώφλι γαλακτικού, στην κρίσιμη ταχύτητα και σε συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα 4mmol/l να μην είναι τόσο ευδιάκριτος. Η διαδικασία προσδιορισμού της κρίσιμης ταχύτητας είναι απλή, δεν απαιτούνται αιματολογικοί δείκτες όπως σε

άλλες διαδικασίες και κατά συνέπεια το οικονομικό κόστος είναι ανύπαρκτο. Φαίνεται ότι μπορεί να προσδιοριστεί με διάφορους συνδυασμούς αποστάσεων και με επιδόσεις από την προπόνηση όπως και από αγώνες. Ωστόσο, η χρήση μόνο μικρών αποστάσεων (50 και 100m) δεν δίνει αξιόπιστη εκτίμηση της κρίσιμης ταχύτητας, και χρειάζεται ακόμα αρκετή μελέτη για να προσδιοριστεί ο κατάλληλος συνδυασμός αποστάσεων, για κάθε ηλικία, αγωνιστική ειδικευση και επίπεδο των κολυμβητών. Επιπλέον μελέτη χρειάζεται στις μεταβολικές ανταποκρίσεις στην κρίσιμη ταχύτητα με ποικίλα πρωτόκολλα προπόνησης για να επιβεβαιωθεί η δυνατότητα χρήσης της κρίσιμης ταχύτητας στην προπόνηση ενηλίκων κολυμβητών.

Συμπερασματικά, οι προπονητές θα πρέπει να εκτιμήσουν τη συμβολή της κρίσιμης ταχύτητας καθώς αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη για την αξιολόγηση της ικανότητας αντοχής και τεχνικής των κολυμβητών. Ωστόσο παρά του ότι πολλές μελέτες προσπάθησαν να προσδιορίσουν την ακριβή θέση της κρίσιμης ταχύτητας στο εύρος των εντάσεων που χρησιμοποιούνται για προπόνηση αντοχής, στις μικρότερες ηλικίες είναι πιθανό ο διαχωρισμός μεταξύ των ταχυτήτων στο κατώφλι γαλακτικού κρίσιμη ταχύτητα και συγκέντρωση γαλακτικού 4mmol/l να μην είναι τόσο ευδιάκριτος.

Πίνακας 3. Καθορισμός εντάσεων με τη χρήση της Κρίσιμης ταχύτητας σε ενήλικες κολυμβητές για αποστάσεις 200-400 m

ΚΡΙΣΙΜΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ	ΖΩΝΗ ΠΡΟΠΟΝΗΣΗΣ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΓΑΛΑΚΤΙΚΟΥ (MMOL/L)	ΠΡΟΣΛΗΨΗ ΟΞΥΓΟΝΟΥ
KT -2%	Ανοχή γαλακτικού	8-10	↑
KT	Υπερφορτωμένη αερόβια	6-8	↗
KT +2%	Κατώφλι γαλακτικού	3-5	→
KT +4%	Αερόβια προπόνηση - Αποκατάσταση	2-4	↘

KT-2%: ταχύτητα κολύμβησης 2% ταχύτερη από την κρίσιμη ταχύτητα, KT+2%: ταχύτητα κολύμβησης 2% μικρότερη από την κρίσιμη ταχύτητα, KT +4%: ταχύτητα κολύμβησης 4% μικρότερη από την κρίσιμη ταχύτητα.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν με ενυπόγραφη συγκατάθεση των γονέων τους 15 κολυμβητές, 7 έφηβοι (ηλικίας 16.0 ± 1.7 ετών, ύψους 1.77 ± 0.06 m και σωματικής μάζας 68.9 ± 5.4 kg) και 8 παιδιά (ηλικίας 11.5 ± 0.6 ετών, ύψους 1.49 ± 0.05 m και σωματικής μάζας 42.9 ± 5 kg). Το στάδιο της βιολογικής τους ωρίμανσης αξιολογήθηκε σύμφωνα με την ανάπτυξη της ηβικής τριχοφυΐας (Tanner & Whitehouse, 1976) από τον προπονητή τους. Όλοι οι κολυμβητές ήταν αθλητές του Πανιωνίου Γυμναστικού Συλλόγου Σμύρνης και είχαν προπονητική ηλικία τα παιδιά 4 ± 1 χρόνια και 6 ± 1 χρόνια οι νεαροί κολυμβητές. Η καθημερινή τους προπόνηση ήταν 3.000-3.500m για τα παιδιά και 4.500-5.500m για τους έφηβους.

Περιγραφή των οργάνων

Οι επιδόσεις των κολυμβητών χρονομετρήθηκαν με ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός. Ο προσδιορισμό της συγκέντρωσης γαλακτικού των κολυμβητών πραγματοποιήθηκε ενζυματικά με φωτόμετρο Dr.Lange M8. Η καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών καταγραφόταν συνεχώς με τηλεμετρία (Polar s610i). Κατά διαστήματα στη διάρκεια των δοκιμασιών οι συμμετέχοντες αθλητές καλούνταν να αξιολογήσουν τον αντιλαμβανόμενο βαθμό κόπωσής τους σύμφωνα με τη δεκάβαθμη κλίμακα Borg, (Borg, 1998).

Περιγραφή προκαταρτικών δοκιμασιών

Αρχικά έγινε καθορισμός της κρίσιμης ταχύτητας των κολυμβητών. Οι κολυμβητές χρονομετρήθηκαν σε αποστάσεις 50, 100, 200, 400m ελεύθερο με μέγιστη ένταση σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Wakayoshi et al.,(1992). Πριν από κάθε δοκιμασία οι νεαροί κολυμβητές πραγματοποίησαν πάντα την ίδια προθέρμανση κολυμπώντας απόσταση 1000–1200m (600m ελεύθερο, 200m μικτή ατομική, 8X50m ελεύθερο με σταδιακή αύξηση της ταχύτητας ανά 4X50m). Τα παιδιά κάλυψαν στην προθέρμανση 600–800m (300m ελεύθερο, 100m μικτή, 6X50m

ελεύθερο με σταδιακή αύξηση της ταχύτητας ανά 3X50m).

Η χρονομέτρηση για τον καθορισμό της κρίσιμης ταχύτητας πραγματοποιήθηκε σε τρεις ημέρες. Όλοι οι κολυμβητές χρονομετρήθηκαν με ισοσταθμισμένη σειρά στις αποστάσεις 50 & 400m ελεύθερο τη μία φορά, 100m ελεύθερο την δεύτερη φορά και στα 200m ελεύθερο την τρίτη φορά. Η αποκατάσταση ανάμεσα στα 50μ., 400m ελεύθερο ήταν τουλάχιστον 15 λεπτά. Η εκκίνηση για όλες τις δοκιμασίες έγινε σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς. Ο καθορισμός της κρίσιμης ταχύτητας έγινε σύμφωνα με το πρωτόκολλο των Wakayoshi et al.(1992).

Περιγραφή κύριας δοκιμασίας

Οι κολυμβητές εκτέλεσαν τέσσερις επαναλήψεις 400μ. (4X400m, έφηβοι) ή τέσσερις επαναλήψεις 300m (4X300m, παιδιά 11-12 ετών). Οι επαναλήψεις εκτελέστηκαν με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% (V95) και 100% (V100) της κρίσιμης ταχύτητας σε διαφορετικές ημέρες. Η σειρά εκτέλεσης των δοκιμασιών ήταν ισοσταθμισμένη, και οι δύο δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν με διαφορά μιας εβδομάδας μεταξύ τους. Οι μικροί σε ηλικία κολυμβητές εκτέλεσαν 4X300m και όχι 4X400m όπως οι έφηβοι. Η απόσταση των 300m είναι μια απόσταση πιο προσιτή στην ηλικία και στο επίπεδο τους καθώς μπορούν να διατηρήσουν την ίδια ταχύτητα, τεχνική και ρυθμό χωρίς να εμφανίσουν σημάδια κόπωσης. Η απόσταση αυτή ανταποκρίνεται στο βιολογικό και κινητικό επίπεδο ανάπτυξης των μικρών κολυμβητών, ενώ ολοκληρώθηκε στην ίδια περίπου χρονική διάρκεια που οι έφηβοι κολυμβητές διανύουν τα 400m.

Το διάλειμμα μεταξύ των επαναλήψεων ήταν σταθερό 35–45 sec. Λήψη δείγματος αίματος από τη ρόγα του δαχτύλου (10ml) για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης γαλακτικού έγινε στην ηρεμία και μετά από κάθε δοκιμασία. Η καρδιακή συχνότητα κατεγράφη στη διάρκεια κάθε δοκιμασίας με συχνότητα δειγματοληψίας ανά 5s με τηλεμετρία (Polar s610i). Για να παραμείνει σταθερό το Polar s610i στο σώμα των κολυμβητών κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας χρησιμοποιήθηκαν ζώνες-τιράντες. Τα δεδομένα της τηλεμετρίας αποθηκεύονταν με USB (υπέρυθρες) σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ύστερα από το πέρας της κάθε δοκιμασίας. Για τον υπολογισμό της συχνότητας κίνησης των χεριών (SF) χρονομετρήθηκαν 3 ολοκληρωμένοι κύκλοι χεριών στο τελευταίο 25 μέτρα κάθε διαδρομής 100m στα 400m και 300m. Στο τέλος κάθε επανάληψης οι

συμμετέχοντες αξιολογούσαν τον αντιλαμβανόμενο βαθμό κόπωσής τους σύμφωνα με τη δεκάβαθμη κλίμακα Borg, (RPE; Borg, 1998). Οι κολυμβητές 2 με 3 ημέρες πριν τη δοκιμασία εξοικειώνονταν με την ταχύτητα εκτέλεσης, ακολουθώντας το ρυθμό που τους έδινε ένας από τους βοηθούς που περπατούσε στην άκρη της πισίνας. Δύο ημέρες πριν από κάθε δοκιμασία όλοι οι κολυμβητές κατέγραψαν τη διατροφή και την προπόνηση τους με σκοπό να ακολουθήσουν το ίδιο διατροφολόγιο και την ίδια προπόνηση πριν από τη δεύτερη δοκιμασία. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε κλειστό κολυμβητήριο 50 μέτρων με θερμοκρασία νερού 26° C. Οι κολυμβητές προσέρχονταν στο χώρο του κολυμβητηρίου είκοσι λεπτά πριν τη δοκιμασία. Όλες οι μετρήσεις έγιναν την ίδια ώρα της ημέρας, από 18:00 – 20:00.

Στατιστική ανάλυση

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με τρεις παράγοντες από τους οποίους οι δύο επαναλαμβανόμενοι (ομάδες x συνθήκες x επαναλήψεις). Επαναλαμβανόμενοι παράγοντες ήταν οι συνθήκες (95 ή 100% της κρίσιμης ταχύτητας) και οι επαναλήψεις 300 ή 400 μέτρων (4 επίπεδα). Οι διαφορές μεταξύ των μέσων όρων εντοπίστηκαν με τον έλεγχο πολλαπλών συγκρίσεων Fisher. Για τον εντοπισμό διαφορών μεταξύ των ομάδων στην κρίσιμη ταχύτητα χρησιμοποιήθηκε t-test για ανεξάρτητα δείγματα. Τα δεδομένα παρουσιάζονται ως μέση τιμή $\pm$ SD και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε με $p < 0.05$.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κρίσιμη ταχύτητα και επιδόσεις στα 50, 100, 200, 400 μέτρα

Από την εφαρμογή του t-test για ανεξάρτητα δείγματα διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των έφηβων και των παιδιών κολυμβητών τόσο στην κρίσιμη ταχύτητα όσο στη βιολογική ηλικία και στην επίδοση στα 400μ. ελεύθερο. Η κρίσιμη ταχύτητα των εφήβων βρέθηκε υψηλότερη από εκείνη των παιδιών (1.34 ± 0.04 vs. 1.17 ± 0.04 m/s; $t_{(13)}=9,26$; $p<0.05$) και αντιστοιχούσε στο $96 \pm 0.7\%$ και $97 \pm 0.3\%$ σε σχέση με την καλύτερη επίδοση τους στα 400μ. ελεύθερο. Τα παιδιά ήταν στο 2.3 ± 0.5 και οι έφηβοι στο 4.4 ± 0.8 στάδιο της βιολογικής ωρίμανσης ($p<0.05$). Οι επιδόσεις των εφήβων και παιδιών στις αποστάσεις 50, 100, 200, 400 m από τις οποίες προέκυψε η ατομική κρίσιμη ταχύτητα εμφανίζονται στον Πίνακα 3. Στη διάρκεια των επαναλήψεων 400 ή 300 μέτρων, οι κολυμβητές αναπαρήγαγαν με επιτυχία τους χρόνους που είχαν οριστεί και αντιστοιχούσαν στο 95 ή στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας.

Συγκέντρωση γαλακτικού

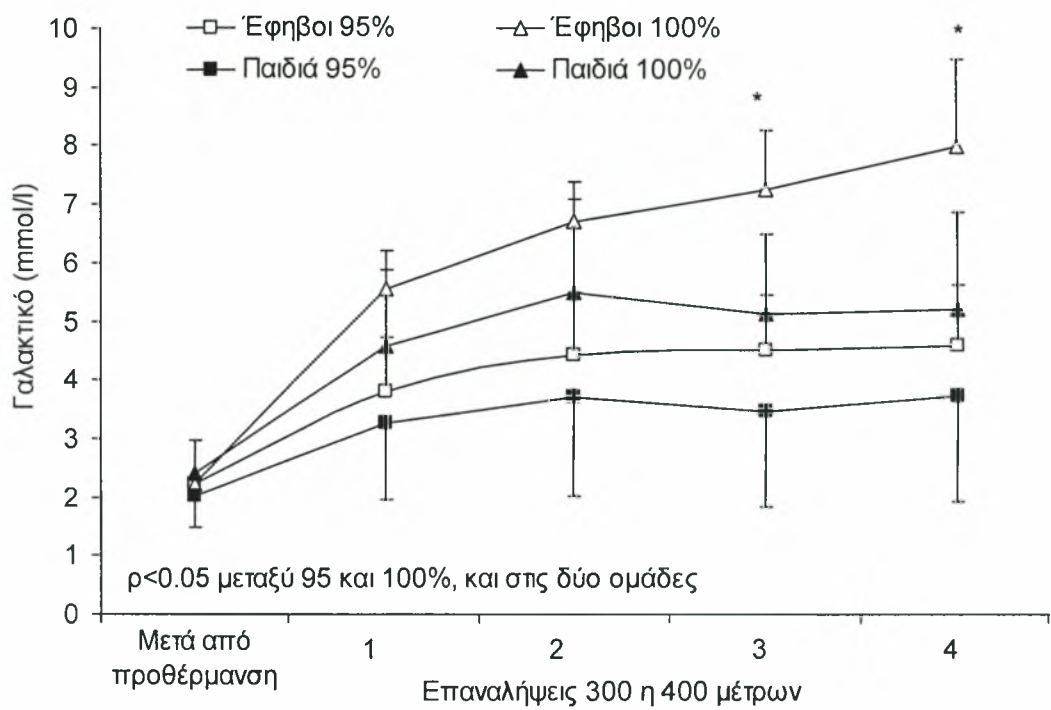
Μετά την εφαρμογή ανάλυσης διακύμανσης δεν εμφανίστηκε διαφορά μεταξύ των παιδιών και εφήβων στο σύνολο των συνθηκών και των επαναλήψεων ($F_{(1,13)}=4,13$; $p=0.58$) αλλά εμφανίστηκε σημαντική διαφορά στον παράγοντα συνθήκες (V100 vs. V95, $F_{(1,13)}=57.6$; $p<0.05$). Σημαντική αλληλεπίδραση εμφανίστηκε μεταξύ των παραγόντων της ανάλυσης (συνθήκες Χ επαναλήψεις Χ ομάδες, $F_{(4,52)}=3.42$, $p<0.05$). Από τον έλεγχο πολλαπλό συγκρίσεων (Tukey post-hoc) διαπιστώθηκε ότι η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα στους έφηβους κολυμβητές στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% (V100) της κρίσιμης ταχύτητας ήταν υψηλότερη σε σχέση με την κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% (V95) της κρίσιμης ταχύτητας (5.95 ± 0.95 vs. 3.91 ± 1.11 mmol/l, $F_{(1,13)}=57,6$; $p<0.05$). Οι έφηβοι κολυμβητές, στη διάρκεια της V100 δοκιμασίας εμφάνισαν αύξηση της συγκέντρωσης γαλακτικού μετά από την 3^η και 4^η επανάληψη σε σχέση με την 1^η επανάληψη των 400 μέτρων

(1^η:5.55±0.65 vs. 3^η:7.27±1.01 και 4^η: 8.02±1.47 mmol/l, F_(4,52)=50.4; p<0.05).
 Ωστόσο στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας παρέμεινε αμετάβλητη (1^ο:3.80±0.91, 2^ο:4.41±1.08, 3^ο:4.52±0.94, 4^ο:4.61±1.03 mmol/l, p>0.05).

Πίνακας 4. Επιδόσεις εφήβων και παιδιών σε κάθε απόσταση που χρονομετρήθηκε για τον προσδιορισμό της κρίσιμης ταχύτητας.

Έφηβοι					
α/α	Αποστάσεις (m)				Κρίσιμη Ταχύτητα
	50	100	200	400	m/s
Επιδόσεις (s)					
1	26.65	56.30	126.43	274.34	1.400
2	29.34	56.40	133.83	288.21	1.330
3	30.08	64.20	138.70	285.16	1.367
4	29.66	60.80	132.13	285.67	1.355
5	29.16	64.64	140.33	295.37	1.310
6	27.3	58.25	134.69	293.98	1.298
7	27.65	56.45	126.27	284.20	1.347
Μέση	28.54	63.29	133.19	286.70	1.343
Τιμή± SD					
Παιδιά					
Επιδόσεις (s)					
1	32.15	71.45	155.43	321.20	1.207
2	33.60	74	160.37	324.12	1.202
3	31.79	70.10	156.10	318.25	1.216
4	31.45	70.32	153.44	331.65	1.160
5	33.10	74.37	160.72	336.24	1.151
6	34.50	77.29	171.35	342.17	1.134
7	33.80	76.58	166.26	346.34	1.117
8	31.16	72.14	156.39	324.76	1.190
Μέση	32.69	73.28	160	330.59	1.172
Τιμή± SD					

Στα παιδιά δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα μεταξύ των συνθηκών V100 και V95 (4.56 ± 0.89 vs. 3.24 ± 1.00 ; $F_{(1,13)}=2.6$; $p>0,05$). Σε αυτή την ομάδα κολυμβητών, η συγκέντρωση γαλακτικού παρέμεινε αμετάβλητη μετά από κάθε επανάληψη των 300μ. ελεύθερο και στις δύο συνθήκες (V95; 1^η: 3.27 ± 1.31 , 2^η: 3.70 ± 1.67 , 3^η: 3.48 ± 1.64 , 4^η: 3.74 ± 1.82 mmol/l και V100; 1^η: 4.56 ± 1.32 , 2^η: 5.49 ± 1.89 , 3^η: 5.15 ± 1.35 , 4^η: 5.21 ± 1.68 mmol/l, $p>0.05$; Σχήμα 2).

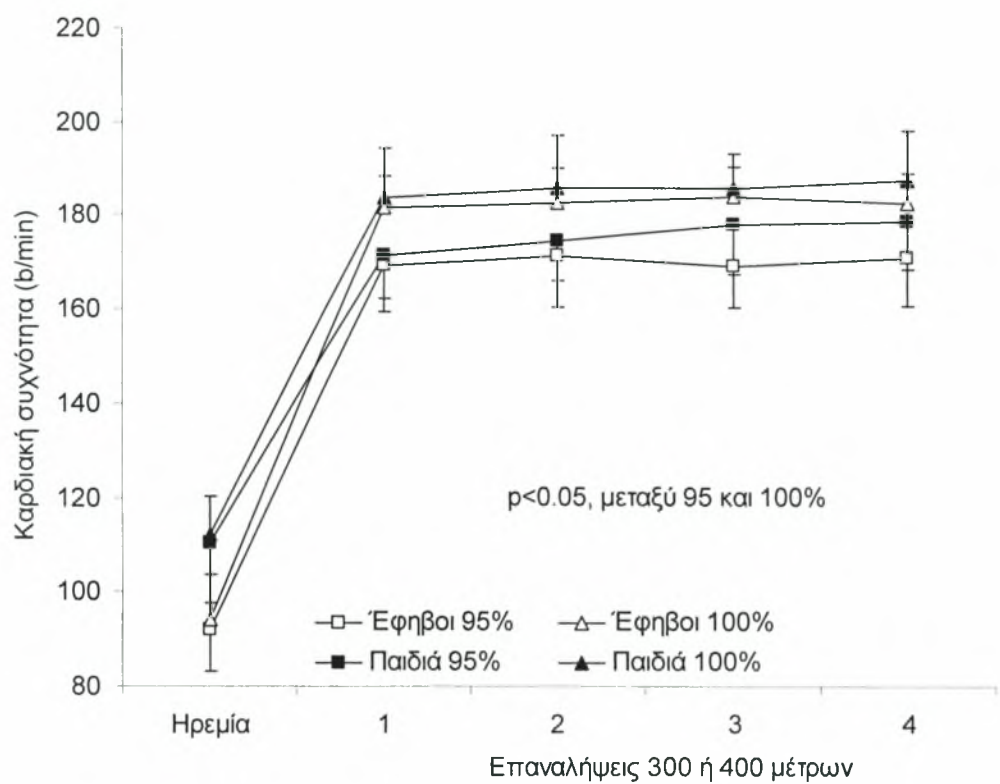


Σχήμα 2. Συγκέντρωση γαλακτικού κατά τη διάρκεια των 4X400μ. & 4X300μ. * $p<0.05$ συγκριτικά με την πρώτη επανάληψη 400μ. στους έφηβους (mean $\pm$ SD).

Καρδιακή συχνότητα

Δεν εμφανίστηκε στατιστικά σημαντική διαφορά στη καρδιακή συχνότητα μεταξύ των δύο ομάδων (έφηβοι: 181 ± 8 b/min, παιδιά: 176 ± 8 b/min; $F_{(1,13)}=1,02$; $p=0.33$). Η καρδιακή συχνότητα ήταν αυξημένη στη V100 συγκριτικά με την V95 συνθήκη ανεξάρτητα ομάδων (V100: 184 ± 8 b/min, V95: 173 ± 9 b/min ; $F_{(1,13)}=67$; $p<0.05$). Η διαφορά της καρδιακής συχνότητας μεταξύ V100 και V95 ήταν σημαντική σε κάθε επανάληψη και στις δύο ομάδες (V100, 1^η: 183 ± 9 , 2^η: 184 ± 9 , 3^η: 185 ± 7 , 4^η: 185 ± 9 b/min; V95, 1^η: 170 ± 9 , 2^η: 173 ± 10 , 3^η: 174 ± 10 , 4^η: 175 ± 10

b/min; $F_{(3,39)}=0.43$; $p<0.05$). Δεν παρατηρήθηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των ομάδων στις διαφορετικές συνθήκες και στη διάρκεια των επαναλήψεων 300 ή 400 μέτρων ($F_{(3,39)}=0.44$, $p>0.05$; Σχήμα 3).



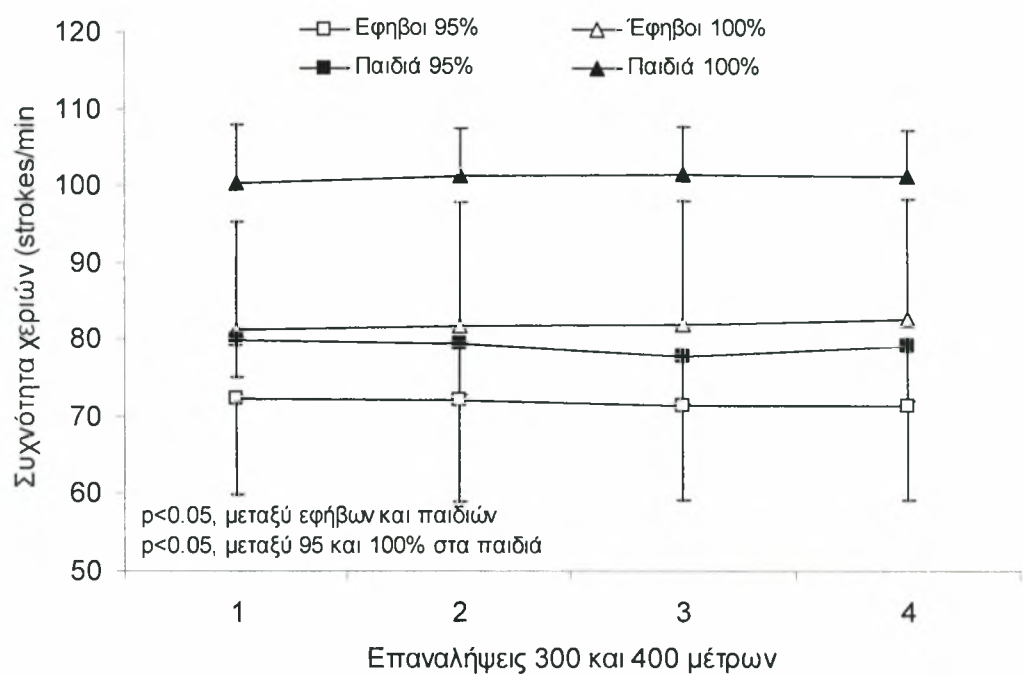
Σχήμα 3. Καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια των 4X400μ. & 4X300μ. (mean±SD).

Συχνότητα χεριών και μήκος χεριάς

Η συχνότητα χεριών ήταν αυξημένη στα παιδιά σε σχέση με τους έφηβους κολυμβητές (90 ± 13 vs. 77 ± 14 str/min, $F_{(1,13)}=7,4$; $p<0.05$) και οι δύο ομάδες παρουσίασαν υψηλότερη συχνότητα χεριών στη δοκιμασία με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε σχέση με την κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας ($V100:91\pm11$, $V95:75\pm9$ str/min, $F_{(1,13)}=48$, $p<0.05$). Ωστόσο, αυτή η αύξηση ήταν στατιστικά σημαντική για τα παιδιά και όχι για τους έφηβους κολυμβητές (παιδιά $V95:79\pm6$ vs. $V100:101\pm6$ str/min, $p<0.05$; έφηβοι $V95:72\pm10$ vs. $V100:82\pm11$ str/min, $p>0.05$; συνθήκες Χ ομάδες: $F_{(1,13)}=6,6$, Σχήμα 4).

Το μήκος χεριάς εμφανίστηκε μειωμένο στα παιδιά σε σχέση με τους έφηβους ανεξάρτητα των συνθηκών (παιδιά: 0.77 ± 0.11 , έφηβοι: 1.06 ± 0.10

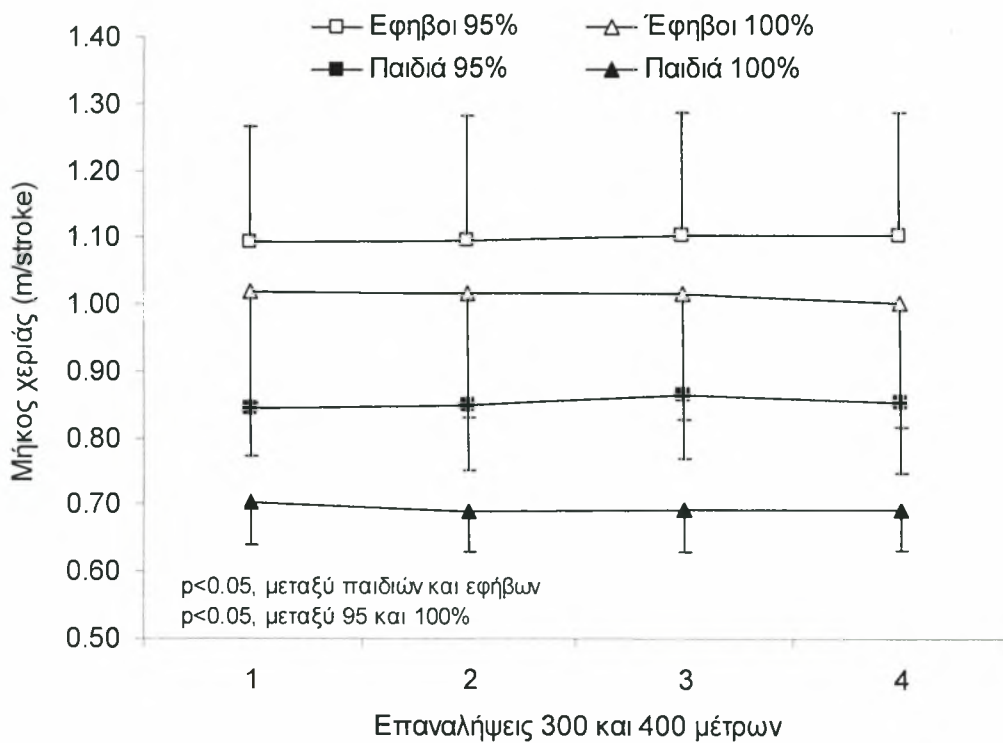
m/stroke; $F_{(1,13)}=20.6$; $p<0.05$) και αυξημένο στη V95 συγκριτικά με τη V100 συνθήκη ανεξάρτητα ομάδων (V95:0.98±0.13 έναντι V100:0.85±0.12 m/stroke; $F_{(1,13)}=14.6$; $p<0.05$). Δεν εμφανίστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων στο μήκος χειριάς ($p>0.05$, Σχήμα 5).



Σχήμα 4. Η συχνότητα χειρών σε παιδιά και έφηβους στις επαναλήψεις 300 και 400 μέτρων (mean±SD).

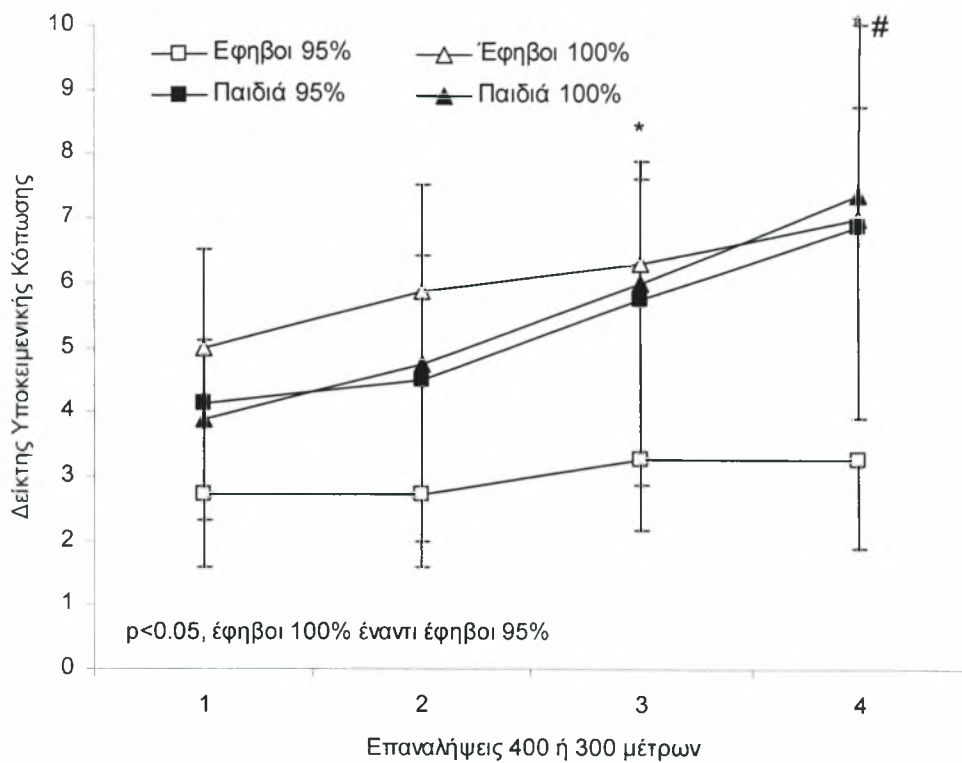
Δείκτης υποκειμενικής κόπωσης

Παιδιά και έφηβοι δεν εμφάνισαν διαφορές στην αντίληψη της υποκειμενικής κόπωσης συνολικά ($F_{(1,13)}=1.4$, $p=0.26$). Ωστόσο, εμφανίστηκε διαφορά μεταξύ των συνθηκών ανεξάρτητα ομάδων (V100:5.8±1.5 έναντι V95:4.2±1.9; $F_{(1,13)}=11.9$, $p<0.05$) και σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ συνθηκών και ομάδων ($F_{(1,13)}=9.31$, $p<0.05$). Η ανάλυση της αλληλεπίδρασης έδειξε ότι η διαφορά μεταξύ των συνθηκών εντοπίζεται στην ομάδα των εφήβων αλλά όχι των παιδιών (έφηβοι, V100: 6.0±1.5, V95:3.0±2.0, $p<0.05$; παιδιά, V100:5.5±1.4, V95:5.3±2.0, $p>0.05$).



Σχήμα 5. Το μήκος χεριάς των παιδιών και εφήβων στις επαναλήψεις 300 ή 400 μέτρων (mean±SD).

Ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης των εφήβων αυξήθηκε σημαντικά στη διάρκεια των επαναλήψεων ανεξάρτητα από τις συνθήκες (1^η:3.9±1.1 έναντι 4^η:5.1±1.9, $p < 0.05$). Στα παιδιά η αύξηση ήταν σημαντική μετά την τρίτη και τέταρτη επανάληψη 300 μέτρων συγκριτικά με την πρώτη επανάληψη (1^η:4.0±1.2, 3^η:5.9±1.5, 4^η:7.1±1.9, $p < 0.05$). Δεν εμφανίστηκε αλληλεπίδραση μεταξύ ομάδων και συνθηκών στις επαναλήψεις ($F_{(3,39)}=1.8$, $p=0.16$, Σχήμα 6).



Σχήμα 6. Ο δείκτης υποκειμενικής κόπωσης παιδιών και εφήβων σε προσπάθειες 300 και 400 μέτρων με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95 ή 100% της κρίσιμης ταχύτητας. * $p < 0.05$ συγκριτικά με την πρώτη προσπάθεια στα παιδιά. # $p < 0.05$ συγκριτικά με την πρώτη προσπάθεια στους έφηβους (mean $\pm$ SD).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει τις διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα και στις καρδιακές ανταποκρίσεις στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% και 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε κολυμβητές ηλικίας 11-12 ετών συγκριτικά με έφηβους κολυμβητές.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι κατά την κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας η συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα ήταν υψηλότερη σε σχέση με την κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας και στις δύο ομάδες. Πιο συγκεκριμένα στους έφηβους κολυμβητές παρατηρήθηκε άνοδος στη συγκέντρωση γαλακτικού μετά τη 2^η επανάληψη 400m σε αντίθεση με τα παιδιά που δεν παρατηρήθηκαν διαφορές σε κάθε επανάληψη 300m κατά την κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας. Ωστόσο στη δοκιμασία που αντιστοιχούσε σε ταχύτητα στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας δεν παρατηρήθηκε άνοδος στη συγκέντρωση γαλακτικού σε καμία από τις δύο ομάδες.

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα είναι μία ευρέως διαδεδομένη μέθοδος και χρησιμοποιείται ως αιματολογικός δείκτης των μεταβολικών ανταποκρίσεων κατά τη διάρκεια της άσκησης. Αντιπροσωπεύει τη διαφορά της απελευθέρωσης γαλακτικού στο αίμα και της απομάκρυνσής του από την κυκλοφορία χωρίς όμως να μας δίνει επαρκείς πληροφορίες για το επίπεδο γαλακτικού στο μυϊκό κύτταρο. Σύμφωνα με τους Smith et al. (2002) θα πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στους παράγοντες που επηρεάζουν τη συγκέντρωση γαλακτικού στο αίμα και οι οποίοι είναι η διατροφή του αθλητή και οι περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. υποξία / υψόμετρο ή υψηλή θερμοκρασία / υγρασία) για το λόγο αυτό στην παρούσα έρευνα δύο ημέρες πριν από κάθε δοκιμασία όλοι οι κολυμβητές κατέγραψαν τη διατροφή τους με σκοπό να ακολουθήσουν την ίδια δίαιτα και πριν από τη δεύτερη δοκιμασία. Η αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα, που παρατηρήθηκε μόνο στους έφηβους κολυμβητές μπορεί να αποδοθεί σε δύο παράγοντες. Αρχικά στον αναερόβιο

μηχανισμός παραγωγής ενέργειας, ο οποίος εκφράζεται από την αύξηση της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα και είναι υψηλότερος στους νέους από ότι στα παιδιά όταν κολυμπούν με την ίδια ταχύτητα (Takahashi et al., 1992). Επιπλέον ο ρυθμός απομάκρυνσης του γαλακτικού μπορεί να είναι διαφορετικός στις δύο ομάδες.

Όπως είδαμε και παραπάνω, κατά την αναπτυξιακή ηλικία η αναερόβια ικανότητα παρουσιάζει δυσμενέστερες προϋποθέσεις ανάπτυξης από ότι η αερόβια ικανότητα, αφού τα αποθέματα φωσφορικών ενώσεων και γλυκολυτικών ενζύμων στα μυϊκά κύτταρα είναι χαμηλότερα και παρατηρείται γρηγορότερος ρυθμός ανασύνθεσης φωσφοκρεατίνης (PCr) και αποτελεσματικότερη ρύθμιση οξεοβασικών διαταραχών μετά από μέγιστη προσπάθεια στα παιδιά. Επίσης η αναερόβια γλυκόλυση (ικανότητα παραγωγής γαλακτικού οξέος) κατά την αναπτυξιακή ηλικία παρεμποδίζεται λόγω της μικρότερης δραστηριότητας του ενζύμου φωσφοφρουκτοκινάση (PFK), (Matos et al., 2007).

Πρόσφατη έρευνα μάλιστα των Berthoin et al., (2003) έδειξε ότι ο ρυθμός απομάκρυνσης του γαλακτικού στα παιδιά και σε ενήλικες δεν είναι ο ίδιος κατά τη διάρκεια άσκησης με μέγιστη ένταση. Ωστόσο η κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας δεν είναι μέγιστης έντασης, εφόσον είναι μικρότερη από τη μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου σύμφωνα με τους Dekerle, Lefevre, Nesi, Depretz, Sidney, Marchand και Pelayo (2005). Ένα άλλο γεγονός που θα μπορούσε να εξηγήσει τη διαφορά στο ρυθμό απομάκρυνσης του γαλακτικού από το αίμα μεταξύ των δύο ομάδων ήταν τα διαλείμματα μεταξύ των επαναλήψεων. Το διάλειμμα όμως των 30 – 45s μεταξύ των επαναλήψεων των 400m για τους έφηβους και των 300m για τα παιδιά ήταν το ίδιο και για τις 2 ομάδες. Ακόμα και αν δεχτούμε, ότι μεταξύ των ομάδων υπήρχε διαφορετικός ρυθμός απομάκρυνσης του γαλακτικού από το αίμα, είναι αδύνατον να παρατηρήθηκε μικρότερη συγκέντρωση γαλακτικού στα παιδιά σε σχέση με τους έφηβους εξαιτίας μιας τόσο μικρής περιόδου αποκατάστασης.

Η προπονητική ηλικία των αθλητών είναι πολύ πιθανό να έδινε την εξήγηση του φαινομένου αυτού, τη διαφορά δηλαδή στο ρυθμό απομάκρυνσης του γαλακτικού από το αίμα μεταξύ των δύο ομάδων. Τα παιδιά παρακολουθούν μόνο 2 χρόνια την αγωνιστική προπόνηση. Αυτό σημαίνει ότι οι μικροί σε ηλικία κολυμβητές έχουν μικρή προπονητική εμπειρία και επομένως δεν έχουν το κατάλληλο φυσιολογικό υπόβαθρο (προσαρμογές) για να πραγματοποιήσουν

μια τέτοια δοκιμασία. Η μικρή προπονητική ηλικία των παιδιών συνοδεύεται και από τη μειωμένη τεχνική τους ικανότητα, γεγονός που επηρεάζει τις μεταβολικές προσαρμογές. Οι έρευνες των Wakayoshi et al.(1995) και των Dekerle, Baron, Dupont, Vanvelcenader και Pelayo (2004) επιβεβαίωσαν το γεγονός, ότι η βελτίωση των τεχνικών ικανοτήτων παίζει σημαντικό ρόλο στις μεταβολικές προσαρμογές των κολυμβητών. Η βελτίωση της τεχνική ικανότητας των κολυμβητών συμβάλλει στη δομική οικονομία, επιτρέπει δηλαδή στον αθλητή να κολυμπά περισσότερη ώρα με μια συγκεκριμένη ταχύτητα λόγω της μειωμένης κατανάλωσης οξυγόνου. Επιπρόσθετα η έρευνα των Greco et al. (2006) έδειξε ότι η κρίσιμη ταχύτητα βρίσκεται σε άμεση σχέση με την αερόβια και την τεχνική ικανότητα των κολυμβητών, καθώς υψηλότερη κρίσιμη ταχύτητα σημαίνει καλύτερη αερόβια και της τεχνική ικανότητα του κολυμβητή.

Σύμφωνα λοιπόν με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας μπορούμε να πούμε ότι για τους έφηβους κολυμβητές η κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμη ταχύτητα αποτελεί εξαιρετικά έντονη άσκηση, λόγω της αυξημένης συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα. Ενώ για τα παιδιά μπορούμε να πούμε ότι η κολύμβηση με αντίστοιχη ταχύτητα αποτελεί μέτριας έντασης άσκηση, λόγω της σταθερής συγκέντρωσης γαλακτικού στο αίμα τους.

Αν και τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών, όπου η κρίσιμη ταχύτητα αντιπροσωπεύει ένταση άσκησης υψηλότερη από την ταχύτητα όπου η συγκέντρωση γαλακτικού παραμένει σταθερή (maximal lactate steady-state ή MLSS) για τους ενήλικους κολυμβητές (Deklerle et al.,2005), ωστόσο δεν μπορεί να γίνει ακριβής σύγκριση των δεδομένων της παρούσας έρευνας με τις άλλες μελέτες, διότι η κρίσιμη ταχύτητα υπολογίζεται με διαφορετικούς τρόπους σε κάθε μία από αυτές. Οι διαδικασίες που ακολουθήθηκαν δεν μας επιτρέπουν να υποστηρίξουμε με βεβαιότητα, ότι η κρίσιμη ταχύτητα εκφράζει άσκηση διαφορετικής έντασης σε παιδιά και έφηβους κολυμβητές.

Σε κάθε μελέτη χρησιμοποιούνται διαφορετικοί συνδυασμοί αποστάσεων. Κάποιοι χρησιμοποιούν επιδόσεις αγώνων ή χρονομέτρηση στην προπόνηση, άλλοι χρονομετρούν δύο ή μία απόσταση κάθε ημέρα. Για παράδειγμα στην έρευνα των Deklerle et al. (2005) η διάρκεια των δοκιμασιών ήταν 1.4 έως 7.1min ενώ στην παρούσα έρευνα η διάρκεια ήταν 27s έως 5.6 min. Η μικρότερη διάρκεια των δοκιμασιών της παρούσας μελέτης μπορεί να οδήγησε στην

υπερεκτίμηση της κρίσιμης ταχύτητας. Κατά συνέπεια στην περίπτωση που η κρίσιμη ταχύτητα υπερεκτιμήθηκε με τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε πιθανό να οδήγησε σε αυξημένες μεταβολικές ανταποκρίσεις στους έφηβους κολυμβητές. Επίσης είδαμε σε προηγούμενες μελέτες, ότι η κρίσιμη ταχύτητα στα παιδιά μπορεί να αντιστοιχεί σε ένταση ίση με το κατώφλι γαλακτικού (Toubekis et al., 2006) ενώ στην έρευνα των Martin et al. (2000) που πραγματοποιήθηκε σε ενήλικους τριαθλητές στο άθλημα της κολύμβησης βρέθηκε ότι η κρίσιμη ταχύτητα είναι σημαντικά υψηλότερη από την ταχύτητα που αντιστοιχεί στο κατώφλι γαλακτικού. Παρατηρώντας λοιπόν τα παραπάνω, θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι διαφορετικές μεταβολικές ανταποκρίσεις δηλώνουν, ότι η κρίσιμη ταχύτητα εκφράζει διαφορετικές περιοχές έντασης άσκησης για τους νέους και τα παιδιά κολυμβητές.

Παρόλο λοιπόν που παρατηρούμε διαφορετικές μεταβολικές ανταποκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων, δεν βλέπουμε να συμβαίνει κάτι ανάλογο και με την καρδιακή συχνότητα των κολυμβητών στις 2 δοκιμασίες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας η καρδιακή συχνότητα αυξήθηκε και στις 2 ομάδες το ίδιο και στη δοκιμασία με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας και στη δοκιμασία με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας. Οι τιμές που προκύπτουν από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης είναι όμοιες με αυτές που αντιστοιχούν σε ένταση 95% της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας, όπως προέκυψαν από τη μελέτη Deklere, Pelayo et al. (2005), έντασης δηλαδή υψηλότερης από αυτή που αντιστοιχεί σε ταχύτητα όπου η συγκέντρωση γαλακτικού παραμένει σταθερή (maximal lactate steady-state ή MLSS) (88% της μέγιστης αερόβιας ταχύτητας). Όπως φαίνεται, η καρδιακή συχνότητα κατά τη διάρκεια της δοκιμασίας με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας (169-179 b/min) είναι παρόμοια με αυτή όπου η συγκέντρωση γαλακτικού παραμένει σταθερή (maximal lactate steady-state ή MLSS) (179 b/min), (Deklere, Pelayo et al. 2005). Επομένως οι ίδιες τιμές καρδιακής συχνότητας αντιστοιχούν σε διαφορετικές μεταβολικές ανταποκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων, άρα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά σε άσκηση ίδιας σχετικής έντασης είναι πιθανό να ενεργοποιούν τους ενεργειακούς μηχανισμούς σε διαφορετικό βαθμό.

Η συχνότητα χεριάς στη δοκιμασία με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας συγκριτικά με τη δοκιμασία στο 95% αυξήθηκε ενώ το μήκος

χεριάς κατά τη διάρκεια και των δύο δοκιμασιών μειώθηκε και στις δύο ομάδες. Αντίθετα με τη μελέτη των Dekerle, Nesi, Lefevre, Depretz, Sidney & Huot Marchand, (2005) στην παρούσα έρευνα δεν παρατηρήθηκε μείωση στο μήκος χεριάς των κολυμβητών και στις δύο ομάδες κατά τη διάρκεια των επαναλήψεων των 400 και 300μ., το γεγονός αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στα διαλείμματα μεταξύ των επαναλήψεων, όπου δινόταν στους κολυμβητές η δυνατότητα να ξεκουραστούν και να διατηρήσουν την απόδοση τους σταθερή.

Από τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής λοιπόν παρατηρούμε ότι η κολύμβηση στην κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να προκαλέσει αύξηση στη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα στους έφηβους κολυμβητές και όχι στα παιδιά γεγονός που μπορεί να αποδοθεί κυρίως στους διαφορετικούς ενεργειακούς μηχανισμούς τους. Η καρδιακή συχνότητα και στις δύο ομάδες ήταν υψηλότερη στην κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας. Η συχνότητα χεριάς τέλος αυξήθηκε ενώ το μήκος χεριάς μειώθηκε στη δοκιμασία στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας και στις δύο ομάδες.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η κολύμβηση με ταχύτητα που αντιστοιχεί στην κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να προκαλέσει σταδιακή αύξηση στη συγκέντρωση του γαλακτικού στο αίμα. Το γεγονός ότι η σταδιακή αυτή αύξηση, της συγκέντρωσης του γαλακτικού στο αίμα, παρατηρήθηκε μόνο στους έφηβους κολυμβητές και όχι στα παιδιά μπορεί να αποδοθεί αρχικά στη διαφορετική ενεργοποίηση των ενεργειακών μηχανισμών σε διάφορες ηλικίες. Επιπλέον μπορεί να αποδοθεί και στη διαφορά που υπάρχει στο ρυθμό απομάκρυνσης του γαλακτικού από το αίμα μεταξύ των παιδιών και των έφηβων ή τέλος στη διαφορετική προπονητική ηλικία των αθλητών. Είναι πιθανό η μικρή προπονητική ηλικία των παιδιών να συνοδεύεται και από τη μειωμένη τεχνική τους ικανότητα, γεγονός που επηρεάζει τις μεταβολικές τους ανταποκρίσεις.

Οι προπονητές επομένως θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί διότι το βιολογικό αποτέλεσμα της χρήσης της κρίσιμης ταχύτητας στην προπόνηση για τη βελτίωση της αντοχής δεν είναι το ίδιο για τα παιδιά και για τους έφηβους κολυμβητές, καθώς οι μεταβολικές ανταποκρίσεις τους διαφέρουν. Αυτό σημαίνει ότι ο σχεδιασμός των προγραμμάτων αντοχής σε παιδιά και σε έφηβους κολυμβητές θα πρέπει να είναι διαφορετικός.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Η παρούσα έρευνα εξέτασε τη συγκέντρωση γαλακτικού και τις καρδιακές ανταποκρίσεις στο 95% και 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε παιδιά και έφηβους κολυμβητές και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι, οι ίδιες τιμές καρδιακής συχνότητας αντιστοιχούν σε διαφορετικές μεταβολικές ανταποκρίσεις μεταξύ των δύο ομάδων. Για αυτό το λόγο, δεν είναι βέβαιο ότι η κρίσιμη ταχύτητα εκφράζει την ίδια ένταση άσκησης σε παιδιά και νεαρούς κολυμβητές. Παρόλα αυτά όμως η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εναλλακτική λύση για τον προσδιορισμό του κατάλληλου ρυθμού στην προπόνηση αντοχής σε παιδιά και έφηβους κολυμβητές. Ακόμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση της ικανότητας αντοχής των κολυμβητών σε όλες τις ηλικίες.

Ωστόσο η συμβολή της κρίσιμης ταχύτητας στην αερόβια προπόνηση είναι μεγάλη καθώς εξυπηρετεί στο σχεδιασμό προγραμμάτων συνεχόμενης και διαλειμματικής προπόνησης. Ο σχεδιασμός των προγραμμάτων με βάση την κρίσιμη ταχύτητα προκαλεί αύξηση της παραγωγής γαλακτικού και οδηγεί σε συσσώρευση H^+ το οποίο εξουδετερώνεται σε διαφορετικά κύτταρα του σώματος σύμφωνα με την Dekerle (2006). Η μελέτη των Billat, Slawinsky, Bosquet, Chassaing, Demarle και Koralssztein (2001) έδειξε ότι μια περίοδος διαλειμματικής προπόνησης μικρής διάρκειας επέφερε βελτίωση όχι μόνο στην αερόβια ικανότητα και αντοχή αλλά και στην αναερόβια.

Έτσι λοιπόν για παράδειγμα, ένα σετ διαλειμματικής προπόνησης μεγάλης διάρκειας που θα μπορούσαν να εφαρμόσουν οι προπονητές στους έφηβους αθλητές τους είναι 6-8Χ400μ. κολύμβηση στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας με 30-40s διάλειμμα καθώς έτσι η συγκέντρωση γαλακτικού παραμένει σταθερή (3-4mmol/l) και 4-6Χ400μ. κολύμβηση στο 98% της κρίσιμης ταχύτητας με 30-40s διάλειμμα για μεγαλύτερη επιβάρυνση. Ένα προτεινόμενο σετ διαλειμματικής προπόνησης μεγάλης διάρκειας για τα παιδιά θα μπορούσε να περιλαμβάνει 4-6Χ300μ. στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας.

Οι προπονητές τέλος θα πρέπει να εκτιμήσουν τη συμβολή της κρίσιμης ταχύτητας καθώς αποτελεί έναν αξιόπιστο δείκτη για την αξιολόγηση της

ικανότητας αντοχής και τεχνικής των κολυμβητών. Επιπλέον θα πρέπει να εκτιμήσουν τη συμβολή της στη διαλειμματική προπόνηση καθώς βελτιώνει τις αερόβιες και αναερόβιες δυνατότητες του οργανισμού των κολυμβητών. Άξιο προσοχής ωστόσο είναι το γεγονός ότι ακόμα δεν έχει προσδιοριστεί η ακριβής θέση της κρίσιμης ταχύτητας στο εύρος των εντάσεων της προπόνησης αντοχής.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Η παρούσα έρευνα ασχολήθηκε με τη συγκέντρωση γαλακτικού και τις καρδιακές ανταποκρίσεις στο άθλημα της κολύμβησης και για ένταση που αντιστοιχεί στο 95% και 100% της κρίσιμης ταχύτητας σε παιδιά και έφηβους κολυμβητές. Ωστόσο υπάρχουν ακόμα πολλά αναπάντητα ερωτήματα σχετικά με την κρίσιμη ταχύτητα και τις μεταβολικές ανταποκρίσεις των παιδιών που ασχολούνται με τον αθλητισμό. Η ίδια έρευνα θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί και για να εντοπιστούν οι διαφορές στη συγκέντρωση γαλακτικού και τις καρδιακές ανταποκρίσεις στο 95%, 100% και 110% της κρίσιμης ταχύτητας σε παιδιά, έφηβους και ενήλικους κολυμβητές, όπως και οι διαφορές μεταξύ των δύο φύλων και σε σειρές επαναλήψεων με διαφορετικές αποστάσεις.

Επιπρόσθετα καλό θα ήταν, να γίνει έλεγχος να βρεθεί η πιο αξιόπιστη μέθοδος για την εκτίμηση της κρίσιμης ταχύτητας για να προσδιοριστεί ο κατάλληλος συνδυασμός αποστάσεων, για κάθε ηλικία, αγωνιστική ειδικευση και επίπεδο των κολυμβητών. Θα πρέπει να εκτιμηθούν οι μεταβολικές ανταποκρίσεις στην κρίσιμη ταχύτητα με ποικίλα πρωτόκολλα, για να επιβεβαιωθεί η δυνατότητα χρήσης της στην προπόνηση των κολυμβητών.

Περαιτέρω έρευνες θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν για να εντοπιστεί η ακριβής θέση της κρίσιμης ταχύτητας στο εύρος των εντάσεων που χρησιμοποιούνται για προπόνηση αντοχής. Όπως επίσης και για τα αποτελέσματα της κρίσιμης ταχύτητας σε μια σειρά επαναλήψεων για τη βελτίωση της αντοχής αν είναι ίδια στα παιδιά, στους έφηβους και στους ενήλικους κολυμβητές. Τέλος θα μπορούσε να εκτιμηθεί η χρήση της κρίσιμης ταχύτητας στην προπόνηση κατά τη διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου για τους νεαρούς σε ηλικία κολυμβητές.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amstrong, N. & Welsman J. (2000) Young people and physical activity. Oxford University Press, Oxford, 1-369.
- Avlonitou E. (1996). Maximal lactate values following competition performance varying according to age, sex and swimming style. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 36, 24-30.
- Baquet G., Van-Praagh & Berthoin S. (2003). Endurance training and aerobic fitness in young people. *Sports Medicine* 33, 1127-1143.
- Baxter-Jones A.D.G. & Helms P.J. (1996). Effects of training at young age: review of the training of young athletes (TOYA) study. *Pediatrics Exercise Science*, 8, 310-327.
- Baxter-Jones A. & Mundi C.,(2007). The young athlete. In: *Pediatric Exercise Physiology – Advances in sport and exercise science series*. (Ed.). Armstrong N., Churchill Livingstone Elsevier, Philadelphia, 299-324.
- Bencke J., Damsgaard A., Jorgensen K. & Klausen K. (2002). Anaerobic power and muscle strength characteristics of 11 years old elite and non-elite boys and girls from gymnastics, team handball, tennis and swimming. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* , 12, 171-178.
- Beneke R., Heck H., Schwarz V. & Leithauser R. (1996). Maximal lactate steady state during the second decade of age. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1474 -1478.
- Berthoin S., Baquet G., Dupont G., Blondel N. & Mucci P. (2003). Critical velocity and anaerobic distance capacity in prepubertal children. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 28(4),561-575.
- Billat VL., Slawinsky J., Bosquet V., Chassaing P., Demarle A. & Koralssztein JP. (2001). Very short (15s-15s) interval-training around the critical velocity allows middle aged runners to maintain VO₂max for 14 minutes. *International Journal of Sports Medicine*, 32,675-700.
- Blimkie C., Bar-Or O., (1996). Trainability of muscle strength, power and endurance during childhood. In: *The child and adolescent athlete*. (Ed.). Baxter-Or O., Blackwell Science Oxford,113-128.
- Bosquet L., Léger L. & Legros P. (2002). Methods to determine aerobic endurance. *Sports Medicine*, 32 (11), 675-700.
- Brickley G., Doust J. & Williams C.A. (2002). Physiological responses during exercise to exhaustion at critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 146-151.
- Creco C., Pelarigo J., Perandini L., Figueira T., Denadai B. (2006). In Vilas-Boas J.P., Alves F. & Marques A. (Eds.). *Biomechanics and medicine in swimming*. Xth International Symposium. Portuguese Journal of Sport Sciences. 6 (2),134-137.
- Dekerle J.(2006). The use of critical velocity in swimming? A place for critical stroke rate? In Vilas-Boas J.P., Alves F., Marques A. (Ed.). *Biomechanics and medicine in swimming*. Xth International Symposium. Portuguese Journal of Sport Sciences. 6(2), 201-205.

- Dekerle J., Sidney M., Hespel J.M. & Pelayo P. (2002). Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. *International Journal of Sports Medicine*, 23, 93-98.
- Dekerle J., Baron B., Dupont L., Vanvelcenader J. & Pelayo P. (2003). Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. *European Journal of Applied Physiology*, 86, 281-288.
- Dekerle J., Lefevre T., Nesi X., Depretz S., Sidney M., Marchand F. & Pelayo P. (2005). Strokking parameters in front crawl swimming and maximal lactate steady state speed. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 53-58.
- Dekerle J., Pelayo P., Clipet B., Depretz S., Lefevre T. & Sidney M. (2005). Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 524-530.
- Dekerle J., Pelayo P., Sidney M. & Brickley G. (2006). Challenges of using critical swimming velocity, from scientist to coaches. In Vilas-Boas J.P., Alves F., Marques A. (Ed.). *Biomechanics and medicine in swimming*. Xth International Symposium. Portuguese journal of Sport Sciences, 6 (2), 296-299.
- Denadai B., Greco C. & Teixeira M. (2000). Blood lactate response and critical speed in swimmers aged 10-12 years of different standards. *Journal of Sports Sciences*, 18, 779-784.
- Dietrich M. (1994). Προπόνηση στην παιδική και εφηβική ηλικία. Εκδόσεις "SALTO".
- di Prampero PE. (1999). The concept of critical velocity: a brief analysis. *European Journal of Applied Physiology*, 80, 162-164.
- Fawkner G. & Armstrong N. (2003). Oxygen Uptake Kinetic Response to Exercise in Children. *Sports Medicine* 33(9), 651-669.
- Fernandes R. & Vilas –Boas J.P. (1999). Critical velocity as a criterion for estimating aerobic training pace in juvenile swimmers. In *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*. (Ed.). K. Keskinen, P. Komi and P. Hollander, 233-238. University of Jyväskylä, Finland .
- Fernandes R., Guerra S., Lamares J. & Vilas-Boas J. (2000). Critical velocity in swimming: Three different methods for its determination. Abstract presented in the 5th Annual Congress of the European College of Sport Science, Juvaskyla, 260.
- Hill W.D. (1993). The critical power concept. A review. *Sports Medicine* 16(4), 237-254.
- Katch V. (1983). Physical condition of children. *Journal of Adolescence Health Care*, 3, 241-246.
- Maclaren D. & Coulson M., (1999). Critical swim speed can be used to determine changes in training status. In *Biomechanics and Medicine in Swimming VIII*. (Ed.). K. Keskinen, P. Komi and P. Hollander, 227-231. University of Jyväskylä, Finland.
- Mader A., Heck H. & Hollman W. (1976). Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post-exercise lactic acid concentration of an ear capillary blood in middle distance runners and swimmers. In: Landing F., Orban W., (Ed.). *Exercise Physiology*, 187-199. Miami: Symposia Specialists.
- Maglischo (2003). *Swimming Fastest*, Champaign, IL: Human Kinetics.

- Martin JC & Malina RM (1998). Developmental variations in anaerobic performance associated with age and sex. In: van Praagh E (Ed.). *Pediatric anaerobic performance*. Human Kinetics Champaign, Ill., 155-189.
- Martin L & Whyte G. (2000). Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. *International Journal of Sports Medicine*, 21, 366-368.
- Matos N & Winsley R. (2007). Trainability of young athletes and overtraining. *Journal of Sport Sciences and Medicine*, 6, 353-367.
- Mocelin R., Heusgen M. & Gildein P. (1991). Anaerobic threshold and maximal steady-state blood lactate in prepubertal boys. *European Journal of Applied Physiology*, 62, 56-60.
- Νικολόπουλος Γ. (2000). *Προπονητική της Κολύμβησης*. Αθήνα. Εκδόσεις "SALTO".
- Obert P., Mandigout S., Nottin S., Vinet A., N'Guyen D. & Lecoq A. (2003). Cardiovascular responses to endurance training in children: Effect of gender. *European Journal of Clinical Investigation*. 33, 199-208.
- Obert P., Mandigout S., Vinet A. & Courteix D. (2001). Effect of a 13-week aerobic training programme in the maximal power developed during a force-velocity test in prepubertal boys and girls. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 442-446.
- Oded Bar-Or (1981). "Physiological principles of sports activities in childhood". *Olympic review*. 163, 307-309.
- Oded Bar-Or (1996). *The child and Adolescent Athlete*, Εκδόσεις Blackwell Science. Κεφάλαιο 3, 42-53.
- Olbrecht J., Mader A., Heck H. & Hollmann W. (1988). Relation between lactate and swimming speed depending on the test conditions (pool length, before and after endurance training, AM versus PM, qualifications and finals, relay or individual races). *International Journal of Sports Medicine*, 9(5), 379.
- Olbrecht J., Madsen O, Mader A, Liesen H. & Hollmann W. (1985). Relationship between swimming velocity and lactate concentration during continuous and intermittent training exercises. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 74-77
- Prado L. (1997). Lactate, ammonia and catecholamine metabolism after anaerobic training. In: *Children and Exercise XIX*. (Ed.) Armstrong N., Kirby B., Welsman J., Spon, London. 306-312.
- Pringle J. & Jones A. (2002). Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. *European Journal of Applied Physiology*, 88, 214-226
- Purcell L. (2003). "Child readiness for Sport", 1(17),4. Sportline. (spring 2003). www.fowlerkennedy.com.
- Reis J. & Alves F., (2006). Training induced changes in critical velocity and V4 in age group swimmers. In Vilas-Boas J.P., Alves F., Marques A. (Ed.). *Biomechanics and medicine in swimming*. Xth International Symposium. Portuguese journal of Sport Sciences, 6(2), 311-313.
- Rodríguez FA., Moreno D. & Keskinen K. (2003) Validity of a Two-Distance simplified testing method for determining critical swimming velocity. In: Chatard J-

- C (Ed.). *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*. Saint-Étienne, Publications de l' Université de Saint-Étienne, pp. 385-390.
- Rowland T. & Boyajian A. (1995). Aerobic response to endurance exercise training in children. *Pediatrics*. 96, 654-658.
- Simoneau JA. & Bouchard C. (1995). Genetic determinism of fiber type proportion in human skeletal muscle. *Physical Activity Sciences Laboratory*, Laval University, Ste-Foy, Québec, Canada. 11, 1091-1095
- Smith C. & Jones A. (2001). The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. *European Journal of Applied Physiology*, 85, 19-26.
- Smith DJ., Norris SR. & Hogg MJ. (2002). Performance evaluation of swimmers. *Sports Medicine* 32(9), 539-554.
- Sweetenham B. & Atkinson J. (2003). *Championship Swim Training, Human Kinetics*.
- Takahashi S., Bone M., Spry S., Trappe S. & Troup J. (1996) Differences in the anaerobic power of age group swimmers. (1992). In MacLaren D, Reilly T, and Lees A, (Ed.). *Biomechanics and Medicine in Swimming*, Swimming Science VI, Liverpool, E&FN Spon Publications, 289-294
- Taylor S. (2001). Comments: Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. *Int J Sports Med* 2000; 21,366-368. Re: Martin L, Whyte GP, [letter to the editors]. *International Journal of Sports Medicine*, 22, 81-82
- Τοκμακίδης Σ. & Δούδα Ε. (1999). «Φυσιολογικές επιβάρυνσης της άσκησης και λειτουργικές προσαρμογές κατά την αναπτυξιακή ηλικία». *1ο Παγκύπριο Συνέδριο Φυσικής Αγωγής*, 33-48.
- Tolfrey K. (2007). Responses to training. In : *Paediatric exercise science: Advances in sport and exercise science series*. (Ed.). Armstrong N., Churchill Livingstone, Edinburgh. 213-234.
- Τουμπέκης Α., Ταχταλής Θ. & Τοκμακίδης Σ. (2005). Η Κρίσιμη ταχύτητα ως πρακτικός δείκτης στην προπόνηση νεαρών κολυμβητών. *Οργάνωση του Αθλητισμού, Περιοδικό των αθλητικών επιστημών*. Τόμος 3(1-2), 35-43.
- Toubekis A., Tsami A. & Tokmakidis S. (2006). Critical velocity and lactate threshold in young swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 26, 1-7.
- Toubekis A., Tsami A. & Tokmakidis S. (2002). Training induced changes on lactate profile and critical velocity in young swimmers. *Proceedings of the 7th Annual Congress of the European College of Sport Sciences*, Athens, 0282, 184.
- Toussaint H., Wakayoshi K., Hollander P. & Ogita F. (1998). Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(1), 144-151.
- Wakayoshi K., Acquisto D., Cappaert M. & Troup P. (1995). Relationship between oxygen uptake, stroke rate and swimming velocity in competitive swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 16, 19-23.

- Wakayoshi K., Ikuta K., Yoshida T., Udo M., Moritani T., Mutoh Y. & Miyashita M. (1992). Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *European Journal of Applied Physiology*, 64, 153-157.
- Wakayoshi K., Yoshida T., Kasai T., Moritani T., Mutoh Y. & Miyashita M. (1992). Validity of critical velocity as swimming fatigue threshold in the competitive swimmer. *The Annals of physiological anthropology*, 11(3), 301-307.
- Wakayoshi K., Yoshida T., Udo M., Kasai T., Moritani T., Mutoh Y. & Miyashita M. (1992a). A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 13 (5), 367-371.
- Wakayoshi K., Yoshida T., Udo M., Harada T., Moritani T., Mutoh Y., Miyashita M. (1993). Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? *European Journal of Applied Physiology*, 66, 90-95.
- Wilmore J.H. & Costill D.L. (1994). Physiology of sport and exercise. *Human Kinetics Publishers, Inc.*, Champaign.
- Wright B. & Smith D.J. (1994). A protocol for the determination as an index of swimming endurance performance. *Medicine and Sports Science*, Basel, Karger, 39, 55-59. (Ed.). Smith D.J. Human performance laboratory, Faculty of physical education, The University of Calgary, Alta., Canada.
- Yoshida T., Ishiko I. & Muraoka L.(1980). Effect of endurance training on cardiorespiratory fractions of 5-year-old children. *International Journal of Sports Medicine*, 1, 91-94.
- Zagorc M. (2002). Difficulties of using adult training methods with young athletes – dancers. *Physical education and sport*, 1(9), 73-82

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα 1. Έντυπο συγκατάθεσης.....	58
Παράρτημα 2. Έντυπο καταγραφής της διατροφής.....	61

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ

Υπεύθυνος Καθηγητής: Σαββας Τοκμακίδης PhD

Υπεύθυνος Καθηγητής: Αργύρης Τουμπέκης MSc

Υπεύθυνη Μελέτης : Φιλιππάτου Ευαγγελία

ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ

Πληροφορίες για τους γονείς και τους ενδιαφερόμενους και δήλωση αποδοχής.

Τίτλος της μελέτης :

«Μεταβολικές ανταποκρίσεις στην κρίσιμη ταχύτητα σε παιδιά και σε έφηβους κολυμβητές.»

Σκοπός της μελέτης :

Σκοπός της έρευνας θα είναι να εξετάσει τις διαφορές στις μεταβολικές και καρδιακές ανταποκρίσεις στην κολύμβηση που αντιστοιχεί στην κρίσιμη ταχύτητα σε κολυμβητές 11-12 ετών και σε έφηβους κολυμβητές.

Χώρος Διεξαγωγής της μελέτης

Όλες οι διαδικασίες και δοκιμασίες θα γίνουν στο κλειστό κολυμβητήριο της Ν.Σμύρνης.

Διαδικασίες

Οι εξεταζόμενοι θα υποβληθούν σε τρεις δοκιμασίες:

Η πρώτη δοκιμασία περιλαμβάνει 4x400μ. ελεύθερο για τους έφηβους κολυμβητές και 4x300μ. ελεύθερο για τους κολυμβητές ηλικίας 11-12 ετών στο 95% της κρίσιμης ταχύτητας τους.

Η δεύτερη δοκιμασία περιλαμβάνει 4x400μ. ελεύθερο για τους έφηβους κολυμβητές και 4x300μ. ελεύθερο για τους κολυμβητές ηλικίας 11-12 ετών στο 100% της κρίσιμης ταχύτητας τους.

Η τρίτη δοκιμασία περιλαμβάνει 4x400μ. ελεύθερο για τους έφηβους κολυμβητές και 4x300μ. ελεύθερο για τους κολυμβητές ηλικίας 11-12 ετών στο 105% της κρίσιμης ταχύτητας τους.

Περιορισμοί για τους συμμετέχοντες

Η διατροφή θα καταγραφεί τις δύο ημέρες πριν από την πρώτη δοκιμασία και η ίδια διατροφή θα επαναλαμβάνεται πριν από κάθε επόμενη δοκιμασία.

Μετρήσεις

1. Στην αρχή της δοκιμασίας θα καταγραφεί το σωματικό βάρος και ύψος .
2. Η καρδιακή συχνότητα θα καταγράφεται με Polar μοντέλο s610i. .
3. Θα ληφθούν 5 δείγματα αίματος από το δάχτυλο του κολυμβητή σε κάθε μία δοκιμασία. Η πρώτη θα γίνει πριν την έναρξη της δοκιμασίας και έπειτα από κάθε ένα 400άρι από τα 4x400μ. ελεύθερο θα γίνεται μία. Θα γίνουν αναλύσεις για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης γαλακτικού οξέως στο αίμα.
4. Όλες οι διαδικασίες είναι ασφαλείς και θα γίνουν από ειδικευμένο προσωπικό.
5. Η πιθανότητα τραυματισμού είναι ελάχιστη αφού πρόκειται για μια σειρά επαναλήψεων συνηθισμένη για κολυμβητές.

Προστασία των δεδομένων

Τα δεδομένα που θα συλλεχτούν θα δημοσιευτούν. Σε καμία περίπτωση όμως δεν θα αναφέρεται το όνομα ή κάποιο από τα προσωπικά στοιχεία των εξεταζομένων.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ

Έχω διαβάσει την περιγραφή της διαδικασίας της μελέτης στην κολύμβηση και έχω κατανοήσει ακριβώς τις απαιτήσεις για τους συμμετέχοντες.

Έχω το δικαίωμα να ζητήσω περισσότερες εξηγήσεις οποιαδήποτε στιγμή στην διάρκεια της έρευνας και να αποχωρήσει το παιδί μου οποτεδήποτε το επιθυμώ χωρίς να δώσω κάποιες εξηγήσεις για τους λόγους.

ΣΥΜΦΩΝΩ ΝΑ ΠΑΡΕΙ ΜΕΡΟΣ ΤΟ ΠΑΙΔΙ ΜΟΥ ΣΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ.

Υπογραφή.....

Ημερομηνία.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ
Τ.Ε.Φ.Α.Α. ΚΟΜΟΤΗΝΗΣ

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΟΥ

ΕΠΩΝΥΜΟ:

ΟΝΟΜΑ:

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ:

ΤΗΛ.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΝΑΡΞΗΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΔΙΑΙΤΑΣ:/...../.....

Καταγράψτε και περιγράψτε όσο πιο αναλυτικά γίνεται, όλες τις τροφές και τα ροφήματα που θα καταναλώσετε τις δύο (2) ημέρες πριν από την πρώτη δοκιμασία.

Προσπαθήσετε να καταναλώσετε ακριβώς τις ίδιες ποσότητες πριν από κάθε επόμενη δοκιμασία.

<u>Ωρα</u> Π.μ.	Κατανάλωση
<u>Ωρα</u> Μ.μ	Κατανάλωση