



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών  
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Τομέας Υγρού Στίβου

**ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ  
ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΤΡΕΞΙΜΟ ΣΕ ΤΡΙΑΘΛΗΤΕΣ**

**Μόσχου Ιωάννα, Παύλου Χριστιάνα**

**Ειδικότητα Κολύμβησης**

**Αθήνα, Φεβρουάριος 2020**



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών  
— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Τομέας Υγρού Στίβου

**ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ  
ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΤΡΕΞΙΜΟ ΣΕ ΤΡΙΑΘΛΗΤΕΣ**

**Μόσχου Ιωάννα, Παύλου Χριστιάνα**

**Επιβλέπων Καθηγητής:** Τουμπέκης Ανάργυρος, Αναπληρωτής Καθηγητής

## Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον κύριο Τουμπέκη, επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας μας, για την διεξαγωγή των μετρήσεων, την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων και την γενικότερη καθοδήγησή μας, πάνω στο θέμα το οποίο διαλέξαμε. Τέλος, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους αθλητές και αθλήτριες τριάθλου που παρά το πολύπλοκο και δύσκολο πρόγραμμα τους, μπόρεσαν να παρασταθούν σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.

## ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΚΡΙΣΙΜΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ ΚΑΙ ΤΟ ΤΡΕΞΙΜΟ ΣΕ ΤΡΙΑΘΛΗΤΕΣ

### Περίληψη

Σκοπός της μελέτης ήταν να εξετάσει την ικανότητα διατήρησης της κρίσιμης ταχύτητας (KT), στα αθλήματα της κολύμβησης και του τρεξίματος σε τριαθλητές. Στην μελέτη συμμετείχαν 9 τριαθλητές εθνικού επιπέδου (2 γυναίκες, 7 άνδρες, ηλικία:  $26,3 \pm 4,2$  έτη, ανάστημα:  $175 \pm 6,4$  cm, μάζα σώματος:  $70.8 \pm 8.3$  kg), καθένας από τους οποίους πραγματοποίησε συνολικά τέσσερις μετρήσεις, δύο στην κολύμβηση και δύο στο τρέξιμο. Στις πρώτες μετρήσεις κάθε αθλήματος υπολογίστηκε η κρίσιμη ταχύτητα από τις αποστάσεις 1200 και 2400 μέτρα στο τρέξιμο και από τις αποστάσεις 200 και 400 μέτρα στην κολύμβηση. Στη δεύτερη μέτρηση κατεγράφη ο χρόνος διατήρησης της κρίσιμης ταχύτητας σε συνεχόμενη προσπάθεια. Από τις επιδόσεις στα 200 (t200:  $148,6 \pm 19,4$  s) και 400 μέτρα κολύμβηση (t400:  $319,2 \pm 38$ s, ταχύτητα T400:  $1,266 \pm 0,156$  m/s) προέκυψε η κρίσιμη ταχύτητα (KTs:  $1,185 \pm 0,1$  m/s) η οποία αντιστοιχεί στο  $93,5 \pm 2,0\%$  της T400. Από τις επιδόσεις στα 1200 (t1200 =  $242,9 \pm 21,9$ s) και 2400 μέτρα (t2400 =  $530,9 \pm 46,5$ s, ταχύτητα: T2400 =  $4,55 \pm 0,41$  m/s) στο τρέξιμο προέκυψε η κρίσιμη ταχύτητα (KTr =  $4,2 \pm 0,4$  m/s) η οποία αντιστοιχεί στο  $92,2 \pm 2,2\%$  της T2400. Κατά την κολύμβηση η KTs διατηρήθηκε για  $24:08.9 \pm 9:09.3$  λεπτά και απόσταση  $1763,9 \pm 757,2$  μέτρα και στο τρέξιμο η KTr διατηρήθηκε για  $22:03 \pm 8:19.3$  λεπτά,  $5468,9 \pm 2076$  μέτρα. Δεν παρατηρήθηκε διαφορά στο χρόνο διατήρησης της KT μεταξύ του τρεξίματος και της κολύμβησης ( $t_8 = 0,452$ ,  $p=0,66$ ) και στην KTs ως ποσοστό της ταχύτητας των 400μ κολύμβησης με την KTr ως ποσοστό της ταχύτητας των 2400μ ( $t_8=1,536$ ,  $p=0,16$ ). Η καρδιακή συχνότητα ήταν χαμηλότερη μετά από την κολύμβηση σε σχέση με το τρέξιμο ( $152,7 \pm 13,8$  και  $166,1 \pm 14$  παλμοί το λεπτό,  $p<0,05$ ). Η διατήρηση της KTs σχετίζεται σημαντικά με το ποσοστό της ως προς την T400 ( $p<0,05$ ) ενώ αυτό δεν ισχύει στο τρέξιμο. Ο χρόνος διατήρησης της KT δεν διαφέρει σε τρέξιμο και κολύμβηση σε τριαθλητές.

**Λέξεις κλειδιά:** κρίσιμη ταχύτητα, τρίαθλο, speed reserve, κολύμβηση, τρέξιμο, χρόνος εξάντλησης

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη .....	i
Πίνακας Περιεχομένων.....	ii
Κατάλογος Σχημάτων .....	iii
Κατάλογος Πινάκων .....	iv
Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών .....	v

	<b>Σελ</b>
<b>I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	9
1.1 Προσδιορισμός του προβλήματος.....	9
1.2 Σκοπός της μελέτης.....	10
1.3 Σημασία της μελέτης.....	10
1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της μελέτης.....	10
<b>II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b>	12
2.1 Το Τρίαθλο ως άθλημα.....	12
2.2 Τακτική και Ρυθμός αγώνων τρίαθλου.....	13
2.3 Κρίσιμη Ταχύτητα.....	14
2.4 Τρόπος υπολογισμού ΚΤ στην κολύμβηση.....	14
2.5 Τρόπος υπολογισμού ΚΤ στο τρέξιμο.....	15
2.6 Χρόνος Εξάντλησης στην κολύμβηση.....	16
2.7 Χρόνος Εξάντλησης στο τρέξιμο.....	17
2.8 Speed reserve.....	18
<b>III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b>	19
3.1 Συμμετέχοντες.....	19
3.2 Μέσα συλλογής των δεδομένων.....	19

3.3	Διαδικασία συλλογής των δεδομένων.....	19
3.3.1	Δοκιμασίες στην κολύμβηση.....	20
3.3.2	Δοκιμασίες στο στίβο.....	21
3.4	Στατιστική επεξεργασία.....	22
<b>IV.</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	24
4.1	Αποτελέσματα μετρήσεων στην κολύμβηση.....	24
4.2	Αποτελέσματα δοκιμασίας συνεχόμενης κολύμβησης.....	25
4.3	Αποτελέσματα αρχικών μετρήσεων στο τρέξιμο.....	25
4.4	Αποτελέσματα δοκιμασίας συνεχούς τρεξίματος.....	26
4.5	Σύγκριση κολύμβησης με τρέξιμο.....	27
<b>V.</b>	<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	28
5.1	Κύρια ευρήματα της έρευνας .....	28
5.2	Χρόνος εξάντλησης κολύμβησης.....	28
5.3	Χρόνος εξάντλησης τρεξίματος.....	29
5.4	Κρίσιμη ταχύτητα σε τρέξιμο και κολύμβηση.....	29
<b>VI.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</b>	31
<b>VII.</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	32

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

	Σελ
<b>Σχήμα 4.2</b> Σχέση χρόνου διατήρησης ΚΤ στην κολύμβηση με το ποσοστό της ΚΤs σε σχέση με την ταχύτητα των 400μ.....	24
<b>Σχήμα 4.4</b> Σχέση χρόνου διατήρησης ΚΤ στο τρέξιμο με το ποσοστό της ΚΤr σε σχέση με την ταχύτητα των 2400μ.....	26

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

	Σελ
<b>Πίνακας 2.1</b> Σύνοψη μελετών που εξετάζουν το χρόνο εξάντλησης σε τρέξιμο, κολύμβηση και ποδηλασία	18
<b>Πίνακας 4.1</b> Αποτελέσματα μετρήσεων στην κολύμβηση.....	23
<b>Πίνακας 4.3</b> Αποτελέσματα μετρήσεων στο τρέξιμο.....	25



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Σύμβολο ή Συντομογραφία	Επεξήγηση
ΚΣ	Καρδιακή Συχνότητα
ΚΤ	Κρίσιμη Ταχύτητα
T200	Μέση ταχύτητα στα 200μ κολύμβησης
T400	Μέση ταχύτητα στα 400μ κολύμβησης
T1200	Μέση ταχύτητα στα 1200μ τρέξιμο
T2400	Μέση ταχύτητα στα 2400μ τρέξιμο
t200	Συνολικός χρόνος στα 200μ κολύμβηση
t400	Συνολικός χρόνος στα 400μ κολύμβηση
t1200	Συνολικός χρόνος στα 1200μ τρέξιμο
t2400	Συνολικός χρόνος στα 2400μ τρέξιμο
%KTs	Ποσοστό Κρίσιμης ταχύτητας κολύμβηση
%KTr	Ποσοστό Κρίσιμης ταχύτητας τρέξιμο
RPE	Δείκτης υποκειμενικής κόπωσης
T30	Συνεχόμενη κολύμβηση 30 λεπτών

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η κρίσιμη ταχύτητα ως έννοια, έχει μελετηθεί αρκετά, ιδιαίτερα στο χώρο της κολύμβησης. Στο τρέξιμο είναι λιγότερο χρησιμοποιούμενη, παρόλο που έχουν γίνει ορισμένες έρευνες πάνω σε αυτή (Galbraith, et al, 2014., Hinckson, Hopkins, 2005 και Kachouri, et al., 1996). Γενικά, η κρίσιμη ταχύτητα προκύπτει από την κλίση της ευθείας με την απόσταση και το χρόνο και είναι η ταχύτητα που μπορεί να διατηρηθεί για αρκετό χρονικό διάστημα χωρίς κόπωση (Wright, Smith, 1994). Στο χώρο του τριάθλου δεν έχει γίνει καμία έρευνα πάνω στην κρίσιμη ταχύτητα λόγω των πολλών παραγόντων που συνιστούν το άθλημα αυτό. Καθώς τα τελευταία χρόνια η κρίσιμη ταχύτητα (KT) χρησιμοποιείται έντονα και για την βελτίωση της προπονητικής διαδικασίας, κρίθηκε σημαντικό να ερευνηθεί και σε αυτό το άθλημα που ακόμα δεν είναι ευρέως διαδεδομένο, αλλά έχει πολλά περιθώρια βελτίωσης. Παρόλο που θεωρητικά η κρίσιμη ταχύτητα μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα, προηγούμενες έρευνες δείχνουν ότι οι δοκιμαζόμενοι την αντιλαμβάνονται πιο έντονα και η κόπωση επέρχεται γρηγορότερα. Οι Penteado και συνεργάτες (2014), παρατήρησαν ότι το συνεχόμενο τρέξιμο στην KT ή λίγο πιο έντονο, είναι γνωστό ως προπόνηση τέμπο και χρησιμοποιείται από δρομείς αντοχής. Πέρα από τους δρομείς, ποδηλάτες και τριαθλητές χρησιμοποιούν μεγάλης διάρκειας διαλειμματική προπόνηση με ένταση παρόμοια αυτής στην κρίσιμη ταχύτητα. Συνεπώς καθώς η προπονητική της σημασία εντοπίζεται και στο χώρο του τριάθλου, η παρούσα έρευνα καλείται να εξετάσει την πρακτική σημασία της.

### 1.1 Προσδιορισμός του προβλήματος

Το τριάθλο, όπως προαναφέρθηκε είναι ένα αγώνισμα, στο οποίο ο αθλητής καλείται να διατηρήσει σταθερό ρυθμό σε κάθε ένα από τα 3 αθλήματα που το αποτελούν. Η δυσκολία έγκειται στο γεγονός ότι το κινητικό πρότυπο διαφέρει, η κούραση συσσωρεύεται με την πάροδο του χρόνου και η σωστή κατανομή των δυνάμεων σε σχέση με τις δυνατότητες του αθλητή, είναι το κλειδί για μια επιτυχημένη προσπάθεια. Ο κύριος προβληματισμός τόσο για τον προπονητή τριάθλου όσο και για τον ίδιο τον αθλητή είναι το σε κατά πόση ένταση πρέπει να εκτελεί το κάθε σκέλος μέσα στον αγώνα, καθώς και η ένταση που πρέπει να δουλεύει στην προπόνησή του. Η προπόνηση στην κρίσιμη ταχύτητα αναφέρεται σε μια

συγκεκριμένη ένταση που μπορεί να διατηρηθεί για ένα σχετικά μεγάλο διάστημα, και επιτρέπει στον αθλητή να μην έχει μεγάλες διακυμάνσεις στην κόπωση και συνεπώς στην απόδοση του. Καθώς η εξειδίκευση παίζει ρόλο, η παρούσα μελέτη καλείται να ερευνήσει αν οι χρόνοι διατήρησης κολύμβησης και τρεξίματος σχετίζονται μεταξύ τους σε μια τέτοια ταχύτητα για παρόμοια χρονικά διαστήματα.

## **1.2 Σκοπός της μελέτης**

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την ικανότητα διατήρησης της κρίσιμης ταχύτητας, στα αθλήματα της κολύμβησης και του τρεξίματος σε τριαθλητές έως την εξάντληση.

## **1.3 Σημασία της μελέτης**

Ο προσδιορισμός της κρίσιμης ταχύτητας αποτελεί σημαντικό εργαλείο για την εκτίμηση της αερόβιας ικανότητας και τον σχεδιασμό προγραμμάτων για την βελτίωση αυτής. Το τρίαθλο σε όλες τις αποστάσεις που εμφανίζεται, αποτελεί αερόβιο άθλημα, η επιτυχία στο οποίο έγκειται από την ικανότητα διατήρησης σταθερού ρυθμού σε κάθε ένα από τα αθλήματα που περιλαμβάνει. Συνεπώς η εξατομικευμένη προπόνηση σε ρυθμούς προπόνησης παρόμοιους με ρυθμούς αγώνα μπορεί να βελτιωθεί με την ένταξη της κρίσιμης ταχύτητας στο προπονητικό πρόγραμμα. Η συγκεκριμένη έρευνα εστιάζει στην ικανότητα διατήρησης της ταχύτητας αυτής σε δύο από τα αγωνίσματα του τρίαθλου έτσι ώστε να διερευνηθεί η δυνατότητα σχεδιασμού προπονητικών προγραμμάτων με βάση την ΚΤ.

## **1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της μελέτης**

Κάθε άτομο έπρεπε να πραγματοποιήσει συνολικά τέσσερις μετρήσεις ανά 7 ημέρες, οι 2 πρώτες αφορούσαν το κολύμπι (προσδιορισμός ΚΤs και δοκιμασία εξάντλησης στην ταχύτητα της ΚΤs), και οι δύο επόμενες το τρέξιμο (προσδιορισμός ΚΤr και δοκιμασία εξάντλησης στην ταχύτητα ΚΤr). Η προθέρμανση στο κολύμπι ήταν ίδια για όλους και περιλάμβανε 10 λεπτά προθέρμανσης εντός νερού με δύο λεπτά διατάσεις εκτός νερού. Στην δοκιμασία προσδιορισμού της ΚΤs μεταξύ των δύο μετρήσεων είχαν στην διάθεση τους 30

λεπτά παθητικής αποκατάστασης, με δικαίωμα 5λεπτης κινητικής προετοιμασίας πριν την δεύτερη μέτρηση. Η ίδια φιλοσοφία ακολουθήθηκε και στο τρέξιμο με την διαφορά ότι η προθέρμανση ήταν διάρκειας 15 λεπτών. Οι καιρικές συνθήκες στο κολυμβητικό κομμάτι ήταν παρόμοιες σε όλες τις ημερομηνίες των δοκιμασιών (θερμοκρασία 25,6 °C, υγρασία%). Όλοι οι δοκιμαζόμενοι φορούσαν απλό κολυμβητικό μαγιό και η εκκίνηση γινόταν εντός νερού. Η καταγραφή σωματομετρικών χαρακτηριστικών έγινε την ημέρα της πρώτης μέτρησης στο κολύμπι, πρωινή ώρα, 3 ώρες μετά την κατανάλωση πρωινού γεύματος. Σε όλες τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε χρονόμετρο χειρός, το οποίο επιφυλάσσει πιθανότητα σφάλματος. Κάποιες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε πισίνα 25μ και 50μ, με την προϋπόθεση και οι 2 δοκιμασίες του κάθε ατόμου, να πραγματοποιηθούν στην ίδια πισίνα. Στις περισσότερες δρομικές δοκιμασίες, οι εξωτερικές συνθήκες ήταν σταθερές, ωστόσο μη ελεγχόμενες με κάποιες μέρες να υπάρχει αντίσταση ανέμου. Ο έλεγχος της έρευνας περιοριζόταν αποκλειστικά στο κομμάτι των δοκιμασιών, καθώς η διατροφή και η καθημερινότητα τους καθοριζόταν από τους ίδιους. Ο αριθμός των δοκιμαζόμενων είναι περιορισμένος στα 9 άτομα, καθώς το τρίαθλο γνωρίζει περιορισμένης ανάπτυξης στην Ελλάδα και λίγα είναι τα άτομα που το κάνουν αγωνιστικά. Επίσης δεν μπορεί να είναι πλήρως αντιπροσωπευτικό, καθώς το εθνικό επίπεδο είναι χαμηλότερο από αυτό των διεθνών αγώνων.

## II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1 Το Τρίαθλο ως άθλημα

Το τρίαθλο είναι ένα αγώνισμα αντοχής, που αποτελείται από τρία σκέλη, την κολύμβηση ανοιχτής θαλάσσης, την ποδηλασία και το τρέξιμο. Στον τελικό χρόνο συνυπολογίζονται οι χρόνοι αλλαγής από κολύμπι σε ποδήλατο και από ποδήλατο σε τρέξιμο μαζί με τους χρόνους σε κάθε άθλημα ξεχωριστά. Καθώς αποτελεί ένα σχετικά καινούργιο άθλημα υπό εξέλιξη έχουν δημιουργηθεί ποικίλες αποστάσεις αγώνων. Η super sprint απόσταση είναι 400μ κολύμβηση, 10χλμ ποδήλατο και 2,5 χλμ τρέξιμο, η sprint είναι 750μ κολύμβηση, 20χλμ ποδήλατο και 5χλμ τρέξιμο, η ολυμπιακή απόσταση περιλαμβάνει 1500μ κολύμβηση, 40 χλμ ποδήλατο και 10 χλμ τρέξιμο. Στις κατηγορίες υπεραποστάσεων ανήκουν το Half Ironman (1,9 χλμ κολύμβηση, 90χλμ ποδήλατο και 21,1χλμ τρέξιμο) και το Ironman (3,86χλμ κολύμβηση, 180,25χλμ ποδήλατο και 42,2χλμ τρέξιμο).

Σε όλες τις αποστάσεις υπάρχουν 2 κατηγορίες αθλητών, οι elite και οι age group. Αυτό που διαφοροποιεί το τρίαθλο από τα χαρακτηριστικά καθενός από τα αγωνίσματα που περιλαμβάνει, είναι οι διαφορετικές συνθήκες, η τακτική και η τεχνική μέσα στον ίδιο αγώνα. Η ένδυση του τριαθλού περιλαμβάνει το τριαθλητικό μαγιώ (trissuit), το οποίο καλύπτει ολόκληρο τον κορμό, τα πόδια μέχρι το ύψος των μηρών και αφήνει ακάλυπτα τα χέρια. Τα τριαθλητικά μαγιώ είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να παραμένουν κολλητά στο σώμα του αθλητή κατά την διάρκεια της προσπάθειας του και να διατηρούν την ομοιόσταση του σε σχετικά φυσιολογικά επίπεδα (Watson, Nawaz, Troynikov, 2018). Ιδιαίτερη κατηγορία αποτελεί το wetsuit, μια ολόσωμη φόρμα που χρησιμοποιείται αποκλειστικά στο κολυμβητικό σκέλος του αγώνα, εφόσον η θερμοκρασία του νερού είναι κάτω των 16°C, όπου και κρίνεται υποχρεωτικό. Όταν η θερμοκρασία του νερού κυμαίνεται από τους 16 ως τους 20°C, η χρήση του είναι προαιρετική, ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες, κρίνεται απαγορευτική (Bentley, et al, 2002).

### 2.2 Τακτική και Ρυθμός αγώνων τρίαθλου

Η πολυπλοκότητα του αγωνίσματος προϋποθέτει μια αντίστοιχα πολύπλοκη τακτική από την μεριά των αθλητών στην πορεία του αγώνα τους. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τακτική είναι κατά βάση η διάρκεια και η απόσταση της άσκησης. Άλλοι παράγοντες είναι η δυναμική

του αγώνα (drafting), οι επιρροές από άλλους αγωνιζόμενους, οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, οι αλλαγές από κολύμπι σε ποδήλατο και από ποδήλατο σε τρέξιμο, η ηλικία και το φύλο. Σε γενικά πλαίσια η super sprint απόσταση διαρκεί μισή ώρα, η sprint μια ώρα, η ολυμπιακή δύο ώρες, το half Ironman 4-5 ώρες και το Ironman 8-17 ώρες (ενδεικτικές τιμές). Ο πρώτος τύπος τακτικής που παρατηρείται είναι η σταδιακή μείωση ρυθμού στις μεγαλύτερες αποστάσεις, λόγω εξάντλησης των αποθεμάτων του γλυκογόνου, ενώ στις sprint αποστάσεις, η κύρια αιτία μείωσης του ρυθμού είναι περισσότερο το όξινο περιβάλλον που δημιουργούν στους μύς τα ελεύθερα ιόντα υδρογόνου. Παρόλα αυτά σύνηθες φαινόμενο είναι το γρήγορο ξεκίνημα στο κολυμβητικό σκέλος, που αποσκοπεί στην υψηλότερη κατάταξη των αθλητών κατά την έξοδο τους από το νερό. Ο δεύτερος τύπος τακτικής είναι η ισάξια κατανεμημένη ένταση, η οποία κρίνεται ιδανική για την διάρκεια του τριάθλου ανεξαρτήτως των διάφορων εξωτερικών συνθηκών. Αυτή εξασφαλίζει καλύτερη ισορροπία κατά την πάροδο του αγώνα, ωστόσο εγκυμονεί ο κίνδυνος αλλαγής περιβαλλοντικών συνθηκών (άνεμος, ανηφόρα, κύμα) που καθιστούν αδύνατο στον αθλητή να διατηρήσει ένα σταθερό ρυθμό (Wu, et al, 2014).

Σημαντικός είναι ο ρόλος του drafting, το οποίο αποσκοπεί σε οικονομία ενέργειας του αθλητή ενώ κολυμπάει, ποδηλατεί, τρέχει σε ρυθμούς γρηγορότερους. Μεγαλύτερη επιρροή παρουσιάζει στα σκέλη της κολύμβησης και της ποδηλασίας. Συγκεκριμένα στο κολύμπι έχει παρατηρηθεί μείωση της αντίστασης 10-26%, μείωση γαλακτικού 31% , RPE 21% και κατανάλωση οξυγόνου 5-10% (Wu, et al, 2014). Όσο αφορά την στρατηγική ρυθμού στο κάθε αγώνισμα, μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζεται στους elite αθλητές. Πιο συγκεκριμένα, αυτό που παρατηρείται είναι ένας θετικός ρυθμός στο κολύμπι, δηλαδή μια γρήγορη αρχή στα πρώτα 200-500μ (ανάλογα την απόσταση του αγωνίσματος) που αποσκοπεί στο να βγαίνουν πρώτοι από το νερό. Έρευνες έχουν δείξει υψηλή συσχέτιση μεταξύ της θέσης που καταλαμβάνει κάποιος στα πρώτα μέτρα της κολύμβησης και της θέσης του στην έξοδο από το νερό (Wu et al, 2014, Vleck, Bürgi., Bentley, 2004). Στο ποδηλατικό σκέλος παρατηρούνται πολλές αυξομειώσεις ταχύτητας, κυρίως λόγω των διαφορετικών γεωμορφικών χαρακτηριστικών της κάθε διαδρομής (κυρίως ανηφόρες). Η γρήγορη έξοδος από το νερό αποσκοπεί στις αρχικές θέσεις στο ξεκίνημα του ποδηλάτου, έτσι ώστε ο αθλητής να μην αναπτύξει γρήγορο ρυθμό για να φτάσει τους προπορευόμενους, που θα είχε ως αποτέλεσμα να κουραστεί στο τρέξιμο. Στο τρέξιμο η τακτική ακολουθεί ένα γρήγορο ξεκίνημα συνοδευόμενο από μια αργή συνέχεια και

ένα γρήγορο τελείωμα (J-shaped) (Wu et al,2014). Το γενικό συμπέρασμα είναι ότι η απόδοση στα πρώτα μέτρα της κολύμβησης και το τρέξιμο παίζουν μεγαλύτερο ρόλο στην τελική κατάταξη από ότι το ποδήλατο, ιδίως στις μικρότερες αποστάσεις (Vleck , Bürgi, Bentley,2004).

### **2.3 Κρίσιμη Ταχύτητα**

Κρίσιμη ταχύτητα χαρακτηρίζεται ως η ταχύτητα που μπορεί να διατηρηθεί για αρκετό χρονικό διάστημα χωρίς κόπωση, και φαίνεται από την κλίση της ευθείας απόστασης χρόνου (Wright, Smith,1994). Χρησιμοποιείται συνεπώς για τον προσδιορισμό της ικανότητας αντοχής. Στην κολύμβηση, έντονη είναι η συσχέτισή της με άλλους δείκτες αερόβιας ικανότητας όπως η μέση ταχύτητα 400μ, η ταχύτητα στην οποία η συγκέντρωση γαλακτικού ισοβαθμεί με 4 mmol/L, η ταχύτητα της συνεχόμενης προσπάθειας 30 λεπτών (T30) και η ταχύτητα στο 2<sup>ο</sup> κατώφλι (μέγιστη σταθερή συγκέντρωση γαλακτικού, Costa et al, 2009). Στο τρέξιμο επικρατέστερη είναι η άποψη ότι η ΚΤ είναι όμοια με την δρομική ταχύτητα που παρατηρείται στα 4 mmol/L γαλακτικού στο αίμα. Επιπλέον η μέγιστη αερόβια ικανότητα και οι ταχύτητες σε διαφορετικά κατώφλια, μπορούν να μας επιδείξουν την δρομική απόδοση χωρίς να κρίνονται πιο ακριβή από την ΚΤ (Kachouri. et al,1996).

### **2.4 Τρόπος υπολογισμού ΚΤ στην κολύμβηση**

Αρκετές έρευνες έχουν γίνει για τον προσδιορισμό της ΚΤ στην κολύμβηση. Η χρησιμότητα εύρεσης της ΚΤ έγκειται στην πρακτική αξία που έχει αυτή η μέτρηση, καθώς είναι ένας απλός δείκτης για τον προσδιορισμό της αντοχής στην κολύμβηση, χωρίς να χρειάζεται δείγμα αίματος ή χρήση ακριβού εξοπλισμού (Wakayoshi, 1992). Το κύριο θέμα που απασχολεί τους ερευνητές, είναι ποιές αποστάσεις και ποιοί συνδυασμοί τους είναι οι κατάλληλοι για τον ακριβέστερο υπολογισμό της. Σε γενικά πλαίσια χρησιμοποιούνται επαναλαμβανόμενες αποστάσεις με πλήρη αποκατάσταση ενδιάμεσα. Ο συνηθέστερος συνδυασμός αφορά 2-6 αποστάσεις από 50-1500 μέτρα (25s-20 min). Η χρήση μικρότερων αριθμού αποστάσεων, παρά την ευκολία και πρακτικότητα της, εγκυμονεί τον κίνδυνο αύξησης πιθανότητας κάποιου λάθους. Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο διαφορετικές αποστάσεις την ίδια μέρα, χωρίς να επηρεάζεται η εγκυρότητα εύρεσης της ΚΤ, με διαστήματα πλήρους ξεκούρασης ενδιάμεσα (Toubekis, Tokmakidis, 2013) Στην έρευνα των Wright και Smith δοκιμάστηκαν οι αποστάσεις των 50,

200, 600 και 1200 μέτρων μέγιστης προσπάθειας. Πιο συγκεκριμένα στην πρώτη μέτρηση οι αθλητές κολύπησαν 1200μ και 50 μέτρα με 30 λεπτά ενεργητικής αποκατάστασης ενδιάμεσα, ενώ στην επομένη μέτρηση η οποία έγινε με διαφορά 48 ωρών, χρησιμοποιήθηκαν οι αποστάσεις 600 και 200 μέτρων με την ίδια αποκατάσταση. Για την υπολογισμό της ΚΤ κατέληξαν σε δύο μοντέλα α) χρησιμοποιώντας όλες τις αποστάσεις που μέτρησαν και β) όλες τις αποστάσεις εκτός αυτής των 1200μ. Επειδή βρέθηκε υψηλή συσχέτιση της ΚΤ που προέκυψε από την (α) περίπτωση και της μέσης ταχύτητας των 1200μ, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση μιας επιπλέον απόστασης με διάρκεια μεγαλύτερη των 15 λεπτών, κρίνεται αναγκαία για την ορθότερη προσέγγιση της ΚΤ. Σε συνέχεια αυτής, μια μεταγενέστερη έρευνα των Martin και Whyte πραγματοποίησαν χρονομετρήσεις στις αποστάσεις 100, 200, 400, 800 και 1500 μέτρα με τουλάχιστον 24 ώρες ανάμεσα στις δοκιμασίες. Επίσης, για τον προσδιορισμό του γαλακτικού κατώφλιού οι τριαθλητές έκαναν πέντε 300άρια με συγκεκριμένο ρυθμό αυξανόμενο ανά 300μ και ένα λεπτό ξεκούραση ενδιάμεσα. Στη συγκεκριμένη έρευνα δεν παρατηρήθηκε σημαντική επιρροή των μεγαλύτερων αποστάσεων (800 και 1500μ) στον καθορισμό της ΚΤ, γεγονός που δείχνει ότι μεγαλύτερες χρονικά δοκιμασίες σε τριαθλητές δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τον προσδιορισμό της ΚΤ. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι στην πρώτη έρευνα συμμετείχαν κολυμβητές ενώ στην δεύτερη τριαθλητές.

## **2.5 Τρόπος υπολογισμού της κρίσιμης ταχύτητας στο τρέξιμο**

Η κρίσιμη ταχύτητα δεν χρησιμοποιείται σε τόσο μεγάλο βαθμό από τους αθλητές δρόμων, καθώς εκείνοι λειτουργούν και επιλέγουν να προπονούνται με βάση την ταχύτητα στο κατώφλι. Συνεπώς υπάρχουν περιορισμένες έρευνες σε αυτό το κομμάτι. Στην έρευνα των Penteado και συνεργατών (2014) συγκρίθηκαν οι χρόνοι εξάντλησης στην ΚΤ σε συνεχόμενο και διαλειμματικό τρέξιμο, για να καθοριστεί αν είναι ωφέλιμη η χρήση της σε διαλειμματική προπόνηση. Ένα μέρος των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκε έγινε σε στίβο, αφορούσε μέγιστες προσπάθειες στις αποστάσεις των 800 και 2400 μέτρων σε ξεχωριστές μέρες. Πλησιέστερη στο μοτίβο που ακολουθήθηκε στην παρούσα έρευνα, είναι αυτή των Galbraith και συνεργατών (2014) στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν οι αποστάσεις 3600, 2400 και 1200 μέτρα με ενδιάμεση ξεκούραση 30 λεπτά τη μια φορά και 60 λεπτά την άλλη. Οι αποστάσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν εσκεμμένα για να προκύπτει χρόνος προσπάθειας περίπου 12, 7 και 3 λεπτά



αντίστοιχα. Η διαφορά ξεκούρασης στη μια και στην άλλη μέτρηση δεν επηρέασε την τελική τιμή της KTr, η οποία βρέθηκε να έχει μεγάλη αξιοπιστία, ειδικά στην περίπτωση της ξεκούρασης 30 λεπτών. Σε μια άλλη έρευνα, ο προσδιορισμός της KT, έγινε με μια σειρά τεσσάρων δρομικών δοκιμασιών στο διάδρομο, με τυχαία σειρά, μέχρι την εξάντληση σε διαφορετικές ταχύτητες, από τις οποίες υπολογιζόταν η συνολική απόσταση που διανύθηκε και ο συνολικός χρόνος που καλύφθηκαν αυτές. Η κάθε προσπάθεια είχε 24 ώρες διαφορά από την προηγούμενη και επειδή η ταχύτητα κάθε προσπάθειας ήταν καθορισμένη, ο δοκιμαζόμενος πριν την μέτρηση ανεβοκατέβαινε στο διάδρομο για εξοικείωση με την συγκεκριμένη ένταση (Pepper, Housh, Johnson, 1992).

## **2.6 Χρόνος Εξάντλησης με την κρίσιμη ταχύτητα στην κολύμβηση**

Σε πολλές έρευνες στην κολύμβηση, επόμενη των μετρήσεων προσδιορισμού της KT, είναι η συνεχόμενη δοκιμασία πάνω στην ταχύτητα που έχει υπολογιστεί. Υποθετικά αυτή η ταχύτητα μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα από τους κολυμβητές, χωρίς ιδιαίτερες δυσκολίες. Στο τρίαθλο δεν έχει πραγματοποιηθεί παρόμοια έρευνα. Στην έρευνα των Dekerle και συνεργατών (2010), για τον καθορισμό της KT, στην δοκιμασία διατήρησης πραγματοποιήθηκαν σε συνεχόμενες προσπάθειες με εύρος απόκλισης  $\pm 5\%$  από την KT. Οι εξεταστές περπατούσαν παράλληλα στην πισίνα, στην αντίστοιχη ταχύτητα που έπρεπε να κολυμπά ο αθλητής. Η δοκιμασία διακοπτόταν, όταν το κεφάλι του κολυμβητή ήταν πίσω από των εξεταστών τα πόδια, παρά την μεγάλη φωνητική υποστήριξη από τους έξω ή μετά από μια ώρα συνεχόμενης κολύμβησης χωρίς ενδείξεις κόπωσης. Στην συγκεκριμένη έρευνα, κανένας από τους κολυμβητές δεν διατήρησε την KT για περισσότερο από 39,4 λεπτά. Σε μια παλαιότερη έρευνα των Dekerle και συνεργατών (2002), η KT βρέθηκε παρόμοια με την ταχύτητα στο T30. Μια από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκε, ήταν μια συνεχόμενη προσπάθεια 30 λεπτών κολύμβησης στην KT, όπου οι αθλητές ακολουθούσαν μια υδρόβια σειρά από φώτα που άναβαν σύμφωνα με ένα προγραμματιστή ταχύτητας. Στην έρευνα των Nikitakis και συνεργατών (2019), όπου έγιναν μετρήσεις πάνω στην κρίσιμη ταχύτητα εφήβων κολυμβητών για την σύγκριση των φυσιολογικών ανταποκρίσεων σε συνεχόμενη και διαλειμματική κολύμβηση, δεν κατάφεραν όλοι οι κολυμβητές να ολοκληρώσουν την

συνεχόμενη δοκιμασία των 30 λεπτών με το μέσο όρο έως τον χρόνο εξάντλησης να είναι  $25,7 \pm 7,4$  λεπτά.

## **2.7 Χρόνος Εξάντλησης με την κρίσιμη ταχύτητα στο τρέξιμο**

Η δοκιμασία χρόνου εξάντλησης χρησιμοποιείται ευρέως στο τρέξιμο, κυρίως για λόγους προσδιορισμού της αερόβιας ικανότητας. Αυτό που διαφέρει κάθε φορά είναι η ένταση της άσκησης η οποία προκύπτει ανάλογα με τον χρόνο που εκτιμάται ο ασκούμενος να μην μπορεί να συνεχίσει άλλο στον ρυθμό που του έχει υπαγορευθεί. Στην έρευνα των Penteado και συνεργατών (2014) πραγματοποιήθηκε σύγκριση των χρόνων εξάντλησης στην ΚΤ, στην διάρκεια συνεχόμενου και διαλειμματικού τρεξίματος προκειμένου να ελεγχθεί αν η χρήση της σε διαλειμματική προπόνηση είναι αποδοτική. Οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να τρέξουν για όσο περισσότερο χρονικό διάστημα στην ΚΤ διατηρώντας την σταθερή και οι ερευνητές έλεγχαν την όλη διαδικασία με κώνους τοποθετημένους ανά 40 μέτρα, από τους οποίους έπρεπε να διέρχονται οι δοκιμαζόμενοι σε κάθε ηχητικό σήμα με περιθώριο απόκλισης  $\pm 2$  μέτρα. Η μέση τιμή του χρόνου που κατάφεραν να αντέξουν ήταν  $19,2 \pm 6,4$  λεπτά. Μία άλλη έρευνα εξέτασε την αξιοπιστία χρόνου εξάντλησης και time-trial στο διάδρομο (δοκιμασία που είναι γνωστή η απόσταση, και ο ασκούμενος προσαρμόζει την ταχύτητα του για την ολοκλήρωση αυτής στον καλύτερο χρόνο), όπου στην δοκιμασία συνεχόμενου τρεξίματος έγινε σε ένταση υψηλότερη της ΚΤ, σε ρυθμό αγώνα. Η γνώση της απόστασης στους δοκιμαζόμενους λειτούργησε καλύτερα, καθώς η μεταβλητότητα των αποτελεσμάτων των δοκιμασιών time trials ήταν μικρότερη της δοκιμασίας εξάντλησης, σε εσωτερικό περιβάλλον όπου οι εξωτερικές συνθήκες είναι ελεγχόμενες (Laursen , 2007). Οι Hinckson και Hopkins χρησιμοποίησαν τον χρόνο εξάντλησης ως τρόπο μέτρησης της απόδοσης, περιορίζοντας την διάρκεια της έντασης 1 με 10 λεπτά. Στηρίχθηκαν στα ατομικά ρεκόρ των εξεταζομένων τους στις αποστάσεις 800 και 1500 μέτρων, έτσι ώστε να ορίσουν ταχύτητες με στόχο την επερχόμενη εξάντληση στα 1-2 λεπτά, 3-4 λεπτά και 7-10 λεπτά, στο διάδρομο. Μια άλλη έρευνα των Pepper, Housh, και Johnson, (1992) πραγματοποίησε μετρήσεις έως την εξάντληση σε πέντε διαφορετικές ταχύτητες ποσοστού της ΚΤ στο διάδρομο. Στον ρυθμό 100% της ΚΤ, οι δοκιμαζόμενοι άντεξαν μέσο χρόνο  $16,43 \pm 6,08$  λεπτά, ενώ στο ρυθμό 85% της ΚΤ, οι 8 από τους 10 κατάφεραν να διατηρήσουν την

ταχύτητα για 60 λεπτά. Συνοπτικά τα ευρήματα από μελέτες που εξέτασαν το χρόνο διατήρησης της κρίσιμης ταύτητας σε διάφορες μορφές άσκησης φαίνονται στον Πίνακα 2.1.

## 2.8 Speed reserve

Το speed reserve θεωρείται ένας δείκτης επίδοσης σε αγωνίσματα που εμφανίζουν κυκλικές κινήσεις και εκφράζει την διαφορά ανάμεσα στις μέγιστες ταχύτητες που συλλαμβάνονται ανάμεσα σε μικρές και μεγάλες αποστάσεις. Είναι μια παράμετρος που χρησιμοποιείται με ποικίλους τρόπους όπως για παράδειγμα (α) να εκφράσει την ένταση της άσκησης και να επεξηγήσει την μεταβλητότητα του χρόνου εξάντλησης σε πολλές ταχύτητες τρεξίματος ενός ατόμου, (β) έχει χρησιμοποιηθεί για να περιγράψει την διαφορά ανάμεσα στην μέγιστη ταχύτητα και στην ταχύτητα όπου παρατηρείται η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου σε αθλητές. Σε εφαρμογή της περίπτωσης (β) σε μία έρευνα όπου υπολογίστηκε η διαφορά της ταχύτητας των 50μ με την μέση ταχύτητα των 400μ κολύμβησης, η KTs και του ADC (ικανότητα κάλυψης μιας απόστασης αναερόβια) βρέθηκε ότι όσο μικρότερη είναι η τιμή του Speed Reserve και ADC τόσο ψηλότερη είναι η KT και αντίστροφα. Προέκυψε ότι η Speed Reserve έχει τεράστια πρακτική εφαρμογή τονίζοντας τις ισχυρές σχέσεις KT και ADC, και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καθοριστικές αλλαγές στην απόδοση μετά από μια χρονική περίοδο (Dalamitros, et al, 2015).

**Πίνακας 2.1** Σύνοψη μελετών που εξετάζουν το χρόνο εξάντλησης σε τρέξιμο και κολύμβηση .

Συγγραφείς	Συμμετέχοντες	Είδος άσκησης	Χρόνος εξάντλησης (λεπτά)
Pepper, Housh, Johnson, 1991	N= 10	τρέξιμο	16,43± 6,08
Housh et al, 1991	N= 10	Τρέξιμο	9,6-16,8
Billat et al, 1995	N= 14	Τρέξιμο	16,92 ± 4,43
Dekerle et al, 2010	N= 9	κολύμβηση	24,3± 7,7
Penteado et al, 2014	N= 9	τρέξιμο	19,3± 6,4
Zacca et al, 2016	N= 10	κολύμβηση	27 ± 5
Nikitakis et al, 2019	N=10 έφηβοι	κολύμβηση	25,7 ±7,4

## III. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 3.1 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν 9 τριαθλητές (n=9, 2 γυναίκες, 7 άνδρες, ηλικία  $26,3\pm 4,2$  έτη, ανάστημα  $175\pm 6,4$  cm, μάζα σώματος  $70.8\pm 8.3$  kg). Το επίπεδο των αθλητών ήταν υψηλό αφού όλοι οι τριαθλητές έπαιρναν μέρος στο πανελλήνιο πρωτάθλημα της κατηγορίας τους, διεκδικώντας μετάλλια και προκρίσεις σε διεθνείς αγώνες .

### 3.2 Μέσα συλλογής των δεδομένων

Για την μέτρηση της σωματικής μάζας χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονική ζυγαριά μάρκας LAICA, ενώ για το ανάστημα απλή μεζούρα ταινία μήκους 2 μέτρων. Χρησιμοποιήθηκαν 2 χρονόμετρα χειρός (tremblay, χώρα κατασκευής Γαλλία) τόσο για τις χρονομετρήσεις στην πισίνα και στον στίβο όσο και για την μέτρηση της συχνότητας χεριών στην κολύμβηση. Για την καταγραφή της συχνότητας του διασκελισμού στο τρέξιμο έγινε βιντεοσκόπηση με τη χρήση κάμερας (iPhone, χώρα κατασκευής Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής) και μετέπειτα πραγματοποιήθηκε κινηματική ανάλυση μέσω του προγράμματος Kinovea.

### 3.3 Διαδικασία συλλογής των δεδομένων

Αρχικά μετρήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (ανάστημα, μάζα σώματος) πρωινές ώρες, πριν το πρόγευμα. Πριν την έναρξη των δοκιμασιών υπέγραψαν το πρωτόκολλο δοκιμασιών που τους δόθηκε, στο οποίο αναγράφονταν οι δοκιμασίες που θα πραγματοποιούσαν καθώς και ο στόχος της παρούσας έρευνας. Ο γενικός σχεδιασμός περιλάμβανε την περάτωση όλων των δοκιμασιών εντός ενός διαστήματος 3 μηνών. Πιο συγκεκριμένα κάθε αθλητής έπρεπε να πραγματοποιήσει συνολικά 4 δοκιμασίες, 2 στην κολύμβηση και 2 στο τρέξιμο, με χρονικό διάστημα μεταξύ κάθε δοκιμασίας 7 ημερών. Πρώτα πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις στην πισίνα τις πρωινές ώρες 7-12πμ. Η θερμοκρασία του νερού της πισίνας ήταν 25 βαθμούς °C. Οι δοκιμασίες έγιναν σε κολυμβητικές δεξαμενές 25 και

50 μέτρων. Οι μετρήσεις στον στίβο έπονται του κολυμβητικού σκέλους και πραγματοποιήθηκαν απογευματινές ώρες 4-8μμ, σε ανοιχτό στίβο 400 μέτρων.

### 3.3.1 Δοκιμασίες στην κολύμβηση

#### Χρονομέτρηση σε 200 και 400 μέτρα

Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα βασίστηκε στην έρευνα του Wakayoshi, και συνεργατών (1993) όπου έγιναν μετρήσεις σε μέγιστες προσπάθειες στις αποστάσεις των 200 και 400 μέτρων, η κάθε μια διαφορετική μέρα. Από τις τιμές απόστασης και χρόνου προέκυψε η ευθεία στις δύο αυτές αποστάσεις, με βάση την κλίση της οποίας υπολογίστηκε η ΚΤ. Η δοκιμασία αυτή χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της κρίσιμης ταχύτητας (KTs). Ο κάθε αθλητής είχε στην διάθεση του 10 λεπτά προθέρμανσης εντός νερού με δύο λεπτά διατάσεις εκτός νερού. Η δεκάλεπτη προθέρμανση περιλάμβανε 400 μ. συνεχόμενο ελεύθερο, 100 μ. μικτή, 200 μ. ασκήσεις ελευθέρου και 4X25 μ. αυξανόμενα σπριντ, ενώ τα 2 λεπτά δυναμικών διατάσεων ήταν προσωπικής του επιλογής. Στην συνέχεια έπρεπε να πραγματοποιήσει δύο μέγιστες προσπάθειες 200 και 400 μ. ελεύθερου στυλ με εκκίνηση εντός νερού. Μεταξύ των δύο μετρήσεων είχαν στην διάθεση τους 30 λεπτά παθητικής αποκατάστασης, με δικαίωμα (εφόσον το επιθυμούσε) 5λεπτής κινητικής προετοιμασίας πριν την δεύτερη μέτρηση. Η μέτρηση των 200 προηγείτο των 400 μ. Και στις δύο μετρήσεις καταγραφόταν το πέρασμα ανα 50μ και η συχνότητα χεριάς στο 2<sup>ο</sup> 25άρι του κάθε 50αριού. Ο υπολογισμός της συχνότητας έγινε με την οπτική καταμέτρηση 6 χεριών (3 κύκλοι), οι οποίες χρονομετρούνταν συνολικά. Ο εξεταστής ξεκινούσε το χρονόμετρο με την είσοδο του δεξιού χεριού του αθλητή στο νερό, η οποία καταγραφόταν ως μηδενική χεριά (0) και το σταματούσε με την διεκπεραίωση 6 χεριών, ξανά με την είσοδο του δεξιού χεριού. Μετά από κάθε μέτρηση καταγραφόταν η καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) με ψηλάφηση της καρωτιδικής αρτηρίας για 10 δευτερολέπτα. Η κρίσιμη ταχύτητα υπολογίστηκε από την κλίση της ευθείας που προέκυπτε από την σχέση απόστασης-χρόνου (στα 200-400μ κολύμβηση), η οποία υπολογίζεται μαθηματικά και με τον ακόλουθο τύπο :  $KTs = \frac{\Delta X}{\Delta T}$ , (όπου ΚΤs: Κρίσιμη Ταχύτητα Κολύμβηση, ΔX: Διαφορά απόστασης 400-200, ΔT: διαφορά χρόνου t400-t200)

### **Δοκιμασία συνεχούς κολύμβησης**

Η συνεχόμενη δοκιμασία έπρεπε να πραγματοποιηθεί 7 ημέρες μετά την πρώτη μέτρηση και στόχο είχε την συνεχόμενη προσπάθεια κολύμβησης μέχρι εξάντλησης. Η ταχύτητα κολύμβησης ήταν ίση με την κρίσιμη ταχύτητα που είχε υπολογιστεί από τη χρονομέτρηση 200 και 400 μέτρων. Ο αθλητής έπρεπε να κολυμπάει συνεχόμενα ελεύθερο για όσο περισσότερο χρονικό διάστημα μπορούσε στο ρυθμό που του υποδείκνυαν οι ερευνητές που βημάτιζαν σε καθορισμένο ρυθμό στο κατάστρωμα της πισίνας. Ο χρόνος του ελεγχόταν ανά 50 μέτρα και είχε ένα περιθώριο απόκλισης  $\pm 3\%$ . Σε περίπτωση που δεν μπορούσε να διατηρήσει δύο συνεχόμενα 50άρια στον ρυθμό αυτό, διακοπτόταν η προσπάθειά του και καταγραφόταν ο χρόνος που άντεξε και η συνολική απόσταση που είχε διανύσει μέχρι το στάδιο αυτό. Είχε οριστεί μέγιστο χρονικό διάστημα για τη διακοπή της προσπάθειας τα 30 λεπτά, σε περίπτωση που ο δοκιμαζόμενος συνέχιζε να κολυμπάει άνετα στο ρυθμό αυτό εντός των χρονικών ορίων. Με την διακοπή της δοκιμασίας καταγραφόταν η ΚΣ για 10 δευτερόλεπτα.

### **3.3.2 Δοκιμασίες στο στίβο**

#### **Χρονομέτρηση σε 1200 και 2400 μέτρα**

Ο αθλητής πραγματοποιούσε ένα δεκαπεντάλεπτο ζέσταμα (8 λεπτά συνεχόμενο τρέξιμο, 4 λεπτά δρομικές ασκήσεις, 2 ανοίγματα 50 μ. και δυναμικές διατάσεις). Στην συνέχεια πραγματοποιούσε δύο μέγιστες προσπάθειες σε αποστάσεις 1200 και 2400 μ. γύρω από στίβο 400 μέτρων για να υπολογιστεί η κρίσιμη ταχύτητα στο τρέξιμο. Καταγράφονταν το πέρασμά του ανά 400 μ. καθώς και ο συνολικός του χρόνος σε κάθε απόσταση. Ανά γύρο, στα τελευταία 100 μ. γινόταν βιντεοσκόπηση ενός αποσπάσματος 5 δευτερολέπτων από την δρομική προσπάθεια του αθλητή, που αποσκοπούσε στον μετέπειτα υπολογισμό του δρομικού του διασκελισμού. Με την ολοκλήρωση της προσπάθειας του αθλητή, γινόταν καταμέτρηση της ΚΣ για 10 δευτερόλεπτα. Μεταξύ των δύο αποστάσεων ο αθλητής είχε παθητική αποκατάσταση 30 λεπτών, με δικαίωμα 5λεπτης κινητικής προετοιμασίας πριν τη δεύτερη απόσταση, εφόσον το επιθυμούσε. Ο αθλητής μπορούσε να καταναλώνει υγρά στην παθητική αποκατάσταση, αλλά όχι τροφή. Πρώτα ολοκληρωνόταν η μέτρηση στα 1200 και στη συνέχεια η απόσταση 2400 μ. Η

κρίσιμη ταχύτητα υπολογίστηκε απο την κλίση της ευθείας που προέκυπτε απο την σχέση απόστασης-χρόνου (στα 1200-2400μ τρέξιμο), η οποία υπολογίζεται μαθηματικά και με τον ακόλουθο τύπο :  $KTr = \frac{\Delta X}{\Delta T}$ , (όπου KTr: Κρίσιμη Ταχύτητα Τρέξιμο, ΔX: Διαφορά απόστασης 2400-1200, ΔT: διαφορά χρόνου t2400-t1200).

### **Δοκιμασία συνεχούς τρεξίματος**

Στην επόμενη μέτρηση του δρομικού σκέλους της έρευνας, ο αθλητής επανερχόταν στο ίδιο στάδιο 7 ημέρες αργότερα, τις ίδιες ώρες και πραγματοποιούσε την ίδια δεκαπεντάλεπτη προθέρμανση . Η δεύτερη μέτρηση περιλάμβανε συνεχόμενο τρέξιμο στον ρυθμό της KTr, που είχε υπολογισθεί από την πρώτη μέτρηση, για όσο χρονικό διάστημα μπορούσε να αντέξει ο δοκιμαζόμενος μέχρι την εξάντληση. Στους συμμετέχοντες είχαν δοθεί σαφείς οδηγίες για τα περάσματα που έπρεπε να κάνει ανά 400 μ. με δικαίωμα απόκλισης  $\pm 3\%$ . Η προσπάθεια του διακοπτόταν είτε λόγω 2 συνεχόμενων προσπαθειών 400 μέτρων (2 γύρων) πάνω από το επιτρεπόμενο χρονικό όριο, είτε αδυναμίας συνέχισης της προσπάθειας. Σε περίπτωση που η παρατεταμένη προσπάθεια συνεχιζόταν από τον αθλητή εντός των επιτρεπόμενων ορίων ταχύτητα, οι εξεταστές τον σταματούσαν στα 30 λεπτά για διαδικαστικούς λόγους. Με την ολοκλήρωση της προσπάθειας, καταγράφονταν η ΚΣ του αθλητή. Επίσης, καταγράφονταν τα περάσματά του ανά 400 μ. για όσο χρονικό διάστημα διαρκούσε η προσπάθειά του.

### **3.4 Στατιστική επεξεργασία**

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε T-test για εξαρτημένα δείγματα για τον έλεγχο της διαφοράς των χρόνων που άντεξαν οι εξεταζόμενοι στις συνεχόμενες δοκιμασίες του τρεξίματος και της κολύμβησης. Επίσης χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής συσχέτισης  $r$  του Pearson μεταξύ της ΚΤ στο τρέξιμο (KTr) και στο κολύμπι (KTs). Ο συντελεστής συσχέτισης  $r$  του Pearson χρησιμοποιήθηκε επίσης για να εξεταστεί η σχέση του χρόνου διατήρησης της κρίσιμης ταχύτητας με το ποσοστό της ΚTs ως προς την ταχύτητα των 400 μέτρων κολύμβησης (T400) και ως προς την ταχύτητα στην απόσταση των 2400 μέτρων (T2400). Τέλος ο συντελεστής συσχέτισης Pearson  $r$  χρησιμοποιήθηκε για να

εξεταστεί η σχέση μεταξύ της διάρκειας που άντεξαν στο τρέξιμο και στο κολύμπι. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή  $\pm$  τυπική απόκλιση (mean $\pm$ sd). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε με  $p < 0,05$ .



## IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας

### 4.1 Αποτελέσματα μετρήσεων στην κολύμβηση

Στις δοκιμασίες της κολύμβησης προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές μέσος συνολικός χρόνος 200μ (t200):  $148,6 \pm 19,4$  s, μέσος συνολικός χρόνος (t400):  $319,2 \pm 38$ s, KT:  $1,185 \pm 0,1$  m/s, μέση ταχύτητα 400μ (T400):  $1,266 \pm 0,156$  m/s και %KTs ως προς T400:  $93,53 \pm 2$ . Στον Πίνακα 4.1 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων στην κολύμβηση, δηλαδή οι επιδόσεις των αθλητών στα 200 και 400 μέτρα μέγιστης προσπάθειας. Επίσης παρουσιάζεται η KTs του κάθε αθλητή, όπως υπολογίστηκε από τις επιδόσεις του σε αυτές τις αποστάσεις. Με την βοήθεια του προγράμματος excel έχουν υπολογιστεί η μέση ταχύτητα στα 400 μέτρα (T400) κάθε αθλητή όπως και το ποσοστό της KTs ως προς την T400

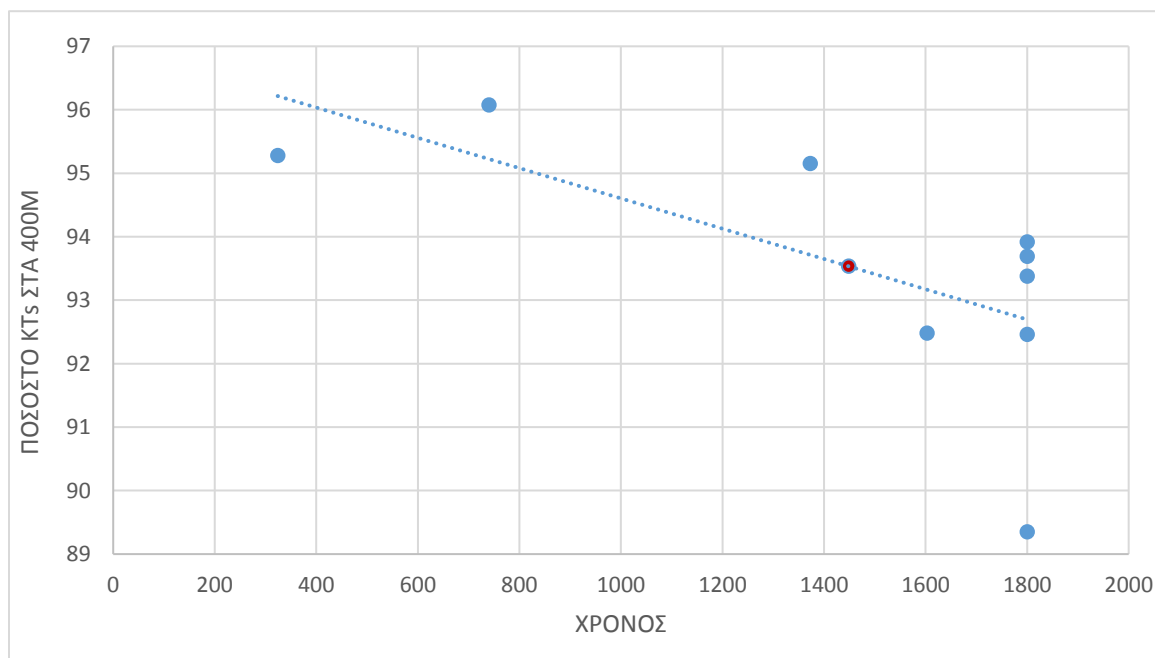
**Πίνακας 4.1** Αποτελέσματα μετρήσεων στην κολύμβηση.

	Τελική επίδοση 200μ (s)	Τελική Επίδοση 400 μέτρα (s)	KTs (m/s)	T400m (m/s)	KTs% of 400
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 1</b>	130.9	285.03	1.298	1.403	92.46
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 2</b>	136.46	292.6	1.281	1.367	93.69
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 3</b>	162.22	341.5	1.116	1.171	95.28
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 4</b>	147.89	335.8	1.064	1.191	89.35
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 5</b>	130.32	278.69	1.348	1.435	93.92
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 6</b>	141.47	307.98	1.201	1.299	92.48
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 7</b>	192.29	400.74	0.959	0.998	96.08
<b>ΑΘΛΗΤΡΙΑ 1</b>	153.57	330.58	1.130	1.210	93.38
<b>ΑΘΛΗΤΡΙΑ 2</b>	142.4	300.08	1.268	1.333	95.15
<b>MEAN</b>	148.6	319.2	1.185	1.268	93.5
<b>SD</b>	19.4	38.0	0.1	0.138	2.0

**KTs:** Κρίσιμη Ταχύτητα κολύμβησης, **T400:** Μέση Ταχύτητα των 400 μέτρων, **KTs % of 400:** Ποσοστό Κρίσιμης ταχύτητας κολύμβηση των 400 μέτρων.

## 4.2 Αποτελέσματα δοκιμασίας συνεχόμενης κολύμβησης

Στη συγκεκριμένη δοκιμασία καταγράφηκε ο χρόνος και απόσταση που διανύθηκε εως την εξάντληση. Ο μέσος χρόνος που άντεξαν ήταν  $1448,9 \pm 549,3$  s δηλαδή  $24:08.9 \pm 9:09.3$  λεπτά, η μέση απόσταση που διανύθηκε ήταν  $1763,9 \pm 757,2$  μέτρα, με μέση ΚΣ  $152,7 \pm 13,8$  παλμοί το λεπτό. Την δοκιμασία ολοκλήρωσαν 5 στους εννιά αθλούμενους, με 4 να εγκαταλείπουν νωρίτερα.



**Σχήμα 4.2** Σχέση χρόνου διατήρησης ΚΤ στην κολύμβηση με το ποσοστό της ΚΤs σε σχέση με την ταχύτητα των 400μ. Η κόκκινη κουκίδα υποδηλώνει την μέση τιμή και για τις δύο παραμέτρους. Η συσχέτιση είναι αρνητική ( $r = -0.65$ ) και κρίνεται σημαντική.

## 4.3 Αποτελέσματα αρχικών μετρήσεων στο τρέξιμο

Όσο αφορά το τρέξιμο, η μέση τιμή σε κάθε δοκιμασία που πραγματοποιήθηκε είναι μέσος συνολικός χρόνος 1200μ ( $t_{1200}$ ) =  $242,9 \pm 21,9$ s , μέσος συνολικός χρόνος 2400μ ( $t_{2400}$ ) =  $530,9 \pm 46,5$ s , ΚΤr =  $4,2 \pm 0,4$  m/s , μέση ταχύτητα 2400μ ( $T_{2400}$ ) =  $4,55 \pm 0,41$  και %ΚΤr ως προς 2400 =  $92,2 \pm 2,2$ . Στον Πίνακα 4.3 παρουσιάζονται αναλυτικά οι επιδόσεις των αθλητών στα 1200 και 2400 μέτρα μέγιστης προσπάθειας, η ΚΤr που υπολογίστηκε από τις

συγκεκριμένες επιδόσεις. Επίσης παρουσιάζονται και η T2400 και το ποσοστό της KTr ως προς την T2400, οι οποίες υπολογίστηκαν με την βοήθεια του προγράμματος του excel.

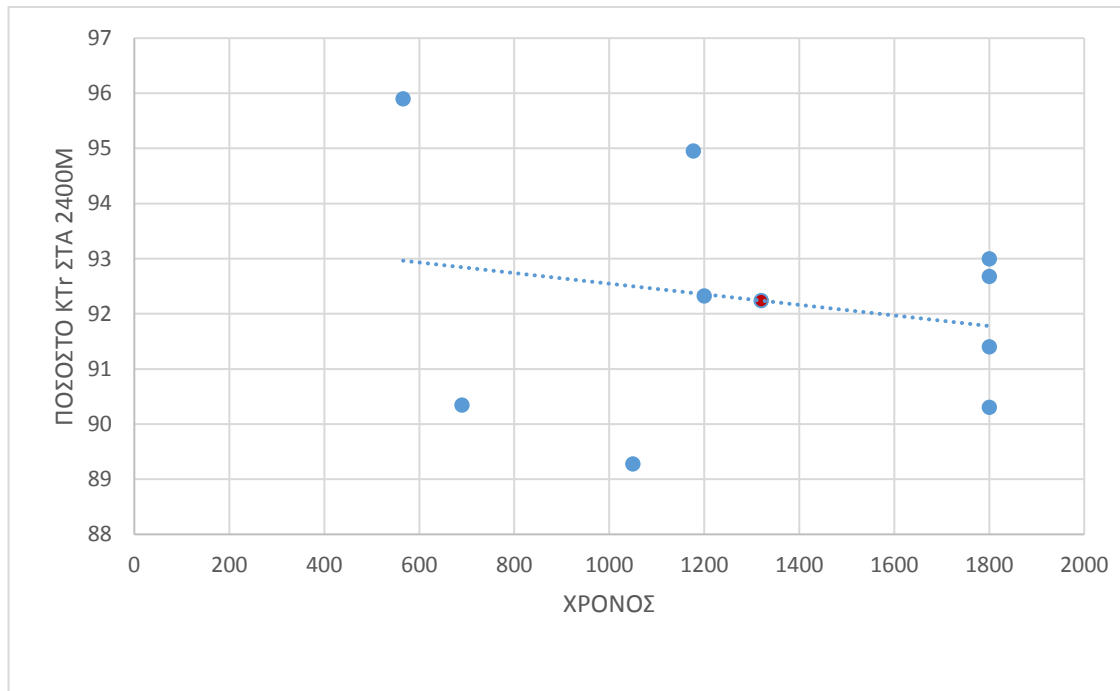
**Πίνακας 4.3** Αποτελέσματα μετρήσεων στο τρέξιμο

	τελική επίδοση 1200 (s)	τελική επίδοση 2400 (s)	KTr(m/s)	T2400m (m/s)	KTr % of 2400
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 1</b>	222.5	464.9	4.95	5.162	95.90
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 2</b>	235.46	511.33	4.35	4.694	92.68
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 3</b>	211.2	473.21	4.58	5.072	90.30
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 4</b>	219.94	492.76	4.40	4.871	90.34
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 5</b>	268.10	579.7	3.85	4.140	92.99
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 6</b>	241.32	549.37	3.90	4.369	89.27
<b>ΑΘΛΗΤΗΣ 7</b>	261.47	552.32	4.13	4.345	94.95
<b>ΑΘΛΗΤΡΙΑ 1</b>	258.76	564.46	3.93	4.252	92.32
<b>ΑΘΛΗΤΡΙΑ 2</b>	267.23	589.68	3.72	4.070	91.40
<b>MEAN</b>	242.9	530.9	4.2	4.55	92.2
<b>SD</b>	21.9	46.5	0.4	0.41	2.2

**KTr:** Κρίσιμη Ταχύτητα τρεξίματος , **T2400:** Μέση Ταχύτητα των 2400 μέτρων, **KTs % of 2400:** Ποσοστό Κρίσιμης ταχύτητας τρεξίματος των 2400 μέτρων

#### 4.4 Αποτελέσματα δοκιμασίας συνεχούς τρεξίματος

Στη δοκιμασία του συνεχούς τρεξίματος ,όπως και στη κολύμβηση, καταμετρήθηκε η συνολική απόσταση και ο χρόνος που άντεξαν τρέχοντας πάνω στην KTr. Οι μέσες τιμές ήταν : Μέσος Χρόνος =  $1320,3 \pm 499,3$  sec δηλαδή  $22:00.3 \pm 8:19.3$  λεπτά , Μέση απόσταση =  $5468,9 \pm 2076$  μέτρα και Μέση ΚΣ  $166,1 \pm 14$  παλμοί το λεπτό. Τη δοκιμασία ολοκλήρωσαν 4 στους 9 αθλητές, ενώ 5 δεν κατάφεραν να συμπληρώσουν το 30λεπτο.



**Σχήμα 4.4** Σχέση χρόνου διατήρησης ΚΤ στο τρέξιμο με το ποσοστό της ΚΤρ σε σχέση με την ταχύτητα των 2400μ. Η κόκκινη κουκίδα υποδηλώνει την μέση τιμή και για τις δύο παραμέτρους. Η συσχέτιση είναι αρνητική και κρίνεται ως μη σημαντική ( $r = -0.219$ )

#### 4.5 Σύγκριση κολύμβησης με τρέξιμο

Δεν εμφανίστηκε διαφορά στο χρόνο διατήρησης της ΚΤ μεταξύ του τρεξίματος και της κολύμβησης ( $t_8 = 0,452$ ,  $p = 0,66$ ). Επίσης δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στην ΚΤ ως ποσοστό της ταχύτητας των 400μ κολύμβησης με την ΚΤρ ως ποσοστό της ταχύτητας των 2400μ ( $t_8 = 1,536$ ,  $p = 0,16$ ). Η μόνη διαφορά που κρίθηκε στατιστικώς σημαντική, παρατηρείται μεταξύ της συνολικής απόστασης που διάνυσαν στο κολύμπι και της συνολικής απόστασης που διάνυσαν στο τρέξιμο ( $t_8 = -4,666$ ,  $p = 0,016$ ), όπως και στην ΚΣ που είχαν στο τέλος της συνεχόμενης δοκιμασίας στη κολύμβησης και στο τρέξιμο ( $t_8 = -2,526$ ,  $p = 0,035$ ). Συγκεκριμένα η μέση ΚΣ στη κολύμβηση ήταν  $152,7 \pm 13,8$  παλμοί το λεπτό και η μέση ΚΣ στο τρέξιμο  $166,1 \pm 14$  παλμοί το λεπτό.

## V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1 Κύρια ευρήματα της έρευνας

Σκοπός της μελέτης ήταν να συγκρίνει το χρόνο διατήρησης της ΚΤ σε τρέξιμο και κολύμβηση στους τριαθλητές. Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στις παραμέτρους που μετρήθηκαν. Δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στο χρόνο διατήρησης της ΚΤ ανάμεσα στο τρέξιμο και την κολύμβηση. Επιπλέον οι εντάσεις της ΚΤs και ΚΤr δεν συνδέονται σημαντικά με συγκεκριμένα ποσοστά των ταχυτήτων των δύο μεγαλύτερων αποστάσεων που μετρήθηκαν. Η μόνη σημαντική διαφορά που παρατηρήθηκε, αλλά και αναμενόμενη ήταν αυτή μεταξύ της απόστασης που διανύθηκε στη συνεχόμενη δοκιμασία της κολύμβησης με τη συνεχόμενη δοκιμασία τρεξίματος. Σημαντική συσχέτιση παρατηρήθηκε μεταξύ του ποσοστού της ΚΤs και της συνολικής απόστασης που καλύφθηκε στη δοκιμασία συνεχόμενης κολύμβησης.

### 5.2 Χρόνος εξάντλησης κολύμβησης

Ο μέσος χρόνος όπου οι αθλητές σταματούσαν την προσπάθεια τους στην κολύμβηση ήταν  $24:08.9 \pm 9:09.3$  λεπτά, δεδομένου ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη διάρκεια ήταν 30 λεπτά. Η κρίσιμη ταχύτητα, θεωρητικά είναι μια ένταση που μπορεί να διατηρηθεί για πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα, ωστόσο πολλές έρευνες αναφέρουν την ταχύτητα αυτή κοντά στις εντάσεις του T30 ή του αναερόβιου κατώφλιου (Dekerle, et al, 2002), γεγονός που δείχνει ότι οι δοκιμαζόμενοι την αντιλαμβάνονται ως πιο απαιτητική και έντονη. Στη παρούσα έρευνα άλλωστε, ο μέσος όρος των καρδιακών παλμών αμέσως μετά την προσπάθεια ήταν  $152,7 \pm 13,8$  παλμοί το λεπτό, σχετικά υψηλοί σε σχέση με μια άσκηση ήπιας προσπάθειας. Επιπλέον, τη συνεχόμενη δοκιμασία ολοκλήρωσαν 5 συμμετέχοντες, ενώ οι υπόλοιποι τέσσερις δεν κατάφεραν να ανταποκριθούν στον ρυθμό της κρίσιμης ταχύτητας έως 30 λεπτά. Οι αθλητές που ολοκλήρωσαν την δοκιμασία, είχαν τιμές ΚΤs χαμηλότερες από την αντίστοιχη μέση ταχύτητα των 400 μέτρων κολύμβησης. Συνεπώς, κλήθηκαν να κολυμπήσουν σε τιμές πιο χαμηλές από το υποτιθέμενο κατώφλι, σε χαμηλότερα ποσοστά της ταχύτητας των 400 μέτρων, αντιλαμβάνοντας την δοκιμασία πιο εύκολη από τους υπολοίπους, που κολύμπησαν σε υψηλότερα ΚΤs ως προς την T400. Όσο αφορά τη διάρκεια μέχρι την εξάντληση, στην έρευνα των Nikitakis και συνεργατών (2019) που πραγματοποιήθηκε με έφηβους κολυμβητές ο μέσος χρόνος που άντεξαν στην συνεχόμενη δοκιμασία ήταν  $25,7 \pm 7,4$  λεπτά. Παρόμοια αποτελέσματα

καταγράφονται και στην έρευνα των Dekerle και συνεργατών, (2010) όπου σε μια από τις μεθόδους που ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό της ΚΤ μέσω της σχέσης κλίσης της ευθείας απόστασης χρόνου, ο μέσος χρόνος μέχρι την εξάντληση ήταν  $24,3 \pm 7,7$  λεπτά. Άλλη έρευνα στην οποία οι κολυμβητές πραγματοποίησαν 3 δεκάλεπτα κολύμβησης στην ΚΤ με μικρό διάλειμμα, ο μέσος συνολικός χρόνος που καταγράφηκε (επειδή δεν κατάφεραν όλοι να ολοκληρώσουν και τις 3 μετρήσεις) ήταν  $27 \pm 5$  λεπτά (Zacca et al., 2016). Οι προαναφερόμενες έρευνες πραγματοποιήθηκαν πάνω σε κολυμβητές, ενώ η παρούσα έρευνα έγινε σε τριαθλητές, όπου η προπόνηση τους όπως είναι λογικό συνδυάζει 3 αθλήματα, συνεπώς και αντέχουν λιγότερο συγκριτικά στη συνεχόμενη δοκιμασία. Σε υψηλά επίπεδα, λογικό είναι οι elite κολυμβητές να είναι πιο αποτελεσματικοί από τους elite τριαθλητές. Η ενεργειακή τους δαπάνη έχει μετρηθεί να είναι 21-29% μικρότερη, καθώς και η αποτελεσματικότητα στην προώθηση της χεριάς να είναι 36,4% υψηλότερη συγκριτικά με τους τριαθλητές (Bentley, et al., 2002).

### **5.3 Χρόνος εξάντλησης στο τρέξιμο**

Ο μέσος χρόνος εξάντλησης στο τρέξιμο ήταν  $22,3 \pm 8:19,3$  λεπτά. Η διαφορά του συνεχόμενου τρεξίματος με τη συνεχόμενη κολύμβηση έγκειται στο γεγονός ότι οι εξωτερικές συνθήκες είναι πιο δύσκολο να ελεγχθούν, δεδομένου ότι ο χώρος της πισίνας παρέχει ένα ελεγχόμενο περιβάλλον. Παρόμοιες έρευνες έχουν βρεί συνολικό μέσο χρόνο  $19,2 \pm 6,4$  λεπτά (Penteado, et al., 2014) και  $16,43 \pm 6,08$  λεπτά σε έρευνα που έγινε πάνω στην ΚΤr σε διάδρομο (Pepper, Housh, Johnson, 1992). Συνεπώς φαίνεται, ότι οι εξωτερικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα καθώς προκαλούν λιγότερη ή περισσότερη κόπωση στον αθλητή. Στην παρούσα έρευνα ο μέσος όρος καρδιακής συχνότητας αμέσως μετά την δοκιμασία ήταν  $166,1 \pm 14$  παλμοί το λεπτό. Η τιμή αυτή είναι σχετικά πιο μικρή από την επιθυμητή, ωστόσο αυτό μπορεί να εξηγηθεί με δύο τρόπους: α) το συνεχόμενο τρέξιμο στην κρίσιμη ταχύτητα εκτελέστηκε με σχετική ευκολία και άνεση από τους αθλούμενους, με τους μισούς να καταφέρνουν να ολοκληρώσουν το 30λεπτό και β) να μην το καταφέρνουν περισσότερο για λόγους μη επαρκούς θέλησης παρά για λόγους κόπωσης. Η δεύτερη περίπτωση μπορεί να εξηγηθεί από το πόρισμα μιας έρευνας όπου η μεγαλύτερη μεταβλητότητα στην δοκιμασία εξάντλησης αποδίδεται σε παραμέτρους όπως η κόπωση, η βαρεμάρα και η έλλειψη κινήτρου (Laursen, et al., 2007).

Άλλωστε η συνεχόμενη προσπάθεια σε μια δεδομένη ένταση είναι ένας μονότονος τύπος άσκησης για τους περισσότερους αθλούμενους.

#### **5.4 Κρίσιμη ταχύτητα σε τρέξιμο και κολύμβηση**

Όπως προαναφέρθηκε, οι χρόνοι διατήρησης της ΚΤ στο τρέξιμο και στην κολύμβηση αντίστοιχα δεν διαφέρουν σημαντικά. Αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς στην προπονητική του τρίαθλου επικρατεί η άποψη κάθε άθλημα να έχει την δική του ξεχωριστή προπονητική μονάδα, σύμφωνα με την απόσταση και το επίπεδο του κάθε αθλούμενου. Η μόνη περίπτωση συνδυασμού, ακολουθεί τη φιλοσοφία της διπλή προπόνησης, όπου το ένα άθλημα διαδέχεται το άλλο με βάση τη σειρά που υπαγορεύεται στο τρίαθλο ( κολύμπι-ποδήλατο-τρέξιμο) (Laursen, 2011). Όσο αφορά μεμονωμένα το χρόνο που άντεξαν και στα 2 αθλήματα, οι μέσοι όροι των χρόνων που παρατηρήθηκαν βρίσκεται μέσα στα πλαίσια της σχετικής βιβλιογραφίας όπου υποστηρίζεται ότι αν και η ένταση της ΚΤ μπορεί να διατηρηθεί αρκετή ώρα χωρίς κόπωση, πολλές έρευνες αναφέρουν πως η συνεχόμενη άσκηση σε αυτή την ένταση οδηγεί στην αύξηση γαλακτικού στο αίμα και οι τιμές των χρόνων που θα διατηρηθούν κυμαίνονται στα 20-40 λεπτά (Penteado, et al., 2014). Οι περισσότεροι δοκιμαζόμενοι, ολοκλήρωσαν την συνεχόμενη δοκιμασία στη κολύμβηση παρά στο τρέξιμο, αλλά η διαφορά ήταν μικρή. Επιπλέον οι τιμές της ΚΤ που παρουσίασαν στην κολύμβηση αντιστοιχούσαν σε πιο χαμηλά ποσοστά της T400, σε σχέση με την αντίστοιχη ΚΤr ως ποσοστό την T2400. Για αυτό και δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στο τρέξιμο σε σχέση με το κολύμπι. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί πιθανόν από το χώρο προέλευσης των αθλητών, καθώς οι περισσότεροι ήταν πρώην κολυμβητές άρα και περισσότερο προπονημένοι στο αντίστοιχο άθλημα. Μια σημαντική παράμετρος, που ενδέχεται να επηρέασε την αντιλαμβανόμενη ένταση στη κρίσιμη ταχύτητα, είναι ο συνδυασμός των αποστάσεων που χρησιμοποιήθηκε για το προσδιορισμό της κρίσιμης ταχύτητας κολύμβησης. Παλαιότερες έρευνες (Zacca, et al 2016, Toubekis & Tokmakidis, 2013, Wright, Smith. 1994) προτείνουν την ένταξη μιας μεγαλύτερης απόστασης αναγκαία στο πρωτόκολλο προσδιορισμού της κρίσιμης ταχύτητας, για τον ακριβέστερο προσδιορισμό της. Οι μικρές αποστάσεις (200 και 400 μέτρα) που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την έρευνα, οδήγησαν στον υπολογισμό μιας κρίσιμης ταχύτητας, της οποίας η ένταση ενδέχεται να προέκυψε υψηλότερη από αυτή που θα

υπολογιζόταν αν συμπεριλαμβανόταν μια μεγαλύτερη απόσταση. Με απλά λόγια, η κρίσιμη ταχύτητα υπολογίστηκε υψηλότερη και συνεπώς πιο απαιτητική για τους αθλητές να την διατηρήσουν. Στο τρέξιμο δεν έχει αναφερθεί παρόμοιο ενδεχόμενο, ωστόσο δεν αποκλείεται τέτοιο σενάριο. Σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε ούτε στα αντίστοιχα ποσοστά των μέσων ταχυτήτων στα 400μ κολύμβησης και 2400μ τρεξίματος με τις κρίσιμες ταχύτητες του κάθε αθλήματος. Η σημασία του Speed Reserve βασίζεται στην πρακτική εφαρμογή των εντάσεων που περιλαμβάνει στην πρόβλεψη της απόδοσης στον αγώνα (Dalamatros, et al., 2015). Καθώς δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά, δεν μπορούμε να προβλέψουμε την τελική απόδοση του αθλητή στο τρίαθλο βάση των κρίσιμων ταχυτήτων και των μέσων ταχυτήτων του στις αποστάσεις που μετρήθηκαν. Αυτό είναι λογικό, καθώς οι διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες σε κάθε αγώνα τρίαθλου διαφέρουν. Τέλος η μόνη σημαντική διαφορά που βρέθηκε ανάμεσα στις αποστάσεις που διανύθηκαν στην κολύμβηση και στο τρέξιμο ήταν αναμενόμενη με σχετικό λόγο 1:3, γεγονός που αποδίδεται στους διαφορετικούς τύπους αντιστάσεων ( νερό και αέρας).

## **VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ**

Δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές στη σχέση διατήρησης συνεχόμενου τρεξίματος και συνεχόμενης κολύμβησης στο χρόνο εξάντλησης πάνω στην αντίστοιχη κρίσιμη ταχύτητα του καθενός, ανεξάρτητα την ειδίκευση του κάθε αθλητή. Ωστόσο, η μικρή διαφορά που παρουσιάστηκε, ενδέχεται να έχει σχέση με το κατώφλι του κάθε αθλητή και με την σχετική τιμή της ΚΤ που μετρήθηκε ως προς αυτό. Αθλητές των οποίων η ΚΤ πιθανόν να είναι κοντά στο κατώφλι η πιο πάνω από αυτό, να μην μπορούσαν να αντέξουν την μισή ώρα, σε σχέση με αθλητές που κολυμπούσαν ή έτρεχαν σε πιο χαμηλές τιμές (Toubekis & Tokmakidis, 2013). Σε έρευνα που έχει γίνει ανάμεσα σε κολυμβητές και τριαθλητές, η ΚΤ των τελευταίων φάνηκε να είναι υψηλότερη από την ένταση που αντιστοιχούσε στο κατώφλι τους (Martin et al,2000). Αυτό που φάνηκε είναι ότι οι καλύτερου επιπέδου τριαθλητές είχαν και τις καλύτερες επιδόσεις στις δοκιμασίες που έγιναν, κάτι το οποίο ήταν αναμενόμενο. Η κρίσιμη ταχύτητα πιθανότατα να είναι μια ζώνη ασφαλείας στην προσπάθεια των αθλητών, ωστόσο στην πλειονότητα τους φάνηκε να μπορούν να διατηρήσουν μια ελαφρώς υψηλότερης έντασης ταχύτητα σε διαστήματα μέχρι την μισή ώρα. Στο τρίαθλο, κάθε σκέλος πλην του ποδηλάτου, διαρκεί λιγότερο από μια ώρα, ειδικά στις αποστάσεις που αγωνίζονται οι περισσότεροι Έλληνες τριαθλητές. Δεν



βρέθηκαν περισσότερες αλληλεπιδράσεις παραμέτρων σε αυτή την έρευνα. Είναι πιθανό η ένταξη του ποδηλατικού σκέλους να είχε επιφέρει διαφορετικά αποτελέσματα. Περαιτέρω ερεύνα προτείνεται πάνω στο κομμάτι του τριάθλου και της κρίσιμης ταχύτητας, σε συγκεκριμένες αποστάσεις αυτού και με μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων για πιο ακριβή αποτελέσματα.

## VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bentley, D. J., Millet, G. P., Vleck, V. E., & McNaughton, L. R. (2002). Specific aspects of contemporary triathlon. *Sports Medicine*, 32(6), 345-359.
- Billat, V., Renoux, J. C., Pinoteau, J., Petit, B., & Koralsztein, J. P. (1995). Times to exhaustion at 90,100 and 105% of velocity at  $\dot{V}O_2$  max (Maximal aerobic speed) and critical speed in elite longdistance runners. *Archives of physiology and biochemistry*, 103(2), 129-135.
- Costa, A. M., Silva, A. J., Louro, H., Reis, V. M., Garrido, N. D., Marques, M. C., & Marinho, D. A. (2009). Can the curriculum be used to estimate critical velocity in young competitive swimmers?. *Journal of sports science & medicine*, 8(1), 17.
- Dalamitros, A. A., Fernandes, R. J., Toubekis, A. G., Manou, V., Loupos, D., & Kellis, S. (2015). Is Speed Reserve Related to Critical Speed and Anaerobic Distance Capacity in Swimming?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1830-1836.
- Dekerle, J., Brickley, G., Alberty, M., & Pelayo, P. (2010). Characterising the slope of the distance–time relationship in swimming. *Journal of science and medicine in sport*, 13(3), 365-370.
- 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(02), 93-98.
- Galbraith, A., Hopker, J., Lelliott, S., Diddams, L., & Passfield, L. (2014). A single-visit field test of critical speed. *International journal of sports physiology and performance*, 9(6), 931-935.
- Hinckson, E. A., & Hopkins, W. G. (2005). Reliability of time to exhaustion analyzed with critical-power and log-log modeling. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(4), 696-701.
- Housh, T. J., Johnson, G. O., McDowell, S. L., Housh, D. J., & Pepper, M. (1991). Physiological responses at the fatigue threshold. *International journal of sports medicine*, 12(03), 305-308.

- Jones, A. M., & Vanhatalo, A. (2017). The 'critical power' concept: applications to sports performance with a focus on intermittent high-intensity exercise. *Sports Medicine*, 47(1), 65-78.
- Kachouri, M., Vandewalle, H., Billat, V., Huet, M., Thomaidis, M., Jousselin, E., & Monod, H. (1996). Critical velocity of continuous and intermittent running exercise. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 73(5), 484-487.
- Laursen, P. B. (2011). Long distance triathlon: demands, preparation and performance. *J. Hum. Sport Exerc. Vol. 6, No. 2*, pp. 247-263,
- Laursen, P. B., Francis, G. T., Abbiss, C. R., Newton, M. J., & Nosaka, K. A. Z. U. N. O. R. I. (2007). Reliability of time-to-exhaustion versus time-trial running tests in runners. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(8), 1374-1379.
- Martin, L., & Whyte, G. P. (2000). Comparison of critical swimming velocity and velocity at lactate threshold in elite triathletes. *International journal of sports medicine*, 21(05), 366-368.
- Nikitakis, I. S., Paradisis, G. P., Bogdanis, G. C., & Toubekis, A. G. (2019). Physiological Responses of Continuous and Intermittent Swimming at Critical Speed and Maximum Lactate Steady State in Children and Adolescent Swimmers. *Sports*, 7(1), 25.
- Penteado, R., Salvador, A. F., Corvino, R. B., Cruz, R., Lisbôa, F. D., Caputo, F., & de Lucas, R. D. (2014). Physiological responses at critical running speed during continuous and intermittent exhaustion tests. *Science & Sports*, 29(6), e99-e105.
- Pepper, M. L., Housh, T. J., & Johnson, G. O. (1992). The accuracy of the critical velocity test for predicting time to exhaustion during treadmill running. *International journal of sports medicine*, 13(02), 121-124.
- Toubekis, A. G., & Tokmakidis, S. P. (2013). Metabolic responses at various intensities relative to critical swimming velocity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(6), 1731-1741.

- Vleck, V. E., Bürgi, A., & Bentley, D. J. (2006). The consequences of swim, cycle, and run performance on overall result in elite Olympic distance triathlon. *International Journal of Sports Medicine*, 27(01), 43-48.
- 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 and occupational physiology*, 66(1), 90-95.
- Watson, C., Nawaz, N., & Troynikov, O. (2018, February). Evaluation of Triathlon Suit Characteristics Relevant to Thermophysiology of an Athlete. In *Multidisciplinary Digital Publishing Institute Proceedings* (Vol. 2, No. 6, p. 229).
- Wright, B., & Smith, D. J. (1994). A protocol for the determination of critical speed as an index of swimming endurance performance. In *Medicine and science in aquatic sports* (Vol. 39, pp. 55-59). Karger Publishers.
- Wu, S. S., Peiffer, J. J., Brisswalter, J., Nosaka, K., & Abbiss, C. R. (2014). Factors influencing pacing in triathlon. *Open access journal of sports medicine*, 5, 223.
- Zacca, R., Fernandes, R. J. P., Pyne, D. B., & Castro, F. A. D. S. (2016). Swimming training assessment: the critical velocity and the 400-m test for age-group swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(5), 1365-1372.

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν  
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —



## ΤΟΜΕΑΣ ΥΓΡΟΥ ΣΤΙΒΟΥ

### ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΟΧΗ ΣΤΟ ΤΡΙΑΘΛΟ

Μελέτη για τη πτυχιακή εργασία της Ιωάννας Μόσχου και της Χριστιάνας Παύλου  
Επιβλέπων καθηγητής: Τουμπέκης Αργύρης, Επίκουρος Καθηγητής

#### Πληροφορίες για τους ενδιαφερόμενους και δήλωση συμμετοχής

**Τίτλος της μελέτης:** Ικανότητα διατήρησης της κρίσιμης ταχύτητας σε αθλητές τριαθλου.

Η κρίσιμη ταχύτητα είναι μία σημαντική παράμετρος που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ικανότητας αντοχής των αθλητών. Η εκτίμηση της ικανότητας αντοχής είναι απαραίτητη για το σχεδιασμό της προπόνησης. Η κρίσιμη ταχύτητα (κολύμβηση, τρέξιμο) μπορεί να εκφράζει διαφορετικές σχετικές εντάσεις στις δύο μορφές άσκησης. Επιπλέον, δεν είναι γνωστό εάν ο χρόνος διατήρησης της έντασης στην κρίσιμη ταχύτητα διαφοροποιείται με την εξειδίκευση στο κάθε αγώνισμα. Αυτή η γνώση θα βοηθήσει για το σχεδιασμό κατάλληλων προπονητικών προγραμμάτων ανάλογα με την εξειδίκευση κάθε τριαθλητή.

**Σκοπός της μελέτης:** Να εξεταστεί η διαφορά στο χρόνο διατήρησης της κρίσιμης ταχύτητας σε κολύμβηση και τρέξιμο.

#### **Χώρος διεξαγωγής της μελέτης**

Όλες οι διαδικασίες θα πραγματοποιηθούν στο χώρο προπόνησης των αθλητών. Σε περίπτωση που οι αθλητές μπορούν να παραστούν στις εγκαταστάσεις της σχολής Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού (ΣΕΦΑΑ), οι μετρήσεις θα γίνουν στους αντίστοιχους χώρους, κατόπιν συνεννόησης.

#### **Διαδικασίες**

Ο προγραμματισμός των διαδικασιών θα γίνεται μετά από συνεννόηση με τους συμμετέχοντες και τους προπονητές τους.

#### **Περιορισμοί για τους συμμετέχοντες**

Οι αθλητές θα πρέπει να ακολουθήσουν πιστά το προπονητικό τους πρόγραμμα, χωρίς αλλαγές, εντάσσοντας σε αυτό και τις δοκιμασίες που θα πραγματοποιηθούν για την παρούσα έρευνα.

### **Δοκιμασίες**

1. Θα γίνει ατομική χρονομέτρηση σε αποστάσεις 200 και 400 μέτρων κολύμβησης. Η κάθε απόσταση θα διανυθεί στην μέγιστη ένταση με εκκίνηση. Η χρονομέτρηση θα γίνει με ενδιάμεσο διάλειμμα αποκατάστασης 30 λεπτών.
2. Θα γίνει ατομική χρονομέτρηση σε αποστάσεις 1200 και 2400 μέτρων τρεξίματος. Η κάθε απόσταση θα διανυθεί στην μέγιστη ένταση. Η χρονομέτρηση θα γίνει με ενδιάμεσο διάλειμμα αποκατάστασης 30 λεπτών.
3. Σε δύο διαφορετικές ημέρες θα πραγματοποιηθούν οι δοκιμασίες διατήρησης της κρίσιμης ταχύτητας: ο τριαθλητής θα κολυμπήσει και να τρέξει με ταχύτητα ίση με την κρίσιμη ταχύτητα για όσο χρόνο μπορεί.

Οι μετρήσεις θα γίνουν στην ίδια για όλους προπονητική περίοδο μετά την ολοκλήρωση του χειμερινού μεσόκυκλου σε κολυμβητήριο 25 μέτρων και σε στίβο 400 μέτρων.

Η προθέρμανση θα είναι προκαθορισμένη για όλους τους συμμετέχοντες και η διάρκειά της θα κυμαίνεται στα 10-15 λεπτά για κάθε άθλημα.

**Οι μετρήσεις είναι ασφαλείς και θα γίνουν από ειδικευμένο προσωπικό. Δεν υπάρχει πιθανότητα τραυματισμού αφού πρόκειται για προσπάθειες συνηθισμένες στην προπόνηση των τριαθλητών.**

### **Προστασία των δεδομένων**

Τα δεδομένα που θα συλλέγονται είναι δυνατό να παρουσιαστούν ή να δημοσιευτούν σε Ελληνικά ή ξενόγλωσσα περιοδικά. Σε καμία περίπτωση όμως δεν θα αναφέρεται το όνομα ή κάποιο από τα προσωπικά στοιχεία των εξεταζόμενων.

## **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ**

Έχω διαβάσει την περιγραφή των διαδικασιών για τη μελέτη σύγκρισης της ικανότητας διατήρησης της κρίσιμης ταχύτητας και κρίσιμης ισχύος και έχω κατανοήσει ακριβώς τις απαιτήσεις για τους συμμετέχοντες. Έχω δικαίωμα να ζητήσω περισσότερες εξηγήσεις οποιαδήποτε στιγμή στη διάρκεια της έρευνας και να αποχωρήσω οποτεδήποτε το επιθυμώ χωρίς να δώσω κάποιες εξηγήσεις για τους λόγους.

## **ΣΥΜΦΩΝΩ ΝΑ ΠΑΡΩ ΜΕΡΟΣ ΣΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΓΙΑ ΤΟ ΤΡΙΑΘΛΟ**

Όνοματεπώνυμο: .....

Υπογραφή ..... Ημερομηνία .....

- Στην περίπτωση που ο συμμετέχων είναι ανήλικος το παραπάνω έντυπο αποδοχής το υπογράφει ο κηδεμόνας του.