



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 —

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού

Τομέας Υγρού Στίβου

**ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΟΔΙΩΝ ΚΑΙ ΧΕΡΙΩΝ ΣΤΗΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ**

Καρράς Παναγιώτης, Κατσαμπάνης Πέτρος

Ειδικότητα Κολύμβηση

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2019



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

———— ΙΔΡΥΘΕΝ ΤΟ 1837 ————

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού

Τομέας Υγρού Στίβου

ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΟΔΙΩΝ ΚΑΙ ΧΕΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ

Καρράς Παναγιώτης, Κατσαμπάνης Πέτρος

Επιβλέπων Καθηγητής: Τουμπέκης Ανάργυρος, Επίκουρος Καθηγητής
Ακαδημαϊκό έτος 2019-2020

Ευχαριστίες

*Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να δώσουμε στον καθηγητή μας
Τουμπέκη Αργύρη, και στους προπονητές Μπακανδρέα Κώστα και
Τοκμετζίδη Κώστα για την συνεργασία τους για την διεξαγωγή των
μετρήσεων και της ολοκλήρωσης της έρευνας μας.*

ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΟΔΙΩΝ ΚΑΙ ΧΕΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να υπολογιστεί η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και ποδιών στην κανονική και την προσδεμένη κολύμβηση, σε κολυμβήτριες ηλικίας 10-11 και 14-15 ετών. Στη μελέτη συμμετείχαν δύο ομάδες από 10 κολυμβήτριες (Ομάδα Α: $14,5 \pm 0,5$ ετών, Ομάδα Β: $10,4 \pm 0,6$ ετών). Μετά από προκαθορισμένη προθέρμανση, οι κολυμβήτριες, πραγματοποίησαν προσπάθειες 25 μέτρων με i) ελεύθερη κολύμβηση, ii) κολύμβηση μόνο με χέρια, iii) κολύμβηση μόνο με πόδια καταβάλλοντας μέγιστη ένταση και αποκατάσταση μεταξύ τους 20 λεπτά. Σε επόμενη ημέρα οι κολυμβήτριες πραγματοποίησαν προσπάθειες προσδεμένης κολύμβησης διάρκειας 30 δευτερόλεπτων καταβάλλοντας μέγιστη προσπάθεια με i) κανονική κολύμβηση, ii) κολύμβηση μόνο με χέρια, iii) κολύμβηση μόνο με πόδια. Η ταχύτητα στην ανεμπόδιστη κολύμβηση ήταν υψηλότερη στην ομάδα Α συγκριτικά με την ομάδα Β ($1,67 \pm 0,11$ έναντι $1,38 \pm 0,11$ m/s, $p < 0,05$) και στην κανονική κολύμβηση σε σύγκριση με την κολύμβηση μόνο με χέρια ή μόνο με πόδια και στις δύο ομάδες ($p < 0,05$). Η δύναμη κατά την προσδεμένη κολύμβηση ήταν υψηλότερη στην ομάδα Α συγκριτικά με την ομάδα Β ($66,9 \pm 10,1$ έναντι $40,7 \pm 3,9$ N, $p < 0,05$) και υψηλότερη στην κανονική προσδεμένη κολύμβηση σε σύγκριση με την προσδεμένη κολύμβηση μόνο με χέρια ή μόνο με πόδια. Η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών (ομάδα Α, προσδεμένη: 78 ± 8 , ανεμπόδιστη: $91 \pm 4\%$, ομάδα Β, προσδεμένη: 77 ± 8 , ανεμπόδιστη: $88 \pm 4\%$) και των ποδιών (ομάδα Α, προσδεμένη: 42 ± 5 , ανεμπόδιστη: 77 ± 5 , ομάδα Β, προσδεμένη: 39 ± 5 , ανεμπόδιστη: $75 \pm 5\%$) βρέθηκε να είναι αυξημένη κατά την ανεμπόδιστη συγκριτικά με την προσδεμένη κολύμβηση και στις δύο ομάδες ($p < 0,05$) χωρίς να διαφέρει μεταξύ ομάδων ($p > 0,05$). Παρά το γεγονός ότι η προωθητική δύναμη των ποδιών εμφανίζεται περιορισμένη στην προσδεμένη κολύμβηση, φαίνεται ότι η συμμετοχή τους στη συνολική προώθηση κατά την ανεμπόδιστη ελεύθερη κολύμβηση είναι σημαντική.

Λέξεις κλειδιά: κολύμβηση, δύναμη, κορίτσια, προσδεμένη κολύμβηση

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

		Σελ.
I	Εισαγωγή	8
1.1	Προσδιορισμός του προβλήματος	8
1.2	Σκοπός της μελέτης	9
1.3	Σημασία της μελέτης	9
1.4	Όρια και περιορισμοί της μελέτης	10
II	Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας	11
2.1	Σχέση δύναμης και ταχύτητας στην κολύμβηση	11
2.2	Βιολογική Ωρίμανση	12
2.3	Συνεισφορά των χεριών και των ποδιών στη κολύμβηση	13
2.4	Προσδεμένη κολύμβηση	16
III	Μεθοδος	18
3.1	Συμμετέχοντες	18
3.2	Μέσα συλλογής των δεδομένων.	18
3.3	Διαδικασία συλλογής των δεδομένων.	19
3.4	Στατιστική επεξεργασία	21
IV	Αποτελέσματα	22
4.1	Υπολογισμός ταχύτητας στην ανεμπόδιστη κολύμβηση.	22
4.2	Υπολογισμός της δύναμης στη προσδεμένη κολύμβηση.	23
4.3	Σύγκριση ποσοστιαίας συμμετοχής χεριών και ποδιών στη συνολική κολύμβηση σς προσδεμένη και ανεμπόδιστη κολύμβηση.	25
V	Συζήτηση	27

5.1	Κύρια ευρήματα της έρευνας.	27
5.2	Ταχύτητα στην ανεμπόδιστη κολύμβηση ελεύθερου στυλ.	28
5.3	Δύναμη κατά την προσδεμένη κολύμβηση ελεύθερου στυλ.	28
5.4	Ποσοστιαία συμμετοχή χεριών και ποδιών στην κολύμβηση ελεύθερου στυλ.	29
 VI	 Συμπεράσματα	 33
 VII	 Προτάσεις για μελλοντικές μελέτες	 34
 VIII	 Βιβλιογραφία	 35

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

	ΣΕΛ
Σχήμα 1 Σχήμα 3.1. Σχηματική απεικόνιση της δοκιμασίας προσδεμένης κολύμβησης	21
Σχήμα 2 Σχήμα 4.1. Κολυμβητική ταχύτητα (m/s) στην κανονική κολύμβηση, στην κολύμβηση μόνο με χέρια και στην κολύμβηση μόνο με πόδια και για τις 2 ομάδες. Μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση, $p < 0.05$	22
Σχήμα 3 Σχήμα 4.2. Δύναμη έλξης του κολυμβητή (N) στο ολοκληρωμένο στην κανονική κολύμβηση, στην κολύμβηση μόνο με χέρια και στην κολύμβηση μόνο με πόδια και για τις 2 ομάδες. Μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση, $p < 0.05$	24
Σχήμα 4 Σχήμα 4.3. Σχηματική απεικόνιση της διακύμανσης της δύναμης (N) σε κάθε δευτερόλεπτο (s) στις τρεις μορφές προσδεμένης κολύμβησης για ομάδα Α.	24
Σχήμα 5 Σχήμα 4.4. Σχηματική απεικόνιση της διακύμανσης της δύναμης (N) σε κάθε δευτερόλεπτο (s) στις τρεις μορφές προσδεμένης κολύμβησης για ομάδα Β.	25
Σχήμα 6 Σχήμα 4.5. Ποσοστιαία συμμετοχή χεριών και ποδιών σε προσδεμένη και ανεμπόδιστη κολύμβηση	26

I. Εισαγωγή

Η απόδοση των αθλητών στην κολύμβηση εξαρτάται από πολλούς διαφορετικούς παράγοντες όπως το υψηλό επίπεδο μυϊκής δύναμης, οι τεχνικές δεξιότητες, ο συντονισμός, ο ρυθμός, η ταχύτητα, η εκρηκτικότητα και η σωστή τεχνική (Garrido και συν., 2010; Yarıcı και συν., 2016). Όσον αφορά τη δύναμη των κολυμβητών, ο Morais και οι συνεργάτες του (2013) υποστηρίζουν ότι η συνολική δύναμη φαίνεται να είναι περισσότερο σημαντική από την τεχνική στα σπριντ κολύμβησης (π.χ. 25 m or 50m). Η συνολική δύναμη που εφαρμόζεται μέσα στο νερό από τους κολυμβητές εκλύεται τόσο από τα χέρια όσο και από τα πόδια. Όμως, στο πλαίσιο της ποσοστιαίας συμβολής τους φαίνεται ότι διαφέρουν, με τη συμβολή των ποδιών να θεωρείται συνήθως παράγοντας δευτερεύουσας σημασίας (Hollander et al., 1988). Έχει υποστηριχθεί ότι η συμμετοχή των ποδιών επιτρέπει την επίτευξη υψηλότερων ταχυτήτων κατά μέσο όρο 10% (Deschodt, Arsac, & Rouard, 1999).

Στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης, έχει βρεθεί ότι η συμμετοχή των χεριών είναι ιδιαίτερα σημαντική για την προώθηση του σώματος (Toussaint & Beek, 1992). Επιπλέον, πολύ σημαντική είναι η σχέση της ελεύθερης κολύμβησης και της αποτελεσματικής ποδιάς, στη βελτίωση των παραμέτρων τεχνικής του κολυμβητή (Sortwell, 2011).

Συνεπώς, παρουσιάζει ερευνητικό ενδιαφέρον να εξεταστεί η αναλογία συμμετοχής χεριών και ποδιών στην κολύμβηση. Αυτή η αναλογία όμως επηρεάζεται άμεσα από το στυλ κολύμβησης και πολύ πιθανόν από την ηλικία των κολυμβητών, στοιχεία που θα εξεταστούν σε αυτή τη μελέτη.

1.1 Προσδιορισμός του προβλήματος

Όπως προαναφέρθηκε, ο ρόλος των ποδιών στην κολύμβηση επανεξετάστηκε τις τελευταίες δεκαετίες όταν διερευνήθηκε για πρώτη φορά πως η συμβολή της ποδιάς στην προώθηση μπορεί να είναι μεγαλύτερη από όσο εθεωρείτο παλαιότερα (Maglischo, 2009). Πέρα από την προώθηση, οι πλάγιες κινήσεις των χεριών και των ποδιών φαίνεται να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των τεσσάρων αγωνιστικών στυλ κολύμβησης (Maglischo, 2009). Οι πλάγιες κινήσεις των ποδιών πιθανόν έχουν κάποιο σταθεροποιητικό ρόλο στη κίνηση του κορμού των κολυμβητών. Παράλληλα

με τη προώθηση που παρέχουν, τα πόδια ενδεχομένως αντισταθμίζουν τις κάθετες και πλευρικές κινήσεις των χεριών έτσι ώστε ο κορμός και τα ισχία να μην ωθούνται υπερβολικά προς τα πάνω, κάτω ή πλαγίως. Για τους παραπάνω λόγους επιλέχθηκε να μελετηθεί σε τι ποσοστό συμμετέχουν τα χέρια και τα πόδια στην ελεύθερη κολύμβηση και πως αυτό μεταβάλλεται με την ηλικία σε νέες και έφηβες κολυμβήτριες.

1.2 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να υπολογιστεί η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και των ποδιών στην κανονική κολύμβηση κατά την προσδεμένη κολύμβηση δύναμη και την ελεύθερη ανεμπόδιστη κολύμβηση ταχύτητα, σε κολυμβήτριες 10-11 και 14-15 ετών.

1.3 Σημασία της μελέτης

Η απόδοση στην αγωνιστική κολύμβηση συνίσταται στο να διανύσει ο αθλητής μια απόσταση στον μικρότερο δυνατό χρόνο. Είναι γνωστό ότι η απόδοση των νεαρών κολυμβητών έχει ισχυρή συσχέτιση με ανθρωπομετρικές και κινηματικές μεταβλητές (Barbosa και συν., 2010; Vitor & Bohme, 2010). Δεδομένου ότι αυτές οι μεταβλητές επηρεάζονται από τις διαδικασίες ανάπτυξης και βιολογικής ωρίμανσης (Latt και συν., 2009), είναι σημαντικό να μελετηθεί πως μεταβάλλονται σε διάφορες ηλικιακές ομάδες. Επίσης, η συμβολή των χεριών και των ποδιών στην προώθηση κατά την κολύμβηση με το στυλ του ελεύθερου είναι μια παράμετρος προς διερεύνηση προκειμένου οι προπονητές να διαμορφώνουν τα κατάλληλα και αποδοτικά προγράμματα προπόνησης για τους αθλητές τους. Ειδικά για το ελεύθερο στυλ κολύμβησης δεν βρέθηκαν μελέτες που να αξιολογούν και παράλληλα να συσχετίζουν τη συνεισφορά των χεριών και των ποδιών σε νεαρούς ή έφηβους κολυμβητές. Επομένως, η παρούσα ερευνητική μελέτη θα προσθέσει νέα στοιχεία στο πεδίο της προπόνησης νέων και εφήβων κολυμβητών/κολυμβητριών.

1.4 Όρια και περιορισμοί της μελέτης

Η έρευνα διεξήχθη σε 2 διαφορετικές μέρες με την ίδια κάθε φορά προθέρμανση για όλες τις κολυμβήτριες. Στις μετρήσεις έλαβαν μέρος κολυμβήτριες προ-αγωνιστικού επιπέδου ηλικίας 10-11 ετών και κολυμβήτριες αγωνιστικού επιπέδου 14-15 ετών. Ίσως τα αποτελέσματα της έρευνας να διαφέρουν από αυτά ερευνών στις οποίες συμμετείχαν ενήλικοι κολυμβητές καθώς με την ηλικία αυξάνεται το ύψος και η σωματική μάζα. Μερικές από τις μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν την ίδια μέρα αλλά μετά από αποκατάσταση 20-30 λεπτών. Οι δοκιμασίες έλαβαν χώρα σε πισίνα 25 μέτρων. Η θερμοκρασία του νερού ήταν σταθερή στους 26° C. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στην ίδια για όλες τις κολυμβήτριες προπονητική περίοδο μετά την ολοκλήρωση του χειμερινού μεσόκυκλου. Πιθανόν αυτή η παράμετρος να παίζει ένα σημαντικό ρόλο στη απόδοση των κολυμβητών. Η διάρκεια των δοκιμασιών ήταν 30 δευτερόλεπτα αυστηρά για την κάθε δοκιμασία στην προσδεμένη κολύμβηση και για την ανεμπόδιστη κολύμβηση ο χρόνος για την εκτέλεση της κολύμβησης μόνο με χέρια και κολύμβησης μόνο με πόδια ήταν, αυστηρά για τον κάθε αθλητή, σύμφωνη με την ατομική του επίδοση στα 25 μέτρα ελεύθερο (χωρίς εκκίνηση και χωρίς δελφινισμό).

II . Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

2.1 Σχέση δύναμης και ταχύτητας στην κολύμβηση

Η κολύμβηση συγκαταλέγεται στα αθλήματα που χαρακτηρίζονται από ένα μεγάλο αριθμό εμπλεκόμενων παραγόντων, όπως το υψηλό επίπεδο μυϊκής δύναμης, οι τεχνικές δεξιότητες, ο συντονισμός, ο ρυθμός, η ταχύτητα, η εκρηκτικότητα και η σωστή τεχνική, όσον αφορά την απόδοση ενός αθλητή (Garrido et al., 2010; Yarıci et al., 2016). Ειδικότερα, τα υψηλά επίπεδα δύναμης και ισχύος στον άνω κορμό έχουν καταγραφεί ως καθοριστικός παράγοντας της επιτυχίας στην αγωνιστική κολύμβηση (Garrido et al., 2010) . Συνεπώς, η σχέση της δύναμης και της ταχύτητας στην κολύμβηση, αλλά και οι παράγοντες που σχετίζονται με τη βελτίωση αυτών, έχουν απασχολήσει πολλούς ερευνητές. Παρόλα αυτά τα ευρήματα των σχετικών μελετών είναι αμφιλεγόμενα. Ο Morais και οι συνεργάτες του (2013) υποστηρίζουν ότι η συνολική δύναμη φαίνεται να είναι περισσότερο σημαντική από την τεχνική στα σπριντ κολύμβησης (π.χ. 25μ ή 50μ). Ακόμη, μια καλή συνολική δύναμη είναι απαραίτητη για τη βελτίωση της ευθυγράμμισης του σώματος μέσα στο νερό, που θα βοηθήσει τον αθλητή να κινηθεί με μεγαλύτερη ταχύτητα και ευκολία στο νερό (Barbosa και συν., 2011). Σύμφωνα με τους Keskinen και Komi (1993), η ταχύτητα κολύμβησης, ειδικότερα στο στυλ του ελεύθερου, σχετίζεται με το μήκος και τη συχνότητα χεριάς. Σε μικρές αποστάσεις (σπριντ), η αύξηση της συχνότητας χεριάς αλλά και η μείωση του μήκους χεριάς είναι παράγοντες που πρέπει να εστιάζει η προπόνηση των κολυμβητών για να επιτύχουν τη μέγιστη αύξηση της κολυμβητικής τους ταχύτητας. Μια άλλη προπονητική μέθοδος για τη βελτίωση της δύναμης των χεριών και της ταχύτητας τους είναι η προπόνηση με έλξη αντίστασης (Mavridis, Kabitsis,ourgoulis & Toubekis, 2006), κατά την οποία αυξάνεται η αντίσταση του νερού που πρέπει να υπερνικηθεί σε κάθε κύκλο χεριάς.

Σε άλλη έρευνα, αναφέρεται στο ότι η μέγιστη δύναμη του κολυμβητή σε προσδεμένη κολύμβηση, αντιστοιχεί στην προωθητική δύναμη που πρέπει να παραχθεί για να υπερνικηθεί η αντίσταση του νερού σε μέγιστη ελεύθερη κολύμβηση (Morouco et al., 2011). Όπως υποστηρίζεται από τον Morouco και τους συνεργάτες του (2014), η προπόνηση δύναμης μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση της κολυμβητικής ταχύτητας, ειδικότερα σε μικρότερες αποστάσεις, και η προσδεμένη

κολύμβηση μπορεί να αποτελέσει είδος εκγύμνασης αλλά και αξιολόγησης των κολυμβητών.

Τα παραπάνω υπογραμμίζουν την ανάγκη συνεχούς παρακολούθησης της ανάπτυξης μυϊκής δύναμης στους κολυμβητές. Ωστόσο, οι μετρήσεις δύναμης είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν σε υδάτινο περιβάλλον λόγω δυσκολιών στην εφαρμογή του διαθέσιμου ερευνητικού εξοπλισμού και μεθοδολογίας. Για αυτό το λόγο, απαιτείται η χρήση ερευνητικών εργαλείων που μπορούν να αντιπροσωπεύουν επαρκώς τις συνθήκες υδάτινου περιβάλλοντος.

2.2 Βιολογική Ωρίμανση

Η αναπτυξιακή πορεία στα παιδιά διαρκεί περίπου 16 με 18 χρόνια, μέχρι να ολοκληρωθεί. Η αλληλουχία των βιολογικών και σωματικών αλλαγών στην αναπτυξιακή περίοδο είναι παρόμοια σχεδόν σε όλα τα παιδιά, όμως η ένταση και η διάρκεια τους διαφέρει από άτομο σε άτομο. Σύμφωνα με τους Vizmanos και Marti-Henneberg (2000), η έναρξη της εφηβείας ξεκινάει στα κορίτσια ήδη από την ηλικία των 10-11 ετών, ενώ για τα αγόρια ξεκινάει λίγο αργότερα, γύρω στην ηλικία των 12-13 ετών. Οι γυναίκες ωστόσο φαίνεται να ωριμάζουν νωρίτερα σε σχέση με τους άντρες και μπορούν να ανταγωνίζονται ισότιμα με τις μεγαλύτερες γυναίκες μετά την ηλικία των 15 ετών (Tambakis, 2018). Παρά το ότι η βιολογική ωρίμανση ακολουθεί φυσιολογική πορεία, υποστηρίζεται πως πολλές φορές αυτή δεν συμπίπτει με τη χρονολογική ηλικία, αλλά μπορεί διαφέρει από 2 έως 3 έτη (Ζάκας, 2010). Τα πρώιμα άτομα, είτε αγόρια είτε κορίτσια, υπερέχουν στις φυσικές ικανότητες και στις φυσικές δεξιότητες από τους κανονικούς ή τους όψιμους συνομηλίκους. Οι πρώιμοι είναι πιο δυνατοί και γρήγοροι, αντιλαμβάνονται γρηγορότερα και αποτελεσματικότερα τα απλά αλλά και τα σύνθετα τεχνικό-τακτικά χαρακτηριστικά στοιχεία που πρόκειται να διδαχθούν. Τα πρώιμα άτομα φαίνεται επίσης να υπερέχουν σε αγωνιστικό επίπεδο σε αρκετές περιπτώσεις ακόμα και σε νεαρούς κολυμβητές. Επιπλέον τα άτομα αυτά παρουσιάζουν και ευνοϊκότερα σωματομετρικά χαρακτηριστικά σε σχέση με χαμηλότερου επιπέδου κολυμβητές, και η υπεροχή αυτή φαίνεται να υπάρχει σε όλα τα στάδια της βιολογικής ωρίμανσης, (Blomfield et al., 1990). Σε άλλη μελέτη (Ταχταλής και συν, 2014), παρατηρήθηκε πως με την πάροδο της ηλικίας επιτυγχάνονται και καλύτερες επιδόσεις στη κολύμβηση. Οι φυσικές ικανότητες των

παιδιών εξελίσσονται παράλληλα με τη βιολογική τους ηλικία και η παραπέρα βελτίωση τους έχει σχέση με τη προπόνηση και τη βελτίωση της τεχνικής των κολυμβητών. Ωστόσο για να είναι αποτελεσματική η προπόνηση και να υλοποιούνται οι στόχοι της, θα πρέπει η διαμόρφωση των στοιχείων επιβάρυνσης να είναι ορθολογική. Ειδικότερα σε μικρότερες ηλικίες η προπόνηση μπορεί να εστιάζει στη βελτίωση τεχνικών χαρακτηριστικών. Σύμφωνα με τον Costill και τους συνεργάτες του (1992), η βελτίωση της τεχνικής, σε συνδυασμό με τις μεταβολές που παρατηρούνται στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, μπορεί να επηρεάσουν τις αγωνιστικές επιδόσεις. Η σχέση μεταξύ των σωματομετρικών χαρακτηριστικών, της φυσικής ικανότητας και των επιδόσεων αποτέλεσε πηγή ενδιαφέροντος για πολλούς επιστήμονες και για περεταίρω έρευνες. Για να φτάσουν σε υψηλό επίπεδο ανταγωνιστικής κολύμβησης, θεωρείται ότι η εντατική προπόνηση πρέπει να ξεκινήσει πριν από την εφηβεία. Η συμμετοχή σε ένα ανταγωνιστικό άθλημα σε νεαρή ηλικία έχει συσχετιστεί με συγκεκριμένη σύνθεση σώματος και αναλογίες του σώματος. Οι διαδικασίες ανάπτυξης και ωρίμανσης έχει βρεθεί ότι ασκούν επιρροή στη φυσική απόδοση. Αρκετές μελέτες έχουν εξετάσει τη σχέση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και την απόδοση στη κολύμβηση. Έχει βρεθεί συσχέτιση μεταξύ της μορφής του σώματος και του μήκους του ανοίγματος των χεριών αλλά και ότι οι παράμετροι όπως το ύψος μπορεί να είναι σημαντικές για την επιτυχία της κολύμβησης. Δεδομένα σχετικά με τη σχέση μεταξύ των φυσικών χαρακτηριστικών, της σωματικής ικανότητας και της απόδοσης της κολύμβησης κατά την εφηβική ανάπτυξη είναι εξαιρετικά περιορισμένα στους νέους κολυμβητές. Οι περισσότερες από τις μελέτες που διεξήχθησαν αφορούσαν τη σχέση μεταξύ του ρυθμού χεριάς (SR), του μήκους του ανοίγματος των χεριών (SL) και της απόδοσης της κολύμβησης (Madić, Okičić & Aleksandrović, 2007).

2.3 Συνεισφορά των χεριών και των ποδιών στη κολύμβηση

Κατά τη δεκαετία του 60' και 70', η επικρατούσα άποψη μεταξύ των ειδικών της κολύμβησης ήταν ότι τα πόδια δε συνεισφέρουν στη προώθηση για τα τρία από τα τέσσερα στυλ κολύμβησης, επειδή τα πόδια κινούνται πάνω κάτω αντί να κινούνται προς τα πίσω, με εξαίρεση το στυλ του προσθίου. Ο ρόλος των ποδιών επανεξετάστηκε όταν η προώθηση από τις δυνάμεις ανύψωσης ήρθε στο προσκήνιο

και διερευνήθηκε για πρώτη φορά πως η συμβολή του κλοτσήματος στη προώθηση μπορεί να είναι μεγαλύτερη από όσο εθεωρείτο παλαιότερα (Maglischo, 2003). Αντίθετα με τα πόδια, τα χέρια πάντα θεωρούνταν καθοριστικός παράγοντας για τη προώθηση στη κολύμβηση, προσπαθώντας να ερμηνευτεί με ποιο τρόπο βοηθούν στη προώθηση και στην ανύψωση μέσα στο νερό. Ένα ερώτημα σε σχέση με τα χέρια και τα πόδια, φαίνεται να υπάρχει στο τρόπο με τον οποίο λειτουργούν σε διαφορετικές ταχύτητες κατά τη διάρκεια κολύμβησης. Σύμφωνα με τον Sandres (2002), όσον αφορά στα χέρια, για τη μεγιστοποίηση της προωθητικής ικανότητας των κολυμβητών θα πρέπει να αυξηθεί η διάρκεια εφαρμογής της δύναμης, σχετικά με τη συνολική διάρκεια του κύκλου χεριάς και να μειωθεί το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των προωθητικών φάσεων των δύο χεριών. Μία άλλη έρευνα των Watkins και Gordon(1983), εξέτασε και τη συμβολή των ποδιών σε σχέση με τα χέρια σε υψηλές ταχύτητες, όπου έβαλαν κολυμβητές υψηλού επιπέδου να κολυμπήσουν κοντινές αποστάσεις σε μέγιστες ταχύτητες με πλήρεις κινήσεις ελεύθερης κολύμβησης(χεριών- ποδιών), και με κινήσεις χεριών μόνο. Βρήκαν ότι έτσι οι κολυμβητές φτάνουν στο 90% της ταχύτητας του σπριντ με όλα τα άκρα σε κίνηση. Συνεπώς η κίνηση των ποδιών αυξάνει τη ταχύτητα στο σύνολο της κολύμβησης κατά 10% κατά μέσω όρο. Η προώθηση από τα πόδια όμως έρχεται με μια μεγάλη τιμή, επειδή σε σύγκριση με τα χέρια, τα πόδια απαιτούν μια πολύ μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας για να παράγουν προωθητική δύναμη. Πέρα από τη προώθηση, οι πλάγιες κινήσεις των χεριών και των ποδιών φαίνεται να αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι των τεσσάρων αγωνιστικών στυλ κολύμβησης (Maglischo, 2003). Οι πλάγιες κινήσεις των ποδιών πιθανόν έχουν κάποιο σταθεροποιητικό ρόλο στη κίνηση του κορμού των κολυμβητών. Παράλληλα με τη προώθηση που παρέχουν, τα πόδια ενδεχομένως αντισταθμίζουν τις κάθετες και πλευρικές κινήσεις των χεριών έτσι ώστε ο κορμός και τα ισχία να μην ωθούνται υπερβολικά προς τα πάνω, κάτω ή πλαγίως. Επιπλέον, ένας πολύ σημαντικός παράγοντας για τη προώθηση και τη διατήρηση της ισορροπίας του σώματος μέσα στο νερό, είναι ο σωστός συντονισμός και συγχρονισμός των χεριών και των ποδιών. Είναι κάτι που φαίνεται να απασχολεί πολλούς ερευνητές αλλά και τους προπονητές κολύμβησης, έτσι ώστε να καταφέρουν επιτυχώς να συντονίσουν όλα τα μέλη τους, από χαμηλές έως και μέγιστες ταχύτητες στη κολύμβηση. Σύμφωνα με έρευνα των (Chollet και συν, 2000), αλλά και των (Potdevin και συν., 2006), ο τρόπος συγχρονισμού μεταξύ των δυο χεριών είναι ιδιαίτερα καθοριστικός για την αποτελεσματική εφαρμογή των

προωθητικών δυνάμεων. Παράλληλα με τα χέρια, ο σωστός συντονισμός των ποδιών των κολυμβητών έχει αποδειχθεί καθοριστικός παράγοντας για την αύξηση της προώθησης στην κολύμβηση. Ο ρυθμός της ποδιάς αναφέρεται στον αριθμό χτυπημάτων ποδιών που κάνει ένας κολυμβητής κατά τη διάρκεια ενός ολοκληρωμένου κύκλου χεριάς. Ο πιο σύνηθες ρυθμός είναι η πόδια με έξι χτυπήματα, στην οποία οι κολυμβητές ολοκληρώνουν έξι χτυπήματα ποδιάς κατά τη διάρκεια κάθε κύκλου χεριάς. Φαίνεται να χρησιμοποιείται και ο ρυθμός δυο αλλά και τεσσάρων χτυπημάτων σε κάθε κύκλο χεριάς. Ο ρυθμός έξι χτυπημάτων χρησιμοποιήθηκε από τους περισσότερους κολυμβητές ταχυτήτων, και ένα μεγάλο αριθμό κολυμβητών μεσαίων αποστάσεων. Αλλά δεν εφαρμόζεται σε μεγάλες αποστάσεις, άνω των 400 μέτρων ελεύθερης κολύμβησης. Ωστόσο, για τις γυναίκες κολυμβήτριες δε φαίνεται να ισχύει ο ίδιος ρυθμός ποδιάς στο συγχρονισμό, σε όλες τις αποστάσεις σε σχέση με τους άντρες. Οι περισσότερες γυναίκες χρησιμοποιούν χτυπήματα ποδιάς με ρυθμό, κάθε δυο ποδιές ανά χερί. Αυτό φαίνεται να οφείλεται κατά κύριο λόγο στο ότι οι γυναίκες διαθέτουν καλύτερη άνωση από τους άντρες, λόγω μεγαλύτερου ποσοστού λιπώδεις ιστού (Pendergast, 1977).

Στην διαθέσιμη βιβλιογραφία, δεν βρέθηκαν μελέτες που να αξιολογούν και παράλληλα να συσχετίζουν τη συνεισφορά των χεριών και των ποδιών σε νεαρούς ή έφηβους κολυμβητές. Οι περισσότεροι ερευνητές έχουν μελετήσει ενήλικες κολυμβητές και όχι εφήβους ή παιδιά, πολύ πιθανόν λόγω ηθικών ζητημάτων στην έρευνα. Είναι γνωστό ότι η απόδοση των νεαρών κολυμβητών έχει ισχυρή συσχέτιση με ανθρωπομετρικές και κινηματικές μεταβλητές (Barbosa και συν., 2010; Vitor & Bohme, 2010). Επομένως είναι σημαντικό να εξεταστεί πως αυτές οι μεταβλητές επηρεάζουν την κολυμβητική απόδοση (Saavedra & Escalante, 2010) και πως αλληλεπιδρούν μεταξύ τους αφού και οι δύο επηρεάζονται από τις διαδικασίες ανάπτυξης και βιολογικής ωρίμανσης (Latt και συν., 2009). Για παράδειγμα, το άνοιγμα των χεριών (arm span) είναι ένας από τους εμπλεκόμενους ανθρωπομετρικούς παράγοντες που επηρεάζεται από την ανάπτυξη τις διαδικασίες ανάπτυξης και βιολογικής ωρίμανσης στους νεαρούς αθλητές (Saavedra και συν., 2010; Latt και συν., 2009) και χρησιμοποιείται ως σημαντικός ή/και καθοριστικός παράγοντας απόδοσης (Jurimae και συν., 2007). Επίσης, οι υδροδυναμικές μεταβλητές παίζουν σημαντικό ρόλο στην κολυμβητική απόδοση (Vilas-Boas et al.,

2010) και έχουν χρησιμοποιηθεί σε μελέτες με δείγμα νεαρών κολυμβητών (Barbosa και συν., 2010; Marinho και συν., 2010).

2.4 Προσδεμένη κολύμβηση

Η προσδεμένη κολύμβηση εδώ και μεγάλο χρονικό διάστημα έχει χρησιμοποιηθεί ώστε να αξιολογηθεί και να μετρηθεί η προωθητική δύναμη των κολυμβητών (Magel, 1970). Παρότι ενδείκνυνται ως αξιόπιστο και εύκολο όργανο μέτρησης, πολλές φορές έχει τεθεί το ερώτημα της συσχέτισης της στην απόδοση, σε σχέση με την ελεύθερη κολύμβηση (Amaro και συν, 2017). Αυτό κυρίως για τις αλλαγές στη κίνηση των ώμων και των χεριών που παρατηρούνται στην ελεύθερη κολύμβηση (Maglisch, 1984). Ωστόσο, από μετέπειτα έρευνες, φαίνεται πως η κίνηση της χερίδας στο ελεύθερο, αλλά και πολλοί άλλοι τεχνικοί παράγοντες δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των 30'' προσδεμένη κολύμβησης και των 50 μέτρων ελεύθερης κολύμβησης (Mogouco και συν, 2014). Συγκεκριμένα, από τα αποτελέσματα ερευνών αποδεικνύεται η υπόθεση ότι στα 30'' μεγίστης προσπάθειας σε προσδεμένη κολύμβηση, μπορούμε να έχουμε μια ακριβή εικόνα για την απόδοση στα 50 μέτρα ελεύθερης κολύμβησης. Επιπλέον, από έρευνες έχει αποδειχθεί ότι η προσδεμένη κολύμβηση είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για να κατανοήσουμε τη συνολική προωθητική δύναμη που χρειάζεται ο κάθε κολυμβητής για να υπερνικήσει την αντίσταση του νερού κατά την ελεύθερη κολύμβηση (Pedro και συν, 2014). Παρόλο ότι η προσδεμένη κολύμβηση καθιερώθηκε ως εργαλείο καταγραφής της προωθητικής δύναμης των κολυμβητών στο νερό, η συσχέτιση της με την ελεύθερη κολύμβηση εξακολουθεί να έχει ερωτήματα, κυρίως, λόγω της διαφοράς στις κινήσεις των χεριών και των ποδιών, αλλά και στον συγχρονισμό αυτών (Smith και συν, 2002). Βάση αυτού του ερωτήματος, πολλές έρευνες έγιναν για να αναλύσουν τη σχέση μεταξύ της ταχύτητας και των δυνάμεων αντίστασης που παράγονται σε προσδεμένη και ελεύθερη κολύμβηση, σε υψηλού επιπέδου κολυμβητές οι οποίοι λαμβάνουν μέρος σε εθνικά και διεθνή πρωταθλήματα. Πιο συγκεκριμένα από την έρευνα των (Mogouco και συν, 2014), υπάρχει μεγάλη συσχέτιση στα 50 και 200 μέτρα, στα αποτελέσματα τους. Όποτε φαίνεται να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τη πρόβλεψη της απόδοσης στην ελεύθερη κολύμβηση. Εκτός από φυσιολογικούς και τεχνικούς παράγοντες, η προσδεμένη κολύμβηση παρουσιάζεται ως χρήσιμο εργαλείο

για την καταγραφή μεγίστης πρόσληψης οξυγόνου, αλλά και τις συνολικής μυϊκής δραστηριότητας, όπου και οι δυο αυτοί παράγοντες φαίνεται να παρουσιάζουν τις ίδιες τιμές απόδοσης και στην ελεύθερη κολύμβηση (tethered swimming).

III. Μέθοδος

3.1 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν 2 ομάδες από 10 κολυμβήτριες το κάθε ένα. Στην πρώτη ομάδα (Ομάδα Α) η ηλικία των κολυμβητριών ήταν $14,5 \pm 0,5$ έτη, ενώ στη δεύτερη ομάδα (Ομάδα Β) $10,4 \pm 0,6$ έτη. Τα 10 κορίτσια του πρώτου γκρουπ αγωνιστικά ανήκαν στη κατηγορία των παγκορασίδων Α και στην κατηγορία των κορασίδων Β και οι αθλήτριες του δεύτερου γκρουπ ήταν προαγωνιστικής κατηγορίας. Το σωματικό βάρος των αθλητριών της ομάδας Α ήταν $55 \pm 7,3$ kg ενώ της Ομάδας Β ήταν $38,8 \pm 4$ kg. Όλες οι κολυμβήτριες είχαν καθημερινές προπονήσεις κατά τη διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας. Ορισμένες από τις κολυμβήτριες πραγματοποιούσαν και διπλές προπονήσεις κατά τον εβδομαδιαίο κύκλο προπονήσεων. Ο μέσος όρος σε όγκο προπόνησης χιλιομετρικά εβδομαδιαία, για τα κορίτσια της ομάδας Α ήταν 35 χιλιόμετρα, ενώ για τα κορίτσια της ομάδας Β ήταν 20 χιλιόμετρα. Το επίπεδο των αθλητριών ήταν αρκετά υψηλό και όλες οι κολυμβήτριες πραγματοποιούσαν καθημερινές προπονήσεις. Η μέση καλύτερη επίδοση στα 50 μέτρα ελεύθερου για τις 10 κολυμβήτριες της Ομάδας Α ήταν $31,68 \pm 3,4$ sec, ενώ στα 100 μέτρα ελεύθερο $68,07 \pm 7,38$ sec. Αντίστοιχα για τις 10 κολυμβήτριες της ομάδας Β η μέση καλύτερη επίδοση στα 50 μέτρα ελεύθερο ήταν $37,14 \pm 3,93$ sec και στα 100 μέτρα $77,33 \pm 6,61$ sec.

3.2 Μέσα συλλογής των δεδομένων

Για τη μέτρηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των αθλητριών χρησιμοποιήθηκε απλή μεζούρα-ταινία δύο μέτρων. Για κάθε αθλήτρια καταγράφηκε : ανάστημα, μήκος παλάμης, μήκος πέλματος, άνοιγμα ώμων, άνοιγμα χεριών, ύψος από καθιστή θέση, ύψος με χέρια τεντωμένα πίσω από το κεφάλι. Επιπλέον, για τη μέτρηση της σωματικής μάζας, χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονική ζυγαριά (Izzy X3066, Greece). Για τα την καταγραφή του χρόνου χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός (FINIS 3X-100M Stopwatch). Τέλος, χρησιμοποιήθηκε μετροταινία έτσι ώστε να καταγραφεί η απόσταση (m) που διένυσαν οι κολυμβήτριες, στις προσπάθειες πόδια με σανίδα και χέρια-βαρελάκι, στο χρόνο που έκαναν το

25άρι κολύμπι σε ελεύθερο. Για τις 3 προσπάθειες σε προσδεμένη κολύμβηση (κολύμπι ελεύθερο, πόδια ελεύθερο, χέρια ελεύθερο), εφαρμόστηκε ζώνη στη μέση των αθλητριών, η οποία με σχοινί κατέληγε σε ειδικό δυναμόμετρο που ήταν προσαρμοσμένο στην χειρολαβή του υπτίου στον βατήρα εκκίνησης. Το δυναμόμετρο (MuscleLab 4100, Ergotest, Norway) ήταν συνδεδεμένο με ηλεκτρονικό υπολογιστή και κατέγραφε τη κολυμβητική δύναμη που ασκούσαν οι αθλήτριες σε κάθε προσπάθεια τους.

3.3 Διαδικασία συλλογής των δεδομένων

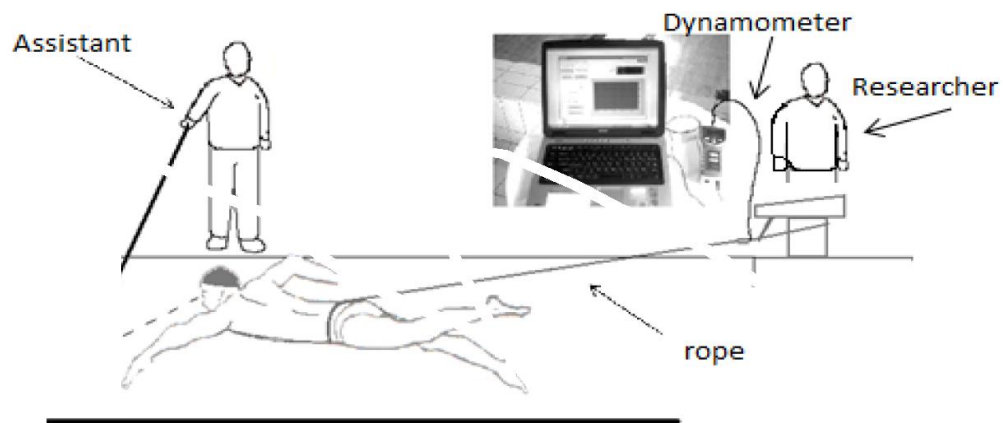
Αρχικά, μετρήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (ανάστημα, μάζα σώματος, μήκος παλάμης, μήκος πέλματος, άνοιγμα ώμων, άνοιγμα χεριών, ύψος από καθιστή θέση, ύψος με χέρια τεντωμένα πίσω από το κεφάλι). Για τη μέτρηση της μάζας σώματος είχε επισημανθεί στις αθλήτριες να μην έχουν καταναλώσει ποσότητα φαγητού τουλάχιστον 2 με 3 ώρες πριν από τη μέτρηση. Επιπλέον για την καταγραφή της μάζας σώματος και του αναστήματος η μέτρηση έγινε με την κολυμβητική ενδυμασία. Αφού καταγράψαμε τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά ακολούθησαν οι μετρήσεις μέσα στο νερό. Προτού ξεκινήσουμε τη καταγραφή στα 25 μέτρα ελεύθερης κολύμβησης, οι αθλήτριες πραγματοποίησαν συγκεκριμένη προθέρμανση, κοινή για όλες, η οποία περιλάμβανε :

- 200μ κολύμβηση επιλογής
- 2x100μ {50μ πόδια/50μ άσκηση ελευθέρου}
- 4x50μ ελεύθερο με αυξανόμενη ένταση από το 1^ο προς το 4^ο
- 2x100μ {50μ άσκηση ελεύθερο/50μ κολύμπι}
- 4x25μ ελεύθερο 1 δυνατό 1 ήρεμο

Μετά τη προθέρμανση, οι κολυμβήτριες, πραγματοποίησαν τρεις προσπάθειες με μέγιστη ταχύτητα και αποκατάσταση μεταξύ τους τουλάχιστον 20 λεπτά. Στην πρώτη προσπάθεια πραγματοποίησαν 25μετρα ελεύθερης κολύμβησης. Η επίδοση καταγράφηκε από 2 χρονομέτρες. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε προσπάθεια κολύμβησης μόνο με πόδια ελεύθερο κρατώντας με τα δυο χέρια τεντωμένα κολυμβητική σανίδα. Η διάρκεια της προσπάθειας ήταν ίση με τον χρόνο που χρειάστηκε η κάθε κολυμβήτρια να ολοκληρώσει την προσπάθεια των 25 μέτρων ελεύθερο. Για κάθε κολυμβήτρια καταγράφηκε η απόσταση (m) που διένυσε στο

συγκεκριμένο ατομικό χρόνο. Η ίδια ακριβώς διαδικασία πραγματοποιήθηκε για κάθε κολυμβήτρια και στη τρίτη προσπάθεια κολύμβησης μόνο με χέρια ελεύθερο. Ένας πλωτήρας (βαρελάκι στα πόδια) έτσι ώστε να διατηρηθούν ακίνητα κατά την διάρκεια της προσπάθειας. Από την απόσταση που διανύθηκε από κάθε κολυμβήτρια στον χρόνο που είχε στη διάθεση της υπολογίστηκε η ταχύτητα για κάθε δοκιμασία ($V=S/T$, όπου V :ταχύτητα, S :η απόσταση που διανύθηκε, T :ο χρόνος που χρειάστηκε για να ολοκληρωθεί η απόσταση- ίδιος στις τρεις δοκιμασίες).Σε επόμενη μέρα οι κολυμβήτριες πραγματοποίησαν προσπάθεια προσδεμένης κολύμβησης με διάρκεια 30 δευτερόλεπτα καταβάλλοντας μέγιστη προσπάθεια. Πριν από την δοκιμασία προσδεμένης κολύμβησης οι κολυμβήτριες και των δυο κατηγοριών πραγματοποίησαν συγκεκριμένη προθέρμανση η οποία περιλάμβανε :

- 400μ κολύμπι {ελεύθερο/ύπτιο/ελεύθερο/πρόσθιο} ανά 100μ
- 200μ ελεύθερο άσκηση/πόδια ανά 100μ
- 4x50μ ελεύθερο με αυξανόμενη ένταση από το 1^ο προς το 4^ο
- 200μ πόδια ελεύθερο
- 4x50μ ελεύθερο 1 δυνατό 1 ήρεμο
- 100μ ήρεμο κολύμπι επιλογή



Σχήμα 3.1. Σχηματική απεικόνιση της δοκιμασίας προσδεμένης κολύμβησης

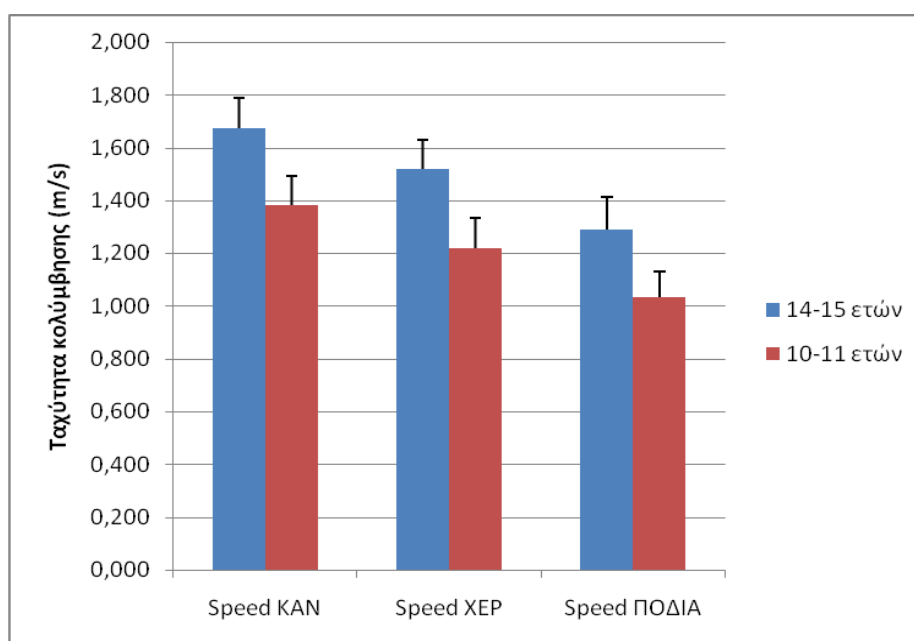
3.4 Στατιστική επεξεργασία

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, στη σύγκριση δύναμης μεταξύ κανονικής κολύμβησης/χεριών/ποδιών και μεταξύ των ομάδων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης για ανεξάρτητα δείγματα. Επίσης η ίδια ανάλυση έγινε για τη σύγκριση ταχύτητας μεταξύ κανονικής κολύμβησης/χεριών/ποδιών. Επίσης χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey για να εξεταστούν οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στις συγκρίσεις μεταξύ χεριών και ποδιών στη συνολική κολύμβηση, σε προσδεμένη και ανεμπόδιστη κολύμβηση, στα αποτελέσματα της έρευνας. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή± τυπική απόκλιση (mean±sd). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε με $p<0,05$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Υπολογισμός ταχύτητας στην ανεμπόδιστη κολύμβηση

Κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών της ανεμπόδιστης κολύμβησης στα 25μ ελεύθερου στυλ υπολογίστηκε η ταχύτητα κολύμβηση ολοκληρωμένου στυλ, μόνο με χέρια και μόνο με πόδια και για τις 2 ομάδες συμμετεχόντων. Οι συγκρίσεις που διενεργήθηκαν μέσω της στατιστικής ανάλυσης αφορούσαν την ταχύτητα *ολοκληρωμένου στυλ-μόνο χέρια*, *ολοκληρωμένου στυλ- μόνο πόδια* για τις δύο ομάδες ξεχωριστά και μεταξύ των ομάδων για όλες τις παραμέτρους όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.1. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην ταχύτητα μεταξύ *κανονική κολύμβηση-μόνο χέρια* ($1,67\pm 0,11$ και $1,52\pm 0,11$ m/s αντίστοιχα), *κανονική κολύμβηση- μόνο πόδια* ($1,67\pm 0,11$ και $1,28\pm 0,12$ m/s αντίστοιχα) για ομάδα Α (14-15 ετών). Για ομάδα Β (10-11 ετών) βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην ταχύτητα για το *κανονική κολύμβηση-μόνο χέρια* ($1,38\pm 0,1$ και $1,21\pm 0,11$ m/s αντίστοιχα), *κανονική κολύμβηση-μόνο πόδια* ($1,38\pm 0,1$ και $1,03\pm 0,09$ m/s αντίστοιχα).

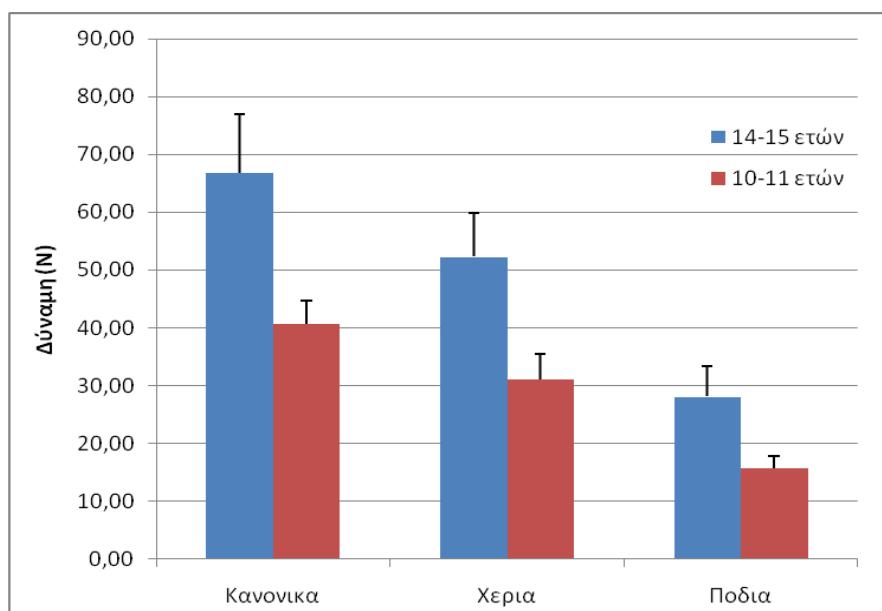


Σχήμα 4.1. Κολυμβητική ταχύτητα (m/s) στην κανονική κολύμβηση, στην κολύμβηση μόνο με χέρια και στην κολύμβηση μόνο με πόδια και για τις 2 ομάδες. Μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση, $p<0.05$

Μεταξύ των ομάδων βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά για την κανονική κολύμβηση ($1,67 \pm 0,11$ και $1,38 \pm 0,1$ m/s αντίστοιχα), μόνο χέρια ($1,52 \pm 0,11$ και $1,21 \pm 0,11$ m/s αντίστοιχα), μόνο πόδια ($1,28 \pm 0,12$ και $1,03 \pm 0,09$ m/s αντίστοιχα).

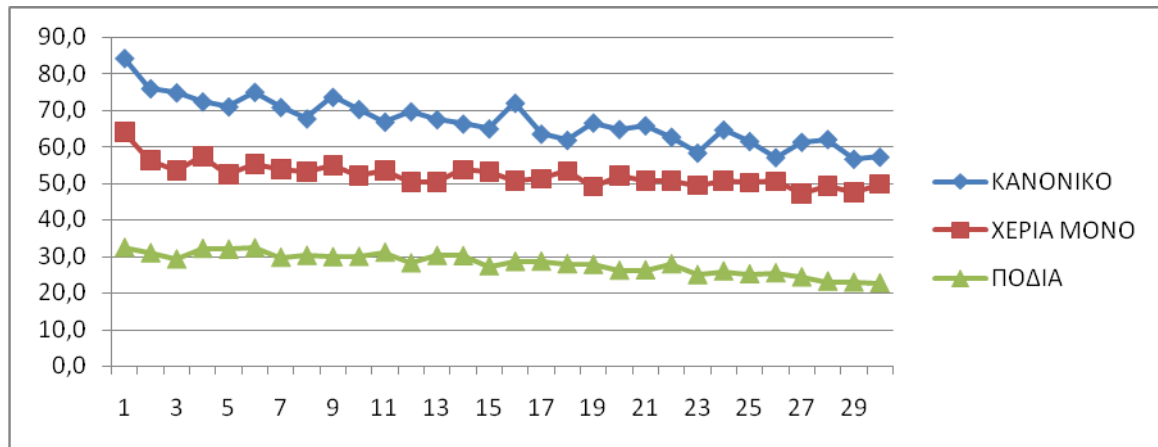
4.2 Υπολογισμός της δύναμης στην προσδεμένη κολύμβηση

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της προσδεμένης κολύμβησης έδειξε ότι και στις δύο ομάδες η δύναμη που ασκείται κατά την κανονική κολύμβηση, την κολύμβηση μόνο με χέρια και την κολύμβηση μόνο με πόδια παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές διαφορές. Επίσης, όταν έγινε σύγκριση μεταξύ των ομάδων βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην κανονική κολύμβηση (ομάδα A: $66,85 \pm 10,1$ N ομάδα B: $40,7 \pm 3,9$ N $p < 0,05$), στην κολύμβηση μόνο με χέρια (ομάδα A: $52,3 \pm 7,5$ N ομάδα B: $31,1 \pm 4,4$ N $p < 0,05$) και στην κολύμβηση μόνο με πόδια (γκρουπ A: $28,1 \pm 5,3$ N, ομάδα B: $15,7 \pm 2,2$ N, $p < 0,05$). Το Σχήμα 4.2 απεικονίζει τα αποτελέσματα της δύναμης που ασκείται για κάθε μια από τις μορφές προσδεμένης κολύμβησης (κανονική, μόνο χέρια, μόνο πόδια) που εξετάστηκαν και για τα δύο γκρουπ.

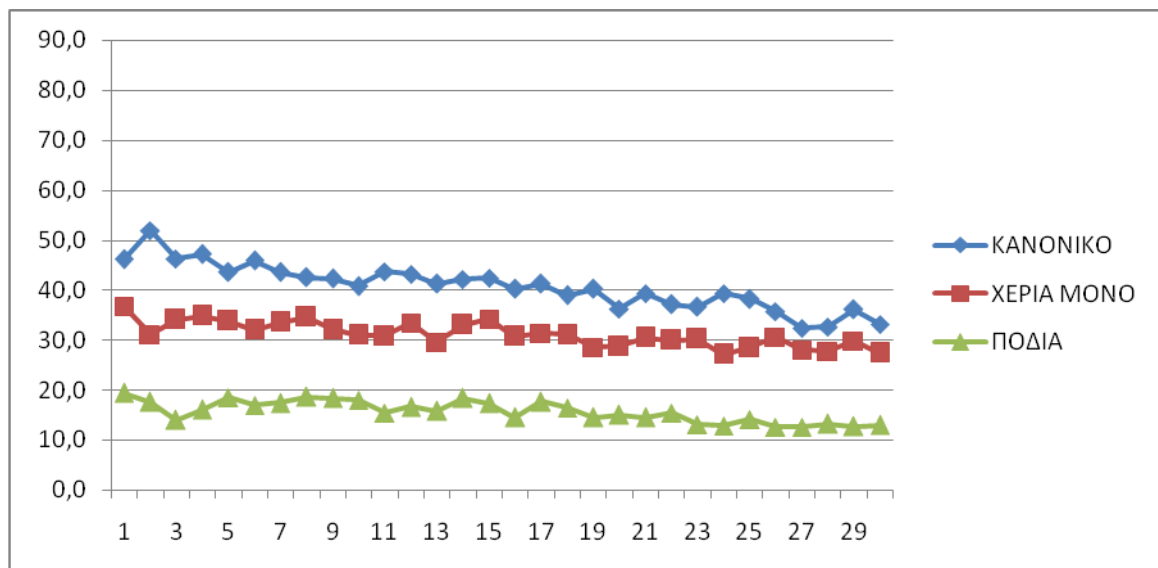


Σχήμα 4.2. Δύναμη έλξης του κολυμβητή (N) στο ολοκληρωμένο στην κανονική κολύμβηση, στην κολύμβηση μόνο με χέρια και στην κολύμβηση μόνο με πόδια και για τις 2 ομάδες. Μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση, $p < 0.05$

Οι μεταβολές της δύναμης σε κάθε δευτερόλεπτο για κάθε μια από τις μορφές προσδεμένης κολύμβησης παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.3 για ομάδα Α και στο Σχήμα 4.4 για ομάδα Β.



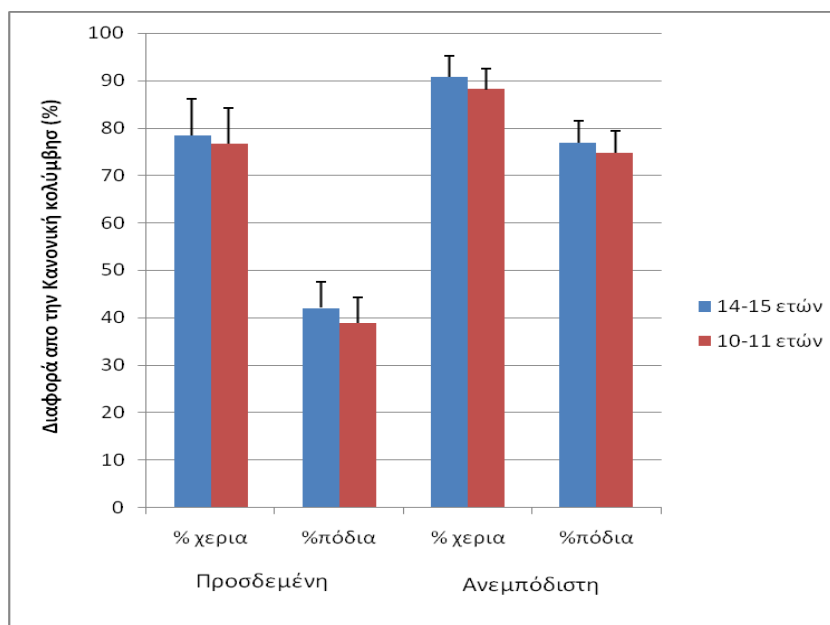
Σχήμα 4.3. Σχηματική απεικόνιση της διακύμανσης της δύναμης (N) σε κάθε δευτερόλεπτο (s) στις τρεις μορφές προσδεμένης κολύμβησης για ομάδα Α.



Σχήμα 4.4. Σχηματική απεικόνιση της διακύμανσης της δύναμης (N) σε κάθε δευτερόλεπτο (s) στις τρεις μορφές προσδεμένης κολύμβησης για ομάδα Β.

4.3 Σύγκριση ποσοστιαίας συμμετοχής χεριών και ποδιών στη συνολική κολύμβηση σε προσδεμένη και ανεμπόδιστη κολύμβηση.

Για την σύγκριση της ποσοστιαίας συμμετοχής των χεριών και των ποδιών στην συνολική κολύμβηση σε προσδεμένη και ανεμπόδιστη κολύμβηση πραγματοποιήθηκε ανάλυση με το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών είναι αυξημένη κατά την ανεμπόδιστη συγκριτικά με την προσδεμένη κολύμβηση και στις δύο ομάδες. Για το γκρουπ Α η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών στην ανεμπόδιστη κολύμβηση ήταν $90,8\% \pm 4,4$ ενώ στην προσδεμένη κολύμβηση ήταν $78,4\% \pm 7,6$. Για το γκρουπ Β η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών στην ανεμπόδιστη κολύμβηση ήταν $88,1\% \pm 4,4$ ενώ στην προσδεμένη κολύμβηση ήταν $76,6\% \pm 7,6$. Επίσης, η ποσοστιαία συμμετοχή των ποδιών είναι αυξημένη κατά την ανεμπόδιστη συγκριτικά με την προσδεμένη κολύμβηση και στις δύο ομάδες. Για το γκρουπ Α η ποσοστιαία συμμετοχή των ποδιών στην ανεμπόδιστη κολύμβηση ήταν $76,8\% \pm 4,6$ ενώ στην προσδεμένη κολύμβηση ήταν $42\% \pm 5,4$. Για το γκρουπ Β η ποσοστιαία συμμετοχή των ποδιών στην ανεμπόδιστη κολύμβηση ήταν $74,8\% \pm 4,6$ ενώ στην προσδεμένη κολύμβηση ήταν $38,8\% \pm 5,4$. Τα παραπάνω αποτελέσματα απεικονίζονται στο Σχήμα 4.5.



Σχήμα 4.5. Ποσοστιαία συμμετοχή ποδιών και χεριών στη κανονική κολύμβηση και στην προσδεμένη κολύμβηση.

V. Συζήτηση

5.1 Κύρια ευρήματα της έρευνας

Συγκεντρωτικά, στα ευρήματα αυτής της μελέτης συμπεριλαμβάνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές από τις μετρήσεις της ταχύτητας στην ανεμπόδιστη κολύμβηση, της δύναμης στην προσδεμένη κολύμβηση και της ποσοστιαίας (%) συμμετοχής των χεριών και των ποδιών στις ομάδες κολυμβητριών 10-11 και 14-15 ετών που εξετάστηκαν.

- Η ταχύτητα στην ανεμπόδιστη κολύμβηση ελεύθερου στυλ είχε στατιστικά σημαντική διαφορά κατά τη σύγκριση *κανονικής κολύμβησης-μόνο χέρια* και *κανονικής κολύμβησης- μόνο πόδια* και για τις 2 ομάδες. Επίσης, μεταξύ των ομάδων βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά για την κανονική κολύμβηση, μόνο χέρια, μόνο πόδια.
- Η δύναμη κατά την προσδεμένη κολύμβηση, έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κανονικής κολύμβησης, της κολύμβησης μόνο με χέρια και της κολύμβησης μόνο με πόδια. Επίσης, όταν έγινε σύγκριση μεταξύ των ομάδων βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην κανονική κολύμβηση, στην κολύμβηση μόνο με χέρια και στην κολύμβηση μόνο με πόδια.
- Η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και των ποδιών βρέθηκε να είναι αυξημένη κατά την ανεμπόδιστη συγκριτικά με την προσδεμένη κολύμβηση και στις δύο ομάδες. Στην ανεμπόδιστη κολύμβηση η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και των ποδιών αντίστοιχα ήταν: ομάδα κοριτσιών 10-11 ετών: 88,1% και 74,8%, ομάδα κοριτσιών 14-15 ετών: 90,8% και 76,8%.

Στην προσδεμένη κολύμβηση η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και των ποδιών αντίστοιχα ήταν: ομάδα κοριτσιών 10-11 ετών: 76,6% και 38,8%, ομάδα κοριτσιών 14-15 ετών: 78,4% και 42% .

5.2 Ταχύτητα στην ανεμπόδιστη κολύμβηση ελεύθερου στυλ

Στις περιπτώσεις μέγιστης προσπάθειας στην ελεύθερη κολύμβηση, είναι γενικά αποδεκτό ότι η συμβολή των χεριών είναι υπεύθυνη για περίπου το 90% της συνολικής ταχύτητας κολύμπι στους ελίτ κολυμβητές (Zamparo και συν. 2005). Η πιο συνηθισμένη μέθοδος για την εκτίμηση των συνεισφορών ταχύτητας των άκρων περιλαμβάνει τη μέγιστη προσπάθεια στην κολύμβηση σε μια καθορισμένη απόσταση ή χρόνο χρησιμοποιώντας μόνο χέρια ή μόνο πόδια χωριστά και συγκρίνοντας τις μεταβλητές. Στην παρούσα μελέτη βρέθηκε ότι η ταχύτητα στην ανεμπόδιστη κολύμβηση ελεύθερου στυλ είχε στατιστικά σημαντική διαφορά κατά τη σύγκριση *κανονικής κολύμβησης-μόνο χέρια και κανονικής κολύμβησης- μόνο πόδια* και για τις 2 ομάδες. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με προγενέστερες μελέτες. Ο Deschodt και οι συνεργάτες του (1999) βρήκαν ότι η συμμετοχή των ποδιών αύξησε τη μέγιστη ταχύτητα κολύμβησης κατά 10%. Επίσης ο Morris και οι συνεργάτες του (2016) παρατήρησαν ότι η κολυμβητική ταχύτητα χρησιμοποιώντας μόνο τα χέρια είναι μειωμένη κατά 11% συγκριτικά με την ταχύτητα όπου χρησιμοποιούνται όλα τα άκρα και για τα δύο φύλα. Ενώ η πλειοψηφία των σχετικών μελετών εξετάζει τις διαφορές ταχύτητας με και χωρίς τη χρήση των ποδιών σε μέγιστες εντάσεις, είναι ενδιαφέρον ότι σε αυτή τη μελέτη, η χρήση των ποδιών φαίνεται ότι επηρεάζει εξίσου την ταχύτητα ανεξάρτητα από την ένταση και το φύλο. Ακόμη, στην παρούσα εργασία, βρέθηκε στατιστικώς σημαντική διαφορά για την κανονική κολύμβηση, μόνο χέρια, μόνο πόδια μεταξύ των ομάδων. Αυτό το εύρημα θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι παράλληλα με την φυσιολογική ανάπτυξη μεταβάλλονται και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των ατόμων του δείγματος και συνεπώς επηρεάζεται η απόδοση τους στην κολυμβητική ταχύτητα.

5.3 Δύναμη κατά την προσδεμένη κολύμβηση ελεύθερου στυλ

Στην παρούσα μελέτη, τα στοιχεία που συλλέχθηκαν για τη δύναμη που εφαρμόζουν οι κολυμβήτριες κατά την προσδεμένη κολύμβηση, έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της κανονικής κολύμβησης, της κολύμβησης μόνο με χέρια και της κολύμβησης μόνο με πόδια. Στη μελέτη του Morouco και των συνεργατών του (2015) το άθροισμα των μέσων τιμών της δύναμης χεριών και ποδιών που εξετάστηκαν ξεχωριστά ήταν μεγαλύτερο από τη μέση τιμή των δυνάμεων όταν χρησιμοποιούνται όλα τα άκρα. Όμως, σε αυτή τη μελέτη όταν έγινε σύγκριση μεταξύ των ομάδων

βρέθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην κανονική κολύμβηση, στην κολύμβηση μόνο με χέρια και στην κολύμβηση μόνο με πόδια. Συνεπώς, η διαφορά ηλικίας, και το επίπεδο των αθλητών μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα.

5.4 Ποσοστιαία συμμετοχή χεριών και ποδιών στην κολύμβηση ελεύθερου στυλ

Παλαιότερα επικρατούσε η ιδέα ότι στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης τα πόδια διαδραματίζουν δευτερεύοντα ρόλο διότι μελέτες όπως αυτή των Hollander et al., 1988 και των Deschodt και συν., 1999 είχαν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η συμμετοχή των ποδιών δεν ξεπερνάει το 10% στην συνολική απόδοση των κολυμβητών. Ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να μην είναι αξιόπιστα λόγω του υπολογισμού της συμβολής των ποδιών αφαιρώντας την τιμή συμβολής των χεριών από αυτή της συνολικής κολύμβησης. Αυτή η υπόθεση μπορεί να υποστηριχθεί από τα αποτελέσματα πιο πρόσφατων ερευνών (Nakashima, 2007; Swaine και συν., 2010 Morouco και συν., 2015) οι οποίες έχουν εξετάσει τη συμβολή των χεριών και των ποδιών ξεχωριστά. Για αυτό το λόγο, κύριος σκοπός αυτής της μελέτης ήταν να υπολογιστεί η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και των ποδιών στην κανονική κολύμβηση κατά την προσδεμένη κολύμβηση (δύναμη), και την ελεύθερη ανεμπόδιστη κολύμβηση (ταχύτητα), σε κολυμβήτριες 10-11 και 14-15 ετών.

Σε ερευνητικό επίπεδο, δύο προσεγγίσεις έχουν χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση της ποσοστιαίας συμμετοχής των χεριών και των ποδιών στη συνολική κολύμβηση ελεύθερου στυλ. Η μια προσέγγιση ακολουθεί ένα έμμεσο σύστημα αξιολόγησης με την οποία βρέθηκε ποσοστιαία συμμετοχή των ποδιών που κυμαίνεται στο 4-11% (Hollander και συν., 1988; Deschodt, Arsac & Rouard, 1999; Morris και συν., 2016).

Στη μελέτη των Hollander και των υπόλοιπων συνεργατών (1988) διερευνήθηκε η ποσοστιαία συμμετοχή των ποδιών στην προώθηση της ελεύθερης κολύμβησης με δείγμα 7 κολυμβητριών και 11 κολυμβητών Ολυμπιακού επιπέδου. Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε το σύστημα MAD ώστε να καταγραφεί η μέση προωθητική δύναμη που ασκείται συνολικά στην ελεύθερη κολύμβηση και στην κολύμβηση μόνο με χέρια. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η επιρροή των ποδιών στην προώθηση κατά την ελεύθερη κολύμβηση είναι 4% όταν ακολουθείται το πρότυπο των 6 κτυπημάτων

(Hollander και συν., 1988), που είναι και το πιο κοινό στους αγώνες μικρών και μεσαίων αποστάσεων (Toussaint και συν., 1992). Οι Deschodt, Arsac και Rouard (1999) συνέλεξαν δείγμα 8 αρρένων κολυμβητών οι οποίοι δοκιμάστηκαν στην κολύμβηση με ένα χέρι, με δύο χέρια, με ένα χέρι και δύο πόδια και με δύο χέρια και δύο πόδια. Το σύστημα αξιολόγησης που επιλέχθηκε για αυτή τη μελέτη ήταν υποβρύχιες κάμερες με τις οποίες μετρήθηκε η ταχύτητα κολύμβησης. Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων τους έδειξε ότι η ποσοστιαία συμμετοχή των ποδιών αύξησε την μέγιστη κολυμβητική ταχύτητα κατά 10%. Παρόμοιες ποσοστιαίες τιμές (~11%) συμμετοχής των ποδιών βρέθηκαν σε μια πιο πρόσφατη μελέτη με δείγμα 10 ανδρών και 10 γυναικών, κατά τη διάρκεια δοκιμών των 200 μέτρων σε χαμηλές μέτριες και υψηλές συχνότητες χεριάς και ποδιάς (Morris 2016). Παρόλα αυτά, τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνών μπορεί να μην είναι αξιόπιστα λόγω του υπολογισμού της συμβολής των ποδιών αφαιρώντας την τιμή συμβολής των χεριών από αυτή της συνολικής κολύμβησης.

Η δεύτερη προσέγγιση που έχει χρησιμοποιηθεί, περιγράφεται στην έρευνα του Gourgoulis και των συνεργατών του (2014) η οποία βασίζεται σε έμμεσες εκτιμήσεις δυνάμεων όπου η συμβολή των χεριών και των ποδιών εκτιμάτε μεμονωμένα ώστε να αποφευχθεί η υπερεκτίμηση της απόδοσης στην συνολική κολύμβηση. Σε αυτή τη μελέτη, ένας από τους στόχους ήταν να εξεταστεί η επιρροή των ποδιών στην ελεύθερη κολύμβηση. Από την εξέταση δείγματος 9 ενήλικών κολυμβητριών βρέθηκε ότι η μέση κολυμβητική ταχύτητα αυξήθηκε 13% και υπήρξε μια αισθητή μείωση της κλίσης του κορμού με τη συμμετοχή των ποδιών στην κολύμβηση.

Ωστόσο, 3 άλλες μελέτες (Swaine και συν., 2010; Nakashima, 2007; Morouco και συν., 2015) που βρέθηκαν στη βιβλιογραφία υποστηρίζουν ότι η ποσοστιαία συμμετοχή των ποδιών στη ελεύθερη κολύμβηση είναι μεγαλύτερη. Στη μελέτη του Nakashima (2007) χρησιμοποιήθηκε ένα σύστημα προσομοίωσης για την μελέτη του ελεύθερου στυλ κολύμβησης με το μοντέλο Swimming human simulation model SWUM. στα έξι κτυπήματα ποδιών. Η γεωμετρία του σώματος ορίστηκε ως αυτή του 20-29 ετών Ιάπωνα κολυμβητή. Σε αυτή τη μελέτη διαπιστώθηκε ότι στο πρότυπο 6 κτυπημάτων του ελεύθερου, οι 6 ποδιές αντιστοιχούν σε συμμετοχή περίπου 20% της προωθητικής απόδοσης στην προσομοίωση. Όμως τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης αποτελούν μια θεωρητική προσέγγιση του θέματος. Πιο πρόσφατα, η μελέτη του Morouco και των συνεργατών του (2015), παρουσίασε αποτελέσματα που

υποδεικνύουν μεγαλύτερη ποσοστιαία συμμετοχή των ποδιών στην προώθηση κατά το ελεύθερο στυλ κολύμβησης. Συγκεκριμένα, τα άτομα του δείγματος ήταν 12 αγόρια και 11 κορίτσια με μέση τιμή ηλικίας $15,2 \pm 0,9$ και $15,7 \pm 1,4$ ετών αντίστοιχα και συμμετείχαν σε δοκιμασίες προσδεμένης κολύμβησης μέγιστης έντασης για 30 δευτερόλεπτα. Τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών ήταν 70,3% και των ποδιών 29,7% για τα αγόρια και για τα κορίτσια 66,6% και 33,4% αντίστοιχα. Τέλος, μια άλλη έρευνα εξέτασε αυτό το ζήτημα μέσω διαφορετικής μεθοδολογίας. Ο Swaine και οι συνεργάτες του (2010) ανέφεραν μεγαλύτερη σημαντικότητα των ποδιών από ότι προηγουμένως, υπογραμμίζοντας τη συμβολή τους στην συνολική προώθηση. Τα πειράματα τους διεξάχθηκαν με τη χρήση ενός νέου μηχανήματος προπόνησης κολύμβησης με το οποίο εξετάστηκε η ισχύς που παράγεται από το κάθε σκέλος, γεγονός που έφερε νέα δεδομένα στο ζήτημα. Το δείγμα τους αποτελείτο από 8 άνδρες κολυμβητές με μέση τιμή ηλικίας $23,7 \pm 4,6$. Τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι η μέση ποσοστιαία συμμετοχή στην συνολική ισχύ κατά την ελεύθερη κολύμβηση ήταν 37,3% από τα πόδια και 62,7% από τα χέρια. Εντούτοις, τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε ξηρό περιβάλλον κάτι που δυσχεραίνει τη συσχέτιση με τα αποτελέσματα από τα πειράματα που έγιναν στο νερό.

Αν και οι χαμηλές ποσοστιαίες τιμές ποσοστιαίας συμμετοχής των ποδιών υποστηρίζονται στη βιβλιογραφία για την ελεύθερη κολύμβηση (Hollander και συν., 1988; Deschodt, Arsac & Rouard, 1999; Gourgoulis, 2014; Morris 2016), υπάρχουν μελέτες που αναφέρουν υψηλότερα ποσοστά συμμετοχής των ποδιών (Nakashima (2007; Swaine και συν., 2010 Morouco 2015) και συμφωνούν με την παρούσα μελέτη. Όμως η σύγκριση των αποτελεσμάτων καθίσταται δύσκολη λόγω διαφορετικής μεθοδολογίας, εργαλείων μέτρησης καθώς και της ηλικίας και του φύλου των ατόμων του εκάστοτε δείγματος που συλλέχθηκε. Για παράδειγμα, οι ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και των ποδιών εξάχθηκε από τα αποτελέσματα της ταχύτητας και της δύναμης στην παρούσα μελέτη ενώ σε αυτή του Swaine και των συνεργατών του (2010) εξετάστηκε η ισχύς. Όσον αφορά τη μελέτη του Morouco και των συνεργατών του (2015) μπορεί να γίνει σύγκριση μεταξύ των ποσοστών για τα κορίτσια ηλικίας 14-15 ετών αλλά όχι με την ομάδα των κοριτσιών 10-11 ετών που συμμετείχαν στην παρούσα μελέτη.

Από τις παραπάνω μελέτες, παρατηρείται λοιπόν ότι η ποσοστιαία συμμετοχή των ποδιών είναι πολύ πιθανόν μεγαλύτερη από το ~10% που υποστηριζόταν παλαιότερα. Επιπλέον η διαφορά ηλικίας, το φύλο και επίπεδο των κολυμβητών μπορεί να επηρεάσει τα αποτελέσματα μιας τέτοιας μελέτης. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί από το γεγονός ότι η δύναμη και η τεχνική ποικίλει λόγω των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών του κολυμβητή (Pelayo και συν., 2996), διότι είναι ακόμη αβέβαιο αν οι δυνάμεις που μετρώνται στην προσδεμένη κολύμβηση είναι παρόμοιες σε παιδιά, εφήβους και ενήλικες.

Συμπερασματικά, περισσότερες μελέτες χρειάζεται να εκπονηθούν με παρόμοιο σχεδιασμό, μεγαλύτερο δείγμα και παρόμοια συστήματα μετρήσεων. Με αυτό τον τρόπο, θα μπορέσουν να γίνουν αποτελεσματικότερες συγκρίσεις μεταξύ των ερευνών και να γίνει ξεκάθαρη η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και των ποδιών στην προώθηση κατά την ελεύθερη κολύμβηση σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες.

VI. Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τον κύριο σκοπό της παρούσας μελέτης, εξετάστηκε η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και των ποδιών όπου βρέθηκε ότι κατά την ανεμπόδιστη είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με την προσδεμένη κολύμβηση και στις δύο ομάδες των κολυμβητριών 10-11 και 14-15 ετών που εξετάστηκαν. Τα αποτελέσματα μας συμφωνούν με την πρόσφατη μελέτη του Morouco και των συνεργατών του (2015), αν και χρειάζονται περισσότερες μελέτες με παρόμοιο σχεδιασμό για να καταλήξουμε σε ένα ασφαλές συμπέρασμα .

Επίσης θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η βιολογική ωρίμανση και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά που μεταβάλλονται με την ηλικία παίζουν ρόλο στην ταχύτητα και τη δύναμη που εφαρμόζεται από τις κολυμβήτριες. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων στην ταχύτητα και στη δύναμη και για τις 3 κολυμβητικές παραμέτρους (κανονική κολύμβηση, μόνο χέρια και μόνο πόδια) που εξετάστηκαν.

Συμπερασματικά φαίνεται ότι ο ρόλος των ποδιών στην προώθηση των κολυμβητριών κατέχει υψηλότερο ποσοστό συμμετοχής από ότι πιστευόταν παλαιότερα. Αν και για τις τρεις παραμέτρους κολύμβησης (κανονική κολύμβηση, μόνο χέρια, μόνο πόδια) δεν βρέθηκαν στατιστικές διαφορές στις μετρήσεις της δύναμης, αντίθετα στις μετρήσεις ταχύτητας υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές και για τις δύο ομάδες κολυμβητριών μεταξύ κανονικής κολύμβησης-μόνο χέρια και κανονικής κολύμβησης μόνο πόδια.

VII. Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Η ποσοστιαία συμμετοχή των χεριών και των ποδιών στην κανονική κολύμβηση είναι ακόμη αμφιλεγόμενη. Οι μελέτες που υπάρχουν μέχρι στιγμής στη βιβλιογραφία δεν είναι αρκετές για να εξαχθεί ένα ασφαλές συμπέρασμα διότι ο διαφορετικός σχεδιασμός τους, η ποικιλομορφία των δειγμάτων που έχουν χρησιμοποιηθεί και τα εργαλεία μετρήσεων διαφέρουν σημαντικά. Όσον αφορά τις κολυμβήτριες 10-11 και 14-15 ετών φαίνεται να υπάρχουν διαφορές στις μετρήσεις ταχύτητας και δύναμης και κατά συνέπεια θα ήταν σκόπιμο κάθε ηλικιακή ομάδα να μελετηθεί ξεχωριστά και να συλλεχθεί μεγαλύτερο δείγμα. Με αυτό τον τρόπο οι προπονητές κολύμβησης θα μπορούσαν να εφαρμόζουν προγράμματα προπόνησης που θα υποστηρίζονται από επιστημονικά δεδομένα και θα επιτυγχάνουν τη μέγιστη απόδοση των αθλητών τους.

VIII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abe, T., Kearns, C. F., & Fukunaga, T. 2003. Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution in young Japanese adults. *British Journal of Sports Medicine*. 37(5), 436-440
- Amaro, N. M., Morouço, P. G., Marques, M. C., Fernandes, R. J., & Marinho, D. A. (2017). Biomechanical and bioenergetical evaluation of swimmers using fully-tethered swimming: A qualitative review.
- Barbosa, T.M., M. Costa, D. Marinho, J. Coelho, M. Moreira, and A.J. Silva.2010. Modeling the links between young swimmer's performance: energetic and biomechanical profiles. *Pediatr. Exerc. Sci.* 22, 379–391
- Barbosa, T., Marinho, D., Mário, C., & António, S. 2011.Biomechanics of Competitive Swimming Strokes. *Biomechanics of Competitive Swimming Strokes, Biomechanics in Applications, Dr Vaclav Klika (Ed.), InTech*.
- Bloomfield, J., Blanksby, B. A., & Ackland, T. R. (1990). Morphological and physiological growth of competitive swimmers and non-competitors through adolescence. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(1), 4-12.
- Chatard, J. C., Collomp, C., Maglischo, E., & Maglischo, C. 1990. Swimming skill and stroking characteristics of front crawl swimmers. *International journal of sports medicine*. 11(02), 156-161
- Chollet, D., Chabies, S., & Chatard, J. C. (2000). A new index of coordination for the crawl: description and usefulness. *International journal of sports medicine*, 21(01), 54-59
- Costill, D. L. (1992). *Handbook of Sports Medicine and Science, Swimming (Vol. 1)*. Blackwell Publishing
- Deschodt, V. J., Arsac, L. M., & Rouard, A. H. (1999). Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 80(3), 192-199.
- Garrido, N., D.A. Marinho, T.M. Barbosa, A. Costa, M., A.J. Silva, J.A. Perez-Turpin and M.C. Marques, 2010. Relationship between dryland strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers. *Official Journal of the Area of Physical Education and Sport*, 5(2), 240-249.
- Gourgoulis, V., Boli, A., Aggeloussis, N., Toubekis, A., Antoniou, P., Kasimatis, P., ... & Mavromatis, G. (2014). The effect of leg kick on sprint front crawl swimming. *Journal of sports sciences*, 32(3), 278-289.
- Hollander, A. P., De Groot, G., van Ingen Schenau, G. J., Toussaint, H. M., De Best, H., Peeters, W., ... & Schreurs, A. W. (1986). Measurement of active drag during crawl arm stroke swimming. *Journal of Sports Sciences*, 4(1), 21-30.
- Jurimae J, Haljaste K, Cicchella A, Latt E, Purge P, Leppik A, Jurimae T. 2007. Analysis of swimming performance from physical, physiological and biomechanical parameters in young swimmers. *Pediatr Exerc Sci*. 19, 70–81.
- Keskinen, K. L., & Komi, P. V. (1993). Stroking characteristics of front crawl swimming during exercise. *Journal of applied biomechanics*, 9(3), 219-226.
- Latt, E., J. Jórímðe, K. Haljaste, A. Cicchella, P. Purge, and T. Jórímðe.2009. Physical development and swimming performance during biological maturation in young female swimmers. *Coll. Antropol.* 33,117–122,
- Madić, D., Okičić, T., & Aleksandrović, M. (2007). *Plivanje.(Swimming)*

- Magel, J. R. (1970). Propelling force measured during tethered swimming in the four competitive swimming styles. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 41(1), 68-74.
- Maglischo, E. W. (2003). Swimming fastest. *Human Kinetics*.
- Maglischo, C. W., & Maglischo, E. W. (1984). Tethered and nontethered crawl swimming. In *ISBS-Conference Proceedings Archive*.
- Marinho DA, Barbosa TM, Costa MJ, Figueiredo C, Reis VM, Silva AJ, Marques MC. 2010. Can 8 weeks of training affect active drag in young swimmers? *J Sports Sci Med*. 9, 71–78.
- Mavridis, G., Kabitsis, C., Gourgoulis, V., & Toubekis, A. (2006). Swimming velocity improved by specific resistance training in age-group swimmers. *Port J Sport Sci*, 6(suppl 2), 304-306.
- McCabe, C.B., & Sanders, R. H. 2012. Kinematic differences between front crawl sprint and distance swimmers at a distance pace. *Journal of sports sciences*. 30(6),601-608
- Morais, J. E., Garrido, N. D., Marques, M. C., Silva, A. J., Marinho, D. A., & Barbosa, T. M. 2013. The Influence of Anthropometric, Kinematic and Energetic Variables and Gender on Swimming Performance in Youth Athletes. *Journal of Human Kinetics*, 39(1), 203–211.
- Morouço, P., Keskinen, K. L., Vilas-Boas, J. P., & Fernandes, R. J. (2011). Relationship between tethered forces and the four swimming techniques performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27(2), 161-169
- Morouco, P. G., Marinho, D.A., Keskinen, K. L., Badillo, J.J., & Marques, M.C. 2014. Tethered swimming can be used to evaluate force contribution for short-distance swimming performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 28(11), 3093-3099
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Izquierdo, M., Neiva, H., & Marques, M. C. (2015). Relative contribution of arms and legs in 30 s fully tethered front crawl swimming. *BioMed research international*, 2015.
- Morouco, P., Soares, S., Vilas-Boas, J. P., Fernandes, R., & Fedetation, P. S. 2008. Association between 30sec maximal tethered swimming and swimming performance in front crawl. In *2008 Annual Meeting. American Society of Biomechanics. Ann-Arbour. MI*.
- Morris, K. S., Osborne, M. A., Shephard, M. E., Skinner, T. L., & Jenkins, D. G. (2016). Velocity, aerobic power and metabolic cost of whole body and arms only front crawl swimming at various stroke rates. *European journal of applied physiology*, 116(5), 1075-1085
- Nakashima, M. (2007). Mechanical study of standard six beat front crawl swimming by using swimming human simulation model. *Journal of Fluid Science and Technology*, 2(1), 290-301
- Pelayo, P., Sidney, M., Kherif, T., Chollet, D., & Tourny, C. (1996). Stroking characteristics in freestyle swimming and relationships with anthropometric characteristics. *Journal of applied biomechanics*, 12(2), 197-206.
- Pendergast, D. R., Di Prampero, P. E., Craig Jr, A. B., Wilson, D. R., & Rennie, D. W. (1977). Quantitative analysis of the front crawl in men and women. *Journal of Applied Physiology*, 43(3), 475-479
- Potdevin, F., Bril, B., Sidney, M., & Pelayo, P. (2006). Stroke frequency and arm coordination in front crawl swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 27(03), 193-198

- Saavedra, J.M., and Y. Escalante. 2010. A multivariate analysis of performance in young swimmers. *Pediatr. Exerc. Sci.* 22, 135–151
- Sanders, R. (2002). New analysis procedures for giving feedback to swimming coaches and swimmers. Proceedings of XX ISBS–Swimming, Applied Program Swimming. Caceres: University of Extremadura, 1-14.
- Seifert, L., Schnitzler, C., Bideault, G., Alberty, M., Chollet, D., & Toussaint, H. M. 2015. Relationships between coordination, active drag and propelling efficiency in crawl. *Human movement science*. 39, 55-64
- Sharp, R. L., & Troup, J. P. (1982). Relationship between power and sprint freestyle. *Medicine and science in sports and exercise*, 14(1), 53-56.
- Swaine, I. L., Hunter, A. M., Carlton, K. J., Wiles, J. D., & Coleman, D. (2010). Reproducibility of limb power outputs and cardiopulmonary responses to exercise using a novel swimming training machine. *International journal of sports medicine*, 31(12), 854-859
- Toussaint, H. M., & Beek, P. J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports medicine*, 13(1), 8-24.
- Vilas-Boas JP, Costa L, Fernandes RJ, Ribeiro J, Figueiredo P, Marinho DA, Silva AJ, Rouboa A, Machado L. 2010. Determination of the drag coefficient during the first and second gliding positions of the breaststroke underwater stroke. *J Appl Biomech*. 26, 324–331.
- Vitor, F.M., and M.T. Bøhme. 2010. Performance of young male swimmers in the 100 meters front crawl. *Pediatr. Exerc. Sci.* 22, 278–287
- Vizmanos, B., & Marti-Henneberg, C. (2000). Puberty begins with a characteristic subcutaneous body fat mass in each sex. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54(3), 203
- Yapıcı, A., B. Maden and G. Fındıkoğlu, 2016. The effect of a 6-week land and resistance training of 13-16 years old swimmers groups to lower limb isokinetic strength values and to swimming performance. *Journal of Human Sciences*, 13(3), 5269-5281.
- Ζάκας Π. Αθανάσιος «Ανάπτυξη φυσικών ικανοτήτων σε παιδιά και εφήβους στις αθλοπαιδιές, Θεσσαλονίκη 2010
- Ταχταλής, Θ., Γούργουλης, Β., Κόλτσης, Χ., Τουμπέκης, Α., Αγγελούσης, Ν., Βόλακλης, Κ., & Τοκμακίδης, Σ. (2014). Relationship between selected anthropometric characteristics and swimming performance in young male and female swimmers. *Inquiries in Sport & Physical Education*, 12(2).



ΤΟΜΕΑΣ ΥΓΡΟΥ ΣΤΙΒΟΥ

Εργαστήριο Υγρού Στίβου

ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ

Μελέτη για την πτυχιακή εργασία των Καρρά Παναγιώτη και Κατσαμπάνη Πέτρου.
Επιβλέπων Καθηγητής: Τουμπέκης Αργύρης, Επίκουρος Καθηγητής.

Πληροφορίες για τους ενδιαφερόμενους και δήλωση συμμετοχής

Τίτλος της μελέτης:

**ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΟΔΙΩΝ ΚΑΙ ΧΕΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ
ΔΥΝΑΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΣΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ**

Στο ελεύθερο στυλ κολύμβησης η συμμετοχή των χεριών είναι ιδιαίτερα σημαντική για την προώθηση του σώματος (Toussaint & Beek, 1992). Επιπλέον, πολύ σημαντική είναι η σχέση μεταξύ ελεύθερης κολύμβησης και της αποτελεσματικής ποδιάς, στην βελτίωση των παραμέτρων τεχνικής του κολυμβητή (Andrew D. Sortwell, 2011). Η αναλογία της δύναμης χεριών-ποδιών, σε σχέση με την ελεύθερη κολύμβηση, μπορεί να μεταβάλλεται από μικρές σε μεγαλύτερες ηλικίες κολυμβητριών, οπότε αξίζει να την μελετήσουμε.

Σκοπός της μελέτης:

Να εξεταστεί η αναλογία της δύναμης που εφαρμόζεται από τα χέρια και από τα πόδια ξεχωριστά, συγκριτικά με τη δύναμη που εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της ελεύθερης κολύμβησης, σε διάφορες ηλικιακές κατηγορίες κολυμβητριών.

Χώρος διεξαγωγής της μελέτης:

Όλες οι δοκιμασίες θα πραγματοποιηθούν στον χώρο προπόνησης των αθλητών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μετρήσεις θα γίνουν στον κολυμβητικό χώρο του πανεπιστημίου Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, κατόπιν συνεννόησης.

Διαδικασίες:

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

Περιορισμοί για τους συμμετέχοντες:

Οι κολυμβητές θα πρέπει να συμμετέχουν σε καθημερινή προπόνηση στην κολύμβηση και να συμμετέχουν σε χειμερινά και θερινά πρωταθλήματα.

Δοκιμασίες:

1. Καταγραφή ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών: ύψος, βάρος, άνοιγμα χεριών, άνοιγμα ώμων, μήκος παλάμης, μήκος πέλματος.
2. 25μ ελεύθερη κολύμβηση σε μέγιστη προσπάθεια. Στο χρόνο των 25μ θα πραγματοποιηθούν άλλες δύο προσπάθειες –μία μόνο με χέρια, μία με πόδια-. Μετά από κάθε προσπάθεια ο δοκιμαζόμενος θα έχει 20-30 λεπτά ξεκούρασης.
3. Την ίδια ή κάποια άλλη μέρα θα εκτελεστούν ακριβώς οι ίδιες τρεις προσπάθειες σε προσδεμένη κολύμβηση. Οι δοκιμαζόμενοι θα είναι προσδεμένοι σε ειδικό δυναμόμετρο που θα καταγράφει σε υπολογιστή τις μεταβολές της δύναμης στη διάρκεια κολύμβησης (με λάστιχο δεμένο από το βατήρα εκκίνησης).

Οι μετρήσεις θα γίνουν στην ίδια για όλους προπονητική περίοδο μετά την ολοκλήρωση του χειμερινού μεσόκυκλου σε κολυμβητήριο 50 μέτρων. Η προθέρμανση θα είναι προκαθορισμένη για όλους τους συμμετέχοντες.

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

Προστασία των δεδομένων:

Τα δεδομένα που θα συλλεχθούν 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 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 ΤΗΝ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗ

Ονοματεπώνυμο:.....

Υπογραφή:..... **Ημερομηνία:**.....

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