



ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Τομέας Υγρού Στίβου

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ HULL SPEED ΜΕ ΤΗΝ
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΩΝ**

ΓΚΑΤΖΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Ειδικότητα κολύμβησης

Αθήνα, Ιούνιος 2024



ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού

Τομέας Υγρού Στίβου

**ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ HULL SPEED ΜΕ ΤΗΝ
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΩΝ**

ΓΚΑΤΖΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: Τουμπέκης Ανάργυρος

Ακαδημαϊκό έτος 2023-2024

© Copyright

Γκάτζος Ιωάννης

Σημείωμα Συγγραφέα

Το δοκίμιο αυτό αποτελεί πτυχιακή εργασία που συντάχθηκε για το Προπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών του ΤΕΦΑΑ στη Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού του ΕΚΠΑ και υποβλήθηκε τον Ιούνιο του 2024.

Ο συγγραφέας βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στην εργασία τρίτων -όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο-, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στον καθηγητή μου κύριο Ανάργυρο Τουμπέκη για την συμβολή του στην παρούσα πτυχιακή εργασία και την απόλυτη καθοδήγηση του στην υλοποίηση της. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτατες ευχαριστίες μου σε όλους τους φοιτητές και φοιτήτριες της ειδικότητας της κολύμβησης του υγρού στίβου, που αποτέλεσαν τη βάση αυτής της εργασίας, καθώς με τεράστια προθυμία δέχτηκαν να συμμετάσχουν στην έρευνα μου και να υποβληθούν στις κατάλληλες μετρήσεις. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την προπονήτρια του συλλόγου, κυρία Ευθυμία Πήττα, η οποία με έφερε σε επικοινωνία με τον προπονητή κύριο Μιχαήλ Δρίκο, ώστε να πραγματοποιήσω τις απαραίτητες μετρήσεις στους αθλητές και αθλήτριες του. Και οι δυο προπονητές με μεγάλη χαρά και καλοσύνη με δέχτηκαν στον σύλλογο και με βοήθησαν να πραγματοποιήσω τις μετρήσεις μου στους νεαρούς κολυμβητές και κολυμβήτριες. Τέλος, να ευχαριστήσω και τους τελευταίους και τελευταίες για την συμμετοχή τους στην έρευνα αυτή.

ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ HULL SPEED ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΟΛΥΜΒΗΤΩΝ

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει τη σχέση της μέγιστης ταχύτητας (S15) με τη θεωρητικά μέγιστη ταχύτητα που είναι δυνατό να επιτύχει, την Hull speed (Hs). Στη μελέτη συμμετείχαν 10 φοιτητές ηλικίας $24 \pm 4,04$ ετών και 13 κολυμβητές ηλικίας $15 \pm 2,02$ ετών. Αφού καταγράφηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν μια προσπάθεια 25 μέτρων μέγιστης έντασης με εκκίνηση μέσα από το νερό. Χρονομετρήθηκαν με χρονόμετρο χειρός και κατεγράφη η επίδοση στα τελευταία 15 μέτρα για τον υπολογισμό της S15. Η Hs υπολογίστηκε με δύο βασικού τύπους και οι παράμετροι που υπολογίστηκαν ήταν η Hs στο κανονικό ανάστημα των συμμετεχόντων (HsHei), η Hs στην ανάταση των χεριών μαζί (HsB) και η Hs στην ανάταση των χεριών μεμονωμένα δεξιού (HsR) και αριστερού χεριού (HsL). Έγινε σύγκριση μεταξύ των δύο ομάδων και μεταξύ των δύο μεθόδων υπολογισμού της ταχύτητας αλλά και συσχέτιση της S15 με την Hs. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρξαν διαφορές μεταξύ των ομάδων ($p=0,20$). Παρατηρήθηκε όμως σημαντική διαφορά μεταξύ των μεθόδων υπολογισμού, ειδικότερα στις παραμέτρους της HsB, HsR και HsL ($p=0$), ενώ στην HsHei δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές ($p=0,98$). Τέλος, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της S15 και της Hs ($p<0,05$). Συμπερασματικά, ο τύπος της Hull Speed πιθανόν να μπορεί να υπολογίσει με ακρίβεια την πραγματική μέγιστη ταχύτητα ενός κολυμβητή/τριας.

Λέξεις-Κλειδιά: Κολύμβηση, Μέγιστη ταχύτητα, Hull speed, Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

| | |
|--|-----|
| Περίληψη..... | v |
| Πίνακας Περιεχομένων | vii |
| Κατάλογος Σχημάτων..... | ix |
| Κατάλογος Πινάκων..... | x |
| Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών..... | xi |

| | Σελ. |
|--|-------------|
| I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 1 |
| 1.1 Προσδιορισμός του προβλήματος | 1 |
| 1.2 Σκοπός της μελέτης | 2 |
| 1.3 Σημασία της μελέτης | 2 |
| 1.4 Όρια και περιορισμοί της μελέτης | 2 |
| II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ | 4 |
| 2.1 Η έννοια της ταχύτητας | 4 |
| 2.2 Η μέγιστη ταχύτητα στην κολύμβηση | 4 |
| 2.3 Τρόπος αξιολόγησης της μέγιστης ταχύτητας στην κολύμβηση | 5 |
| 2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μέσα στο νερό | 7 |
| 2.5 Η έννοια της hull speed | 8 |
| III. ΜΕΘΟΔΟΣ | 10 |
| 3.1 Συμμετέχοντες | 10 |
| 3.2 Μέσα συλλογής των δεδομένων. | 10 |
| 3.3 Διαδικασία συλλογής των δεδομένων. | 11 |
| 3.4 Στατιστική επεξεργασία. | 12 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| IV. | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 13 |
| 4.1 | Το ανάστημα στις διάφορες θέσεις σώματος | 13 |
| 4.2 | Η μέγιστη ταχύτητα κολύμβησης συγκριτικά με την hull speed | 13 |
| V. | ΣΥΖΗΤΗΣΗ | 17 |
| VI. | ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ | 19 |
| VII. | ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 20 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

| | Σελ. |
|--|-------------|
| Σχήμα 2.1 Τύποι της Hull Speed | 9 |
| Σχήμα 3.1 Αναπαράσταση δοκιμασίας 25 μέτρων | 12 |
| Σχήμα 4.1 Σύγκριση των ταχυτήτων μεταξύ των ομάδων και των μεθόδων υπολογισμού της hull speed | 15 |
| Σχήμα 4.2 Γραμμική τάση συσχέτισης μέγιστης ταχύτητας και hull speed | 16 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

| | | Σελ. |
|--------------------|--|-----------|
| Πίνακας 2.1 | Βιβλιογραφία σχετικά με την μέγιστη ταχύτητα κολυμβητών σε δοκιμασία 25 μέτρων κολύμβησης ελεύθερου στυλ | 6 |
| Πίνακας 2.2 | Τα παγκόσμια ρεκόρ κολύμβησης στα 50 μέτρα σε άνδρες και γυναίκες | 7 |
| Πίνακας 3.1 | Η ηλικία και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων | 10 |
| Πίνακας 4.1 | Το ανάστημα των ομάδων στις διάφορες θέσεις σώματος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της hull speed | 13 |
| Πίνακας 4.2 | Το ανάστημα των ομάδων σε άνδρες και γυναίκες στις διάφορες θέσεις σώματος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της hull speed | 13 |
| Πίνακας 4.3 | Οι μέσες τιμές των μεταβλητών, οι τυπικές αποκλίσεις τους, και ο αριθμός συμμετεχόντων σε κάθε ομάδα | 14 |
| Πίνακας 4.4 | Οι τιμές συσχέτισης μεταξύ μέγιστης ταχύτητας και hull speed | 16 |

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

S15 – Ταχύτητα στα 15 μέτρα

Hs – Ταχύτητα στην hull speed

HsHei – Hull speed στο φυσιολογικό ύψος των κολυμβητών

HsB – Hull speed στο ύψος των κολυμβητών με τα δύο χέρια στην ανάταση

HsR – Hull speed στο ύψος των κολυμβητών με το δεξί χέρι στην ανάταση

HsL – Hull speed στο ύψος των κολυμβητών με το αριστερό χέρι στην ανάταση

I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει ένας κολυμβητής ή μια κολυμβήτρια μέσα στο νερό επηρεάζεται από τρεις βασικούς παράγοντες. Ο πρώτος παράγοντας είναι η μετωπιαία αντίσταση που αντιμετωπίζει ο κολυμβητής ή η κολυμβήτρια (Alley, 2013, Havriluk, 2007), η οποία μειώνεται με μια σωστή υδροδυναμική θέση του σώματος μέσα στο νερό (Li et al, 2015). Ο δεύτερος παράγοντας είναι η αντίσταση της τριβής, η οποία μειώνεται με τον κατάλληλο κολυμβητικό εξοπλισμό (Wu, 2011). Ο τρίτος και πιο σημαντικός παράγοντας είναι η αντίσταση του κύματος που πρέπει να αντιμετωπίσει ο κολυμβητής, η οποία είναι και η πιο ισχυρή αντίσταση. Σε προσπάθειες μέγιστης έντασης και μικρής διάρκειας, ο κολυμβητής μπορεί να ξεπεράσει την αντίσταση του κύματος χάρη στην μέγιστη ταχύτητα που αναπτύσσει και να την μειώσει σημαντικά (Pendergast et al, 2005). Χάρη σε έναν τύπο που χρησιμοποιείται σε πλωτά μέσα, ο οποίος ονομάζεται hull speed (H_s) (Shank, 2007, Min et al, 1998), μετρώνται κάποια βασικά ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κολυμβητών, προσομοιάζοντας τα χαρακτηριστικά αυτά σαν το μήκος μιας βάρκας, και με αυτόν τον τρόπο μπορεί να υπολογιστεί μια ενδεικτική ταχύτητα, η οποία ίσως συσχετίζεται με την μέγιστη ταχύτητα των κολυμβητών (Sammoud et al, 2018).

1.1 Προσδιορισμός του προβλήματος

Για να υπολογιστεί η μέγιστη ταχύτητα (S_{15}) ενός κολυμβητή αρκεί να χρονομετρηθεί σε συγκεκριμένη απόσταση. Στη συνέχεια η ταχύτητα υπολογίζεται από το πηλίκο της απόστασης με το χρόνο κολύμβησης. Από την άλλη, για να υπολογιστεί η ταχύτητα ενός σκάφους χρησιμοποιείται ο τύπος της H_s , ο οποίος σχετίζεται με το μήκος του εκάστοτε πλοίου. Φυσικά, και το αποτέλεσμα του τύπου της H_s μετριέται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτα (m/s), όμως ο προβληματισμός στους συγκεκριμένους τύπους ήταν κατά πόσο ο τύπος της

Hs μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κολυμβητές με σκοπό να προσδιοριστεί η S15 τους, με την οποία θα μειώσουν σημαντικά την αντίσταση του κύματος, ή απλά είναι μια θεωρητική προσέγγιση που χρησιμοποιείται μόνο σε σκάφη και κάτω από σταθερές συνθήκες κίνησης.

1.2 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσει την συσχέτιση και τη διαφορά μεταξύ της πραγματικής μέγιστης ταχύτητας και της ταχύτητας που υπολογίζεται με την Hs.

1.3 Σημασία της μελέτης

Η σημασία της μελέτης αυτής είναι να εξετάσει εάν μέσω του τύπου της Hs και μετρώντας το ύψος του κολυμβητή μπορεί να προσδιοριστεί η μέγιστη ταχύτητα του. Έτσι ίσως προκύψουν πληροφορίες που αφορούν τη σημασία που είναι πιθανό να έχουν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά ενός αθλητή στην επίτευξη μεγαλύτερης S15.

1.4 Οριοθετήσεις και περιορισμοί της μελέτης

Η έρευνα ολοκληρώθηκε σε δύο διαφορετικές ημέρες, οι οποίες είχαν απόσταση μεταξύ τους μια εβδομάδα. Οι δοκιμασίες έγιναν σε κλειστή θερμαινόμενη πισίνα απόστασης 25 μέτρων. Οι φοιτητές που συμμετείχαν την πρώτη μέρα και οι αθλητές του συλλόγου που συμμετείχαν την δεύτερη μέρα υποβλήθηκαν ακριβώς στην ίδια διαδικασία. Στην αρχή μετρήθηκαν τα ανθρωπομετρικά τους χαρακτηριστικά και έπειτα χρονομετρήθηκαν σε ελεύθερο κολύμπι

μέγιστης έντασης απόστασης 25 μέτρων. Κατά την διάρκεια της μέτρησης του ύψους των κολυμβητών, όλοι οι κολυμβητές έπρεπε να είναι ξαπλωμένοι σε ύπτια θέση.

II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

2.1 Η έννοια της ταχύτητας

Όπως προαναφέρθηκε και παραπάνω, οποιοδήποτε σώμα παρουσιάσει μια κίνηση τότε αναπτύσσει και μια συγκεκριμένη ταχύτητα. Τι είναι όμως αυτή η ταχύτητα και πώς μπορεί κανείς να την υπολογίσει; Η ταχύτητα ορίζεται απλά ως το διάστημα που διανύει ένας αθλητής στην μονάδα του χρόνου. Με λίγα λόγια, η ταχύτητα σχετίζεται στενά με το χρόνο που χρειάστηκε το σώμα να διανύσει μια συγκεκριμένη απόσταση, αλλά και με την ίδια την απόσταση (Penz, 1990). Από αυτή την σχέση προκύπτει και ο τύπος, με τον οποίο μπορεί κανείς να υπολογίσει την μέση ταχύτητα με την οποία κινείται ένα σώμα, ο οποίος φανερώνει ότι η ταχύτητα ισούται με την απόσταση δια τον χρόνο αυτής της απόστασης ($V=d/t$). Ο χρόνος μετριέται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s).

2.2 Η μέγιστη ταχύτητα στην κολύμβηση

Έχοντας μια πρώτη εικόνα για τον ορισμό και τον τρόπο υπολογισμού της ταχύτητας, θα πρέπει να αναλυθεί η σημασία της μέγιστης ταχύτητας και η συμβολή της στο αγώνισμα της κολύμβησης. Η κολύμβηση είναι ξεκάθαρα αγώνισμα, στο οποίο οι αθλητές επιδιώκουν να μεγιστοποιούν την ταχύτητα τους πάνω στο νερό, προκειμένου να έχουν υψηλές επιδόσεις. Πιο συγκεκριμένα, η μέγιστη ταχύτητα είναι εξίσου σημαντική κυρίως για τους κολυμβητές μικρών αποστάσεων, καθώς είναι εκείνη που θα καθορίσει ποιος θα πάρει την πρώτη θέση σε έναν αγώνα (Silva et al, 2018). Πρέπει να γίνει σαφές, ότι η μέγιστη ταχύτητα διαφέρει από την μέση ταχύτητα. Η πρώτη σχετίζεται με την ταχύτητα, με την οποία ο κολυμβητής μπορεί να διανύσει μια απόσταση όσο πιο γρήγορα γίνεται. Από την άλλη, η δεύτερη

σχετίζεται με την ταχύτητα που διατηρεί ο κολυμβητής σε όλη την διάρκεια μιας κούρσας σε μια μέση τιμή της (Wakayoshi et al, 1992). Όλοι οι προπονητές επιδιώκουν να βελτιώνουν διαρκώς τις φυσικές ικανότητες των κολυμβητών τους προκειμένου να είναι ικανοί να διατηρήσουν την μέγιστη ταχύτητα τους για όσο το δυνατόν περισσότερη διάρκεια, η ακόμα και να καταφέρουν να αυξήσουν την μέγιστη ταχύτητα τους για την επιδίωξη καλύτερων χρόνων. Επιπλέον, είναι πολύ σημαντικό ο προπονητής να γνωρίζει την μέγιστη ταχύτητα των κολυμβητών του, καθώς με αυτή μπορεί να υπολογίσει τους διάφορους χρόνους που χρειάζεται να κάνουν σε αναερόβιες προπονήσεις, αφού στις τελευταίες οι κολυμβητές εξασκούνται με μέγιστη ένταση. Επομένως, η μέγιστη ταχύτητα είναι ένας βασικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ιδιαίτερα για τους κολυμβητές μικρών αποστάσεων, καθώς αυτή είναι και το κύριο στοιχείο των αγώνων τους.

2.3 Τρόπος αξιολόγησης της μέγιστης ταχύτητας στην κολύμβηση

Προκειμένου η τιμή που θα ληφθεί από τον τύπο της ταχύτητας να είναι και η μέγιστη ταχύτητα που κολύμπησε ο κολυμβητής, η απόσταση που θα πρέπει να διανύσει θα πρέπει να είναι αρκετή ώστε να αναπτύξει την μέγιστη ταχύτητα του, αλλά όχι μεγάλη ώστε να μην χρειαστεί να μειώσει ταχύτητα λόγω κόπωσης (Zamparo et al, 2019). Ο κολυμβητής εκτελεί μία προσπάθεια των 25 μέτρων μέγιστης έντασης με εκκίνηση μέσα από το νερό. Στη συνέχεια μόλις ο κολυμβητής φτάσει στην ένδειξη της έναρξης των 15 μέτρων τότε αρχίζει και η χρονομέτρηση μέχρι ο κολυμβητής να ακουμπήσει τοίχο όπου και σταματάει η χρονομέτρηση (Dekerle et al, 2002). Ο λόγος που ο κολυμβητής μετριέται στα 15 και όχι στα 25 μέτρα είναι διότι η ταχύτητα πρέπει να προκύπτει από το ελεύθερο στυλ κολύμβησης και όχι από την εκκίνηση και το γλίστρημα που πιθανόν να κάνει ο κολυμβητής, ώστε να κερδίσει παραπάνω μέτρα. Στη συνέχεια από τον τύπο της ταχύτητας, $V=d/t$, το πηλίκο που προκύπτει θα είναι και η μέγιστη ταχύτητα του κολυμβητή, το οποίο μέσα από τις κατάλληλες πράξεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό των χρόνων, στους

οποίους πρέπει να διανύσουν οι κολυμβητές διάφορες αποστάσεις, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί και σε μια επιστημονική έρευνα με σκοπό των υπολογισμό της μέσης ταχύτητας, όπου οι κολυμβητές εκτελούσαν μια κούρσα 25 μέτρων ελεύθερου στυλ μέγιστης έντασης, στην οποία μετρίοταν ο χρόνος τους (Dekerle et al, 2002). Σε αρκετά άρθρα που μέτρησαν την ταχύτητα κολυμβητών και κολυμβητριών σε δοκιμασία 25 μέτρων κολύμβησης ελεύθερου στυλ, παρατηρήθηκε ότι η μέγιστη ταχύτητα τους κυμαινόταν γύρω στο 1,73 με 1,80 m/s. Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται κάποια άρθρα που ερεύνησαν το παραπάνω θέμα.

Πίνακας 2.1 Βιβλιογραφία σχετικά με την μέγιστη ταχύτητα κολυμβητών σε δοκιμασία 25 μέτρων κολύμβησης ελεύθερου στυλ

| Βιβλιογραφία | Συμμετέχοντες (N) | Ηλικία | Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (m) | Μέγιστη ταχύτητα (m/s) |
|---------------------|--|---------------|--|-------------------------------|
| Strzala et al, 2007 | Ελίτ νεαροί κολυμβητές (N=30) | 16±0,7 | 1,82±6,05 | 1,75±0,07 |
| Dekerle et al, 2002 | Προπονημένοι αγωνιστικοί κολυμβητές (N=10) | 18±1,9 | 1,78±0,1 | 1,73±0,09 |
| Olstad et al, 2020 | Διεθνείς κολυμβητές (N=16) | 17±1,5 | 1,78±8,8 | 1,73±0,13 |
| Strzala et al, 2009 | Νεαροί κολυμβητές (N=26) | 16±1,09 | 177,5±8,07 | 1,73±0,12 |

Σχετικά με τα παγκόσμια ρεκόρ, το αγώνισμα της κολύμβησης ελεύθερου στυλ στα 25 μέτρα είναι ανεπίσημο και δεν έχει υπολογισθεί κάποιο επίσημο παγκόσμιο ρεκόρ. Παρ' όλα αυτά υπολογίστηκαν ο χρόνος στα 25 μέτρα μέσω του παγκόσμιου ρεκόρ στα 50 μέτρα των ανδρών και των γυναικών και υπολογίστηκε και η ταχύτητα τους. Στον Πίνακα 2.2 παρουσιάζονται τα παραπάνω δεδομένα.

Πίνακας 2.2 Τα παγκόσμια ρεκόρ κολύμβησης στα 50 μέτρα σε άνδρες και γυναίκες

| Κολυμβητές/τριες | Χρόνος επίδοσης στα 50 μέτρα (s) | Ταχύτητα στα 50 μέτρα (m/s) | Χρόνος επίδοσης στα 25 μέτρα (s) | Ταχύτητα στα 25 μέτρα (m/s) |
|---------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Caeleb Dressel | 20,16 | 2,48 | 9,90 | 2,52 |
| Ranomi Kromowidjojo | 22,96 | 2,17 | 11,33 | 2,20 |

2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μέσα στο νερό

Φυσικά για να διατηρήσει μια μέση ταχύτητα μέσα στο νερό, ο κολυμβητής θα πρέπει να λάβει υπόψη του κάποιες πολύ βασικές παραμέτρους που πιθανόν να επηρεάσουν αυτή του την προσπάθεια, όπως είναι η τεχνική, τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά ενός ανθρώπου καθώς και την υδροδυναμική αντίσταση που δέχεται ένας κολυμβητής (Toussaint et al, 2006). Το πιο βασικό κριτήριο διατήρησης της ταχύτητας είναι η σωστή τεχνική του εκάστοτε στυλ και η σωστή εφαρμογή δυνάμεων μέσα στο νερό. Μάλιστα, μια έρευνα ανέλυσε κάποιες σημαντικές λεπτομέρειες που εκτελούσαν διαφορετικά στην τεχνική τους οι πιο ικανοί κολυμβητές σε σύγκριση με τους λιγότερο ικανούς όπως μήκος και συχνότητα χεριών, ενώ τα ευρήματα τους κατέληξαν πως το μήκος χεριάς δεν είχε συσχέτιση με τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε κολυμβητή (Chatard et al, 1990). Επιπρόσθετα, άλλος ένας μείζων παράγοντας είναι τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε αθλητή. Συνήθως, οι κορυφαίοι κολυμβητές είναι υψηλού αναστήματος με μακριά άνω και κάτω άκρα. Αναφέρονται ενδεικτικά μερικές τιμές του αναστήματος σε ελίτ κολυμβητές και κολυμβήτριες. Για ελίτ κολυμβητές ένας μέσος όρος αναστήματος είναι περίπου 1,85 μέτρα ενώ για ελίτ κολυμβήτριες ο μέσος όρος είναι περίπου 1,75 μέτρα. Όλες οι τιμές αντιπροσωπεύουν κολυμβητές και κολυμβήτριες ηλικίας από 17-25 ετών που αγωνίζονταν σε κολύμβηση ελεύθερου στυλ των 50 ή 100 μέτρων (Mallet et al, 2021,

Thorland, 1983). Αρκετές έρευνες έχουν ερευνήσει την επίδραση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών στην επίτευξη της μέγιστης ταχύτητας και την διακύμανση των τιμών της τελευταίας από κολυμβητή σε κολυμβητή (Morais et al, 2013, Lima-Borges et al, 2022). Μάλιστα σε μια συγκεκριμένη έρευνα αναφέρεται πως η συνεισφορά των ανθρωπομετρικών στοιχείων ενός κολυμβητή στις επιδόσεις του καταλαμβάνει ακόμα και το 45,8% της προσπάθειας του (Lätt et al, 2010).

Τέλος, μια πολύ σημαντική παράμετρος που επηρεάζει σημαντικά την ταχύτητα μέσα στο νερό είναι η υδροδυναμική θέση του κολυμβητή με σκοπό την μείωση της υδροδυναμικής αντίστασης που προκαλείται στο σώμα του κολυμβητή λόγω του κύματος που δημιουργεί στην επιφάνεια του νερού. Η αντίσταση που προκαλείται από το κύμα στους κολυμβητές στην επιφάνεια του νερού είναι η πιο δυνατή απ' όλες τις άλλες μορφές αντίστασης. Δημιουργείται όταν οι κολυμβητές κολυμπούν κοντά ή ακριβώς στην επιφάνεια του νερού. Έχει αποδειχτεί ότι η αντίσταση του κύματος μπορεί να αυξηθεί έως και 6 φορές περισσότερο από την ταχύτητα του κολυμβητή και μπορεί να συμβάλλει έως και στο 45% των αντιστάσεων σε ταχύτητες των 2 m/s στην επιφάνεια του νερού (Tor et al, 2015). Ουσιαστικά, ο κολυμβητής προσπαθεί να διατηρήσει το σώμα του όσο πιο ευθεία και οριζόντια γίνεται σαν ένα σωλήνα μέσα στο νερό προκειμένου να μειωθεί η αντίσταση που προαναφέρθηκε (Toussaint et al, 2002). Φυσικά, αυτός ο παράγοντας έχει άμεση σύνδεση με τον παράγοντα των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, καθώς μια τεχνικά καλή υδροδυναμική θέση συνδέεται αλληλένδετα με την σωματική κατασκευή του εκάστοτε κολυμβητή (Li et al, 2015, Kolmogorov et al, 1997).

2.5 Η έννοια της hull speed

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή το κύριο θέμα της παρούσας εργασίας είναι η συγκριτική αξιολόγηση του τύπου της H_s με την μέγιστη ταχύτητα των κολυμβητών. Όταν χρησιμοποιείται αυτή η έννοια, αναφέρεται κυρίως σε πλοία, σκάφη ή βάρκες, κυρίως σαν

ορισμός και όχι τόσο η εφαρμογή του τύπου της (Min et al, 1998). Ουσιαστικά, η Hs είναι η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα πλευστά μεταφορικά μέσα, έτσι ώστε να ξεπερνάνε το κύμα που δημιουργούν στην επιφάνεια του νερού και να υποβοηθούνται από αυτό (Shank, 2007). Έχουν γίνει ελάχιστες έρευνες και βιβλιογραφικές αναφορές σχετικά με την συγκεκριμένη ταχύτητα ειδικά σε πλοία ενώ στις βιβλιογραφικές αναφορές σε ανθρώπους χρησιμοποιείται συμπληρωματικά για την εξήγηση ενός θέματος. Σχετικά με την Hs και την χρησιμοποίησή της στους ανθρώπους, φαίνεται πως το σώμα των κολυμβητών παρομοιάζεται σαν το μήκος ενός πλοίου και οι ψηλότεροι κολυμβητές ευνοούνται περισσότερο καθώς μπορούν να προκαλέσουν μικρότερο κύμα, να το υπερνικήσουν πιο αποτελεσματικά και να προωθηθούν γρηγορότερα έναντι των κολυμβητών χαμηλού αναστήματος (Kjendlie et al, 2011, Sammoud et al, 2018). Ο τύπος της Hs μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά σε συνδυασμό με τον τύπο του Froude number και μέσω αυτών παρατηρείται πως οι ικανοί κολυμβητές ανά ηλικία καθορίζονται από τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά τους, και τα βιομηχανικά στοιχεία της κίνησης τους (Barbosa et al, 2019). Σε όλες τις βιβλιογραφίες οι τύποι της Hs χρησιμοποιήθηκαν συμπληρωματικά με τον προσδιορισμό της υδροδυναμικής θέσης του σώματος των κολυμβητών καθώς και την αντίσταση του κύματος που δημιουργούν καθώς κολυμπούν. Στο Σχήμα 2.1 παρουσιάζονται οι δύο ευρέως γνωστοί τύποι της hull speed και το αποτέλεσμα μετριέται σε πόδια και σε μέτρα αντίστοιχα.

| Τύποι Hull Speed |
|---|
| $V=1,3406\sqrt{L(ft)}$ |
| $V=\sqrt{g*\text{wavelength (m)}/2\pi}$ |

Σχήμα 2.1 Τύποι της Hull Speed

III. ΜΕΘΟΔΟΣ

3.1 Συμμετέχοντες

Στην μελέτη συμμετείχαν δέκα φοιτητές της σχολής επιστήμης φυσικής αγωγής και αθλητισμού από την ειδικότητα κολύμβησης ηλικίας $24\pm 4,04$ ετών. Πιο συγκεκριμένα, από τους δέκα οι τρεις ήταν άντρες και οι υπόλοιπες επτά ήταν γυναίκες. Επιπλέον, στην έρευνα συμμετείχαν και δεκατρείς κολυμβητές και κολυμβήτριες ενός συλλόγου κολύμβησης ηλικίας $15,0\pm 2,0$ ετών. Οι πέντε ήταν αγόρια και οι υπόλοιπες οκτώ κορίτσια. Όλοι οι συμμετέχοντες ήταν από μικρή ηλικία στον χώρο της κολύμβησης με αγωνιστική εμπειρία τουλάχιστον 4 με 5 χρόνια. Οι περισσότεροι απ' αυτούς έχουν συμμετάσχει και σε πανελλήνια πρωταθλήματα και πολλοί απ' αυτούς έχουν λάβει και διακρίσεις. Οπότε το επίπεδο των αθλητών ήταν αρκετά υψηλό. Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων φαίνονται στον Πίνακα 3.1.

Πίνακας 3.1 Η ηλικία και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων

| Ομάδες | N | Μάζας σώματος | Ανάστημα | Ηλικία |
|------------|----|------------------|----------------|--------------|
| Φοιτητές | 10 | $71,67\pm 12,75$ | $1,73\pm 0,11$ | $24\pm 4,04$ |
| Κολυμβητές | 13 | $59,83\pm 9,09$ | $1,68\pm 0,07$ | $15\pm 2,02$ |

3.2 Μέσα συλλογής των δεδομένων

Για την συλλογή δεδομένων και πιο συγκεκριμένα για την μέτρηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκε μετροταινία. Για την χρονομέτρηση

των συμμετεχόντων κατά την προσπάθεια τους στα 25 μέτρα κολύμβησης μέγιστης έντασης χρησιμοποιήθηκε χρονόμετρο χειρός.

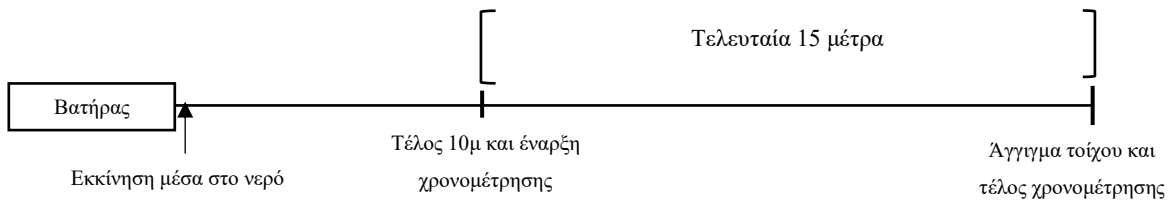
3.3 Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Οι συμμετέχοντες τοποθετούνταν ξαπλωμένοι σε ένα παγκάκι και μετριούνταν, με μετροταινία (AMILA, Ελλάδα), το κανονικό τους ύψος από την κορυφή της κεφαλής μέχρι την άκρη των δαχτύλων των ποδιών. Στη συνέχεια μετριούνταν το ύψος με τα χέρια στην ανάταση από τα δάχτυλα των χεριών μέχρι τα δάχτυλα των ποδιών καθώς και με το κάθε χέρι ξεχωριστά στην ανάταση. Μετρήθηκε και το άνοιγμα των χεριών κατά το οποίο οι συμμετέχοντες μετριούνταν σε όρθια θέση. Τέλος οι συμμετέχοντες ζυγίστηκαν ώστε να καταγραφεί η σωματική τους μάζα (AMAZFIT SMART A2003, Κίνα). Στη συνέχεια οι συμμετέχοντες εκτέλεσαν μια προσπάθεια μέγιστης έντασης, απόστασης 25 μέτρων, κατά την οποία χρονομετρούνταν μέσω χρονομέτρου χειρός (CASIO HS-80TW, Ηνωμένο Βασίλειο). Η εκκίνηση γινόταν από μέσα στο νερό, και η χρονομέτρηση ξεκινούσε στα 15 τελευταία μέτρα και μέχρι να ακουμπήσουν τον τοίχο στον τερματισμό. Δινόταν η εντολή στους κολυμβητές να έχουν βγει στην επιφάνεια του νερού και να έχουν ξεκινήσει τις χεριές τους πριν φτάσουν στα πρώτα 10 μέτρα της πισίνας. Μετά το πέρα της προσπάθειας υπολογίστηκε η πραγματική S_{15} των συμμετεχόντων από το πηλίκο της απόστασης με το χρόνο κολύμβησης ($V=d/t$). Στη συνέχεια μέσω του τύπου της H_s υπολογίστηκε η μέγιστη ταχύτητα των συμμετεχόντων και στην H_s .

Εξίσωση 1:
$$\text{Hull speed} = \sqrt{9,81 * \text{body length} / 6,283}$$

Στη θέση του «body length» στην εξίσωση τοποθετούνταν οι τιμές που προέκυψαν από τις μετρήσεις των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων. Στο τέλος προέκυψαν αποτελέσματα για την H_s στο φυσιολογικό ύψος των συμμετεχόντων ($H_s H_{ei}$), με τα δύο χέρια στην ανάταση ($H_s B$), με το ένα χέρι ξεχωριστά στην ανάταση, δεξί και

αριστερό (HsR και HsL), μετρούμενα και αυτά σε m/s. Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται η αναπαράσταση της χρονομέτρησης της δοκιμασίας των 25 μέτρων.



Σχήμα 3.1 Αναπαράσταση χρονομέτρησης δοκιμασίας 25 μέτρων

3.4 Στατιστική επεξεργασία

Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης δύο παραγόντων, μεταξύ των ομάδων και μεταξύ των μεθόδων υπολογισμού της ταχύτητας. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey για να εξεταστεί που ακριβώς παρουσιάζονται οι διαφορές που παρατηρήθηκαν. Επιπρόσθετα, αναλύθηκε η συσχέτιση της S15 των κολυμβητών με την Hs και τις παραμέτρους HsHei, HsB, HsL, HsR, μέσω της ανάλυσης Pearson. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση. Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε με $p < 0,05$.

IV. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Το ανάστημα στις διάφορες θέσεις σώματος

Υπολογίστηκαν τα διαφορετικά αναστήματα μεταξύ των φοιτητών και των κολυμβητών. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν τα διαφορετικά αναστήματα ανάμεσα στα φύλα των δύο ομάδων. Παρακάτω παρατίθενται όλα τα παραπάνω δεδομένα στον Πίνακα 4.1 και Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.1 Το ανάστημα των ομάδων στις διάφορες θέσεις σώματος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της hull speed

| Ομάδες | Ανάστημα για την HsHei | Ανάστημα για την HsB | Ανάστημα για την HsR | Ανάστημα για την HsL |
|------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Φοιτητές | 1,73±0,11 | 2,37±0,17 | 2,40±0,17 | 2,39±0,17 |
| Κολυμβητές | 1,68±0,07 | 2,22±0,10 | 2,23±0,10 | 2,23±0,10 |

Πίνακας 4.2 Το ανάστημα των ομάδων σε άνδρες και γυναίκες στις διάφορες θέσεις σώματος που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της hull speed

| Φύλα | N | Ανάστημα για την HsHei | Ανάστημα για την HsB | Ανάστημα για την HsR | Ανάστημα για την HsL |
|-----------------------|---|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Φοιτητές (Άνδρες) | 3 | 1,83±0,05 | 2,53±0,08 | 2,57±0,08 | 2,58±0,08 |
| Φοιτητές (Γυναίκες) | 7 | 1,69±0,08 | 2,30±0,13 | 2,32±0,13 | 2,31±0,12 |
| Κολυμβητές (Άνδρες) | 5 | 1,71±0,09 | 2,28±0,11 | 2,28±0,11 | 2,28±0,11 |
| Κολυμβητές (Γυναίκες) | 8 | 1,67±0,06 | 2,19±0,07 | 2,19±0,07 | 2,19±0,07 |

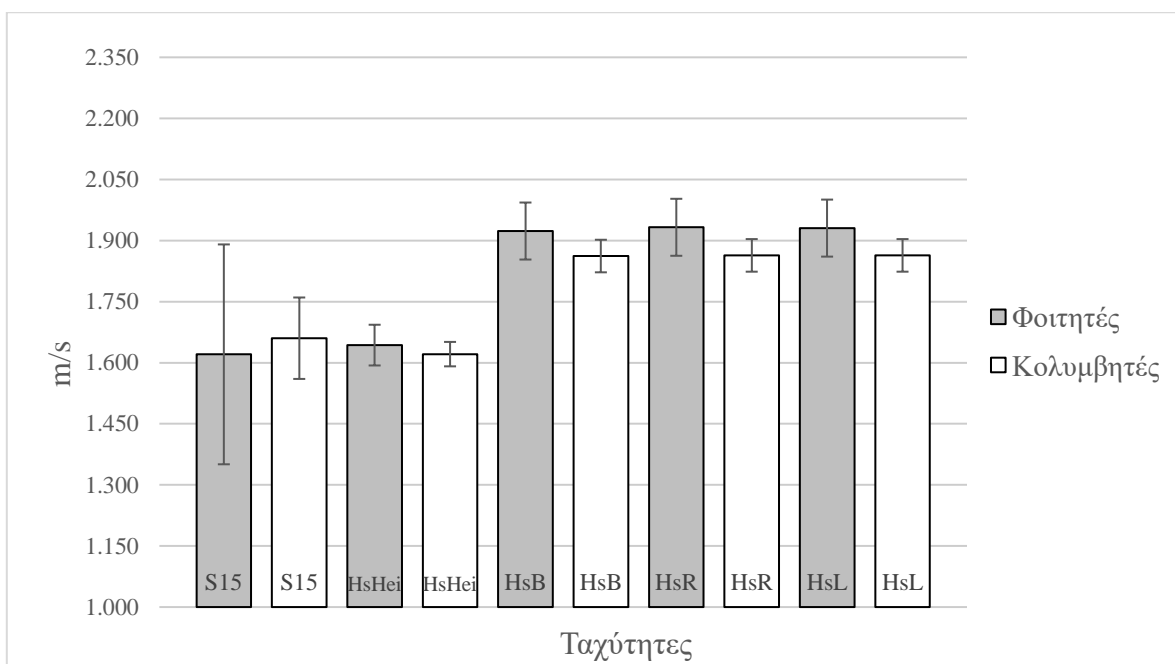
4.2 Η μέγιστη ταχύτητα κολύμβησης συγκριτικά με την hull speed

Στην συνέχεια υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές των ταχυτήτων S15 και Hs. Η S15 των φοιτητών ήταν $1,621\pm 0,060$ m/s, η HsHei ήταν $1,643\pm 0,013$ m/s, η HsB ήταν $1,923\pm 0,017$ m/s, η HsR ήταν $1,933\pm 0,017$ m/s και η HsL ήταν $1,931\pm 0,017$ m/s. Αντίστοιχα για τους αθλητές του συλλόγου προέκυψαν οι εξής τιμές στις ταχύτητες τους: η S15 ήταν $1,660\pm 0,053$ m/s, η HsHei ήταν $1,621\pm 0,012$ m/s, η HsB ήταν $1,862\pm 0,015$ m/s, η HsR ήταν $1,864\pm 0,015$ m/s και η HsL ήταν $1,864\pm 0,015$ m/s. Παρατίθενται όλα τα παραπάνω δεδομένα στον πίνακα 4.3.

Πίνακας 4.3 Οι μέσες τιμές των μεταβλητών, οι τυπικές αποκλίσεις τους, και ο αριθμός συμμετεχόντων σε κάθε ομάδα

| Ομάδες | N | Ταχύτητες | Μέσος όρος τιμών ταχυτήτων |
|------------|----|-----------|----------------------------|
| Φοιτητές | 10 | S15 | $1,621\pm 0,27$ |
| | | HsHei | $1,643\pm 0,05$ |
| | | HsB | $1,923\pm 0,07$ |
| | | HsR | $1,933\pm 0,07$ |
| | | HsL | $1,931\pm 0,07$ |
| Κολυμβητές | 13 | S15 | $1,660\pm 0,10$ |
| | | HsHei | $1,621\pm 0,03$ |
| | | HsB | $1,862\pm 0,04$ |
| | | HsR | $1,864\pm 0,04$ |
| | | HsL | $1,864\pm 0,04$ |

Στα αποτελέσματα εμφανίζεται σημαντική διαφορά μεταξύ της S15 με όλες τις μεθόδους υπολογισμού HsB, HsL και HsR, εκτός από την HsHei. Δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ S15 και HsHei ($p=0,98$). Αυτό φαίνεται από το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey που έγινε στη στατιστική ανάλυση. Παρατίθενται στο Σχήμα 4.1 η σύγκριση των ταχυτήτων μεταξύ των ομάδων και των μεθόδων υπολογισμού της hull speed.



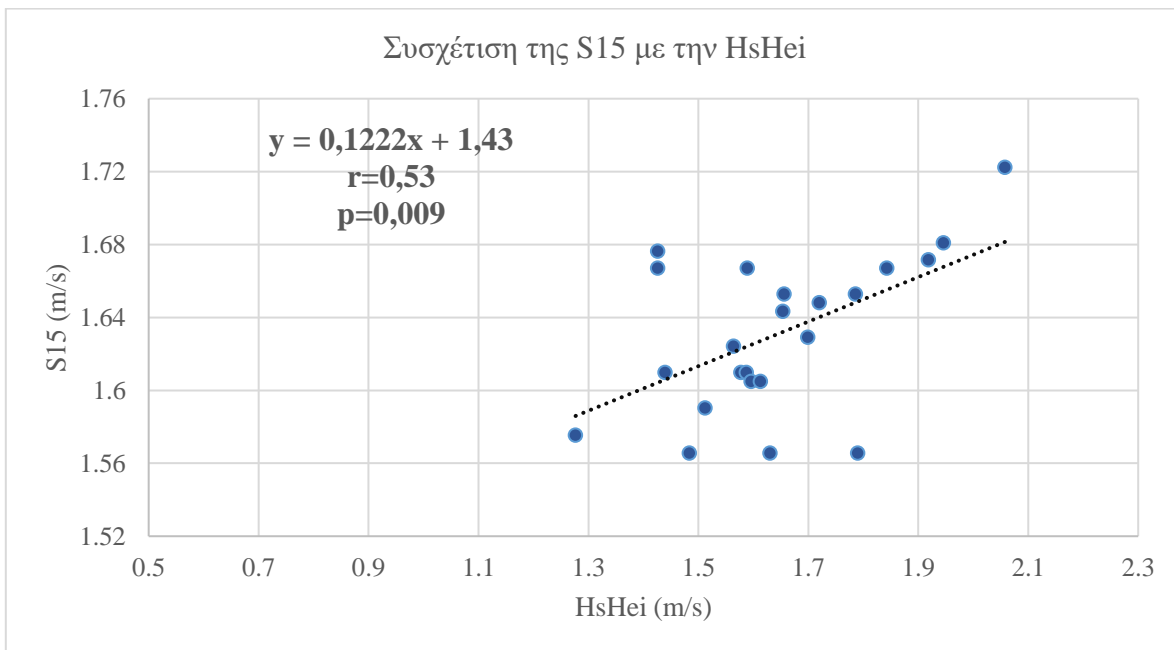
Σχήμα 4.1 Σύγκριση ταχυτήτων μεταξύ των ομάδων και των μεθόδων υπολογισμού της hull speed

Σχετικά με την συσχέτιση των μεθόδων υπολογισμού, παρατηρήθηκε ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της S15 και της Hs ($p<0,05$). Πιο συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε η συσχέτιση της S15 με την HsHei ($r=0,53$). Στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζονται οι τιμές της συσχέτισης των παραπάνω μεταβλητών. Στο Σχήμα 4.1 φαίνεται η σημαντική συσχέτιση των δύο μεταβλητών.

Πίνακας 4.4 Οι τιμές συσχέτισης μεταξύ μέγιστης ταχύτητας και hull speed

| Μέγιστη Ταχύτητα | HsHei | HsB | HsR | HsL |
|-------------------------|--------------|------------|------------|------------|
| S15 | r=0,53 | r=0,45 | r=0,43 | r=0,48 |
| | p=0,009 | p=0,030 | p=0,039 | p=0,018 |

Στο Σχήμα 4.2 φαίνεται η σημαντική συσχέτιση των δύο μεταβλητών, της S15 και της HsHei.



Σχήμα 4.2 Γραμμική τάση συσχέτισης μέγιστης ταχύτητας και hull speed

V. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σκοπός της μελέτης ήταν να ερευνηθεί εάν ο τύπος της Hs μπορεί να υπολογίσει την πραγματική S15 ενός κολυμβητή, προκειμένου να μπορεί μετ' έπειτα να χρησιμοποιηθεί στην κατασκευή προγραμμάτων προπόνησης για τους αθλητές. Τα ευρήματα που προέκυψαν ήταν τα εξής: από την μια η σύγκριση των ταχυτήτων μεταξύ των ομάδων δεν ήταν στατιστικά σημαντική. Από την άλλη, η σύγκριση των ταχυτήτων μεταξύ των μεθόδων υπολογισμού της ταχύτητας φάνηκε πως ήταν στατιστικά σημαντική. Τέλος, η συσχέτιση της S15 με την Hs ήταν στατιστικά σημαντική.

Σχετικά με αυτή τη στατιστικά σημαντική διαφορά στο δεύτερο εύρημα, οι αριθμοί της μέτρησης μεταξύ των δύο μεθόδων υπολογισμού (η S15 των φοιτητών και κολυμβητών με τις αντίστοιχες ταχύτητες τους HsB, HsR και HsL) που προέκυψαν από το πείραμα παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές. Στην HsHei δεν παρατηρήθηκε κάποια διαφορά μεταξύ των μεθόδων. Πιθανό σενάριο γι' αυτή την διαφορά μεταξύ των ταχυτήτων μπορεί να οφείλεται στην διαφορά ηλικίας των αθλητών και των φοιτητών. Οι μεν είχαν ηλικίες που ήταν $15,0 \pm 2,0$ ετών και οι δε ήταν $24,0 \pm 4,0$ έτη. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία η αποκορύφωση των δυνατοτήτων για τους άντρες στις κολυμβητικές επιδόσεις τους είναι σε ηλικία 24 με 25 ετών, ενώ για τις γυναίκες είναι σε ηλικία 22 με 23 ετών (Rüst et al, 2012, Allen et al, 2014). Επομένως, οι κολυμβητές λόγω των χαμηλότερα ανεπτυγμένων φυσικών ικανοτήτων και τεχνικής κατάρτισης τους εξαιτίας της μικρής ηλικίας τους, ίσως να είχαν σημαντικές αποκλίσεις στους χρόνους επίδοσης τους από τους χρόνους των φοιτητών.

Επιπρόσθετα, στο κομμάτι της τεχνικής κατάρτισης είναι σημαντικό το μήκος της χειριάς και η λεπτομέρεια στις κινήσεις του χεριού μέσα στο νερό με σκοπό να γίνει η προώθηση του κολυμβητή αποτελεσματικότερα και ταχύτερα (Chatard et al, 1990) . Οι φοιτητές μπορούν να κατανοήσουν πιο εύκολα τις ακριβείς λεπτομέρειες της τεχνικής στην κολύμβηση και να τις εκτελέσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα εξαιτίας των ανεπτυγμένων

νοητικών ικανοτήτων τους σε αυτές τις ηλικίες αλλά και των τεχνικών γνώσεων που έχουν αποκτήσει στο μάθημα της κολύμβησης από τη σχολή τους.

Ένα άλλο πιθανό σενάριο για αυτή τη σημαντική απόκλιση είναι ότι πολλοί από τους φοιτητές ήταν απροπόνητοι έναντι των κολυμβητών που προπονούνταν συστηματικά. Συγκεκριμένα, πολλοί φοιτητές που ήταν πρώην κολυμβητές είχαν πάνω από χρόνο να κολυμπήσουν και έτσι τα επίπεδα φυσικής κατάστασης τους να ήταν πολύ χαμηλά. Επιπλέον, ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι πως στην ομάδα των φοιτητών υπήρχε και ένας συμμετέχοντας που δεν κολυμπούσε σε αγωνιστικό επίπεδο ούτε είχε κάποια σημαντική αλληλεπίδραση με το υγρό στοιχείο. Επομένως, ο χρόνος επίδοσης του είχε σημαντικές αποκλίσεις από τους χρόνους των υπόλοιπων φοιτητών και των κολυμβητών.

Άλλη μια πιθανή αιτία αυτής της σημαντικής διαφοράς μεταξύ των μεθόδων υπολογισμού είναι και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων. Οι φοιτητές είχαν αρκετά μεγαλύτερο ανάστημα έναντι των κολυμβητών σε όλες τις θέσεις που μετρήθηκαν (πίνακας 4.1 και 4.2). Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, οι γρηγορότεροι κολυμβητές είναι συνήθως αυτοί που έχουν υψηλό ανάστημα (Morais et al, 2013, Lima-Borges et al, 2022) , γι' αυτό και η διαφορά μεταξύ των μεθόδων υπολογισμού να είναι μεγάλη.

Σχετικά με το τρίτο και τελευταίο εύρημα, η στατιστικά σημαντική συσχέτιση της S15 με την Hs, πιθανόν να προκύπτει από το γεγονός πως και οι δύο τύποι είναι κατασκευασμένοι να μετρούνε την ταχύτητα. Ο τύπος της Hs χρησιμοποιείται κυρίως σε πλωτά μέσα (Min et al, 1998), οπότε αρκεί να σκεφτεί κανείς το σώμα ενός κολυμβητή σαν ένα πλοίο ή βάρκα, και βρίσκοντας το μήκος του (το ανάστημα του) υπολογίζεται και η ταχύτητά του (Sammoud et al, 2018). Εν κατακλείδι, αυτή η μέθοδος υπολογισμού της ταχύτητας, λόγω της αναγκαιότητας για μέτρηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των κολυμβητών, πιθανόν να είναι πιο χρονοβόρα αλλά ίσως και πιο αξιόπιστη από θέμα ακρίβειας των υπολογισμών. Επομένως, ίσως η χρήση του τύπου της Hs να είναι ένα καλό εργαλείο υπολογισμού της πραγματικής μέγιστης ταχύτητας των κολυμβητών.

VI. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα είναι τα εξής: προέκυψε η μεγάλη συσχέτιση μεταξύ των δύο μεθόδων υπολογισμού, επομένως, είναι πιθανόν να υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης του τύπου της hull speed για τον υπολογισμό της μέγιστης ταχύτητας των κολυμβητών, εκτός από τον κλασικό τύπο της ταχύτητας που είναι ευρέως γνωστός. Επιπρόσθετα, μια σημαντική παρατήρηση ήταν η μεγάλη διαφορά που βρέθηκε σε μερικές τιμές της hull speed σε σύγκριση με τις τιμές της κανονικής ταχύτητας. Εν κατακλείδι, η H_s θα μπορούσε να ορισθεί ως η μέγιστη ταχύτητα που θα στοχεύει ο κολυμβητής μετά από μια περίοδο προπόνησης. Κάποιες προτάσεις που θα μπορούσαν να δοθούν για το συγκεκριμένο θέμα είναι η σύγκριση των μεθόδων υπολογισμού της ταχύτητας μεταξύ ομάδων ίδιας ηλικίας αλλά και ίδιου προπονητικού επιπέδου και φυσικής κατάστασης. Επιπλέον, προτείνεται κυρίως η μέτρηση του φυσιολογικού αναστήματος των κολυμβητών, από την κορυφή της κεφαλής μέχρι τα δάχτυλα των ποδιών, καθώς σε αυτές τις τιμές παρατηρήθηκε η μεγαλύτερη συσχέτιση.

VII. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Penz, P. (1990). *Sport and Speed*. Sage Journals. Volume 25, Issue 2. <https://doi.org/10.1177/101269029002500205>

Silva, F., A., Figueiredo, P., Ribeiro, j., Alves, F., Vilas-Boas, P., J. & Seifer, L. (2019). *Integrated Analysis of Young Swimmers' Sprint Performance*. Motor Control. Human Kinetics, Inc. <https://doi.org/10.1123/mc.2018-0014>

Wakayoshi, K., Yoshida, T., Udo, M., Kasai, T., Moritani, T., Mutoh, Y. & Miyashita, M. (1992). *A Simple Method for Determining Critical Speed as Swimming Fatigue Threshold in Competitive Swimming*. Int.J.SportsMed.13. 367—371. New York

Dekerle, J., Sidney, M., Hespel, M., J. & Pelayo, P. (2002). *Validity and Reliability of Critical Speed, Critical Stroke Rate, and Anaerobic Capacity in Relation to Front Crawl Swimming Performances*. Int J Sports Med 2002; 23: 93–98. New York. ISSN 0172-4622

Lima-Borges, D., S., Portilho, N., O., Araújo, D., S., Ravagnani, C., F., C. & Almeida, J., A. (2022). *Anthropometry and physical performance in swimmers of different styles*. Science & Sports. Volume 37, Issue 7. Pages 542-551. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.07.007>

Chatard, J., C., Collomp, C., Maglischoand, E. & Maglischo, C. (1990). *Swimming Skill and Stroking Characteristics of Front Crawl Swimmers*. Int. J. Sports Med. 11. 156—161. New York

Li, T., Z. & Zhan, Z., M., (2015). *Hydrodynamic body shape analysis and their impact on swimming performance*. Acta of Bioengineering and Biomechanics. Vol. 17, No. 4. DOI: 10.5277/ABB-00200-2014-03

Morais, J., E., Garrido, N., D., Marques, C., M., Silva, J., A., 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. Volume 39/2013, 203-211. DOI: 10.2478/hukin-2013-0083

Kolmogorov, V., S., Rumyantseva, O., A., Gordon, B., J. & M. Cappaert, J., M. (1997). *Hydrodynamic Characteristics of Competitive Swimmers of Different Genders and Performance Levels*. Journal of Applied Biomechanics 13. 88-97. Human Kinetics Publishers, Inc.

Toussaint, M., H., Stralen, M. & Stevens, E. (2002). *Wave Drag in Front Crawl Swimming*. ISBS. Caceres

Toussaint, H., M. & Truijens, M. (2006). *Power Requirements for Swimming a World Record 50-m Front Crawl*. International Journal of Sports Physiology and Performance. 1:61-64. Human Kinetics, Inc.

Lätt, E., Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., Rämson, R., Haljaste, K., Keskinen, K., L., Rodriguez F., A. & Jürimäe T. (2010). *Physiological, Biomechanical and Anthropometrical Predictors of Sprint Swimming Performance in Adolescent Swimmers*. J Sports Sci Med. 9(3): 398–404

Kjendlie, P., L. & Stallman, R. (2011). *Morphology and Swimming Performance*. ISBN: 978-1-61668-202-6. Nova Science Publishers, Inc

Barbosa, M., T., Bartolomeu, R., Morais J., E. & Mário J. Costa. (2019). *Skillful Swimming in Age-Groups Is Determined by Anthropometrics, Biomechanics and Energetics*. Frontiers in Physiology. Vol. 10, Article 73. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00073>

Havriluk, R. (2007). *Variability in Measurement of Swimming Forces: A Meta-Analysis of Passive and Active Drag*. Research Quarterly for Exercise and Sport. Physical Education, Recreation and Dance. Vol. 78, No. 2, pp. 32–39

Alley, A., E. (2013). *An Analysis of Water Resistance and Propulsion in Swimming the Crawl Stroke*. Research Quarterly. American Association for Health. Physical Education and Recreation. 23:3, 253-270

Pendergast, D., Mollendorf, J., Zamparo, P., Termin II, A., Bushnell, D. & Paschke, D. (2005). *The influence of drag on human locomotion in water*. Undersea and Hyperbaric Medicine. Vol. 32, No. 1 – Drag and human locomotion

Wu. J. (2011). *Development and design of performance swimwear*. Woodhead Publishing Limited. Pages 226-248

Allen, V., S., Vandenbergaeerde, J., T. & Hopkins, W., G. (2014). *Career performance trajectories of Olympic swimmers: Benchmarks for talent development*. European Journal of Sport Science. Vol. 14, No. 7, 643–651. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2014.893020>

Rüst, C., A., Knechtle, B. & Rosemann, T. (2012). *Women achieve peak freestyle swim speed at earlier ages than men*. Open Access Journal of Sports Medicine. 3 189–199. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S38174>

Sammoud, S., Nevill, A., M., Negra, Y., Bouguezzi, R., Helmi, C. & Hachana, Y. (2018). *Key somatic variables in young backstroke swimmers*. Journal of Sports Sciences. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1546547>

Shank, B. (2007). *Hull Speed*. Physics 210, Stanford University

Min, K., S. & Kang, S., H. (1998). *Systematic study on the hull form design and resistance prediction of displacement-type super-high-speed ships*. Journal of Marine Science and Technology. 3:63-75

Zamparo, P., Cortesi, M. & Gatta, G. (2019). *The energy cost of swimming and its determinants*. European Journal of Applied Physiology. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04270-y>

Tor, E., Pease, L., D. & Ball, A., K. (2015). *How Does Drag Affect the Underwater Phase of a Swimming Start?* Journal of Applied Biomechanics, 31, 8-12. Human Kinetics, Inc. <http://dx.doi.org/10.1123/JAB.2014-0081>

Thorland, G., W., Johnson, G., O., Housh, T., J. & Refse, M., J. (1983). *Anthropometric Characteristics of Elite Adolescent Competitive Swimmers*. Human Biology, Vol. 55, No.4, pp. 735-74

Mallett, A., Bellinger, P., Derave, W., Osborne, M. & Minahan, C. (2021). *The age, height, and body mass of Olympic swimmers: A 50-year review and update*. International Journal of Sports Science & Coaching. Vol. 16(1) 210–223. <http://dx.doi.org/10.1177/1747954120971797>

Strzała, M., Tyka, A. & Krężałek, P. (2007). *Swimming Technique and Biometric and Functional Indices of Young Swimmers in Relation to Front Crawl Swimming Velocity*. Human Movement. Vol. 8 (2), 112–119

Olstad, B., H., Gonjo, T., Njøs, N., Abächerli, K. & Eriksrud, O. (2020). *Reliability of Load-Velocity Profiling in Front Crawl Swimming*. Sec. Exercise Physiology. Volume 11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.574306>

Strzała M. & Tyka, A. (2009). *Physical Endurance, Somatic Indices and Swimming Technique Parameters as Determinants of Front Crawl Swimming Speed at Short Distances in Young Swimmers*. Medicina Sportiva. Med. Sport 13 (2): 99-107. DOI: 10.2478/v10036-009-0016-3