



**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΤΟΜΕΑΣ ΥΓΡΟΥ ΣΤΙΒΟΥ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**«Αξιολόγηση μέγιστης ισομετρικής δύναμης άνω άκρων και επίδοση  
50 μέτρων ελεύθερου στυλ κολύμβησης»**

**Αντωνίου Δημήτριος**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Νικολόπουλος Αλέξανδρος, μέλος ΕΕΠ**

**Ακαδημαϊκό έτος 2018-2019**

**Αθήνα, Φεβρουάριος 2019**

Η δύναμη και οι διαστάσεις του βραχίονα σε συνδυασμό με τα άλλα τμήματα του χεριού μπορούν να αποτελέσουν στοιχείο για προσαρμογή και βελτιστοποίηση των προπονητικών προγραμμάτων σε μικρότερες ηλικίες (Dalamatros, Manou, Pelarigo, 2014).

Η αύξηση της ισομετρικής ισχύος κυρίως στις μικρότερες ηλικίες αντικατοπτρίζει τη συνολική ισχύ του σώματος (Foo, 2007).

© Copyright

Αντωνίου Δημήτριος

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού  
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

# ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΕΓΙΣΤΗΣ ΙΣΟΜΕΤΡΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ ΑΝΩ ΑΚΡΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΔΟΣΗ 50 ΜΕΤΡΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΟΥ ΣΤΥΛ ΚΟΛΥΜΒΗΣΗΣ

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η δύναμη των άνω άκρων και πως εφαρμόζεται μέσα και έξω από το νερό κατά την κολυμβητική δραστηριότητα, αποτελεί αξιοσημείωτο παράγοντα επίδοσης για τους κολυμβητές μικρών αποστάσεων. Σε μικρότερες ηλικίες αποτελεί σημαντικό δείκτη για την πρόβλεψη επιδόσεων και το σχεδιασμό προπονητικών προγραμμάτων. Η δύναμη χειρολαβής σε συνδυασμό με την ισχύ του αντιβράχιου και βραχιόνιου οστού συμβάλει σημαντικά στην απόδοση των αθλητών μικρών αποστάσεων. Η δύναμη του χεριού αποτελεί δείκτη της φυσικής κατάστασης ασκούμενων και μη. Η δύναμη και ισχύς των μυών της παλάμης, του αντιβράχιου και του βραχίονα αποτελούν βιοκινητικές μεταβλητές που καθορίζουν σημαντικά τις επιδόσεις των κολυμβητών.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η συμβολή επίδρασης της μυϊκής ικανότητας και ισχύος στην απόδοση των 50 μέτρων ελευθέρου στυλ κολύμβησης σε νεαρούς αθλητές. Κατά πόσο η δύναμη των άνω άκρων συμβάλει στην βέλτιστη επίδοση των αθλητών που ανήκουν στην κατηγορία Παμπαίδων και Παγκορασίδων και λαμβάνουν μέρος σε αγώνες βραχέων αποστάσεων. Στη μελέτη συμμετείχαν εθελοντικά 17 κολυμβητές και κολυμβήτριες ( $n=17$ , 9 αγόρια και 8 κορίτσια) αθλητικού συλλόγου, με μέσο όρο ηλικίας 13,41 έτη, ύψος  $162,14 \pm 8,632$  cm και σωματικό βάρος  $53 \pm 10,642$  kg. Οι μετρήσεις εκτός και εντός νερού έγιναν κατά την αγωνιστική περίοδο προπόνησης των κολυμβητών. Αξιολογήθηκε η μέγιστη ισομετρική δύναμη άκρας χείρας και των δύο χεριών. Η μέτρηση στατικής δύναμης των μυών του πήχη (δεξιού και αριστερού χεριού) έγινε με τη μέθοδο της χειροδυναμομέτρησης. Επίσης, αξιολογήθηκε η δύναμη του βραχιόνιου οστού όταν ο αγκώνας βρισκόταν σε κάμψη και έκταση. Οι μετρήσεις ισομετρικής στήριξης πραγματοποιήθηκαν μέσω εξάρτησης σε όργανο μυϊκής ενδυνάμωσης (μονόζυγο). Επιπροσθέτως, έγινε καταγραφή αναγνωριστικών και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των κολυμβητών που συμμετείχαν στην έρευνα. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούν α) τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής (δεξιά και αριστερή άκρα χείρα), β) τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής και την κολυμβητική δραστηριότητα,

γ) την αντοχή υπό εξάρτηση με λυγισμένα χέρια και την κολυμβητική δραστηριότητα, δ) την αντοχή υπό εξάρτηση με τεντωμένα χέρια και την κολυμβητική δραστηριότητα και τέλος ε) τον συνδυασμό δύναμης-αντοχής άνω άκρων και πως αλληλεπιδρά με την κολυμβητική δραστηριότητα. Για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης με δύο παράγοντες (two-way ANOVA). Στην ανάλυση της μέγιστης δύναμης χειρολαβής μεταξύ δεξιάς και αριστερής παλάμης πραγματοποιήθηκε και έλεγχος t-test δύο παραγόντων. Η ίδια σύγκριση έγινε και στις περιπτώσεις των δύο εξαρτήσεων (λυγισμένα χέρια-τεντωμένα χέρια) και στην κολυμβητική δραστηριότητα. Οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών έγιναν με το συντελεστή συσχέτισης Pearson και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0.05$ . Από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στη δύναμη μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού. Στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής και κολυμβητικής δραστηριότητας παρατηρείται συσχέτιση με συντελεστή συσχέτισης ( $R=0.660$ ). Στην εξάρτηση (αντοχή) με λυγισμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα παρατηρείται θετικά σημαντική συσχέτιση με συντελεστή ( $R=0.040$ ) ενώ στην εξάρτηση (αντοχή) με τεντωμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα δεν παρατηρείται επίσης μεγάλη διαφορά ( $R=0.296$ ). Όσον αφορά τη δύναμη και αλληλεπίδραση με την αθλητική δραστηριότητα παρατηρούνται αξιοσημείωτες διαφορές με συντελεστή συσχέτισης ( $R=0.747$ ).

**Λέξεις Κλειδιά:** κολύμβηση, Eurofit, front crawl, freestyle, sprint, χειροδυναμομέτρηση, handgrip, strength, ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, isometric.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	i
Πίνακας περιεχομένων.....	iii
Κατάλογος πινάκων.....	v
Κατάλογος γραφημάτων.....	v
<b>1. Εισαγωγή.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος.....	1
1.2 Σκοπός της έρευνας.....	5
Μηδενικές Υποθέσεις.....	5
1.3 Σημασία της έρευνας.....	6
1.4 Οριοθετήσεις-Περιορισμοί.....	6
<b>2. Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....</b>	<b>7</b>
2.1 Επίδραση των ανθρωπομετρικών μεταβλητών στην επίδοση των κολυμβητών.....	7
2.2 Επίδραση της μυϊκής ικανότητας και ισχύος στην επίδοση των κολυμβητών.....	12
<b>3. Μεθοδολογία.....</b>	<b>18</b>
3.1 Συμμετέχοντες.....	18
3.2 Όργανα μέτρησης.....	18
3.3 Διεξαγωγή Δοκιμασιών.....	18
3.3.1 Χώρος διεξαγωγής των δοκιμασιών.....	18
3.3.2 Διαδικασίες στο γυμναστήριο.....	19
3.3.3 Διαδικασίες εκτός νερού.....	22
3.3.4 Διαδικασίες εντός νερού.....	22
3.4 Στατιστική επεξεργασία.....	23
<b>4. Αποτελέσματα.....</b>	<b>25</b>
4.1 Μέγιστη δύναμη χειρολαβής.....	25
4.2 Διαφορές δύναμης μεταξύ δεξιάς και αριστερής άκρας χείρας.....	26
4.3 Εξάρτηση (αντοχή) με λυγισμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα.....	29
4.4 Εξάρτηση (αντοχή) με τεντωμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα.....	29

<b>5. Συζήτηση.....</b>	<b>31</b>
5.1 Κύρια ευρήματα της έρευνας.....	31
5.2 Συμπεράσματα.....	34
5.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	35
<b>6. Βιβλιογραφία.....</b>	<b>37</b>

## **Κατάλογος Πινάκων**

<b>Πίνακας 3.1</b> Ατομικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κολυμβητών-τριών που συμμετείχαν στη μελέτη.....	21
<b>Πίνακας 3.2</b> Επίδοση σε 50 μέτρα κολύμβηση ελευθέρου στυλ με δεμένα τα κάτω άκρα.....	23

## **Κατάλογος Γραφημάτων**

<b>Γράφημα 4.1</b> Μέγιστη δύναμη χειρολαβής κολυμβητών .....	25
<b>Γράφημα 4.2</b> Χειροδυναμομέτρηση και κολυμβητική δραστηριότητα.....	26
<b>Γράφημα 4.3</b> Διαφορές δύναμης μεταξύ δεξιάς και αριστερής άκρας χείρας.....	26
<b>Γράφημα 4.4</b> Διαφορές δύναμης μεταξύ δεξί και αριστερό.....	27
<b>Γράφημα 4.5</b> Χειροδυναμομέτρηση δεξιού χεριού και κολυμβητική δραστηριότητα.....	28
<b>Γράφημα 4.6</b> Χειροδυναμομέτρηση αριστερού χεριού και κολυμβητική δραστηριότητα.....	28
<b>Γράφημα 4.7</b> Εξάρτηση (αντοχή) με λυγισμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα.....	29
<b>Γράφημα 4.8</b> Εξάρτηση (αντοχή) με τεντωμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα.....	30

## 1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Η μυϊκή δύναμη αποτελεί μια από τις πιο βασικές φυσικές ικανότητες όσον αφορά το μυοσκελετικό σύστημα και την κίνηση του ανθρώπου. Δύναμη είναι η ικανότητα του ατόμου να επενεργεί σε εξωτερικές δυνάμεις ή στο ίδιο το βάρος σώματός του, μέσω της μυϊκής του δραστηριότητας (π.χ. να τις υπερνικά ή να αντιστέκεται) (Κέλλης, 2003). Ως Δύναμη, ορίζεται η μέγιστη τάση που εκδηλώνεται στο μυ σε μια προσδιορισμένη εκ των προτέρων ταχύτητα. Η ταχύτητα στην οποία αναφερόμαστε είναι η ταχύτητα ή αντοχή με την οποία κινείται το σώμα (Knuttgen and Kraemer, 1987). Μυϊκή ισχύς είναι το έργο που παράγει ένας μυς ή μια ομάδα μυών στη μονάδα του χρόνου. Το γινόμενο της μυϊκής δύναμης και της ταχύτητας της κίνησης ονομάζεται μυϊκή ισχύς (Τερζής, Κρασέ, Καρατζαφέρη, 2015). Η ικανότητα του μυός σηματοδοτείται με τη μέγιστη δύναμη που παράγει ο ίδιος ο μυς (στατικά και δυναμικά). Η αξιολόγηση της μυϊκής δύναμης και ισχύος μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω δοκιμασιών της μυϊκής δύναμης με βάση το είδος της μυϊκής συστολής (ισομετρική, έκκεντρη και μειομετρική-σύγκεντρη) (Τερζής κ.α., 2015)

Η αξιολόγηση της δύναμης και ισχύος αφορά κυρίως ομάδες πληθυσμών που θέλουν να εκτιμηθεί το επίπεδο φυσικής κατάστασης τους με βάση συγκεκριμένες νόρμες (Eurofit 1983, 1992). Όμως, τα τελευταία χρόνια δεν αφορά μόνον αθλητές αλλά και άτομα που δεν ασκούνται, που είναι ασθενείς, που έχουν υποστεί κάποια σωματική βλάβη ή έχουν κάποια δυσλειτουργία σε κάποιο μέλος του σώματός τους (βαθμός αναπηρίας, σχεδιασμός και αξιολόγηση θεραπείας) (Functional Movement Screening, 2014; Selective Functional Movement Assessement, 2010). Επίσης, είναι πολύ χρήσιμη σε μικρότερες ομάδες για να προσδιοριστεί το επίπεδο ανάπτυξης τους ή σε μεγαλύτερες ηλικίες που υπάρχει περιορισμός της κίνησης. Μέσα από συγκεκριμένες μετρήσεις και δοκιμασίες αξιολογούνται οι ικανότητες και δεξιότητες αθλητών και μη αθλητών.

Όλες οι έρευνες που έχουν ως στόχο να μετρήσουν τη δύναμη και την ισχύ στην κολύμβηση σε διαφορετικές ομάδες, προσεγγίζουν το φαινόμενο από πολλές πλευρές. Παρατηρείται έντονα η καταγραφή αναγνωριστικών στοιχείων και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών του εκάστοτε δείγματος. Γενικά, στον τομέα του αθλητισμού, τα αναγνωριστικά στοιχεία έχουν να κάνουν κυρίως με την ηλικία, το



φύλο και το άθλημα. Πολλές έρευνες εστιάζουν περισσότερο στην ηλικία και στη σύγκριση μεταξύ ηλικιών, ενώ αντίθετα κάποιες άλλες δίνουν περισσότερο βαρύτητα στα χαρακτηριστικά των φύλων συγκρίνοντας τις επιδόσεις τους. Στο άθλημα της κολύμβησης υπάρχει πλούσια έρευνα ανάμεσα στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και τις επιδόσεις των αθλητών. Αρκετές μελέτες ασχολούνται με το στυλ κολύμβησης ή την κατηγορία κολυμβητών (εθνικού επιπέδου, αγωνιστικού, ελίτ), ενώ κάποιες άλλες έρευνες μελετούν περισσότερο το δείγμα και πως αλληλεπιδρά σε συγκεκριμένες αποστάσεις και σε ένα είδος κολύμβησης.

Η συλλογή ανθρωπομετρικών στοιχείων αφορά το ύψος, το ανάστημα, το βάρος, τη σωματική μάζα, το ποσοστό σωματικού λίπους, τη μάζα λίπους, την οστική μάζα, την ολική πυκνότητα των οστών, το μήκος, την περιφέρεια και διάμετρο κορμού και άκρων (άνω και κάτω), την αρτηριακή πίεση, τους παλμούς, αιματολογικούς παράγοντες κ.α. Με αυτό τον τρόπο προσδιορίζονται και γίνονται πιο σαφείς διάφοροι παράμετροι του δείγματος έτσι ώστε το αποτέλεσμα να είναι αντικειμενικά πιο ορατό προς συσχέτιση με το αντικείμενο μελέτης. Ανάλογα με την ομάδα που εξετάζεται, διακρίνουμε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Η ανθρωπομετρία είναι ένας αναγνωρισμένος παράγοντας που κάνει σαφή διάκριση αθλητών που αγωνίζονται σε διάφορα επίπεδα (Loo et al., 2017).

Εκτός από τα αναγνωριστικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, αρκετές έρευνες λαμβάνουν υπόψιν και τους βιομηχανικούς παράγοντες όπως είναι η αερόβια και αναερόβια ισχύς, ο τύπος των μυϊκών ινών, η γωνιακή ταχύτητα πρόσπτωσης, η ενεργειακή δαπάνη, η συγκέντρωση γαλακτικού οξέος, η κατανάλωση οξυγόνου κ.α. Σημαντικές δοκιμασίες που εξετάζουν τη μυϊκή λειτουργία, τη μυϊκή ικανότητα και ισχύ στον αθλητισμό είναι το οριζόντιο άλμα (κάτω άκρα), η χειροδυναμομέτρηση (άνω άκρα), η ευλυγισία κορμού και αρθρώσεων άνω και κάτω άκρων κ.α. (Eurofit, 1992). Αναλόγως το αντικείμενο μελέτης και το συσχετισμό που θέλουν να έχουν οι έρευνες, επιλέγουν και την αντίστοιχη αντικειμενική και αξιόπιστη μέθοδο ή κάποια συγκεκριμένα πρωτόκολλα μετρήσεων.

Σε αθλήματα όπου τα χέρια συμβάλουν σημαντικά στην εκτέλεση της κίνησης με στόχο την επίδοση, τα άνω άκρα έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης σε αρκετές επιστημονικές ομάδες. Η εξέτασή τους γίνεται μεμονωμένα ή σε σύγκριση και με άλλα μέλη του σώματος που μπορεί να παράγουν ισχύ και δύναμη για την

εκτέλεση του αθλήματος. Η δύναμη και ισχύς της άκρας χείρας είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για αρκετά αθλήματα. Έχει αποδειχτεί σε αρκετές έρευνες, ότι η δύναμη της χειρολαβής σχετίζεται σημαντικά με την απόδοση σε πολλά αθλήματα που χρησιμοποιούν κατά κόρον τα άνω άκρα και την παλάμη. Στον υγρό στίβο, η δύναμη και οι διαστάσεις της άκρας χείρας, του αντιβράχιου και του βραχιόνιου οστού συμβάλουν σημαντικά στην προώθηση του σώματος μέσα στο νερό κυρίως στις μικρές αποστάσεις κολύμβησης (Dokumaci et al., 2017; Lou et al., 2017; Taxtalis et al., 2014; Kjendlie et al., 2011; Zampagni et al., 2008; Nicolay and Walker, 2004; Geladas et al., 2004; Avlonitou et al., 1994; Miyashita, 1975).

Στο χώρο του αθλητισμού και συγκεκριμένα στην κολύμβηση, η αξιολόγηση της δύναμης είναι πολύ σημαντική για τον σχεδιασμό προγραμμάτων με βάση τις ανάγκες που έχει ο κάθε αθλητής (Dalamitros et al., 2014). Στις μικρότερες ηλικιακές ομάδες αποτελεί έναν καλό δείκτη για την ανίχνευση ταλέντων και θεωρούνται ως προγνωστικός δείκτης για το χρόνο απόδοσης (Geladas et al., 2004). Η αξιολόγηση της άκρας χείρας και γενικά των άνω άκρων είναι απαραίτητη και πρέπει να γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα για έλεγχο ομοιομορφίας κατανομής δύναμης, σωστής ενδυνάμωσης και αποφυγή τραυματισμών (Dalamitros et al., 2014; Clerke et al., 2005).

Η χειροδυναμομέτρηση θεωρείται μια αξιόπιστη και έγκυρη μέθοδος όχι μόνο για την αξιολόγηση της δύναμης σε αθλητές αλλά και σε άλλες ομάδες που δεν ασχολούνται με το χώρο της άθλησης (Molenaar et al., 2010; Nicolay and Walker, 2004). Θεωρείται σημαντική διαδικασία όσον αφορά την εκτίμηση της κατάστασης σε περιπτώσεις θεραπείας, επανεξέτασης από τραυματισμούς και αποκατάστασης. Είναι απαραίτητη σε περιπτώσεις αξιολόγησης ενός τραυματισμένου τμήματος του χεριού έτσι ώστε να εκτιμηθεί η κατάσταση του μέλους και να δοθούν οδηγίες για την αποκατάσταση. Επιπλέον, με τη συνεχή επανεξέταση, σημειώνεται η πρόοδος ή όχι του τραυματισμένου μέλους.

Μέσα από τη βιβλιογραφία βλέπουμε ότι η μέγιστη δύναμη της χειρολαβής εξαρτάται από την ηλικία (Karatrantou et al., 2012; Koley et al., 2011; Garrido et al., 2010; Molenaar et al., 2010; Nicolay et al., 2004; Hager-Ross et al., 2002; Kellor et al., 1971), από το φύλο (Koley et al., 2011; Garrido et al., 2010; Nicolay et al., 2005), τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, τις διαστάσεις της παλάμης, το χέρι προτίμησης

σε διάφορες δραστηριότητες (ισχυρό- επιδέξιο) (Karatrantou et al., 2012; Nicolay et al., 2005; Hager-Ross et al., 2002; Kellor et al., 1971) κ.α. Η δύναμη του χεριού αποτελεί δείκτη για τη φυσική κατάσταση του ατόμου ή της ομάδας που μελετούμε κάθε φορά και σαφώς υπάρχουν διαφορές όσον αφορά το επίπεδο των αθλητών. Υπάρχουν αρκετές διαφορές στη δύναμη ανάμεσα σε άτομα που είναι επαγγελματίες αθλητές και σε άτομα που δεν ασκούνται (Molenaar et al., 2010; Nicolay and Walker, 2004). Η βιβλιογραφία αναφέρει πως η ισχύς της άκρας χείρας επηρεάζεται από τα αναγνωριστικά στοιχεία και τους ανθρωπομετρικούς παράγοντες (Nicolay and Walker, 2004; Hager-Ross, Rosblad, 2002). Όσον αφορά το ύψος και το βάρος των αθλητών κολύμβησης βραχέων αποστάσεων, υπάρχει θετική συσχέτιση με τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής ενώ αντιθέτως δεν παρατηρείται το ίδιο σε αθλητές που ασχολούνται με τις μεσαίες ή μεγάλες αποστάσεις.

Άλλος ένας σημαντικός παράγοντας που παίζει ρόλο στην απόδοση των αθλητών της κολύμβησης είναι το μέγεθος και η δύναμη του βραχίονα. Μέσω της δύναμης του βραχίονα ο κολυμβητής μετατοπίζει το σώμα του μέσα στο νερό και προωθείται προς τα εμπρός. Με την ορθή εφαρμογή της δύναμης στις διαφορετικές φάσεις της κίνησης του χεριού όταν αυτό βρίσκεται μέσα στο νερό (σαρώσεις), ο αθλητής επιτυγχάνει μεγαλύτερη προώθηση προς τα εμπρός. Η δύναμη που εφαρμόζεται σε συγκεκριμένη ποσότητα νερού από την κίνηση που παράγουν τα άνω και κάτω άκρα εξετάζεται μέσα και έξω από το νερό. Οι περισσότερες έρευνες δεν έχουν ασχοληθεί με τη σχέση δύναμης βραχίονα και απόδοσης του αθλητή. Σε πολλές έρευνες γίνονται μετρήσεις όσον αφορά τις διαστάσεις του αντιβράχιου και βραχιόνιου οστού. Αντιθέτως, υπάρχουν ελλείψεις όσον αφορά τη συσχέτιση της δύναμης βραχίονα και απόδοσης του αθλητή. Η βιβλιογραφία αναφέρει πως όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος του βραχιόνιου οστού τόσο καλύτερη επίδοση θα υπάρχει σε αθλητές ελευθέρου και προσθίου.

Η ισχύς του βραχιόνιου οστού και η σωστή εφαρμογή της δύναμής του συμβάλει σημαντικά στην προώθηση ολόκληρου του σώματος του αθλητή μέσα στο νερό. Όσον αφορά την αξιολόγηση της ισχύος του βραχιόνιου οστού, της ισχύος των εκτεινόντων και καμπτήρων του αγκώνα ελάχιστα είναι τα πρωτόκολλα που εφαρμόζονται (Eurofit 1983, 1992). Οι περισσότερες μετρήσεις έχουν να κάνουν με την ισομετρική αντοχή υπό εξάρτηση. Η δύναμη του βραχίονα παίζει σημαντικό ρόλο στην προώθηση του σώματος προς τα εμπρός (Cochrane et al., 2015; Schleihauf et

al., 1988). Αν και η δύναμη που μετριέται έξω από το νερό δεν αντικατοπτρίζει τη δύναμη που εφαρμόζεται μέσα σε αυτό, αρκετοί μελετητές υποστηρίζουν ότι η σωστή μυϊκή ενδυνάμωση κυρίως σε αθλητές μικρών αποστάσεων, πραγματοποιείται και ολοκληρώνεται με ασκησιολόγιο εντός και εκτός νερού (Garrido et al., 2010). Οι ασκήσεις ξηράς (ασκήσεις ισομετρικής ισχύος) ενισχύουν τη δύναμη του βραχίονα με στόχο τη βέλτιστη απόδοση των κολυμβητών (Silva et al., 2007; Girolid et al., 2006; Hawley and Williams, 1991; Miyashita and Kanshita, 1979). Σε μεγαλύτερες ηλικίες αθλητών κολύμβησης και σε μεγαλύτερες αποστάσεις η δύναμη και η ισχύς δεν παίζουν μεγάλο ρόλο όσο παίζουν η τεχνική, η φυσιολογική και δομική ωριμότητα του κολυμβητή (Loo et al., 2017; Costill et al., 1985, 1980).

Ορισμένοι παράμετροι όπως το μέγεθος των χεριών, τα μακρά άνω και κάτω άκρα και η ευρεία διάμετρος των ώμων είναι κάποια χαρακτηριστικά γνωρίσματα που πρέπει να υπάρχουν στους κολυμβητές (Ayan and Kavi, 2016; Cicchella et al., 2009). Η δύναμη και ισχύς της παλάμης, του αντιβράχιου και του βραχίονα σε συνδυασμό με την αλληλεπίδραση της ωμικής ζώνης αποτελούν σημαντικό παράγοντα της κίνησης και προώθησης του κολυμβητή μέσα στο νερό. Ο προσδιορισμός των ανθρωπομετρικών ιδιοτήτων και οι μετρήσεις δύναμης και ισχύος μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά τους προπονητές έτσι ώστε να προβλέψουν και να συμβάλουν στη βέλτιστη απόδοση των αθλητών (Dokumacı et al., 2017). Το μήκος του σώματος είναι πολύ σημαντικό για τους sprinter στην εκκίνηση, στην τελευταία φάση της στροφής και στο τέντωμα για τον τερματισμό. Υπάρχει σημαντική σχέση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών με τη δύναμη και ισχύ που παράγει το μυοσκελετικό σύστημα των αθλητών κολύμβησης (Loo et al., 2017).

## **1.2 Σκοπός της έρευνας**

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει την επίδραση διαφορετικών μορφών δύναμης των άνω άκρων με την απόδοση στα 50 μέτρα κολύμβησης ελεύθερου στυλ.

### ***Μηδενικές Υποθέσεις***

- Δεν θα παρατηρηθούν διαφορές στη μέγιστη δύναμη χειρολαβής μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού.

- Δε θα παρατηρηθεί συσχέτιση μεταξύ της διάρκειας εξάρτησης και ισομετρική σύσπαση με τους καμπτήρες του αγκώνα σε κάμψη 90° με την επίδοση στα 50 μέτρα ελεύθερο.
- Δε θα παρατηρηθεί συσχέτιση στη διάρκεια εξάρτησης με τα άνω άκρα τεντωμένα και την επίδοση στα 50 μέτρα ελεύθερο.
- Δε θα παρατηρηθεί συσχέτιση μεταξύ της δύναμης χειρολαβής με την απόδοση στα 50 μέτρα κολύμβησης.

### **1.3 Σημασία της έρευνας**

Η σημασία της έρευνας έγκειται στο γεγονός να γίνεται συχνά καταγραφή αναγνωριστικών στοιχείων και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών των ατόμων που ασχολούνται με την αγωνιστική κολύμβηση. Οι μετρήσεις θα πρέπει να γίνονται κατά την αρχή μιας προπονητικής περιόδου, κατά τη διάρκεια και στο τέλος από κάποιο σημαντικό αγώνα. Μέσω των μετρήσεων δύναμης και ισχύος μπορεί να υπάρχει πρόβλεψη όσον αφορά την απόδοση των αθλητών κυρίως των μικρότερων ηλικιών. Αρκετοί προπονητές και σύλλογοι μπορούν να χωρίσουν σε ομάδες παιδιά μικρότερων ηλικιών με βάση τις ανάγκες του και να εφαρμόσουν εξατομικευμένο πρόγραμμα. Τέλος, υπάρχει έλλειψη έρευνας όσον αφορά τη συσχέτιση δύναμης του βραχίονα υπό εξάρτηση με την απόδοση των κολυμβητών σύμφωνα με τα πρωτόκολλα εξέτασης.

### **1.4 Οριοθετήσεις – Περιορισμοί**

Οι συμμετέχοντες της παρούσας έρευνας έπρεπε να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις :

- Να είναι ηλικίας 13-15 ετών (Αναπτυξιακή Προπόνηση)
- Να ανήκουν προπονητικά στην κατηγορία Παμπαίδων-Παγκορασίδων.
- Να λαμβάνουν μέρος τακτικά σε αγώνες μέσα στο ετήσιο πρόγραμμα προπονήσεων.
- Να είναι υγιείς χωρίς κάποιο σοβαρό τραυματισμό το τελευταίο έτος.

## 2. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### 2.1 Επίδραση των ανθρωπομετρικών μεταβλητών στην επίδοση των κολυμβητών

Η επίδραση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών διαφορετικών κατηγοριών κολύμβησης σε σχέση με την απόδοση, έχει απασχολήσει αρκετές έρευνες. Πολλές από αυτές έχουν καταλήξει σε ένα συγκεκριμένο φάσμα ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών που αντικατοπτρίζουν τη σωματοδομή των κολυμβητών. Στις περισσότερες μελέτες οι παράγοντες που αξιολογήθηκαν ήταν η ηλικία, το φύλο, το ύψος, η μάζα σώματος, η άλιπη μάζα, το σωματικό λίπος, το άθροισμα ποσοστού δερματικού λίπους (δερματοπτυχές), το μήκος άνω άκρων, το μήκος βραχίονα, το μήκος των κάτω άκρων, η περιφέρεια θώρακος, το άνοιγμα χεριών και οι διαστάσεις πλάτης. Οι περισσότερες έρευνες μέσα από τη συλλογή δεδομένων προσπαθούν να συγκρίνουν την επίδραση των ανθρωπομετρικών στοιχείων σε διάφορες αποστάσεις κολύμβησης (50μ, 100μ, 200μ, 400μ, 800μ). Στην κολύμβηση, οι ανθρωπομετρικές μεταβλητές και τα φυσικά χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος του σώματος, η δομή και η σύνθεσή του συμβάλουν στην καλή απόδοση του αθλητή στο νερό (Mameletzi et al., 2003).

Οι περισσότεροι κολυμβητές έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά (αναλόγως το στυλ κολύμβησης) που σχετίζονται με την απόδοσή τους. Σε έρευνα των Dokumaci, Aygun, Demir Dogan και Cakir Atabek που πραγματοποιήθηκε το 2017 εξετάστηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά σε άντρες κολυμβητές (n=18) και γυναίκες κολυμβήτριες (n=17) ηλικίας  $13,4 \pm 2,9$  και  $12,7 \pm 2,2$  αντίστοιχα. Η έρευνα έδειξε ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην ηλικία, το φύλο, το βάρος σώματος και το ποσοστό δερματικού λίπους, ενώ αντίθετα υπήρξαν σημαντικές διαφορές στο σωματικό λίπος, την περίμετρο μέσης, το βραχιόνιο οστό, το μήκος και το πλάτος των μηριαίων οστών. Όσον αφορά το φύλο, υπάρχουν διαφορές μιας και το λίπος παρέχει άνωση μειώνοντας την ενέργεια που απαιτείται για να παραμείνει η κολυμβήτρια στην επιφάνεια του νερού. Τέλος, οι ακραίες υπερβολές στην κολυμβητική δραστηριότητα, μεταβάλλουν τη μάζα του σώματος, το περίγραμμα και αυξάνουν την αντίσταση στο νερό (Mameletzi et al., 2003).

Σε έρευνα του 2017 των Loo, Wilson και Chai έγινε σύγκριση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών ανάμεσα σε κολυμβητές εθνικού (n=18),

κρατικού (n=63) και παγκόσμιου επιπέδου (n=401). Η μελέτη εντόπισε και σύγκρινε βασικά ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά (μεγαλύτερο βάρος, ύψος, περιφέρεια άκρων) που συνδέονται με τις επιδόσεις κολύμβησης και μπορεί να συμβάλουν στην ανάπτυξη ταλέντων στην αγωνιστική κολύμβηση. Μεταξύ των κολυμβητών από τη Μαλαισία και κολυμβητών παγκόσμιου επιπέδου εντοπίστηκαν αρκετές διαφορές. Η έρευνα στέκεται εκτενώς στο γεγονός πως η σύνθεση του σώματος με κάποια συγκεκριμένα στοιχεία είναι σημαντική για τις αθλητικές επιδόσεις του κολυμβητή. Αξιοσημείωτο το γεγονός ότι η ανθρωπομετρία προάγεται ως ένας αναγνωρισμένος παράγοντας που μπορεί να κάνει διάκριση στοιχείων μεταξύ των κολυμβητών που αγωνίζονται σε διάφορα επίπεδα και στυλ. Επίσης, είναι άμεση η σχέση μεταξύ ανθρωπομετρικών μεταβλητών (ύψος και μεγάλα άκρα) με την ανάπτυξη των προωθητικών δυνάμεων μέσα στο νερό. Τα μεγαλύτερα άκρα των κολυμβητών διανύουν μεγαλύτερο μήκος διαδρομής και απαιτούν λιγότερη ενέργεια. Το μήκος σώματος παίζει σημαντικό ρόλο στους κολυμβητές μικρών αποστάσεων (sprinter) κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του στυλ κολύμβησης, στην εκκίνηση, στην τελευταία φάση της στροφής και στο τέντωμα για τον τερματισμό. Στο στυλ του ελευθέρου και του υπτίου τα μεγάλα άκρα (άνω και κάτω) παράγουν μεγαλύτερη κινητήρια δύναμη. Όσο μεγαλύτερο είναι το πλάτος και μήκος του βραχιόνιου οστού τόσο επιτυγχάνεται η βέλτιστη επίδοση στο ελεύθερο και πρόσθιο στυλ. Τα ψηλά άτομα με μακρούς μοχλούς, υψηλή μάζα σώματος και χαμηλά ποσοστά λιπώδους ιστού είναι σε πλεονεκτική θέση. Οι αθλητές με μεγαλύτερες διαστάσεις βραχίονα και επιφάνειες άνω άκρων έχουν μεγαλύτερο μήκος χεριάς, μεγαλύτερο μήκος διαδρομής και παραγωγή υψηλότερης ταχύτητας (V) τα οποία είναι σημαντικοί παράγοντες που προσδιορίζουν την απόδοση. Τέλος, η έρευνα αναφέρει ότι ο σωματότυπος μπορεί να αλλάξει εξαιτίας της σωματικής ανάπτυξης, της γήρανσης, της άσκησης και της διατροφής.

Σε έρευνα που δημοσιεύτηκε το 2015 από τους Chatterjee, Biswas και Chakraborty έγινε μελέτη στη σύνθεση και το βάρος του σώματος και πως αυτά σχετίζονται με την απόδοση 50μ. σε αγόρια ηλικίας 13-17 ετών. Η έρευνα έδειξε πως δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ μάζας λίπους (fat mass) και άλιπης μάζας (lean mass) στα 50μέτρα.

Σε έρευνα που το δείγμα ήταν 263 αγόρια (n=178) και κορίτσια (n=85) ηλικίας 12-14 ετών των Geladas, Nassis και Pavlicevic (2004) εξετάστηκαν οι

προγνωστικοί δείκτες για 100μ. στυλ ελευθέρου. Σκοπός της έρευνας ήταν η σχέση μεταξύ ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, σωματικής ικανότητας και απόδοσης σπριντ. Εξετάστηκε το ύψος, η μάζα σώματος, το συνολικό άνω άκρο, το μήκος χεριών και ποδιών, η περιφέρεια θώρακος, η πλάτη και το άθροισμα ποσοστού σωματικού λίπους (δερματοπτυχές). Στα αγόρια βρέθηκε ότι όλες οι μεταβλητές σχετίζονται με την απόδοση στα 100μ ελεύθερο εκτός από την ευελιξία αστραγάλων, ώμων και την ηλικία σκελετού. Επίσης, στα αγόρια πολύ σημαντικό ρόλο παίζει το μήκος των άνω άκρων ενώ στα κορίτσια το ύψος, το άνω άκρο και μήκος χεριού, η ευκαμψία των ώμων και το οριζόντιο άλμα συμβάλουν στην καλύτερη απόδοση των 100 μέτρων κολύμβησης. Σε κανένα από τα δύο φύλα η σωματική σύνθεση ή το βάρος δε σχετίζονται σημαντικά με την απόδοση 100 μέτρων. Αντίθετα, το μήκος των άνω άκρων των αγοριών, το οριζόντιο άλμα και η δύναμη πρόσφυσης ήταν οι πιο σημαντικοί παράγοντες στην απόδοση. Ο χρόνος κολύμβησης συσχετίζεται σημαντικά με το ύψος και μήκος σώματος, το βραχίονα, την άκρα χείρα, το μήκος ποδιού, την περίμετρο θώρακα και πλάτης. Η προωθητική δύναμη και η κολύμβηση επηρεάζονται θετικά από το μεγάλο μήκος του βραχίονα σε αγόρια και κορίτσια ηλικίας 12-14 ετών.

Ακόμη μια έρευνα που ασχολήθηκε με τη μέτρηση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και την επίδοση στην κολύμβηση είναι αυτή των Zampagni, Casino, Benelli, Visani, Marcacci και DeVito που δημοσιεύτηκε το 2008. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 135 ελίτ κολυμβητές ηλικίας 40-80 ετών ελευθέρου στυλ. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η ηλικία και το ύψος είναι σημαντικοί παράγοντες για την επίδοση σε μικρές και μεσαίες αποστάσεις. Το μήκος του βραχίονα, η μετωπική επιφάνεια του χεριού, η μορφή του σώματος και το ύψος είναι σημαντικοί παράμετροι για τη βέλτιστη απόδοση των κολυμβητών. Ιδιαίτερος το άνω άκρο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη συνολική ώθηση. Πάνω σε αυτό το κομμάτι οι Sharp et al., (1982) έχουν εστιάσει στη γραμμική σχέση μεταξύ δύναμης του βραχίονα χρησιμοποιώντας μια συσκευή ειδικά σχεδιασμένη για να μιμείται τη δράση του βραχίονα σε 25μ κολύμβησης. Αποτέλεσμα της έρευνας είναι το γεγονός πως το ύψος και η ηλικία αποτελούν τους πιο αξιόπιστους παράγοντες για προγνωστικά μικρών αποστάσεων. Η ευεργετική επίδραση του ύψους μελετήθηκε και από τους Grimston και Hay (1986) διαπιστώνοντας πως τα μακρότερα τμήματα επηρεάζουν



την προωθητική δύναμη σε μεγαλύτερη έκταση από εκείνη των δυνάμεων αντίστασης.

Σημαντική είναι η συμβολή της Avlonitou (1994) που ασχολήθηκε με τις ανθρωπομετρήσεις και την επίδοση στην κολύμβηση. Οι μεταβλητές του ύψους, του μήκους βραχίονα και των ποδιών συνδέονται με την απόδοση στην κολύμβηση βραχέων αποστάσεων. Οι ψηλότεροι κολυμβητές με πιο μακρά άνω άκρα επιτυγχάνουν πιο καλούς χρόνους στα 50μ. Κορίτσια ηλικίας 12-13 ετών εμφανίζουν υψηλή συσχέτιση όσον αφορά το μήκος των άνω άκρων και αγωνιστικής επίδοσης. Η σύνθεση του σώματος, η κατασκευή του σώματος και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά μπορούν να επηρεάσουν την απόδοση της κολύμβησης μικρών αποστάσεων σε άτομα ηλικίας 12-13 ετών.

Η σχέση των ανθρωπομετρικών μεταβλητών με την αγωνιστική επίδοση σε νέους κολυμβητές αναλύθηκε σε έρευνα που δημοσιεύθηκε το 2014 από τους Ταχταλής, Γούργουλης, Κόλτσης, Τουμπέκης, Βόλακλης και Τοκμακίδης σε δείγμα 93 ατόμων (41 αγόρια και 52 κορίτσια) και διαφορετικών ηλικιακών κατηγοριών. Στην έρευνα μετρήθηκαν το ύψος, η σωματική μάζα, το ποσοστό λίπους, το μήκος μελών του σώματος (άνω άκρο, παλάμη, πέλμα), η περιφέρεια θώρακα, η ωμική και ισχιακή διάμετρος. Οι δοκιμασίες αφορούσαν τα 100,200,400 και 800μ ελεύθερο στυλ κολύμβησης. Η παρούσα έρευνα έδειξε πως υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ επίδοσης στην κολύμβηση και στο ύψος, στο μήκος των άνω άκρων, στην ωμική διάμετρο, στο μήκος παλάμης και στο ποσοστό σωματικού λίπους. Αντιθέτως, δεν είναι ίδια η συσχέτιση και για τα δύο φύλα και τις ηλικίες. Οι αθλητές υψηλού επιπέδου παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όσον αφορά τη σωματική τους σύσταση και διάπλαση. Σε 13 χρονών αγόρια μέσα από τη μελέτη βγαίνει σημαντική συσχέτιση των αγωνιστικών επιδόσεων με την ωμική διάμετρο και το μήκος των άνω άκρων. Αντίθετα, στα κορίτσια παρατηρείται σημαντική σχέση ύψους, μήκους άνω άκρων και παλάμης. Μέσα από την προαναφερθείσα έρευνα, οι πιο σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ επίδοσης και ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών παρατηρείται σε αγόρια 15-16 ετών.

Σε έρευνά τους οι Costill (1992) et al., συμπεραίνουν πως το σωματικό ύψος και το μήκος άνω-κάτω άκρων συμβάλουν στην επίτευξη υψηλών επιδόσεων. Οι Toussaint, Hollander, Berg και Voroston (2000) επιστημάνουν πως το ύψος σχετίζεται

σημαντικά με τη μείωση της αντίστασης κυμάτων κατά την κολύμβηση με την ίδια κολυμβητική ταχύτητα.

Αρκετές έρευνες σχετίζουν το ύψος με την κολυμβητική απόδοση. Ένας λόγος για το υψηλότερο ανάστημα του κολυμβητή μπορεί να είναι η προγενέστερη βιολογική του ανάπτυξη (Baxter-Jones et al., 1995, Bloomfield et al., 1984, Erlandson et al., 2008, Malina, 1994). Όπως ισχυρίζονται και οι Toussaint et al., (1990) το ύψος παρέχει ένα πλεονέκτημα απόδοσης και έτσι το ίδιο το ύψος «επιλέγει» τα ψηλότερα παιδιά να παραμείνουν στην αγωνιστική κολύμβηση. Επίσης, σε άλλη έρευνα των Toussaint, Janssen, Kluft (1991) δίνεται μεγάλη σημασία στο μέγεθος της παλάμης μιας και ωθείται προς τα πίσω μια σημαντική μάζα νερού. Σε έρευνα των Ludovic Seifert, Tiago Barbosa, Per-Ludvik Kjendlie που δημοσιεύτηκε το 2010 διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα όσον αφορά τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά και την πλευστότητα των κολυμβητών. Τα χαρακτηριστικά των κολυμβητών με τις καλύτερες επιδόσεις ήταν το μεγάλο ύψος, οι ευρείς ώμοι και οι στενοί γοφοί.

Στην έρευνα των Kjendlie και Stallman το 2011 υπάρχει σημαντική συσχέτιση μεταξύ της μορφολογίας του σώματος που επηρεάζει την απόδοση. Οι ψηλότεροι κολυμβητές θα κολυμπήσουν και πιο γρήγορα. Τα μεγαλύτερα προωθητικά μεγέθη-μέλη του σώματος βελτιώνουν την απόδοση. Η απόδοση επηρεάζεται σημαντικά από το μέγεθος του σώματος του κολυμβητή.

Ορισμένοι παράγοντες όπως το μέγεθος της άκρας χείρας, το μήκος των άνω άκρων, τα μεγάλα πόδια και η ευρεία διάμετρος των ώμων είναι κάποια εξωτερικά χαρακτηριστικά που πρέπει να υπάρχουν στους κολυμβητές (Ayan and Kavi, 2016; Cicchella et al., 2009). Επωφελείς μεταβλητές για την απόδοση είναι το σωματικό βάρος, το ύψος, η περιφέρεια του βραχίονα (χαλαρή και εύκαμπτη), οι χαμηλές τιμές των δερματοπτυχών και η βέλτιστη σωματική διάπλαση. Ο προσδιορισμός των ανθρωπομετρικών ιδιοτήτων μπορεί να προβλέψει τις επιδόσεις των αθλητών και να συμβάλει σημαντικά στη δημιουργία προπονητικών προγραμμάτων.

## **2.2 Επίδραση της μυϊκής ικανότητας και ισχύος στην επίδοση των κολυμβητών.**

Καθώς οι αθλητές αγωνίζονται σε ένα υγρό περιβάλλον, πρέπει να ασκήσουν δύναμη σε μια υγρή ποσότητα έτσι ώστε να ωθήσουν το σώμα τους προς τα εμπρός (Maglisco, 2003). Η δύναμη που παράγουν και εφαρμόζουν οι κολυμβητές σε μια συγκεκριμένη ποσότητα υγρού στοιχείου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο και στην προώθησή τους και στην επίδοσή τους. Η κινητήρια δύναμη που οδηγεί τον κολυμβητή προς τα εμπρός δημιουργείται από το βραχίονα του κολυμβητή καθώς πιέζει το νερό προς τα πίσω (Miyashita, 1975). Εφαρμόζοντας συγκεκριμένη δύναμη σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα κάθε φορά ο κολυμβητής μεταβάλλει τη θέση του μέσα στο νερό. Όσον αφορά στη μετατόπιση του κολυμβητή μέσα στο νερό, σε αυτό συμβάλουν σημαντικά η τεχνική του στυλ, η εφαρμογή της δύναμης, η ευκαμψία των αρθρώσεων, η υδροδυναμική του θέσης μέσα στο νερό, η μορφή και το σχήμα του σώματος του αθλητή (Salo and Riewald, 2008). Η δύναμη των άνω άκρων αποτελεί σημαντική μεταβλητή υπό συνεχή εξέταση και μελέτη όσον αφορά τις επιδόσεις των κολυμβητών. Η δύναμη των μυών της άκρας χείρας, του πήχη και του βραχίονα αποτελούν σημαντικές βιοκινητικές μεταβλητές που συνδέονται σημαντικά με τις επιδόσεις στην κολύμβηση.

Μέσα από τη βιβλιογραφία διαπιστώνουμε ότι μπορούμε να μετρήσουμε τη δύναμη και την ισχύ των άνω άκρων μέσα από συγκεκριμένες δοκιμασίες που σχετίζονται με τη μυϊκή αλυσίδα χεριού και κορμού του αθλητή. Η μέτρηση δύναμης των άνω άκρων γίνεται μέσω της ισοκινητικής (λειτουργική δύναμη) και ισομετρικής αντοχής (στατική δύναμη) είτε με κάποιο όργανο μέτρησης (χειροδυναμόμετρο), είτε μέσω εξάρτησης από κάποιο όργανο ενδυνάμωσης (μονόζυγο), είτε μέσω εξελιγμένων οργάνων που προσομοιάζουν κινήσεις που γίνονται μέσα στο νερό (πάγκος προσομοιωμένης κολύμβησης).

Μια αξιόπιστη μέθοδος όπου προτείνεται από το Eurofit (1983, 1992) για τη μελέτη δύναμης του πήχη και άκρας χείρας, είναι η δοκιμασία της χειροδυναμομέτρησης. Μέσω του χειροδυναμόμετρου αξιολογούμε τη στατική μυϊκή δύναμη των μυών του πήχη (καμπτήρες δακτύλων, καρπού και αγκώνα) (Τερζής, Καρατζαφέρη, Κρασέ 2015). Η δοκιμασία της χειροδυναμομέτρησης διεξάγεται με μηχανικά ή ψηφιακά χειροκίνητα δυναμόμετρα, με πλήρως εκτεταμένο αγκώνα και

καμία άλλη κίνηση σώματος, ενώ η παραγόμενη μέγιστη ισομετρική ισχύς διατηρείται τουλάχιστον για 3 έως 5 δευτερόλεπτα (Douda et al., 2010).

Νόρμες για τη δύναμη λαβής παρουσιάζονται στην έρευνα των Hager-Ross και Rosblad το 2002 σε παιδιά ηλικίας 4-16 ετών στη Σουηδία (n=530). Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε αξιόπιστο και έγκυρο όργανο χειροδυναμομέτρησης (Grippit1). Τα πορίσματα της έρευνας δείχνουν ότι η χειροδυναμομέτρηση είναι χρήσιμη για την αξιολόγηση της δύναμης σε πολλές ομάδες όπως ασθενείς, σε άτομα με βλάβες στο άνω άκρο, σε άτομα με προβλήματα αναπηρίας και συνίσταται για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση θεραπείας. Για τους δεξιόχειρες το δεξί είναι πιο ισχυρό από το αριστερό, ενώ αντίθετα για τους αριστερόχειρες το αριστερό είναι σχεδόν ισοδύναμο με το δεξί. Ένα επίσης σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι η δύναμη λαβής αυξάνεται με την ηλικία. Τα αγόρια είναι γενικά πιο ισχυρά από τα κορίτσια και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά συσχετίζονται θετικά με τη δύναμη χειρολαβής. Αντίθετα, στην ηλικία 4-7, αγόρια και κορίτσια έχουν την ίδια δύναμη. Στα πρώτα χρόνια της εφηβείας τα αγόρια γίνονται αισθητά ισχυρότερα και εμφανίζουν μια απότομη αύξηση της δύναμης.

Σε έρευνα των Molenaar, Selles, Zuidam, Hovius, Willemsen και Stam το 2009 αξιολογήθηκαν η δύναμη λαβής, το κυρίαρχο χέρι, το φύλο, το ύψος και το βάρος δείγματος 225 παιδιών ηλικίας 4-12 ετών. Τα όργανα μέτρησης ήταν Jamar (TEC, Clifton, NJ) και Lode (Lode BV, Groningen, Ολλανδία). Η έρευνα έδειξε πως η δύναμη πρόσφυσης αυξήθηκε με την αύξηση ηλικίας και στα δύο χέρια. Το κυρίαρχο χέρι παρήγαγε υψηλότερη δύναμη λαβής από το μη κυρίαρχο. Τα αγόρια ήταν πιο ισχυρά από τα κορίτσια. Και στα δύο φύλα οι διαφορές στη δύναμη πρόσφυσης μεταξύ των δύο χεριών κυμαίνονται από 2-17 Newton. Στο συγκεκριμένο δείγμα υπάρχει αύξηση του μήκους των άνω άκρων, του βάρους του σώματος, της οστικής μάζας γι' αυτό και παρατηρείται μεταβολή της δύναμης.

Άλλη μια έρευνα που ασχολήθηκε με τη δύναμη και την αντοχή χειρολαβής των Nicolay και Walker (2004) έδειξε πως οι μετρήσεις αντιβραχίου και χεριού (παλάμης) βρέθηκαν να είναι παράγοντες πρόβλεψης της δύναμης απ' ότι το ύψος και το βάρος. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 51 ατόμων ηλικίας 18-33 ετών δείχνοντας ότι το κυρίαρχο χέρι είναι σημαντικά ισχυρότερο από το αντίθετο αλλά και πιο κουρασμένο.

Σημαντική είναι η συσχέτιση δύναμης χειρολαβής και απόδοσης στον αθλητισμό έτσι όπως παρουσιάζεται στην έρευνα που δημοσιεύθηκε το 2012 των Καρατράντου, Γεροδήμου, Αγγελάκου, Ψύχου, Παπαδημητρίου και Τσιακάρου. Στην έρευνα πήραν μέρος 90 αθλητές ελληνορωμαϊκής πάλης, 90 καλαθοσφαιριστές και 90 μη αθλούμενοι χωρισμένοι σε παιδιά, εφήβους και ενήλικες. Η έρευνα έδειξε πως τόσο η αθλητική δραστηριότητα όσο και η ηλικία επηρεάζουν σημαντικά τη μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Η δύναμη της άκρας χείρας και του αντιβράχιου επηρεάζεται από την ηλικία, το φύλο, τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, το χέρι αξιολόγησης, το επίπεδο φυσικής κατάστασης και το άθλημα.

Σε έρευνα των Dokumaci, Aygun, Demir Dogan και Cakir Atabek που δημοσιεύτηκε το 2017 και αφορούσε 18 κολυμβητές και 17 κολυμβήτριες ηλικίας 12-13 ετών υπήρξαν σημαντικές διαφορές όσον αφορά τη δύναμη μεταξύ αντρών και γυναικών. Σημαντική είναι η σχέση μεταξύ δύναμης χειρολαβής τόσο με την απόλυτη όσο και με τη σχετική ισχύ των κολυμβητών. Η δύναμη χειρολαβής είναι μια σημαντική βιοκινητική μεταβλητή που επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες όπως η ηλικία, το βάρος, το φύλο και το μέγεθος του σώματος (Koley et al., 2011)

Πολύ σημαντικά είναι τα αποτελέσματα της έρευνας των Geladas, Nassis και Pavlicevic (2004) όσον αφορά τη δύναμη και αντοχή στη δύναμη του άνω άκρου και πως αυτή σχετίζεται με την επίδοση στα 100μέτρα κολύμβησης. Το δείγμα ήταν 263 κολυμβητές (178 αγόρια και 85 κορίτσια) ηλικίας 12-14 ετών. Σημαντικοί παράγοντες για τα 100 μέτρα κολύμβησης ήταν το μήκος των άνω άκρων, το οριζόντιο άλμα και η αντοχή στο πιάσιμο (handgrip). Η μυϊκή δύναμη, η δύναμη λαβής και η δύναμη των βραχιόνιων μυών αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για επιτυχημένη κολύμβηση. Σημαντικό συμπέρασμα της έρευνας είναι το γεγονός ότι το μήκος των άνω άκρων, το οριζόντιο άλμα και η δύναμη λαβής μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες πρόβλεψης για σημαντικές αποδόσεις στα 100μέτρα σπριντ σε αγόρια ηλικίας 12-14 ετών (κολυμβητές βραχέων αποστάσεων).

Ακόμη μια έρευνα που ασχολήθηκε με τη δύναμη των άνω άκρων και την επίδοση στην κολύμβηση είναι αυτή των Zampagni, Casino, Benelli, Visani, Marcacci και DeVito που δημοσιεύτηκε το 2008. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 135 ελίτ κολυμβητές ηλικίας 40-80 ετών ελευθέρου στυλ και σε μικρές, μεσαίες και μεγάλες αποστάσεις (50μ.-100μ.-200μ.-400μ.-800μ.). Τα βασικά αποτελέσματα της

έρευνας ήταν η μεγάλη συσχέτιση της ηλικίας, του ύψους, της δύναμης λαβής και δύναμης πρόσφυσης στο χέρι όσον αφορά τις μικρές αποστάσεις. Αντιθέτως, η δύναμη του χεριού δε σχετίζεται τόσο με τις μεσαίες και μεγάλες αποστάσεις. Η χειροδυναμομέτρηση αποτελεί σημαντικό τρόπο εξέτασης για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων που ακολουθούν οι κολυμβητές. Οι προπονητές μπορούν να έχουν καλύτερη εικόνα και να καθορίσουν με μεγαλύτερη ακρίβεια αν ένας κολυμβητής χρειάζεται πρόγραμμα κατάρτισης δύναμης με στόχο τη βελτίωση του χρόνου του.

Η χειροδυναμομέτρηση μπορεί να είναι μια σχετική παράμετρος για την πρόβλεψη χρόνων απόδοσης σε μικρές αποστάσεις όπως αναφέρουν και οι Geladas et al., (2005). Περαιτέρω, οι Girolid et al., (2006) προτείνουν και συγκεκριμένους τρόπους προπόνησης για τη δύναμη κάμψης του βραχίονα (ισοκινητική κάμψη βραχίονα-FLX) και έκτασης (ισοκινητική έκταση βραχίονα- EXT) για βέλτιστη απόδοση στα 100μ. Η δύναμη και το μέγεθος του βραχίονα επηρεάζουν τις προωθητικές δυνάμεις και οι αυξήσεις στις προωθητικές δυνάμεις οδηγούν σε ταχύτερους χρόνους κολύμβησης. Η ταχύτητα της κολύμβησης είναι συνάρτηση της προωθητικής δύναμης και της ικανότητας των τμηματικών ενεργειών των βραχιόνων του κολυμβητή να αντιτίθενται στην οπισθέλκουσα δύναμη που δημιουργείται στο νερό (Cochrane et al., 2015).

Στην έρευνα των Girolid, Calmels, Maurin, Milhau και Chatard που δημοσιεύτηκε το 2006 μετρήθηκε η ισχύς των καμπτήρων και των εκτεινόντων του αγκώνα με ένα ισοκινητικό δυναμόμετρο (Cybex, Medimex Factory, Tassinla Demi Lune, France) σε 37 κολυμβητές (16 άντρες και 21 γυναίκες) ηλικίας  $17,5 \pm 3,5$  χρονών στα 100 μέτρα κολύμβησης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η δύναμη και η ταχύτητα καθορίζουν και επηρεάζουν την απόδοση στα 100μέτρα κολύμβησης. Αναφέρεται ότι στο σπριντ είναι πιο σημαντική η δύναμη και λιγότερο η τεχνική. Η έρευνα προτείνει πως πρέπει να υπάρχει σχέση μεταξύ ανάπτυξης δύναμης, τεχνικών παραμέτρων και απόδοσης στα διάφορα προγράμματα κατάρτισης. Σε έρευνα των Schleihauf et al., (1982) γίνεται σαφές ότι οι δυνάμεις του αντιβραχίου αντιπροσωπεύουν ένα μεγάλο μέρος της συνολικής προώθησης του βραχίονα. Σημαντικό είναι το αποτέλεσμα όσον αφορά όλο το δείγμα της έρευνας που αναφέρει ότι η απόδοση των 100 μέτρων σχετίζεται στενά με την αντοχή των μυών του αγκώνα όταν μετριοούνται υπό ισομετρικές και ομόκεντρες διαδικασίες.

Σε άλλη έρευνα οι Schleihau et al., (1988) αναφέρουν πως η μέγιστη δύναμη εμφανίζεται στο τέλος της σάρωσης μέσα στο νερό κατά την έκταση του αντιβράχιου στο βραχίονα. Σε διαφορετικές έρευνες των Schleihau (1979), Schleihau et al., (1983, 1988) αναφέρεται πως η προωθητική δύναμη που εξισορροπεί την αντίθετη δύναμη της οπισθέλκουσας αντίστασης με τη μέγιστη ταχύτητα, εξαρτάται από τη δύναμη και την ισχύ που παράγεται από το χέρι, το αντιβράχιο και το βραχίονα.

Αρκετοί μελετητές υποστηρίζουν πως είναι σημαντικός ο συνδυασμός προπόνησης εντός και εκτός νερού για την αύξηση της δύναμης των άνω άκρων, του κορμού και των κάτω άκρων με στόχο τη βέλτιστη επίδοση μέσα στο νερό. Στην έρευνα των Garrido, Marinho, Barbosa, Costa, Silva, Perez-Turpin και Marques που δημοσιεύτηκε το 2010 εξετάζεται η συσχέτιση δύναμης και απόδοσης σε μικρές αποστάσεις (25μ και 50μ) σε δείγμα 28 κολυμβητών εθνικού επιπέδου (16 αγόρια και 12 κορίτσια, 12-13 ετών). Οι απλές δοκιμασίες δύναμης εκτός νερού σχετίζονται σημαντικά με την απόδοση σπριντ σε κολυμβητές εθνικού επιπέδου ηλικίας 12-13. Η έρευνα αναφέρει ότι πολλές μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει ισοκινητικές και ισομετρικές δοκιμασίες ως δείκτη αντοχής και επισημαίνει ότι το πρόβλημα των ισομετρικών δοκιμών είναι ότι αντιπροσωπεύουν μόνο την ισχύ στη συγκεκριμένη γωνία που γίνεται η μέτρηση. Τέλος, η αντοχή των καμπτήρων και επεκτατικών μυών του αγκώνα, συσχέτιστηκε σημαντικά με την απόδοση σπριντ 100μ στην κολύμβηση μετρούμενη με ισομετρικές και ομόκεντρες συνθήκες. Οι Silva et al., (2007) συμπέραναν ότι η απόδοση κολύμβησης συνδέεται σημαντικά με την ισομετρική ισχύ ή με την ισχύ του βραχίονα σε ασκήσεις ξηράς. Αυτά τα δεδομένα συμφωνούν και με προηγούμενες έρευνες των Hawley και Williams (1991); Miyashita και Kanshita (1979).

Ακόμα μία έρευνα που εστιάζει στη σχέση δύναμης άνω άκρων και επίδοσης είναι αυτή των Girold, Maurin, Dugue, Chatard και Millet που δημοσιεύτηκε το 2007. Το δείγμα ήταν 21 κολυμβητές (10 άντρες και 11 γυναίκες) αγωνιστικού επιπέδου και ηλικίας  $16,5 \pm 3,5$  χρονών. Η έρευνα έδειξε πως η αύξηση της μυϊκής δύναμης μέσα από ομόκεντρες συνθήκες είναι ένας καλός δείκτης για πρόβλεψη απόδοσης στα 50μ σπριντ.

Η σχέση μεταξύ ισομετρικής αντοχής χειρός και απόδοσης συνδέεται στενά και στην μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 78 πορτογάλους αθλητές εθνικού

επιπέδου (39 άντρες και 39 γυναίκες). Οι αθλητές ήταν χωρισμένοι σε 3 διαφορετικές ηλικιακές ομάδες και σε αποστάσεις 100 και 200 μέτρων. Στο άρθρο των Garrido, Silva, Fernandes, Barbosa, Marincho και Marques που δημοσιεύτηκε το 2012 χρησιμοποιήθηκε χειροδυναμόμετρο (Lafayette Instrument, Lafayette, IN) δείχνοντας ότι υπάρχει μεγάλη συσχέτιση όσον αφορά τη δύναμη χειρολαβής (μέγιστη ισομετρική ισχύς) με την απόδοση κολύμβησης στις γυναίκες στα 100 μέτρα ελευθέρου στυλ. Η αύξηση της ισομετρικής αντοχής αντικατοπτρίζει τη συνολική ισχύ του σώματος (Foo, 2007). Αντιθέτως, δε βρέθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση όσον αφορά την αντοχή λαβής και στα δύο χέρια όταν εκφράζονται ανά κιλό σωματικού βάρους. Οι Kellor et al., (1971) συμπέραναν ότι υπάρχει αντίστροφη γραμμική σχέση για τη δύναμη του ισχυρού χεριού και ότι η μέγιστη δύναμη επιτυγχάνεται στο 20<sup>ο</sup> έτος ηλικίας ενώ με την αύξηση της ηλικίας υπάρχει μείωση αυτής. Στην έρευνα των Garrido et al., (2012) δεν υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ ισομετρικής αντοχής και ηλικίας και στις 3 ηλικιακές ομάδες που εξετάστηκαν.

Γενικά οι δοκιμασίες αξιολόγησης της δύναμης της άκρας χείρας, του αντιβράχιου και του βραχίονα αποτελούν αξιόπιστες και μη επεμβατικές διαδικασίες. Στόχος τους είναι η αξιολόγηση της κατάστασης και η βελτιστοποίηση των προγραμμάτων προπόνησης. Αυτό υποστηρίζουν οι Dalamitros, Manou και Pelarigo (2014) μέσα από εργαστηριακές δοκιμές όσον αφορά την μεθοδολογία, την αξιοπιστία, τις εκτιμήσεις και την απόδοση στην κολύμβηση.



### **3.ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ**

#### **3.1 Συμμετέχοντες**

Στη μελέτη συμμετείχαν 17 κολυμβητές και κολυμβήτριες (n=17, 9 αγόρια και 8 κορίτσια) αθλητικού συλλόγου, με μέσο όρο ηλικίας 13,41 έτη, ύψος 162,14±8,632 cm και σωματικό βάρος 53±10,642 kg. Όλοι οι κολυμβητές ακολουθούσαν καθημερινή προπόνηση και στόχος τους ήταν η συμμετοχή τους στο Πανελλήνιο Πρωτάθλημα Παμπαίδων και Παγκορασίδων (Ιούλιος 2018). Οι μετρήσεις έγιναν κατά την αγωνιστική περίοδο προπόνησης.

#### **3.2 Όργανα μέτρησης**

Όλες οι συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα τηρούν τα κριτήρια αξιοπιστίας. Στη διαδικασία της αξιολόγησης ισομετρικής δύναμης δεξιού και αριστερού χεριού (χειροδυναμομέτρηση) χρησιμοποιήθηκε ψηφιακό χειροδυναμόμετρο (Grip-D TKK S401 Takei Scientific Instrumats). Η μέτρηση του σωματικού βάρους των κολυμβητών έγινε με ψηφιακή ζυγαριά (Omron HN-288). Το ύψος των κολυμβητών μετρήθηκε σε ειδικό σταθερό αναστημόμετρο (seca model 220). Η καταγραφή χρόνου των 50 μέτρων με δεμένα τα πόδια έγινε με αθλητικό ψηφιακό χρονόμετρο (Q&Q HS48J001Y). Για τη σταθεροποίηση των ποδιών χρησιμοποιήθηκαν ειδικά λάστιχα αστραγάλων (Finis) και βοηθήματα που τοποθετούνται στους προσαγωγούς (pull buoy).

#### **3.3 Διεξαγωγή Δοκιμασιών**

##### **3.3.1 Χώρος διεξαγωγής των δοκιμασιών**

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο χώρο του Δημοτικού Κολυμβητηρίου Αργυρούπολης. Στο χώρο του γυμναστηρίου καταγράφηκαν όλα τα ανθρωποκεντρικά χαρακτηριστικά. Στην ανοιχτή πισίνα 50 μέτρων με θερμοκρασία νερού 26-27 βαθμών Κελσίου και με θερμοκρασία περιβάλλοντος 25-30 βαθμών Κελσίου έγινε η χρονομέτρηση των 50 μέτρων κολύμβησης (50 μέτρα ελεύθερο στυλ με δεμένα τα κάτω άκρα).

### 3.3.2 Διαδικασίες στο γυμναστήριο

Όλοι οι κολυμβητές και κολυμβήτριες υποβλήθηκαν σε καταγραφή ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών στο χώρο του γυμναστηρίου που διαθέτει το κολυμβητήριο. Η μέτρηση του σωματικού ύψους από όρθια θέση, η μέτρηση του κορμού από τα ισχία έως το κεφάλι και η μέτρηση από τα ισχία έως το κεφάλι με τα χέρια σε ανάταση ενωμένα έγινε με αναστημόμετρο. Το αναστημόμετρο που χρησιμοποιήθηκε ήταν σταθερό, η μέτρηση έγινε με ακρίβεια εκατοστού (1cm) και επαναλήφθηκε δυο φορές (Lohman, Roche & Mortorelli, 1988). Όσον αφορά τη μέτρηση του ύψους, οι κολυμβητές ήταν όρθιοι με το βάρος του σώματος να κατανέμεται ισομερώς και στα δυο πόδια με τους αστραγάλους ενωμένους. Τα χέρια κρέμονταν στο πλάι χαλαρά, το κεφάλι ήταν όρθιο και το βλέμμα κοιτούσε μπροστά. Η μέτρηση της πλάτης έγινε από το δεξί ως το αριστερό ακρώμιο. Η μέτρηση της πλάτης με τα χέρια ανοιχτά έγινε με τα χέρια σε πλήρη έκταση από το δεξί μέσο δάχτυλο ως το αριστερό μέσο δάχτυλο. Στις επόμενες δυο μετρήσεις του άνω κορμού οι συμμετέχοντες ήταν σε εδραία θέση με τα ισχία να ακουμπάνε στο αναστημόμετρο (στον τοίχο), με τα πόδια ενωμένα ευθεία μπροστά και όλη τη σπονδυλική στήλη να εφάπτεται στο αναστημόμετρο. Η μέση τιμή του ύψους των κολυμβητών ήταν  $162,14 \pm 8,632$  cm, η μέση τιμή από τα ισχία έως το κεφάλι ήταν  $81 \pm 4,821$  cm και από τα ισχία έως τα χέρια σε ανάταση ενωμένα  $126,11 \pm 7,655$  cm.

Για τη μέτρηση του σωματικού βάρους έγινε χρήση επιδαπέδιας ψηφιακής ζυγαριάς ακριβείας. Οι δοκιμαζόμενοι φορούσαν το κολυμβητικό τους μαγιό και τοποθετούσαν τα πέλματα τους στις ειδικές πτυχές της ζυγαριάς για να κατανέμεται το βάρος εξίσου και στα δυο πόδια. Η μέτρηση της σωματικής μάζας έγινε με ακρίβεια μισού κιλού (0,5 kg) και επαναλήφθηκε δυο φορές (Lohman, et al., 1988).

Οι μετρήσεις δύναμης που πραγματοποιήθηκαν στο γυμναστήριο ήταν η χειροδυναμομέτρηση (μέτρηση στατικής δύναμης των μυών του πήχη) δεξιού και αριστερού χεριού με ψηφιακό διαβαθμισμένο χειροδυναμόμετρο έχοντας προσαρμοζόμενη λαβή (Grip-D TKK S401 Takei Scientific Instrumats). Στόχος είναι η αξιολόγηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης των άνω άκρων. Η λαβή του χειροδυναμόμετρου έπρεπε να προσαρμόζεται στον κάθε ασκούμενο και στο κάθε χέρι του (δεξί- αριστερό) έτσι ώστε τα δυο εξογκώματα της λαβής του μηχανήματος να αντιστοιχούν στην πρώτη φάλαγγα του μεσαίου δαχτύλου του ασκούμενου. Ο

βραχίονας και το χέρι δεν έπρεπε να ακουμπάνε το σώμα. Το χειροδυναμόμετρο έπρεπε να κρατιέται στην αρχική του θέση με το αντιβράχιο να κρέμεται στο πλάι. Το σώμα ήταν σταθερά όρθιο και δεν έπρεπε να γίνει κάμψη του κορμού προς τα εμπρός κατά τη διάρκεια της προσπάθειας. Και σε αυτή την περίπτωση υπήρξαν δυο μετρήσεις όπου αξιολογήθηκε και καταγράφηκε η μέγιστη δύναμη χειρολαβής. Σε όλες τις μετρήσεις υπήρξε λεκτική παρακίνηση και ανατροφοδότηση η οποία ήταν ίδια προς όλους τους συμμετέχοντες κολυμβητές (ίδιες λέξεις, ίδια παρακίνηση εκτέλεσης έργου, ίδια ένταση φωνής). Η προσπάθειες διαρκούσαν περίπου 2-3 δευτερόλεπτα για τον κάθε ασκούμενο.

Όσον αφορά τις ισομετρικές στηρίξεις σε μονόζυγο έγιναν δυο μετρήσεις. Σκοπός είναι η αξιολόγηση της στατικής μυϊκής δύναμης των χεριών και πως αλληλεπιδρούν με τη μυϊκή αλυσίδα χέρι- πλάτη- στήθος. Στην πρώτη δοκιμασία, οι κολυμβητές και κολυμβήτριες έπρεπε να σταθούν με τους αγκώνες λυγισμένους πιάνοντας το μονόζυγο με πρηνή λαβή, το άνοιγμα των χεριών να είναι στο άνοιγμα των ώμων και το κεφάλι πάνω από το μονόζυγο (bent arm hang). Οι δοκιμαζόμενοι δεν ακουμπούσαν τα πόδια τους στο έδαφος και δεν έπρεπε να κουνάνε το σώμα τους και τις παλάμες τους. Η χρονομέτρηση ξεκινούσε αφού το σώμα του ασκούμενου έμενε ακίνητο με τη βοήθεια άλλου προσώπου-βοηθού και έπαιρνε την κατάλληλη θέση στο μονόζυγο. Ο χρόνος σταματούσε μόλις το πηγούνι του ασκούμενου ακουμπούσε στο μονόζυγο, τα μάτια του περνούσαν κάτω από τη ράβδο που κρεμόταν ή άφηνε τα χέρια και έπεφτε στο έδαφος. Στη δεύτερη στήριξη, οι δοκιμαζόμενοι έπρεπε να εξαρτηθούν από το μονόζυγο με τα χέρια τεντωμένα στο άνοιγμα των ώμων. Τα δάχτυλα έπρεπε να είναι πάνω από τη μπάρα και ο αντίχειρας από κάτω (πρηνή θέση). Ο χρόνος ξεκινούσε μετά από σταθεροποίηση του κορμού με βοήθεια (όπως στην προηγούμενη δοκιμασία) και σταματούσε μόλις ο ασκούμενος έπεφτε στο έδαφος. Απαγορευόταν οι μετακινήσεις του κορμού, το άνοιγμα των ποδιών και οι μικρές κινήσεις της παλάμης ή των δαχτύλων. Για την ανάβαση στο μονόζυγο οι κολυμβητές και κολυμβήτριες χρησιμοποιούσαν ειδικό ανυψωτικό κουτί εκγύμνασης (box) και στη σταθεροποίηση του κορμού υπήρχε βοηθητικό άτομο για να ξεκινήσει έγκυρα η χρονομέτρηση. Και στις δυο περιπτώσεις των ισομετρικών στηρίξεων υπήρξε διπλή μέτρηση καταγραφής του χρόνου των ασκούμενων και ανατροφοδότηση με τις ίδιες λέξεις και ένταση της φωνής.

**Πίνακας 3.1** Ατομικά και ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των κολυμβητών-τριών που συμμετείχαν στη μελέτη

<i>α/α</i>	<i>Φύλο</i>	<i>Έτος γέννησης</i>	<i>Υψος (cm)</i>	<i>Βάρος (kg)</i>	<i>Πλάτη (cm)</i>	<i>Άνοιγμα χεριων (cm)</i>	<i>Υψος πλατης (cm)</i>	<i>Υψος πλάτης και χέρια ενωμενα (cm)</i>
1	K	2004	165,5	61,3	39	162	87	130
2	K	2005	172	64,2	44	180	88	142
3	A	2005	153	37	39	152	76	119
4	A	2005	167	54,2	44	171	81	130
5	A	2004	167,5	64,9	47	170	85	134
6	A	2004	163,5	53,9	41	165	83	128
7	A	2005	163	61,9	42	169	83	133
8	A	2005	162	52,3	46	158	83	130
9	K	2005	152	43	41	159	76	118
10	K	2005	145	34,4	40	146	72	109
11	K	2005	161	53,4	41	161	81	126
12	K	2005	163	49	42	162	82	129
13	K	2004	156	52,7	37	148	84	126
14	K	2004	161	49,3	42	154	74	120
15	A	2004	169	48,5	41	169	85	129
16	A	2004	182	76,8	51	191	74	120
17	A	2005	154	44,3	43	154	83	121
<b>M.T.</b>			162,6562	53,55	42,3125	163,5625	80,875	126,4375
<b>sd.</b>			8,6481	10,7444	3,4586	11,6044	4,9514	7,78861

M.T.: μέση τιμή , sd.: τυπική απόκλιση , A: αγόρια , K: κορίτσια

### **3.3.3 Διαδικασίες εκτός νερού**

Πριν την προπόνηση και τις μετρήσεις, όλοι οι ασκούμενοι για περίπου 10 λεπτά ακολουθούσαν προθέρμανση εκτός νερού που περιελάμβανε δυναμικές και στατικές ασκήσεις. Στόχος ήταν η ομαλή ενεργοποίηση του μυοσκελετικού συστήματος των κολυμβητών/τριών πριν την είσοδο τους στο νερό.

### **3.3.4 Διαδικασίες εντός νερού**

Τις μέρες που οι κολυμβητές θα εκτελούσαν τις δοκιμασίες των 50 μέτρων ελεύθερου σε μέγιστη ταχύτητα, τόσο με δεμένα πόδια ακολούθησαν σχεδόν την ίδια προθέρμανση εντός νερού. Η συγκεκριμένη προθέρμανση περιελάμβανε 800 μέτρα τα οποία χωριζόταν σε 100 μέτρα κολύμβηση επιλογής και 100 προσθίου εναλλάξ. Σε αυτά τα 100 μέτρα προσθίου ο κολυμβητής έπρεπε να εκτελεί 50 μέτρα σπασμένο πρόσθιο (χέρια χωρίς πόδια-γλίστρημα για 3''-πόδια χωρίς χέρια-γλίστρημα για 3'') και 50 μέτρα πρόσθιο (2 χεριές- 1ποδιά). Έπειτα, το πρόγραμμα της προθέρμανσης περιελάμβανε 4x100 ανάποδη Μεικτή Ατομική χωρισμένη ανά 25 μέτρα (δηλ. 25μ ελεύθερο,25μ πρόσθιο,25μ ύπτιο,25μ πεταλούδα σε κάθε 100αρι κολύμβησης).

Όσον αφορά τη μέτρηση ταχύτητας έγινε με δεμένα τα κάτω άκρα των ασκούμενων στην περιοχή της ποδοκνημικής με ειδικό κολυμβητικό λάστιχο και με τη χρήση pull buoy τοποθετημένο ανάμεσα στους προσαγωγούς των κολυμβητών/τριών. Το στυλ αξιολόγησης ήταν 50 μέτρα ελεύθερο στυλ μέγιστης προσπάθειας και η εκκίνηση δόθηκε μέσα από το νερό ακουμπώντας και σπρώχνοντας τον τοίχο με τα πόδια έπειτα από το ηχητικό ερέθισμα.

**Πίνακας 3.2** Επίδοση σε 50 μέτρα κολύμβηση ελευθέρου στυλ με δεμένα τα κάτω άκρα.

<i>a/a</i>	<i>Φύλο</i>	<i>50m μόνο χέρια (s)</i>
1	K	35,08
2	K	34,5
3	A	39,5
4	A	36,04
5	A	37,53
6	A	34,7
7	A	32,08
8	A	35,07
9	K	39,02
10	K	39,03
11	K	34,9
12	K	35,7
13	K	38
14	K	38,7
15	A	34
16	A	31,5
17	A	40
<b>M.T.</b>		36,19705882
<b>sd.</b>		2,575016419

M.T.: μέση τιμή , sd.: τυπική απόκλιση , A: αγόρια , K: κορίτσια

### 3.4 Στατιστική επεξεργασία

Για την ανάλυση των στατιστικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν το στατιστικό πακέτο SPSS 15 (Illinois, USA) και το πρόγραμμα Excel (Microsoft Windows 10). Για όλες τις μεταβλητές πραγματοποιήθηκε έλεγχος της κανονικότητας της κατανομής (κριτήριο Kolmogorov-Smirnov) καθώς επίσης και έλεγχος της ισότητας των διακυμάνσεων (Levens Test for Equality of Variances). Από τον έλεγχο της κανονικότητας της κατανομής προέκυψε ότι όλες οι μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ακολουθούν την κανονική κατανομή. Επίσης, από τον έλεγχο της ισότητας των διακυμάνσεων παρατηρήθηκε ότι όλες οι μεταβλητές παρουσίαζαν ομοιογένεια της διακύμανσης μεταξύ των δειγμάτων.

Η επίδραση της αθλητικής δραστηριότητας αλλά και η μέγιστη δύναμη χειρολαβής εξετάστηκε με πλήρη ανάλυση απλής γραμμικής παλινδρόμησης και η

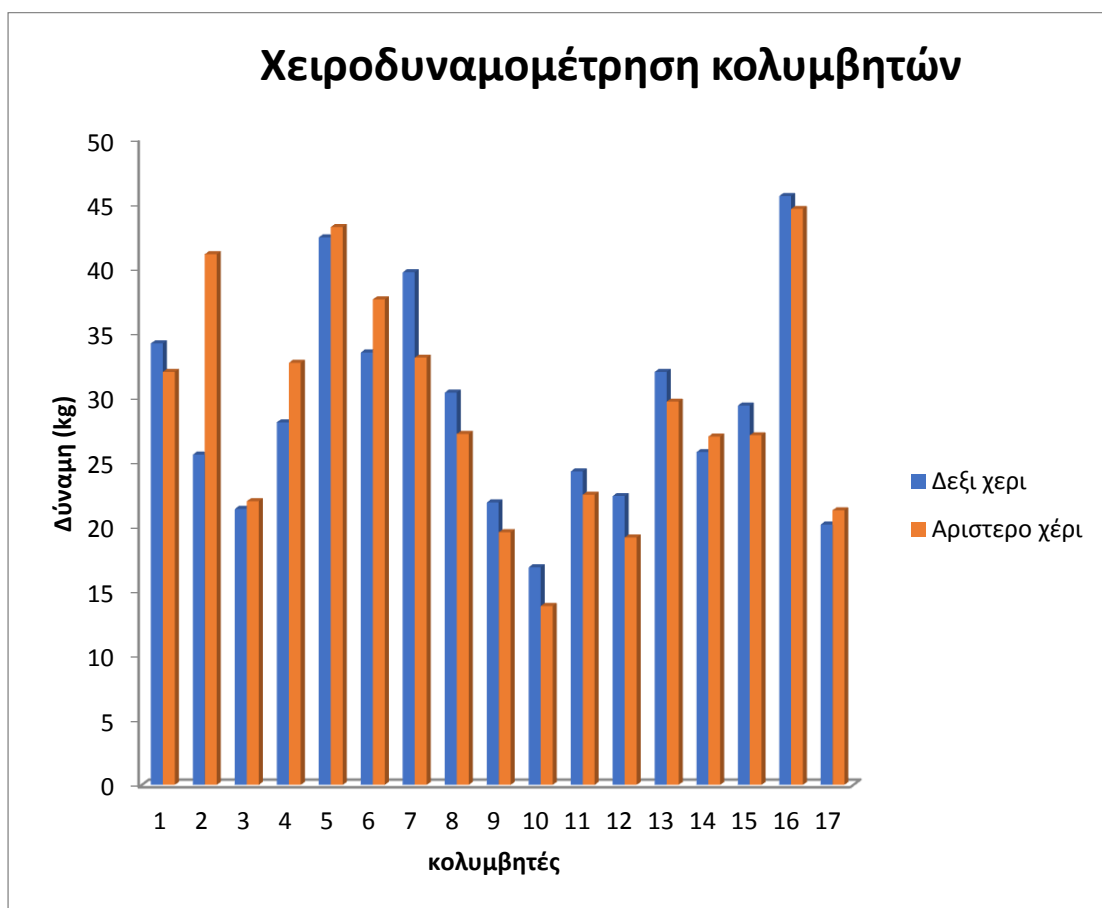
ανάλυση των δειγμάτων έγινε με την ανάλυση διασποράς ANOVA που συγκρίνει τους αντίστοιχους μέσους. Στη βασική της μορφή, η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τη σύγκριση δύο μέσων και η στατιστική τους σημαντικότητα ελέγχεται με τον έλεγχο t (t-test). Στην ανάλυση χειροδυναμομέτρησης μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού t-test δύο παραγόντων. Οι συσχετίσεις μεταξύ των μεταβλητών έγινε με το συντελεστή συσχέτισης Pearson και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε στο  $p < 0.05$ .

## 4.ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 Μέγιστη δύναμη χειρολαβής

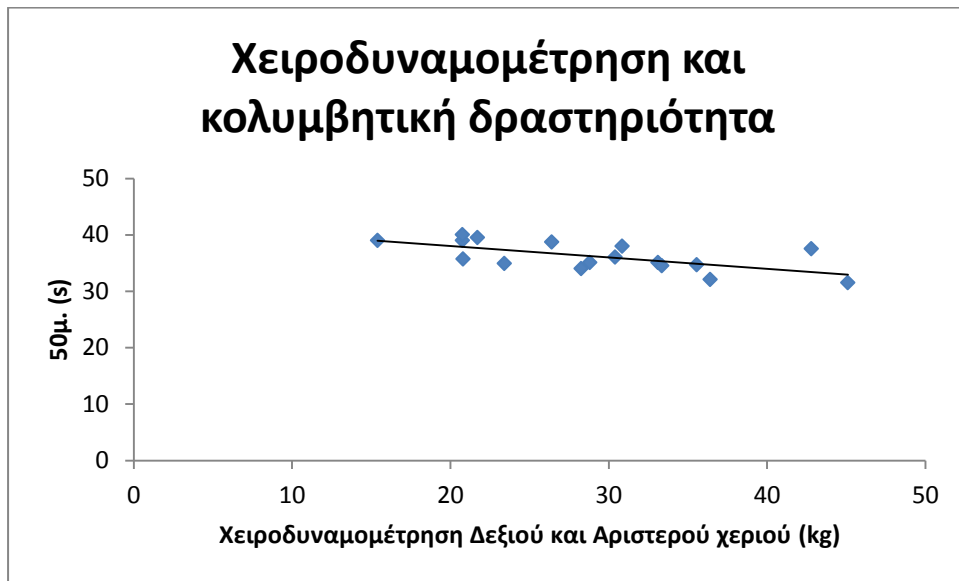
Για την ανάλυση της δύναμης άκρας χείρας (χειροδυναμομέτρηση) χρησιμοποιήθηκε απλή γραμμική παλινδρόμηση με συντελεστή συσχέτισης ( $R=0.840$ ), συντελεστή προσδιορισμού (απλό  $R^2=0.707$ , διορθωμένο  $\text{adj. } R^2=0.687$ ) και αμερόληπτο τυπικό σφάλμα εκτίμησης ( $S'_{yx}=4.523$ ).

Γράφημα 4.1 Μέγιστη δύναμη χειρολαβής κολυμβητών





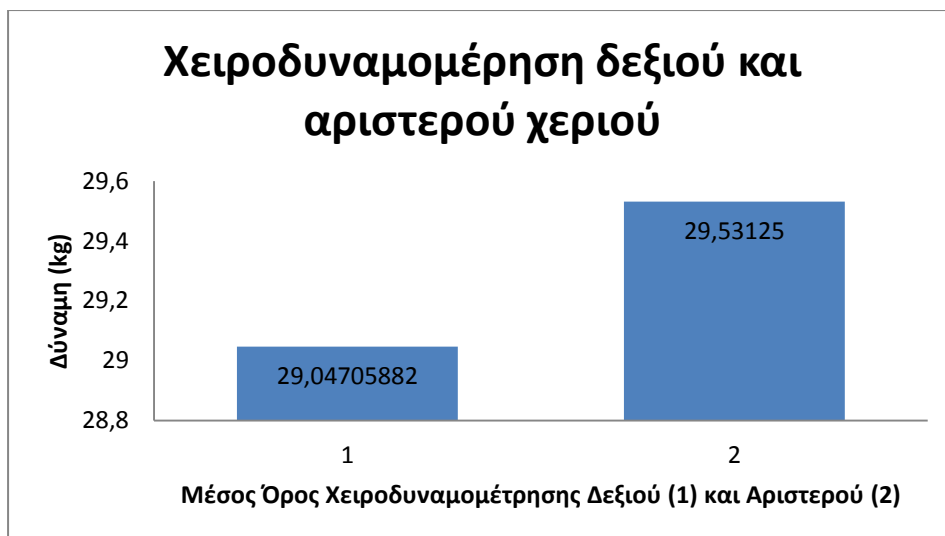
**Γράφημα 4.2** Χειροδυναμομέτρηση και κολυμβητική δραστηριότητα



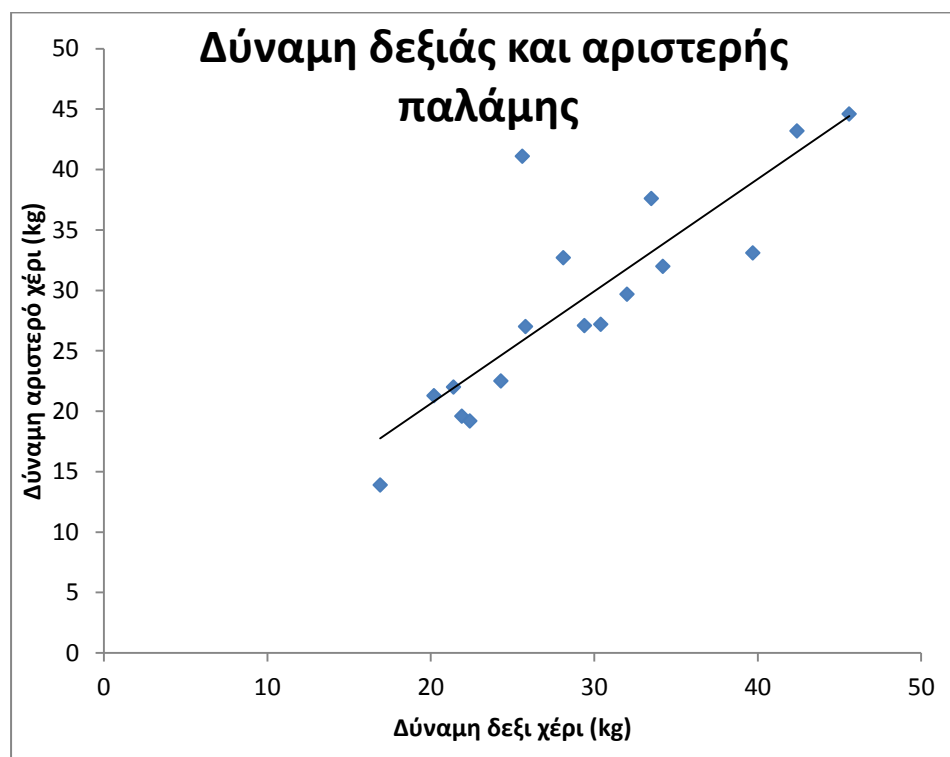
#### 4.2 Διαφορές δύναμης μεταξύ δεξιάς και αριστερής άκρας χείρας

Στη συγκεκριμένη κατηγορία έγινε χρήση t-test (σύγκριση δύο μέσων: έλεγχος t) μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού και από την ανάλυση διακύμανσης δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση στη σχετική δύναμη μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού. Μέσα από τον έλεγχο t-test δύο παραγόντων έχουμε, δύο μέσοι (29.047, 29.047), το μέγεθος του δείγματος (N=17), με τετράγωνο της τυπικής απόκλισης (65.516, 79.945), βαθμό ελευθερίας (df=N-1=16) και σημαντικότητα του (p=0.840) και P(T<=t) με 0,5.

**Γράφημα 4.3** Διαφορές δύναμης μεταξύ δεξιάς και αριστερής άκρας χείρας.

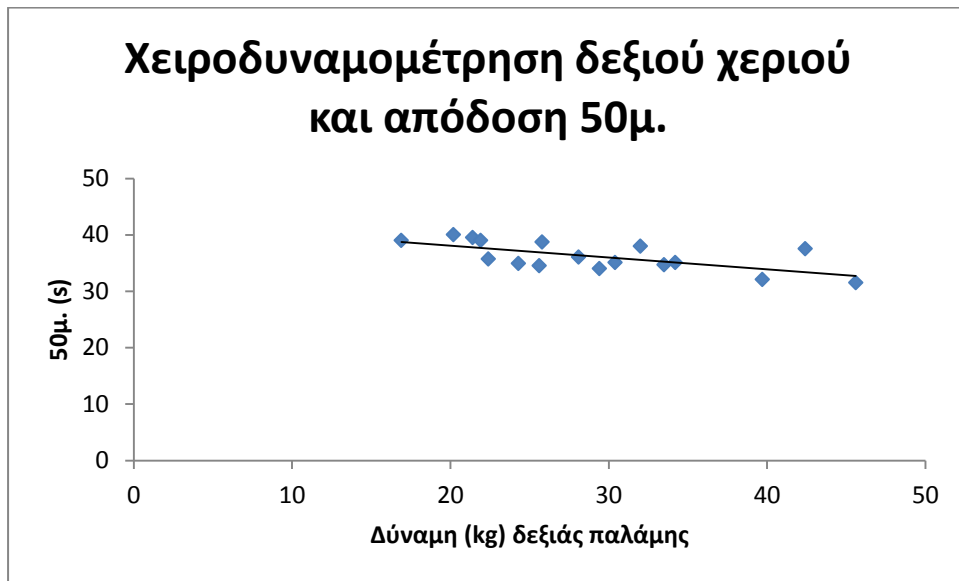


**Γράφημα 4.4** Διαφορές δύναμης μεταξύ δεξί και αριστερό.

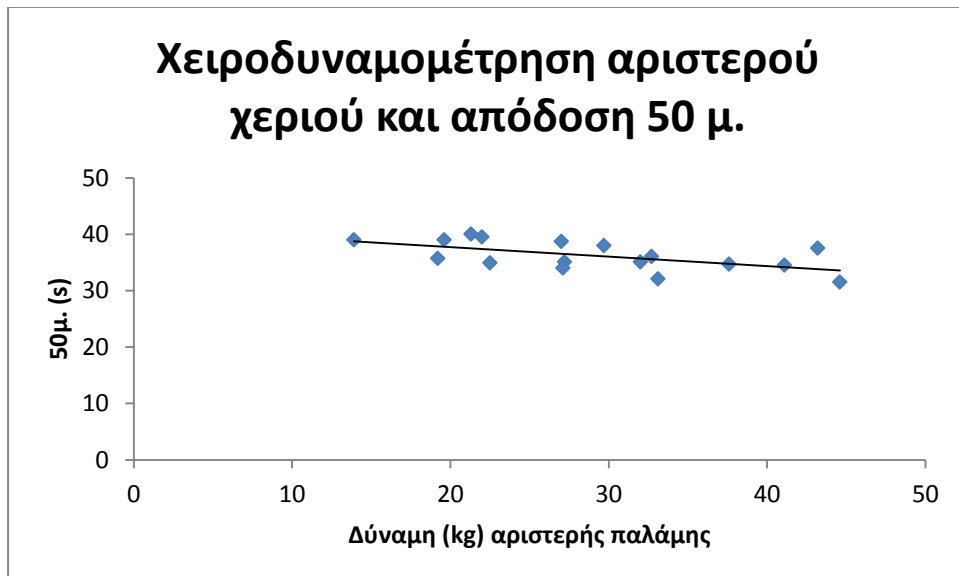


Από την ανάλυση αποτελεσμάτων μέγιστης δύναμης χειρολαβής (δεξιά και αριστερή παλάμη) και κολυμβητικής δραστηριότητας 50μ. χρησιμοποιήθηκε απλή γραμμική παλινδρόμηση με συντελεστή συσχέτισης ( $R=0.660$ ), συντελεστή προσδιορισμού (απλό  $R^2=0.435$  , διορθωμένο  $adj. R^2=0.354$ ) και αμερόληπτο τυπικό σφάλμα εκτίμησης ( $S^{\prime}yx=2.068$ ).

**Γράφημα 4.5** Χειροδυναμομέτρηση δεξιού χεριού και κολυμβητική δραστηριότητα



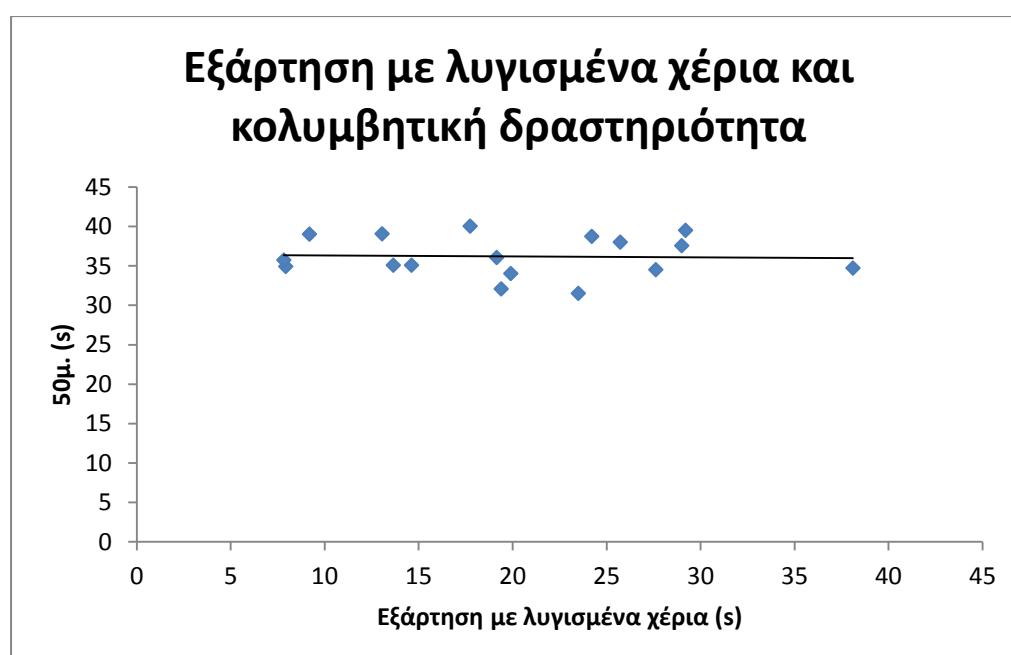
**Γράφημα 4.6** Χειροδυναμομέτρηση αριστερού χεριού και κολυμβητική δραστηριότητα.



### 4.3 Εξάρτηση (αντοχή) με λυγισμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα

Από την ανάλυση αποτελεσμάτων εξάρτησης με λυγισμένα χέρια και κολυμβητικής δραστηριότητας 50μ. χρησιμοποιήθηκε απλή γραμμική παλινδρόμηση με συντελεστή συσχέτισης ( $R=0.040$ ), συντελεστή προσδιορισμού (απλό  $R^2=0.001$  , διορθωμένο  $\text{adj. } R^2=-0.064$ ) και αμερόληπτο τυπικό σφάλμα εκτίμησης ( $S'_{yx}=2.657$ ).

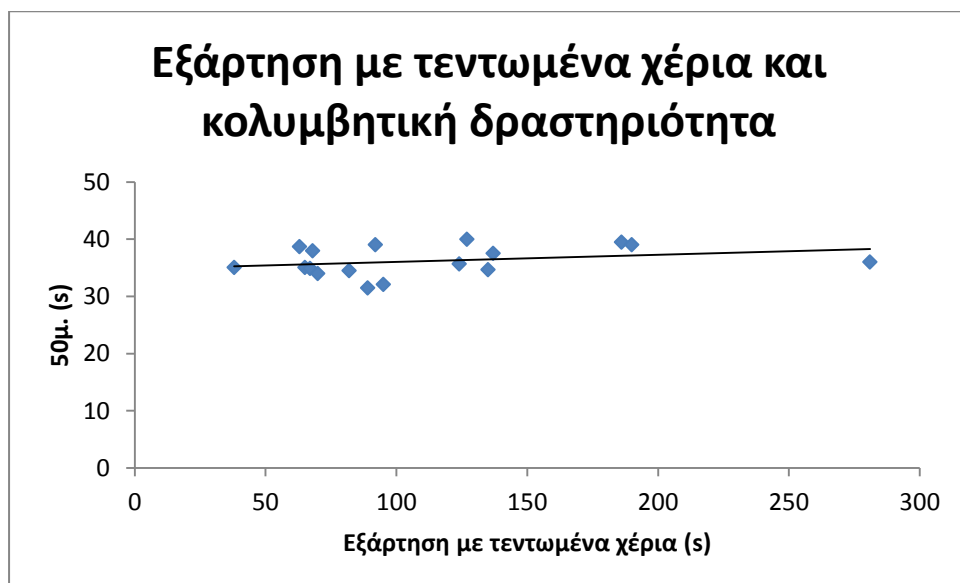
Γράφημα 4.7 Εξάρτηση (αντοχή) με λυγισμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα.



### 4.4 Εξάρτηση (αντοχή) με τεντωμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα

Από την ανάλυση αποτελεσμάτων εξάρτησης με τεντωμένα χέρια και κολυμβητικής δραστηριότητας 50μ. χρησιμοποιήθηκε απλή γραμμική παλινδρόμηση με συντελεστή συσχέτισης ( $R=0.296$ ), συντελεστή προσδιορισμού (απλό  $R^2=0.087$  , διορθωμένο  $\text{adj. } R^2=-0.027$ ) και αμερόληπτο τυπικό σφάλμα εκτίμησης ( $S'_{yx}=2.539$ ).

**Γράφημα 4.8** Εξάρτηση (αντοχή) με τεντωμένα χέρια και κολυμβητική δραστηριότητα.



## 5.ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1 Κύρια ευρήματα της έρευνας

Η παρούσα έρευνα σχεδιάστηκε για τη μέτρηση δύναμης και ισχύος των άνω άκρων και κατά πόσο επιδρούν στην επίδοση των βραχέων αποστάσεων. Στη συγκεκριμένη έρευνα έγινε μέτρηση της στατικής δύναμης των μυών της παλάμης, του αντιβράχιου και του βραχίονα. Έπειτα, έγινε συσχετισμός με δοκιμασία 50 μέτρων κολύμβησης με τα κάτω άκρα δεμένα. Οι δοκιμασίες της έρευνας αφορούσαν νεαρούς αθλητές κολυμβητές και κολυμβήτριες που ανήκουν στην κατηγορία Παμπαίδων και Παγκορασίδων. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν είχαν να κάνουν με τη στατική δύναμη και ισχύ εκτός νερού και έπειτα με την απόδοση 50 μέτρων σπριντ σε αγωνιστική πισίνα. Πραγματοποιήθηκε μέτρηση δύναμης της παλάμης (χειροδυναμομέτρηση) και σύγκριση δύναμης μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού. Έπειτα, η δύναμη της άκρας χείρας συγκρίθηκε με την επίδοση των 50 μέτρων. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκαν άλλες δυο μετρήσεις όπου είχαν να κάνουν με την εξάρτηση του σώματος από όργανο μυϊκής ενδυνάμωσης (μονόζυγο). Η πρώτη μέτρηση εξάρτησης ήταν με τους αγκώνες σε κάμψη (bent arm hang) και αφορούσε το μέγιστο χρονικό διάστημα που θα κρατιόταν ο ασκούμενος από το μονόζυγο. Η δεύτερη μέτρηση εξάρτησης ήταν με τους αγκώνες τεντωμένους. Και οι δυο μετρήσεις συγκρίθηκαν με την απόδοση των αθλητών σε 50 μέτρα κολύμβησης με δεμένα τα κάτω άκρα. Τέλος, έγινε συσχέτιση της δύναμης και ισχύος των άνω άκρων με την αθλητική δραστηριότητα στα 50 μέτρα κολύμβησης χωρίς να συμμετέχει το κάτω μέρος του σώματος. Η μετρήσεις της δύναμης των άνω άκρων εκτός νερού σχετίζονται μέτρια με τις επιδόσεις των νεαρών κολυμβητών και κολυμβητριών. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η δύναμη και ισχύς επηρεάζει ελάχιστα και συμβάλλει μέτρια στην επίδοση αθλητών ηλικίας 13-14 ετών (Αναπτυξιακή Προπόνηση).

Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με την έρευνα των Hager-Ross and Rosblad το 2002 σε παιδιά ηλικίας 4-16 ετών στη Σουηδία (n=530). Παρατηρείται μια μικρή διαφορά όσον αφορά τη δύναμη μεταξύ δυνατού και επιδέξιου χεριού σε άτομα νεαρής ηλικίας. Επίσης, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μετρήσεων των Hager-Ross and Rosblad, τα αγόρια γενικά είναι πιο ισχυρά από τα κορίτσια και τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά τους σχετίζονται με την δύναμη της παλάμης. Το

αποτελεσμα ότι το κυρίαρχο χέρι λαβής παράγει περισσότερη δύναμη από το μη ισχυρό συμπίπτει και με την έρευνα των Molenaar, Selles, Zuidam, Hovius, Willemsen, Stam το 2009, που πραγματοποιήθηκε σε δείγμα 225 παιδιών ηλικίας 4-12 ετών. Επιπλέον, παρατηρείται ταύτιση στο γεγονός ότι τα παιδιά με αυξημένο το βραχιόνιο οστό μπορούν και παράγουν μεγαλύτερη δύναμη και ισχύ. Το γεγονός ότι η δύναμη και η ισχύς των άνω άκρων είναι δείκτες πρόβλεψης της ολικής δύναμης του σώματος συμφωνούν και με τα αποτελέσματα της έρευνας των Nicolay and Walker (2004) σε δείγμα 51 ατόμων ηλικίας 18-33. Στη συγκεκριμένη έρευνα βλέπουμε διαφορές στο ισχυρό και μη ισχυρό χέρι, μια σημαντική παράμετρος που εξετάστηκε και εδώ.

Όσον αφορά την ηλικία, το φύλο, κάποια ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά, την αθλητική δραστηριότητα και τη δύναμη παρατηρούμε ότι υπάρχει σημαντική συσχέτιση και σε έρευνα των Καρατράντου, Γεροδήμου, Αγγελάκου, Ψύχου, Παπαδημητρίου, Τσιακάρα που δημοσιεύτηκε το 2012. Οι αθλητές έχουν κάποια συγκεκριμένα αναγνωριστικά και ανθρωπομετρικά στοιχεία όπως το ύψος, το βάρος και το μήκος των άνω άκρων που επηρεάζουν τις επιδόσεις τους σε διάφορες αθλητικές δραστηριότητες. Χαρακτηριστικό γνώρισμα πολλών αθλητών κολύμβησης μικρών αποστάσεων είναι το ύψος και το βάρος. Το μήκος του βραχιόνιου οστού αποτελεί σημαντικό γνώρισμα καθώς επίσης και οι διαστάσεις της πλάτης. Το γεγονός ότι η δύναμη των χεριών παίζει σημαντικό ρόλο στις επιδόσεις των αθλητών κολύμβησης συμφωνεί και με την έρευνα των Dokumaci, Aygun, Demir Dogan, Cakir Atabek που δημοσιεύτηκε το 2017 και αφορούσε 18 κολυμβητές και 17 κολυμβήτριες ηλικίας 12-13 ετών. Η δύναμη και ισχύς των άνω άκρων είναι ένας μεταβλητός παράγων που επηρεάζεται σημαντικά από την ηλικία, το βάρος και τη σωματοδομή των κολυμβητών. Ο συγκεκριμένος τύπος μορφής του σώματος νεαρών αθλητών αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα όσων ασχολούνται αγωνιστικά με το συγκεκριμένο άθλημα.

Τα αποτελέσματα της έρευνας για τη δύναμη και την αντοχή στη δύναμη συμβαδίζουν και με αυτά των Geladas, Nassis, Pavlicevic. Η συγκεκριμένη έρευνα που δημοσιεύτηκε το 2004 και αφορά κολυμβητές και κολυμβήτριες ηλικίας 12-14 ετών, έδειξε ότι η δύναμη λαβής, η μυϊκή δύναμη και η δύναμη του βραχιόνιου οστού αποτελούν παράγοντες για μέγιστη απόδοση σε βραχείς αποστάσεις. Επιπλέον,

σημαντικό κομμάτι της έρευνας είναι το γεγονός πως η εξέταση της δύναμης μπορεί να αποτελέσει δείκτη πρόβλεψης σε αγώνες σπριντ.

Στην έρευνα των Zampagni, Casino, Benelli, Visani, Marcacci και DeVito που δημοσιεύτηκε το 2008 με δείγμα 135 ελίτ κολυμβητών έχουμε μεγάλη συσχέτιση της ηλικίας, του ύψους, της δύναμης λαβής και δύναμης πρόσφυσης στο χέρι όσον αφορά τις μικρές αποστάσεις. Στην έρευνα που πραγματοποιήσαμε υπάρχει θετικά μικρή συσχέτιση στις μετρήσεις δύναμης στην απόσταση των 50 μέτρων όσον αφορά το δικό μας δείγμα. Η ηλικία, το ύψος και η δύναμη λαβής συμβάλουν στην απόδοση του δείγματός μας. Σε αυτό συμπίπτει και η και η μελέτη των Garrido, Marinho, Barbosa, Costa, Silva, Perez-Turpin και Marques που δημοσιεύτηκε το 2010. Η έρευνα είχε ως δείγμα αγόρια και κορίτσια ηλικίας 12 και 13 ετών και έδειξε πως οι απλές δοκιμασίες εκτός νερού σχετίζονται με θετικό πρόσημο με την απόδοση σπριντ σε αθλητές εθνικού επιπέδου σε αυτή την ηλικία. Στην ίδια έρευνα αναφέρεται η χρήση ισοκινητικών και ομόκεντρων δοκιμασιών. Η έρευνα ταυτίζεται και με τις έρευνες των Girolid et al., (2006); Schleichauf et al., (1982) όπου υποστηρίζουν πως η απόδοση σε μικρές αποστάσεις σχετίζεται με την αντοχή των καμπτήρων και εκτεινόντων του αγκώνα μετρούμενη κάτω από ισομετρικές και ομόκεντρες συνθήκες.

Μέσα από παρατήρηση των σωματικών χαρακτηριστικών των κολυμβητών βγαίνουν αρκετά συμπεράσματα όσον αφορά τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά τους. Το σώμα των κολυμβητών, ακόμα και σε αυτή την ηλικία και κατηγορία των Παμπαίδων και Παγκορασίδων που δεν έχει τελειώσει το στάδιο της σωματικής ανάπτυξης, παρατηρούμε ότι είναι πιο ψηλό με τα άκρα πιο μακριά. Η έρευνα των Dokumaci, Aygun, Demir Dogan, Cakir Atabek (2017) σε κολυμβητές ηλικίας  $13,4 \pm 2,9$  και  $12,7 \pm 2,2$  παρουσιάζει παρόμοια ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά για την ηλικία που μελετούμε.

Σε έρευνα του 2017 των Loo, Wilson και Chai έχουμε σύγκριση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και τη διαπίστωση ότι τα πιο μακρά άκρα λειτουργούν ως μοχλοί κινητήριας δύναμης για αθλητές μικρών αποστάσεων μιας και είναι σε προνοητική θέση λόγω σωματοδομής. Η σύνθεση του σώματος είναι ένας καλός παράγων για ανάπτυξη προωθητικών δυνάμεων και βελτιστοποίηση των



αποδόσεων. Όμοια αποτελέσματα φαίνονται και στους Kjendlie και Stallman το 2011 υποστηρίζοντας πως οι ψηλότεροι κολυμβητές θα κολυμπήσουν και πιο γρήγορα.

Το ύψος, το μήκος και δύναμη άνω άκρων, καθώς επίσης και οι διαστάσεις της πλάτης και του θώρακος συμβάλουν σημαντικά στις επιδόσεις αυτής της ηλικίας που μελετούμε. Η έρευνα των Geladas, Nassis, Pavlicevic (2004) σε δείγμα 263 κολυμβητές και κολυμβήτριες 12-14 ετών σε μικρές αποστάσεις αναφέρει χαρακτηριστικά πως οι συγκεκριμένες μετρήσεις συσχετίζονται με το αποτέλεσμα. Η προωθητική δύναμη στην κολύμβηση επηρεάζονται από το μήκος και τη δύναμη του βραχίονα. Τα συμπεράσματα της έρευνας συμπίπτουν και με τα αποτελέσματα των Avlonitou et al., (1996) σε κορίτσια ηλικίας 12-13 ετών όπου εμφανίζουν υψηλή συσχέτιση όσον αφορά το μήκος των άνω άκρων και αγωνιστικής επίδοσης. Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά καθώς επίσης και άλλοι παράμετροι βλέπουμε να συσχετίζονται θετικά και σε έρευνα των Taxtalis et. al., (2014) σε δείγμα 93 ατόμων. Οι αθλητές υψηλού επιπέδου εμφανίζουν συγκεκριμένα και ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όσον αφορά την σωματική τους διάπλαση.

Το ύψος και η παλάμη παίζουν καθοριστικό ρόλο στη δύναμη που εφαρμόζεται σε διάφορες φάσεις της κολυμβητικής δραστηριότητας. Οι έρευνες των Toussaint, Janssen και Kluft (1991) αναφέρουν χαρακτηριστικά πως η απόδοση επηρεάζεται από το ύψος.

## **5.2 Συμπεράσματα**

Από την επεξεργασία και τη συζήτηση των αποτελεσμάτων της έρευνας συνάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Υπάρχει θετική συσχέτιση δύναμης μεταξύ ισχυρής και μη ισχυρής παλάμης και κατ' επέκταση μεταξύ αντιβραχίων.
2. Η δύναμη της άκρας χείρας σχετίζεται μέτρια-αρνητικά με την απόδοση στα 50μ κολύμβησης ελεύθερου στυλ χωρίς τη συμβολή των κάτω άκρων.
3. Η δύναμη της δεξιάς άκρας χείρας σχετίζεται μέτρια με τα 50 μέτρα κολύμβησης χωρίς τη συμβολή των κάτω άκρων.

4. Η δύναμη της αριστερής άκρας χείρας σχετίζεται μέτρια αρνητικά με τα 50 μέτρα κολύμβησης χωρίς τη συμβολή των κάτω άκρων.
5. Η ισχύς και δύναμη των καμπτήρων του βραχίονα σχετίζεται μηδενικά με την απόδοση στα 50μ κολύμβησης ελευθέρου στυλ χωρίς τη συμβολή των κάτω άκρων σε άτομα ηλικίας 13-14.
6. Η ισχύς και δύναμη των εκτεινόντων του βραχίονα σχετίζεται μέτρια θετικά με την απόδοση στα 50μ κολύμβησης ελευθέρου στυλ χωρίς τη συμβολή των κάτω άκρων σε άτομα ηλικίας 13-14.
7. Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά ηλικίας 13-14 συμβάλουν θετικά στην απόδοση βραχέων αποστάσεων

### **5.3 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι η δύναμη και ισχύς των άνω άκρων συνδέεται με την απόδοση βραχέων αποστάσεων. Η απόδοση σε μικρές αποστάσεις συνδέεται σημαντικά με την ισομετρική ισχύ σε ασκήσεις ξηράς.

Στο μέλλον προτείνεται αύξηση της μυϊκής δύναμης των αθλητών κολύμβησης μέσα από ισομετρικές και ομόκεντρες συνθήκες. Το ασκησιολόγιο θα πρέπει να εστιάζει περισσότερο σε μιμητικές κινήσεις που πραγματοποιούνται μέσα στο νερό και να εφαρμόζεται καταλλήλως σε κάθε αθλητή ξεχωριστά. Στόχος των προπονητών θα πρέπει να είναι η ίση κατανομή και αύξηση δύναμης με προπόνηση εντός και εκτός νερού.

Θεωρείται απαραίτητη η αξιολόγηση των αθλητών τόσο για αποφυγή τραυματισμών όσο και για σχεδιασμό προπονητικών προγραμμάτων. Διερεύνηση και σύγκριση των ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών για την ανεύρεση και ανάπτυξη ταλέντων του υγρού στίβου. Ιδιαίτερη προσοχή στην ηλικία και στο ύψος ως προγνωστικοί παράγοντες για τις επιδόσεις των κολυμβητών και κολυμβητριών. Εστίαση στα άνω άκρα μιας και επηρεάζουν σημαντικά τις προωθητικές δυνάμεις που παράγει το σώμα. Τέλος, η χειροδυναμομέτρηση είναι χρήσιμη για την αξιολόγηση δύναμης τόσο σε άτομα που ασκούνται όσο και σε άτομα που δεν ασχολούνται με τον αθλητισμό. Θεωρείται απαραίτητη στις περιπτώσεις τραυματισμών, αποκατάστασης και αποθεραπείας.

Κρίνεται χρήσιμη μελλοντική έρευνα για να εξετάσει τη δύναμη μεταξύ δεξιού και αριστερού άκρου και πως αυτή εφαρμόζεται μέσα στο νερό σε μικρές αποστάσεις στις ηλικίες 12-14. Άλλη μια πρόταση προς διερεύνηση είναι οι δοκιμασίες δύναμης στα άνω άκρα εκτός νερού σε νεαρές ομάδες αθλητών και κατά πόσο έχει παρατηρηθεί βελτίωση στην επίδοσή τους έπειτα από συγκεκριμένο αριθμό συνεδριών (παρέμβαση). Θα πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη η μεταβολή τόσο στη δύναμη όσο και στα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά αυτής της ηλικίας. Κατά πόσο συμβάλει η δύναμη και κατά πόσο η τεχνική στην επίτευξη βέλτιστου χρόνου απόδοσης. Επιπλέον, θα ήταν απαραίτητη η διερεύνηση και ο σχεδιασμός ενός πρωτόκολλου για την εξέταση ισομετρικής δύναμης και μυϊκής αντοχής όσον αφορά τους εκτείνοντες του αγκώνα.

Τέλος, η έρευνα ασχολήθηκε με την αξιολόγηση 50 μέτρων με δεμένα τα κάτω. Θα ήταν σημαντική η δημιουργία προγράμματος αξιολόγησης δύναμης και ισχύος άνω άκρων και σε κολυμβητές με κινητικά προβλήματα και δυσκολίες στα κάτω άκρα.

Η εξέταση και αξιολόγηση της δύναμης (στατική δύναμη) και της μυϊκής αντοχής (λειτουργική δύναμη) εφαρμόζεται κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (όργανα και γωνίες μέτρησης) σε ξηρό περιβάλλον μελέτης. Η εφαρμογή τους μέσα στο νερό διαφέρει σημαντικά μιας και αλλάζει όλο το πλαίσιο εκτέλεσης. Η δύναμη είναι ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στην επίδοση των βραχέων αποστάσεων. Η σωστή εφαρμογή της δύναμης μέσα στο νερό διαφέρει κατά πολύ απ' ότι εκτός νερού. Οι διαφορετικές φάσεις κίνησης του χεριού απαιτούν και την κατάλληλη εφαρμογή δύναμης ή μη κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Η ορθή εφαρμογή δύναμης αποτελεί αξιοσημείωτο παράγοντα επίδοσης χωρίς να επηρεάζει την τεχνική του στυλ κολύμβησης.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alan Lynn (2006). Κολύμβηση, τεχνική, προπόνηση, στρατηγική αγώνα, Επιμέλεια Ελληνικής έκδοσης Αλεξίου Β. Σ., Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιανού Α.Ε.
- Αυλωνίτου Ε. (2000). Αθλητικές επιδόσεις στην κολύμβηση, College of Sports Sciences Press.
- Avlonitou, E., Ceorgiou, E., Douskas, G., Louizil, A. (1996). Estimation of Body Composition in Competitive Swimmers by Means of Three Different Techniques. *Int. Journal of Sports Medicine*. Vol.18:363 -368.
- Βαγενάς Γ. (2014). Στατιστικές εφαρμογές στην αθλητική επιστήμη με παραδείγματα στο SPSS, Αθήνα 2014.
- Chatterjee, S., Biswas, M.D., Chakraborty, B. (2015). A Study to Draw the Relationship between Selected Body Composition Variables and Free Style Swimming Performance of School Boys. *International Journal of Computational Engineering Res*. Vol.5 (7):44-47.
- Cochrane, K.C., Housh, T.J., Smith, C.M., Hill, E.C., Jenkins, N.D.M., Johnson, G.O., Housh, D.J., Schmidt, R.J, and Cramer, J.T. (2015). Relative contributions of strength, anthropometric, and body composition characteristics to estimated propulsive force in young male swimmers. *Journal of Strength Cond Res*. Vol.29 (6):1473–1479.
- Costill D, Maglisco E, Richardson A. (1996). Κολύμβηση, Επιμέλεια Ελληνικής έκδοσης, Σάββας Τοκμακίδης, Αργύρης Τουμπέκης. Εκδόσεις Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Costill, D.L., Kowaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., King, D. (1985). Energy Expenditure during Front Crawl Swimming: Predicting Success in Middle-Distance Events. *Int Journal of Sports Medicine*. Vol.6 (5):266-270.
- Dalamitros, A.A., Manou, V., Pelarigo, J.G. (2014). Laboratory-based tests for swimmers: methodology, reliability, considerations and relationship with front-crawl performance. *J. Hum. Sport Exerc*. Vol. 9 (1):172-187.
- Deschodt, V.J., Arsac, L.M., Rouard, A.H. (1988). 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. Vol.80 (3):192-199.

- Dokumaci, B., Aygun, C., Demir Dogan, D., Cakir Atabek, H. (2017) Investigating the Anthropometric Variables and Bio-Motoric Properties in Male and Female Swimmers. International Journal of Science Culture and Sport. Vol. 5 (4):274-284.
- Garrido, N.D., Silva, A.J., Fernandes, R.J., Barbosa, T.M., Costa, A.M., Marinho, D.A., Marques, M.C. (2012). High Level Swimming Performance and its Relation to non-specific Parameters: A Cross-Sectional Study on Maximum Handgrip isometric Strength. Perceptual and Motor Skills. Vol. 114 (3):936-948.
- Garrido, N., Marinho, D.A., Barbosa, T.M., Costa, A.M., Silva, A.J., Perez-Turpin, J.A., Marques, M.C. (2010). Relationship between Dry Land Strength, Power Variables and Sprint Performance in Young Competitive Swimmers. Journal of Human Sport and Exercise. Vol.5 (2):240-249.
- Geladas, N.D., Nassis, G.P., Pavlicevic, S. (2005). Somatic and Physical Traits Affecting Sprint Swimming Performance in Young Swimmers. International Journal of Sports Medicine. Vol.26:139-144.
- Girold, S., Calmels, P., Maurin, D., Milhau, N., Chatard, J.C. (2006). Assisted and resisted sprint training in swimming. Journal of Strength Conditioning Res. Vol.20 (3):547–554.
- Girold, S., Maurin, D., Dugue, B., J. Chatard, J.C., Millet, G. (2007). Effects of dry-land vs. resisted- and assisted-sprint exercises on swimming sprint performances. National Strength & Conditioning Association. J. Strength Cond. Res. Vol.21 (2):599–605.
- Gourgoulis, V., Aggeloussis, N., Vezos, N., Kasimatis, P., Antoniou, P., Mavromatis, G. (2008). Estimation of Hand Forces and Propelling Efficiency during Front Crawl Swimming with Hand Paddles. Journal of Biomechanics Vol. 41(1):208–215.
- Hager-Ross, C., Rosblad, B. (2002). Norms of Grip Strength in Children 4-16 years. Taylor and Francis Health Sciences. Acta Paediatr. Vol. 91: 617-625.
- Jürimäe, J., Haljaste, K., Cicchella, A., Lätt, E., Purge, P., Leppik, A., Jürimäe, T. (2007) Analysis of Swimming Performance from Physical,

Physiological and Biomechanical Parameters in Young Swimmers. *Pediatric Exercise Science* Vol.19(1):70-81.

- Karatrantou, K., Gerodimos, V., Angelakou, M., Psychou, D., Papadimitriou, D., Tsiakaras, N. (2012). The Effect of Sport Participation and Age on Peak Handgrip Strength. *Inquiries in Sport and Physical Education*. Vol. 10(3):17-27.
- Kjendlie, P.L., Stallman, R. (2011). Morphology and swimming performance. *World Book of Swimming: From Science to Performance*. Nova Science Publishers, Inc.
- Κλεισούρας Β., Γελαδας Ν., Κοσκολού Μ. (2015). *Εργομετρία, Εκδόσεις Πασχαλιδης, Broken Hill*.
- Klentrou, P.P., Montpetit, R.R. (1991). Physiologic and Physical Correlates of Swimming Performance. Department of Physical Education, University of Montreal. Vol. 7(1): 13-18.
- Lou, L.H., Wilson, N.C., Chai, W.J. (2017). Anthropometric Profiles of Malaysian Elite Swimmers. *International Conference on Movement, Health and Exercise*. Vol.58:101-105.
- Maglischo E. (2003). *Αγωνιστική Κολύμβηση, Επιμέλεια Ελληνικής έκδοσης, Εκδότης, Ελένη Σουλτανάκη*.
- McLeon I. (2010). *Swimming anatomy, Human Kinetics*.
- Molenaar, H.M., Selles, R.W., Zuidam, J.M., Hovius, S.E.R., Willemsen, S.P., Stam, H.J. (2010). Growth Diagrams for Grip Strength in Children. *Clinical Orthopedics and Related Research*. Vol.468:217-223.
- Nicolay, C.W., Walker, A.L. (2004). Grip Strength and Endurance: Influences of Anthropometric Variation, Hand Dominance and Gender. *International Journal of Industrial Ergonomics*. Vol.35:605-618.
- Παξινός Θ., Χαβανετιδης Κ. (2011). *Νόρμες Αξιολόγησης για ασκηση και ευρωστία, Αθλοτυπο*.
- Seifert, L., Barbosa, T., Kjendlie, P. L. (2010). Biophysical Approach in Swimming: Gender Effect. In: *Gender Gap: Causes, Experiences and Effects*. Editor: Samuel A. Davies, pp. Nova Science Publishers, Inc.:1-22.

- Sharp, R.L., Troup, J.P., Costill, D.L. (1982). Relationship between Power and Sprint Freestyle Swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol.14(1):53-56.
- Συμβούλιο της Ευρώπης, Επιτροπή για την ανάπτυξη των σπορ (1992). Eurofit-European test of physical fitness, Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Τοκμακίδης Σ., Εκδόσεις Σάλτο.
- Taxtalis, T., Gougroulis, V., Koltsis, C., Toubekis, A., Aggeloussis, N., Volaklis, K., Tokmakidis, S. (2014). Relationship between Selected Anthropometric Characteristics and Swimming Performance in Young Male and Female Swimmers. *Inquiries in Sport and Physical Education*. Vol. 12(2):22-33.
- Τερζής, Γ., Κρασέ, Α., Καρατζαφέρη, Χ. (2015). Αξιολόγηση Μυϊκής Δύναμης-Μυϊκής Ισχύος. Εγχειρίδιο για την σωματική αξιολόγηση ειδικών πληθυσμών: δοκιμασίες εργαστηρίου και πεδίου για την επιστημονική υποστήριξη προγραμμάτων άσκησης για υγεία. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Κάλλιπος κεφ 5.
- Testing Physical Fitness: EUROFIT. Experimental Battery-Provisional Handbook. Council of Europe, Strasbourg, 1983.
- Toussaint, H.M., Beek, P.J. (1992). Biomechanics of Competitive Front Crawl Swimming. Department of Health Science, and Department of Psychology, Faculty of Human Movement Sciences Vrije Universiteit and Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, The Netherlands. *Sports Medicine* Vol.13 (1):8-24.
- Toussaint, H.M., Beek, P. J. (1994). Energetics of Competitive Swimming Implications for Training Programmes. *Sports Medicine* Vol. 18(6):384-405.
- Zampagni, M.L., Casino, D., Benelli, P., Visani, A., Marcacci, M., De Vito, G. (2008) Anthropometric and strength variables to predict freestyle performance times in elite master swimmers. *Journal of Strength Cond Res*. Vol.22(4):1298-1307
- Zuniga, J., Housh, T.J., Mielke, M., Hendrix, C.R., Camic, C.L., Johnson, G.O., Housh, D.J., Schmidt, R.J. (2011). Gender comparisons of anthropometric characteristics of young sprint swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Res*. Vol.25(1):103-108