



ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού

Τομέας Υγρού Στίβου

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΥΝΑΜΗΣ ΤΩΝ ΑΝΩ ΑΚΡΩΝ ΣΕ
ΚΟΛΥΜΒΗΤΡΙΕΣ**

Κορτσινίδη Συμέλα, Μανιού Αικατερίνη

Ειδικότητα Κολύμβησης

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2017



ΕΘΝΙΚΟ & ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού

Τομέας Υγρού Στίβου

**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΑΣΥΜΜΕΤΡΙΑΣ ΣΤΗΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΔΥΝΑΜΗΣ ΤΩΝ ΑΝΩ ΑΚΡΩΝ ΣΕ
ΚΟΛΥΜΒΗΤΡΙΕΣ**

Κορτσινίδη Συμέλα, Μανιού Αικατερίνη

Επιβλέπων Καθηγητής: Τουμπέκης Ανάργυρος, Επίκουρος

Καθηγητής

Ακαδημαϊκό έτος 2016-2017

Ευχαριστίες

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα θέλαμε να δώσουμε στον καθηγητή της ειδικότητας κολύμβησης κύριο Αργύρη Τουμπέκη που μας βοήθησε να βγάλουμε εις πέρας με επιτυχία την πτυχιακή εργασία . Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους τους καθηγητές μας , που όλα αυτά τα χρόνια μας καθοδηγούσαν , μας μετέφεραν την γνώση τους και μας δίδαξαν όλα όσα γνωρίζουμε σήμερα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει πιθανές ασυμμετρίες στην εφαρμογή δύναμης των άνω άκρων μετά από διαφορετικές δοκιμασίες προσδεμένης κολύμβησης σε νεαρές αθλήτριες. Στη μελέτη συμμετείχαν 10 κολυμβήτριες εθνικού επιπέδου ηλικίας $14,5 \pm 0,5$ ετών. Όλες οι αθλήτριες πραγματοποιούσαν δύο δοκιμασίες 30 s προσδεμένης κολύμβησης με το ελεύθερο στυλ κολυμπώντας i) κανονική κολύμβηση και ii) μόνο με χέρια. Οι δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν με ισοσταθμισμένη σειρά και η αποκατάσταση μεταξύ τους ήταν 30 λεπτά. Η δύναμη που εφαρμόζεται με κάθε χέρι ξεχωριστά μετρήθηκε σε κάθε δοκιμασία και ο δείκτης ασυμμετρίας υπολογίστηκε για τους πρώτους πέντε, τους ενδιάμεσους και τους τελευταίους πέντε κύκλους χεριών. Πριν την εκτέλεση της πρώτης προσπάθειας και μετά την ολοκλήρωσή της κατεγράφη η ισομετρική δύναμη λαβής για τα δύο χέρια με χειροδυναμόμετρο (Takei-5001). Για την μέτρηση της δύναμης στην προσδεμένη κολύμβηση χρησιμοποιήθηκε πιεζοηλεκτρικό δυναμόμετρο (MuscleLab 4000, Ergotest, Norway). Οι δείκτες ασυμμετρίας των δύο δοκιμασιών κανονικής κολύμβησης και κολύμβησης με χέρια δεν διέφεραν μεταξύ τους (Κανονική κολύμβηση: $4,6 \pm 5,1$, Μόνο χέρια: $1,7 \pm 3,3\%$, $p > 0,05$) και δεν εμφανίστηκε διαφορά μεταξύ των πρώτων, των ενδιάμεσων και τελευταίων κύκλων χεριάς σε κάθε δοκιμασία (Κανονική κολύμβηση: $5,0 \pm 4,9$, $4,7 \pm 5,0\%$, $4,6 \pm 5,7$, Μόνο χέρια: $1,3 \pm 3,6$, $1,4 \pm 4,0$, $1,9 \pm 4,4\%$, $p > 0,05$). Σημαντική διαφορά εμφανίστηκε μεταξύ του δείκτη ασυμμετρίας που υπολογίστηκε από την ισομετρική δύναμη λαβής ($0,04 \pm 1,62\%$) με όλους τους υπόλοιπους δείκτες ασυμμετρίας στην προσδεμένη κολύμβηση ($p < 0,05$). Σε νεαρές κολυμβήτριες δεν εμφανίζεται ασυμμετρία στην εφαρμογή δύναμης των άνω άκρων ανεξάρτητα από τη δοκιμασία που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση.

Λέξεις κλειδιά: προσδεμένη κολύμβηση, δύναμη έλξης, κολυμβήτριες

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
1. Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	9
1.1 Προσδιορισμός του προβλήματος	10
1.2 Σκοπός της μελέτης	10
1.3 Σημασία της μελέτης	10
1.4 Όρια και περιορισμοί της μελέτης	10
2 Κεφάλαιο 2: Ανασκόπηση	12
2.1 Πλευρίωση εγκεφάλου	12
2.2 Διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού	13
2.3 Εφηβική ηλικία	14
2.4 Διαφορές μεταξύ αγοριών κοριτσιών	15
2.5 Βιολογική ωρίμανση με την κλίμακα Tanner	16
2.6 Ανισορροπίες στην κολύμβηση	20
2.7 Μέθοδοι αξιολόγησης ασυμμετρίας	21
2.8 Προσδεμένη κολύμβηση	21
3 Κεφάλαιο 3: Μεθοδος	23
3.1 Συμμετέχοντες	23
3.2 Εξοπλισμός	23
3.3 Πειραματική διαδικασία	24
3.4 Στατιστική επεξεργασία	26
4 Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα	27
4.1 Διαφορά δύναμης μεταξύ κανονικής κολύμβησης και κολύμβησης με χέρια	27
4.2 Διαφορά δεξιού και αριστερού χεριού στις δύο δοκιμασίες	27

4.3	Σύγκριση των δεικτών ασυμμετρίας στα τεστ στις χρονικές στιγμές των δοκιμασιών	29
4.4	Σύγκριση των δεικτών ασυμμετρίας με την ασυμμετρία έξω από το νερό	30
4.5	Συσχέτιση μεταξύ των δεικτών ασυμμετρίας	31
5	Κεφάλαιο 5: Συζήτηση	33
5.1	Κύρια ευρήματα της έρευνας	33
5.2	Σύγκριση με προηγούμενες μελέτες	33
5.3	Ερμηνεία των ευρημάτων	34
6	Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα	36
7	Κεφάλαιο 7: Προτάσεις για μελλοντικές μελέτες	37
8	Βιβλιογραφία	38

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΙΚΟΝΩΝ

	Σελ.
Εικόνα 2.1 Η κλίμακα Tanner για το θηλυκό φύλο	18
Εικόνα 2.2 Η κλίμακα Tanner για το αρσενικό φύλο	19
Εικόνα 3.1 Συσκευή που χρησιμοποιείται για το test προσδεμένης κολύμβησης	24

ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

	Σελ.
Σχήμα 4.1	Δύναμη για τις δύο δοκιμασίες σε 20 κύκλους χεριάς 27
Σχήμα 4.2	Διαφορές στη δύναμη δεξιού και αριστερού χεριού κατά 28 την κανονική κολύμβηση και την κολύμβηση μόνο με χέρια για 20 κύκλους χεριάς
Σχήμα 4.3	Διαφορά μέσης δύναμης δεξιού και αριστερού χεριού για 29 κανονική κολύμβηση και κολύμβηση μόνο με χέρια
Σχήμα 4.4	Διαφορά στο δείκτη ασυμμετρίας για τις δύο δοκιμασίες σε 30 διαφορετικές χρονικές στιγμές
Σχήμα 4.5	Συσχέτιση ασυμμετρίας στην χειροδυναμομέτρηση και 31 στην κανονική κολύμβηση
Σχήμα 4.6	Συσχέτιση ασυμμετρίας στην χειροδυναμομέτρηση και 32 στην κολύμβηση μόνο με χέρια
Σχήμα 4.7	Συσχέτιση ασυμμετρίας στην κανονική κολύμβηση και 32 κολύμβηση μόνο με χέρια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

Ο κάθε άνθρωπος από την αρχή της γέννησής του επιλέγει ποιο χέρι θα είναι το κυρίαρχο στις καθημερινές ασχολίες, για παράδειγμα ένα παιδί αρχίζει να ζωγραφίζει κρατώντας τον μαρκαδόρο με το δεξί του χέρι. Αυτό συνήθως υποδηλώνει ότι το κυρίαρχο χέρι που θα χρησιμοποιεί στην καθημερινότητα θα είναι το δεξί. Βεβαίως υπάρχουν εξαιρέσεις όπως στα παιδιά που γεννιούνται με αμφιδεξιότητα, δηλαδή μπορούν να χρησιμοποιήσουν και τα δύο χέρια για όλες τις ασχολίες ακόμη και στο γράψιμο. Όλα έχουν βέβαια ως κέντρο ελέγχου τον εγκέφαλο κάθε ανθρώπου, και την ασυμμετρία των εγκεφαλικών ημισφαιρίων. Ο εγκέφαλός μας είναι υπαίτιος για όλες τις λειτουργίες του σώματός μας, τόσο σωματικές όσο και ψυχολογικές.

Όσο αναφορά την κολύμβηση, οι αθλητές ασυνείδητα κάνουν διαφορετικά πρότυπα κίνησης μεταξύ των χεριών μέσα στο νερό, με αποτέλεσμα το ένα από τα δύο χέρια να πραγματοποιεί ιδανικότερη κίνηση. Η κίνηση αυτή βέβαια δεν είναι εμφανής από τον εξωτερικό παρατηρητή αλλά πρέπει να γίνει λεπτομερής ανάλυση της εικόνας μετά από βιντεοσκόπηση με συστήματα 2D ή 3D κάμερες (Lee, Burkett, Thiel & James, 2011). Το πρόβλημα είναι ότι εάν το ένα χέρι είναι πιο δυνατό από το άλλο, τότε κατά τη διάρκεια χρησιμοποίησης του αδύναμου χεριού η απόδοση θα μειώνεται. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα το κυρίαρχο χέρι να πραγματοποιεί μεγαλύτερο μέρος της προσπάθειας. Αυτό δεν ισχύει μόνο για την κολυμβητική απόδοση, αλλά και για άλλα αθλήματα τα οποία βασίζονται στη δύναμη των χεριών. Για την ασυμμετρία των δύο χεριών υπάρχουν κιναισθητικές δοκιμασίες οι οποίες καθορίζουν την διαφορετικότητα μεταξύ τους (Adamo & Martin, 2009). Ακόμα, για την μέτρηση της δύναμης του κάθε χεριού, έξω από το νερό, υπάρχει το χειροδυναμόμετρο.

Στην έρευνα αυτή θα αναφερθεί η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον τρόπο συλλογής των δεδομένων σχετικά με την ασυμμετρία των δύο χεριών και της δύναμης του κάθε χεριού. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μέσω της προσδεμένης κολύμβησης σε κορίτσια εφηβικής ηλικίας. Στη συνέχεια της έρευνας θα γίνει ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που χρησιμοποιήθηκε. Τέλος θα γίνει ανάλυση των αποτελεσμάτων, και η συζήτηση με τα συμπεράσματα.

1.1 Προσδιορισμός του προβλήματος

Όσο αναφορά την έρευνα αυτή, ο κύριος προβληματισμός είναι το αν υπάρχει διαφορά δύναμης μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού σε νεαρές κολυμβήτριες κατά τη διάρκεια της προσδεμένης κολύμβησης.

1.2 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να εξετάσει τις διαφορές δύναμης στα άνω άκρα κατά την εκτέλεση προσδεμένης κολύμβησης με κανονική κολύμβηση και σε κολύμβηση μόνο με χέρια.

1.3 Σημασία της μελέτης

Η σημασία της μελέτης αυτής, είναι μέσω των αποτελεσμάτων να προληφθούν οι τραυματισμοί των αθλητριών, τυχών λάθος εκτέλεσης της τεχνικής του στυλ κολύμβησης και η προστασία των αθλητών από επιβάρυνση του ενός μόνο άκρου.

1.4 Όρια και περιορισμοί της μελέτης

Οι δοκιμασίες ολοκληρώθηκαν σε 2 διαφορετικές ημέρες που απείχαν η μία από την άλλη 24 ώρες. Οι δοκιμασίες έγιναν σε δύο κολυμβητήρια 25 μέτρων με τις ίδιες θερμοκρασίες νερού και περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία πισίνας και των δύο κολυμβητηρίων ήταν 25-26 °C. Οι καιρικές συνθήκες που πραγματοποιήθηκαν τα τεστ, και τις δύο ημέρες ήταν παρόμοιες χωρίς σημαντικές διαφορές (θερμοκρασία $20^{\circ}\pm 2^{\circ}$).

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε μόνο σε κορίτσια νεαρής ηλικίας. Τα αποτελέσματα μπορεί να είναι διαφορετικά σε αγόρια. Η ηλικία των συμμετεχόντων ήταν 14 ± 1 χρονών, κάτι που σημαίνει ότι η μελέτη δεν μπορεί να γενικευτεί για όλες τις ηλικίες αθλητριών. Οι δοκιμασίες διεξήχθησαν κατά τη διάρκεια της περιόδου ειδικής προετοιμασίας. Σε άλλες περιόδους της προετοιμασίας η δύναμη των κολυμβητριών

μπορεί να είναι διαφορετική. Τέλος για την αξιολόγηση της ασυμμετρίας των άνω άκρων, συγκρίθηκε μόνο ο παράγοντας δύναμη των άνω άκρων στις αθλήτριες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Ανασκόπηση

2.1 Πλευρίωση εγκεφάλου

Ο όρος εγκεφαλική ασυμμετρία αναφέρεται στη διαφοροποιημένη εξειδίκευση, ιδιαίτερα στον άνθρωπο, των δυο εγκεφαλικών ημισφαιρίων για μια λειτουργία ή δραστηριότητα (Βλάχος & Ανδρέου, 2009). Θεωρείται ότι πολλές ασυμμετρίες στη συμπεριφορά του ανθρώπου, αποδίδονται στην ημισφαιρική ασυμμετρία. Πιο ειδικά η γλωσσική λειτουργία, οι κινητικές δραστηριότητες της δεξιάς πλευράς του σώματος ελέγχονται από το αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο, ενώ το δεξί ημισφαίριο ελέγχει τις μη-λεκτικές και τις κινητικές δραστηριότητες της αριστερής πλευράς του σώματος, δηλαδή κάθε ημισφαίριο ελέγχει την «χιαστί» αντίθετη πλευρά του σώματος.

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος, αν και εξωτερικά φαίνεται συμμετρικός, είναι πλευριωμένος, όχι μόνο ανατομικά (νευροανατομική εγκεφαλική πλευρίωση) αλλά και λειτουργικά (λειτουργική εγκεφαλική πλευρίωση) (Martin, 2003). Το αριστερό ημισφαίριο είναι υπεύθυνο για την αντίληψη του χρόνου, την ομιλία, της γραφή, την αντίληψη του λόγου, τον συμβολισμό, τη λεκτική μνήμη, την αναλυτική σκέψη. Το δεξί ημισφαίριο από την άλλη, είναι υπεύθυνο για την οπτική αντίληψη του χώρου, του χιούμορ, τα συναισθήματα, την επικοινωνία, τη «γλώσσα του σώματος», τη δημιουργικότητα, την φαντασία και την καλλιτεχνική έκφραση. Βέβαια, εκτός των νοητικών λειτουργιών, παράλληλα ελέγχουν και συντονίζουν τις κινητικές λειτουργίες του σώματός μας.

Όσο αναφορά τη διαφορετικότητα των δύο φύλων, γυναίκες – άνδρες, έχουν πραγματοποιηθεί πολλές έρευνες για το αν υπάρχει διαφορά στον εγκέφαλο της γυναίκας και τον εγκέφαλο του άνδρα, έτσι ώστε, αν υπάρχει διαφορά, να μπορεί να εξηγηθεί η διαφορετικότητα των δύο φύλων. Ο Halpern (2013), αναφέρει ότι η διαφορετικότητα των δύο φύλων δεν μπορεί να εξηγηθεί από τον εγκέφαλό τους, διότι οι διαφορές δεν είναι τόσο σημαντικές.

2.2 Διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού

Η προτίμηση χεριού πιστεύεται ότι είναι ένας δείκτης των ασυμμετριών των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, που αποτελούν τη σύνθετη ανθρώπινη νόηση, καθώς και των ασυμμετριών του κινητικού φλοιού (Amunts, et al., 1996). Η κατεύθυνση και ο βαθμός της προτίμησης χεριού προτάθηκαν να είναι ανεξάρτητες πτυχές και μπορεί να κωδικοποιούνται χωριστά στον εγκέφαλο (Dassonville, et al., 1997). Σύμφωνα με τους Volkmann, Schnitzler, Witte και Freund (1998) σε μια έρευνα που διεξήγαν, ανέφεραν ότι η λειτουργική ασυμμετρία των κινήσεων των χεριών στον κινητικό φλοιό είναι πιθανότερο αναγκαία προϋπόθεση παρά συνέπεια του χεριού.

Ο Corballis (2009) αναφέρει ότι η εκδήλωση της εγκεφαλικής ασυμμετρίας δεν είναι καθόλου προφανής στην πραγματική δομή των χεριών, αν και υπάρχουν ορισμένες διαφορές στη δύναμη των μυών και της πυκνότητας οστών που ευνοούν το κυρίαρχο χέρι. Επίσης αναφέρει ότι η προτίμηση χεριού είναι προφανώς ένα ζήτημα διαφορετικών δεξιοτήτων και δραστηριοτήτων μεταξύ των χεριών, αντικατοπτρίζοντας μια εγκεφαλική ασυμμετρία και όχι μια μηχανική.

Μελέτες έδειξαν ότι για τους δεξιόχειρες το κυρίαρχο χέρι, δηλαδή το δεξί χέρι, έχει σημαντικά μεγαλύτερη δύναμη από το μη κυρίαρχο, δηλαδή το αριστερό χέρι ($p < 0,05$). Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα βέβαια δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί για τους αριστερόχειρες, διότι η διαφορά στις μετρήσεις δεν ήταν σημαντική ($p > 0,05$) (Incel, Ceceli, Durukan, Erdem & Yorgancioglu, 2002).

Ακόμη μελέτες έδειξαν ότι οι γυναίκες σε σχέση με τους άντρες, ανεξαρτήτως το κυρίαρχο χέρι, έχουν λιγότερη δύναμη πιασίματος και στα δύο χέρια (Crosby & Wehbe, 1994). Αυτό προφανώς είναι λογικό, διότι οι άνδρες έχουν μεγαλύτερο μυϊκό ιστό σε σχέση με τις γυναίκες. Τέλος, φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι οι διαφορές μεταξύ του δεξιού και αριστερού χεριού υπάρχουν, ανάλογα με ποιο χέρι είναι το κυρίαρχο στο κάθε άτομο. Οι διαφορές είναι κυρίως σε θέμα δύναμης του κάθε χεριού και όχι σε θέμα ανατομίας.

2.3 Εφηβική ηλικία

Όταν αναφερόμαστε στον όρο εφηβεία, εννοούμε παιδιά ηλικίας 12-18 χρονών. Τα αγόρια μπαίνουν στην εφηβική ηλικία κατά μέσο όρο δύο χρόνια αργότερα σε σχέση με τα κορίτσια (Malina, 2012). Η ανάπτυξη στην εφηβεία χαρακτηρίζεται από πολλές φυσικές αλλαγές, με τις οποίες το σώμα ενός παιδιού ωριμάζει και γίνεται ενήλικας. Αυτές οι αλλαγές συμβαίνουν για μερικά χρόνια και περιλαμβάνουν σημαντικές αλλαγές στο ύψος, στο ποσοστό λίπους, στη σύνθεση των οστών και των μυών, στη διάπλαση του εγκεφάλου, καθώς και άλλων μορφολογικών αλλαγών του σώματος. Η βελτίωση των κινητικών δεξιοτήτων ακολουθεί τα παρακάτω στάδια: εμφάνιση νέων δεξιοτήτων, βελτίωση του τύπου της κίνησης, βελτίωση του αποτελέσματος της εκτέλεσης, απόκτηση νέων συνδυασμών της δεξιότητας, βελτίωση της προσαρμοστικότητάς της στο περιβάλλον (Τζέτζης & Λόλα, 2015).

Βέβαια αυτό είναι αμφιλεγόμενο διότι σύμφωνα με τους Faigenbaum, Zaichkowsky, Westcott, Micheli & Fehlandt (1993) μέσω μιας έρευνας που διεξήγαν, με παιδιά ηλικίας 8-12 χρονών, πραγματοποίησαν δύο φορές τη βδομάδα, για 8 εβδομάδες, προπόνηση δύναμης με αντιστάσεις. Το συμπέρασμα που έβγαλαν από αυτή τη μελέτη ήταν ότι τα παιδιά, ακόμα και από τόσο μικρή ηλικία, μπορούν να ωφεληθούν απ' την προπόνηση με αντιστάσεις, αν αυτή πραγματοποιηθεί με τον σωστό τρόπο.

Επομένως φτάνουμε στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά στην εφηβική ηλικία ακόμη πλάθονται τόσο σωματικά όσο και ψυχολογικά. Πρέπει λοιπόν ο ενήλικος πληθυσμός να τα αντιμετωπίζει ως έφηβους και όχι ως μικρούς ενήλικες. Όσο αναφορά την αθλητική δραστηριότητα, ο γυμναστής – προπονητής που θα αναλάβει έφηβους, θα πρέπει να γνωρίζει πώς να τους συμπεριφερθεί και τι προπόνηση να τους υποβάλει να πραγματοποιήσουν, για τη σωστή σωματική και ψυχική τους ανάπτυξη. Η ηλικία συσχετίζεται σημαντικά με την ασυμμετρία της δεξιάς και αριστερής πλευράς του σώματος (Wilson & Manning, 1996).

Η κολύμβηση θεωρείται συμμετρικό άθλημα (Van de Velde, De Mey, Maenhout, Calders & Cools, 2011), όμως σύμφωνα με τον Gozlan, και άλλους (2006), μέσω σχετικών ερευνών, βρέθηκαν διαφορές σε δεξιά και αριστερή πλευρά των ώμων στην ισοκινητική περιστροφική δύναμη των κολυμβητών, οι οποίοι βρίσκονταν στην εφηβική ηλικία.

2.4 Διαφορές μεταξύ αγοριών κοριτσιών

Οι διαφορές των δύο φύλων στο σώμα γίνεται πιο έντονη στην πρώιμη εφηβεία. Παρόλο που απ' την παιδική ηλικία τα κορίτσια έχουν αρχίσει να εμφανίζουν διαφορά στο σώμα τους σε σχέση με τα αγόρια, η διαφορά γίνεται πιο έντονη με την αρχή της ήβης. Τα αγόρια βέβαια αναπτύσσουν πιο μεγάλα κόκαλα, πιο πολλούς μυϊκούς ιστούς και φαρδύτερους ώμους. Αυτό καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ίσως τα αγόρια να παραμένουν δυνατότερα σε σχέση με τα κορίτσια καθ' όλη την βιολογική τους ανάπτυξη.

Η άσκηση προκαλεί αύξηση της μυϊκής και μείωση της λιπώδους μάζας, γεγονός που έχει ιδιαίτερη σημασία για τις γυναίκες, καθώς σ' αυτές η απώλεια της λιπώδους μάζας είναι μικρότερη απ' όσο στους άνδρες (Παπαδοπούλου, 2003). Όπως γνωρίζουμε το σωματικό λίπος των γυναικών, κυρίως όταν περνάνε από την παιδική ηλικία στη εφηβεία, αρχίζει να αυξάνεται λόγω της διαφορετικής ανάπτυξης των λιπώδη πτυχών του δέρματος, για παράδειγμα ο μαστός, δηλαδή τα δευτερογενής χαρακτηριστικά του φύλου. Τα κορίτσια κατά την εφηβεία αναπτύσσουν γυναικεία χαρακτηριστικά στο πρόσωπο και στο σώμα. Το φάρδος στην λεκάνη διαφέρει ήδη πριν την εφηβεία σε σχέση με τα αγόρια. Βέβαια τα χαρακτηριστικά του σώματος και στα κορίτσια και στα αγόρια, στην εφηβεία, είναι ακόμη προς ανάπτυξη, ενώ η τελειοποίηση του σώματος πραγματοποιείται μέχρι την αρχή της ενηλικίωσης.

Επιπρόσθετα στο γυναικείο φύλο, στην εφηβική ηλικία, εμφανίζεται η έμμηνος ρύση. Η εμμηνόρροια συσχετίζεται με την έναρξη της εφηβείας και την ανάπτυξη του μαστού (American Academy of Pediatrics, & American College of Obstetricians and Gynecologists, 2006). Στις περισσότερες γυναίκες, η έμμηνος ρύση, διαρκεί 3-7 ημέρες (Flug, Largo & Prader, 1984). Ωστόσο η εμφάνισή της δεν είναι σταθερή. Οι περισσότεροι φυσιολογικοί κύκλοι κυμαίνονται στις 21 έως 45 ημέρες, αλλά μπορεί να εμφανιστούν συντομότεροι κύκλοι μικρότεροι των 20 ημερών ή μεγαλύτεροι των 45 (American Academy of Pediatrics, & American College of Obstetricians and Gynecologists, 2006). Χρησιμοποιώντας τη λέξη κύκλος εννοούμε την περίοδο από την αρχή της εμμηνόρροιας έως την επόμενη εμφάνισή της.

Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι σύμφωνα με έρευνα που διεξήγαγαν οι DeHaven & Lintner (1986), παρατηρήθηκε ότι το ποσοστό των ανδρών σε τραυματισμούς στον ώμο και στο χέρι είναι σημαντικά υψηλότερα από το ποσοστό

τραυματισμών στις γυναίκες. Επίσης παρατηρήθηκε γενικά ότι οι άνδρες είναι πιο επιρρεπείς σε τραυματισμούς ακόμη και στα γόνατα σε σχέση με τις γυναίκες. Αυτό προφανώς οφείλεται στην ανατομία των δύο φύλων. Θα μπορούσε να οφείλεται επίσης στην ευλυγισία, στην οποία θεωρείτε το γυναικείο φύλο πιο ευλύγιστο σε σχέση με το αντρικό.

Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στην ασυμμετρία του χεριού, και στην ασυμμετρία της δύναμης χεριών ανάμεσα στο γυναικείο και αντρικό φύλο (Van Dongen, Cornille & Lens, 2009). Γνωρίζουμε βέβαια από προηγούμενες αναφορές ότι οι μύες των ανδρών είναι μεγαλύτεροι από τους μύες των γυναικών, αλλά σαν ποσοστό οι διαφορές μεταξύ τους δεν είναι σημαντικές. Τα αγόρια έχουν μεγαλύτερη βραχιόνια διάφυση και πλάτος κεφαλής σε σχέση με τα κορίτσια (Auerbach & Ruff, 2006). Σύμφωνα με τον Maglisco (2003), ο βραχίονας είναι ένα βοηθητικό μέσω στην προώθηση του κολυμβητή. Συμπερασματικά, οι άνδρες κολυμβητές μπορούν να παράγουν μεγαλύτερη προωθητική δύναμη μέσω των χεριών τους, σε σχέση με τις γυναίκες.

2.5 Βιολογική ωρίμανση με την κλίμακα Tanner

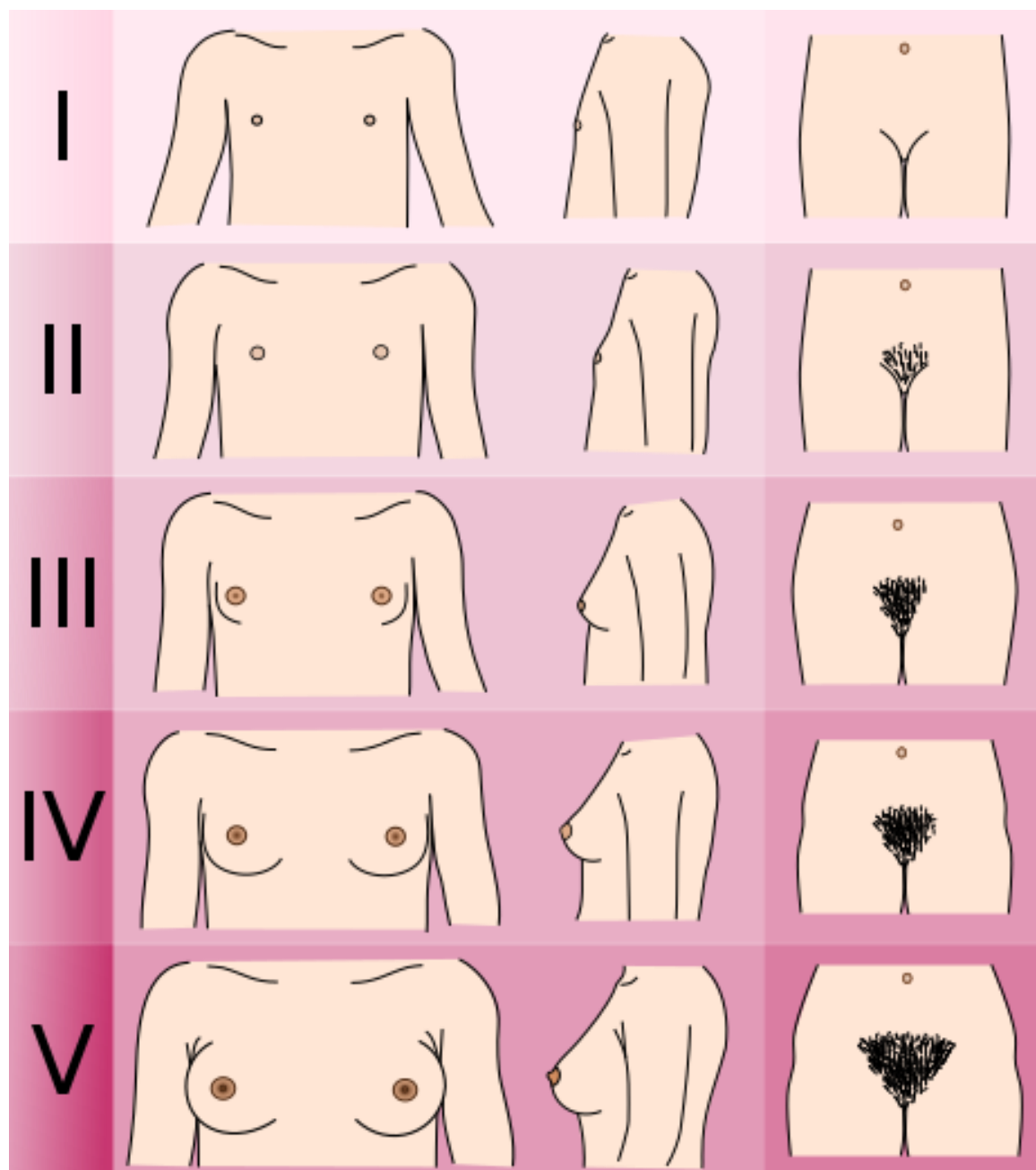
Με τον όρο βιολογική ωρίμανση εννοούμε την σωματική ανάπτυξη του κάθε ατόμου, το οποίο εννοιολογικά δεν έχει την ίδια σημασία με την χρονολογική ηλικία. Λέγοντας σωματική ανάπτυξη εννοούμε την ανάπτυξη των δευτερογενών χαρακτηριστικών του φύλου και την ήβη. Λέγοντας χρονολογική ηλικία εννοούμε την πραγματική ηλικία του ατόμου, δηλαδή από την ημέρα γέννησής του έως τώρα (Malina, Rogol, Cumming, e Silva & Figueiredo, 2015). Αυτό σημαίνει ότι μπορεί δύο παιδιά να έχουν ακριβώς την ίδια χρονολογική ηλικία αλλά η βιολογική τους ωρίμανση να είναι διαφορετική. Για παράδειγμα δύο αγόρια 13^{ov} χρονών έχουν την ίδια μέρα γενέθλια, αλλά ο ένας έχει εμφανίσει τριχοφυΐα στα γεννητικά όργανα ενώ ο άλλος όχι. Αυτό σημαίνει ότι η βιολογική τους ωρίμανση δεν είναι στο ίδιο στάδιο.

Η διαδικασία ωρίμανσης είναι ένας σημαντικός παράγοντας στις αλλαγές που συμβαίνουν στη σωματική ανάπτυξη, τη φυσική κατάσταση και τη φυσική απόδοση σε παιδιά και εφήβους (Freitas et al., 2014). Στον αθλητισμό, και πόσο μάλλον στην κολύμβηση που τα παιδιά τα παρατηρείς με μαγιά, είναι ευκολότερο να

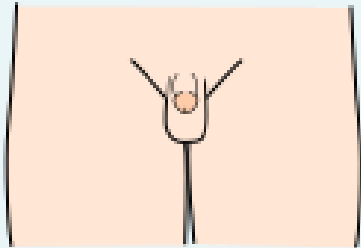
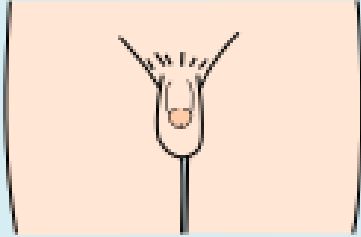
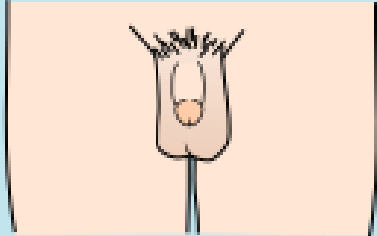
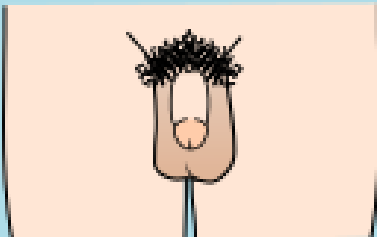
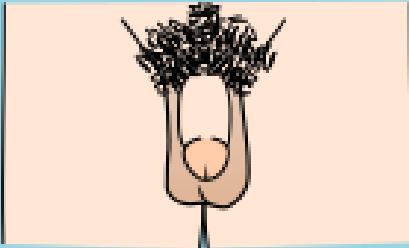
παρακολουθήσεις την σωματική τους ανάπτυξη, και ως αποτέλεσμα και την βιολογική τους ωρίμανση.

Σύμφωνα με τον Tanner (αναφέρει ο Marshall & Tanner το 1969) η ανάπτυξη των μαστών στα κορίτσια και η ανάπτυξη των ηβικών τριχών συμβαίνουν σχεδόν ταυτόχρονα, και, κατά μέσο όρο, η ολοκλήρωση της ανάπτυξής τους χρειάζεται 3 χρόνια. Το ίδιο συμβαίνει και στα αγόρια για τα γεννητικά όργανα και την ήβη, τα οποία αναπτύσσονται σταδιακά (Marshall & Tanner, 1970).

Με βάση τα παραπάνω δημιουργήθηκε μια κλίμακα, η κλίμακα Tanner, η οποία ορίζει τη σωματική ανάπτυξη σε παιδιά, εφήβους και ενήλικες. Οι μετρήσεις που γίνονται για να οριστεί η σωματική ανάπτυξη, και ως αποτέλεσμα η βιολογική ωρίμανση, βασίζονται στα πρωτογενή και δευτερογενή χαρακτηριστικά του φύλου, όπως το μέγεθος του μαστού, γεννητικά όργανα, όγκος των όρχεων και ανάπτυξη των ηβικών τριχών. Ονομάστηκε κλίμακα Tanner διότι προσδιορίστηκε για πρώτη φορά από τον James Tanner, βρετανό παιδίατρο (Tanner, 1962). Η κλίμακα αυτή χωρίζεται σε 5 στάδια για τα γεννητικά όργανα του αρσενικού φύλου, 5 στάδια για το μαστό του θηλυκού φύλου, και 5 στάδια για την ηβική τρίχα και για άνδρες και για γυναίκες. Στις Εικόνες 2.1 και 2.2 απεικονίζονται τα στάδια για γυναίκες και άντρες.



Εικόνα 2.1. Η κλίμακα Tanner για το θηλυκό φύλο (Michał Komorniczak, αναφέρεται από Roberts, 2016).

I		3 $\leq 2,5$
II		4 $2,5-3,2$
III		10 $3,6$
IV		16 $4,1-4,5$
V		25 $>4,5$

Εικόνα 2.2. Η κλίμακα Tanner για το αρσενικό φύλο (Michał Komorniczak, αναφέρεται από Roberts, 2016).

Η δύναμη έλξης είναι υψηλότερη στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια ίδιας βιολογικής ηλικίας (λόγο ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών και λόγω της απόκλισης της ταχύτητας μεταξύ των φύλων). Επίσης η οριζόντια ταχύτητα του ισχίου υπερσχύει στα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια ίδια βιολογικής ωρίμανσης (Barbosa et al., 2013).

2.6 Ανισορροπίες στην κολύμβηση

Σύμφωνα με μελέτες, παράγοντες που μπορεί να προκαλούν ανισορροπίες μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού είναι: μια γενετική σύνδεση με τους γονείς, εξωγενής παράγοντες ή το κοινωνικό περιβάλλον (Johnston, Nicholls, Shah & Shields, 2013). Η Annett (1985), προσπαθώντας να συνδέσει το γενετικό μοντέλο με την προτίμηση χεριού και τις γνωστικές ικανότητες, ανέφερε ότι η ισχυρή τάση τυπικής αριστερής εγκεφαλικής πλευρίωσης (δεξιοχειρία), μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία λειτουργικής χρήσης του αριστερού χεριού και μειωμένες μαθηματικές και γλωσσικές ικανότητες.

Διάφορες θεωρίες αναγνωρίζουν την αριστερή εξειδίκευση του εγκεφάλου και την προτίμηση του δεξιού χεριού ως κύριο χαρακτηριστικό του ανθρώπινου είδους. Σύμφωνα με τον Bishop (1980) και Bakan (1971), η ασυμμετρία του εγκεφάλου και η προτίμηση χεριού διαστρεβλώνεται από μια σειρά περιβαλλοντικών παραγόντων που επιδρούν αρνητικά στους μηχανισμούς της φυσιολογικής ανάπτυξης με αποτέλεσμα να προκαλούν την άτυπη εγκεφαλική ασυμμετρία και την μη δεξιά προτίμηση χεριού.

Όσο αναφορά την αναπνοή, πολλοί κολυμβητές, παίρνουν αναπνοή μόνο από τη μία μεριά. Σύμφωνα με τους Seifert, Chollet & Allard (2005), η προτίμηση της μιας πλευράς για αναπνοή, προκαλεί ασυνέχεια μεταξύ των προωθητικών ενεργειών. Αυτό σημαίνει ότι παίρνοντας αναπνοή μόνο από τη μια πλευρά, επηρεάζει το ρυθμό κολύμβησης και σαν αποτέλεσμα και την κολυμβητική ταχύτητα.

Οι ανισορροπίες στην κολύμβηση έχουν επίσης να κάνουν και με την ηλικία του κάθε αθλητή. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο αθλητής σε μικρή ηλικία δεν έχει αναπτυχθεί πλήρως, και μέχρι το τελικό στάδιο ανάπτυξης, η δύναμή του δεν είναι σταθεροποιημένη. Αυτό επηρεάζει στην απόδοση για το λόγω του ότι το σώμα δεν

έχει αποκτήσει ακόμη τη σταθερότητα που χρειάζεται για την επίτευξη μιας καλύτερης προσπάθειας (Schaefer, Krampe, Lindenberger & Baltes, 2008).

2.7 Μέθοδοι αξιολόγησης ασυμμετρίας

Ο τύπος υπολογισμού του δείκτη ασυμμετρίας ορίζεται από: $SI\% = ((R \setminus L) / (R + L)) * 2 * 100$ (Sanders, Thow, Alcock, Fairweather, Riach & Mather, 2012).

Τρόποι αξιολόγησης ασυμμετρίας στους κολυμβητές είναι: μέτρηση ανθρωπομετρικών χαρακτηριστικών, τραυματισμοί σε ώμους, δύναμη και ισχύ του ώμου, στάση του σώματος, κινηματική ανάλυση μέσω βίντεο κατά τη διάρκεια κολύμβησης, συνολική δύναμη κολύμβησης και ενεργητικότητα των μυών (Sanders et al, 2012). Τρόποι αξιολόγησης ασυμμετρίας εκτός νερού είναι δυνατό να καταγραφούν στο τρέξιμο και κατά τη διάρκεια ποδηλασίας με διάφορους τρόπους όπως καταγραφή στην εφαρμογή δύναμης (Carpes, Mota & Faria, 2010).

2.8 Προσδεμένη κολύμβηση

Η προσδεμένη κολύμβηση είναι ένα είδος προπόνησης σχετικά «στατικό», καθώς στον αθλητή που πραγματοποιεί αυτό το είδος προπόνησης με αντίσταση, τοποθετείται μία ζώνη στη μέση. Η ζώνη αυτή, συγκρατείται από έναν ιμάντα, ή ένα λάστιχο ή ακόμα και από ένα σχοινί το οποίο είτε είναι δεμένο στον βατήρα, είτε στην άκρη του υπάρχουν βάρη τα οποία καλείται ο αθλητής να σηκώσει κατά την διάρκεια μιας μέγιστης προσπάθειας μέσα στο νερό. Το σχοινί που χρησιμοποιήθηκε πρώτα έχει αντικατασταθεί με ελαστικούς ιμάντες για την απορρόφηση των κραδασμών, η οποία είναι απαραίτητη για μια άνετη κολύμβηση.

Έρευνες έχουν δείξει πως η προσδεμένη κολύμβηση ως είδος προπόνησης με αντίσταση βοηθά τους κολυμβητές στην απόδοσή τους τόσο σε αγωνίσματα ταχύτητας όσο και σε αγωνίσματα μεσαίων αποστάσεων. Μετά από έναν κύκλο προπονήσεων, κατά τον οποίο έχει αυξηθεί η δύναμη των αθλητών με τη βοήθεια της προπόνησης δύναμης έξω από το νερό, φαίνεται να βελτιώνεται και η δύναμη των αθλητών στην προσδεμένη κολύμβηση, σηκώνουν δηλαδή περισσότερο βάρος κατά τη μέγιστη προσπάθειά τους μέσα στο νερό. Η βελτίωση αυτή στην προσδεμένη

κολύμβηση, φαίνεται να επηρεάζει θετικά την απόδοση των αθλητών, σε αγωνίσματα μεσαίων αποστάσεων όπως είναι τα 400 μέτρα ελεύθερο (Aspenes, Kjendlie, Hoff & Helgerud, 2009).

Επιπροσθέτως, είναι αποδεδειγμένο ότι η προσδεμένη κολύμβηση βοηθά στην απόδοση των αθλητών κολύμβησης που ειδικεύονται σε αγωνίσματα ταχύτητας, όπως τα 50 μέτρα ελεύθερο. Βέβαια δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στην προσδεμένη κολύμβηση και στην ελεύθερη κολύμβηση, διότι ο εγκέφαλος του ανθρώπου δεν καταλαβαίνει τη διαφορά όταν ο αθλητής κολυμπάει ελεύθερα και όταν πραγματοποιεί προσδεμένη κολύμβηση (Morouço, Marinho, Keskinen, Badillo & Marques, 2014). Κατά συνέπεια, οι προπονητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν την προσδεμένη κολύμβηση ως μέσω βελτίωσης της ταχύτητας, αφού ο αθλητής θα πραγματοποιεί την ίδια προσπάθεια, όμως θα μπορεί να ελέγχει την ισορροπία, την τεχνική και το σύνολο της δύναμης που καταβάλλει ο αθλητής.

Η προσδεμένη κολύμβηση σύμφωνα με τους Morouço, Marinho, Fernandes & Marques (2011) είναι ένας έγκυρος τρόπος μέτρησης των προωθητικών δυνάμεων στους αθλητές κολύμβησης. Τέλος η προσδεμένη κολύμβηση είναι ένας από τους πιο έγκυρους τρόπους για να μετρήσεις την δύναμη των αθλητών κατά τη διάρκεια κολύμβησης (Morouço et al., 2014).

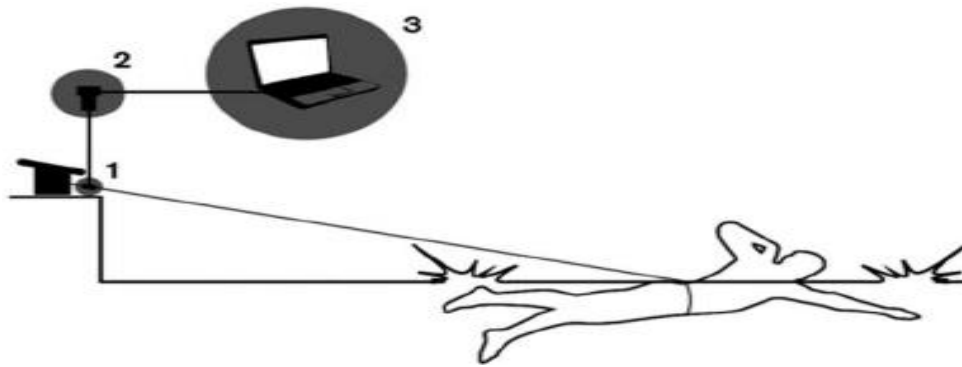
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Μέθοδος

3.1 Συμμετέχοντες

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά δέκα αθλήτριες κολύμβησης, ηλικίας $14,5 \pm 0,5$ ετών, οι οποίες συμμετείχαν σε συστηματική προπόνηση σε σωματεία της Αθήνας. Οι αθλήτριες που πραγματοποίησαν τις δοκιμασίες βρίσκονταν στο στάδιο III σύμφωνα με την κλίμακα Tanner. Οι προπονήσεις που πραγματοποιούσαν οι αθλήτριες ήταν 7 φορές τη βδομάδα, από 4-5 χιλιόμετρα η κάθε μια. Κατά μέσο όρο η σωματική μάζα των κοριτσιών ανέρχεται στα 55 ± 10 kg ενώ το ανάστημα στα 166 ± 10 cm. Η καλύτερη επίδοση τους στα 100 μέτρα ελεύθερο ήταν $68,90 \pm 17$ s. Οι αθλήτριες είναι εθνικού επιπέδου με συμμετοχή σε Πανελλήνια πρωταθλήματα.

3.2 Εξοπλισμός

Για την μέτρηση της σωματικής μάζας των αθλητριών χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονική ζυγαριά τοποθετημένη σε σταθερό έδαφος, για το ύψος χρησιμοποιήθηκε απλή μεζούρα ταινία δύο μέτρων, ενώ για την μέτρηση της μέγιστης ισομετρικής δύναμης χρησιμοποιήθηκε το δυναμόμετρο χειρός (Takei-5001, Japan). Κατά τη δοκιμασία της προσδεμένης κολύμβησης χρησιμοποιήθηκε ένα σκοινί το οποίο ήταν συνδεδεμένο με μια ζώνη, που φορούσαν οι αθλήτριες στη μέση τους, και με ένα δυναμόμετρο, που μετρούσε τη δύναμη σε Newton για την κάθε χεριά που πραγματοποιούσε η αθλήτρια κατά την διάρκεια των τεστ. Κατά την προσδεμένη κολύμβηση χρησιμοποιήθηκε ειδικό δυναμόμετρο με συχνότητα καταγραφής 100Hz (MuscleLab 4000, Ergotest, Norway). Το δυναμόμετρο ήταν στερεωμένο στο βατήρα εκκίνησης στη χειρολαβή του υπτίου και συνδεδεμένο με υπολογιστή όπου αποθηκεύονταν τα δεδομένα για επεξεργασία σε ειδικό πρόγραμμα (MuscleLab). Στην Εικόνα 3.1 απεικονίζεται η παραπάνω διαδικασία μέτρησης.



Εικόνα 3.1. Συσκευή που χρησιμοποιείται για το test προσδεμένης κολύμβησης: 1=δυναμόμετρο 2=μετατροπέας σήματος, 3=προσωπικός υπολογιστής (Morouco et al., 2014).

3.3 Πειραματικές διαδικασίες

Αρχικά μετρήθηκαν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (ύψος, βάρος, μήκος παλάμης, μήκος πέλματος, άνοιγμα ώμων, άνοιγμα χεριών, ύψος κορμού σε καθιστή θέση, ύψος με τεντωμένα χέρια σε ύπτια θέση). Πριν τη μέτρηση του βάρους τα κορίτσια δεν είχαν καταναλώσει νερό ή φαγητό, ενώ η μέτρηση του ύψους έγινε χωρίς οι συμμετέχοντες να φορούν παπούτσια.

Οι κολυμβήτριες και στις δύο μετρήσεις, πραγματοποίησαν προθέρμανση δεκαπέντε λεπτών η οποία περιλάμβανε: 400 m κολύμπι ελεύθερο, 100 m ασκήσεις ελεύθερου, 100 m μόνο πόδια και 100 m μόνο χέρια ελεύθερο, 2x50 m αυξανόμενο κολύμπι, 50 m χαλάρωμα και τέλος 2x15 m ταχύτητα. Μετά από την προθέρμανση πραγματοποιήθηκε δοκιμαστική μέτρηση δύναμης με το δυναμόμετρο χειρός, στο δεξί και το αριστερό χέρι. Το μοντέλο του χειροδυναμόμετρου που χρησιμοποιήθηκε για την καταμέτρηση της δύναμης έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζει τη λαβή του με βάση το χέρι κάθε αθλήτριας.

Η δοκιμασία που έπρεπε να φέρουν εις πέρας οι αθλήτριες περιλάμβανε δύο προσπάθειες προσδεμένης κολύμβησης. Η πρώτη προσπάθεια ήταν 30 κανονικό κολύμπι ελεύθερο, η δεύτερη 30 μόνο χέρια ελεύθερο. Η σειρά εκτέλεσης των δοκιμασιών ήταν ισοσταθμισμένη και μεταξύ των προσπαθειών μεσολάβησαν 30 λεπτά αποκατάσταση.

Οι αθλήτριες έκαναν μια δοκιμαστική προσπάθεια στην προσδεμένη κολύμβηση με τη μορφή κολύμβησης στην οποία θα δοκιμάζονταν (κολύμπι κανονικό ή χέρια ελεύθερο). Η διάρκεια της δοκιμαστικής αυτής προσπάθειας ήταν μόλις λίγα δευτερόλεπτα (5-6 s), όσο χρειαζόταν δηλαδή για να νιώσουν την αντίσταση του σχοινιού. Μετά την δοκιμαστική αυτή προσπάθεια, δηλαδή πριν από την εκτέλεση της πρώτης κανονικής προσπάθειας των δοκιμασιών, οι αθλήτριες, με τη σειρά που είχαν επιλεχθεί, πραγματοποιούσαν την πρώτη κανονική προσπάθεια μέγιστης ισομετρικής δύναμης στο δυναμόμετρο χειρός σε δεξί και αριστερό χέρι εκτός νερού. Πραγματοποιούσαν επίσης την ίδια μέτρηση μετά το τέλος της πρώτης προσπάθειας προσδεμένης κολύμβησης. Το πρώτο χέρι που μετρήθηκε ήταν το κυρίαρχο χέρι των αθλητριών και στη συνέχεια το μη επικρατών. Οι αθλήτριες προσάρμοζαν το δυναμόμετρο στην κλίμακα που επιθυμούσαν, και στην συνέχεια έσφιγγαν τη λαβή χρησιμοποιώντας όλη τους τη δύναμη. Το χειροδυναμόμετρο μας μετέφραζε την προσπάθεια τους σε κιλά. Να σημειωθεί ότι καταγράφηκε η καλύτερη προσπάθεια μέγιστης δύναμης, από τις δύο προσπάθειες των αθλητριών.

Μετά από την ολοκλήρωση της καταγραφή της ισομετρικής δύναμης εκτός νερού, οι κολυμβήτριες εισέρχονταν στην πισίνα για να την πραγματοποιήσουν των δοκιμασιών στο κανονικό κολύμπι ελεύθερο και στο κολύμπι μόνο με χέρια ελεύθερο με προσδεμένη κολύμβηση. Η διάρκεια της δοκιμασίας αυτής ήταν 30 s και στις δύο προσπάθειες. Ξεκινούσαν από το σημείο όπου το σχοινί, που ήταν δεμένες, ήταν τεντωμένο. Για να ξεκινήσουν την δοκιμασία των 30 s γινόταν αντίστροφη μέτρηση από το τρία και με το σφύριγμα, όπου ξεκινούσε να μετράει και το χρονόμετρο, πραγματοποιούσαν την προσπάθεια τους, η οποία ήταν μέγιστη καθ' όλη τη διάρκειά της. Η προσπάθειά τους τελείωνε ξανά με το σφύριγμα, όταν ολοκληρώνονταν τα 30 s. Ξεκινούσαν τη προσπάθεια τους πάντα με το δεξιό χέρι. Τα δεδομένα για τη δύναμη των χεριών μεταφέρονταν και επεξεργάζονταν στον υπολογιστή μέσω του ειδικού δυναμόμετρου (MuscleLab 4000, Ergotest, Norway), το οποίο μετέφραζε τη δύναμη που ασκούσαν οι αθλητές μετά το τέλος κάθε χεριάς για το δεξί και το αριστερό χέρι. Για το διαχωρισμό της δύναμης σε κάθε χεριά ένα σήμα εισαγόταν στο σύστημα καταγραφής χειροκίνητα κατά τη χρονική στιγμή εισόδου κάθε χεριού στο νερό.

Όλες οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε κολυμβητήριο 25 μέτρων με θερμοκρασία νερού 25-26 °C και θερμοκρασία περιβάλλοντος 20-22 °C.

3.4 Στατιστική επεξεργασία

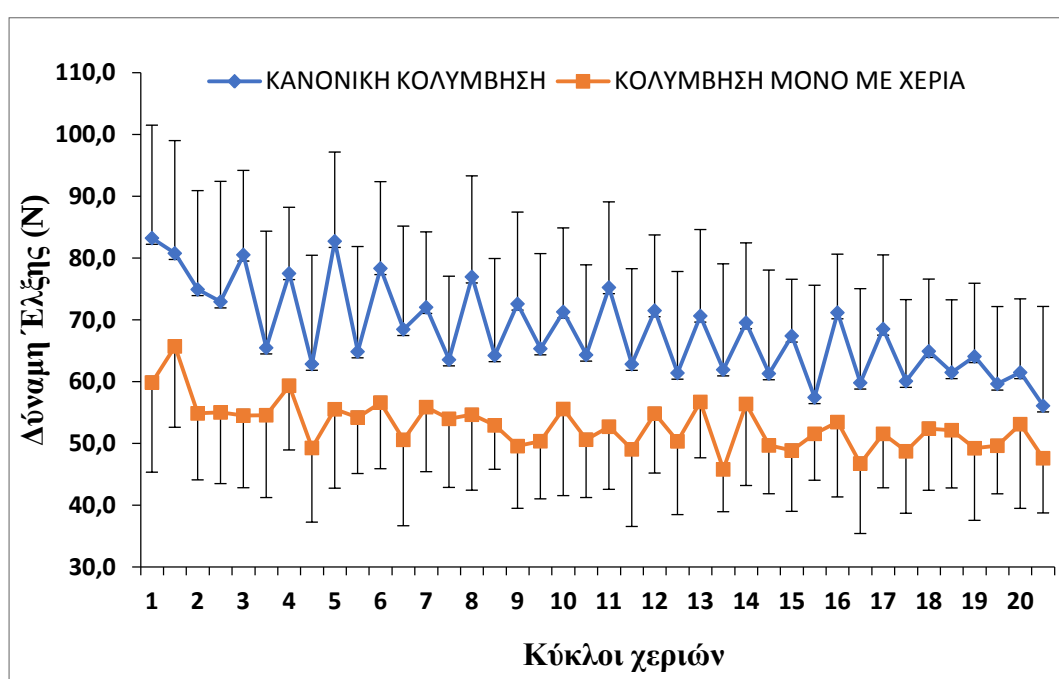
Για την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, στη διαφορά της δύναμης μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού στις διαφορετικές χρονικές στιγμές της κάθε δοκιμασίας (αρχή, μέση, τέλος), χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης για επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε εξαρτημένα δείγματα, σε δύο παράγοντες (χρονικές στιγμές υπολογισμού δύναμης X δεξί-αριστερό χέρι). Επίσης χρησιμοποιήθηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Tukey (post-hoc test), για να εξεταστεί που ακριβώς παρουσιάζονται οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στις μέσες τιμές. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται ως μέση τιμή $\pm$ τυπική απόκλιση (mean $\pm$ sd). Το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε με $p<0,05$.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Αποτελέσματα

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας.

4.1 Διαφορά δύναμης μεταξύ κανονικής κολύμβησης και κολύμβησης με χέρια

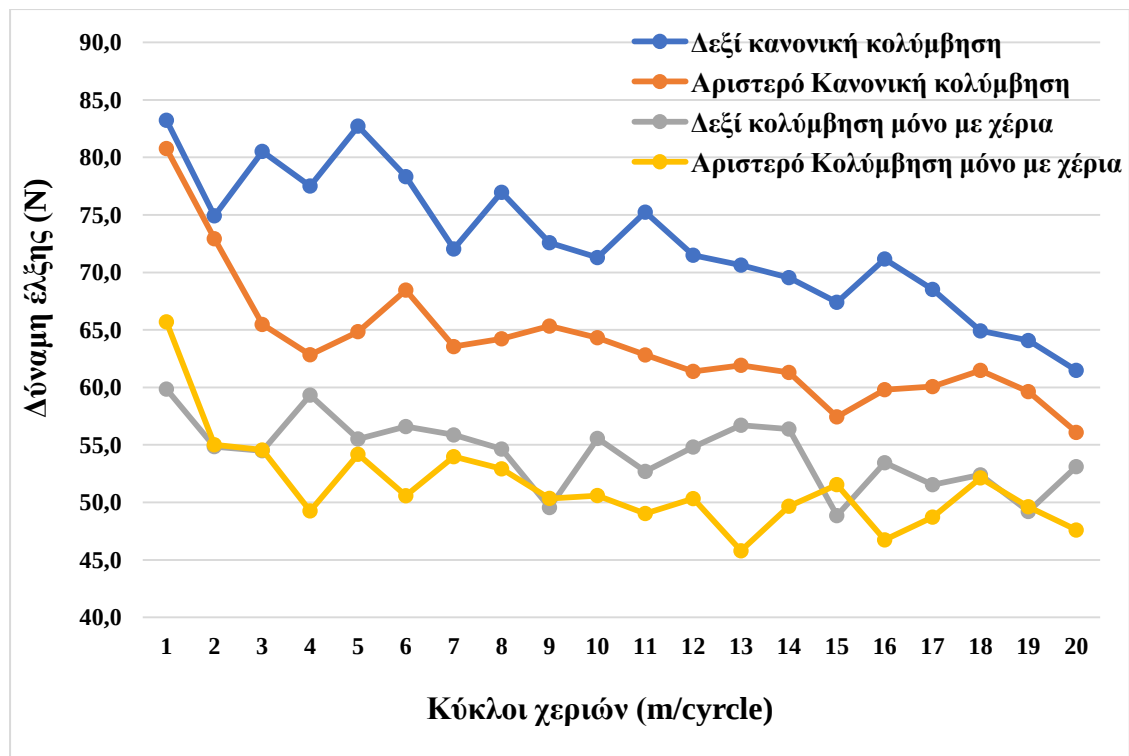
Κατά τη διάρκεια των δύο δοκιμασιών με κανονική κολύμβηση ($M_{\kappa\kappa}$) και κολύμβηση μόνο με χέρια ($M_{\mu\chi}$) μετρήθηκε η δύναμη για 20 κύκλους χεριάς, όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.1. Η δύναμη ήταν υψηλότερη στην κανονική κολύμβηση σε σύγκριση με την κολύμβηση μόνο με χέρια ($M_{\kappa\kappa}$: $68,2 \pm 10,6$ N, $M_{\mu\chi}$: $52,8 \pm 7,8$ N, $p < 0,05$).



Σχήμα 4.1 Δύναμη για τις δύο δοκιμασίες σε 20 κύκλους χεριάς.

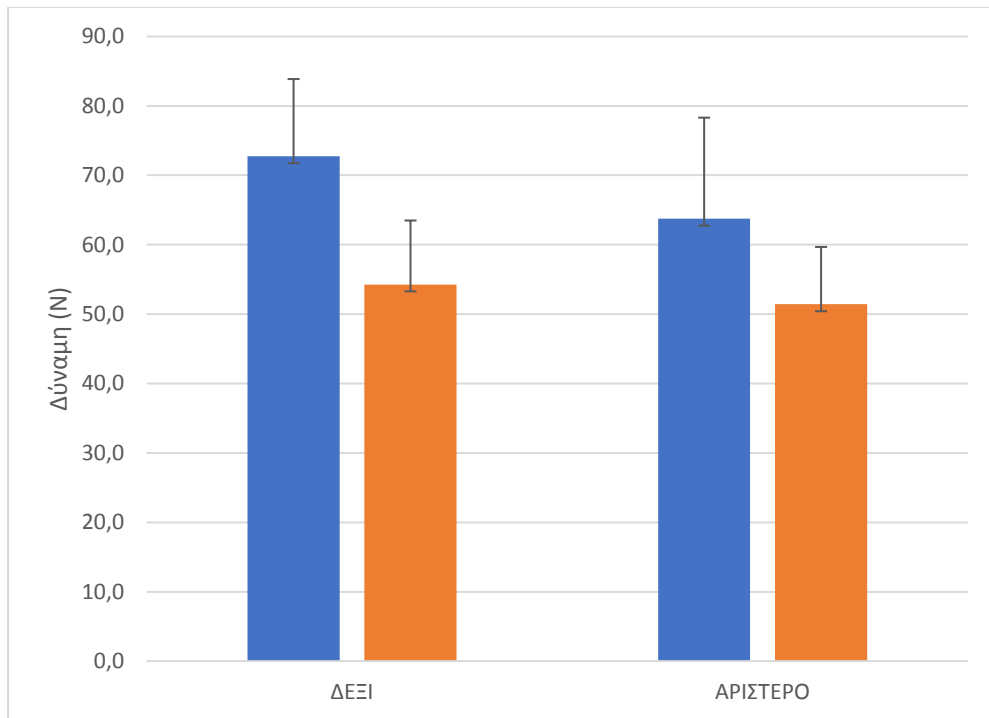
4.2 Διαφορά δεξιού και αριστερού χεριού στις δύο δοκιμασίες

Συγκρίθηκε η διαφορά δύναμης δεξιού και αριστερού χεριού στις δύο δοκιμασίες όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.2 για 20 κύκλους χεριάς.



Σχήμα 4.2 Διαφορές στη δύναμη δεξιού και αριστερού χεριού κατά την κανονική κολύμβηση και την κολύμβηση μόνο με χέρια για 20 κύκλους χεριάς

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η διαφορά μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού στις δύο δοκιμασίες για 20 κύκλους χεριάς δεν είναι σημαντική ($p > 0,05$). Στην συνέχεια έγινε σύγκριση μεταξύ της μέσης δύναμης κάθε χεριού για την κάθε δοκιμασία. Η μέση δύναμη στην κανονική κολύμβηση για το δεξί χέρι ήταν $M.\Delta_{\kappa.\delta} = 72,7 \pm 11,1$ N ($M.\Delta_{\kappa.\delta}$ = μέση δύναμη κανονικό κολύμπι σε δεξί χέρι) ενώ για το αριστερό ήταν $M.\Delta_{\kappa.\alpha} = 63,7 \pm 14,6$ N. Για την κολύμβηση μόνο με χέρια η μέση δύναμη για το δεξί χέρι ήταν $M.\Delta_{\chi.\delta} = 54,3 \pm 9,2$ N ($M.\Delta_{\chi.\delta}$ = Μέση δύναμη σε κολύμβηση μόνο με χέρια για το δεξί χέρι), ενώ για το αριστερό $M.\Delta_{\chi.\alpha} = 51,4 \pm 8,3$ N ($M.\Delta_{\chi.\alpha}$ = Μέση δύναμη σε κολύμβηση μόνο με χέρια για το αριστερό χέρι). Η διαφορά δεν είναι σημαντική ($F_{1,9} = 2,19$, $p > 0,05$, Σχήμα 4.3).



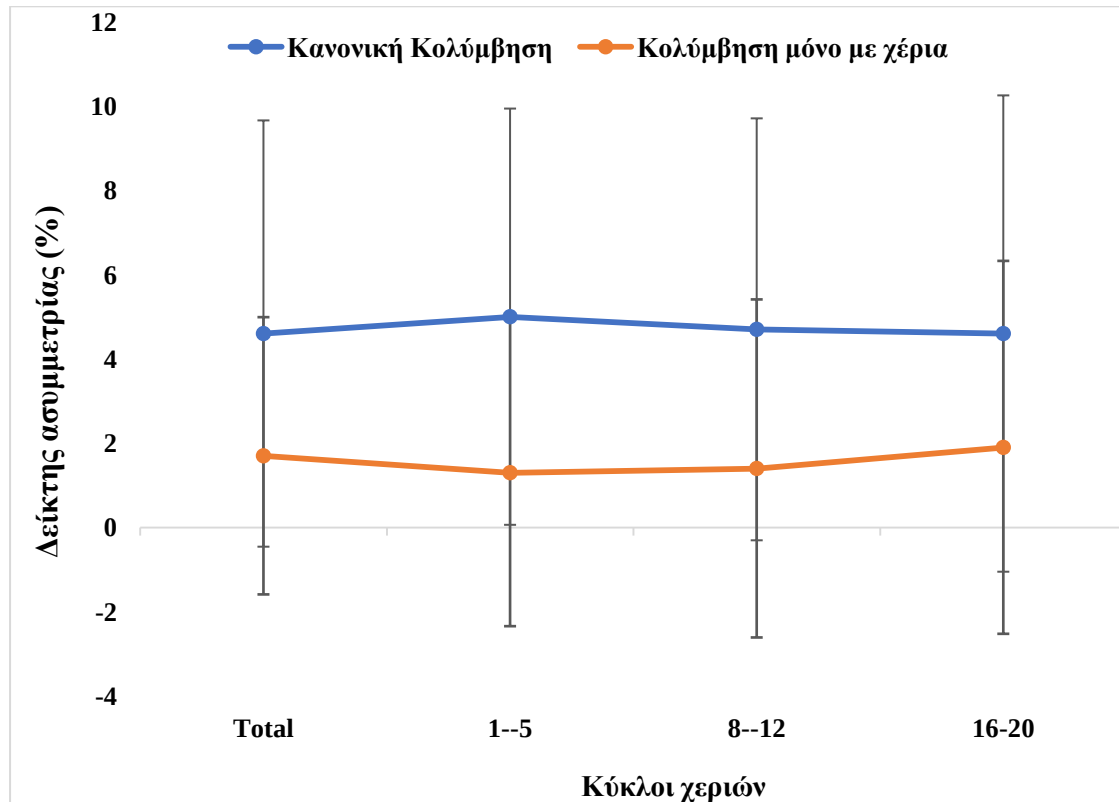
Σχήμα 4.3 Διαφορά μέσης δύναμης δεξιού και αριστερού χεριού για κανονική κολύμβηση (ράβδοι με μπλε χρώμα) και κολύμβηση μόνο με χέρια (ράβδοι με πορτοκαλί χρώμα)

4.3 Σύγκριση των δεικτών ασυμμετρίας στις χρονικές στιγμές των δοκιμασιών

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δοκιμασιών η διαφορά στις μετρήσεις των δεικτών ασυμμετρίας σε κανονική κολύμβηση και κολύμβηση μόνο με χέρια δεν είναι σημαντική, με τον δείκτη ασυμμετρίας να μην υπερβαίνει το 10% ($F_{3,27}=0,217$, $p>0,05$). Όταν μετρήθηκαν οι διαφορές σε διαφορετικές χρονικές στιγμές για την κανονική κολύμβηση δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ($F_{1,9}=4,570$, $p>0,05$). Οι διαφορετικές χρονικές στιγμές για την κανονική κολύμβηση, για τους είκοσι κύκλους χεριάς, ήταν για τους πρώτους πέντε κύκλους ($S_{1-5}=5\pm4,9\%$), για τους πέντε ενδιάμεσους ($S_{8-12}=4,7\pm5,0\%$) και για τους πέντε τελευταίους κύκλους χεριάς ($S_{16-20}=4,6\pm5,7\%$).

Όταν μετρήθηκαν οι διαφορές σε διαφορετικές χρονικές στιγμές πάλι η διαφορά δεν ήταν σημαντική ($F_{1,9}=4,57$, $p>0,05$). Οι διαφορετικές χρονικές στιγμές για την κολύμβηση μόνο με χέρια, για τους είκοσι κύκλους χεριάς, ήταν για τους πρώτους πέντε ($S_{1-5}=1,3\pm3,6\%$), για τους πέντε ενδιάμεσους ($S_{8-12}=1,4\pm4,0\%$) και για τους

πέντε τελευταίους κύκλους χεριάς ($S_{16-20}=1,9\pm4,4\%,\%$). Οι δείκτες ασυμμετρίας για την κανονική κολύμβηση και την κολύμβηση μόνο με χέρια εμφανίζονται στο Σχήμα 4.4.



Σχήμα 4.4 Διαφορά στο δείκτη ασυμμετρίας για τις δύο δοκιμασίες σε διαφορετικές χρονικές στιγμές. 1-5: οι πρώτοι πέντε κύκλοι χεριών, 8-12: οι ενδιάμεσοι πέντε κύκλοι χεριών, 16-2: οι τελευταίοι πέντε κύκλοι χεριών.

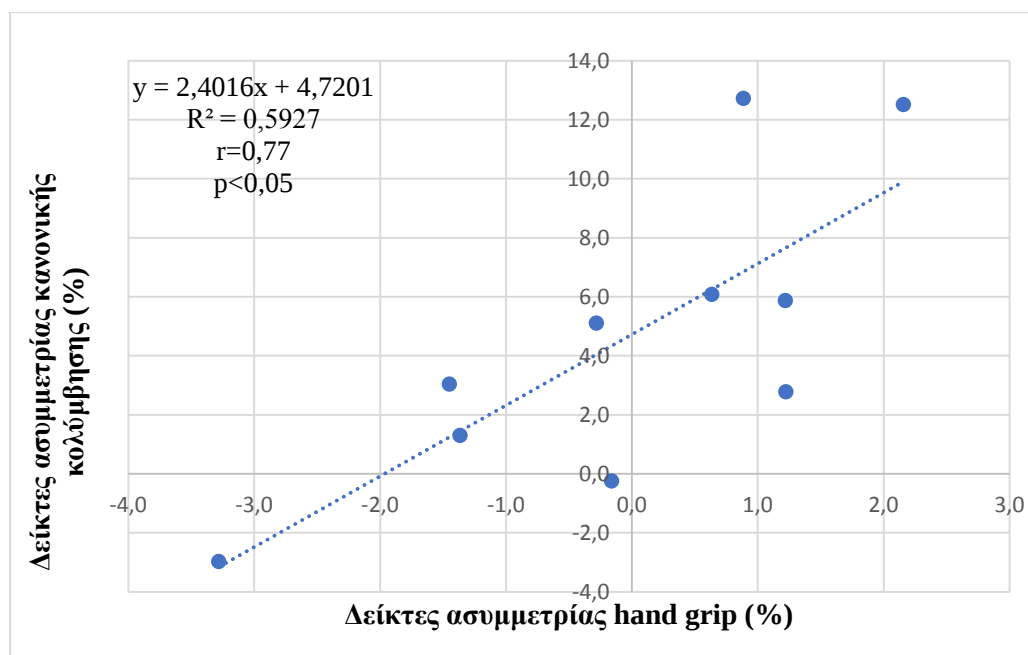
4.4 Σύγκριση των δεικτών ασυμμετρίας με την ασυμμετρία έξω από το νερό

Οι μετρήσεις σύγκριναν, και στις δύο δοκιμασίες, τους πρώτους πέντε κύκλους χεριάς (1-5), τους πέντε κύκλους χεριάς που έκαναν περίπου στη μέση της δοκιμασίας (8-12), και στους τελευταίους πέντε κύκλους (16-20). Οι συνολικές χεριές που μετρήθηκαν ήταν σαράντα (20 κύκλοι χεριάς), από τις οποίες υπολογίστηκε ο δείκτης ασυμμετρίας. Στις παραπάνω μετρήσεις έγινε σύγκριση μεταξύ όλων των δεικτών ασυμμετρίας σε κανονική και μόνο με χέρια κολύμβηση, σε σχέση με τη χειροδυναμομέτρηση. Στη χειροδυναμομέτρηση (hand-grip) η μέση δύναμη για το

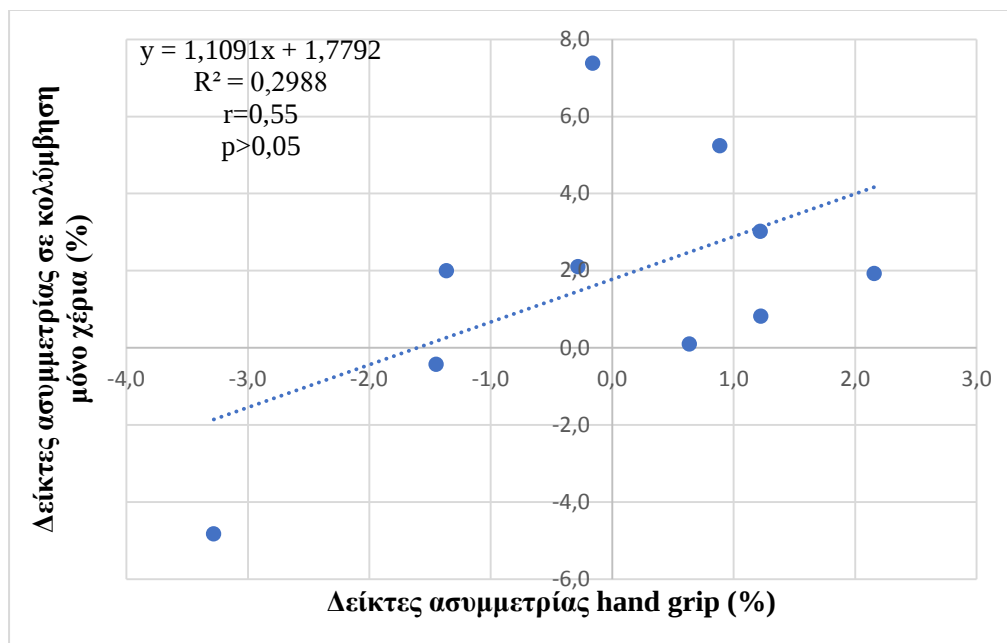
δεξί χέρι δεν διέφερε από τη δύναμη στο αριστερό χέρι (Δεξί χέρι: $27,5 \pm 3,3$ kg Αριστερό χέρι: $27,6 \pm 4,0$ kg, $p > 0,05$). Ο δείκτης ασυμμετρίας για την χειροδυναμομέτρηση ήταν $-0,04 \pm 1,6\%$. Όλοι οι δείκτες ασυμμετρίας που υπολογίστηκαν από τις δοκιμασίες προσδεμένης κολύμβησης ήταν υψηλότεροι από αυτόν που υπολογίστηκε από τη χειροδυναμομέτρηση ($F_{8,72}=4,304$, $p < 0,05$).

4.5 Συσχέτιση μεταξύ των δεικτών ασυμμετρίας

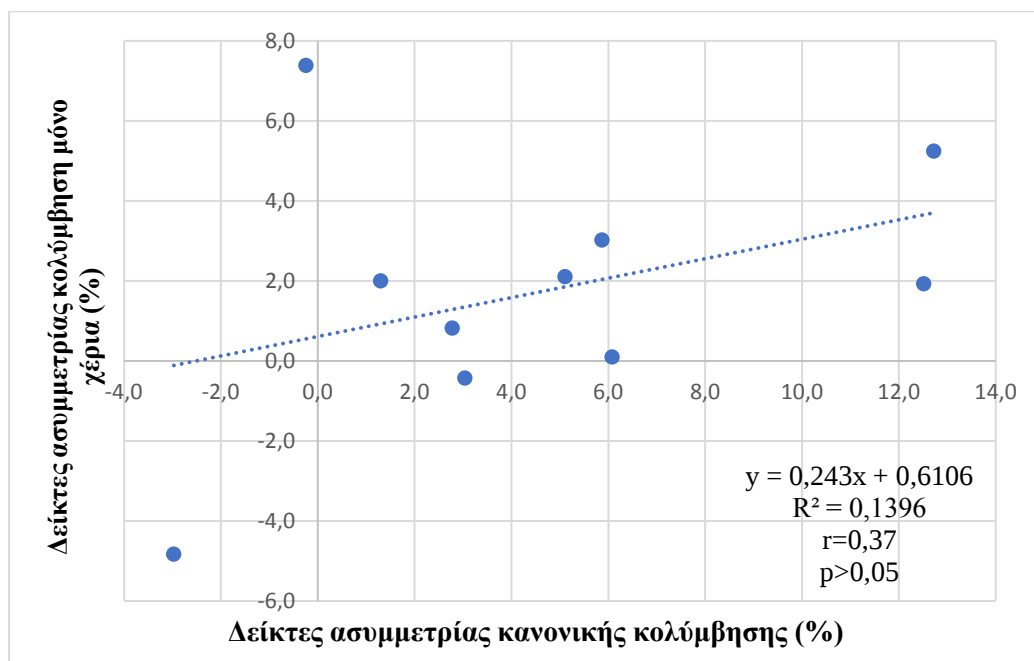
Εξετάστηκε η σχέση μεταξύ δεικτών ασυμμετρίας από τη χειροδυναμομέτρηση και τους δείκτες ασυμμετρίας που προέκυψαν από τη δοκιμασία κανονικής κολύμβησης και τη δοκιμασία μόνο με χέρια καθώς και με τους δείκτες που υπολογίστηκαν στις επιμέρους χρονικές στιγμές της κάθε δοκιμασίας. Εμφανίστηκε σημαντική σχέση μεταξύ δείκτη ασυμμετρίας στη χειροδυναμομέτρηση και κανονικής κολύμβησης ($r=0,77$, $p < 0,05$, Σχήμα 4.5) αλλά όχι με την κολύμβηση μόνο με χέρια ($r=0,55$, $p > 0,05$, Σχήμα 4.6). Δεν παρατηρήθηκε σημαντική σχέση στο δείκτη ασυμμετρίας μεταξύ της κανονικής και της κολύμβησης μόνο με χέρια ($r=0,37$, $p > 0,05$, Σχήμα 4.7)



Σχήμα 4.5 Συσχέτιση ασυμμετρίας στην χειροδυναμομέτρηση και στην κανονική κολύμβηση



Σχήμα 4.6. Συσχέτιση ασυμμετρίας στην χειροδυναμομέτρηση και στην κολύμβηση μόνο με χέρια



Σχήμα 4.7. Συσχέτιση ασυμμετρίας στην κανονική κολύμβηση και κολύμβηση μόνο με χέρια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συζήτηση

Σκοπός της έρευνας ήταν να εξεταστούν διαφορές στην εφαρμογή δύναμης των άνω άκρων μέσω δύο διαφορετικών δοκιμασιών προσδεμένης κολύμβησης σε νεαρές κολυμβήτριες.

5.1 Κύρια ευρήματα της έρευνας

Εξετάστηκε η πιθανή ασυμμετρία δύναμης των άνω άκρων, σε κολυμβήτριες νεαρής ηλικίας μέσω της προσδεμένης κολύμβησης, σε κανονικό κολύμπι και σε κολύμβηση μόνο με χέρια. Οι δοκιμασίες εμφανίζουν παρόμοια αποτελέσματα. Τα κύρια ευρήματα της έρευνας έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στη δύναμη ανάμεσα στις δύο δοκιμασίες αλλά δεν υπάρχει σημαντική διαφορά στην ασυμμετρία της δύναμης μεταξύ του δεξιού και αριστερού χεριού που υπολογίστηκε στις δύο δοκιμασίες. Ωστόσο το ποσοστό ασυμμετρίας δεν ξεπερνάει το 10%. Όσο αναφορά τον δείκτη ασυμμετρίας στην χειροδυναμομέτρηση σε σχέση με τις δύο δοκιμασίες η διαφορά είναι σημαντική.

5.2 Σύγκριση με προηγούμενες μελέτες

Όσο αναφορά τη σημαντική διαφορά στην δύναμη σε κανονική κολύμβηση και κολύμβηση μόνο με χέρια μέσω της προσδεμένης κολύμβησης, μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα πόδια προσδίδουν μεγάλη προωθητική δύναμη στο ποσοστό ολόκληρης της σωματικής δύναμης στο νερό (Swaine, Hunter, Carlton, Wiles, Coleman, αναφέρεται από Morouço, Neiva, González-Badillo, Garrido, Marinho & Marques, 2011).

Κατά την προσδεμένη κολύμβηση η πραγματοποίηση της χεριάς είναι δυσκολότερη σε σχέση με την ελεύθερη κολύμβηση (Maglischo. & Maglischo, 2008). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι κινήσεις στην προσδεμένη κολύμβηση σε σχέση με την ελεύθερη κολύμβηση είναι διαφορετικές (Adams et al., 1983; Maglischo et al., αναφέρεται από Morouço, Fernandes, Marques & Marinho, 2012). Επομένως τα συμπεράσματα περιορίζονται για την προσδεμένη κολύμβηση, διότι δεν γνωρίζουμε αν μέσω της ελεύθερης κολύμβησης τα αποτελέσματα θα παρέμεναν ίδια.

Ακόμη τα αποτελέσματα δεν μπορούν να συγκριθούν με αγόρια ίδιας ηλικίας διότι δεν γνωρίζουμε αν θα υπήρχαν διαφορές στα ευρήματα της έρευνας, σε σχέση

με αυτά που σημειώθηκαν για τα κορίτσια νεαρής ηλικίας. Ο Morouço και συνεργάτες (2012) σε σχετική έρευνα με νεαρούς κολυμβητές ίδια ηλικίας (14.3 ± 1.06 ετών), παρατήρησαν ότι ο δείκτης ασυμμετρίας στη δύναμη μέσω της προσδεμένης κολύμβησης για τα άνω άκρα υπερέβαινε το 10% στους περισσότερους κολυμβητές. Σε άλλη έρευνα, κολυμβητές που πραγματοποίησαν τις ίδιες δοκιμασίες, οι δείκτες ασυμμετρίας για τους τελευταίους 5 κύκλους χεριάς είχαν σημαντική αύξηση, μεγαλύτερη από 10% (Κωνσταντινίδου & Λαΐου, 2016). Αυτό μπορεί να οφείλεται επίσης στο γεγονός ότι τα κορίτσια έχουν γρηγορότερη βιολογική ανάπτυξη σε σχέση με τα αγόρια (Marshall & Tanner, 1970).

Σύμφωνα με τον Morouço και συνεργάτες (2012), το ποσοστό μεταξύ -10% έως 10% για τους δείκτες ασυμμετρίας καθορίζει την συμμετρία των άνω άκρων. Τα αποτελέσματα για τους δείκτες ασυμμετρίας μας είναι μικρότερα από 10% και μεγαλύτερα από -10%, επομένως δεν υπάρχει ασυμμετρία. Ο δείκτης ασυμμετρίας υπολογίζεται από τον τύπο: $SI\% = ((R/L)/(R+L)) * 2 * 100$ (Sanders και συνεργάτες, 2012).

5.3 Ερμηνεία των ευρημάτων

Στην κολύμβηση υπάρχει μεγάλη σημασία στους δείκτες ασυμμετρίας των άνω άκρων, διότι πραγματοποιώντας σωστή τεχνική και ίδια δύναμη έλξης και με τα δύο χέρια, η κολυμβητική επίδοση είναι πιθανό να βελτιώνεται. Τα πόδια επίσης είναι ένας βασικός παράγοντας ισορροπίας του σώματος μέσα στο νερό και μείωση της αντίστασης του νερού. Ο Morouço και συνεργάτες (2012), πραγματοποίησαν έρευνα σε νεαρούς κολυμβητές στην προσδεμένη κολύμβηση για κανονική κολύμβηση και κολύμβηση μόνο με χέρια, και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η δύναμη που ασκούσαν οι κολυμβητές στην κανονική κολύμβηση σε σχέση με την κολύμβηση μόνο με χέρια είχε σημαντική διαφορά. Αυτό υποδηλώνει ότι τα πόδια παίζουν σημαντικό ρόλο στη εξουδετέρωση των ασυμμετριών.

Οι Morouço, Marinho, Izquierdo, Neiva & Marques (2012), σε έρευνα που διεξήγαν μέσω προσδεμένης κολύμβησης για να εντοπίσουν διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι απόλυτες τιμές για τη δύναμη σε κανονική κολύμβηση και κολύμβηση μόνο με χέρια ήταν σημαντικά υψηλότερες για τα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια. Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι τα

αγόρια έχουν περισσότερη μυϊκή δύναμη απ' ότι τα κορίτσια. Τέλος, οι κολυμβήτριες που πραγματοποίησαν τις δοκιμασίες βρίσκονταν στην περίοδο ειδικής προετοιμασίας. Σε διαφορετικές περιόδους προπόνησης είναι πιθανό οι δείκτες ασυμμετρίας να έχουν διαφορετικό μέγεθος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα

- Σημαντική διαφορά στη δύναμη μεταξύ κανονικής κολύμβησης και κολύμβησης μόνο με χέρια κατά την προσδεμένη κολύμβηση.
- Σημαντική διαφορά μεταξύ των δεικτών ασυμμετρίας στις δύο δοκιμασίες (κανονική κολύμβηση και κολύμβηση μόνο με χέρια) σε σχέση με την χειροδυναμομέτρηση.
- Δεν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των δεικτών ασυμμετρίας στις δύο δοκιμασίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει την ασυμμετρία δύναμης των άνω άκρων μέσω της προσδεμένης κολύμβησης. Προτείνεται περαιτέρω έρευνα μέσω των ίδιων δοκιμασιών αλλά στην ελεύθερη κολύμβηση. Επίσης θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η ίδια έρευνα με ημι-προσδεμένη κολύμβηση. Ακόμη θα ήταν ενδιαφέρον να πραγματοποιηθεί παρόμοια έρευνα σε αθλήτριες μεγαλύτερων ηλικιών, και με μεγαλύτερη κολυμβητική εμπειρία με περισσότερα μέσα όπως η βιντεοσκόπηση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Adamo, D. E., & Martin, B. J. (2009). Position sense asymmetry. *Experimental brain research*, 192(1), 87-95.
- Annett, M. (1985). *Left, right, hand and brain: the right shift theory*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- American Academy of Pediatrics, & American College of Obstetricians and Gynecologists. (2006). Menstruation in girls and adolescents: using the menstrual cycle as a vital sign. *Pediatrics*, 118(5), 2245-2250.
- Amunts, K., Schlaug, G., Schleicher, A., Steinmetz, H., Dabringhaus, A., Roland, P. E., & Zilles, K. (1996). Asymmetry in the human motor cortex and handedness. *Neuroimage*, 4(3), 216-222.
- Aspenes, S., Kjendlie, P. L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers. *Journal of sports science & medicine*, 8(3), 357.
- Auerbach, B. M., & Ruff, C. B. (2006). Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. *Journal of human evolution*, 50(2), 203-218.
- Bakan, P. (1971). Handedness and birth order. *Nature*, 229, 195.
- Barbosa, T. M., Costa, M. J., Morais, J. E., Morouço, P., Moreira, M., Garrido, N. D., ... & Silva, A. J. (2013). Characterization of speed fluctuation and drag force in young swimmers: A gender comparison. *Human movement science*, 32(6), 1214-1225.
- Bishop, D. V. M. (1980). Handedness, clumsiness and cognitive ability. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 22(5), 569-579.
- Βλάχος, Φ., & Ανδρέου, Γ. (2017). Εγκεφαλική ασυμμετρία και εκπαίδευση. *Το Βήμα των Κοινωνικών Επιστημών*, 14(54).
- Carpes, F. P., Mota, C. B., & Faria, I. E. (2010). On the bilateral asymmetry during running and cycling—A review considering leg preference. *Physical therapy in sport*, 11(4), 136-142.

- Conger, J. J. (1979). *Adolescence: Generation under pressure*. Multimedia Publications. 2, 17-19.
- Corballis, M. C. (2009). The evolution and genetics of cerebral asymmetry. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1519), 867-879.
- Crosby, C. A., & Wehbé, M. A. (1994). Hand strength: normative values. *The Journal of hand surgery*, 19(4), 665-670.
- Dassonville, P., Zhu, X. H., Ugurbil, K., Kim, S. G., & Ashe, J. (1997). Functional activation in motor cortex reflects the direction and the degree of handedness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(25), 14015-14018.
- DeHaven, K.E., & Lintner, D.M. (1986). Athletic injuries: comparison by age, sport, and gender. *The American journal of sports medicine*, 14(3), 218-224.
- Faigenbaum, A.D., Zaichkowsky, L.D., Westcott, W.L., Micheli, L.J., & Fehlandt, A.F. (1993). The effects of a twice-a-week strength training program on children. *Pediatric Exercise Science*, 5(4), 339-346.
- Flug, D., Largo, R. H., & Prader, A. (1984). Menstrual patterns in adolescent Swiss girls: a longitudinal study. *Annals of Human Biology*, 11(6), 495-508.
- Freitas, A. S., Figueiredo, A. J., de Freitas, R., Andréia, L., Rodrigues, V. D., da Cunha, C., & Coelho e Silva, M. J. (2014). Biological Maturation, Body Morphology and Physical Performance in 8-16 Year-Old Obese Girls from Montes Claros–Mg. *Journal of human kinetics*, 43(1), 169-176.
- Gozlan, G., Bensoussan, L., Coudreuse, J. M., Fondarai, J., Gremeaux, V., Viton, J. M., & Delarque, A. (2006, February). Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis): comparison between dominant and nondominant shoulder. In *Annales de readaptation et de medecine physique: revue scientifique de la Societe francaise de reeducation fonctionnelle de readaptation et de medecine physique* (Vol. 49, No. 1, pp. 8-15).

- Halpern, D. F. (2013). *Sex differences in cognitive abilities*. Psychology press.
- Incel, N.A., Ceceli, E., Durukan, P.B., Erdem, H.R., & Yorgancioglu, Z.R. (2002). Grip strength: effect of hand dominance. *Singapore medical journal*, 43(5), 234-237.
- Johnston, D. W., Nicholls, M. E., Shah, M., & Shields, M. A. (2013). Handedness, health and cognitive development: evidence from children in the National Longitudinal Survey of Youth. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 176(4), 841-860.
- Κωνσταντινίδου, Α.Θ., & Λαΐου, Α., (2016). *Αξιολόγηση της ασυμμετρίας στην εφαρμογή δύναμης των άνω άκρων σε κολυμβητές*. (Πτυχιακή εργασία, ΕΚΠΑ ΤΕΦΑΑ, 2017) Δημοσίευση από ηλεκτρονική βιβλιοθήκη ΒΚΠ ΕΚΠΑ Πέργαμος.
- Leadbeater, B. J., Kuperminc, G. P., Blatt, S. J., & Hertzog, C. (1999). A multivariate model of gender differences in adolescents' internalizing and externalizing problems. *Developmental psychology*, 35(5), 1268.
- Lee, J. B., Burkett, B. J., Thiel, D. V., & James, D. A. (2011). Inertial sensor, 3D and 2D assessment of stroke phases in freestyle swimming. *Procedia Engineering*, 13, 148-153.
- Maglischo, E. W. (2003). *Swimming fastest*. Human Kinetics. 3, 71-74.
- Maglischo, C.W., & Maglischo, E.W. (2008, March). Tethered and nontethered crawl swimming. In *ISBS-Conference Proceedings Archuve* (Vol. 1, No. 1).
- Malina, R. M. (2012). Growth. In *Encyclopedia of Exercise Medicine in Health and Disease* (pp. 376-378). Springer Berlin Heidelberg.
- Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., e Silva, M. J. C., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *Br J Sports Med*, 49(13), 852-859.
- Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1969). Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Archives of disease in childhood*, 44(235), 291.

- Marshall, W. A., & Tanner, J. M. (1970). Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Archives of disease in childhood*, 45(239), 13-23.
- Martin, G. N. (2003). Νευροψυχολογία: Εγκέφαλος και συμπεριφορά. Μετάφραση Μεσσήνης, Α. & Αντωνιάδης, Γ. Αθήνα: Έλλην.
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Izquierdo, M., Neiva, H., & Marques, M. C. (2012). Relative contribution of arms and legs in front crawl tethered swimming, according to gender. *Tethered swimming and dry land force parameters. Useful tools to characterize front crawl performance*, 67.
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Keskinen, K. L., Badillo, J. J., & Marques, M. C. (2014). Tethered swimming can be used to evaluate force contribution for short-distance swimming performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3093-3099.
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Fernandes, R. J., Marques, M. C. (2011). Tethered swimming as an useful tool to measure unbalance between arms and force production decrease. In JP Vilas-Boas, L Machado, K Wangdo & AP Veloso (Eds.), *Biomechanics in Sports*.
- Morouço, P., Neiva, H., González-Badillo, J., Garrido, N., Marinho, D., & Marques, M. (2011). Associations between dry land strength and power measurements with swimming performance in elite athletes: a pilot study. *Journal of human kinetics*, 29(Special Issue), 105-112.
- Morouço, P. G., Fernandes, R. J., Marques, M. C., & Marinho, D. A. (2012). Front crawl arm asymmetries assessment using tethered swimming. *Tethered swimming and dry land force parameters. Useful tools to characterize front crawl performance*, 49.
- Papadopoulou S.K. (2003). *The importance of sports participation during adolescence*. Laboratory of Hygiene and Sports Nutrition. Department of Physical Education & Sports Activity, Aristotle University of Thessaloniki. *Paediatr N Gr* 2003, 15: 121 - 131.
- Roberts, C. (2016). Tanner's Puberty Scale: Exploring the historical entanglements of children, scientific photography and sex. *Sexualities*, 19(3), 328-346.

- Sanders, R., Thow, J., Alcock, A., Fairweather, M., Riach, I., & Mather, F. (2012). How Can Asymmetries in Swimming be Identified and Measured?. *Journal of Swimming Research*, 19(1-15).
- Schaefer, S., Krampe, R. T., Lindenberger, U., & Baltes, P. B. (2008). Age differences between children and young adults in the dynamics of dual-task prioritization: Body (balance) versus mind (memory). *Developmental Psychology*, 44(3), 747.
- Seifert, L., Chollet, D., & Allard, P. (2005). Arm coordination symmetry and breathing effect in front crawl. *Human Movement Science*, 24(2), 234-256.
- Tanner, J. M. (1962). *Growth at Adolescence* Blackwell Scientific Publications.
- Τζέτζης, Γ., Λόλα, Α. (2015). *Κινητική μάθηση και ανάπτυξη*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα:Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 7 , 87.
- Van de Velde, A., De Mey, K., Maenhout, A., Calders, P., & Cools, A. M. (2011). Scapular-muscle performance: two training programs in adolescent swimmers. *Journal of athletic training*, 46(2), 160-167.
- Van Dongen, S., Cornille, R., & Lens, L. (2009). Sex and asymmetry in humans: what is the role of developmental instability?. *Journal of evolutionary Biology*, 22(3), 612-622.
- Volkman, J., Schnitzler, A., Witte, O. W., & Freund, H. J. (1998). Handedness and asymmetry of hand representation in human motor cortex. *Journal of neurophysiology*, 79(4), 2149-2154.
- Wilson, J. M., & Manning, J. T. (1996). Fluctuating asymmetry and age in children: evolutionary implications for the control of developmental stability. *Journal of Human Evolution*, 30(6), 529-537.