



Σχέση Επιλεγμένων Σωματομετρικών Χαρακτηριστικών και Αγωνιστικών Επιδόσεων σε Νεαρούς Κολυμβητές και Κολυμβήτριες

Ταχταλής Θεοχάρης, Γούργουλης Βασίλειος, Κόλτσης Χρήστος, Τουμπέκης Αργύρης,
Αγγελούσης Νικόλαος, Βόλακλης Κωνσταντίνος, & Τοκμακίδης Σάββας
ΣΕΦΑΑ, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διαπιστωθεί η σχέση που υφίσταται μεταξύ επιλεγμένων σωματομετρικών χαρακτηριστικών και αγωνιστικών επιδόσεων και να διερευνηθεί η δυνατότητα πρόβλεψης των αγωνιστικών επιδόσεων νεαρών κολυμβητών και κολυμβητριών, βάσει των επιλεγμένων σωματομετρικών παραμέτρων. Στην έρευνα συμμετείχαν 93 κολυμβητές (41 αγόρια και 52 κορίτσια), που διαχωρίστηκαν σε τρεις ηλικιακές κατηγορίες: 13, 14 και 15-16 ετών. Αξιολογήθηκαν επιλεγμένα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (σωματική μάζα, σωματικό ύψος, ποσοστό σωματικού λίπους, μήκος μελών, περιφέρεια θώρακα, διάμετρος μελών) και οι αγωνιστικές επιδόσεις στις αποστάσεις των 100, 200, 400 και 800 μέτρων ελεύθερου στυλ κολύμβησης, αποστάσεις που είναι κοινές και για τα δύο φύλα. Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων εφαρμόστηκαν αναλύσεις διακύμανσης ως προς δύο ανεξάρτητους παράγοντες, συντελεστής συσχέτισης Pearson και ιεραρχική πολλαπλή παλινδρόμηση. Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των αγωνιστικών επιδόσεων και συγκεκριμένων σωματομετρικών χαρακτηριστικών, με κυρίαρχα το σωματικό ύψος, το μήκος των άνω άκρων, την ωμική διάμετρο, το μήκος της παλάμης και το ποσοστό σωματικού λίπους. Ωστόσο, το μέγεθος αυτών των συσχετίσεων δεν ήταν ίδιο για τα δύο φύλα, ούτε για όλες τις ηλικιακές κατηγορίες. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ικανοποιητική δυνατότητα πρόβλεψης των αγωνιστικών επιδόσεων βάσει επιλεγμένων σωματομετρικών χαρακτηριστικών, η οποία αυξάνεται με την πάροδο της ηλικίας, κυρίως στα αγόρια. Σε κάθε περίπτωση πάντως, φαίνεται ότι για τη διενέργεια εγκυρότερων προβλέψεων των αγωνιστικών επιδόσεων στις διάφορες ηλικίες, εκτός από τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, θα πρέπει λαμβάνονται υπόψη και άλλες παράμετροι που είναι καθοριστικές για την αγωνιστική επίδοση.

Λέξεις κλειδιά: Κολύμβηση, σωματομετρικά χαρακτηριστικά, πρόβλεψη επιδόσεων

Relationship between Selected Anthropometric Characteristics and Swimming Performance in Young Male and Female Swimmers

Taxtalis Theocharis, Gourgoulis Vassilios, Koltsis Christos, Toubekis Argyris,
Aggeloussis Nikolaos, Volaklis Konstantinos, & Tokmakidis Savvas

School of Physical Education and Sports Sciences, Democritus University of Thrace, Komotini, Hellas

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the relationship between selected anthropometric characteristics and swimming performance in young male and female swimmers and to determine the prediction possibility of the competitive performances based on selected anthropometric characteristics. The sample of the study was 93 swimmers (41 male and 52 female swimmers), who were divided into three age categories: 13, 14 and 15-16 years old. There were measured selected anthropometric characteristics (body mass, body height, body fat, segment length, thorax region, segments diameter) and the swimming perfor-

mance in 100, 200, 400 and 800 m, which were common distances for both genders. For the statistical treatment of the data two-way analysis of variance, Pearson correlation and hierarchical multiple regression analysis were used. The results showed statistically significant relationships between the swimming performances and selected anthropometric characteristics, such as the body height, the length of the arm, the diameter of the shoulder, the length of the palm and the percentage of body fat. However, these correlations were not of the same magnitude for both genders and for all the age categories. Moreover, there were observed sufficient possibilities for the prediction of the swimming performances based on selected anthropometric characteristics, which were increased as the age of the swimmers increased, especially in male swimmers. However, it seems that for more accurate predictions of the swimming performances in the various ages, apart from the anthropometric characteristics, it should be taken into account and other parameters that are decisive for the swimming performance.

Key words: Swimming, anthropometric characteristics, performance prediction

Εισαγωγή

Οι αγωνιστικές επιδόσεις στην κολύμβηση σχετίζονται με διάφορους παράγοντες, όπως η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, η μέγιστη αναερόβια ισχύς, η κολυμβητική οικονομία σε μια δεδομένη υπομέγιστη ένταση, τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, κλπ. (Costill, et al., 1985; Duche, Falgairette, Bedu, Lac, Robert, & Coudert, 1993; Hawley, Williams, Vickovic, & Handcock, 1992; Mercier, Granier, Mercier, Trouquet, & Prefaut, 1993). Το γεγονός ότι ορισμένα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, όπως το σωματικό ύψος και το μήκος των άνω και κάτω άκρων είναι ιδιαίτερα καθοριστικά για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων, είναι κοινά αποδεκτό και έχει επιβεβαιωθεί σε αρκετές μελέτες, όπου εξετάστηκαν κυρίως ενήλικες κολυμβητές (Chartard, Collomp, Maglisco, & Maglisco, 1990; Grimston, & Hay, 1986). Επίσης, σύμφωνα με τους Costill, Maglisco και Richardson (1992), οι μεταβολές των σωματομετρικών χαρακτηριστικών κατά την αναπτυξιακή ηλικία, σε συνδυασμό με τη βελτίωση της τεχνικής, μπορεί να επηρεάσουν τις αγωνιστικές επιδόσεις, οι οποίες αναμένεται να παρουσιάσουν βελτίωση κατά 5 έως 6% το χρόνο, για τις ηλικίες μεταξύ 10 έως 14 ετών και 1.7% το χρόνο για τις ηλικίες μεταξύ 14 και 18 ετών.

Πάρα τη σημασία που φαίνεται να έχουν τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά για την πρόβλεψη των επιδόσεων στην κολύμβηση, είναι περιορισμένος ο αριθμός των ερευνών σχετικά με τη δυνατότητα πρόβλεψης των αγωνιστικών επιδόσεων βάσει των σωματομετρικών χαρακτηριστικών σε νεαρούς κολυμβητές. Σύμφωνα με τον Duche και συνεργάτες (1993), σε έρευνα που συμμετείχαν άρρενες κολυμβητές προεφηβικής ηλικίας και μετρήθηκαν διάφορα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, σε συνδυασμό με την αερόβια και αναερόβια ικανότητα, καθώς και την επίδοση σε αποστάσεις από τα 50 έως τα 400 μέτρα, διαπιστώθηκε ότι η μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου (VO_{2max}) και η μέγιστη αναερόβια ισχύς ήταν οι καλύτεροι παράγοντες πρόβλεψης της επίδοσης για όλες τις αποστάσεις. Αναφορικά με τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, μόνο το σωματικό ύψος συνεισέφερε σημαντικά στη δυνατότητα πρόβλεψης των επιδόσεων.

Ο περιορισμένος αριθμός σχετικών ερευνών για τη δυνατότητα πρόβλεψης των κολυμβητικών επιδόσεων βάσει σωματομετρικών χαρακτηριστικών σε νεαρούς αθλητές, αποτέλεσε το ερέθισμα για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης μελέτης. Σκοπός της μελέτης ήταν να διαπιστωθεί η σχέση που υφίσταται μεταξύ επιλεγμένων σωματομετρικών χαρακτηριστικών και αγωνιστικών επιδόσεων και να διερευνηθεί η δυνατότητα πρόβλεψης των αγωνιστικών επιδόσεων νεαρών κολυμβητών και κολυμβητριών βάσει των επιλεγμένων σωματομετρικών παραμέτρων.

Μεθοδολογία

Εξεταζόμενοι

Στην παρούσα μελέτη έλαβαν μέρος 93 κολυμβητές (41 αγόρια και 52 κορίτσια), ηλικίας 13 έως 16 ετών, οι οποίοι διαχωρίστηκαν σε τρεις ηλικιακές κατηγορίες, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί όσο το δυνατόν περισσότερο η ομοιογένεια των επιμέρους ομάδων και να αυξηθεί η εγκυρότητα των διαφόρων συσχετίσεων και προβλέψεων. Στην ηλικιακή κατηγορία των 13 ετών, εντάχθηκαν 12 αγόρια και 19 κορίτσια, ηλικίας 13 ετών και 6.4 ± 3.3 μηνών, η προπονητική ηλικία των οποίων ανερχόταν σε 4.6 ± 1.1 έτη. Στη δεύτερη ηλικιακή κατηγορία των 14 ετών, εντάχθηκαν 8 αγόρια και 16 κορίτσια, ηλικίας 14 ετών και 6.7 ± 3.7 μηνών, με προπονητική ηλικία 6.1 ± 0.9 έτη. Στην τρίτη ηλικιακή κατηγορία των 15 και 16 ετών, εντάχθηκαν 21 αγόρια και 17 κορίτσια, ηλικίας 15.5 ± 0.5 ετών και 6.4 ± 2.7 μηνών, με προπονητική ηλικία 8.2 ± 0.7 έτη. Όλοι οι εξεταζόμενοι συμμετείχαν στις διάφορες διοργανώσεις της Κολυμβητικής Ομοσπονδίας Ελλάδας (ΚΟΕ), όπως τις τοπικές και περιφερειακές ημερίδες, τους πανελληνίους αγώνες, καθώς επίσης ορισμένοι από αυ-

τούς ακόμη και σε διεθνείς διοργανώσεις. Πριν τη διεξαγωγή των μετρήσεων όλοι οι συμμετέχοντες εξεταζόμενοι προσκόμισαν ιατρική γνωμάτευση, ενώ οι κηδεμόνες τους συμπλήρωσαν ειδικό έντυπο συναίνεσης, βάσει του οποίου έδιναν τη συγκατάθεσή τους για συμμετοχή των παιδιών τους στη μελέτη.

Όργανα και διαδικασίες μέτρησης

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης αξιολογήθηκαν επιλεγμένα σωματομετρικά χαρακτηριστικά και οι αγωνιστικές επιδόσεις στις αποστάσεις των 100, 200, 400 και 800 μέτρων ελεύθερου στυλ κολύμβησης. Οι συγκεκριμένες αγωνιστικές αποστάσεις είναι κοινές και για τα δύο φύλα. Όλες οι μετρήσεις διεξήχθησαν κατά την προαγωνιστική περίοδο και ολοκληρώθηκαν σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση έγινε η μέτρηση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών και στη δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε η μέτρηση των αγωνιστικών επιδόσεων σε κολυμβητήριο 50 μέτρων. Οι παράμετροι που αξιολογήθηκαν αναφέρονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Σωματομετρικές και αγωνιστικές παράμετροι που αξιολογήθηκαν στην παρούσα εργασία

Σωματομετρικά χαρακτηριστικά	Αγωνιστικές παράμετροι
Σωματική μάζα	Επίδοση στα 100 μέτρα
Σωματικό ύψος (όρθια θέση)	Επίδοση στα 200 μέτρα
% σωματικού λίπους *	Επίδοση στα 400 μέτρα
Μήκος άνω άκρου (δεξι)	Επίδοση στα 800 μέτρα
Μήκος παλάμης (δεξι)	
Μήκος πέλματος (δεξι)	
Περιφέρεια θώρακα	
Ωμική διάμετρος	
Ισχιακή διάμετρος	

* με βάση την εξίσωση του Siri (1956)

Σωματομετρικά χαρακτηριστικά

Σωματική μάζα: η σωματική μάζα μετρήθηκε με ηλεκτρονική ζυγαριά δαπέδου και ακρίβεια μέτρησης 0.1 Kgr (Digital Floor Scale - Model 01152).

Σωματικό ύψος: το σωματικό ύψος μετρήθηκε με τον εξεταζόμενο σε όρθια θέση έχοντας το βάρος του σώματός του μοιρασμένο και στα δύο πόδια, έτσι ώστε να μην ανασηκώνονται οι φτέρνες. Ζητήθηκε από τον εξεταζόμενο να εισπνεύσει βαθιά και να διατηρήσει τον κορμό σε κατακόρυφη θέση εφαιπόμενο στο αναστημόμετρο (SECA-220) με τα μάτια να βλέπουν ευθεία μπροστά. Η μέτρηση καταγράφηκε με ακρίβεια 0.1 cm.

Ποσοστό σωματικού λίπους: για τον υπολογισμό του ποσοστού του σωματικού λίπους έγινε μέτρηση επιλεγμένων δερματοπτυχών με τη χρήση δερματοπτυχομέτρου (Harpenden Skinfold Caliper, ακρίβειας 0.2 mm). Οι δερματοπτυχές που επιλέχθηκαν ήταν του τετρακέφαλου μηριαίου μυός, του τρικέφαλου βραχιόνιου, του υπερλαγόνιου και της κοιλιακής περιοχής. Διεξήχθησαν τρεις μετρήσεις στη δεξιά πλευρά του σώματος και υπολογίστηκε ο μέσος όρος. Το ποσοστό λίπους υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση του Siri (1956):

$$\% \text{ σωματικού λίπους} = [(4.95 / \text{πυκνότητα σώματος}) - 4.50] \times 100$$

όπου η πυκνότητα σώματος υπολογίστηκε με βάση την εξίσωση των Sloan, Burt, και Blyth (1962):

$$\text{Πυκνότητα σώματος} = 1.0764 - [0.00081 \times \text{πτυχή υπερλαγόνιου}] - [0.00088 \times \text{πτυχή τρικεφάλου}]$$

Μήκη μελών: μετρήθηκαν το μήκος του δεξιού άνω άκρου (από το ύψος του ακρώμιου), το μήκος της δεξιάς παλάμης και το μήκος του δεξιού πέλματος. Η μέτρηση έγινε με τον εξεταζόμενο σε όρθια θέση. Χρησιμοποιήθηκε μια απλή μεταλλική μετροταινία, πλάτους 7 mm χωρίς ελαστικότητα που διαθέτει αυτόματο σύστημα επαναφοράς (ακρίβειας 0.1 cm).

Περιφέρεια θώρακα: Η μέτρηση έγινε με τον εξεταζόμενο σε όρθια θέση στο τέλος μιας κανονικής εκπνοής. Χρησιμοποιήθηκε μια απλή μεταλλική μετροταινία, πλάτους 7 mm, ευλύγιστη χωρίς ελαστικότητα που διαθέτει αυτόματο σύστημα επαναφοράς (ακρίβειας 0.1 cm).

Διάμετροι μελών: μετρήθηκαν η ωμική (αμφιακρωμιακή) και η ισχιακή (αμφιτροχανθηριακή) διάμετρος. Οι μετρήσεις των διαμέτρων του σώματος έγιναν με ειδικό όργανο (διαβήτη) (Lafayette-Model 01290, ακρίβεια 0.1 cm). Πραγματοποιήθηκαν τρεις συνεχόμενες μετρήσεις και ελήφθη ως τελική τιμή ο μέσος όρος.

Αγωνιστικές επιδόσεις

Αξιολογήθηκαν οι επιδόσεις στις αποστάσεις των 100, 200, 400 και 800 μέτρων τόσο για τα αγόρια, όσο και για τα κορίτσια. Το αγωνιστικό στυλ που χρησιμοποιήθηκε ήταν το ελεύθερο στυλ κολύμβησης για όλες τις αποστάσεις. Οι μετρήσεις έγιναν σε κλειστό κολυμβητήριο 50 μέτρων, με σταθερή θερμοκρασία νερού (26° C). Η χρονομέτρηση των εξεταζόμενων έγινε με ηλεκτρονική χρονομέτρηση (χρονόμετρο TANCO) και αφού τηρήθηκε η διαδικασία της εκκίνησης που ακολουθείται στη διάρκεια αγώνων κολύμβησης σύμφωνα με τους διεθνείς κανονισμούς. Κάθε αγωνιστική απόσταση χρονομετρήθηκε σε διαφορετική ημέρα.

Στατιστική ανάλυση

Για τον έλεγχο της ύπαρξης στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των δύο φύλων και των τριών επιμέρους ηλικιακών κατηγοριών, ως προς τις αγωνιστικές τους επιδόσεις στις επιμέρους αποστάσεις, εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης για ανεξάρτητα δείγματα ως προς δύο παράγοντες και για τον εντοπισμό των στατιστικά σημαντικών διαφορών εφαρμόστηκε το τεστ πολλαπλών συγκρίσεων Bonferroni. Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι συντελεστές συσχέτισης μεταξύ των σωματομετρικών χαρακτηριστικών και των κολυμβητικών επιδόσεων στις επιμέρους αγωνιστικές αποστάσεις, ενώ επίσης υπολογίστηκαν μέσω ιεραρχικής πολλαπλής παλινδρόμησης εξισώσεις πρόβλεψης των επιδόσεων στις επιμέρους κολυμβητικές αποστάσεις, βάσει των σωματομετρικών χαρακτηριστικών. Ο έλεγχος της κανονικής κατανομής πραγματοποιήθηκε με το τεστ Kolmogorov-Smirnov, ο έλεγχος της ομοιογένειας των ομάδων πραγματοποιήθηκε με το Levene τεστ και το επίπεδο σημαντικότητας ορίστηκε ως $p < .05$.

Αποτελέσματα

Αγωνιστικές επιδόσεις

Σε καμία, από τις κοινές και για τα δύο φύλα, αγωνιστικές αποστάσεις που εξετάστηκαν δεν παρουσιάστηκε στις επιδόσεις των κολυμβητών αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων φύλο και ηλικιακή κατηγορία (100 μ.: $F_{2,87} = .994, p = .374$, 200 μ.: $F_{2,87} = 1.071, p = .347$, 400 μ.: $F_{2,87} = .652, p = .523$, 800 μ.: $F_{2,87} = .608, p = .546$). Επίσης, σε καμία από τις αγωνιστικές αποστάσεις δε διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων (100 μ.: $F_{1,87} = 3.554, p = .063$, 200 μ.: $F_{1,87} = 1.275, p = .262$, 400 μ.: $F_{1,87} = .636, p = .427$, 800 μ.: $F_{1,87} = .261, p = .611$). Σημειώνεται πάντως πως στις περισσότερες περιπτώσεις τα αγόρια παρουσίαζαν καλύτερες επιδόσεις από τα κορίτσια (Πίνακας 2). Αντίθετα, διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ηλικιακών κατηγοριών στις επιδόσεις όλων των αγωνιστικών αποστάσεων (100 μ.: $F_{1,87} = 10.547, p < .05$, 200 μ.: $F_{1,87} = 7.743, p < .05$, 400 μ.: $F_{1,87} = 5.883, p < .05$, 800 μ.: $F_{1,87} = 4.800, p < .05$). Στα 100 και 200 μέτρα οι επιδόσεις των κολυμβητών-τριών στις ηλικιακές κατηγορίες των 14 και 15-16 ετών δε διέφεραν μεταξύ τους, ενώ και οι δύο ήταν στατιστικά σημαντικά καλύτερες από τις επιδόσεις στην ηλικία των 13 ετών. Αντίθετα, στις αποστάσεις των 400 και 800 μέτρων διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους μόνο οι επιδόσεις μεταξύ των κολυμβητών-τριών των ηλικιακών κατηγοριών των 13 και 15-16 ετών.

Πίνακας 2. Επιδόσεις (sec) αγοριών και κοριτσιών στις επιμέρους αγωνιστικές αποστάσεις

		Αγόρια	Κορίτσια
13 ετών	100 μ	77.49 ± 9.01	80.39 ± 8.89
	200 μ	173.58 ± 25.76	182.25 ± 40.21
	400 μ	371.77 ± 60.80	398.06 ± 84.21
	800 μ	783.89 ± 129.36	839.33 ± 185.45
14 ετών	100 μ	72.08 ± 12.11	72.65 ± 4.99
	200 μ	162.31 ± 33.94	157.31 ± 11.39
	400 μ	350.80 ± 85.93	339.53 ± 24.22
	800 μ	741.07 ± 166.32	717.32 ± 65.16
15 - 16 ετών	100 μ	66.72 ± 8.82	73.20 ± 4.86
	200 μ	145.79 ± 18.81	161.12 ± 15.31
	400 μ	329.09 ± 48.98	344.81 ± 38.53
	800 μ	712.82 ± 115.35	724.06 ± 81.10

Συσχετίσεις μεταξύ σωματομετρικών χαρακτηριστικών και αγωνιστικών επιδόσεων

Στα αγόρια ηλικίας 13 ετών διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ των επιδόσεων στα 100 μέτρα και την ωμική διάμετρο, καθώς και το μήκος των άνω άκρων. Στις αποστάσεις των 400 και 800 μέτρων διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μόνο με το μήκος των άνω άκρων και την ωμική διάμετρο, αντίστοιχα. Όσον αφορά στα κορίτσια της ίδιας ηλικιακής κατηγορίας, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μόνο μεταξύ των επιδόσεων στα 200, 400 και 800 μέτρα με το σωματικό ύψος, το μήκος των άνω άκρων και το μήκος της παλάμης (Πίνακας 3).

Στην ηλικιακή κατηγορία των 14 ετών, στα αγόρια διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μόνο μεταξύ των επιδόσεων στα 100 και 200 μέτρα και το μήκος της παλάμης, ενώ αντίθετα, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ των επιδόσεων σε όλες τις αγωνιστικές αποστάσεις και το ποσοστό σωματικού λίπους. Όσον αφορά στα κορίτσια ηλικίας 14 ετών, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μόνο μεταξύ της επίδοσης στα 200 μέτρα και του μήκους της παλάμης. Επίσης, διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική, αλλά αρνητική συσχέτιση, μεταξύ της επίδοσης στα 200 μέτρα και του ποσοστού σωματικού λίπους, καθώς και μεταξύ της επίδοσης στα 400 μέτρα και της ισχιακής διαμέτρου (Πίνακας 4).

Τέλος, ο μεγαλύτερος αριθμός στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων διαπιστώθηκε στα αγόρια ηλικίας 15-16 ετών, όπου υπήρχαν θετικές συσχετίσεις μεταξύ των επιδόσεων σε όλες τις αποστάσεις και όλων των σωματομετρικών χαρακτηριστικών, εκτός από τη σωματική μάζα και την ισχιακή διάμετρο, ενώ υπήρχε στατιστικά σημαντική αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό σωματικού λίπους. Αντίθετα στα κορίτσια ηλικίας 15-16 ετών διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική συσχέτιση μόνο μεταξύ της επίδοσης στα 100 μέτρα και του μήκους των άνω άκρων (Πίνακας 5).

Πίνακας 3. Συσχέτιση σωματομετρικών χαρακτηριστικών και αγωνιστικών επιδόσεων για τα αγόρια και τα κορίτσια ηλικίας 13 ετών

	100 μ.	200 μ.	400 μ.	800 μ.	
Σωματική μάζα (kg)	-.505	-.333	-.308	-.388	ΑΓΟΡΙΑ (n=12)
Σωματικό ύψος (cm)	-.487	-.405	-.419	-.416	
% λίπους	-.228	-.249	-.222	-.294	
Περιφέρεια θώρακα (cm)	-.395	-.230	-.195	-.321	
Ωμική διάμετρος (cm)	-.657*	-.550	-.464	-.643*	
Ισχιακή διάμετρος (cm)	-.262	-.215	-.73	-.263	
Μήκος άνω άκρου (cm)	-.631*	-.560	-.577*	-.572	
Μήκος παλάμης (cm)	-.323	-.262	-.340	-.292	
Μήκος πέλματος (cm)	-.479	-.515	-.383	-.511	
	100 μ.	200 μ.	400 μ.	800 μ.	
Σωματική μάζα (kg)	-.255	-.308	-.268	-.254	ΚΟΡΙΤΣΙΑ (n=19)
Σωματικό ύψος (cm)	-.423	-.533*	-.537*	-.548*	
% λίπους	.107	.188	.214	.260	
Περιφέρεια θώρακα (cm)	-.414	-.437	-.385	-.411	
Ωμική διάμετρος (cm)	-.346	-.306	-.383	-.384	
Ισχιακή διάμετρος (cm)	-.043	-.075	-.092	-.065	
Μήκος άνω άκρου (cm)	-.400	-.475*	-.465*	-.498*	
Μήκος παλάμης (cm)	-.430	-.500*	-.509*	-.547*	
Μήκος πέλματος (cm)	-.355	-.356	-.392	-.445	

* $p < .05$ ** $p < .01$, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει μια θετική σχέση
(όσο αυξάνεται η μετρούμενη παράμετρος τόσο μειώνεται ο αγωνιστικός χρόνος)

Πίνακας 4. Συσχέτιση σωματομετρικών χαρακτηριστικών και αγωνιστικών επιδόσεων για τα αγόρια και τα κορίτσια ηλικίας 14 ετών

	100 μ.	200 μ.	400 μ.	800 μ.	
					ΑΓΟΡΙΑ
					(n=8)
Σωματική μάζα (kg)	-.310	-.259	-.145	-.116	
Σωματικό ύψος (cm)	-.642	-.573	-.487	-.466	
% λίπους	.905**	.891**	.943**	.941**	
Περιφέρεια θώρακα (cm)	-.113	-.060	-.040	-.061	
Ωμική διάμετρος (cm)	-.095	-.032	.059	.069	
Ισχιακή διάμετρος (cm)	.366	.409	.465	.465	
Μήκος άνω άκρου (cm)	-.649	-.583	-.503	-.502	
Μήκος παλάμης (cm)	-.785*	-.740*	-.663	-.651	
Μήκος πέλματος (cm)	-.646	-.618	-.537	-.530	
	100 μ.	200 μ.	400 μ.	800 μ.	
					ΚΟΡΙΤΣΙΑ
					(n=16)
Σωματική μάζα (kg)	-.145	.273	.029	-.379	
Σωματικό ύψος (cm)	-.259	-.421	-.261	-.242	
% λίπους	.150	.518*	.295	-.241	
Περιφέρεια θώρακα (cm)	.062	.345	.225	-.162	
Ωμική διάμετρος (cm)	.244	.195	.346	-.055	
Ισχιακή διάμετρος (cm)	.339	.438	.557*	.198	
Μήκος άνω άκρου (cm)	-.191	-.321	-.197	-.228	
Μήκος παλάμης (cm)	-.172	-.601*	-.258	-.027	
Μήκος πέλματος (cm)	.239	-.391	.052	.065	

* $p < .05$ ** $p < .01$, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει μια θετική σχέση (όσο αυξάνεται η μετρούμενη παράμετρος τόσο μειώνεται ο αγωνιστικός χρόνος)

Πίνακας 5. Συσχέτιση σωματομετρικών χαρακτηριστικών και αγωνιστικών επιδόσεων για τα αγόρια και τα κορίτσια ηλικίας 15-16 ετών

	100 μ.	200 μ.	400 μ.	800 μ.	
					ΑΓΟΡΙΑ
					(n=21)
Σωματική μάζα (kg)	-.420	-.322	-.325	-.311	
Σωματικό ύψος (cm)	-.523*	-.461*	-.436*	-.434*	
% λίπους	.512*	.474*	.485*	.621*	
Περιφέρεια θώρακα (cm)	-.562*	-.521*	-.476*	-.426	
Ωμική διάμετρος (cm)	-.550*	-.493*	.472*	-.480*	
Ισχιακή διάμετρος (cm)	-.120	-.139	-.094	-.049	
Μήκος άνω άκρου (cm)	-.597**	-.520*	-.480*	-.486*	
Μήκος παλάμης (cm)	-.646**	-.557**	-.633**	-.565**	
Μήκος πέλματος (cm)	-.465*	-.363	-.422	-.454*	
	100 μ.	200 μ.	400 μ.	800 μ.	
					ΚΟΡΙΤΣΙΑ
					(n=17)
Σωματική μάζα (kg)	-.086	.195	.087	.164	
Σωματικό ύψος (cm)	-.326	.061	.055	.121	
% λίπους	.311	.340	.107	.173	
Περιφέρεια θώρακα (cm)	-.002	.199	.165	.184	
Ωμική διάμετρος (cm)	-.315	-.170	-.072	-.100	
Ισχιακή διάμετρος (cm)	-.120	.047	.040	.099	
Μήκος άνω άκρου (cm)	-.502*	-.324	-.155	-.133	
Μήκος παλάμης (cm)	-.310	-.042	-.013	-.124	
Μήκος πέλματος (cm)	-.363	.018	.098	.121	

* $p < .05$ ** $p < .01$, το αρνητικό πρόσημο δηλώνει μια θετική σχέση (όσο αυξάνεται η μετρούμενη παράμετρος τόσο μειώνεται ο αγωνιστικός χρόνος)

Πρόβλεψη αγωνιστικών επιδόσεων βάσει σωματομετρικών παραμέτρων

Στην ηλικία των 13 ετών, στα αγόρια μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη των επιδόσεων στα 100 μέτρα μόνο βάσει της ωμικής διαμέτρου, ερμηνεύοντας το 43.2% της συνολικής διακύμανσης, ενώ αντίθετα στα 200 μέτρα δεν μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη των επιδόσεων βάσει καμίας παραμέτρου. Στα 400 μέτρα μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη των επιδόσεων μόνο βάσει του μήκους των άνω άκρων, ερμηνεύοντας το 33.2% της συνολικής διακύμανσης και στα 800 μέτρα μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη των επιδόσεων μόνο βάσει της ωμικής διαμέτρου, ερμηνεύοντας το 41.4% της συνολικής διακύμανσης (Πίνακας 6). Στα κορίτσια της ίδια ηλικίας (13 ετών), στα 100 μέτρα δεν μπορεί να επιτευχθεί στατιστικά σημαντική πρόβλεψη βάσει καμίας παραμέτρου, ενώ στα 200 μέτρα μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη βάσει του σωματικού ύψους, ερμηνεύοντας το 28.4% της συνολικής διακύμανσης. Στα 400 και στα 800 μέτρα στα κορίτσια η επίδοση μπορεί να προβλεφθεί βάσει του σωματικού ύψους και του ποσοστού σωματικού λίπους ερμηνεύοντας το 45% και το 50.6% της συνολικής διακύμανσης, αντίστοιχα (Πίνακας 7).

Στην ηλικία των 14 ετών στα αγόρια μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη των επιδόσεων στα 100 μέτρα βάσει του ποσοστού σωματικού λίπους, του μήκους της παλάμης και της ωμικής διαμέτρου, ερμηνεύοντας το 99.3% της συνολικής διακύμανσης, ενώ στα 200 μέτρα μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη των επιδόσεων βάσει του ποσοστού σωματικού λίπους και του μήκους της παλάμης, ερμηνεύοντας το 91.7% της συνολικής διακύμανσης. Στα 400 και 800 μέτρα μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη των επιδόσεων μόνο βάσει του ποσοστού σωματικού λίπους, ερμηνεύοντας το 88.9 και το 88.5% της συνολικής διακύμανσης, αντίστοιχα (Πίνακας 6). Στα κορίτσια της ίδιας ηλικίας των 14 ετών, στα 100 και 800 μέτρα δεν μπορεί να επιτευχθεί στατιστικά σημαντική πρόβλεψη βάσει καμίας παραμέτρου, ενώ στα 200 μέτρα μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη βάσει του μήκους της παλάμης, ερμηνεύοντας το 31.6% της συνολικής διακύμανσης και στα 400 μέτρα η επίδοση μπορεί να προβλεφθεί βάσει της ισχιακής διαμέτρου, ερμηνεύοντας το 31% της συνολικής διακύμανσης (Πίνακας 7).

Στην ηλικία των 15-16 ετών, στα αγόρια μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη των επιδόσεων στα 100, 200 και 400 μέτρα βάσει του μήκους της παλάμης, του ποσοστού σωματικού λίπους και της περιφέρειας του θώρακα, ερμηνεύοντας το 75.8%, 63.3% και 63.9% της συνολικής διακύμανσης, αντίστοιχα. Στα 800 μέτρα μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη των επιδόσεων μόνο βάσει του ποσοστού σωματικού λίπους και της περιφέρειας του θώρακα, ερμηνεύοντας το 69.7% της συνολικής διακύμανσης (Πίνακας 6). Στα κορίτσια ηλικίας 15-16 ετών,

στα 100 μέτρα μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη της επίδοσης βάσει του μήκους των άνω άκρων, ερμηνεύοντας το 25.2% της συνολικής διακύμανσης, ενώ στα 200, 400 και 800 μέτρα δεν μπορεί να επιτευχθεί πρόβλεψη της επίδοσης βάσει καμίας παραμέτρου (Πίνακας 7).

Πίνακας 6. Δυνατότητα πρόβλεψη των επιδόσεων των αγοριών στις επιμέρους αγωνιστικές αποστάσεις ανάλογα με την ηλικία τους βάσει των σωματομετρικών τους χαρακτηριστικών

Αγόρια		R	R square	SEE	F τιμή	p
13 ετών	100 μ.	.657	.432	7.16	7.612	.000
		Επίδοση στα 100 μ. = 171.59 - (2.555 x ωμική διάμετρος)				
	400 μ.	.577	.332	52.10	4.981	.05
		Επίδοση στα 400 μ. = 1184.929 - (11.971 x μήκος άνω άκρου)				
	800 μ.	.643	.414	103.85	7.065	.024
		Επίδοση στα 800 μ. = 2098.441 - (35.689 x ωμική διάμετρος)				
14 ετών	100 μ.	.997	.993	1.33	192.264	.000
		Επίδοση στα 100 μ. = 91.252 + (4.530 x ποσοστό σωματικού λίπους) - (6.774 x μήκος παλάμης) + (1.270 x ωμική διάμετρος)				
	200 μ.	.958	.917	11.55	27.713	.002
		Επίδοση στα 200 μ. = 133.407 + (17.510 x ποσοστό σωματικού λίπους) - (10.665 x μήκος παλάμης)				
	400 μ.	.943	.889	30.92	48.063	.000
		Επίδοση στα 400 μ. = -431.422 + (60.090 x ποσοστό σωματικού λίπους)				
	800 μ.	.941	.885	61.01	46.025	.001
		Επίδοση στα 800 μ. = -769.195 + (116.018 x ποσοστό σωματικού λίπους)				
15-16 ετών	100 μ.	0.871	0.758	4.70	17.761	0.000
		Επίδοση στα 100 μ. = 43.999 - (1.697 x μήκος παλάμης) + (8.908 x ποσοστό σωματικού λίπους) - (.601 x περιφέρεια θώρακα)				
	200 μ.	.796	.633	12.35	9.786	.001
		Επίδοση στα 200 μ. = 82.123 - (2.409 x μήκος παλάμης) + (18.267 x ποσοστό σωματικού λίπους) - (1.280 x περιφέρεια θώρακα)				
	400 μ.	.800	.639	31.90	10.045	.000
	Επίδοση στα 400 μ. = 253.217 - (12.046 x μήκος παλάμης) + (43.564 x ποσοστό σωματικού λίπους) - (2.497 x περιφέρεια θώρακα)					
	800 μ.	.835	.697	66.95	20.683	.000
	Επίδοση στα 800 μ. = -402.440 + (150.101 x ποσοστό σωματικού λίπους) - (8.287 x περιφέρεια θώρακα)					

Πίνακας 7. Δυνατότητα πρόβλεψη των επιδόσεων των κοριτσιών στις επιμέρους αγωνιστικές αποστάσεις ανάλογα με την ηλικία τους βάσει των σωματομετρικών τους χαρακτηριστικών

Κορίτσια		R	R square	SEE	F τιμή	p
13 ετών	200 μ.	.533	.284	35.00	6.756	.019
		Επίδοση στα 200 μ. = 678.946 - (3.127 x σωματικό ύψος)				
	400 μ.	.671	.450	66.24	6.542	.008
	Επίδοση στα 400 μ. = 1417.439 - (8.221 x σωματικό ύψος) + (20.859 x ποσοστό σωματικού λίπους)					
	800 μ.	.712	.506	138.21	8.204	.004
	Επίδοση στα 800 μ. = 3123.925 - (18.867 x σωματικό ύψος) + (51.861 x ποσοστό σωματικού λίπους)					
14 ετών	200 μ.	.601	.361	9.42	7.917	.014
	Επίδοση στα 200 μ. = 290.282 - (7.013 x μήκος παλάμης)					
	400 μ.	.557	.310	20.82	6.294	.025
	Επίδοση στα 400 μ. = 120.646 + (7.341 x ισχιακή διάμετρος)					
15-16 ετών	100 μ.	.502	.252	4.33	5.066	.040
	Επίδοση στα 100 μ. = 152.529 - (1.120 x μήκος άνω άκρων)					

Συζήτηση

Στην παρούσα μελέτη αξιολογήθηκαν τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά και οι αγωνιστικές επιδόσεις στις αποστάσεις των 100, 200, 400 και 800 μέτρων ελεύθερου στυλ, κολυμβητών και κολυμβητριών ηλικίας

13 έως 16 ετών. Όπως προέκυψε από τα αποτελέσματα, με την πάροδο της ηλικίας επιτυγχάνονταν συνεχώς καλύτερες επιδόσεις. Αυτή η εξέλιξη ήταν μάλιστα κοινή και για τα δύο φύλα, σε όλες τις αγωνιστικές αποστάσεις που μελετήθηκαν. Ωστόσο, τόσο στους κολυμβητές, όσο και στις κολυμβήτριες, οι επιδόσεις στα 100 και 200 μέτρα δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ των ηλικιακών κατηγοριών των 14 και 15-16 ετών, παρά το γεγονός πως ήταν στατιστικά σημαντικά καλύτερες από τις επιδόσεις στην ηλικία των 13 ετών. Στις αποστάσεις των 400 και 800 μέτρων διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους μόνο οι επιδόσεις μεταξύ των ηλικιακών κατηγοριών των 13 ετών και 15-16 ετών. Ενδεχομένως, για αυτές τις διαφοροποιήσεις κατά την αναπτυξιακή ηλικία, να είναι υπεύθυνο και το επίπεδο τεχνικής των κολυμβητών. Σύμφωνα με τον Costill και συνεργάτες (1992), η βελτίωση της τεχνικής, σε συνδυασμό με τις μεταβολές που παρατηρούνται στα σωματομετρικά χαρακτηριστικά, μπορεί να επηρεάσουν τις αγωνιστικές επιδόσεις, που ενώ στις ηλικίες μεταξύ 10 και 14 ετών σημειώνουν μια ετήσια βελτίωση κατά 5 έως 6%, μεταξύ των ηλικιών των 14 και 18 ετών παρουσιάζουν πολύ μικρότερη βελτίωση, που ανέρχεται στο 1.7% ανά έτος. Επίσης, παρόλο που τα αγόρια στις περισσότερες περιπτώσεις παρουσίαζαν καλύτερες επιδόσεις από τα κορίτσια, δε διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους. Αυτή η έλλειψη στατιστικά σημαντικών διαφορών μεταξύ των δύο φύλων, στις ηλικιακές κατηγορίες που μελετήθηκαν, ενδεχομένως να σχετίζεται με το γεγονός ότι τα κορίτσια είναι βιολογικά πιο ώριμα, καθώς εισέρχονται στην εφηβεία πολύ νωρίτερα απ' ό,τι τα αγόρια. Σύμφωνα με τους Vizmanos και Marti-Henneberg (2000), η έναρξη της εφηβείας ξεκινάει στα κορίτσια ήδη από την ηλικία των 10-11 ετών, ενώ αντίθετα στα αγόρια ξεκινάει αργότερα, γύρω στην ηλικία των 12-13 ετών.

Η σχέση των σωματομετρικών χαρακτηριστικών και των αγωνιστικών επιδόσεων αποτέλεσε αντικείμενο μελέτης εδώ και αρκετές δεκαετίες (Avlonitou, 1994; Bloomfield, & Blanksby, 1971; Kunski, Jegier, Maslankiewicz, & Rakus, 1988; Lowensteyn, Signorile, & Giltz, 1994; Malina, Bouchard, Shroup, Demirjian, & Lariviere, 1979; Tanner, 1964) και διαπιστώθηκε ότι αθλητές υψηλού επιπέδου παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά σε ότι αφορά στη σωματική τους σύσταση και διάπλαση. Ωστόσο, ακόμη και σε νεαρούς κολυμβητές υψηλού επιπέδου καταγράφηκαν ευνοϊκότερα σωματομετρικά χαρακτηριστικά σε σχέση με κολυμβητές χαμηλότερου επιπέδου (Blomfield, Blanksby, Ackland, & Elliott, 1990). Αυτή η υπεροχή των επιλεκτών αθλητών κολύμβησης υπήρχε μάλιστα σε όλα τα στάδια βιολογικής ωρίμανσης. Στην παρούσα μελέτη, στην ηλικία των 13 ετών, στα αγόρια διαπιστώθηκε σημαντική συσχέτιση των αγωνιστικών επιδόσεων μόνο με την ωμική διάμετρο και το μήκος των άνω άκρων, ενώ στα κορίτσια διαπιστώθηκε σημαντική συσχέτιση με το σωματικό ύψος, το μήκος των άνω άκρων και το μήκος της παλάμης. Σε παρόμοια αποτελέσματα κατέληξε και η Avlonitou (1994), η οποία σε κορίτσια ηλικίας 12-13 ετών διαπίστωσε υψηλή συσχέτιση της αγωνιστικής επίδοσης με το μήκος των άνω άκρων. Το μέγεθος της παλάμης φαίνεται επίσης να παίζει καθοριστικό ρόλο, καθώς σύμφωνα με τους Toussaint, Janssen και Klufft (1991), όταν αυξάνεται η επιφάνεια της παλάμης, οι κολυμβητές μπορούν σε κάθε χεριά να ωθήσουν προς τα πίσω μεγαλύτερη μάζα νερού, αυξάνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της χεριάς τους. Η σημασία του μήκους της παλάμης επιβεβαιώνεται και από την υψηλή συσχέτιση που παρουσιάζει με τις αγωνιστικές επιδόσεις και στις μετέπειτα ηλικιακές κατηγορίες. Στην ηλικία των 14 ετών, τα αγόρια στα 100 και 200 μέτρα και τα κορίτσια στα 200 μέτρα, παρουσιάζουν θετική συσχέτιση μεταξύ των αγωνιστικών επιδόσεων και του μήκους της παλάμης. Στην ίδια ηλικιακή κατηγορία, στα αγόρια διαπιστώθηκε επίσης σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ των επιδόσεων σε όλες τις αγωνιστικές αποστάσεις και του ποσοστού σωματικού λίπους, επιβεβαιώνοντας τα ευρήματα των Saris, Noordeloos, Ringnalda, Van't Hof και Binkhorst (1985), ενώ αντίθετα στα κορίτσια υπήρξε αρνητική συσχέτιση μεταξύ της επίδοσης και του ποσοστού του σωματικού λίπους μόνο για την απόσταση των 200 μέτρων. Στα κορίτσια ηλικίας 15-16 ετών διαπιστώθηκε συσχέτιση μεταξύ της αγωνιστικής επίδοσης και του μήκους των άνω άκρων, η οποία ωστόσο ήταν σημαντική μόνο για την απόσταση των 100 μέτρων.

Ο μεγαλύτερος αριθμός στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων μεταξύ των αγωνιστικών επιδόσεων και των σωματομετρικών χαρακτηριστικών διαπιστώθηκε στα αγόρια ηλικίας 15-16 ετών, καθώς υπήρχαν θετικές συσχετίσεις μεταξύ των επιδόσεων σε όλες τις αποστάσεις και όλων των σωματομετρικών χαρακτηριστικών (σωματικό ύψος, περιφέρεια θώρακα, ωμική διάμετρος, μήκος άνω άκρου, μήκος παλάμης, μήκος πέλλματος). Αυτό το γεγονός επιβεβαιώνει την άποψη του Costill και συνεργατών (1992), σύμφωνα με τους οποίους το σωματικό ύψος και το μήκος των άνω και κάτω άκρων είναι ιδιαίτερα καθοριστικοί παράγοντες για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων. Επίσης, σύμφωνα με τους Vorontsov και Rumyantsev (2000), οι ψηλοί κολυμβητές πλεονεκτούν έναντι των πιο κοντών κολυμβητών, καθώς σύμφωνα με τους Toussaint, Hollander, Berg και Vorontsov (2000), το μεγαλύτερο σωματικό ύψος σχετίζεται με μείωση της αντίστασης κυμάτων κατά την κολύμβηση με την ίδια κολυμβητική ταχύτητα. Ωστόσο, κατά τη διαδικασία της ανάπτυξης επισημαίνεται ότι, παράλληλα με την αύξηση του σωματικού ύψους, αυξάνεται και η εγκάρσια επιφάνεια του σώματος οδηγώντας σε αύξηση της μετωπικής αντίστασης. Έτσι, η τελικό μέγεθος της αντίστασης που θα πρέπει να υπερνικήσει ο κολυμβητής, δε φαίνεται να διαφοροποιείται με την πάροδο της ηλικίας, καθώς οι διάφοροι παράμετροι που επηρεάζουν την υδροδυναμική αντίσταση, όπως το σωματικό ύψος και η εγκάρ-

σια επιφάνεια του σώματος, μεταβάλλονται κατά τέτοιο τρόπο που έχουν αντίθετες επιδράσεις στο τελικό μέγεθος της αντίστασης των κολυμβητών. Επιπλέον, στην παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε αρνητική συσχέτιση μεταξύ των αγωνιστικών επιδόσεων και του ποσοστού σωματικού λίπους, ενώ δεν υπήρχε συσχέτιση με την ισχιακή διάμετρο και η σωματική μάζα. Αν και η σωματική μάζα είναι σημαντική για το ενεργειακό κόστος (Klentrou & Montpetit, 1992), είναι πιθανόν στην κολύμβηση οι συνθήκες έλλειψης βαρύτητας μέσα στο νερό να μειώνουν την σχέση αυτής της παραμέτρου με την αγωνιστική απόδοση (Nomura, 1983).

Αναφορικά με τη δυνατότητα πρόβλεψης της αγωνιστικής επίδοσης βάσει των σωματομετρικών χαρακτηριστικών, στα αγόρια στην ηλικία των 13 ετών κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα, από 33.2% για τα 400 μέτρα έως 43.2% για τα 100 μέτρα, η οποία όμως αυξάνεται ιδιαίτερα κατά την ηλικία των 14 ετών και κυμαίνεται από 88.5% για τα 800 μέτρα έως και 99.3% για τα 100 μέτρα. Στην ηλικιακή κατηγορία των 15-16 ετών, αν και σημειώνεται μια μείωση στη δυνατότητα πρόβλεψης των αγωνιστικών επιδόσεων, κυμαίνεται επίσης σε υψηλά επίπεδα, από 63.3% για τα 400 μέτρα έως 75.8% για τα 100 μέτρα. Αντίθετα, στα κορίτσια η δυνατότητα πρόβλεψης είναι πολύ περιορισμένη σε σχέση με τα αγόρια. Τα αντίστοιχα ποσοστά πρόβλεψης για κορίτσια ηλικίας 13 ετών κυμαίνονται από 28.4% για τα 200 μέτρα έως 50.6% για τα 800 μέτρα, για κορίτσια ηλικίας 14 ετών από 36.1% για τα 200 μέτρα έως 31.0% για τα 400 μέτρα και για κορίτσια ηλικίας 15-16 ετών υπάρχει η δυνατότητα πρόβλεψης της αγωνιστικής επίδοσης μόνο για τα 100 μέτρα και μάλιστα με πολύ μικρό ποσοστό που ανέρχεται μόλις στο 25.2%. Παρά το γεγονός, ότι σε αρκετές περιπτώσεις η δυνατότητα πρόβλεψης της αγωνιστικής επίδοσης βάσει των σωματομετρικών χαρακτηριστικών, αν και στατιστικά σημαντική, είναι χαμηλή, τα συγκεκριμένα ποσοστά πρόβλεψης που διαπιστώθηκαν στην παρούσα μελέτη κρίνονται ως ικανοποιητικά και είναι συγκρίσιμα με αντίστοιχα άλλων ερευνών. Για παράδειγμα ο Duché και συνεργάτες (1993), σε σχετική μελέτη όπου εξετάστηκε η δυνατότητα πρόβλεψης των επιδόσεων για τις αγωνιστικές αποστάσεις από τα 50 έως τα 400 μέτρα βάσει σωματομετρικών χαρακτηριστικών, διαπίστωσαν χαμηλότερα ποσοστά πρόβλεψης (36%, 25%, 31% και 25% για τα 50, 100, 200 και 400 μέτρα, αντίστοιχα). Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι στην παραπάνω μελέτη οι εξεταζόμενοι ήταν κατά μέσο όρο 11.3 ετών, ενώ στην παρούσα έρευνα η ηλικία των κολυμβητών κυμάνθηκε μεταξύ 13 και 16 ετών και ίσως έτσι να εξηγείται η διαφορά που παρατηρήθηκε στην πρόβλεψη των επιδόσεων από τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά.

Συνοψίζοντας, προκύπτει το συμπέρασμα ότι παρά τη σχέση που υπάρχει μεταξύ επιλεγμένων σωματομετρικών χαρακτηριστικών και των αγωνιστικών επιδόσεων στην κολύμβηση, η δυνατότητα πρόβλεψης τους μόνο βάσει των σωματομετρικών χαρακτηριστικών είναι περιορισμένη, ιδιαίτερα στις μικρότερες ηλικίες. Με την πάροδο της ηλικίας, μπορεί να επιτευχθεί καλύτερη πρόβλεψη, κάτι που ενδεχομένως να οφείλεται στη σταθεροποίηση της τεχνικής, που αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων. Σε κάθε περίπτωση πάντως, φαίνεται ότι για τη διενέργεια εγκυρότερων προβλέψεων των αγωνιστικών επιδόσεων στις διάφορες ηλικίες, εκτός από τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά θα πρέπει λαμβάνονται υπόψη και άλλες παράμετροι που είναι καθοριστικές για την αγωνιστική επίδοση.

Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

Από την παρούσα μελέτη διαπιστώθηκε ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ των κολυμβητικών επιδόσεων και επιλεγμένων σωματομετρικών χαρακτηριστικών, ενώ υπάρχει δυνατότητα πρόβλεψης των αγωνιστικών επιδόσεων βάσει επιλεγμένων σωματομετρικών χαρακτηριστικών, που είναι υψηλότερη στα αγόρια, παρά στα κορίτσια, και αυξάνεται με την πάροδο της ηλικίας. Οι κολυμβητές που παρουσιάζουν ευνοϊκότερα σωματομετρικά χαρακτηριστικά (λόγω κληρονομικών παραγόντων) κατά την έναρξη και κατά τη διάρκεια της αθλητικής τους σταδιοδρομίας έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες για την επίτευξη υψηλών επιδόσεων, γεγονός που τους παρακινεί στο να έχουν μεγαλύτερη προσήλωση στην προπόνηση, αλλά και να δέχονται ευκολότερα έντονες προπονητικές επιβαρύνσεις. Ωστόσο, δε θα πρέπει να αποκλειστεί, αλλά αντίθετα απαιτείται περεταίρω διερεύνηση της επίδρασης της συστηματικής και μακροχρόνιας κολυμβητικής προπόνησης στην εξέλιξη των σωματομετρικών χαρακτηριστικών.

Βιβλιογραφία

- Avlonitou, E. (1994). Anthropometrics characteristics of prepubertal swimmers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34(2), 183-191.
- Bloomfield, J., & Blanksby, B.A. (1971). Strength, flexibility and anthropometrics measurements. A comparison of highly successful male university swimmers and normal university students. *Australian Journal of Sports Medicine*, 3(1), 8-15.

- Bloomfield, J., Blanksby, B.A., Ackland, T.R., & Elliott, B. (1990). Morphological and physiological growth competitive swimmers and non-competitors through adolescence. *Australian Journal of Sports Medicine*, 22, 4-12.
- Chatard, J.C., Collomp, C., Maglisco, E., & Maglisco, C. (1990). Swimming skill and stroking characteristics of front crawl swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 11, 156-161.
- Costill, D.L., Kovaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R., & King, D. (1985). Energy expenditure during front crawl swimming: Predicting success in middle-distance events. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 266-270.
- Costill, D.L., Maglisco, E.W., & Richardson, A.B. (1992). *Swimming: An IOC Medical Commission Publication*. Blackwell Scientific Publications.
- Duche, P., Falgairette, G., Bedu, M., Lac, G., Robert, A., & Coudert, J. (1993). Analysis of performance of prepubertal swimmers assessed from anthropometric and bio-energetic characteristics. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 66(5), 467-471.
- Grimston, S.K., & Hay, J. G. (1986). Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine Science Sports Exercise*, 18, 60-68.
- Hawley, J.A., Williams, M.M., Vickovic, M.M., & Handcock P.J. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British Journal Sports Medicine*, 26, 151-155.
- Klentrou, P., & Montpetit, R. (1992). Energetics of backstroke swimming in males and females. *Medicine Science Sports Exercise*, 24, 371-375.
- Kunski, H., Jegier, A., Maslankiewicz, A., & Rakus, E. (1988). The relationship endurance sports, of biological factors to swimming performance in top Polish junior swimmers aged 12 to 14 years. In B.E., Ungerechts, K., Wilke, & K., Reischle (eds). *Swimming Science V*. Champaign Ill. Human Kinetics: 109-13.
- Lowensteyn, I., Signorile, J.F., & Giltz, K. (1994). The Effect of Varying Body Composition on Swimming Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(3), 149-154
- Malina, R.M., Bouchard, C., Shroup, R.F., Demirjian, A. & Lariviere, G. (1979). Age at menarche, family size and birth order in athletes at the Montreal Olympic Games 1976. *Medicine and Science in Sports*, 11(4), 354-358.
- Mercier, B., Granier, P., Mercier, J., Trouquet, J., & Prefaut, Ch. (1993). Anaerobic and aerobic components during arm-crank exercise in sprint and middle-distance swimmers. *European Journal Applied Physiology*, 66, 461-466.
- Nomura, T. (1983). The influence of training and age on VO_{2max} during swimming in Japanese elite age group and Olympic swimmers. In A.P., Hollander, P.A., Huijing, & G., de Groot (eds). *Biomechanics and medicine in swimming*, (vol. 14). Human Kinetics Publishers Inc Champaign Illinois, pp. 329-336.
- Saris, W.H.M., Noordeloos, A.M., Ringnalda, B.E.M., Van't Hof, M.A., & Binkhorst, R.A. (1985). Reference values for aerobic power of healthy 4 to 18 year-old Dutch children preliminary results. In R.A., Binkhorst, H.C.G., Kemper, & W.H.M., Saris (eds.), *International Series on Sport Sciences: Vol. 15. Children and Exercise*. Champaign IL: Human Kinetics, 151-160.
- Siri, W.E. (1956). The gross composition of the body. In C.A. Tobias & J.H. Lawrence (eds.), *Advances in Biological and Medical Physics*. New York: Academic. vol. 4, pp. 239-280.
- Sloan, A.W., Burt, J.J., & Blyth, C.S. (1962). Estimation of body fat in young women. *Journal of Applied Physiology*, 17, 967-970.
- Tanner, J.M. (1964). *The physique of the Olympic athlete*. George Allen and Ungin Ltd, London.
- Toussaint, H.M., Janssen, T., & Kluft, M. (1991). Effects of propelling surface size on the mechanics and energetics of front crawl swimming. *Journal of Biomechanics*, 24, 205-211.
- Toussaint, H.M., Hollander, A.P., Berg, C. v.d. & Vorontsov, A.R. (2000). Biomechanics of swimming. In W.E. Garrett & D.T. Kirkendall (Eds.), *Exercise and Sport Science*. Philadelphia, Lippincott: Williams & Wilkins, pp. 639-660.
- Vizmanos, B., & Marti-Henneberg, C. (2000). Puberty begins with a characteristic subcutaneous body fat mass in each sex. *European Journal of Clinical Nutrition*, 54, 203-208.
- Vorontsov, A.R. & Rumyantsev, V.A. (2000). Propulsive forces in swimming. In V.M. Zatsiorsky (Ed.), *Biomechanics in Sport - Performance, enhancement and injury prevention*. International Olympic Committee, Blackwell Science Ltd. pp. 205-231.