



Σχέση Φυσικών και Κινητικών Χαρακτηριστικών του Πέλματος με την Επίδοση στα Πόδια Ελεύθερο Κολυμβητών και Υδατοσφαιριστών Παιδικής Ηλικίας

Όλγα Σηφάκη, Στέφανος Ζαφειριάδης, Γεώργιος Τσαλής, Δημήτριος Λούπος
ΤΕΦΑΑ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να ερευνήσει τη σχέση μεταξύ φυσικών και κινητικών χαρακτηριστικών του πέλματος με την επίδοση στα πόδια ελεύθερο, κολυμβητών και υδατοσφαιριστών 11 και 12 ετών. Συνολικά 50 αθλητές έλαβαν μέρος στην έρευνα, από τους οποίους 25 προέρχονταν από το άθλημα της κολύμβησης και 25 από το άθλημα της υδατοσφαίρισης. Όλοι οι συμμετέχοντες πέρασαν διαδοχικά από τρία στάδια μετρήσεων. Στο πρώτο στάδιο μετρήθηκε η μάζα σώματος και το ύψος και αντιγράφηκε επίσης το πέλμα του κάθε αθλητή σε φύλλο Α4. Κατά το δεύτερο στάδιο, έπειτα από 5' -7' διατακτικές ασκήσεις, μετρήθηκε η ευλυγισία του πέλματος των αθλητών. Στο τρίτο και τελευταίο στάδιο χρονομετρήθηκαν οι επιδόσεις των αθλητών στα 25μ και 200μ πόδια ελεύθερο. Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση των 25μ πόδια ελεύθερο ανάμεσα στους κολυμβητές (21.4 ± 2.6 sec) και τους υδατοσφαιριστές (25.5 ± 3.2 sec) ($p < .05$). Το ίδιο διαπιστώθηκε και στα 200μ πόδια ελεύθερο (217.96 ± 18.97 sec vs 246.16 ± 26.11 sec, για τους κολυμβητές και τους υδατοσφαιριστές αντίστοιχα) ($p < .05$). Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι κολυμβητές υπερέρχουν στις μετρήσεις ευλυγισίας και συγκεκριμένα στην έκταση της ποδοκνημικής άρθρωσης ($88.48 \pm 9.52^\circ$ vs $94.6 \pm 6.36^\circ$, για τους κολυμβητές και τους υδατοσφαιριστές αντίστοιχα) ($p < .05$) και στην κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης ($171 \pm 6.6^\circ$ vs $165 \pm 7.1^\circ$, για τους κολυμβητές και τους υδατοσφαιριστές αντίστοιχα) ($p < .05$). Αντιθέτως, όσον αφορά στο εμβαδόν του πέλματος, το ανατομικό μηδέν του πέλματος, το μήκος πέλματος και το μήκος κνήμης των αθλητών, δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > .05$). Παράλληλα διαπιστώθηκε ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση της έκτασης της ποδοκνημικής άρθρωσης με την επίδοση στα 25μ ($T = -2.590$, $p < .05$) και στα 200μ ($T = -3.143$, $p < .05$) πόδια ελεύθερο. Συνοψίζοντας, η επίδοση στα πόδια ελεύθερο σχετίζεται με την έκταση της ποδοκνημικής άρθρωσης προέφηβων αθλητών.

Λέξεις Κλειδιά: κάμψη ποδοκνημικής, έκταση ποδοκνημικής, ευλυγισία, ποδοκνημική άρθρωση

Relationship of Physical and Kinetic Characteristics of the Ankle Joint and the Performance of Freestyle Kick in Pre-pubertal Swimmers and Water Polo Players

Olga Sifaki, Stefanos Zafiriadis, Georgios Tsalis, Dimitrios Loupos
Department of Physical Education and Sports Sciences, Aristotle University, Thessaloniki, Hellas

Abstract

The purpose of this study is to investigate the relationship between physical and kinetic characteristics of the ankle joint and the performance of freestyle kick at swimmers and water polo players 11 & 12 years old. The sample of this study was consisting of 50 prepu-

bertal male athletes (25 swimmers, 25 water polo players). All participants completed a procedure of three measurements. In the first stage the body mass and height were measured. Additionally, each athletes' plantar print was recorded on paper. In the second stage, after stretching for 5'-7', the flexibility of the ankle joint was measured. In the final step of the measurements the time of performance at 25m and 200m freestyle kick was recorded. The results of the study revealed statistically significant differences in performance of 25m freestyle kick among swimmers (21.4 ± 2.6 sec) and water polo players (25.5 ± 3.2 sec) ($p < .05$). The same result was found for the 200m freestyle kick (217.96 ± 18.97 sec vs 246.16 ± 26.11 sec, for swimmers and water polo players respectively) ($p < .05$). According to the results, swimmers were more flexible than the water polo players. Thoroughly concerning the dorsiflexion of the ankle ($88.48 \pm 9.52^\circ$ vs $94.6 \pm 6.36^\circ$) and plantar flexion ($171 \pm 6.6^\circ$ vs $165 \pm 7.1^\circ$, for swimmers and water polo players respectively) ($p < .05$). In the other hand, there were no statistical differences at the size and the anatomical zero of the ankle joint, for swimmers and water polo players. Finally, there was found negative correlation between ankle plantar flexion with the performance of 25m ($T = -2.590$, $p < .05$) and 200m ($T = -3.143$, $p < .05$) freestyle kick. While correlation between ankle dorsiflexion and the performance of 200m freestyle kick was revealed by our study. In summary, the freestyle kick performance depends on the ankle joint flexibility of prepubertal athletes.

Key words: dorsiflexion, plantar flexion, flexibility, ankle joint

Εισαγωγή

Σε αγώνες υγρού στίβου υψηλού επιπέδου, νικητής αναδεικνύεται αυτός που έχει κάνει την πιο ολοκληρωμένη προετοιμασία. Κολυμβητές αλλά και υδατοσφαιριστές χρησιμοποιούν, εκτός από προπόνηση στο νερό, την προπόνηση με αντιστάσεις στην ξηρά και την προπόνηση ευλυγισίας, για να βελτιώσουν την ταχύτητά τους και να επιτύχουν τους στόχους τους (McCullough, Kraemer, Volek, Solomon-Hill & Hatfield, 2009). Ένας από τους παράγοντες που ενισχύει την κολυμβητική ταχύτητα σε κολυμβητές και σε υδατοσφαιριστές είναι η ευλυγισία (Ταξιλάδης, 1990). Γενικά, η ευλυγισία θεωρείται βασικός και απαραίτητος συντελεστής για υψηλές αθλητικές επιδόσεις, ενώ, αντίθετα, η απουσία της ως ένα από τα αίτια της μειωμένης αθλητικής επίδοσης (Wilson, Elliot & Wood, 1991). Επιπροσθέτως, η ευλυγισία θεωρείται σημαντικός παράγοντας για την εφαρμογή σωστής τεχνικής, αλλά και για την αποφυγή τραυματισμών κατά την άθληση (Hardy & Jones, 1986).

Έρευνες έχουν δείξει ότι η ευλυγισία μειώνεται κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων μέχρι την έναρξη της εφηβείας. Αντίθετα κατά τη διάρκεια της εφηβικής ηλικίας αυξάνεται συνεχώς (Tsalis, Koutlianos, Koutlianos, Louros & Alexiou, 2004). Επίσης έρευνες διαπίστωσαν ότι και άλλοι παράγοντες, πέραν της ηλικίας, (π.χ. η συχνότητα και ο βαθμός έντασης της εξάσκησης - εκτέλεση διατατικών ασκήσεων, το φύλο, η εκ γενετής ικανότητα, τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά) επιδρούν και καθορίζουν την ευλυγισία (Milne, Mierau & Cassidy, 1981). Παράλληλα, υπάρχουν αναφορές για τη σημαντικότητα των διατατικών ασκήσεων στη βελτίωση της ευλυγισίας (Hortobagyi, Faludi, Tihanyi & Merkely, 1985; Sady, Wortman & Blanke, 1982). Είναι επιπλέον γνωστό ότι η επίδραση των διατατικών ασκήσεων στην ποδοκνημική άρθρωση παραμένει ακόμα και εξήντα λεπτά μετά την άσκηση (Fowles, Sale & MacDougall, 2000). Ένας άλλος παράγοντας που, παράλληλα με την ευλυγισία, επηρεάζει την κολυμβητική ταχύτητα είναι η σωματική ανάπτυξη των κολυμβητών και των υδατοσφαιριστών. Οι κολυμβητές με το μεγαλύτερο ύψος είχαν τις καλύτερες επιδόσεις (McCullough et al., 2009). Επίσης, κολυμβητές υψηλού επιπέδου έχει αποδειχθεί ότι έχουν σημαντικά μεγαλύτερη επιφάνεια παλάμης αλλά και βραχίονα, σε σχέση με τους κολυμβητές χαμηλότερου επιπέδου (Grimston & Hay 1986; Toussaint & Beek, 1992). Έχουν γίνει μετρήσεις της απόδοσης της προωθητικής ικανότητας σε αθλητές τόσο με 'χεράκια' όσο και χωρίς αυτά. Διαπιστώθηκε πως η μεγαλύτερη προωθητική επιφάνεια που προσδίδουν τα 'χεράκια' και κατ' επέκταση μια μεγαλύτερη παλάμη, αποτελούν πλεονέκτημα απόδοσης στην κολύμβηση (Toussaint & Beek, 1992; Toussaint, Beelen, Rodenburg, Sargeant & de Groot, 1988), το οποίο όμως μπορεί να επηρεάσει τα χαρακτη-

ριστικά της χεριάς (μήκος χεριάς, ρυθμός, συχνότητα) (Ζαφειριάδης, Λούπος, Βαλκούμας & Τσαλής, 2007).

Είναι τόσο σημαντική η σωματική ανάπτυξη που η μέγιστη ταχύτητα που μπορεί να αναπτύξει ο αθλητής είναι ίση με το ύψος του εκφρασμένο σε m/sec (Vorontsov & Rumyantsev, 2000). Στην ίδια κατεύθυνση κινείται και η άποψη η οποία υποστηρίζει ότι τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά παίζουν σημαντικό ρόλο στην απόδοση του αθλητή, αλλά σε συνδυασμό με ευλυγισία, αποφέρουν ακόμη καλύτερα αποτελέσματα (Jagomagi & Jürimäe, 2005; Tsalis et al., 2004).

Σε έρευνες όπου μελετήθηκε η χρήση των βατραχοπέδλων, διαπιστώθηκε πως όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνειά τους τόσο υψηλότερη είναι και η απόδοση των αθλητών που τα χρησιμοποιούν (Zamparo, Pendergast, Termin & Minetti, 2002; 2006). Φαίνεται λοιπόν ότι είναι πιθανό κάτι αντίστοιχο να συμβαίνει και με το μέγεθος του πέλματος των αθλητών του υγρού στίβου, παρά την έλλειψη βιβλιογραφικών αναφορών. Η κίνηση των ποδιών, ωστόσο, παίζει σημαντικό ρόλο, συνδράμοντας στην ισορροπία, τη σταθεροποίηση του κορμού και τον καθορισμό της κατεύθυνσης (Πλατάνου, 1997), καθώς και στην προώθηση στο ελεύθερο (Takagi & Sanders, 2002; Toussaint et al., 2002). Σύμφωνα με μελέτες, η προωθητική δράση τους στο στίλ του ελευθέρου, κυμαίνεται από 4% (Sortwell, 2011) έως 10% (Deschodt, Arzac & Rouard, 1999). Οι βιβλιογραφικές αναφορές δεν είναι εκτενείς, όσον αφορά στη σημασία της ευλυγισίας των αρθρώσεων και του μεγέθους του πέλματος στην κολυμβητική ταχύτητα. Ελάχιστες μελέτες υπάρχουν για τη σχέση της ευλυγισίας της ποδοκνημικής άρθρωσης και της ταχύτητας σε κολυμβητές (Engesvik, 1992; Hull, 1990). Από την άλλη πλευρά, καθίσταται αμφίβολη η θετική συμβολή της ευλυγισίας της ποδοκνημικής στην κολυμβητική ταχύτητα (Mookerjee, Bibi, Kenney & Cohen, 1995).

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι υπάρχουν κενά για το ρόλο που παίζει η ευλυγισία της ποδοκνημικής άρθρωσης και το μέγεθος του πέλματος στην κολυμβητική ταχύτητα που αναπτύσσουμε με τα πόδια. Επίσης, όσον αφορά στη δική μας γνώση, δε βρέθηκαν συγκρίσιμα στοιχεία μεταξύ κολυμβητών και υδατοσφαιριστών για την ευλυγισία της ποδοκνημικής. Σκοπός λοιπόν της συγκεκριμένης εργασίας είναι η εξέταση της σχέσης ευλυγισίας της ποδοκνημικής άρθρωσης και του εμβαδού του πέλματος με την κολυμβητική ταχύτητα στα πόδια ελεύθερο, σε διαφορετικές αποστάσεις, καθώς και η σύγκριση των ανωτέρω μεταβλητών μεταξύ κολυμβητών και υδατοσφαιριστών.

Μεθοδολογία

Δείγμα

Πενήντα αγόρια 11 και 12 ετών, που ασχολούνται με τα αθλήματα της κολύμβησης και της υδατοσφαίρισης, συμμετείχαν στην παρούσα έρευνα. Το δείγμα αποτελούνταν από δύο ισοδύναμες ομάδες των 25 ατόμων για κάθε άθλημα. Όλοι οι αθλητές προπονούνταν συστηματικά (4 προπονήσεις/εβδομάδα), με προπονητική εμπειρία άνω των δύο ετών. Αναλυτικότερα στοιχεία για τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Σωματομετρικά χαρακτηριστικά αθλητών

	Μάζα σώματος	Ύψος	Ηλικία	Προπονητική ηλικία
Κολυμβητές	44±11Kg	150±9cm	11±0.5έτη	2±1έτη
Υδατοσφαιριστές	47±11Kg	147±9cm	11±0.5έτη	2±1έτη

Μετρήσεις

Αρχικά μετρήθηκε η μάζα σώματος και το ύψος κάθε συμμετέχοντος με την πλάστιγγα τύπου Seca mod 220, η οποία διαθέτει και ειδικό αναστημόμετρο. Επίσης αποτυπώθηκε η επιφάνεια του δεξιού πέλματος των αθλητών σε φύλο A4, με μαρκαδόρο. Για να βρεθεί το εμβαδόν του πέλματος, ψηφιοποιήθηκε το σχεδιάγραμμα σε μορφή jpeg και έπειτα χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα AutoCad για περαιτέρω ανάλυση. Στη συνέχεια ακολούθησαν οι μετρήσεις ευλυγισίας του πέλματος με γωνιόμετρο σύμφωνα με το πρωτόκολλο μέτρη-

σης για στατική παθητική διάταση. Ως στατική ευλυγισία χαρακτηρίζεται η διατήρηση μίας συγκεκριμένης θέσης των αρθρώσεων για ένα χρονικό διάστημα και μπορεί να επιτευχθεί τόσο ενεργητικά όσο και παθητικά. Πριν από τις μετρήσεις πραγματοποιήθηκε ζέσταμα εκτός νερού με μία συγκεκριμένη ακολουθία ασκήσεων (5 λεπτά χαμηλής ως μέτριας έντασης/δυσκολίας με αεροβικές ασκήσεις, όπως περπάτημα με όλο το πέλμα, περπάτημα στις μύτες, skipping) (Chaouachi, Chamari, Wong, Castagna & Chaouachi, 2008). Πρώτα μετρήθηκε το ανατομικό μηδέν, σταθεροποιώντας το πέλμα του αθλητή με μία κάθετη επιφάνεια (στη συγκεκριμένη περίπτωση με μία κολυμβητική σανίδα). Στη συνέχεια μετρήθηκε η κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης, όπου ο αθλητής πίεσε τρεις φορές προς τα πίσω και η καλύτερή του προσπάθεια καταγράφηκε. Τέλος, μετρήθηκε η έκταση της ποδοκνημικής άρθρωσης, όπου ο αθλητής πίεσε τρεις φορές προς τα κάτω και η καλύτερη προσπάθεια καταγράφηκε. Όλες οι τιμές καταγράφηκαν από το εσωτερικό του πέλματος κάθε αθλητή, και στις περιπτώσεις που υπήρξε μεγάλη απόκλιση μεταξύ των τιμών του δεξιού και του αριστερού πέλματος, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των δύο (Tsalis et al., 2004; Wilson, Hornbuckle, Jeong-Su, Ugrinowitsch & Sang-Rok, 2010). Περιβαλλοντικές επιρροές δεν υπήρξαν, αφού οι μετρήσεις και των δύο ομάδων πραγματοποιήθηκαν την ίδια ώρα (12 μ.μ.), στον ίδιο ακριβώς χώρο (Ποσειδώνιο κολυμβητήριο) με την ίδια θερμοκρασία περιβάλλοντος (22°C). Τέλος, οι αθλητές χρονομετρήθηκαν στα πόδια ελεύθερο μέγιστης προσπάθειας, με όμοιες σανίδες, σε αποστάσεις 25μ και 200μ. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε πίσίνα ολυμπιακών διαστάσεων (50μ). Το διάλειμμα μεταξύ της διεξαγωγής των μετρήσεων των 25μ και 200μ ήταν 8 με 10 λεπτά. Μετρήθηκαν, με τυχαία σειρά, όλοι οι αθλητές, χωρίς εκκίνηση, αλλά ξεκινώντας μέσα από το νερό με σπρώξιμο από τον τοίχο και αφαιρέθηκαν 5 μέτρα από κάθε σπρώξιμο (δηλαδή στα 25μ μετρήθηκαν τα 20 και στα 200μ τα 180) (Gourgoulis, Antoniou, Aggeloussis, Mavridis & Kasimatis, 2010). Ο χρόνος τους μετρήθηκε με ηλεκτρονικό χρονόμετρο χειρός και η θερμοκρασία του νερού ήταν περίπου 26° C.

Στατιστική ανάλυση

Η στατιστική επεξεργασία πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 17.0. Για να εξεταστεί η ύπαρξη διαφορών στις μεταβλητές της έρευνας ανάμεσα σε κολυμβητές και υδατοσφαιριστές χρησιμοποιήθηκε η σύγκριση δύο παραγόντων (t-test). Για να εξεταστεί αν η επίδοση στα 25μ και 200μ πόδια ελεύθερο μπορεί να προβλεφθεί από το εμβαδόν του πέλματος, το μήκος πέλματος, το μήκος κνήμης, το ανατομικό μηδέν, την έκταση, αλλά και την κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης, χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης (Regression analysis).

Αποτελέσματα

Διαπιστώθηκε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ κολυμβητών και υδατοσφαιριστών στα χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν. Συγκεκριμένα, όσον αφορά στην επίδοσή τους στα 25μ και στα 200μ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες ($p < .05$). Επίσης, στατιστικά σημαντική διαφορά υπάρχει και στην έκταση ($p < .05$) και στην κάμψη της ποδοκνημικής ($p < .05$). Αντίθετα, δε βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες όσον αφορά στη μάζα σώματος, το ύψος, το εμβαδόν του πέλματος, το ανατομικό μηδέν, το μήκος πέλματος, αλλά και το μήκος κνήμης (Πίνακας 2).

Πίνακας 2. Μέσος όρος (Μ.Ο.) και τυπική απόκλιση (Τ.Α.) των τιμών των δύο ομάδων

	ΚΟΛΥΜΒΗΤΕΣ		ΥΔΑΤΟΣΦΑΙΡΙΣΤΕΣ		t
	Μ.Ο.	Τ.Α.	Μ.Ο.	Τ.Α.	
Ανατομικό μη-δέν (°)	110	±1.40	110	±0.97	
Κάμψη ποδοκνημικής (°)	88.48*	±9.52	94.60*	±6.36	-2.67
Έκταση ποδοκνημικής (°)	171*	±6.62	165*	±7.10	3.15
Μήκος πέλματος (cm)	23.17	1.38	22.8	1.67	
Μήκος κνήμης (cm)	34.65	2.75	33.5	3.30	
Εμβαδόν πέλματος (cm ²)	136.9	±19.10	132.4	±20.63	.79
25 μ (sec)	21.44*	±2.64	25.55*	±3.16	-4.98
200 μ (sec)	217.96*	±18.97	246.16*	±26.11	-4.37

* p< .05 στατιστικά σημαντική διαφορά

Επίσης διαπιστώθηκε ότι υπάρχει αρνητική συσχέτιση της έκτασης της ποδοκνημικής άρθρωσης με την επίδοση στα 25μ πόδια ελεύθερο. Για τα 200μ πόδια ελεύθερο, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει επίσης αρνητική συσχέτιση της έκτασης της ποδοκνημικής άρθρωσης. Αντίθετα, δε βρέθηκε σχέση μεταξύ της επίδοσης στις δύο αποστάσεις με την κάμψη της ποδοκνημικής άρθρωσης, το ανατομικό μηδέν, το εμβαδόν του πέλματος, το μήκος πέλματος, αλλά και το μήκος κνήμης των συμμετεχόντων (Πίνακες 3 & 4).

Πίνακας 3. Ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης για την πρόβλεψη της επίδοσης των 25μ πόδια ελεύθερο από τις εξεταζόμενες μεταβλητές

Μεταβλητές πρόβλεψης	Beta	T	p
Μήκος πέλματος	-.260	-.823	.415
Μήκος κνήμης	-.151	-.549	.586
Ανατομικό μηδέν	.014	.102	.919
Κάμψη ποδοκνημικής	.098	.670	.506
Έκταση ποδοκνημικής	-.371	-2.590	.013
Εμβαδόν πέλματος	.194	.908	.369
R2	.270		
Adjusted R2	.168		

Πίνακας 4. Ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης για την πρόβλεψη της επίδοσης των 200μ πόδια ελεύθερο από τις εξεταζόμενες μεταβλητές

Μεταβλητές πρόβλεψης	Beta	T	p
Μήκος πέλματος	-.059	-.217	.829
Μήκος κνήμης	-.443	-1.871	.068
Ανατομικό μηδέν	-.085	-.729	.470
Κάμψη ποδοκνημικής	.187	1.486	.145
Έκταση ποδοκνημικής	-.387	-3.143	.003
Εμβαδόν πέλματος	.191	1.040	.304
R2	.459		
Adjusted R2	.384		

Συζήτηση

Από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι υπάρχει σχέση μεταξύ της ευλυγισίας της ποδοκνημικής και της επίδοσης στα 25 και στα 200μ πόδια ελεύθερο. Σε παρόμοια αποτελέσματα καταλήγει έρευνα, στην οποία χρησιμοποιήθηκε ένα πρόγραμμα έξι μηνών, μετρώντας το χρόνο στα 50μ πόδια ελεύθερο κολυμβητών και των δύο φύλων εφηβικής ηλικίας, δείχνοντας ότι βελτίωση της ευλυγισίας συνεπάγεται και βελτίωση της επίδοσης (Tsalis et al., 2004). Από την άλλη πλευρά, έρευνα για τη σχέση μεταξύ της ευλυγισίας και της κολυμβητικής ταχύτητας της ποδιάς σε ενήλικες υποστηρίζει ότι είναι αμφίβολη η θετική συμβολή της ευλυγισίας της ποδοκνημικής στην κολυμβητική ταχύτητα (Mookerjee et al., 1995). Η διαφοροποίηση αυτή είναι πιθανό να προκύπτει είτε λόγω του διαφορετικού δείγματος και της διαφορετικής επιλεγμένης απόστασης, είτε του διαφορετικού προσανατολισμού της έρευνας, καθώς δεν μελετήθηκε επακριβώς η ευλυγισία της ποδοκνημικής άρθρωσης. Όσον αφορά στην επιλογή της απόστασης φαίνεται να παίζει καθοριστικό ρόλο στη σχέση ευλυγισίας απόδοσης. Οι Wilson και συν. (2010) υποστηρίζουν ότι η μειωμένη ευλυγισία είναι πιθανό να αποτελεί αρνητικό παράγοντα απόδοσης σε αγώνισμα με μεγάλη χρονική διάρκεια. Όσον αφορά στην κινητικότητα της ποδοκνημικής, διαπιστώνεται ότι δυνατότητα της υπερέκτασης της ποδοκνημικής σε γωνίες που πλησιάζουν ή υπερβαίνουν τις 180 μοίρες, και μόνον αυτή, είναι καθοριστική για την ανάπτυξη προωθητικής δύναμης από τα πόδια. Ο Maglischio (2003) αναφέρει πως οι κολυμβητές θα πρέπει να είναι σε θέση κατά την εκτέλεση της ποδιάς να εκτεινούν το πέλμα τους πάνω από 70° ως προς τη διεύθυνση κίνησης, για να είναι αποδοτική η ποδιά τους.

Από την έρευνά μας δε διαπιστώθηκε σχέση μεταξύ του εμβαδού του πέλματος και του μήκους της κνήμης των κολυμβητών και των υδατοσφαιριστών με το χρόνο στα 25 και 200μ πόδια ελεύθερο. Η έρευνά μας επιβεβαιώνει ότι η απόδοση των ποδιών στο ελεύθερο δεν εξαρτάται άμεσα από το μέγεθος των πελμάτων σε διαφορετικά άτομα. Η βελτίωση που διαπιστώνεται στους χρόνους ενός κολυμβητή, με τη χρήση των βατραχοπέδλων, προέρχεται από τη μεγαλύτερη επιφάνεια που προσδίδουν αυτά στο πέλμα των αθλητών, αλλά και από το γεγονός ότι δημιουργούνται μεγαλύτερες γωνίες ώθησης προς τα πίσω, λόγω της ελαστικότητας των βατραχοπέδλων (Zamparo et al., 2002; 2005).

Φαίνεται λοιπόν ότι το μέγεθος του πέλματος και του μήκους της κνήμης ενός συγκεκριμένου ατόμου πρέπει να συνεπικουρείται και από άλλες ανθρωπομετρικές και εμβιομηχανικές μεταβλητές, οι οποίες μόνο στο σύνολό τους δυνητικά μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα της ποδιάς στο ελεύθερο. Διαπιστώνουμε λοιπόν, ότι το μέγεθος του πέλματος και του μήκους της κνήμης δεν επηρεάζουν από μόνα τους την επίδοση του αθλητή. Σύμφωνα με μελέτες (Deschodt et al., 1999; Sortwell, 2011) η ποδιά παίζει δευτερεύοντα ρόλο στην απόδοση, είναι όμως σημαντική για τη βελτίωση της επίδοσης των αθλητών. Πιθανόν για να διερευνηθεί ο συνολικός ρόλος της ποδιάς στην απόδοση να χρειάζεται να συνυπολογιστούν και άλλοι παράγοντες, ώστε να μπορέσουμε να προβλέψουμε την επίδοση με βάση τα φυσικά χαρακτηριστικά του κάτω μέρους του σώματος των αθλητών.

Τέλος, διαπιστώθηκε ότι οι κολυμβητές πετυχαίνουν καλύτερες επιδόσεις στα 25 και στα 200μ πόδια ελεύθερο, σε σχέση με τους υδατοσφαιριστές. Το γεγονός αυτό έχει σχέση με τη μεγαλύτερη κινητικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης που διαπιστώθηκε στους κολυμβητές. Η κινητικότητα αυτή οφείλεται στη διαφοροποίηση των κινήσεων που εκτελούν οι κολυμβητές κατά τη διάρκεια της προπόνησης, σε σύγκριση με τους υδατοσφαιριστές, οι οποίοι στο μεγαλύτερο μέρος της προπόνησής τους χρησιμοποιούν την τεχνική 'ποδήλατο', η οποία μοιάζει με αυτή της κίνησης των ποδιών προσθίου (εναλλάξ κίνηση των ποδιών) (Πλατάνου, 1997). Επίσης σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν οι ειδικές ασκήσεις κινητικότητας της ποδοκνημικής άρθρωσης, ως αναπόσπαστο κομμάτι του προπονητικού προγράμματος των κολυμβητών. Επιπρόσθετα, στην τεχνική 'ποδήλατο' η ευλυγισία των απαγωγών και των προσαγωγών του ισχίου, καθώς και η κινητικότητα της άρθρωσης του γονάτου, είναι εκείνοι οι παράγοντες που καθορίζουν κατά πόσο είναι αποδοτική η ποδιά των υδατοσφαιριστών και όχι τόσο η ευλυγισία της ποδοκνημικής άρθρωσης (Πλατάνου, 1997).

Παράλληλα, η κατεύθυνση της κίνησης των ποδιών είναι ιδιαίτερα σημαντική. Τα πόδια 'ποδήλατο' χρησιμοποιούνται κυρίως για να ανυψώσουν το σώμα του αθλητή έξω από το νερό και όχι για προώθηση (Μπάκας, 2011; Πλατάνου, 1997). Πιθανόν, η κίνηση που κάνει η ποδοκνημική στην ποδιά ελεύθερο να συμβάλλει και στη βελτίωση της κινητικότητάς της. Συμπερασματικά, η απόδοση των ποδιών στο ελεύθερο στιλ εξαρτάται από την ευλυγισία της ποδοκνημικής άρθρωσης. Το γεγονός αυτό ευνοεί τους κολυμβητές, σε σχέση με τους υδατοσφαιριστές, λόγω της ιδιαιτερότητας της τεχνικής που χρησιμοποιούν συνήθως στην προπονητική διαδικασία. Είναι πολύ πιθανόν, η εκτεταμένη χρήση ασκήσεων ευλυγισίας στο προπονητικό πρόγραμμα, τόσο των κολυμβητών όσο και των υδατοσφαιριστών, να επιφέρει μεγαλύτερη κινητικότητα στην ποδοκνημική άρθρωση και κατ' επέκταση μεγαλύτερη βελτίωση της επίδοσής τους.

Σημασία για τον Αγωνιστικό Αθλητισμό

Η ευλυγισία φαίνεται να είναι σημαντικός δείκτης της σωματικής κατάστασης των αθλητών. Συγκεκριμένα, η χρήση των ποδιών στην κολύμβηση και στην υδατοσφαίριση παίζει σημαντικό ρόλο και θεωρείται υψίστης σημασίας παράγοντας για τη βελτίωση της επίδοσης και της απόδοσης των αθλητών του υγρού στίβου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, η ενσωμάτωση ενός προγράμματος ευλυγισίας των κάτω άκρων στο προπονητικό πρόγραμμα κολυμβητών και υδατοσφαιριστών καθιστά αποτελεσματικότερη την εφαρμογή δύναμης κατά το λάκτισμα. Η διερεύνηση της ευλυγισίας όλων των αρθρώσεων και η επίδρασή της στην επίδοση των αθλητών μπορεί να αποτελέσει πεδίο μελλοντικών ερευνών.

Βιβλιογραφία

- Chaouachi, A., Chamari, K., Wong, P., Castagna, C., Chaouachi, M., Moussa-Chamari, I. & Behm, G. (2008). Stretch and sprint training reduces stretch-induced sprint performance deficits in 13- to 15-year-old youth. *European Journal of Applied Physiology*, 104(3), 515-522.
- Deschodt, V., Arzac, L. & Rouard, A. (1999). Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. *European Journal of Applied Physiology*, 80(3), 192-199.
- Engesvik, F. (1992). The importance of leg movements in the freestyle. *Swimming Technique*, 29(1), 14-16.
- Fowles, R., Sale, G. & MacDougall, D. (2000). Reduced strength after passive stretch of the human plantar flexors *Journal of Applied Physiology*, 89(3), 1179-1188.
- Gourgoulis, V., Antoniou, P., Aggeloussis, N., Mavridis, G., Kasimatis, P., Vezos, N., Boli, A. & Mavromatis, G. (2010). Kinematic characteristics of the stroke and orientation of the hand during front crawl resisted swimming. *Journal of Sports Sciences*, 28(11), 1165-1173.
- Grimston, S. & Hay, J. (1986). Relationships among anthropometric and stroking characteristics of college swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(1), 60-68.
- Hardy, L. & Jones, D. (1986). Dynamic flexibility and proprioceptive neuromuscular facilitation. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57(2), 150-153.

- Hortobagyi, T., Faludi, J., Tihanyi, J. & Merkely, B. (1985). Effects of intense "stretching"- flexibility training on the mechanical profile of the knee extensors and on the range of motion of the hip joint. *International Journal Sports Medicine*, 6, 317-321.
- Hull, M. (1990). Flexible ankles: Faster swimming. *Swimming Technique*, 27(3), 23-24.
- Jagomägi, G. & Jürimäe, T. (2005). The influence of anthropometrical and flexibility parameters on the results of breaststroke swimming. *Anthropologischer Anzeiger*, 63(2), 213-219.
- Maglischo, E.W. (2003). Kicking mistakes. In: Maglischo, E.W. (Ed.), *Swimming Fastest*. Human Kinetics, Champaign IL.
- McCullough, S., Kraemer, J., Volek, S., Solomon-Hill, F. Jr, Hatfield, L., Vingren, L., Ho, Y., Fragala, S., Thomas, A., Häkkinen, K. & Maresch, M. (2009). Factors affecting flutter kicking speed in women who are competitive and recreational swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 2130-2136.
- Milne, A., Mierau, R. & Cassidy, D. (1981). Evaluation of sacroiliac joint movement and its relationship to hamstring dispensability (abstract). *International Review of Chiropractic*, 35(2), 40.
- Mookerjee, T., Bibi, W., Kenney, A. & Cohen, L. (1995). Relationship between isokinetic strength, flexibility, and flutter kicking speed in female collegiate swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(2), 71-74.
- Sady, P., Wortman, M. & Blanke, D. (1982). Flexibility training: Ballistic, static or proprioceptive neuromuscular facilitation? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63, 261-263.
- Sortwell, A. (2011). Relationship between stroking parameters and leg movement quantity in 100 metre front crawl. *International Journal of Exercise Science*, 4(1), 22-29.
- Takagi, H., & Sanders, R. (2002). Propulsion by the hand during competitive swimming. In: Ujihashi S. & Haake S. J. (Eds). *The engineering of Sport*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Toussaint, M., Beelen, A., Rodenburg, A., Sargeant, J., de Groot, G., Hollander, P. & van Ingen Schenau, J. (1988). Propelling efficiency of front-crawl swimming. *Journal of Applied Physiology*, 65(6), 2506-2512.
- Toussaint, M. & Beek, J. (1992). Biomechanics of competitive front crawl swimming. *Sports Medicine*, 13(1), 8-24.
- Toussaint, M., Van den Berg, C. & Beek, J. (2002). "Pumped-up propulsion" during front crawl swimming. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(2), 314-319.
- Tsalis, G., Koutlianos, A., Koutlianos, N., Loupos, D. & Alexiou, S. (2004). Effects of stretching exercises on the ankle joint and on the 50m freestyle kicking performance in adolescent swimmers. *Journal of Human Movement Studies*, 46, 373-383.
- Vorontsov, R. & Rumyantsev, A. (2000). Resistive forces in swimming. In: Zatsiorsky, V.M. (Ed) *Biomechanics in sport: performance enhancement and injury prevention*. Blackwell, Oxford.
- Wilson, J., Elliot, C. & Wood, A. (1991). Performance benefits through flexibility training. *Sports Coach*, April-June, 7-10.
- Wilson, J., Hornbuckle, L., Jeong-Su, K., Ugrinowitsch, C., Sang-Rok, L., Zourdos, M., Sommer, B. & Panton, L. (2010). Effects of static stretching on energy cost and running endurance performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2274-2279.
- Zamparo, P., Pendergast, D., Termin, B., & Minetti, A. (2002). How fins affect the economy and efficiency of human swimming. *The Journal of Experimental Biology*, 205(17): 2665-2676.
- Zamparo, P., Pendergast, D., Termin, B., & Minetti, A. (2006). Economy and efficiency of swimming at the surface with fins of different size and stiffness. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 459-470.
- Επιμ. Ταξιλάδης Κ. (1990). Εγχειρίδιο Προπονητικής. Εκδόσεις Salto, Θεσσαλονίκη.
- Ζαφειριάδης, Σ., Λούπος, Δ., Βαλκούμας, Ι. & Τσαλής, Γ. (2007). Επίδραση της ύπτιας κολύμβησης με "χεράκια" και με "αλεξιπτωτο" σε παραμέτρους της χεριάς και στη συγκέντρωση του γαλακτικού οξέως. *Αναζητήσεις στη Φυσική Αγωγή και τον Αθλητισμό*, 5(3), 437-444. (www.pe.uth.gr/emag). Ημερομηνία Ανάκτησης: 20/11/2013.
- Μπάκας, Χ. (2011). Προπονητική της Υδατοσφαίρισης. Έκδοση του Συγγραφέα, Θεσσαλονίκη.
- Πλατάνου, Θ. (1997). Η Προπόνηση της Υδατοσφαίρισης. Εκδόσεις Kegrift, Αθήνα.