



Κινηματικές Διαφορές μεταξύ της Κολυμβητικής Εκκίνησης με Λαβή (grab start) και της Παραλλαγής της, με το Ένα Πόδι Πίσω (track start).

Θωμάς Νικοδέλης & Ηρακλής Κόλλιας
ΤΕΦΑΑ, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Εργαστήριο Βιοκινητικής

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη των διαφορών στην αρχική θέση ετοιμότητας, ανάμεσα στη κλασική εκκίνηση, (grab) και την παραλλαγή της, με το ένα πόδι πίσω (track), και πως αυτές επηρεάζουν τα κινηματικά χαρακτηριστικά της υπόλοιπης εκτέλεσης της εκκίνησης. Έξι κολυμβήτριες εθνικού επιπέδου, συμμετείχαν στην εργασία (Ηλικία: 19.08 ± 2.7 έτη, Σωματική μάζα: 61.5 ± 4.68 kg, Ύψος: 1.72 ± 0.41 m). Οι αθλήτριες εκτέλεσαν από τρεις προσπάθειες σε κάθε τεχνική. Για ανάλυση επιλέχθηκε η καλύτερη προσπάθεια, με κριτήριο την μεγαλύτερη οριζόντια ταχύτητα απογείωσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ενώ δεν υπάρχουν διαφορές στο χρόνο ώθησης και στην ταχύτητα απογείωσης μεταξύ των δύο τεχνικών, η απόσταση του κέντρου μάζας (ΚΜ) στον οριζόντιο άξονα, από την άκρη του βατήρα, κατά τη θέση ετοιμότητας και η γωνία εισόδου στο νερό (γωνία τροχιάς του ΚΜ) ήταν μεγαλύτερες με την τεχνική track. Η μέγιστη επιτάχυνση του ΚΜ κατά την ώθηση ήταν υψηλότερη με την τεχνική grab. Παρατηρήθηκε επίσης ότι υπάρχει τάση μικρότερης γωνίας απογείωσης του ΚΜ με την τεχνική track. Η μορφή της καμπύλης της επιτάχυνσης στον οριζόντιο άξονα ήταν διαφορετική στις δύο τεχνικές. Στην track παρουσιάστηκαν μεγαλύτερες τιμές στο αρχικό στάδιο της ώθησης, ενώ στην grab παρουσιάστηκαν μεγαλύτερες τιμές στο τελικό στάδιο της. Αυτό θα μπορούσε να αποτελεί πλεονέκτημα της track, καθώς δημιουργούνται προϋποθέσεις για αποτελεσματικότερη ώθηση, κάτι που όμως δεν επιβεβαιώνεται από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Οι διαφορές που βρέθηκαν στις παραμέτρους μεταξύ των τεχνικών track και grab, δείχνουν ότι η track, ως σχετικά νέα τεχνική, έχει δυνατότητες να γίνει μια αποτελεσματική τεχνική εκκίνησης, αν επιδεχθεί κάποιες βελτιώσεις, τουλάχιστον για κάποιες κατηγορίες αθλητών και αγωνισμάτων.

Λέξεις κλειδιά: κολυμβητική εκκίνηση, grab start, track start.

Kinematic Differences between Grab and Track Swimming Starts.

Thomas Nikodelis & Heracles Kollias

Abstract

The purpose of the present study was to investigate the differences in starting position between grab start, (grab) and track start, (track), in swimming and their influence in the rest kinematic characteristics of the two techniques. Six female swimmers of national level participated in the study. (Age: 19.08 ± 2.7 years, Body weight: 61.5 ± 4.68 Kg, Height: 1.72 ± 0.41 m). The athletes executed three trials in each technique. The best trial, for each technique, considering the horizontal take off velocity, was selected for the analysis. The results indicated that there was no difference on impulse time and take of velocity between the two techniques, while the distance of the body's center of mass (CM), in the horizontal axis, from the edge of the starting block, during the "ready" position and the angle of attack in the water, (angle of the curve of the CM), were greater for track. The maximal acceleration of CM, during impulse phase, was higher for grab. A tendency was noticed with lower values, concerning angle of take off of the CM, for track. The form of the curve of the acceleration in the horizontal axis was different for the two techniques. Track presented higher values in the initial stage of impulse, while grab presented higher values in final stage of it. This could be an

advantage for track technique as it creates the condition for more efficient impulse, though this is not confirmed from the results of the present study. The differences that were found, in the parameters between the two techniques, track and grab, indicate that track, as a relatively new technique has the potentials to become an efficient technique, if it takes some improvements, at least for a certain class of athletes and events.

Key words: *swimming start, grab start, track start*

Εισαγωγή

Η κολυμβητική εκκίνηση αποτελεί σημαντικό κομμάτι σε κάθε αγώνισμα. Η συνεισφορά της εκκίνησης στο τελικό αποτέλεσμα αυξάνει, όσο μικρότερη είναι η απόσταση του αγωνίσματος, καθώς η φάση της εκκίνησης καταλαμβάνει όλο και μεγαλύτερο ποσοστό από τη συνολική διάρκεια. Οι χρόνοι εκκίνησης που καταγράφηκαν στην Ολυμπιάδα του Sydney (στα πρώτα 15 μέτρα κάθε κούρσας) ήταν από 0.8% έως 26.1% του συνολικού χρόνου, ανάλογα με το αγώνισμα (Cossor & Mason, 2001). Στα τρία αγωνιστικά στυλ, πεταλούδα, πρόσθιο και ελεύθερο η εκκίνηση δίδεται έξω από το νερό ενώ στο ύπτιο μέσα στο νερό.

Η εκκίνηση έξω από το νερό χωρίζεται σε τρεις χρονικές φάσεις. Η πρώτη φάση περιλαμβάνει τις ενέργειες που κάνει ο κολυμβητής πάνω στο βατήρα από τη στιγμή του σήματος εκκίνησης έως τη στιγμή της απογείωσης. Η δεύτερη φάση, ή φάση πτήσης, ορίζεται από το τέλος της πρώτης φάσης, έως τη στιγμή της πρώτης επαφής με το νερό. Η τρίτη φάση της εκκίνησης, ή φάση του γλιστρήματος, ολοκληρώνεται τη στιγμή που ο αθλητής αρχίζει να κολυμπά (Hay, 1985).

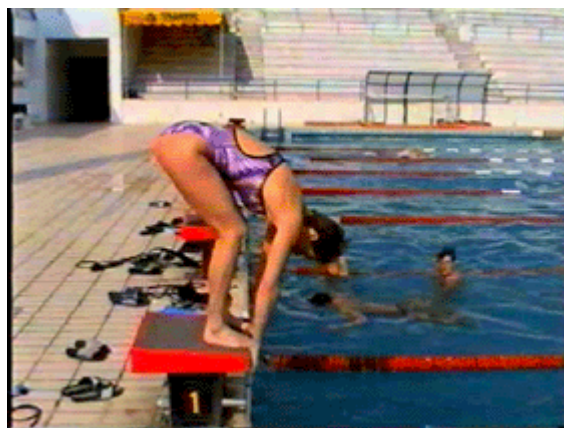
Η επιτυχία της δεύτερης φάσης εξαρτάται αποκλειστικά από τις συνθήκες που δημιουργεί η πρώτη. Η τρίτη φάση επηρεάζεται από την πρώτη φάση και από εσωτερικές δυνάμεις που εφαρμόζει ο αθλητής κατά την πτήση του, ή και κατά την είσοδο στο νερό, με τη μορφή μεταβολών της σχετικής θέσης των μελών του σώματος. Προκύπτει έτσι ότι το κυρίαρχο στοιχείο για μια επιτυχημένη εκκίνηση, τουλάχιστον μέχρι και την είσοδο του σώματος στο νερό, είναι η πρώτη φάση, επάνω στη οποία γίνεται μεγάλη προσπάθεια από αθλητές και προπονητές για συνεχή βελτίωση. Βέβαια, από την είσοδο του σώματος στο νερό και μετά, οι προωθητικές δυνάμεις που ασκεί ο κολυμβητής παίζουν τον κυρίαρχο ρόλο για το τελικό αποτέλεσμα, δηλαδή το συνολικό χρόνο εκκίνησης, (Sanders 2001).

Η κολυμβητική εκκίνηση ουσιαστικά είναι ένα άλμα προς τα εμπρός με τελικό στόχο την γρήγορη αποκόλληση από το βατήρα με τη μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα και την ιδανική γωνία. Τα φυσικά μεγέθη της ισχύος και της ώθησης είναι αυτά που παίζουν καθοριστικό ρόλο καθώς το ζητούμενο αποτέλεσμα, κατά την διάρκεια που ο αθλητής

βρίσκεται στον βατήρα, είναι να εφαρμόσει πολύ γρήγορα μεγάλη ποσότητα δύναμης (ισχύς), αλλά και να εφαρμόσει όσο περισσότερη συνολικά δύναμη μπορεί για όσο χρόνο έχει επαφή με τον βατήρα, (ώθηση). Εκτός από τη ταχύτητα απογείωσης που παίζει πρωτεύον ρόλο, υπάρχουν και άλλες παράμετροι στις επιμέρους φάσεις που μπορούν να καθορίσουν το αποτέλεσμα. Οι σημαντικότερες είναι, η κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας με το οριζόντιο επίπεδο κατά την απογείωση, (γωνία απογείωσης του κέντρου μάζας), η στροφορμή που έχει το σώμα στην απογείωση και η κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας με το οριζόντιο επίπεδο κατά την είσοδο στο νερό, (γωνία εισόδου του κέντρου μάζας).

Στην πρώτη φάση μια από τις πιο ενδιαφέρουσες παραμέτρους, που μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση, είναι η εξέλιξη της επιτάχυνσης του κέντρου μάζας και κυρίως της οριζόντιας συνιστώσας της. Η οριζόντια επιτάχυνση είναι το αποτέλεσμα της οριζόντιας συνιστώσας της εφαρμοζόμενης δύναμης και καθορίζει την τελική οριζόντια ταχύτητα απογείωσης. Το ολοκλήρωμα της επιτάχυνσης μέχρι μια δεδομένη χρονική στιγμή αποτελεί τη ταχύτητα κίνησης στη στιγμή αυτή, (Halliday et al., 1974). Αυτό ισχύει για κάθε μορφή εκκίνησης, όπως και για το στίβο ακόμη, μια και η συγκεκριμένη μεταβλητή αποτελεί ουσιαστικά έκφραση της εκρηκτικότητας ενός αθλητή.

Με βάση λοιπόν τις απαιτήσεις της κίνησης από μηχανικής πλευράς και με γνώμονα τα παραπάνω, σήμερα έχουν επικρατήσει δύο διαφορετικές τεχνικές εκκίνησης, όσον αφορά τη θέση των ποδιών. Η τεχνική με τα δύο πόδια στην άκρη του



Εικόνα 1 "grab"



Εικόνα 2. "track"



Εικόνα 3. "slingshot"

βατήρα (grab start), (εικόνα 1), όπου τα δάχτυλα και των δύο ποδιών "γαντζώνουν" το βατήρα, και αυτή με το ένα πόδι στην άκρη του βατήρα να γαντζώνει και το άλλο πιο πίσω, κατά τεκμήριο να στηρίζεται στα δάχτυλα, (track start), (εικόνα 2), παρόμοια της εκκίνησης των δρόμων ταχύτητας στο στίβο. Υπάρχει ακόμη και μια διαφοροποιημένη μορφή αυτής, που εφαρμόζεται σπανιότερα από μερικούς αθλητές και κυρίως κατά τις σκυταλοδρομίες. Σε αυτή ο κολυμβητής μετακινεί το βάρος του πολύ πίσω πάνω στο βατήρα και συγκρατεί το σώμα του, με δυνατή λαβή των χεριών στην άκρη του, τα οποία είναι τεντωμένα. Πρόκειται για τη λεγόμενη "slingshot start", (εικόνα 3).

Αν και δεν έχουν παρατηρηθεί διαφορές στο τελικό αποτέλεσμα, (χρόνος στα πρώτα 15 μέτρα), ανάμεσα στις δύο εκτελέσεις της track, εντούτοις υπάρχουν διαφορές ανάμεσα τους, στην αρχική θέση, στο χρόνο ώθησης και τη ταχύτητα απογείωσης, (Vilas-Boas et al., 2001). Η "slingshot" όμως δεν αποτελεί αντικείμενο διερεύνησης στην παρούσα εργασία καθώς τα άτομα που συμμετείχαν δεν είχαν εμπειρία σε αυτή, αλλά και η χρήση της δεν είναι ευρεία. Και στις δύο ανωτέρω περιπτώσεις που θα απασχολήσουν τη μελέτη, τα χέρια έχουν

λαβή στην άκρη του βατήρα.

Είναι χαρακτηριστικό δε, ότι όπως έχει αποδειχθεί ερευνητικά, όσον αφορά τα δυναμικά χαρακτηριστικά των δύο ποδιών στην εκκίνηση στο στίβο, το πίσω πόδι αναπτύσσει μεγαλύτερη τιμή δύναμης και πάντα πιο γρήγορα από το μπροστά, πράγμα που σίγουρα παίζει σημαντικό ρόλο στη συνολική ισχύ του συστήματος (Mero et al., 1983).

Σχετικά με την κολύμβηση όμως, δεν έχει ακόμη γίνει απόλυτα ξεκάθαρο ποια από τις δύο τεχνικές είναι η πλέον αποτελεσματική, καθώς η έρευνα στο συγκεκριμένο ζήτημα είναι περιορισμένη. Σε μια συγκριτική μελέτη των δύο εκκινήσεων, (Allen, 1998), όπου συμμετείχαν 15 άτομα, 8 γυναίκες και 7 άνδρες, κολυμβητές κολεγίου, διαπιστώθηκαν διαφορές στην απόσταση πτήσης ανάμεσα στις δύο τεχνικές, με τη τεχνική grab να υπερτερεί, ενώ βρέθηκε σημαντική διαφορά υπέρ της τεχνικής track, στη κάθετη δύναμη των ποδιών, που αποδόθηκε στη θέση του πίσω ποδιού. Παρόλα αυτά όμως οι συμμετέχοντες δεν είχαν την ίδια εμπειρία και στα δύο είδη εκκίνησης καθώς χρησιμοποιούσαν τη μια από τις δύο και χρειάστηκε να εξασκηθούν και στην άλλη τεχνική πριν λάβουν μέρος στην έρευνα. Έτσι τόσο η επίδραση της μάθησης όσο και η σύσταση του δείγματος δημιουργούν περιορισμούς στην εξαγωγή συμπερασμάτων αναφορικά με την αποτελεσματικότητα των δύο τεχνικών. Επιπλέον το εύρημα της μεγαλύτερης κάθετης δύναμης στην track δεν αποτελεί απαραίτητα πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής, ενώ δεν είναι απίθανο να οφείλεται και σε κακή εκτέλεση. Σε άλλη μια παρόμοια ερευνητική προσπάθεια, διατυπώθηκε το συμπέρασμα ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην γωνία απογείωσης, στην απόσταση πτήσης, αλλά και στην τελική ταχύτητα απογείωσης όπου και υπερτερεί η track start, (Breed et al., 2000). Ενώ η κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας κατά την είσοδο των χεριών, (γωνία εισόδου) δεν διέφερε. Σημαντικό μειονέκτημα της εργασίας αυτής όμως ήταν ότι οι συμμετέχοντες δεν ήταν κολυμβητές και συνεπώς τα αποτελέσματά τους δεν μπορούν να είναι αντιπροσωπευτικά και για αθλητές υψηλού επιπέδου.

Μια ακόμη αξιόλογη προσπάθεια διερεύνησης των δύο διαφορετικών τεχνικών (Juergens, 1996), για να ξεπεράσει το πρόβλημα της ίδιας εμπειρίας των συμμετεχόντων και στις δύο τεχνικές, πήρε ως δείγμα 10 κολυμβήτριες κολεγίου που στους αγώνες χρησιμοποιούσαν και τις δύο εκκινήσεις και κατά συνέπεια είχαν το ίδιο επίπεδο κινητικής εμπειρίας και στις δύο τεχνικές. Με μια ολοκληρωμένη δυναμική και κινηματική ανάλυση, διαπιστώθηκε μια στατιστική υστέρηση της grab σε σχέση με την track. Όμως οι συγκρίσεις της μελέτης αναφέρονται στην εκτέλεση slingshot της track με το σώμα πολύ πίσω στο βατήρα και όχι στη κλασι-

κή εκτέλεση της. Κατά συνέπεια, οι διαφορές που εντοπίστηκαν ήταν αναμενόμενες, καθώς όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ήδη έχει δειχθεί ότι τα δύο είδη της track διαφέρουν μεταξύ τους. Η slingshot λοιπόν είναι ακόμη μακρύτερα όσο αφορά την αρχική θέση από την grab από ότι είναι η κλασική track και άρα πιο διαφορετική.

Επίσης σε μια σύγκριση συνδυασμών των δύο μορφών εκκίνησης με δύο διαφορετικούς τρόπους εισόδου και ενώ βρέθηκε πλεονέκτημα της track start στο χρόνο εισόδου, δεν βρέθηκε πλεονέκτημα στο χρόνο που κάνει ο κολυμβητής για να καλύψει τα πρώτα 8 μέτρα. Συμπερασματικά λοιπόν αυτή η διαφορά δεν κρίθηκε ικανή για να καθορίσει πλεονέκτημα της track start έναντι της grab start. Έτσι εν κατακλείδι οι ερευνητές θεώρησαν ότι η πιο αποτελεσματική προσέγγιση για κάθε κολυμβητή θα πρέπει να είναι η αρχική εκμάθηση και εξάσκηση και των δύο τεχνικών προτού αποφασίσει ποια εκκίνηση είναι καλύτερη για αυτόν, (Kirner et al., 1989).

Συνοψίζοντας, τη παραπάνω ανασκόπηση φαίνεται να υπάρχει πλεονέκτημα της track start έναντι της grab start σε κάποια σημεία, χωρίς όμως αυτό να έχει γίνει ακόμη ξεκάθαρο και πολύ περισσότερο χωρίς να έχει αποδειχθεί εάν είναι καθοριστικό για την απόδοση.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει αν η μια από τις δύο τεχνικές είναι περισσότερο αποτελεσματική από την άλλη, σε σχέση πάντα με το κριτήριο της μεγαλύτερης ταχύτητας απογείωσης, και να μελετήσει πώς οι διαφορές στην αρχική θέση ετοιμότητας, ανάμεσα στα δύο είδη εκκίνησης, επηρεάζουν και τα υπόλοιπα κινηματικά χαρακτηριστικά τις εκτέλεσης, κατά την διάρκεια της ώθησης, κατά την στιγμή της απογείωσης, και κατά τη στιγμή της πρώτης επαφής με το νερό.

Μέθοδος και Διαδικασία

Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν εθελοντικά 6 αθλήτριες εθνικού επιπέδου, οι οποίες είχαν την ίδια εμπειρία και στα δύο είδη εκκίνησης. Τα ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά φαίνονται στον πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ανθρωπομετρικά χαρακτηριστικά κολυμβητριών

Ανθρωπομετρικό Χαρακτηριστικό	M	SD
Ηλικία (έτη)	19.08	2.7
Ύψος (m)	1.72	0.41
Μάζα (kg)	61.5	4.68

Πειραματικό πρωτόκολλο – Όργανα μέτρησης

Οι αθλήτριες εκτέλεσαν με τυχαία σειρά τα δύο είδη εκκίνησης κάνοντας από τρεις συνεχόμενες προσπάθειες σε κάθε στυλ εκκίνησης. Ανάμεσα στις προσπάθειες υπήρχε επαρκές διάλειμμα ανάληψης 3-5 λεπτών. Η έναρξη της κάθε προσπάθειας γινόταν με το παράγγελμα του προπονητή και οι αθλήτριες εκτελούσαν αγωνιστικά την εκκίνηση μέχρι την έξοδο τους από το νερό. Όλες οι προσπάθειες καταγράφηκαν με S-VHS PANASONIC κάμερα στα 50 Hz και shutter speed 1/2000. Χρησιμοποιήθηκε απλός διαβαθμιστής μήκους 2 μέτρων.

Επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων

Η μεταφορά των εικόνων του video στον Η/Υ έγινε με κάρτα AV Master (FAST electronics UK Ltd.) με το πρόγραμμα Adobe Premiere 5.1 (Adobe Systems Incorporated). Έγινε απλή δισδιάστατη ανάλυση. Για τη διαβάθμιση του επιπέδου της κίνησης χρησιμοποιήθηκαν τα δύο ακραία σημεία του διαβαθμιστή. Η ψηφιοποίηση και η ανάλυση 22 ανατομικών σημείων του σώματος για κάθε εικόνα, έγινε με ειδικά προγράμματα που κατασκευάστηκαν γι' αυτόν το σκοπό. Οι συντεταγμένες θέσης του ΚΜ του σώματος για κάθε εικόνα υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας τη γενική εξίσωση:

$$C_{K.M.} = \sum_{i=1}^n (P_i - (P_i - D_i) \cdot q_i) \cdot m_i$$

όπου: $C_{K.M.}$ είναι η συντεταγμένη του Κ.Μ. του σώματος. P_i είναι η συντεταγμένη του κοντινού σημείου του $i^{\text{ο}}$ μέλους. D_i είναι η συντεταγμένη του μακρινού σημείου του $i^{\text{ο}}$ μέλους. Q_i και m_i είναι η απόσταση του Κ.Μ. του $i^{\text{ο}}$ μέλους από το κοντινό σημείο και η μάζα του $i^{\text{ο}}$ μέλους σχετικά με την συνολική μάζα του σώματος (Dempster, 1955). n είναι ο αριθμός των μελών του σώματος.

Η εξομάλυνση των συντεταγμένων έγινε με ψηφιακά κατωδιαβατά φίλτρα Butterworth 2^ο βαθμού. Η επιλογή της συχνότητας αποκοπής κυμάνθηκε από 4 μέχρι 6.5 Hz ανάλογα με το θόρυβο που υπολογίστηκε με τη μέθοδο του αθροίσματος των διαφορών (Winter 1990). Για συγκριτική ανάλυση επιλέχθηκε η καλύτερη προσπάθεια από κάθε τεχνική, με κριτήριο την μεγαλύτερη οριζόντια ταχύτητα απογείωσης. Μετά τον υπολογισμό των παραμέτρων και με σκοπό την καλύτερη ποιοτική σύγκριση των δύο τεχνικών, όλες οι γραφικές παραστάσεις εκφράστηκαν σε εκατοστιαία κλίμακα του συνολικού χρόνου, με πολυώνυμα αριθμητικής παρεμβολής τύπου Lagrange.

Από τη κινηματική ανάλυση επιλέχθηκαν οι ακόλουθες μεταβλητές για περαιτέρω στατιστική επεξεργασία:

Για την αξιολόγηση της αρχικής θέσης ισορροπίας: Οριζόντια απόσταση του κέντρου μάζας από

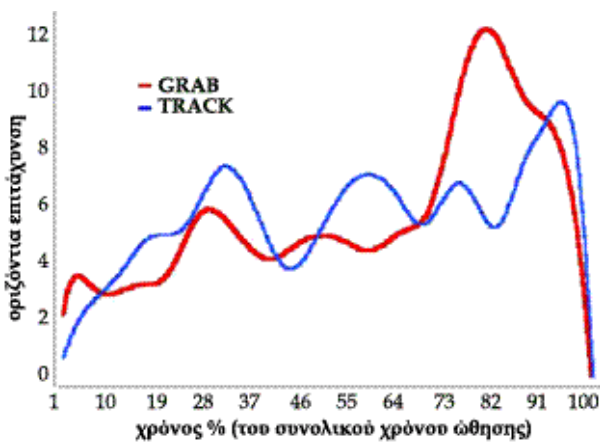
την άκρη του βατήρα (*dist*).

Για την αξιολόγηση της κίνησης από την αρχική θέση ισορροπίας μέχρι την απογείωση: α) μέγιστη οριζόντια επιτάχυνση του κέντρου μάζας (*maxahor*), β) μέγιστη συνισταμένη επιτάχυνση του κέντρου μάζας (*maxa*), γ) οριζόντια ταχύτητα απογείωσης του κέντρου μάζας (*Utohor*), δ) συνισταμένη ταχύτητα απογείωσης του κέντρου μάζας (*Uto*), ε) κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας με το οριζόντιο επίπεδο τη στιγμή της απογείωσης (γωνία απογείωσης) (*slopeto*), στ) χρόνος από την αρχική θέση μέχρι την απογείωση (χρόνος ώθησης) (*timeto*) - ως αρχική θέση ορίσθηκε μια εικόνα πριν την πρώτη εμφάνιση κίνησης οποιουδήποτε σημείου του σώματος, ζ) μέγιστη κάθετη ταχύτητα της φτέρνας (*max VH*) - στην περίπτωση της *track* μετρήθηκε η ταχύτητα της φτέρνας του πίσω ποδιού, ενώ στη *grab* η ταχύτητα της φτέρνας του δεξιού ποδιού, η) κάθετη ταχύτητα της φτέρνας κατά την απογείωση (*toVH*) - στην περίπτωση της *track* μετρήθηκε η ταχύτητα της φτέρνας του πίσω ποδιού, ενώ στη *grab* η ταχύτητα της φτέρνας του δεξιού ποδιού. θ) Κάθετη ταχύτητα του 7ου αυχενικού κατά την απογείωση (*toV_7th*).

Για την αξιολόγηση της θέσης του σώματος τη στιγμή της πρώτης επαφής των χεριών με το νερό: α) κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας με το οριζόντιο επίπεδο τη στιγμή της επαφής. (γωνία εισόδου) (*slopeco*), β) κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας του κορμού με το οριζόντιο επίπεδο τη στιγμή της επαφής (*slopetco*). Η σύγκριση των δύο εκκινήσεων για όλες τις παραπάνω παραμέτρους έγινε χρησιμοποιώντας *t-test* για εξαρτώμενα δείγματα.

Στατιστική ανάλυση

Το στατιστικό μοντέλο που ακολουθήθηκε ήταν το 't-test για εξαρτημένα δείγματα' και η ανάλυση έγινε με το στατιστικό πακέτο SPSS 10.0.



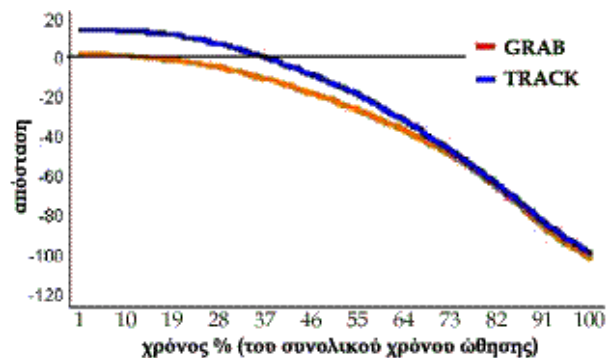
Σχήμα 1. οριζόντια επιτάχυνση του Κ. Μ. (m/sec^2) . Ο μέσος όρος όλων των προσπαθειών της κάθε τεχνικής, με τη διάρκεια από την έναρξη της κίνησης μέχρι την απογείωση, εκφρασμένη σε εκατοστιαία αναλογία.

Τα περιγραφικά στατιστικά καθώς και τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, παρουσιάζονται στον πίνακα 2.

Αποτελέσματα

Ποιοτική ανάλυση

Αρχικά εξετάστηκαν ποιοτικά οι καμπύλες της επιτάχυνσης και της οριζόντιας επιτάχυνσης. Το ολοκλήρωμα της επιτάχυνσης αποτελεί την τελική ταχύτητα απογείωσης, η οποία είναι και καθοριστική για την απόσταση πτήσης. Η οριζόντια ταχύτητα απογείωσης είναι στην προκειμένη περίπτωση η σημαντική συνιστώσα. Από τα γραφικά του σχήματος 1, φαίνεται ότι η οριζόντια επιτάχυνση του κέντρου μάζας εξελίσσεται με διαφορετικό τρόπο για τις δύο τεχνικές εκκίνησης. Στην τεχνική *track* παρουσιάζει αρχικά μεγαλύτερες τιμές, ενώ στην τεχνική *grab*, εμφανίζει την πιο σημαντική αύξηση λίγο πριν την απογείωση.



Σχήμα 2. θέση του κέντρου μάζας από την άκρη του βατήρα. Η τιμή είναι θετική όσο το κέντρο μάζας βρίσκεται πιο πίσω από την άκρη του βατήρα. Ο μέσος όρος όλων των προσπαθειών της κάθε τεχνικής, με τη διάρκεια από την έναρξη της κίνησης μέχρι την απογείωση, εκφρασμένη σε εκατοστιαία αναλογία.

Επίσης σημαντική διαφορά παρουσίασαν και οι μεταβλητές μέγιστη οριζόντια επιτάχυνση του κέντρου μάζας, (*maxahor*), ($t=4.629$, $df=5$, $p<.001$) και μέγιστη επιτάχυνση του κέντρου μάζας, (*maxa*) ($t=6.978$, $df=5$, $p<.001$). με την *grab* να πετυχαίνει υψηλότερες τιμές. Η οριζόντια ταχύτητα απογείωσης (*Utohor*) καθώς και η συνισταμένη ταχύτητα απογείωσης (*Uto*) δεν παρουσίασαν καμία διαφοροποίηση (σχήματα 3, 4).

Από τη στατιστική ανάλυση *paired samples t-test*, όπως φαίνεται στο πίνακα 3, η αρχική θέση του κέντρου μάζας από την άκρη του βατήρα (*dist*) διαφοροποιείται σημαντικά, ($t = -10.467$, $df = 5$, $p<.000$), όπου στη περίπτωση της *track* βρίσκεται πιο πίσω. (σχήμα 2).

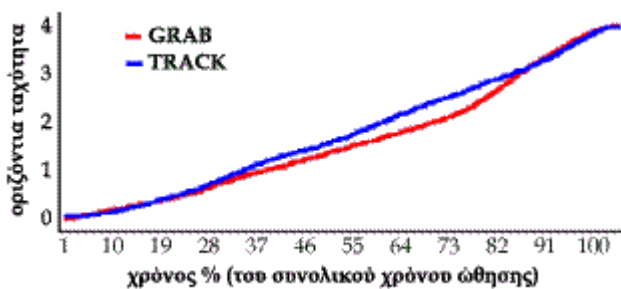
Παρατηρήθηκε ακόμη τάση διαφοροποίησης στην κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας κατά την απογείωση, (*slopeto*), ($t=1.93$, $df=5$, $p=.112$). Η

Πίνακας 2. Περιγραφικά στατιστικά των επιλεγμένων μεταβλητών και t-test για εξαρτημένα δείγματα (p<.05)

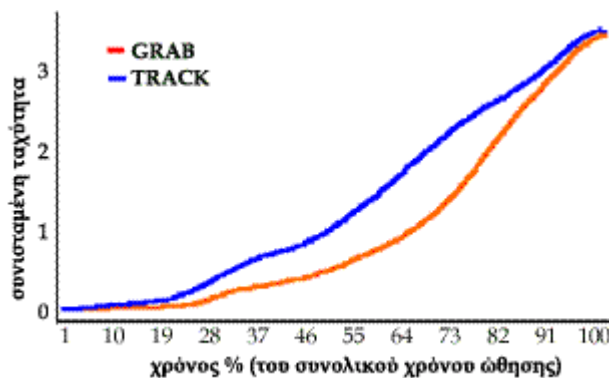
Μεταβλητές	Grab		Track		T	Sig.
	M	SD	M	SD		
οριζόντια απόσταση του κέντρου μάζας από την άκρη του βατήρα (dist)	2.7	2.8	14.1	1.9	-10.467	.000
μέγιστη οριζόντια επιτάχυνση του κέντρου μάζας (maxahor)	12.3	2.9	9.2	1.5	4.629	.006
μέγιστη συνισταμένη επιτάχυνση του κέντρου μάζας (maxa)	14	2.1	10.9	1.4	6.978	.001
οριζόντια ταχύτητα απογείωσης του κέντρου μάζας (Utohor)	3.8	0.32	3.8	0.46	.218	.8
συνισταμένη ταχύτητα απογείωσης του κέντρου μάζας (Uto)	3.3	0.35	3.3	0.43	-.276	.8
κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας με το οριζόντιο επίπεδο τη στιγμή της απογείωσης (γωνία απογείωσης) (slopeo)	-9.3	8.7	-11.9	7.6	1.929	.1
χρόνος από την αρχική θέση μέχρι την απογείωση (χρόνος ώθησης) (timeto)	.46	0.32	.56	0.26	-1.067	.3
μέγιστη κάθετη ταχύτητα της φτέρνας (max VH)	0.8	0.1	2.1	0.9	-3.24	.02
κάθετη ταχύτητα της φτέρνας κατά την απογείωση (toVH)	0.16	0.5	1.1	1.2	-2.4	.06
Κάθετη ταχύτητα του 7ου αυχενικού κατά την απογείωση (toV_7th)	-1.1	0.9	-1.52	0.7	2.21	.07
κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας με το οριζόντιο επίπεδο τη στιγμή της επαφής. (γωνία εισόδου) (slopeco)	39.4	5.6	48.3	7.5	3.2	.02
κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας του κορμού με το οριζόντιο επίπεδο τη στιγμή της επαφής (slopepco)	26.1	3.9	31.3	4.9	3.8	.01

διαφορά αυτή όμως δεν επιβεβαιώθηκε από τη στατιστική ανάλυση, πιθανά λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος. Ο χρόνος ώθησης, (*timeto*), δεν παρουσίασε διαφορές. Η μέγιστη κάθετη ταχύτητα της φτέρνας του πίσω ποδιού στην track ήταν μεγαλύτερη από αυτή της φτέρνας του δεξιού ποδιού στη grab, (*maxVH*), ($t=-3.24$, $df=5$, $p=.022$). Στη στιγμή της απογείωσης η διαφορά στη κάθετη ταχύτητα της φτέρνας του πίσω ποδιού στη track σε σχέση με αυτή του δεξιού ποδιού στη grab,

(*toVH*), παρουσίασε μια ισχυρή τάση υπέρ της track ($t=-2.4$, $df=5$, $p=.06$). Βρέθηκε επιπλέον μια τάση στις κάθετες ταχύτητες του 7ου αυχενικού σπονδύλου, (*toV_7th*), με την track να σημειώνει μικρότερες, αρνητικές πάντα τιμές ($t=2.21$, $df=5$, $p=.07$), άρα μεγαλύτερη ταχύτητα κίνησης του 7ου αυχενικού, με φορά προς τα κάτω. Κατά την στιγμή της εισόδου στο νερό, η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας με το επίπεδο



Σχήμα 3. Οριζόντια ταχύτητα του κέντρου μάζας μέχρι τη στιγμή της απογείωσης. Ο μέσος όρος όλων των προσπαθειών της κάθε τεχνικής, με τη διάρκεια από την έναρξη της κίνησης μέχρι την απογείωση, εκφρασμένη σε εκατοστιαία αναλογία.



Σχήμα 4. Συνισταμένη ταχύτητα του κέντρου μάζας μέχρι τη στιγμή της απογείωσης. Ο μέσος όρος όλων των προσπαθειών της κάθε τεχνικής, με τη διάρκεια από την έναρξη της κίνησης μέχρι την απογείωση, εκφρασμένη σε εκατοστιαία αναλογία

του νερού, (γωνία εισόδου), (*slopeco*), ($t=3.2$, $df=5$, $p=.02$), καθώς και στην κλίση της τροχιάς του κέντρου μάζας του κορμού με το επίπεδο του νερού, (*slopetco*), ($t=3.8$, $df=5$, $p=.012$), με την track να έχει μεγαλύτερες τιμές.

Συζήτηση

Η διερεύνηση των επιλεγμένων παραμέτρων έδειξε ότι αν και υπήρχε ένα αρχικό μειονέκτημα λόγω πιο πίσω αρχικής θέσης του κέντρου μάζας (11.4 cm) στην track, οι αθλήτριες κατάφεραν να καλύψουν αυτό το μειονέκτημα και τελικά να απογειωθούν στον ίδιο χρόνο με τη grab. Αν αυτό συνδυαστεί και με τις καμπύλες της οριζόντιας επιτάχυνσης του κέντρου μάζας, τότε φαίνεται ότι στην track υπήρχε σημαντική επιτάχυνση στην αρχή της κίνησης η οποία βοηθούσε την αθλήτρια να κινηθεί πιο γρήγορα αρχικά, ενώ στο τέλος έπεφε η τιμή της επιτάχυνσης, σε σχέση με την grab και έτσι το αποτέλεσμα και για τις δύο περιπτώσεις ήταν η ίδια ταχύτητα απογείωσης.

Αυτή η διαφοροποίηση οφείλεται στην αρχική τοποθέτηση των ποδιών. Καταρχήν η τοποθέτηση αυτή δεν υπολείπεται σε δυνατότητα αποτελεσματικής χρησιμοποίησης προωθητικών δυνάμεων από τα πόδια. Η διαφοροποίηση στην αρχική γωνία του γονάτου του πίσω ποδιού (112°), και του μπροστά (137°), σε σχέση με τη γωνία των γονάτων στην εκκίνηση με τα δύο πόδια μπροστά (126.7°), που μετρήθηκαν στις αθλήτριες, αποτελούν τιμές κοντά στην ιδανική γωνία του γονάτου για παραγωγή μέγιστης ισομετρικής δύναμης από τους πρόσθιους μηριαίους, (Murray et al., 1980). Επιπλέον υπήρχε η δυνατότητα από τις αθλήτριες να εφαρμόσουν σημαντική δύναμη τραβώντας με τα χέρια τους, καθώς το κέντρο μάζας, πριν την έναρξη της κίνησης, βρισκόταν ανάμεσα στο μπροστά και το πίσω πόδι και συνεπώς η πιθανότητα να ανατραπούν προς τα μπροστά ήταν περιορισμένη. Στη grab αντίθετα, προσπαθούσαν να κρατήσουν την ισορροπία τους και να μην περάσει το κέντρο μάζας τους μπροστά από το σημείο στήριξης, (την άκρη του βατήρα), και ακυρωθούν, πράγμα που συμβαίνει συχνά στους αγώνες. Εξάλλου η χρησιμοποίηση των χεριών είναι ένα πολύ σημαντικό εύρημα, αφού στην διάρκεια εκτέλεσης της track η οριζόντια ώθηση προέρχεται κατά το 1/3 από τα χέρια ενώ στη grab τα χέρια συμμετέχουν ελάχιστα (Breed et al., 2000). Αντίθετα, προς το τέλος της κίνησης, στην track, όπου πλέον τα χέρια αλλά και το πίσω πόδι δεν είχαν σημείο επαφής με το βατήρα και άρα δυνατότητα εφαρμογής δύναμης, η επιτάχυνση σημείωσε πτώση σε σχέση με την τεχνική grab, καθώς στη τελευταία περίπτωση υπήρχαν καλύτερες προϋποθέσεις ώθησης, αφού μπορούσαν

ακόμη να ωθούν και τα δύο πόδια. Στην εκκίνηση των δρόμων ταχύτητας στο στίβο συμβαίνει κάτι παρόμοιο, με το πίσω πόδι να ωθεί για λιγότερο χρόνο από το μπροστά καθώς ξεκολλάει πρώτο από το μπλοκ. Μάλιστα κατά τους (Hess & Gundlach, 1993), που διερευνήσανε την εκκίνηση των 100 μέτρων στο στίβο, ο χρόνος ώθησης στο πίσω μπλοκ ήταν 0.18sec, ενώ στο μπροστά διπλάσιος, 0.36sec. Βέβαια στη παρούσα εργασία το πίσω πόδι κατάφερε να έχει επαφή με το βατήρα και να εφαρμόζει δύναμη για 89.6% του συνολικού χρόνου ώθησης. Αυτό ενισχύει το γεγονός ότι το μειονέκτημα της track, ώθηση με το ένα πόδι στο τέλος της κίνησης, δεν αποτέλεσε παράγοντα ικανό να επηρεάσει σημαντικά το αποτέλεσμα, αφού η ταχύτητα απογείωσης και η οριζόντια ταχύτητα απογείωσης δεν διέφεραν, καθώς η χρονική δράση του ήταν πολύ μικρή.

Αν τα παραπάνω συνδυασθούν και με τις σημαντικά μεγαλύτερες μέγιστες τιμές της οριζόντιας και συνισταμένης επιτάχυνσης του Κ.Μ. που παρατηρήθηκαν στην grab, τότε αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η track ήταν το ίδιο αποτελεσματική και ταυτόχρονα πιο οικονομική. Από τη στιγμή λοιπόν που το αποτέλεσμα ήταν το ίδιο με μικρότερες μέγιστες τιμές επιτάχυνσης για την track, δυναμικά η συγκεκριμένη τεχνική έχει καλύτερες προϋποθέσεις βελτίωσης με μια καλύτερη ίσως εκτέλεση.

Οι ίδιες ταχύτητες απογείωσης βέβαια είναι ένα εύρημα αντίθετο με προηγούμενες μελέτες, (Breed et al., 2000), (Juergens, 1996), στις οποίες όμως μεγαλύτερες τιμές παρουσιάστηκαν στην track, πράγμα που ενισχύει τη παραπάνω λογική. Ακόμη στη γωνία απογείωσης υπήρχε μια διαφορά περίπου 3° μοιρών κατά μέσο όρο, η οποία αν και δεν ήταν στατιστικά σημαντική είναι σύμφωνη με τη βιβλιογραφία. Αυτή η διαφορά στην γωνία απογείωσης και ακόμη περισσότερο στη γωνία εισόδου προέρχεται από τη προς τα πάνω κίνηση του πίσω ποδιού στη track. Εξάλλου αυτό επιβεβαιώνεται και από τη σύγκριση των κάθετων ταχυτήτων δύο ακραίων σημείων του σώματος, των φερτών και του 7^{ου} αυχενικού, όπου φαίνεται η αυξημένη περιστροφή της αθλήτριας στην track.

Συμπέρασμα

Η διερεύνηση των χαρακτηριστικών των δύο εκκινήσεων εντόπισε σημαντικές κινηματικές διαφορές. Εντούτοις δεν κατέληξε σε συμπέρασμα που να καταδεικνύει την υπεροχή μιας από τις δύο τεχνικές, αναφορικά με το αποτέλεσμα.

Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι στη τεχνική track οι προϋποθέσεις για βελτίωση του αποτελέσματος είναι καλύτερες, αφού με τη μεγαλύτερη συμμετοχή των χεριών, μπορεί να παραχθεί μεγα-

λύτερη συνολική ώθηση, αλλά και πιθανά μεγαλύτερη ισχύ σε περίπτωση υψηλότερων τιμών επιτάχυνσης. Αυτό για να γίνει εφικτό πρέπει να υπάρξει η κατάλληλη εξάσκηση αλλά και σωστή διδασκαλία για τελειοποίηση της τεχνικής. Επειδή οι στοχοι αυτής της εκκίνησης και ο ιδανικός τρόπος εκτέλεσης της, δεν είναι ακόμη αποκρυσταλλωμένοι, ακόμη και για αθλήτριες επιπέδου και ανάλογης εμπειρίας στην track με τις συμμετέχουσες, υπάρχει αυτή η δυνατότητα.

Η μεγαλύτερη γωνία εισόδου είναι ένα χαρακτηριστικό της track που αν και δεν αναφέρεται από άλλες έρευνες ουσιαστικά είναι λογική ακολουθία της μικρότερης γωνίας απογείωσης. Κατά περίπτωση αυτό μπορεί να αποτελέσει πλεονέκτημα, όπου χρειάζεται βαθύτερη είσοδος, όπως στο πρόσθιο, ή σε περίπτωση που ο κολυμβητής θα ακολουθήσει δελφινοειδή κίνηση μέσα στο νερό για μεγάλη απόσταση, (15 μέτρα).

Εξάλλου η φάση της εκκίνησης η οποία σχετίζεται περισσότερο με την τελική απόδοση είναι η φάση κάτω από το νερό (Sanders, 2001), και κατά συνέπεια θεωρείται και η πλέον σημαντική για τους ερευνητές. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η σημασία της φάσης του γλιστρήματος είναι τόσο σημαντική που εξηγεί το 96% της διακόμανσης του χρόνου στα 9.5μέτρα, (Bonnar, 2001). Η συγκεκριμένη έρευνα μάλιστα, δίνει πολύ χαμηλές συσχετίσεις του χρόνου από την είσοδο στο νερό ως τα πρώτα 9.5 μέτρα και της ταχύτητας απογείωσης, αλλά και της ταχύτητας πτήσης. Με βάση αυτό το εύρημα αίρεται μερικώς η αξία των φάσεων ώθησης και πτήσης. Παρόλα αυτά οι φάσεις αυτές πρέπει να συνεχίζουν να αποτελούν αντικείμενο μελέτης, καθώς αποτελούν το προοίμιο του γλιστρήματος και κατά συνέπεια ασκούν επρροή σε αυτή τη

φάση. Ακόμη το σημαντικότερο είναι ότι αν και δεν συσχετίζονται χρονικά με τα χρόνια από την είσοδο μέχρι τα πρώτα 9.5 μέτρα, στην αγωνιστική κολύμβηση και ειδικά στα sprint, μπορούν αναμφίβολα να κρίνουν το αποτέλεσμα.

Θα ήταν επίσης χρήσιμο να εξεταστεί μελλοντικά αν ενδιάμεσες θέσεις του πίσω ποδιού μπορούν να αλλάξουν τη γωνία απογείωσης και τη γωνία εισόδου. Η λειτουργία του γαστροκνημίου και των πρόσθιων μηριαίων σε διαφορετικές κάθε φορά θέσεις, (γωνία άρθρωσης, μήκος μυός) σχετιζόμενη και με την κινητικότητα της ποδοκνημικής άρθρωσης, ίσως να αποτελέσουν παραμέτρους επιρροής της αποτελεσματικότητας της τεχνικής της εκκίνησης με το ένα πόδι πίσω. Για παράδειγμα η ευκαμψία της ποδοκνημικής του πίσω ποδιού στη track αποτελεί παράμετρο που καθορίζει την σταθερότητα του πέλματος στο βατήρα, τη δημιουργία προδιάτασης και φυσικά το εύρος κίνησης της άρθρωσης, που είναι ουσιαστικός παράγοντας για τη δυνατότητα εφαρμογής προωθητικής δύναμης, (Παπαϊακώβου, 2001).

Εν κατακλείδι προτείνεται περαιτέρω έρευνα πάνω στις δύο διαφορετικές τεχνικές, με κινηματική ανάλυση όλων των φάσεων της κάθε εκκίνησης καθώς και πλήρη δυναμική ανάλυση της φάσης της ώθησης, πρώτου εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα για τους παραπάνω προβληματισμούς. Μέχρι να μπορέσει να ειπωθεί με βεβαιότητα ποια εκκίνηση παρέχει περισσότερα πλεονεκτήματα, η άποψη των (Kirner et al., 1989), είναι η ορθότερη προπονητική προσέγγιση. Πρέπει όλοι οι αθλητές να διδάσκονται και τις δύο εκκινήσεις από τη μικρή ηλικία και σταδιακά να οδηγούνται σε μια ατομική επιλογή ανάλογα με τις δυνατότητες τους και τις απαιτήσεις του κάθε αγωνίσματος.

Σημασία για την ποιότητα ζωής

Σήμερα, στην Ελλάδα, χιλιάδες άνθρωποι ασχολούνται με τη κολύμβηση, κύρια ως αθλητές, καθώς είναι ένα από τα πλέον μαζικά ατομικά αθλήματα. Η κολύμβηση ως σπορ είναι ψυχαγωγική, εκπαιδευτική αλλά παράλληλα αποτελεί και εφόδιο ζωής για τον κάθε άνθρωπο σε μια κρίσιμη κατάσταση. Η παρούσα εργασία εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα για την εκκίνηση από το βατήρα, η οποία αποτελεί την έναρξη των τριών από τα τέσσερα κολυμβητικά στυλ. Κατά συνέπεια τα πορίσματα της έχουν άμεσο ενδιαφέρον για το σύνολο των ανθρώπων που ασχολούνται με την αγωνιστική κολύμβηση, αλλά και για όσους ασχολούνται με τη κολύμβηση για αναψυχή και για εκμάθηση.

Βιβλιογραφία

- Allen, D. M., (1997). *A kinetic and kinematic comparison of the grab start and track start in swimming*. Master of Science Thesis, University of Wisconsin-LaCrosse.
- Bonnar, S. (2001). *An analysis of selected temporal, anthropometric and kinematic factors, affecting the velocity of the grab and track starts in swimming*. Honors Thesis, The university of Edinbourg, Edinbourg.
- Breed, R. P., McElroy, G. K., & Young, W.B. (2000). *A biomechanical comparison of the grab, swing and track starts in swimming*. Proceedings of the Olympic Scientific Congress (pp 473). Sidney.
- Cossor, J., & Mason, B. (2001). *Swim start perform-*

- ances at the Sydney 2000 Olympic Games. In J. Blackwell (Ed.) *Proceedings of XIX Symposium on Biomechanics in Sports* (pp19-29), San Francisco: University of California at San Francisco.
- Dempster, W. T. (1955). *Space requirements of the seated operator*. Ohio: Wright Patterson Air Force Base.
- Halliday, D., & Resnick, R. (1974). *Fundamentals of Physics*. New York NY: John Wiley & Sons.
- Hay, J. G. (1986). *The biomechanics of sports techniques*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Hess, W. D., & Gundlach, H. (1993). *Δρόμοι. Θεοσαλονίκη: Σάλτο*.
- Juergens, C., (1994). *A kinetic and kinematic comparison of the grab and track starts in competitive swimming*. Master of Science Thesis, Oregon State University, Oregon.
- Kirner, K., Bock, M., & Welch, J. (1989). A Comparison of four different start combinations. *Journal of Swimming Research*, 5(2), 5-11.
- Mero, A., Pekka Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A biomechanical study of the sprint start. *Scandinavian Journal of Sports Science*, 21, 20-28.
- Murray, M. P., Gardner, G. M., Mollinger, L. A., & Susan B. Sepic, S. B. (1980). Strength of isometric and isokinetic contractions. *Physical Therapy*, 60(4).
- Sanders, R. (2001). Start Technique-Recent Findings, ISBS Coaches Information Service.
- Vilas-Boas, J.P., Cruz, M.J., Sousa, F., Conceicao, F., & Carcvalho, J.M. (2000). Integrated kinematic and dynamic analysis of two track-start techniques. In R. Sanders & Y. Hong (Eds.), *Proceedings of XVIII Symposium on Biomechanics in Sports: Applied Program: Application of Biomechanical Study in Swimming* (pp75-82). Hong Kong: Department of Sports Science and Physical Education, The Chinese University of Hong Kong.
- Winter, D. (1990). *Biomechanics and motor control of Human movement*. New York NY: John Willey & Sons.
- Παπαϊακώβου Γ., (2001). *Η επίδραση της ευκαμψίας της ποδοκνημικής στα κατακόρυφα άλματα*. Διδακτορική διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

