

Αθλήματα υγρού στίβου

Στα αθλήματα υγρού στίβου ανήκει η κολύμβηση, η υδατοσφαίριση (πόλο) και οι καταδύσεις, όπου στα μεν δύο πρώτα ο αθλητής έρχεται σε μόνιμη επαφή με το νερό ενώ στο τελευταίο μόνο η τελική προσπάθεια γίνεται μέσα σ' αυτό. Κατ' αρχήν πρέπει να σημειώσουμε πώς τόσο η τεχνική της κολύμβησης, όσο και των καταδύσεων έχουν απασχολήσει ιδιαίτερα τους ειδικούς ερευνητές της βιο-μηχανικής (Nigg, Hay, Guimaraes, Miller, Nelson, Schleihayf, Vaitsechovsky κá), ενώ σε πολύ μικρό βαθμό έχει στραφεί η ερευνητική προσπάθεια στο άθλημα της υδατοσφαίρισης.

Κολύμβηση

Η τεχνική της κολύμβησης εντοπίζεται στην ικανότητα του αθλητή να εκτελεί κάποιες ιδιαίτερες κινήσεις μέσα στο νερό με σκοπό να καλύψει μια ορισμένη αγωνιστική απόσταση στο μικρότερο δυνατό χρόνο και σύμφωνα με ορισμένους κανονισμούς.

Φαίνεται λοιπόν πως ο αθλητής της κολύμβησης ερχόμενος σε αλληλεπίδραση με το νερό και με τις κολυμβητικές κινήσεις που εκτελεί, προσπαθεί να προσδώσει στο σώμα του μια δύναμη για να μπορέσει μ' αυτό τον τρόπο να προωθηθεί. Ο ίδιος δεν διαθέτει μια σταθερή στήριξη για να μπορέσει να σπρώξει, αλλά αυτή προσδίδεται στη διάρκεια των "κολυμβητικών κύκλων" και μεταβάλλεται συνεχώς σε μέγεθος.

Από την πλευρά της βιο-μηχανικής εξετάζεται η αποτελεσματικότητα αυτών των κινήσεων και ειδικότερα η ορθολογιστική τεχνική του αθλητή, με βάση κυρίως τις αρχές της υδροστατικής και υδροδυναμικής.

Απ' την αρχή πρέπει να τονίσουμε πώς για να οικοδομηθεί η τεχνική της κολύμβησης, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα σημεία που χαρακτηρίζουν την επαφή των σωμάτων με το υγρό στοιχείο. Σ' αυτά πρέπει ιδιαίτερα να τονίσουμε :

1. Την *επιπλευση*, την ικανότητα δηλαδή ενός σώματος να διατηρεί τη θέση της ισορροπίας του πάνω στην επιφάνεια του νερού. Ο κολυμβητής που επιπλέει ευκολότερα διαθέτει το πλεονέκτημα να συναντά μικρότερη αντίσταση στις κινήσεις του από το νερό.
2. Την *άνωση*, η οποία παρουσιάζεται ως συνισταμένη των δυνάμεων προς τα πάνω και εξουδετερώνει το βάρος του σώματος που βυθίζεται μέσα στο νερό. Αν το βάρος ενός σώματος είναι μεγαλύτερο από την άνωση, που μπορεί να υποστεί από το νερό, τότε αυτό θα βυθιστεί, ενώ σε αντίθετη περίπτωση θα επιπλεύσει. Δηλαδή, το σώμα επιπλέει όταν:

βάρους του σώματος < μέγιστη άνωση.

Από τα παραπάνω φαίνεται πώς ο κολυμβητής υψίσταται μια άνωση, που είναι ίση σε μέτρο με το βάρος του νερού που εκτοπίζει (αρχή του Αρχιμήδους). Ο μέγιστος όγκος νερού που μπορεί να εκτοπίσει ένας κολυμβητής θα είναι ίσος με τον όγκο του. Έτσι η μέγιστη άνωση, που παρουσιάζεται στην κολύμβηση, είναι ίση με το βάρος του υγρού που έχει όγκο ίσο με τον όγκο του κολυμβητή.

Η έννοια του κέντρου άνωσης ορίζεται με το σημείο εκείνο που διαπερνά το Κ.Β του εκτοπιζόμενου νερού και το σώμα ισορροπεί όταν οι φορείς του βάρους και της άνωσης συμπίπτουν.

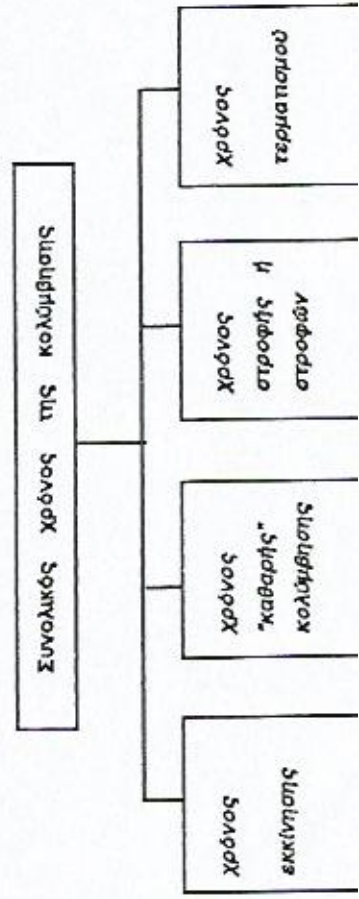
3. Το ειδικό βάρος, το οποίο υπολογίζεται με τη σχέση του βάρους του σώματος που βυθίζεται διά του όγκου του εκτοπιζόμενου νερού. Φυσικά το ειδικό βάρος του ανθρώπινου σώματος επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό την επίπλευση (π.χ. ένα άτομο με πολύ λίπος επιπλέει ευκολότερα από ένα άλλο άτομο που είναι μιάδην και ισχνό). Επίσης, την επίπλευση του ανθρώπινου σώματος την επηρεάζει :

- ο όγκος του αέρα στους πνεύμονες,
- η χρονολογική ηλικία επηρεάζει το ειδικό βάρος και κατ' επέκταση την επίπλευση. Με άλλα λόγια, το μικρό παιδί και το γερασμένο άτομο διαθέτουν μικρό ειδικό βάρος, γεγονός που τους βοηθά να επιπλέουν ευκολότερα,
- το φύλο, και πιο συγκεκριμένα οι γυναίκες έχουν μικρότερο ειδικό βάρος από τους άνδρες και έτσι επιπλέουν ευκολότερα.

Για να μπορέσουμε να εκτιμήσουμε πιο αναλυτικά την τεχνική των κινήσεων στην αγωνιστική κολύμβηση, θα πρέπει να βασιστούμε στη θεωρητική αρχή που σημειώνει ότι:

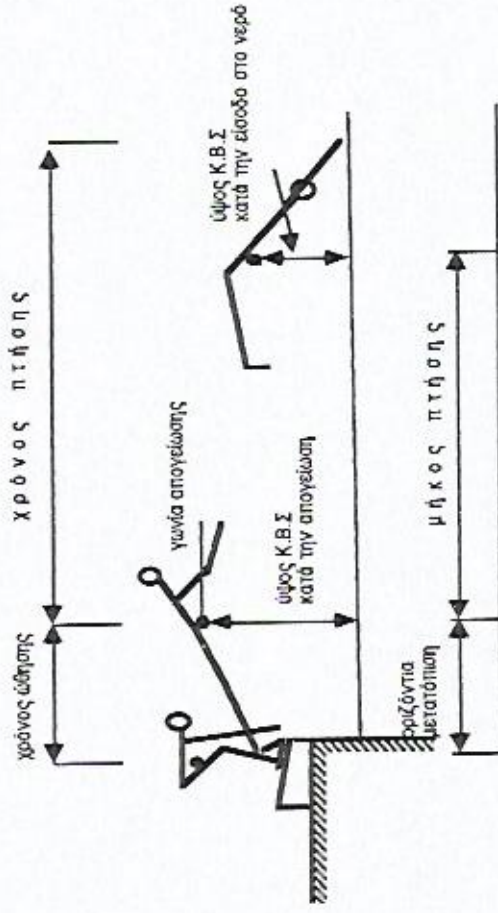
Η συνολική παρουσίαση του κολυμβητή μπορεί πιο απλά και με ακρίβεια να εκφραστεί με το χρόνο που απαιτείται να "κολυμπήσει" μια ορισμένη αγωνιστική απόσταση (Hay and Guimaraes 1983).

Ο χρόνος αυτός μπορεί να διακριθεί σε επιμέρους χρόνους, όπως ακριβώς φαίνεται στο σχήμα 6-52 και φυσικά η τεχνική του κολυμβητή σε



κάθε διαφορετικό σημείο της αγωνιστικής απόστασης, πρέπει να εξετάζεται με βάση τα ιδιαίτερα βιο-μηχανικά χαρακτηριστικά.

Η τεχνική της εκκίνησης απαιτεί από τον κολυμβητή ιδιαίτερη προσοχή στην εκτέλεση των κινήσεων. Τα βασικά κινηματικά χαρακτηριστικά της εκκίνησης φαίνονται στο σχήμα 6-53. Σ' αυτά να αναφέρουμε επίσης, την οριζόντια και κατακόρυφη ταχύτητα την οποία διαθέτει ο κολυμβητής τη στιγμή της απογείωσης, σε συνδυασμό με τη γωνία απογείωσης του Κ.Β.Σ.



Σχήμα 6-53. Μερικά βασικά βιομηχανικά χαρακτηριστικά της τεχνικής των κινήσεων στην εκκίνηση της αγωνιστικής κολύμβησης (Guimaraes and Hay 1985)

Με τη μέθοδο της δυναμογράφησης είναι δυνατή η τριδιάστατη δυναμική ανάλυση και ο έλεγχος της τεχνικής του κολυμβητή, όταν έρχεται σε επαφή με το βατήρα και φυσικά επιδρά επάνω του. Πρέπει να σημειώσουμε εδώ πώς ένας συνδυασμός κινηματογράφησης και δυναμογράφησης δίνει περισσότερα στοιχεία στον ερευνητή για τη μελέτη της τεχνικής της εκκίνησης, αφού γίνεται ταυτόχρονα η ανάλυση της κίνησης μέσα στο χώρο με βάση το χρόνο και τη δύναμη που εφαρμόζει ο ίδιος όταν έρχεται σε αλληλεπίδραση με το περιβάλλον.

Στην έρευνα των (Hay και Guimaraes 1985) δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην αλληλουχία των κινηματικών χαρακτηριστικών και πιο συγκεκριμένα μεταξύ αυτών αναδεικνύονται οι εξής στατιστικά σημαντικές συσχετίσεις:

- το σωματικό ανάστημα και το βάρος του κολυμβητή επηρεάζουν το χρόνο εκκίνησης. Αντίστοιχα οι συσχετίσεις είναι ($r=-0.74$) και ($r=-0.62$), γεγονός που δηλώνει ότι οι μεγάλες σωματικές διαστάσεις συμβαδίζουν με το μικρό

— μεταξύ του χρόνου εκκίνησης και του χρόνου πλεύσης μετά την είσοδο του κολυμβητή στο νερό ($r=0.97$) και

— μεταξύ της τελευταίας παραμέτρου και της μέσης ταχύτητας που αποκτά ο κολυμβητής ($r=0.84$).

Η πρώτη συσχέτιση δείχνει ότι ο χρόνος πλεύσης του κολυμβητή μέσα στο νερό καθορίζεται κατά το 95% από τη μεταβολή του συνολικού χρόνου εκκίνησης. Με άλλα λόγια, όσο μεγαλύτερος είναι ο συνολικός χρόνος της εκκίνησης τόσο μεγαλύτερος είναι και ο χρόνος πλεύσης του κολυμβητή. Η δεύτερη συσχέτιση φανερώνει ότι, η αύξηση της μέσης ταχύτητας πλεύσης του κολυμβητή είναι στενά συνδεδεμένη με το μικρό χρόνο πλεύσης του κολυμβητή στη φάση της εκκίνησης.

Τα δεδομένα που διαθέτουμε, από ανάλογη ερευνητική προσπάθεια που έγινε στη χώρα μας και με δείγμα τους καλύτερους έλληνες κολυμβητές και κολυμβήτριες, μας βοηθούν να σχολιάσουμε τα εξής (πίνακας 6-32):

Πίνακας 6-32. Κινηματικές παράμετροι της τεχνικής των καλύτερων ελλήνων κολυμβητών-τριών στην εκκίνηση (μέσες τιμές), (Μπουρντόλος και Καλομοίρης 1988)

π α ρ ά μ ε τ ρ ο ι	κολυμβητές	κολυμβήτριες
χρόνος εκκίνησης (sec)	1,08	0,99
χρόνος αντίδρασης (sec)	0,14	0,12
χρόνος ώθησης (sec)	0,76	0,72
χρόνος πτήσης (sec)	0,44	0,35
οριζόντια μετατόπιση κατά την ώθηση (m)	1,09	1,03
οριζόντια μετατόπιση κατά την πτήση (m)	1,66	1,27
συνολική οριζόντια μετατόπιση (m)	2,75	2,30
οριζόντια ταχύτητα κατά την ώθηση (m/sec)	4,04	3,78
γωνία εισόδου στο νερό (με βάση τον πήχυ) (ο)	42,8	43,4
γωνία κορμού-βραχίονα κατά την είσοδο (ο)	166,7	142,6
γωνία κορμού-μηρού " (ο)	133	160
γωνία μηρού-κνήμης " (ο)	149	177

— οι σημαντικές διαφορές, μεταξύ των κολυμβητών και των κολυμβητριών στην τεχνική εκτέλεση της εκκίνησης, εντοπίζονται κυρίως στην οριζόντια μετατόπιση, στην οριζόντια ταχύτητα κατά την ώθηση, καθώς και στη θέση που καταλαμβάνει το σώμα κατά την είσοδο του στο νερό,

— οι κολυμβήτριες διαθέτουν μεγαλύτερη ταχύτητα αντίδρασης,

— η τεχνική δεν μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματική, από την άποψη της οριζόντιας μετατόπισης, αφού οι τιμές είναι χαμηλές, αντίστοιχα 2,75 m και 2,30 m για τους κολυμβητές και τις κολυμβήτριες.

Ο χρόνος της "καθαρής κολύμβησης" σε κάθε αγωνιστική απόσταση έχει μεγαλύτερη συμμετοχή στην επίδοση, απ' ό,τι η εκκίνηση και η στροφή (Hay et al 1983). Ο χρόνος αυτός ορίζεται με βάση τη μέση ταχύτητα της κολύμβησης, η οποία όμως είναι συνάρτηση του μήκους του "κολυμβητικού κύκλου" και της μέσης συχνότητας αυτού. Δηλαδή, η σχέση που ισχύει στην προκειμένη περίπτωση είναι :

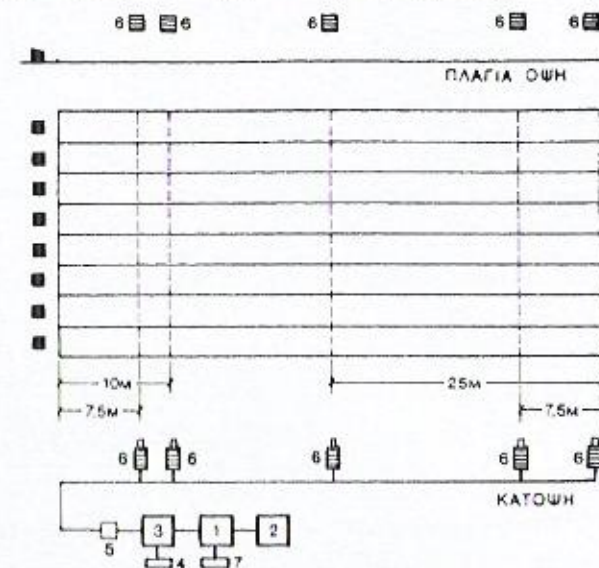
$$u = L \times F$$

όπου, u - η μέση ταχύτητα, L - το μήκος του "κολυμβητικού κύκλου" και F - η μέση συχνότητα του "κολυμβητικού κύκλου".

Παράδειγμα για έναν κολυμβητή με μέσο μήκος "κολυμβητικού κύκλου" 2,0 m και μέση συχνότητα 0,8 "κολυμβητ. κύκλους" /sec, η ταχύτητα θα ισούται:

$$u = 2,0 \times 0,8 = 1,6 \text{ m/sec}$$

Πρέπει να σημειωθεί, πως η καταγραφή αυτών των παραμέτρων επιτυγχάνεται με τη μέθοδο της βιντεογράφησης (σχήμα 6-54).



Σχήμα 6-54. Διαδικασία που ακολουθείται για τον έλεγχο της μέσης ταχύτητας στην "καθαρή κολύμβηση" και της αποτελεσματικότητας στην εκκίνηση και τη στροφή (Platonov 1985)

Συγκεκριμένα, η διαδικασία που προτείνεται από τον Platonov (1985), διαθέτει την απαιτούμενη αξιοπιστία προκειμένου να εφαρμοστεί για τον έλεγχο της μέσης ταχύτητας των κολυμβητών στην "καθαρή κολύμβηση", αλλά και σε ένα βαθμό για τον έλεγχο της εκκίνησης και της στροφής. Από την εφαρμογή της παραπάνω μεθοδολογίας έχουμε και τα δεδομένα που παρουσιάζονται κολυμβητές και κολυμβήτριες κολύμβητες και κολυμβήτριες.

_ δεν παρατηρείται σημαντική συσχέτιση μεταξύ της συχνότητας και της μέσης ταχύτητας σε κανένα αγωνιστικό στυλ, ή με άλλα λόγια, η ταχύτητα δεν επηρεάζεται, σε στατιστικά σημαντικό βαθμό, από τη μέση συχνότητα των "κολυμβητικών κύκλων".

Η στροφή αποτελεί ένα βασικό μέρος της τεχνικής των κινήσεων και μπορεί να μελετηθεί με βάση τόσο τα κινηματικά, όσο και τα δυναμικά χαρακτηριστικά. Ο βασικός στόχος του αθλητή σ' αυτό το σημείο είναι να διατηρηθεί η υψηλή ταχύτητα πλεύσης (Hallijand et al 1986) κι αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την τεχνική τελειοποίηση των κινήσεων και την εφαρμογή ειδικών μεθοδολογιών με τεχνίτες συνθήκες (Ratov et al 1986). Ολόκληρη η κινητική δραστηριότητα του κολυμβητή στη διάρκεια της στροφής, διακρίνεται σε τέσσερις επιμέρους φάσεις:

_ στην πρώτη φάση, όπου η εκτέλεσή της αρχίζει σε απόσταση 6-7,5 m πριν το τοίχωμα του κολυμβητηρίου και η διάρκειά της διαφέρει ανάλογα με το αγωνιστικό στυλ. Δηλαδή, για τις κολυμβήτριες του πρόσθιου απαιτείται χρόνος περίπου 5,0 sec, ενώ για τους κολυμβητές 4,5 sec Absalijamov et al 1988). Η ελάττωση της ταχύτητας κατά 50% που παρατηρείται σε απόσταση 1-1,5 m από το τοίχωμα μπορεί να θεωρηθεί και σαν τυπικό λάθος της τεχνικής.

_ στη δεύτερη φάση (περιστροφή), η οποία οριοθετείται από τη στιγμή που τα χέρια εγγιζουν το τοίχωμα μέχρι την τοποθέτηση των ποδιών πάνω σ' αυτό. Για τους κολυμβητές-τριες του πρόσθιου και της πεταλούδας, οι χρονικοί δείκτες κυμαίνονται μεταξύ των 0,40 - 0,45 sec. Χαρακτηριστικό λάθος της τεχνικής που συνήθως παρατηρείται σ' αυτή τη φάση είναι η μη ολοκλήρωση της συσπείρωσης.

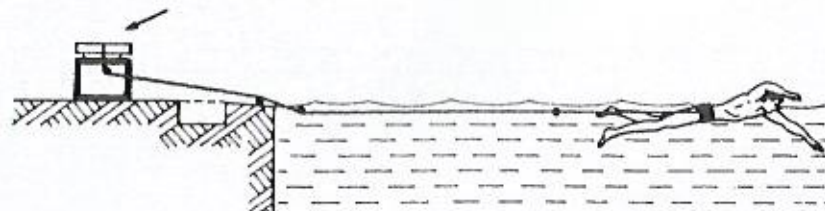
_ στην τρίτη φάση, η οποία ορίζεται με την ώθηση των ποδιών στο τοίχωμα και διαρκεί από 0,30 μέχρι 0,40 sec. Ο σκοπός εδώ είναι να εκδηλωθεί η μέγιστη εκρηκτική δύναμη ώθησης των ποδιών, η οποία ελέγχεται με τη μέθοδο της δυναμογράφησης (Takahashi et al 1985), (Boudolios and Kalomiris 1989).

Συγκεκριμένα σε έρευνα που διεξήχθη με τους καλύτερους έλληνες κολυμβητές (N=22) και κολυμβήτριες (N=19) αποδείχθηκε, ότι:

_ ο χρόνος της ώθησης για τους κολυμβητές των διαφόρων στυλ κυμαίνεται από 0,48-0,53 sec και για τις κολυμβήτριες από 0,56-0,61 sec,
_ η μέγιστη δύναμη ώθησης των ποδιών εκδηλώνεται από τους κολυμβητές του πρόσθιου, η οποία φθάνει στα 1259,9 N, και από τις κολυμβήτριες της πεταλούδας, στα 974,2 N (σχήμα 6-56).

Η μελέτη αυτή μπορεί να ολοκληρωθεί, αφού γίνει η καταγραφή και η ανάλυση των κινηματικών χαρακτηριστικών της στροφής, γεγονός που θα

βοηθήσει στην αλληλοσυσχέτισή τους με τα δυναμικά χαρακτηριστικά και να υπάρξει η συνολική εκτίμηση της τεχνικής των κινήσεων.



Σχήμα 6-56. Η μέγιστη δύναμη ώθησης στη στροφή όπως εκδηλώνεται απ' τους έλληνες κολυμβητές και κολυμβήτριες στα διάφορα αγωνιστικά στυλ (Boudolios and Kalomiris 1989)

_ στην τέταρτη φάση της στροφής, η οποία αρχίζει από τη στιγμή που τα πόδια παύουν να έχουν επαφή με το τοίχωμα και τελειώνει τη στιγμή που το κεφάλι του κολυμβητή θα φθάσει τουλάχιστον σε απόσταση 7,5 m από το τοίχωμα. Σ' αυτή τη φάση, η οποία διαρκεί για το πρόσθιο στυλ 4,80 sec και 4,10 sec, αντίστοιχα για κολυμβήτριες και κολυμβητές, βασικός σκοπός είναι η αύξηση της ταχύτητας και η διατήρηση της σωστής κολυμβητικής στάσης για την εκτέλεση των επόμενων κινήσεων.

Υποστηρίζεται η άποψη (Zepov et al 1986) ότι στην αγωνιστική κολύμβηση, η ταχύτητα του κολυμβητή διαμορφώνεται από το γινόμενο της συχνότητας του "κολυμβητικού κύκλου" και του μήκους που καλύπτεται σε μια τέτοια εκτέλεση. Για τη διαμόρφωση αυτής της ταχύτητας απαιτείται η απαραίτητη ισχύ του "κολυμβητικού κύκλου", και εννοούμε φυσικά με τον όρο αυτό τη δύναμη προώθησης του κολυμβητή μέσα στο νερό. Οι σχέσεις που αναδεικνύονται σ' αυτή την περίπτωση είναι:

_ μεταξύ επίδοσης και δυναμικής προετοιμασίας - $r=0,80-0,90$,
_ μεταξύ όγκου της δυναμικής προετοιμασίας στη ξηρά και της ειδικής δυναμικής προετοιμασίας με μμητικές κολυμβητικές κινήσεις - $r=0,85-0,90$,
_ μεταξύ του όγκου της δυναμικής προετοιμασίας και της δύναμης προώθησης των κολυμβητών μέσα στο νερό - $r=0,80-0,85$.

Πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη, ότι στα διάφορα αγωνιστικά στυλ οι δείκτες της προωθητικής δύναμης μέσα στο νερό, όταν εκτελείται η προ-