Κινηματική Ανάλυση των παραμέτρων της κίνησης Αθλητών του Καγιάκ.

Υπεύθυνος έρευνας : Γ. Πίγκος, Διδάκτωρ Βιοκινητικής-Κινησιολογίας

Σε συνεργασία με τον

ΠΑ.ΣΥ.Π.Κ.Κ

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΠΡΟΠΟΝΗΤΩΝ ΚΑΝΟΕ - ΚΑΓΙΑΚ
ΛΕΩΦ. ΣΑΛΑΜΙΝΟΣ 240
Τ.Κ. 189 00 ΣΑΛΑΜΙΝΑ
ΤΗΛ/ΦΑΞ. 210 46 51 104

PANHELLENIC KAYAK AND CANOE TRAINERS ASSOCIATION
240 SALAMIS AVE.
189 00 SALAMIS, HELLAS
TEL./FAX. 0030-210-46 51 104

Συνεργάτες έρευνας: Θ. Βιλλιώτης, Καθηγητής Φυσικής Αγωγής, Προπονητής Κανόε-Καγιακ
Β. Διάφας, Λέκτορας Προπονησιολογίας Καγιάκ, Τ.Ε.Φ.Α.Α. Αθηνών
Γ. Τσίγκανος, Λέκτορας Αθλητικής Φυσικοθεραπείας, Τ.Ε.Φ.Α.Α. Αθηνών

Αθήνα 2007

Εισαγωγή

Η κατανόηση και η επιστημονική διερεύνηση των αρχών που διέπουν από μια σχετικά απλή ανθρώπινη κίνηση, όπως το περπάτημα, έως σύνθετων κινήσεων, όπως η εκτέλεση μιας πλήρους κουπιάς στο Καγιάκ, παρέχει τη δυνατότητα για επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με την τελειοποίηση της εκτέλεσης των διαφόρων κινήσεων και την εξασφάλιση της αποφυγής των τραυματισμών. Όπως έχει αναφερθεί η γνώση των κινηματικών παραμέτρων του αθλήματος, στην συγκεκριμένη περίπτωση του αθλήματος του Καγιάκ, βοηθά σημαντικά στο έργο του προπονητή, κύρια για τον έλεγχο και την βελτίωση της τεχνικής εκτέλεσης των κινήσεων, όσο και την αποφυγή τραυματισμών των αθλητών ή την καλύτερη επαναφορά τους σε αγωνιστική κατάσταση μετά από τραυματισμό τους.

Μέχρι σήμερα δεν έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικός αριθμός ερευνητικών εργασιών (Someren et al., 2000) ειδικά για την ανάλυση των κινηματικών χαρακτηριστικών του αθλήματος (Mann and Kearney, 1980). Η κύρια αιτία της μειωμένης σχετικής βιβλιογραφίας είναι οι δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την καταγραφή της αθλητικής κίνησης του Κανόε και του Καγιάκ λόγω της υφής του Αθλήματος (όπως η κατάλληλη επιλογή των θέσεων για την τοποθέτηση των καταγραφικών συστημάτων, οι δυσκολίες διαβάθμισης του χώρου λόγω του μεγάλου εύρους κίνησης, κτλ).

Σκοπός της ερευνητικής εργασίας, που πραγματοποιήθηκε με πρωτοβουλία και σε συνεργασία με τον «Πανελλήνιο Σύνδεσμο προπονητών Canoe-Kayak», ήταν η καταγραφή και ανάλυση των κινηματικών παραμέτρων της κίνησης των αθλητών Καγιάκ ήρεμων νερών υψηλού επιπέδου σε πραγματικές συνθήκες περιβάλλοντος, ώστε τα επιστημονικά αποτελέσματα της παρούσας έρευνας να χρησιμοποιηθούν από τους προπονητές των συλλόγων για την πιο ολοκληρωμένη κατάρτιση του προπονητικού τους σχεδιασμού.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι με βάση τα αποτελέσματα της ερευνητικής εργασίας που παρουσιάζεται, τεκμηριώνεται μια κινηματική καταγραφή και ανάλυση των παραμέτρων της τεχνικής εκτέλεσης του εξεταζόμενου αθλήματος. Σε καμία περίπτωση τα αποτελέσματα και οι επισημάνσεις δεν αποτελούν "απαρέκκλιτους Κανόνες" εφαρμογής της τεχνικής σε αρχάριους ή αθλητές υψηλού επιπέδου. Κατά την κατάρτιση του προπονητικού σχεδιασμού με απώτερο στόχο την εκμάθηση, την αφομοίωση ή την τελειοποίηση της τεχνικής, θα πρέπει να ληφθούν υπόψιν από τον προπονητή πέρα από τα ερευνητικά αποτελέσματα της παρούσας εργασίας (καθώς και οι επισημάνσεις που αναφέρονται στην συνέχεια) και οι ανατομικές-βιολογικές ιδιαιτερότητες του κάθε αθλητή (όπως μήκος άνω ή κάτω άκρων, ευκαμψία, μυϊκές διαφοροποιήσεις, κτλ) οι οποίες πιθανά να διαφοροποιήσουν σχετικά τις παραμέτρους της τεχνικής εκτέλεσης της κίνησης.

Μέθοδος

Σύστημα βιντεογράφησης καιχωροθέτηση των καταγραφικών συστημάτων

Η βιντεογράφηση της κίνησης πραγματοποιήθηκε με μία υψηλής ταχύτητας Redlake PSI 1000S κάμερα, με δυνατότητα λήψης 1000 εικόνων ανά δευτερόλεπτο. Λόγω της ιδιαιτερότητας του αθλήματος επιλέχθηκε να πραγματοποιηθεί δισδιάστατη ανάλυση της κίνησης. Πριν από την τελική διαδικασία καταγραφής της κίνησης διαφορετικές οπτικές θέσεις εξετάσθηκαν ώστε να επιλεγούν οι πιο κατάλληλες.

Η προκαταρτική αυτή διαδικασία έδειξε ότι για την πιο ολοκληρωμένη ανάλυση της κίνησης των αθλητών η καταγραφή θα έπρεπε να πραγματοποιηθεί από δύο οπτικές θέσεις, οι οποίες και χρησιμοποιήθηκαν κατά την καταγραφική διαδικασία: α) μια κάθετη προς την κίνηση (βλέπε εικόνα 1), β) και η δεύτερη στην ίδια διεύθυνση

Εικόνα 1.

Εικόνα 2.

Χαρακτηριστικά δείγματος

Για την ανάλυση της αθλητικής κίνησης του Καγιακ, πραγματοποιήθηκε καταγραφή των κινήσεων οχτώ (8) συνολικά εν ενεργεία αθλητών, υψηλού επιπέδου με εύρος ηλικίας από 18 έως 31 ετών. Οι αθλητές κλήθηκαν να πραγματοποιήσουν την κάθε διαδρομή (από τις δύο οπτικές γωνίες) από δύο φορές. Η καταγραφή των κινήσεων πραγματοποιήθηκε στο Ολυμπιακό Κέντρο Κωπηλασίας στον Σχοινιά.

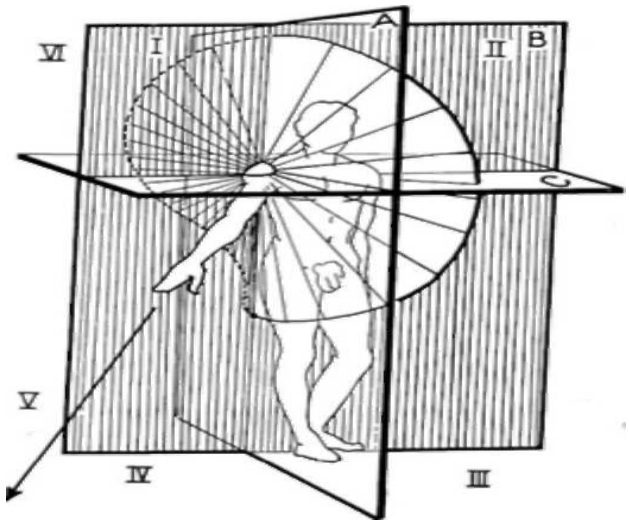
Αποτελέσματα έρευνας - Συζήτηση αποτελεσμάτων

Για την καλύτερη ανάλυση της κίνησης των αθλητών, ένας πλήρης κύκλος κουπιάς, διαχωρίστηκε σε πέντε διαφορετικές χρονικές φάσεις: α) Η πρώτη φάση κατά την οποία πραγματοποιείται η εισόδου του κουπιού στο νερό (άρπαγμα), β) την δεύτερη φάση κατά την οποία το κουπί βρίσκεται μέσα στο νερό και έχουμε την εφαρμογή της προωθητικής δύναμης (για το σύστημα λέμβος-αθλητής) διαμέσου του τραβήγματος του κουπιού, γ) η τρίτη φάση ξεκινά μετά την ολοκλήρωση της προωθητικής φάσης και την έναρξη της διαδικασίας εξόδου του κουπιού από το νερό (ή ξενέρωμα), δ) η τέταρτη φάση ξεκινά από το σημείο που το κουπί βρίσκεται εκτός του νερού και μέχρι την μεταφορά του κουπιού σε σχεδόν παράλληλη θέση σε σχέση με το επίπεδο του νερού και ε) η πέμπτη φάση η οποία αποτελεί την φάση της προετοιμασίας για την είσοδο του κουπιού στο νερό και την αρχή του επόμενου κύκλου περιστροφής του κουπιού.

α) Κινηματικά χαρακτηριστικά κινήσεων Α ' φάσης (είσοδος κουπιού)

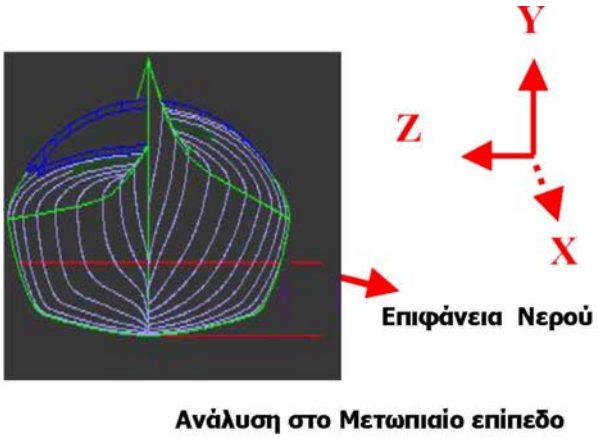
Κατά την ανάλυση των κινηματικών παραμέτρων βρέθηκε ότι στην πρώτη φάση της κίνησης η είσοδος του κουπιού πραγματοποιείται δίπλα στο σκάφος, με το κουπί να εφάπτεται στα άκρα της λέμβου, ενώ ότι η μέση τιμή της γωνίας εισόδου που σχηματίζεται μεταξύ του κουπιού και της επιφάνειας του νερού μετρούμενες στο προσθιοπίσθιο επίπεδο (Χ,Υ άξονες, σχήμα 1) (βλέπε εικόνα 1, 3) είναι 51,3 ± 3,10 (σε μοίρες ± η τυπική απόκλιση/SD).

<u>Α επίπεδο:</u> **Προσθιοπίσθιο επίπεδο**
<u>Β επίπεδο:</u> **Μετωπιαίο επίπεδο**
<u>C επίπεδο:</u> **Εγκάρσιο επίπεδο**



Σχήμα 1. *Γραφική απεικόνιση των επιπέδων του σώματος*

Σχήμα 2. *Γραφική απεικόνιση του Προσθιοπίσθιου επιπέδου*



Σχήμα 3. Γραφική απεικόνιση *του Μετωπιαίου επιπέδου.*

Η αντίστοιχη μέση τιμή γωνίας εισόδου μετρούμενη στο μετωπιαίο επίπεδο (Y, Z άξονες στο σχήμα 3) ήταν 42,7±3,2**ο.** Η είσοδος του κουπιού εφαπτομενικά με το σκάφος (βλ. εικόνα 3), εξασφαλίζει την μικρότερη παρέκκλιση του σκάφους από την ευθεία διεύθυνση / πορεία του και κατά συνέπεια την καλύτερη απόδοση.

Εικόνα 3. Είσοδος κουπιού εφαπτομενικά με το σκάφος

Εικόνα 4. Είσοδος κουπιού

Επίσης η λειτουργία των μυϊκών ομάδων που συμμετείχαν στην προωθητική κίνηση πραγματοποιείται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (μεγαλύτερος χρόνος μιας πλήρους κουπιάς) ενώ και η εφαρμογή των δυνάμεων ξεκινούσε πολύ πιο μακριά (σε μήκος και χρόνο) από την ιδανική μηχανικά θέση για την εφαρμογή της μέγιστης δύναμης (σχέση μήκους μυός και μυϊκή απόδοση).

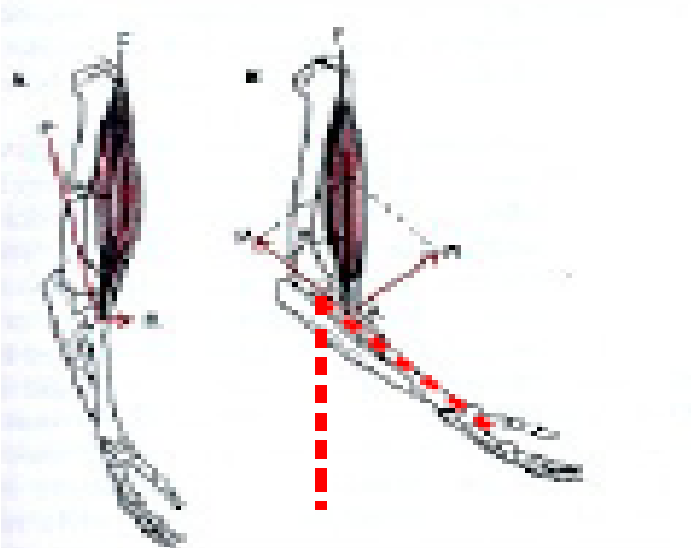
Επίσης και η μεγάλη σχετικά γωνία εισόδου, για διαφορετικούς λόγους (κυρίως αντίστροφους από τους προαναφερόμενους), επιφέρει μείωση στην απόδοση του αθλητή. Κατά την ίδια χρονική φάση η μέτρηση της γωνίας (κάμψη) του κορμού (προς τα εμπρός) των αθλητών ως προς την κάθετη ευθεία με την λέμβο (βλ. εικόνα 5), εξεταζόμενη στο προσθιοπίσθιο επίπεδο ήταν 15,6 ± 4,3º.

Εικόνα 5.
Παρατηρείται μια μικρή κάμψη του κορμού κατά την είσοδο του κουπιού.

Η μικρή κάμψη του κορμού βοηθά στην είσοδο του κουπιού όσο το δυνατόν πιο μακριά χωρίς να αλλοιώνεται η ιδανική γωνία κουπιού-επιφάνειας νερού (στο προσθιοπίσθιο επίπεδο) κατά την είσοδο του κουπιού. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τις μετρήσεις, οι μεγάλες κάμψεις του κορμού προς τα εμπρός, κατά την είσοδο του κουπιού στο νερό, έχουν σαν αποτέλεσμα σημαντικές διαφοροποιήσεις της λέμβου ως προς το Y άξονα (βύθιση του μπροστινού μέρους της λέμβου και διαφοροποίηση από την οριζόντια θέση ισορροπίας βλέπε σχήμα 1, 2), με αποτέλεσμα την μείωση της τελικής απόδοσης.

Σύμφωνα με τις μετρήσεις οι σχηματιζόμενες γωνίες στην άρθρωση του αγκώνα ήταν για το σύστοιχο σκέλος με την πλευρά εισόδου του κουπιού (π.χ. γωνία δεξιού αγκώνα όταν η είσοδος του κουπιού πραγματοποιούταν από την δεξιά πλευρά του αθλητή) ήταν 9,9±3,2º (σχεδόν σε έκταση, βλέπε σχήμα 4) ενώ η αντίστοιχη γωνία του αντίθετου σκέλους την ίδια χρονική στιγμή ήταν 44,9±3,1º (μικρή

κάμψη). Μικρές διαφοροποιήσεις στις μετρήσεις των γωνιών του αγκώνα καταγράφηκαν μεταξύ της κίνησης που πραγματοποιούταν από την προτιμητέα πλευρά σε σχέση με της αντίστοιχης από την μη προτιμητέα πλευρά.



Σχήμα 4. *Γραφική απεικόνιση των μετρούμενων γωνιών*

Εικόνα 6. Μεγάλη πλάγια κάμψη κορμού

Σημαντική παράμετρο που επιδρά στην απόδοση φαίνεται να είναι η γωνία πλάγιας κάμψης του κορμού κατά την είσοδο του κουπιού στο νερό (μέτρηση της γωνίας που σχηματίζεται από την ευθεία που ενώνει τα κέντρα περιστροφής των αρθρώσεων της δεξιάς και αριστερής ωμικής ζώνης (βλ. εικόνα 6) και από την αντίστοιχη κατά την οριζόντια θέση ισορροπίας).

Κατά τις μετρήσεις βρέθηκε ότι κατά την είσοδο του κουπιού η πλάγια κάμψη του κορμού ήταν 16,6±2,9º που δεν αποτελεί την μέγιστη μετρούμενη γωνία καθ' όλη την διάρκεια μιας πλήρους κουπιάς. Οι πλάγιες κάμψεις του κορμού επιφέρουν μετακινήσεις του κέντρου βάρους του αθλητή εκτός του επιπέδου στήριξης, με αποτέλεσμα την ταλάντευση της λέμβου δεξιά ή αριστερά με τελική

επίπτωση την μείωση της απόδοσης. Για το λόγο αυτό αν και οι μικρές πλάγιες κάμψης είναι αναπόφευκτες για την εκτέλεση των κινήσεων του αθλητή, οι μεγάλες μετακινήσεις (παρατηρήθηκαν πλάγιες κάμψεις μεγαλύτερες και από 27º) σε συνδυασμό με την μεγάλη κάμψη του κορμού φαίνεται να επιδρά αρνητικά στην επίδοση / απόδοση.

β) Κινηματικά χαρακτηριστικά κινήσεων Β' φάσης (Εφαρμογή προωθητικής δύναμης)

Κατά την συγκεκριμένη φάση πραγματοποιείται η εφαρμογή της προωθητικής δύναμης για την μεταβολή της κινηματικής κατάστασης (π.χ. αύξηση της ταχύτητας) του συστήματος λέμβου-αθλητής, ενώ γίνεται η προετοιμασία για την έξοδο του κουπιού από το νερό. Μια από τις βασικές παραμέτρους που θα πρέπει να προσεχθεί σε αυτή την φάση είναι η γωνία που σχηματίζει το κουπί με την επιφάνεια του νερού, η οποία θα πρέπει να τείνει προς τις 90º μοίρες (καθετότητα), για την μεγιστοποίηση της απόδοσης (μήκος μυός και μυϊκή απόδοση) και την μείωση των μετακινήσεων της λέμβου δεξιά αριστερά. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι κατά την χρονική στιγμή που η λέμβος παρουσίαζε την μέγιστη ταχύτητα, η γωνία του κουπιού εξεταζόμενη στο μετωπιαίο επίπεδο (βλέπε εικόνα 7) ήταν 70±5º. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι από την χρονική στιγμή που η κουτάλα του κουπιού έχει βυθισθεί πλήρως στο νερό μέχρι την χρονική στιγμή που ξεκινά η φάση της εξόδου του κουπιού από το νερό οι αντίστοιχες γωνίες κυμαίνονταν από τις 54±3º μέχρι τις 70±5º (μέγιστη τιμή) και από την μέγιστη μέχρι τις 60±2º, που σηματοδοτεί την προσπάθεια του αθλητή να διατηρήσει την όσο τον δυνατόν πιο κοντά στην κάθετη θέση του κουπιού σε σχέση με την επιφάνεια του νερού, ώστε να έχουμε πιο αποδοτική εφαρμογή των δυνάμεων ώθησης.

Εικόνα 7. Η προσπάθεια επίτευξης της καθετότητας κουπιού-επιφάνειας κατά την προωθητική φάση

<u>Ένας καθοριστικός παράγοντας για την προσέγγιση της προαναφερόμενης καθετότητας του κουπιού σε σχέση με την επιφάνεια του νερού, αποτελεί η τροχιά της κίνησης του αντίθετου χεριού σε σχέση με την πλευρά που πραγματοποιείται η ώθηση του κουπιού.</u>

Το αντίθετο χέρι θα πρέπει να κινηθεί έτσι ώστε να προσεγγιστεί η διαμόρφωση της καθετότητας μεταξύ κουπιού και επιφάνειας νερού. Κατά την κίνηση του αντίθετου χεριού, ο αγκώνας περνά πάνω από την ωμική ζώνη και κατευθύνεται προς την αντίθετη πλευρά, διαπερνώντας μπροστά από το κεφάλι του αθλητή. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα κινηματικά χαρακτηριστικά της εκτέλεσης της κίνησης επηρεάζονται και από τα σωματομετρικά χαρακτηριστικά του αθλητή (π.χ. μήκος άνω άκρων, κτλ) Κατά την χρονική περίοδο της εμφάνισης της μέγιστης ταχύτητας της λέμβου βρέθηκε ότι η γωνία πλάγιας κάμψης του κορμού, σε σχέση με τον κάθετο στην επιφάνεια του νερού άξονα (εξεταζόμενη στο μετωπιαίο επίπεδο), ήταν 19,4 ± 2,5º, που αποτελεί και την μέγιστη μετρούμενη γωνία καθ' όλη την διάρκεια μιας πλήρους κουπιάς.

Σημαντική επισήμανση για την μεγιστοποίηση της απόδοσης αποτελεί το γεγονός ότι η ευκαμψία του αθλητή στην ωμική ζώνη (άρθρωση του ώμου), καθώς και η ευκαμψία της θωρακικής (κυρίως) μοίρας της σπονδυλικής στήλης, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αποδοτικότερη εκτέλεση της προωθητικής κίνησης. Εάν η κίνηση πραγματοποιείται με την μικρότερη δυνατή πλάγια κάμψη του κορμού (η ευθεία που ενώνει τα κέντρα αρθρώσεων της ωμικής ζώνης παρεκκλίνει πολύ λίγο από την οριζόντια θέση ισορροπίας) και με κίνηση κυρίως από τα συνανθρούμενα οστά της ωμικής ζώνης (κίνηση κεφαλής του βραχιονίου οστού μέσα στην ωμική άρθρωση) και της θωρακικής μοίρας, θα έχουμε τις μικρότερες πλάγιες μετατοπίσεις του κέντρου βάρους του αθλητή και κατά συνέπεια μικρότερες πλάγιες μετακινήσεις της λέμβου που μειώνουν την τελική απόδοση / επίδοση.

Κατά την απόκτηση της μέγιστης ταχύτητας της λέμβου οι γωνίες στην άρθρωση του αγκώνα ήταν για το σύστοιχο σκέλος με την πλευρά εισόδου του κουπιού 66,2±7,2º, ενώ η αντίστοιχη γωνία του αντίθετου σκέλους την ίδια χρονική στιγμή ήταν 59,7±4,9º.

Σημαντική παράμετρος αποτελεί η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κορμού και του βραχιονίου οστού (άρθρωση του ώμου), εξεταζόμενη στο προσθιοπίσθιο επίπεδο (κάμψη) κατά την απόκτηση μέγιστης ταχύτητας της λέμβου.

Εικόνα 8.
Η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ του κορμού και του βραχιονίου οστού (άρθρωση του ώμου)

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η μέση τιμή της γωνίας (κάμψη) του ώμου κατά εφαρμογή της μέγιστης προωθητικής δύναμης ροπής (βλέπε εικόνα 8) ήταν 56±3º (στο προσθιοπίσθιο επίπεδο). Η γωνία αυτή αποτελεί μια πολύ καλή γωνία από κινησιολογικής άποψης για την εφαρμογή ροπών δύναμης για την καλύτερη απόδοση και κατά συνέπεια την εφαρμογή προωθητικών δυνάμεων.

Όταν η γωνία εφαρμογής της μέγιστης προωθητικής δύναμης ροπής είναι μεγάλη τότε δεν έχουμε την καλύτερη απόδοση των μυϊκών ομάδων και κατά συνέπεια η απόδοση είναι μειωμένη, ενώ σε αυτή την περίπτωση παρατηρείται (σε αρκετές περιπτώσεις) και το φαινόμενο της πιο γρήγορης έναρξης διαδικασίας εξόδου του κουπιού. Αντίθετα όταν έχουμε μικρή σχετικά γωνία μεταξύ του κορμού και του βραχιόνιου οστού, τότε επίσης δεν υπάρχει δυνατότητα για εφαρμογή της αποδοτικότερης εφαρμογή ροπών δύναμης και συνεπώς έχουμε μειωμένη απόδοση.

Εικόνα 9. Προετοιμασία για έξοδο του κουπιού από το νερό και ολοκλήρωση της προωθητικής φάσης

Με την μείωση της γωνίας αυτής (≤~200) σηματοδοτείται η διαδικασία ολοκλήρωσης της προωθητικής φάσης (βλ. εικόνα 9) και η έναρξη της διαδικασίας για την έξοδο του κουπιού. Αξιοσημείωτη παράμετρος αποτελεί η αναπτυσσόμενη γωνιακή ταχύτητα τόσο των αρθρώσεων του αγκώνα των δύο άκρων όσο και των αρθρώσεων του ώμου. Από την έναρξη της εξεταζόμενης φάσης παρατηρείται μια σημαντική αύξηση της γωνιακής ταχύτητας του αγκώνα που βρίσκεται προς την πλευρά του κουπιού.

Αντίθετα η γωνιακή ταχύτητα του αντίθετου αγκώνα παρουσιάζει μια πιο μικρή αύξηση της γωνιακής ταχύτητας σε σχέση με την αντίστοιχη γωνιακή ταχύτητα του άλλου σκέλους.

Κατά αναλογία παρατηρείται σημαντική αύξηση της γωνιακής ταχύτητας της σύστοιχης ωμικής άρθρωσης (από την πλευρά κίνησης του κουπιού), ενώ αρχίζει να αυξάνεται και η γωνιακή ταχύτητα και της αντίθετης ωμικής άρθρωσης (από την αντίθετη πλευρά κίνησης του κουπιού).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι για αυτή την φάση η ανάλυση της κίνησης των μεμονωμένων μελών έδειξαν ότι η ώθηση σε ένα πρώτο στάδιο ολοκληρώθηκε από μια ενσωματωμένη μετακίνηση του καρπού και του αγκώνα ώθησης, με συγχρονισμένη κίνηση περιστροφής του κορμού και με την ελάχιστη συμμετοχή των ώμων. Στη συνέχεια, η ώθηση ολοκληρώνεται από μια ενσωματωμένη μετακίνηση του καρπού, του αγκώνα, καθώς επίσης και του ώμου ώθησης.

γ) Κινηματικά χαρακτηριστικά κινήσεων Γ' φάσης (έξοδος κουπιού)

Εικόνα 10. Έξοδος του κουπιού από το νερό

Μετά την ολοκλήρωση της προωθητικής διαδικασίας και όταν η δυνατότητα για αποδοτική εφαρμογή ροπής δύναμης των αγωνιστών μυών μειώνεται λόγω της διαφοροποίησης του μήκους μυός των αγωνιστών μυών και την προσέγγιση του βραχιονίου στην ανατομική θέση (κοντά στο κορμό), τότε ξεκινά η διαδικασία εξόδου του κουπιού, για την αποφυγή δημιουργίας δυνάμεων αντίστασης.

Παράλληλα πραγματοποιείται μια διαδικασία ελαφριάς στρέψης του κουπιού για την απόκτηση ισορροπίας της λέμβου, καθώς και για την επαναφορά στην ευθύγραμμη διεύθυνση πορείας της λέμβου. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η έναρξη της φάσης εξόδου του κουπιού πιο γρήγορα από την χρονική φάση που προαναφέρθηκε έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται ο χρόνος εφαρμογής των δυνάμεων ώθησης (μη ολοκλήρωση της προηγούμενης φάσης), γεγονός που μόνο σε περιπτώσεις μικρών αποστάσεων δεν θα είχε ως αποτέλεσμα την μείωση της τελικής απόδοσης / επίδοσης.

Κατά την ανάλυση στην τρίτη φάση της κίνησης βρέθηκε ότι η έξοδος του κουπιού πραγματοποιείται με μια μέση τιμή γωνίας (που σχηματίζεται μεταξύ του κουπιού και της επιφάνειας του νερού) εξεταζόμενες στο μετωπιαίο επίπεδο (βλέπε σχήμα 1,3) ξεκινά με 44±6º και ολοκληρώνεται με 33 ± 7º, ενώ στο προσθιοπίσθιο επίπεδο (βλέπε σχήμα 1,2) ξεκινά με 40±3º και ολοκληρώνεται με 21±6º. Κατά την ίδια χρονική φάση η μέτρηση της γωνίας (κάμψη) του κορμού (προς τα εμπρός) των αθλητών ως προς την κάθετη ευθεία με την λέμβο, εξεταζόμενη στο προσθιοπίσθιο επίπεδο ήταν 4±1º. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρατηρήθηκε κατά τις μετρήσεις ότι μετά από τις μεγάλες κάμψεις του κορμού προς τα εμπρός κατά την είσοδο του κουπιού στο νερό, είχαμε απότομη επαναφορά στην θέση ισορροπίας του κορμού, κατά την φάση της εξόδου του κουπιού, με αποτέλεσμα να έχουμε γρήγορες μετατοπίσεις στο κέντρο βάρους (Κ.Β.) του αθλητή. Οι μεγάλες μετακινήσεις αυτές του Κ.Β. έχουν σαν αποτέλεσμα σημαντικές διαφοροποιήσεις της λέμβου ως προς το Y άξονα (ανύψωση ή βύθιση του μπροστινού μέρους της λέμβου και διαφοροποίηση από την οριζόντια θέση ισορροπίας (βλέπε σχήμα 2, 3), με αποτέλεσμα την μείωση της τελικής απόδοσης. Επίσης, θα πρέπει να προσεχθεί ότι μια ελαφριά κάμψη του κορμού προς τα εμπρός με μέγιστη τιμή (σε μοίρες) μεταξύ των 14-15º (κατά την είσοδο του κουπιού) έως των 4-5º (κατά την έξοδο), βοηθά στην εκτέλεση των κινήσεων καθ' όλη την διάρκεια ενός κύκλου κουπιάς, όμως η επιπλέον κάμψη διαφοροποιεί τη υδροδυναμική θέση της λέμβου δημιουργώντας αντιστάσεις και μείωση της απόδοσης. Κατά την έξοδο του κουπιού από το νερό οι γωνίες στην άρθρωση του αγκώνα ήταν για το σύστοιχο σκέλος με την πλευρά εισόδου του κουπιού 49±4º, ενώ η αντίστοιχη γωνία του αντίθετου σκέλους την ίδια χρονική στιγμή ήταν 13±4º.

Κατά την χρονική περίοδο της εξόδου του κουπιού βρέθηκε ότι η γωνία πλάγιας κάμψης του κορμού, σε σχέση με τον κάθετο στην επιφάνεια του νερού άξονα (εξεταζόμενη στο μετωπιαίο επίπεδο), ήταν 3±2º.

Θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η επιδιωκόμενη σταθερότητα της λέμβου στο μετωπιαίο επίπεδο μπορεί να διατηρηθεί, στο μέτρο του εφικτού, με τη μετατόπιση του κέντρου μάζας των κινούμενων σωμάτων (αθλητή-κουπί) προς την πλευρά επαφών ύδατος κατά την είσοδο κουπιών και μακριά κατά την έξοδο. Αυτή η δράση αντιρροπεί τις κάθετες δυνάμεις που παρήχθησαν ως υποπροϊόν του προωθητικού κτυπήματος του κουπιού. Η τελική έκβαση αυτής της τεχνικής ώθησης είναι η διατήρηση της ταχύτητας του κέντρου βάρους (ΚΒ) του αθλητή με μικρές παρεκκλίσεις κατά την διάρκεια του αγώνα από την ευθεία που ενώνει την αρχική θέση ΚΒ (κατά την εκκίνηση) με την τελική, ενώ η λέμβος ταλαντεύεται το λιγότερο δυνατό.

δ) Κινηματικά χαρακτηριστικά κινήσεων Δ ' φάσης (Επαναφορά στην θέση ισορροπίας)

Κατά την φάση της επαναφοράς και ως επακόλουθο της κίνησης για την έξοδο του κουπιού από το νερό (βλέπε εικόνα 11), παρατηρείται μια μείωση της ταχύτητας της λέμβου ενώ παράλληλα παρατηρείται μια προσπάθεια για επαναφορά στην θέση ισορροπίας (ανάκτηση της υδροδυναμικής θέσης) της λέμβου ως προς το προσθιοπίσθιο επίπεδο και την μείωση των αντιστάσεων.

Κατά την ανάλυση της κίνησης του κουπιού βρέθηκε ότι μετά την έξοδο του κουπιού οι γωνίες που σχηματίζεται μεταξύ του κουπιού και της επιφάνειας του νερού ξεκινούν από 33 ± 7º στο μετωπιαίο επίπεδο (βλέπε εικόνα 11) και 21±6º στο προσθιοπίσθιο επίπεδο (βλέπε σχήμα 1, 2), ενώ ολοκληρώνεται στις 0° όταν το κουπί έρχεται σε παραλληλία με την επιφάνεια του νερού. Όπως έχει αναφερθεί κατά τη χρονική περίοδο της εξόδου του κουπιού βρέθηκε ότι η γωνία πλάγιας κάμψης του κορμού, σε σχέση με τον κάθετο στην επιφάνεια του νερού άξονα (εξεταζόμενη στο μετωπιαίο επίπεδο), ήταν 3 ± 2º, ενώ μηδενίζεται όταν το κουπί έρχεται σε παραλληλία με την επιφάνεια του νερού. Σε αυτή την φάση μεγάλη σημασία πρέπει να δοθεί στην γρήγορη μεταφορά του κουπιού προς την αντίθετη πλευρά, με παράλληλη διατήρηση ενός σταθερού ρυθμού ταχύτητας εκτέλεσης των κινήσεων.

Από την χρονική στιγμή που θα έχουμε την έξοδο του κουπιού μέχρι την χρονική στιγμή που το κουπί έρχεται σε παράλληλη θέση με την επιφάνεια του νερού (ολοκλήρωση της εξεταζόμενης φάσης) αλλά και μέχρι την ολοκλήρωση της επόμενης φάσης (προετοιμασίας για την είσοδο του κουπιού), έχουμε μια μεγάλη συνεχόμενη αύξηση της γωνιακής ταχύτητας του αγκώνα που βρίσκεται από την πλευρά που έχουμε την έξοδο του κουπιού (από κάμψη κινείται γρήγορα προς την έκταση).

Αντίθετα η γωνιακή ταχύτητα του αντίθετου αγκώνα παρουσιάζει μικρές αυξομειώσεις από την χρονική στιγμή εξόδου του κουπιού μέχρι τη χρονική στιγμή της παραλληλίας του κουπιού αλλά και στην συνέχεια μέχρι την φάση προετοιμασίας εισόδου του κουπιού.
Κατά αναλογία παρατηρείται συμμετοχή στην κίνηση εξόδου του κουπιού μέχρι την ολοκλήρωση της εξεταζόμενης φάσης, κυρίως της σύστοιχης ωμικής άρθρωσης (αλλά με μικρότερη γωνιακή ταχύτητα από εκείνη που παρατηρείται κατά την φάση ώθησης) ενώ σχετικά μειωμένη είναι η συμμετοχή της αντίθετης ωμικής άρθρωσης που φαίνεται να παίζει κυρίως στηρικτικό ρόλο για την διατήρηση του αγκώνα και της πηχεοκαρπικής σε υψηλή θέση.

Εικόνα 11.
Φάση κατά την οποία παρατηρείται ανάκτηση της υδροδυναμικής θέσης της λέμβου

ε) Κινηματικά χαρακτηριστικά κινήσεων Ε΄ φάσης (προετοιμασία για την είσοδο του κουπιού)

Κατά την τελευταία αυτή φάση (όπως ήταν αναμενόμενο) παρατηρήθηκε η μικρότερη ταχύτητα της λέμβου σε σχέση με όλες τις άλλες φάσεις μιας πλήρους περιστροφής του κουπιού. Σε αυτή την φάση (βλ. σχήμα 12) παρατηρείται η κλίση του κορμού προς τα εμπρός (κάμψη του κορμού), ενώ η μέτρηση της γωνίας των αθλητών ως προς την κάθετη ευθεία με την λέμβο, εξεταζόμενη στο προσθιοπίσθιο επίπεδο ξεκινούσε από 4±3º ακριβώς μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης φάσης, έως τις 13±4º, πριν από το άγγιγμα του κουπιού στο νερό και την έναρξη της εισόδου του κουπιού (πρώτης φάσης) Από την χρονική στιγμή που το κουπί έρχεται σε παράλληλη θέση με την επιφάνεια του νερού (ολοκλήρωση της προηγούμενης φάσης) και μέχρι την ολοκλήρωση της επόμενης φάσης (προετοιμασίας για την είσοδο του κουπιού), έχουμε μια κατακόρυφη αύξηση της γωνιακής ταχύτητας του αγκώνα που βρίσκεται από την πλευρά που έχουμε την έξοδο του κουπιού.

Εικόνα 12.
Φάση προετοιμασίας για την είσοδο του κουπιού στο νερό

Από κάμψη κινείται γρήγορα προς την έκταση ή από τις 96 ± 5º στην θέση παραλληλίας ολοκληρώνει την φάση με 48 ± 5º.

Αντίθετα η γωνιακή ταχύτητα του αντίθετου αγκώνα παρουσιάζει μικρές αυξομειώσεις από την χρονική στιγμή της ολοκλήρωσης της προηγούμενης φάσης μέχρι την χρονική στιγμή της ολοκλήρωσης της φάσης προετοιμασίας εισόδου του κουπιού.

Κατά αναλογία παρατηρείται σημαντική αύξηση της γωνιακής ταχύτητας της σύστοιχης ωμικής άρθρωσης (από την πλευρά που έχουμε την έξοδο του κουπιού), ενώ αρχίζει να αυξάνεται σημαντικά η γωνιακή ταχύτητα και της αντίθετης ωμικής άρθρωσης (από την πλευρά που έχουμε την είσοδο του κουπιού).

Συμπεράσματα - Παρατηρήσεις

Τα προαναφερόμενα αποτελούν τα βασικά κινηματικά χαρακτηριστικά των κινήσεων του αθλήματος του Καγιάκ, όπως αναλύθηκαν και μετρήθηκαν κατά την παρούσα ερευνητική διαδικασία.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι κινήσεις της λεκάνης καθώς και οι αντίστοιχες των κάτω άκρων, που αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι της όλης αθλητικής κίνησης, δεν μπορούσε να αποτελέσει αντικείμενο της παρούσας ερευνητικής μελέτης, λόγω της αδυναμίας καταγραφής τους από τις κάμερες που χρησιμοποιήθηκαν.

Συμπερασματικά από τα αποτελέσματα της έρευνας θα μπορούσαμε να εντοπίσουμε ή να εστιάσουμε την προσοχή των προπονητών:

α) στην όσο το δυνατόν μικρότερη κάμψη του κορμού προς τα εμπρός κατά την είσοδο της κουπιάς, χωρίς να σημαίνει ότι μια άκαμπτη θέση είναι και το επιδιωκόμενο.

β) στην μικρότερη δυνατή πλάγια κάμψη κατά την είσοδο του κουπιού και κατά την διαδικασία της ώθησης (τράβηγμα κουπιού).

γ) στην είσοδο του κουπιού πολύ κοντά στη λέμβο

δ) στις γωνίες εισόδου του κουπιού και προς τα δύο επίπεδα

ε) στις γωνίες του κουπιού κατά την φάση ώθησης της λέμβου (τράβηγμα κουπιού).

στ) στις γωνίες του αγκώνα και της ωμικής ζώνης των δύο άκρων καθ' όλη της διάρκεια της περιστροφικής κίνησης και της αρμονικής κίνησης για την μεγαλύτερη απόδοση

ζ) στις γωνίες (αγκώνων και ωμικής άρθρωσης) κατά την εφαρμογή της ώθησης και τις αντίστοιχες για την έναρξη και την διαδικασία εξόδου. Ειδικά αυτή η κινηματική παράμετρος πρέπει να προσεχθεί κατά την κίνηση των πληρωμάτων (K-2,K-4).

η) στην καλή ευκαμψία των αρθρώσεων αλλά κυρίως της ωμικής ζώνης

θ) στην ομοιόμορφη και συνεχόμενης ροής εκτέλεση των κινήσεων (γωνίες, ταχύτητα εκτέλεσης) και από τις δύο πλευρές, για την αποφυγή μείωσης της απόδοσης.

ι) στην καλή μυϊκή ισορροπία των αγωνιστών-ανταγωνιστών καθώς και των δύο άνω (και κάτω) άκρων.

Είναι σημαντικό να επισημανθεί στον προπονητή του Καγιάκ και ειδικά σε εκείνους που σκοπεύουν να ασχοληθούν με τις αναπτυξιακές ηλικίες (που αποτελούν την πλειοψηφία και την βάση του αγωνιστικού οικοδομήματος) ότι:

- Οι οποιεσδήποτε βελτιώσεις της τεχνικής εκτέλεσης των κινήσεων πρέπει να πραγματοποιούνται κατά την φάση της μύησης στην αθλητική δραστηριότητα.

- Για την υλοποίηση της καλύτερης προσαρμογής της τεχνικής στον συγκεκριμένο νεαρό αθλητή, θα πρέπει να υπάρξει συνεχή συνεργασία του προπονητή με τον εξειδικευμένο σε αυτά τα θέματα επιστημονικό συνεργάτη.

Βιβλιογραφία

Διάφας Β. (2000). Κανόε-Καγιάκ Εκδόσεις συμμετρία

Mann R.V., and Kearney J.T., (1980). A biomechanical analysis of the Olympic-style flat water kayak stroke. Medical. Science Sports Exercise, 12(3), pp183-188.

van Someren K. A., Phillips GR., Palmer GS. (2000) Comparison of physiological responses to open water kayaking and kayak ergometry. International Journal of Sports Medicine. 21(3), pp.200-204.

Pigos G., Baltzopoulos V., (1993) A polynomial method for image distortion correction and three dimensional kinematic analysis using video systems. Journal of Biomechanics, 27 (6), pp.765.