

# Estudi comparatiu dels paràmetres cinemàtics de la tècnica de paleig, en un ergòmetre de piragüisme, i en aigua

JOSEP M<sup>a</sup> CAUBET I MOLINA

CORRESPONDÈNCIA:

Josep M<sup>a</sup> Caubet i Molina  
Avda. Passeig, 15, 1<sup>o</sup>  
25740 - Ponts  
Tel: 973 46 22 13

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 1999. 131: 5-10

**RESUM.** En aquest estudi s'ha comparat la tècnica de paleig en aigua i en un ergòmetre específic emprat per realitzar la valoració funcional de piragüistes. Van prendre part en l'estudi 9 palistes d'alt nivell nacional que després de ser enregistrats amb un protocol de filmació 2D van ser digitalitzats. Les dades extretes de la filmació ens van fer evidents certes diferències entre la tècnica de paleig en aigua i en ergòmetre. Les més significatives són: que hi ha una major basculació del maluc en el paleig en aigua que en ergòmetre, que la tècnica de paleig en aigua té una major amplitud de recorreguts que en ergòmetre i que el tronc té un rang de flexoextensió major en el paleig en aigua que en l'ergòmetre. Aquestes diferències fan suggerir una sèrie de modificacions en l'estructura de l'ergòmetre analitzat, com ara: un seient mòbil que permeti la rotació sobre l'eix longitudinal i la translació anteroposterior, així com un descens en el cas dels canoïstes de la ubicació de la politja d'entrada de la corda de tracció.

**SUMMARY.** The following study is a comparison between canoeing techniques in water and in a specific ergometer used to elaborate the functional assessment of canoeist. Nine high ranking rowers at national level took part in this study. They where first recorded with a film protocol and were then digitalized. The data obtained from the filming proved certain differences between the water and the ergometer rowing techniques. Among these stand out the following: there is a greater tilting of the hip in the water rowing than with the ergometer; the water rowing technique has a wider range of motion than the ergometer technique; and that the torso has a greater range of flexo-extension in the water rowing than with the ergometer. These differences suggest a series of changes in the structure of the ergometer studied, such as: a mobile seat wich would allow for rotation on the longitudinal axis and for antero-posterior translation, as well as a decrease in the case of oarsmen for the location of the pulley of the traction rope.

## INTRODUCCIÓ

La mesura de les respostes de l'individu davant d'un determinat esforç físic constitueix un mètode important d'investigació dins l'àmbit científic-esportiu de l'alta competició.<sup>3</sup>

Aquest mètode que gira entorn de la valoració funcional engloba, entre altres, elements d'avaluació propis de la fisiologia i la medicina, de l'ergometria, i de la biomecànica. Dal Monte (Cfr. Rodríguez F.A. i cols. 1989a) considera que només es pot avaluar l'adaptació funcional de l'organisme a l'activitat física si el gest atlètic es reproduïx de manera específica –proves de laboratori–, o si el registre s'obté directament del camp esportiu –proves de camp–. Aquesta definició obliga a utilitzar l'anàlisi biomecànica en estreta relació a l'anàlisi fisiològica, fet que ha estimulat el disseny d'ergòmetres o sistemes de valoració complexos que s'adaptin específicament al gest tècnic per al que s'està avaluant l'esportista.<sup>2</sup>

L'ergometria, com a tècnica que possibilita la mesura de l'esforç físic en condicions controlades, permet, aplicant mesures estàndard, valorar el treball realitzat, la condició física d'un individu, objectivar processos patològics que no apareixen en repòs i, establir comparacions en la progressió esportiva d'un atleta mercès a la facilitat de reproducció del treball realitzat. L'avanç tecnològic es troba estretament lligat al progrés del coneixement de l'adaptació fisiològica de l'organisme humà a l'esforç. De manera especial, pel desenvolupament d'aparells (ergòmetres) que permeten quantificar els nivells d'exercici físic realitzat durant una prova d'esforç.<sup>4</sup>

Actualment, la tecnologia, ha fet que es desenvolupin una gran quantitat i diversitat d'ergòmetres. S'han perfeccionat els ergòmetres més convencionals, –cicloergòmetre i tapis rodant– i s'han creat una ampla varietat d'ergòmetres específics adaptats a les més diverses modalitats de l'esport: piscines ergomètriques, túnels de vent, ergòmetres de rem, d'esquí, de piragüisme, ...

A l'hora de dissenyar un ergòmetre específic cal que aquest reproduïxi de la manera més exacta possible el gest tècnic per al qual ha estat pensat, amb llurs components de forces, i que garanteixi la participació de la mateixa musculatura. Així, la validesa d'un ergòmetre vindrà determinada precisament per la capacitat que aquest tingui de generar o permetre els mateixos moviments que caracteritzen la modalitat esportiva pel que ha estat dissenyat.

Aquest estudi té per objectiu validar l'especificitat d'un ergòmetre de canoa i caiac, mitjançant una comparació de la tècnica de paleig en aigua i amb l'ergòmetre, centrada en variables biomecàniques cinemàtiques.

L'estudi té com a finalitat veure si l'ergòmetre de caiac que actualment s'està utilitzant per la valoració funcional dels piragüistes d'elit de l'estat espanyol i que s'empra també

en varis països europeus, resulta vàlid pels seus propòsits des del punt de vista de la cinemàtica.

## MÈTODE

### Subjectes

En aquest estudi hi prengueren part, de forma voluntària i desinteressada, nou palistes d'eslàlom d'alt nivell nacional, set nois i dues noies, d'entre 17 i 23 anys d'edat.

### Captació de dades

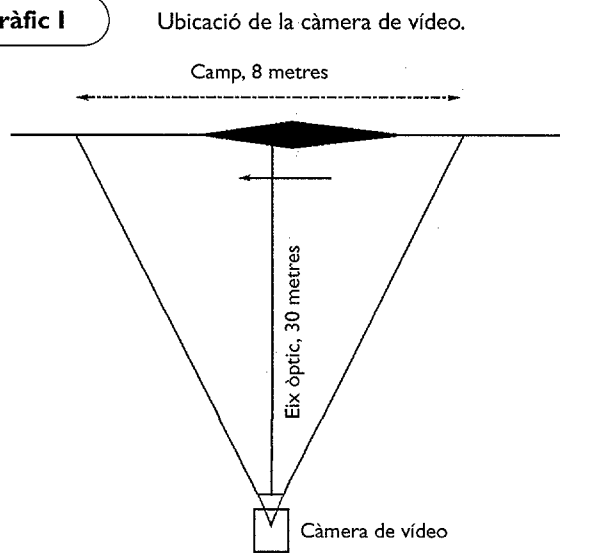
#### Filmació

Els 9 subjectes van ser enregistrats amb una càmera de vídeo professional model Panasoníc wv-f-70e ag-7450. L'enregistrament fou a 50 imatges per segon i a una velocitat d'obturació de 1/500. Per cadascuna de les situacions –ergòmetre i aigua– es van realitzar dos enregistraments a cada subjecte, variant la freqüència de palada que es va adaptar a les més habituals en competició: 84 i 96 palades per minut pels caiacs, i 72 i 84 palades per minut, pels canoes. Per marcar la cadència de paleig es va utilitzar un metrònom TAKTELL QM2 que emetia la cadència desitjada a través d'uns auriculars situats als pavellons auditius de cada subjecte.

En primer lloc es va enregistrar el paleig en aigua. En la zona de l'enregistrament l'aigua no tenia cap mena de moviment. Amb dues boies es va marcar la línia per la qual els palistes havien de passar amb la seva embarcació. Perpendicular a aquesta línia i separada 30 metres es va situar la càmera de vídeo. El seu eix òptic es va centrar en el camp d'acció del palista. L'amplada de camp enregistrada fou de 6.2 metres. Cada palista va realitzar varies passades en cada sentit i per cada cadència de paleig per tal de garantir un enregistrament òptim. (gràfic I)

Es van situar dos marcadors en el pla de filmació, es van mesurar i enregistrar per tal de poder calibrar l'espai.

Gràfic I



Després d'enregistrar el paleig en aigua es va procedir a fer el mateix amb el paleig en l'ergòmetre MKII. La situació de la càmera fou la mateixa que en aigua amb la diferència de que l'amplada de camp es va reduir a 4.5 metres mitjançant la utilització del "zoom". Es van situar, mesurar i enregistrar les corresponents referències pel calibratge de l'espai.

Els palistes foren enregistrats aproximadament durant 60 segons en cada cadència de paleig. El comandament de resistència de l'ergòmetre es va situar al nivell tres que representa una càrrega aproximada de treball de 85 vats que corresponen a un consum d'oxigen d'uns 1.5 litres per minut.<sup>1</sup>

### Digitalització

**SELECCIÓ DELS INTENTS:** un cop feta la filmació, es varen seleccionar els intents més idonis per ser digitalitzats. Aquesta selecció es va fer en funció de la seqüència de paleig. De manera prioritària es va agafar els intents amb una seqüencialitat de palada de dreta-esquerra-dreta pels caiacs i de dreta-dreta o esquerra-esquerra per les canoes evitant, en aquests darrers, maniobres de "debordé" al costat contrari del paleig.

**PROCÉS DE DIGITALITZACIÓ:** el procés de digitalització es va realitzar amb sistema PEAK5 de Peak Performance. De manera resumida aquest procés va consistir en:

- a) Càlcul del factor escalar de conversió
- b) Definició de moments: en tractar-se de l'estudi d'un mateix moviment, cíclic, en varies circumstàncies i realitzat per diferents individus, s'han definit uns moments comuns identificables en cada intent tant pel paleig en aigua com en ergòmetre. Aquests són:
  1. Sortida esquerra
  2. Entrada dreta
  3. Sortida dreta
  4. Entrada esquerra
- c) Definició dels punts del cos a digitalitzar: s'han definit 13 punts del cos que es corresponen als del gràfic II.

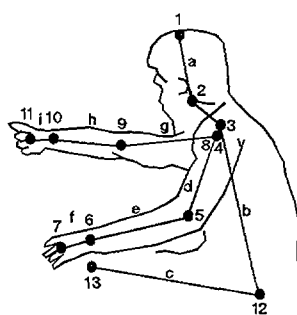
**Rang de digitalització:** el rang de digitalització s'ha fixat des de 3 - 4 fotogrames abans de la sortida d'un dels costats, fins a 3 - 4 fotogrames després de l'entrada per segona vegada del costat contrari.

### TRACTAMENT DE DADES

Un cop digitalitzats tots els intents s'ha realitzat un procés d'optimització de totes les dades previ al càlcul dels paràmetres cinemàtics. Aquest procés inclou el filtrat de les dades digitalitzades, la sincronització de tots els intents a un inici comú i la translació de tot el moviment. Per tal de reduir l'error implícit del procés de digitalització s'han filtrat les dades utilitzant filtres digitals. El procés de filtrat es realitza en dues fases: una primera en la que s'ha escollit el "smoothing

Gràfic II

Localització dels punts a digitalitzar.



#### PUNTS DIGITALITZATS

1. Vèrtex	} a. CAP
2. Coll	
3. Part. ant. 1ª v.d.	} b. TRONC
12. Art. coxofemoral	
13. Genoll	} c. FEMUR
4. Espatlla dreta	
5. Colze dret	} d. BRAÇ DRET
6. Canell dret	
7. 3ª metatarsià dret	} e. AVANTBRAÇ
8. Espatlla esquerra	
9. Colze esquerra	} g. BRAÇ ESQU.
10. Canell esquerra	
11. 3er metatarsià e.	} f. AVANTBRAÇ
	} i. MA ESQU.

factor" o factor de filtrat, i una segona en la que s'aplica aquest factor a les dades digitalitzades. Un cop realitzat el procés de filtrat les dades han estat sotmeses a un procés de sincronització en el que tots els intents s'han igualat a un inici i a un final comú. Un cop inicialitzats tots els intents s'han retallat els fotogrames sobrants; que són tots aquells que hi ha per davant de l'inici comú i tots aquells que hi ha per darrera del final comú. Després de finalitzar el procés de sincronització tenim tots els intents retallats en un cicle de paleig complet i inicialitzats en un mateix instant.

Per fer comparables les dues situacions -ergòmetre i aigua- s'han traslladat les coordenades de cada fotograma endarrere fins a ajustar-les amb el valor de l'horitzontal del maluc en el primer fotograma. D'aquesta manera s'ha aconseguit superposar els moviments de paleig en ergòmetre i els de paleig en caiac amb desplaçament.

### CÀLCUL DE PARÀMETRES CINEMÀTICS

Un cop filtrats, sincronitzats i traslladats tots els intents; a les dades, encara amb valors de píxels se les ha aplicat el factor escalar de correcció i han estat transformades a metres i així calculats els paràmetres de desplaçament lineal i desplaçament angular.

Per evitar els desfasaments produïts entre la cadència de paleig demanada i la real s'ha passat el temps corresponent a cada fotograma al seu valor en tant per cent del temps total del cicle de cada intent. D'aquesta manera a l'hora de comparar els intents es pot fer també sobre valors percentuals de cada cicle.

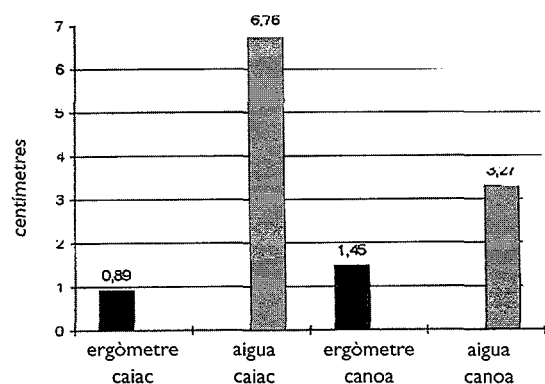
### RESULTATS I DISCUSSIÓ

#### Basculació del maluc

L'ergòmetre MKII no permet cap moviment del seient. Això fa que la basculació del maluc durant l'acció que reproduïx el paleig en caiac ens doni valors inferiors a un centímetre ( $x=0.89$  cm.  $SD=0.49$ ). En la reproducció de la tècnica de paleig de la canoa la basculació del maluc en l'ergòme-

tre ens dona uns valors de ( $x=1.45$  cm.  $SD=0.81$ ). En el paleig en aigua la basculació del maluc adquireix valors significativament superiors en caiac ( $x=6.76$  cm.  $SD=1.85$ ), mentre que en canoa la diferència no és tan important ( $x=3.27$  cm.  $SD=1.5$ ), (Gràfic III). La menor basculació del maluc en el paleig en canoa en el medi aquàtic pot explicar-se pel fet que el cycle de palada en canoa té lloc sempre pel mateix costat de l'embarcació a diferència del paleig en caiac en que un cycle inclou una palada a cada costat de l'embarcació.

**Gràfic III** Basculació del maluc.



### Desplaçament de la mà

En el paleig, la mà és el darrer segment de la cadena cinètica del braç encarregat de recollir l'energia que li proporciona el suport de la pala a l'aigua i transmetre-la a la resta del cos. Aquest a la vegada la transmet a l'embarcació i així s'aconsegueix el desplaçament. El desplaçament de la mà ens proporciona informació força útil a l'hora de comparar la tècnica de paleig en ergòmetre i en aigua.

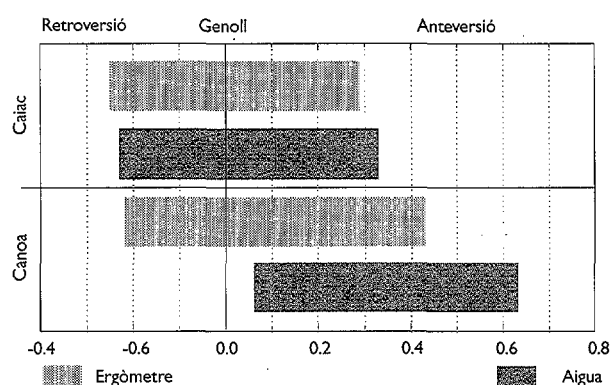
En els caiacs, l'anteverció màxima de la mà respecte al genoll en ergòmetre ens dona uns valors de ( $x=29$  cm.  $SD=7$ ), mentre que en el paleig en aigua aquesta anteverció és lleugerament superior, ( $x=33$  cm.  $SD=6$ ). La retroversió màxima de la mà respecte al genoll ens dona uns valors de ( $x=-25$  cm.  $SD=5$ ) en ergòmetre i de ( $x=-23$  cm.  $SD=3$ ) en aigua. Els valors de desplaçament total de la mà en la component horitzontal són de ( $x=54$  cm.  $SD=7$ ) en ergòmetre i de ( $x=57$  cm.  $SD=7$ ) en el paleig en aigua.

Aquests valors ens indiquen que l'amplada del desplaçament horitzontal de la mà és lleugerament superior en el paleig en aigua. A més a més, aquest desplaçament és més avançat respecte al genoll que en el paleig en ergòmetre.

En les canoes, l'anteverció màxima de la mà ens dona una mitjana de ( $x=43$  cm.  $SD=5$ ) en ergòmetre i de ( $x=63$  cm.  $SD=6$ ) en aigua. La retroversió màxima és de ( $x=-22$  cm.  $SD=3$ ) en ergòmetre i de ( $x=6$  cm.  $SD=2$ ) en aigua. Quant a l'amplada total del desplaçament de la mà en la component horitzontal, els valors són de ( $x=65$  cm.  $SD=7$ ) en l'ergòme-

tre i de ( $x=57$  cm.  $SD=5$ ) en el paleig en aigua. (Gràfic IV) Aquests valors ens indiquen el cas contrari que en els caiacs, es a dir, l'amplada total del moviment de la mà en l'horitzontal és un 12.3% superior en el paleig en ergòmetre respecte al paleig en aigua. Tot i això, en la canoa s'accentua el fet que el moviment és realitzat més avançat respecte al genoll en aigua que en ergòmetre. Fins i tot, tots els valors de retroversió màxima de la mà en canoa ens donen valors positius respecte al genoll, la qual cosa significa que tot el moviment de la mà inferior es dona per davant d'aquest.

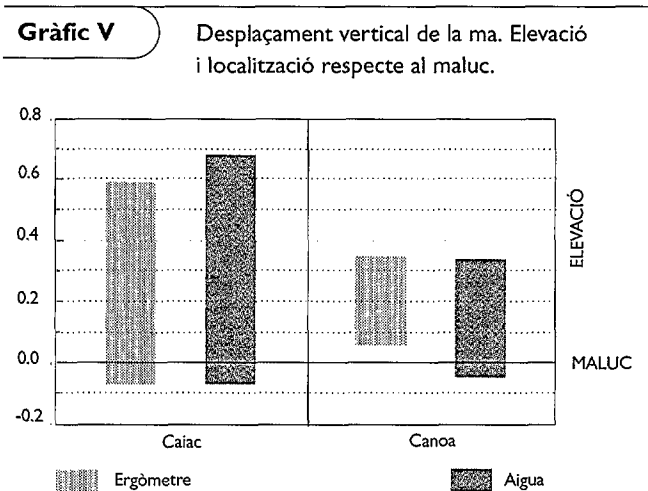
**Gràfic IV** Desplaçament horitzontal de la mà. Amplada i localització respecte al genoll.



L'elevació màxima de la mà en els caiacs ens aporta uns valors de ( $x=59$  cm.  $SD=5$ ) en ergòmetre i ( $x=68$  cm.  $SD=11$ ) en aigua. Les mitjanes obtingudes en els valors de descens màxim de la mà ens donen un valor de ( $x=-7$  cm.  $SD=4$ ) en ambdós casos. Si tenim en compte aquests valors, el desplaçament total de la mà en la vertical és de ( $x=66$  cm.  $SD=5$ ) en el paleig en ergòmetre i de ( $x=75$  cm.  $SD=10$ ) en aigua. Aquestes dades ens fan veure com a uns mateixos valors de descens màxim de la mà, els correspon una elevació màxima, un 12% superior en el paleig en aigua que en el paleig en ergòmetre. En el cas dels canoïstes, la mitjana dels valors d'elevació màxims de la mà és de ( $x=29$  cm.  $SD=6$ ) en el paleig en ergòmetre i de ( $x=34$  cm.  $SD=5$ ) en el paleig en aigua. El descens màxim de la mà té uns valors de ( $x=6$  cm.  $SD=3$ ) en ergòmetre i de ( $x=-5$  cm.  $SD=2$ ) en el paleig en aigua. El desplaçament vertical total de la mà és de ( $x=23$  cm.  $SD=6$ ) en el paleig en ergòmetre, i de ( $x=39$  cm.  $SD=5$ ) en el paleig en aigua. (Gràfic V)

Aquests valors ens indiquen que en el cas de la tècnica de paleig en canoa, la component de desplaçament vertical de la mà és molt superior en el paleig en aigua que en l'ergòmetre. Tenint en compte els valors mitjans obtinguts, podem dir que en el grup de les canoes, el desplaçament en la component vertical de la mà és un 41 % superior en el paleig en aigua que en l'ergòmetre. Així mateix, en el paleig en ergòmetre, aquest rang de desplaçament sempre té lloc per sobre de

la línia mitjana del maluc; a diferència del paleig en aigua on la mà baixa, en tots el casos, per sota d'aquesta línia.

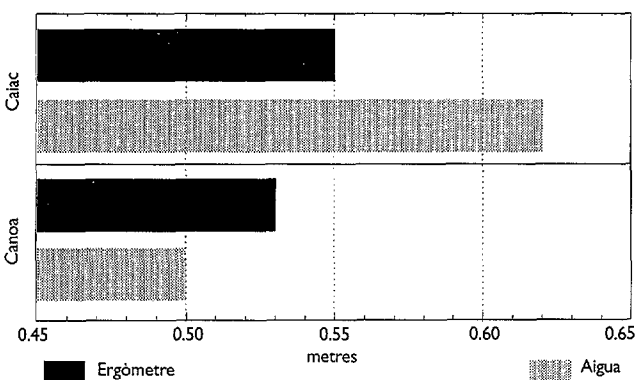


### Desplaçament del colze

Pel desplaçament del colze no s'han establert referències comunes i ens hem limitat a veure l'amplitud d'aquest moviment, tant en la component vertical com en l'horitzontal.

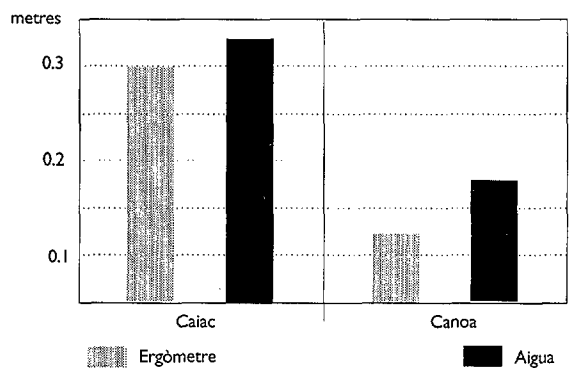
La mitjana de tots els subjectes en l'amplada del moviment horitzontal del colze ens dona uns valors de ( $x=55$  cm.  $SD=6$ ) en ergòmetre i de ( $x=62$  cm.  $SD=9$ ) en el paleig en aigua en els caiacs. En els canoïstes, aquests valors són de ( $x=53$  cm.  $SD=5$ ) en ergòmetre i de ( $x=50$  cm.  $SD=2$ ) en el medi aquàtic (gràfic VI). Podem veure com es mantenen pautes molt similars a les que es donen en els desplaçaments de la mà, donat que l'amplitud del desplaçament horitzontal del colze és un 11.3% superior en el paleig en aigua que en l'ergòmetre, en els caiacs. En el cas dels canoïstes, aquesta diferència és força menor, d'un 5.6%, però en aquest cas, a diferència que en el desplaçament de la mà, l'amplitud més gran correspon al paleig en ergòmetre.

**Gràfic VI** Desplaçament horitzontal del colze. Diferències d'amplada total entre ergòmetre i aigua.



En la component vertical, la mitjana dels subjectes analitzats ens donen uns valors de desplaçament vertical del colze, de ( $x=30$  cm.  $SD=3$ ) en ergòmetre i ( $x=33$  cm.  $SD=6$ ) en aigua, pels caiacs. Aquests valors són de ( $x=12$  cm.  $SD=3$ ) en ergòmetre i ( $x=18$  cm.  $SD=3$ ) en el paleig en aigua, en el cas dels canoïstes (Gràfic VII). Podem veure com l'amplitud del moviment del colze en l'horitzontal és lleugerament superior, en un 9 %, en el paleig en aigua que en ergòmetre, en el cas dels caiacs. De la mateixa manera, en les canoes, aquesta diferència és d'un 44 % superior en el paleig en aigua, tot i que en valors absoluts aquest 44 % sigui només 6 cm.

**Gràfic VII** Desplaçament vertical del colze. Diferències d'amplada total entre ergòmetre i aigua.



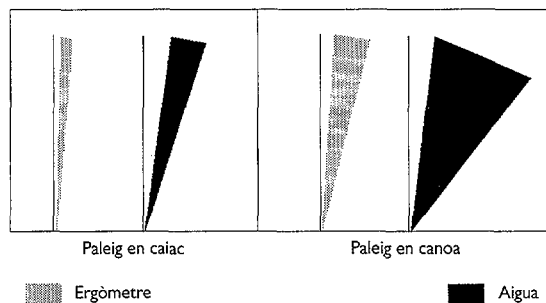
### Angle del tronc respecte a l'horitzontal

Aquest angle queda definit per l'eix horitzontal del moviment i pel segment del tronc del palista, que es defineix entre el punt 3 i 12 del model de cos humà digitalitzat. (Gràfic II)

A més a més de la variació de l'angle del tronc respecte a l'horitzontal al llarg de tot el cicle de paleig, s'han calculat els valors màxims i mínims que s'assoleixen, i el seu rang de variació. La mitjana dels valors obtinguts en tots els caiaquistes ens dona uns valors d'inclinació màxima del tronc respecte a l'horitzontal de ( $x=89.54$  graus  $SD=5.1$ ) en ergòmetre i de ( $x=81.76$  graus  $SD=5.4$ ) en aigua. La inclinació mínima per aquests, és de ( $x=85.41$  graus  $SD=5.5$ ) en ergòmetre i de ( $x=72.13$  graus  $SD=4.5$ ) en aigua. Això ens fa adonar que el rang de variació de l'angle del tronc respecte a l'horitzontal és de ( $x=4.13$  graus  $SD=1.3$ ) en ergòmetre i de ( $x=9.63$  graus  $SD=4.0$ ) en el paleig en aigua. En els canoïstes la variació de l'angle del tronc ens dona uns valors d'inclinació màxima de ( $x=86.65$  graus  $SD=2.8$ ) en ergòmetre i de ( $x=83.26$  graus  $SD=5.2$ ) en aigua. La inclinació mínima del tronc és de ( $x=75.79$  graus  $SD=2.4$ ) en el paleig en ergòmetre i de ( $x=52.49$  graus  $SD=4.3$ ) en l'aigua. El rang de variació de l'angle del tronc respecte a l'horitzontal en el grup dels canoïstes ens dona uns valors de ( $x=10.86$  graus  $SD=4.4$ ) en ergòmetre i de ( $x=30.77$  graus  $SD=6.3$ ) en el paleig en aigua. Les diferències són força importants ja que el rang de variació d'aquest angle es triplica en el paleig en aigua. (Gràfic VIII)

**Gràfic VIII**

Angle tronc-horitzontal. Diferències de variació de l'angle entre el paleig en ergòmetre i el paleig en aigua.

**CONCLUSIONS**

L'estudi dels desplaçaments de diversos punts articulars del cos durant un cicle de paleig complet, ens ha permès observar una sèrie de diferències importants entre el paleig en ergòmetre i el paleig en aigua.

La major basculació del maluc que es dona en la tècnica de paleig en caiac a l'aigua respecte a l'ergòmetre és deguda a la manca d'un mecanisme que permeti aquesta basculació en el seient o base de suport de l'ergòmetre. Caldria dissenyar un mecanisme que permetés una oscil·lació de més/menys 7 centímetres del seient en la tècnica de caiac.

Tot i que les canoes aquesta basculació del maluc és menor, creiem que es podria mantenir aquest mateix mecanisme en els accessoris de canoa per l'ergòmetre. En aquest estudi s'ha pogut determinar que la basculació del maluc en la tècnica de paleig en canoa és mínima tant en ergòmetre com en aigua, malgrat això l'observació "in situ" i a través de les cintes de vídeo enregistrades durant l'estudi hem pogut observar que el maluc dels canoïstes es troba en una inclinació mantinguda durant tot el cicle de paleig. Per poder mesurar aquesta inclinació caldria fer aquest mateix estudi en tres dimensions, o amb dues dimensions col·locant la càmera de vídeo frontal al desplaçament de la canoa.

L'anàlisi de les variables de desplaçament de la mà i del colze ens indica que la tècnica de paleig de caiac en aigua té una major amplitud, tant en la component horitzontal, com en la vertical. Això pot suposar una major participació dels grups musculars en el paleig en aigua. Per verificar-ho caldria realitzar un estudi electromiogràfic comparant les dues mateixes situacions d'aquest estudi.

En la tècnica de canoa, l'amplitud del moviment en la component horitzontal és superior en el paleig en ergòmetre, tanmateix, en la component vertical, s'assoleix una major amplitud en el paleig en aigua. A la tècnica de paleig de canoa en l'ergòmetre li manca un major descens de la mà en la fase immediatament posterior al que seria l'entrada de la pala a l'aigua. Aquest fet es dona, possiblement, per que en l'ergòmetre la corda té el punt d'entrada al mecanisme mecànic a

través d'una politja que es troba situada uns 25 centímetres per sobre del que seria la línia d'aigua, i és sobre aquest punt que s'aplica la força. Per solucionar això caldria situar un nou ancoratge de la politja a la mateixa alçada a la que s'aplica la força en el paleig en aigua. Per trobar el nou punt d'ancoratge de la politja és pot buscar l'alçada de la mà respecte al genoll en el moment en que la cullera es troba completament submergida dins l'aigua en el paleig en el medi aquàtic. Per verificar-ho caldria realitzar un nou estudi després de realitzar les modificacions a l'ergòmetre. Aquest aspecte és important donat que pot afectar a nivell de l'angle de treball de la musculatura que participa en el moment de la tracció.

Pel que fa a l'angle del tronc, els resultats obtinguts demostren que existeix una major flexoextensió del maluc en el paleig en aigua que en el paleig en ergòmetre, això explicaria en bona mesura el fet que el desplaçament lineal de la mà es doni més avançant en aigua que en ergòmetre. La hipòtesi que es pot plantejar a partir d'aquest fet és que en l'ergòmetre, pel fet d'estar fixat, no es precisa la mateixa eficàcia de palada que es precisa a l'aigua per mantenir el lliscament de l'embarcació. Per reduir aquesta diferència amb l'ergòmetre que tractem tan sols es pot plantejar una modificació del gest tècnic a partir d'un procés d'aprenentatge encaminat a què el palista busqui la palada més eficaç el més endavant possible tal com ho fa en l'aigua o be incorporar un seient de carro mòbil similar al dels ergòmetres de rem o de natació.

L'ampliació d'aquest estudi sense necessitat d'adquirir noves dades es pot realitzar calculant la primera derivada dels desplaçaments. L'estudi de les velocitats pot aportar noves idees a l'hora de realitzar modificacions a l'ergòmetre.

Moltes de les conclusions que aquí s'han tret i més que poden sorgir d'una posterior anàlisi de les dades poden ser de molta utilitat a aquell que estigui interessat en el disseny d'ergòmetres específics per a piragüisme.

**Bibliografia**

1. GONZÁLEZ DE SUSO J.M. (1992) Valoración funcional de los palistas de esládom de la F.E.P. , *Documentació d'arxiu no publicada, Centre d'alt Rendiment, Sant Cugat del Vallès.*
2. RODRIGUEZ, F.A., DROBNIC F., GALILEA P.A., PONS V. (1989a,b). Bases científicas y metodológicas de la fisiología y la valoración funcional aplicadas al deporte de alto rendimiento. *Seminario Internacional Biomedicina Aplicada al deporte. Dossier (pp. 1-14), Madrid, Comité Olímpico Español.*
3. RUBIO, S. i col·laboradors (1989a). Pruebas Aeróbicas, *Seminario Internacional Biomedicina Aplicada al deporte. Dossier (pp. 112-127), Madrid, Comité Olímpico Español.*
4. RUBIO, S. i col·laboradors (1989b). Pruebas Aeróbicas, *Seminario Internacional Biomedicina Aplicada al deporte. Dossier (pp. 78-86), Madrid, Comité Olímpico Español.*