

Estudio comparativo de los parámetros cinemáticos de la técnica del paleo, en un ergómetro de piragüismo y en agua

JOSEP M^a CAUBET I MOLINA

CORRESPONDENCIA:

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

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

RESUMEN. En este estudio se han comparado la técnica del paleo en agua y en un ergómetro específico utilizado para realizar la valoración funcional de piragüistas. En el estudio tomaron parte 9 palistas de alto nivel nacional que tras ser grabados con un protocolo de filmación 2D fueron digitalizados. Los datos extraídos de la filmación nos evidenciaron ciertas diferencias entre la técnica del paleo en agua y en ergómetro. Las más significativas son: mayor basculación de la cadera en el paleo en agua que en ergómetro, que la técnica del paleo en agua tiene mayor amplitud de recorridos que en ergómetro y que el tronco tiene un rango de flexoextensión mayor en el paleo en agua que en el ergómetro. Estas diferencias sugieren una serie de modificaciones en la estructura del ergómetro analizado como por ejemplo un asiento móvil que permita la rotación sobre el eje longitudinal y la translación anteroposterior; así como un descenso en el caso de los canoístas de la ubicación de la polea de entrada de la cuerda de tracción.

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 were 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 which 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.

INTRODUCCIÓN

La medición de las respuestas del individuo ante un determinado esfuerzo constituye un método importante de investigación dentro del ámbito científico-deportivo de la alta competición.³

Este método que gira entorno a la valoración funcional en-globa, entre otros, elementos de evaluación propios de la fisiología y la medicina, de la ergometría y de la biomecánica. Dal Monte (Cfr. Rodríguez F.A., y cols.; 1989a) considera que sólo se puede evaluar la adaptación funcional del organismo a la actividad física si el gesto atlético se reproduce de manera específica —pruebas de laboratorio—, o si el registro se obtiene directamente del campo deportivo —pruebas de campo—. Esta definición obliga a utilizar el análisis biomecánico en estrecha relación con el análisis fisiológico, hecho que ha estimulado el diseño de ergómetros o sistemas de valoración complejos que se adapten específicamente al gesto técnico para el que se está evaluando al deportista.²

La ergometría, como técnica que posibilita la medición del esfuerzo físico en condiciones controladas permite, aplicando mediciones estándar, valorar el trabajo realizado, la condición física de un individuo, objetivar procesos patológicos que no aparecen en reposo y establecer comparaciones en la progresión deportiva de un atleta gracias a la facilidad de reproducción del trabajo realizado. El avance tecnológico se halla estrechamente ligado al progreso del conocimiento de la adaptación fisiológica del organismo humano al esfuerzo. De manera especial, gracias al desarrollo de aparatos (ergómetros) que permiten cuantificar los niveles de ejercicio físico realizado durante una prueba de esfuerzo.⁴

Actualmente, la tecnología ha provocado que se desarrollen una gran cantidad y diversidad de ergómetros. Se han perfeccionado los ergómetros más convencionales, —cicloergómetros y tapiz rodante— y se han creado una amplia variedad de ergómetros específicos adaptados a las más diversas modalidades deportivas: piscinas ergométricas, túneles de viento, ergómetros de remo, de esquí, de piragüismo,...

A la hora de diseñar un ergómetro específico es necesario que se reproduzca de la manera más exacta posible el gesto técnico para el que ha sido pensado, con sus componentes de fuerzas, y que garantice la participación de la misma musculatura. Así, la validez de un ergómetro vendrá determinada precisamente por la capacidad que éste tenga de generar o permitir los mismos movimientos que caracterizan a la modalidad deportiva para la que ha sido diseñado.

Este estudio tiene por objetivo validar la especificidad de un ergómetro de canoa y kayak mediante una comparación de la técnica de paleo en agua y con el ergómetro, centrada en variables biomecánicas cinemáticas.

El estudio tiene por finalidad ver si el ergómetro de kayak que actualmente se está utilizando para la valoración funcional de los piragüistas de élite del estado español, y que se utiliza

también en varios países europeos, resulta válido para sus propósitos desde el punto de vista de la cinemática.

MÉTODO

Sujetos

En este estudio tomaron parte, de forma voluntaria y desinteresada, nueve palistas de esláom de alto nivel nacional, siete chicos y dos chicas de entre 17 y 23 años de edad.

Captación de datos

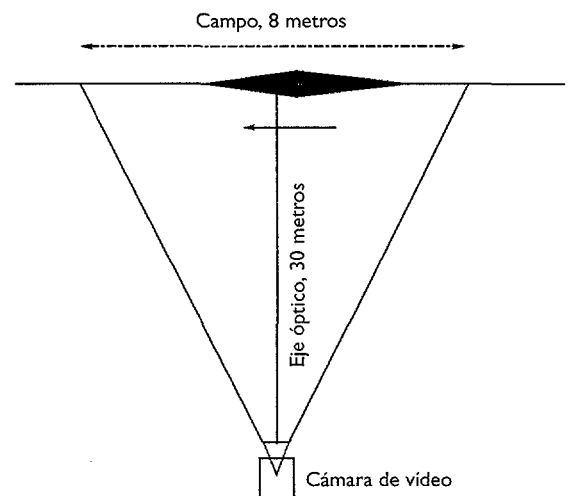
Filmación

Los 9 sujetos fueron filmados con una cámara de vídeo profesional modelo Panasonic wv-f-70e ag-7450. La grabación fue a 50 imágenes por segundo y a una velocidad de obturación de 1/500. Para cada una de las situaciones —ergómetro y agua— se realizaron dos tomas de cada sujeto variando la frecuencia de palada que se adaptó a las más habituales en competición: 84 y 96 paladas por minuto para los kayaks, y 72 y 84 paladas por minuto para las canoas. Para marcar la cadencia de paleo se utilizó un metrónomo TAKTELL QM2 que emitía la cadencia deseada a través de unos auriculares situados en los pabellones auditivos de cada sujeto.

En primer lugar, se grabó el paleo en agua. En la zona de la filmación el agua no tenía ningún movimiento. Con dos boyas se marcó la línea por la que tenían que pasar los palistas con su embarcación. Perpendicular a esta línea y separada 30 metros se situó la cámara de vídeo. Su eje óptico se centró en el campo de acción del palista. La amplitud de campo grabada fue de 6.2 metros. Cada palista realizó varios pases en cada sentido y para cada cadencia de paleo para garantizar una grabación óptima (gráfico I).

Se situaron dos marcadores en el plano de filmación, se midieron y registraron para poder calibrar el espacio.

Gráfico I Ubicación de la cámara de vídeo.



Tras registrar el paleo en agua se procedió a hacer lo propio con el paleo en el ergómetro MKII. La situación de la cámara fue la misma que en agua con la diferencia que la amplitud de campo se redujo a 4.5 metros mediante la utilización del "zoom". Se situaron, midieron y registraron las correspondientes referencias para el calibrado del espacio.

Los palistas fueron grabados aproximadamente durante 60 segundos en cada cadencia de paleo. El mando de resistencia del ergómetro se situó al nivel tres que representa una carga aproximada de trabajo de 85 wats que corresponden a un consumo de oxígeno de unos 1.5 litros por minuto.¹

Digitalización

SELECCIÓN DE LOS INTENTOS: una vez hecha la filmación, se seleccionaron los intentos más idóneos para ser digitalizados. Esta selección se hizo en función de la secuencia de paleo. De manera prioritaria se seleccionaron los intentos con una secuencialidad de palada de derecha-izquierda-derecha para los kayaks y de derecha-derecha o izquierda-izquierda para las canoas evitando, en estas últimas, maniobres de "debordé" al lado contrario del paleo.

PROCESO DE DIGITALIZACIÓN: el proceso de digitalización se realizó con sistema PEAK5 de Peak Performance. De manera resumida, este proceso consistió en:

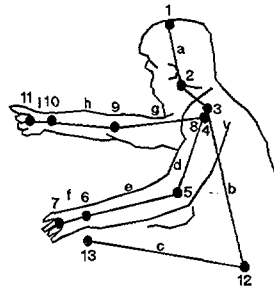
- Cálculo del factor escalar de conversión.
- Definición de momentos: al tratarse del estudio de un mismo movimiento, cíclico, en varias circunstancias y realizado por distintos individuos, se han definido unos momentos comunes identificables en cada intento tanto para el paleo en agua como en ergómetro. Éstos son:
 - Salida izquierda
 - Entrada derecha
 - Salida derecha
 - Entrada izquierda
- Definición de los puntos del cuerpo a digitalizar: se han definido 13 puntos del cuerpo que se corresponden a los del gráfico II.
- Rango de digitalización: el rango de digitalización se ha fijado desde 3-4 fotogramas antes de la salida de uno de los lados hasta 3-4 fotogramas después de la entrada por segunda vez del lado contrario.

TRATAMIENTO DE DATOS

Una vez digitalizados todos los intentos, se ha realizado un proceso de optimización de todos los datos previo al cálculo de los parámetros cinemáticos. Este proceso incluye el filtrado de los datos digitalizados, la sincronización de todos los intentos a un inicio común y la translación de todo el movimiento. Con el fin de reducir el error implícito del proceso de digitalización se han filtrado los datos utilizando filtros digitales. El proceso de filtrado se realiza en dos fases: una primera en la que se ha escogido el

Gráfico II

Localización de los puntos a digitalizar.



PUNTOS DIGITALIZADOS

1. Vértice	} a. CABEZA
2. Cuello	
3. Parte ant. 1ª v.d.	} b. TRONCO
12. Art. coxofemoral	
13. Rodilla	} c. FÉMUR
4. Hombro derecho	
5. Codo derecho	} d. BRAZO DERECHO
6. Muñeca derecha	
7. 3º metatarsiano d.	} e. ANTEBRAZO
8. Hombro izquierdo	
9. Codo izquierdo	} f. MANO DERECHA
10. Muñeca izquierda	
11. 3º metatarsiano i.	} g. BRAZO IZQUIERDO
	} h. ANTEBRAZO
	} i. MANO IZQUIERDA

"smoothing factor" o factor de filtrado, y una segunda en la que se aplica este factor a los datos digitalizados. Una vez realizado el proceso de filtrado, los datos han sido sometidos a un proceso de sincronización en el que todos los intentos se han igualado a un inicio y a un final común. Una vez inicializados todos los intentos, se han recortado los fotogramas sobrantes, que son aquellos que hay por delante del inicio común y todos aquellos que hay por detrás del final común. Tras finalizar el proceso de sincronización tenemos todos los intentos recortados en un ciclo de paleo completo e inicializados en un mismo instante.

Para hacer comparables las dos situaciones –ergómetro y agua– se han trasladado las coordenadas de cada fotograma hacia atrás hasta ajustarlas con el valor de la horizontal de la cadera en el primer fotograma. De esta manera se ha conseguido superponer los movimientos de paleo en ergómetro y los de paleo en kayak con desplazamiento.

CÁLCULO DE PARÁMETROS CINEMÁTICOS

Una vez filtrados, sincronizados y trasladados todos los intentos, a los datos –todavía con valores de píxeles– se les ha aplicado el factor escalar de corrección y han sido transformados a metros y así calculados los parámetros de desplazamiento lineal y desplazamiento angular.

Para evitar los desfases producidos entre la cadencia de paleo solicitada y la real, se ha pasado el tiempo correspondiente a cada fotograma a su valor en tanto por ciento del tiempo total del ciclo de cada intento. De esta manera, a la hora de comparar los intentos se puede hacer también sobre valores porcentuales de cada ciclo.

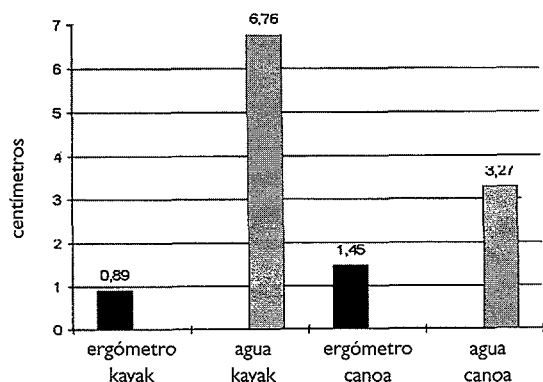
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Basculación de la cadera

El ergómetro MKII no permite ningún movimiento del asiento. Esto provoca que la basculación de la cadera durante la acción que reproduce el paleo en kayak nos dé valores inferiores a un centímetro ($\bar{x}=0,89$ cm SD=0,49). En la reproducción de la técnica del paleo de la canoa, la basculación de la cadera en el

ergómetro nos da unos valores de ($x=1,45$ cm $SD=0,81$). En el paleo en agua la basculación de la cadera adquiere valores significativamente superiores en kayak ($x=6,76$ cm $SD=1,85$), mientras que en canoa la diferencia no es tan importante ($x=3,27$ cm $SD=1,5$), (Gráfico III). La menor basculación de la cadera en el paleo en canoa en el medio acuático puede explicarse por el hecho de que el ciclo de palada en canoa tiene lugar siempre por el mismo lado de la embarcación a diferencia del paleo en kayak en que un ciclo incluye una palada a cada lado de la embarcación.

Gráfico III Basculación de la cadera.



Desplazamiento de la mano

En el paleo, la mano es el último segmento de la cadena cinética del brazo encargado de recoger la energía que le proporciona el apoyo de la pala en el agua y transmitirla al resto del cuerpo. Éste, a su vez, la transmite a la embarcación y así se consigue el desplazamiento. El desplazamiento de la mano nos proporciona información bastante útil a la hora de comparar la técnica de paleo en ergómetro y en agua.

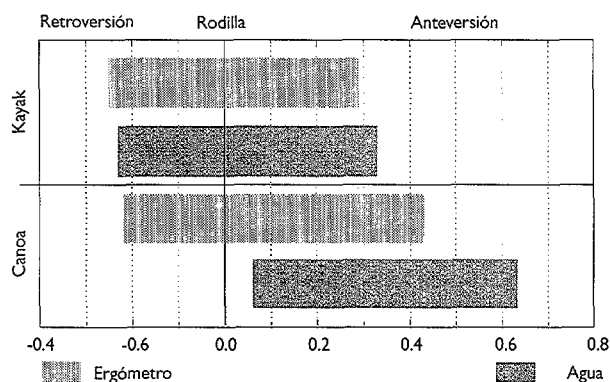
En los kayaks, la anteversión máxima de la mano respecto a la rodilla en ergómetro nos da unos valores de ($x=29$ cm $SD=7$), mientras que en el paleo en agua esta anteversión es ligeramente superior ($x=33$ cm $SD=6$). La retroversión máxima de la mano respecto a la rodilla nos da unos valores de ($x=25$ cm $SD=5$) en ergómetro y de ($x=23$ cm $SD=3$) en agua. Los valores de desplazamiento total de la mano en la componente horizontal son de ($x=54$ cm $SD=7$) en ergómetro y de ($x=57$ cm $SD=7$) en el paleo en agua.

Estos valores nos indican que la amplitud del desplazamiento horizontal de la mano es ligeramente superior en el paleo en agua. Además, este desplazamiento es más avanzado respecto a la rodilla que en el paleo en ergómetro.

En las canoas, la anteversión máxima de la mano nos da una media de ($x=43$ cm $SD=5$) en ergómetro y de ($x=63$ cm $SD=6$) en agua. La retroversión máxima es de ($x=-22$ cm $SD=3$) en ergómetro y de ($x=6$ cm $SD=2$) en agua. En lo referente a la amplitud total del desplazamiento de la mano en la componente horizontal, los valores son de ($x=65$ cm $SD=7$) en

el ergómetro y de ($x=57$ cm $SD=5$) en el paleo en agua (Gráfico IV). Estos valores nos indican el caso contrario que en los kayaks, es decir, la amplitud total del movimiento de la mano en la horizontal es un 12,3% superior en el paleo en ergómetro respecto al paleo en agua. Con todo, en la canoa se acentúa el hecho de que el movimiento se realiza más avanzado respecto a la rodilla en agua que en ergómetro. Incluso todos los valores de retroversión máxima de la mano en canoa nos dan valores positivos respecto a la rodilla, lo que significa que todo el movimiento de la mano inferior se da por delante de ésta.

Gráfico IV Desplazamiento horizontal de la mano. Amplitud y localización respecto a la rodilla.

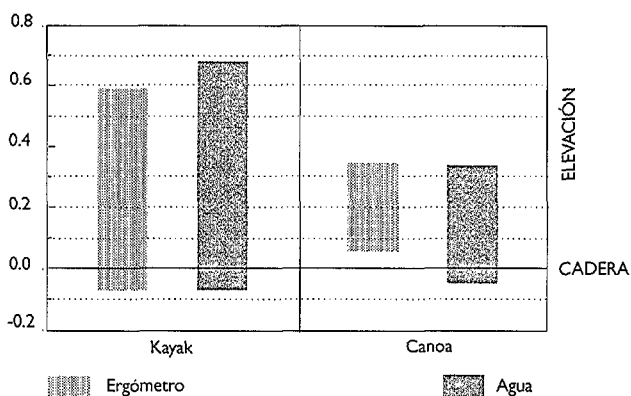


La elevación máxima de la mano en los kayaks nos aporta unos valores de ($x=59$ cm $SD=5$) en ergómetro y ($x=68$ cm $SD=11$) en agua. Las medias obtenidas en los valores de descenso máximo de la mano nos dan un valor de ($x=7$ cm $SD=4$) en ambos casos. Si tenemos en cuenta estos valores, el desplazamiento total de la mano en la vertical es de ($x=66$ cm $SD=5$) en el paleo en ergómetro y de ($x=75$ cm $SD=10$) en agua. Estos datos evidencian cómo a unos mismos valores de descenso máximo de la mano les corresponden una elevación máxima, un 12% superior en el paleo en agua que en el paleo en ergómetro. En el caso de los canoístas, la media de los valores de elevación máxima de la mano es de ($x=29$ cm $SD=6$) en el paleo en ergómetro, y de ($x=34$ cm $SD=5$) en el paleo en agua. El descenso máximo de la mano tiene unos valores de ($x=6$ cm $SD=3$) en ergómetro y de ($x=-5$ cm $SD=2$) en el paleo en agua. El desplazamiento vertical total de la mano es de ($x=23$ cm $SD=6$) en el paleo en ergómetro, y de ($x=39$ cm $SD=5$) en el paleo en agua (Gráfico V).

Estos valores nos indican que en el caso de la técnica de paleo en canoa, la componente de desplazamiento vertical de la mano es muy superior en el paleo en agua que en el ergómetro. Teniendo en cuenta los valores medios obtenidos, podemos decir que en el grupo de las canoas, el desplazamiento en la componente vertical de la mano es un 41% superior en el paleo en agua que en el ergómetro. Asimismo, en el paleo en ergómetro, este rango de desplazamiento siempre tiene lugar por encima de

la línea media de la cadera, a diferencia del paleo en agua donde la mano baja, en todos los casos, por debajo de esta línea.

Gráfico V Desplazamiento vertical de la mano. Elevación y localización respecto a la cadera.

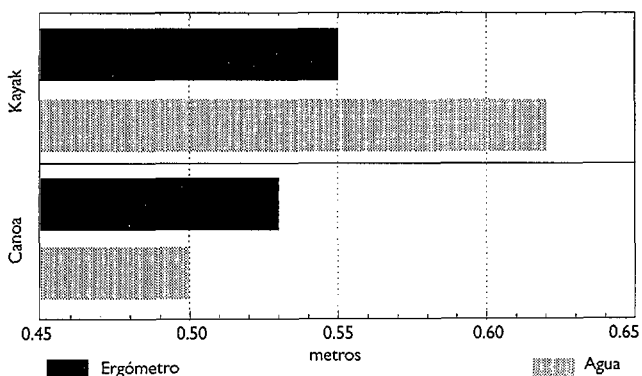


Desplazamiento del codo

Para el desplazamiento del codo no se han establecido referencias comunes y nos hemos limitado a ver la amplitud de este movimiento, tanto en la componente vertical como en la horizontal.

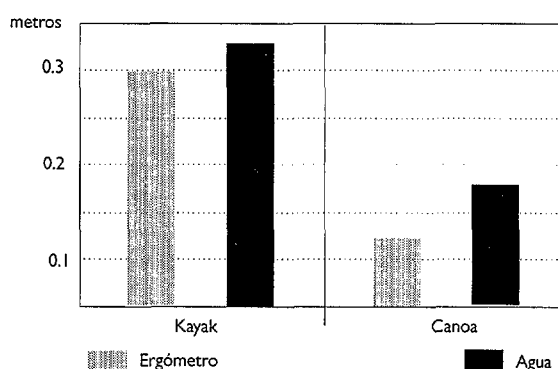
La media de todos los sujetos en la amplitud del movimiento horizontal del codo nos da unos valores de ($x=55$ cm $SD=6$) en ergómetro y de ($x=62$ cm $SD=9$) en el paleo en agua en los kayaks. En los canoístas, estos valores son de ($x=53$ cm $SD=5$) en ergómetro y de ($x=50$ cm $SD=2$) en el medio acuático (gráfico VI). Podemos ver como se mantienen pautas muy similares a las que se dan en los desplazamientos de la mano dado que, en los kayaks, la amplitud del desplazamiento horizontal del codo es un 11,3% superior en el paleo en agua que en el ergómetro. En el caso de los canoístas, esta diferencia es bastante menor, un 5,6%, pero en este caso, a diferencia que en el desplazamiento de la mano, la amplitud mayor corresponde al paleo en ergómetro.

Gráfico VI Desplazamiento horizontal del codo. Diferencias de amplitud total entre el ergómetro y agua.



En la componente vertical, la media de los sujetos analizados nos da unos valores de desplazamiento vertical del codo de ($x=30$ cm $SD=3$) en ergómetro y ($x=33$ cm $SD=6$) en agua, en los kayaks. Estos valores son de ($x=12$ cm $SD=3$) en ergómetro y ($x=18$ cm $SD=3$) en el paleo en agua en el caso de los canoístas (gráfico VII). Podemos ver como la amplitud del movimiento del codo en la horizontal es ligeramente superior, en un 9%, en el paleo en agua que en ergómetro, en el caso de los kayaks. Del mismo modo, en las canoas, esta diferencia es de un 44% superior en el paleo en agua aunque en valores absolutos este 44% sea tan solo 6 cm.

Gráfico VII Desplazamiento vertical del codo. Diferencias de amplitud total entre ergómetro y agua.

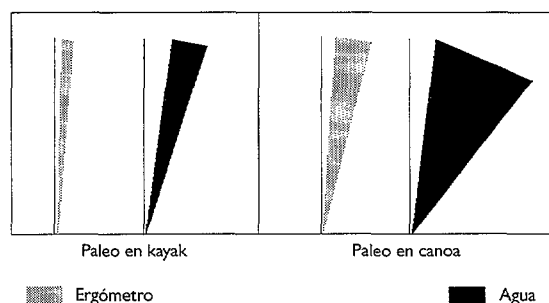


Ángulo del tronco respecto a la horizontal

Este ángulo queda definido por el eje horizontal del movimiento y por el segmento del tronco del palista, que se define entre el punto 3 y 12 del modelo de cuerpo humano digitalizado (gráfico II).

Además de la variación del ángulo del tronco respecto a la horizontal a lo largo de todo el ciclo de paleo, se han calculado los valores máximos y mínimos que se alcanzan y su rango de variación. La media de los valores obtenidos en todos los kayakers nos da unos valores de inclinación máxima del tronco respecto a la horizontal de ($x=89.54$ grados $SD=5.1$) en ergómetro y de ($x=81.76$ grados $SD=5.4$) en agua. La inclinación mínima para estos es de ($x=85.41$ grados $SD=5.5$) en ergómetro y de ($x=72.13$ grados $SD=4.5$) en agua. Esto evidencia que el rango de variación del ángulo del tronco respecto a la horizontal es de ($x=4.13$ grados $SD=1.3$) en ergómetro y de ($x=9.63$ grados $SD=4.0$) en el paleo en agua. En los canoístas, la variación del ángulo del tronco nos da unos valores de inclinación máxima de ($x=86.65$ grados $SD=2.8$) en ergómetro y de ($x=83.26$ grados $SD=5.2$) en agua. La inclinación mínima del tronco es de ($x=75.79$ grados $SD=2.4$) en el paleo en ergómetro y de ($x=52.49$ grados $SD=4.3$) en el agua. El rango de variación del ángulo del tronco respecto a la horizontal en el grupo de los canoístas nos da unos valores de ($x=10.86$ grados $SD=4.4$) en ergómetro y de ($x=30.77$ grados $SD=6.3$) en el paleo en agua. Las diferencias son bastante importantes ya que el rango de variación de este ángulo se triplica en el paleo en agua (gráfico VIII).

Gráfico VIII Ángulo tronco-horizontal. Diferencias de variación del ángulo entre el paleo en ergómetro y el paleo en agua.



CONCLUSIONES

El estudio de los desplazamientos de diversos puntos articulares del cuerpo durante un ciclo de paleo completo nos ha permitido observar una serie de diferencias importantes entre el paleo en ergómetro y el paleo en agua.

La mayor basculación de la cadera que se da en la técnica de paleo en kayak en agua respecto al ergómetro es debida a la ausencia de un mecanismo que permita esta basculación en el asiento o base de apoyo del ergómetro. Se debería diseñar un mecanismo que permitiese una oscilación de más/menos 7 centímetros del asiento en la técnica de kayak.

Aunque en las canoas esta basculación de la cadera es menor, consideramos que se podría mantener este mismo mecanismo en los accesorios de canoa para el ergómetro. En este estudio se ha podido determinar que la basculación de la cadera en la técnica de paleo en canoa es mínima tanto en ergómetro como en agua; sin embargo, la observación "in situ" y a través de las cintas de vídeo grabadas durante el estudio, hemos podido observar que la cadera de los canoístas se encuentra en una inclinación mantenida durante todo el ciclo de paleo. Para poder medir esta inclinación haría falta realizar este estudio en tres dimensiones, o con dos dimensiones colocando la cámara de vídeo frontal al desplazamiento de la canoa.

El análisis de las variables de desplazamiento de la mano y del codo nos indica que la técnica de paleo de kayak en agua tiene una mayor amplitud, tanto en la componente horizontal como en la vertical. Esto puede suponer una mayor participación de los grupos musculares en el paleo en agua. Para verificarlo se debería realizar un estudio electromiográfico comparando las dos mismas situaciones de este estudio.

En la técnica de canoa, la amplitud del movimiento en la componente horizontal es superior en el paleo en ergómetro; sin embargo, en la componente vertical, se alcanza una mayor amplitud en el paleo en agua. A la técnica de paleo en canoa en el ergómetro le falta un mayor descenso de la mano en la fase inmediatamente posterior a la que sería la entrada de la pala en el agua. Este hecho se produce, posiblemente, porqué en el ergómetro la cuerda tiene el punto de entrada al mecanismo mecáni-

co a través de una polea que se encuentra situada unos 25 centímetros por debajo de lo que sería la línea de agua, y es sobre este punto que se aplica la fuerza. Para solucionar esto se debería situar un nuevo anclaje de la polea a la misma altura en que se aplica la fuerza en el paleo en agua. Para encontrar el nuevo punto de anclaje de la polea se puede buscar la altura de la mano respecto a la rodilla en el momento en que la cuchara se encuentra completamente sumergida dentro del agua en el paleo en el medio acuático. Para verificarlo se tendría que realizar un nuevo estudio tras realizar las modificaciones en el ergómetro. Este aspecto es importante dado que puede afectar a nivel del ángulo de trabajo de la musculatura que participa en el momento de la tracción.

Por lo que respecta al ángulo del tronco, los resultados obtenidos demuestran que existe una mayor flexoextensión de la cadera en el paleo en agua que en el paleo en ergómetro; esto explicaría en gran medida el hecho de que el desplazamiento lineal de la mano se de más avanzando en agua que en ergómetro. La hipótesis que se puede plantear a partir de este hecho es que en el ergómetro, por el hecho de estar fijado, no se precisa la misma eficacia de palada que se precisa en el agua para mantener el deslizamiento de la embarcación. Para reducir esta diferencia con el ergómetro de que tratamos, tan solo se puede plantear una modificación del gesto técnico a partir de un proceso de aprendizaje encaminado a que el palista busque la palada más eficaz lo más adelante posible tal como lo hace en el agua o bien incorporar un asiento de carro móvil similar al de los ergómetros de remo o de natación.

La ampliación de este estudio sin necesidad de adquirir nuevos datos se puede realizar calculando la primera derivada de los desplazamientos. El estudio de las velocidades puede aportar nuevas ideas a la hora de realizar modificaciones al ergómetro.

Muchas de las conclusiones que aquí se han obtenido y más que pueden surgir de un posterior análisis de los datos pueden ser de mucha utilidad a aquel que esté interesado en el diseño de ergómetros específicos para piragüismo.

Bibliografía

- GONZÁLEZ DE SUSO J.M. (1992) Valoración funcional de los palistas de eslódom de la F.E.P. , *Documentació d'arxiu no publicada, Centre d'alt Rendiment, Sant Cugat del Valles.*
- 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.*
- RUBIO, S. y colaboradores (1989a). Pruebas Aeróbicas, *Seminario Internacional Biomedicina Aplicada al deporte. Dossier (pp. 112-127), Madrid, Comité Olímpico Español.*
- RUBIO, S. y colaboradores (1989b). Pruebas Aeróbicas, *Seminario Internacional Biomedicina Aplicada al deporte. Dossier (pp. 78-86), Madrid, Comité Olímpico Español.*