

DESCRIPCIÓN CINEMÁTICA DEL MOVIMIENTO

DEL JINETE EN LA BATIDA DEL CABALLO DE SALTO

*Vizcaino Nodal, Fernando
Navarro Cabello, Enrique
INEF - Madrid*

RESUMEN

Ante la ausencia de literatura científica, este análisis describe la técnica del jinete cuando el caballo bate ante un obstáculo vertical a partir de las variables cinemáticas lineales de su centro de gravedad y angulares de las articulaciones de cadera y rodilla, así como las variables del sistema y caballo que definen las fases de la batida para el salto. Se parte de la terminología propuesta por Clayton (1989) para definir cada uno de los tiempos característicos en los trancos de aproximación y salto que determinan la Batida del Caballo. Las variables se han calculado a partir de las coordenadas 3D obtenidas por fotogrametría de las filmaciones realizadas durante los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1992 a 29 conjuntos (jinete-caballo) cuando participaban en la Prueba por Equipos, con dos cámaras de 16 mm de alta velocidad (100 Hz). Para la determinación de las variables del caballo se ha partido del modelo mecánico de Sprigings y Leach (1986) adaptado por Vizcaino y Navarro (1998). El modelo utilizado para el jinete ha sido el de Clauser (1969).

Los resultados obtenidos en las variables de posición del jinete y caballo indican que el centro de gravedad del jinete se encuentra por delante y por arriba del caballo durante toda la Batida. Resulta además que no se producen desplazamientos laterales ni del caballo, ni del jinete, ni del sistema. Los resultados de las variables de velocidad del sistema nos permite concluir que en la Batida el caballo genera un aumento de 3.9 ms^{-1} en la velocidad vertical con una ligera pérdida (0.5 ms^{-1}) de velocidad horizontal hacia el obstáculo. Del estudio de las diferencias entre las velocidades de jinete y caballo indican que se producen movimientos relativos del jinete sobre el caballo, especialmente en el eje vertical, que se caracterizan por una disminución del ángulo entre el eje del tronco del jinete y el eje longitudinal del tronco del caballo desde el momento que el caballo inicia el despegue de las manos del suelo en la fase de batida de manos. Dicha disminución va acompañada de extensión de las rodillas del jinete desde la batida de manos del caballo a la que se une una extensión de cadera desde que los pies del caballo contactan con el suelo y se inicia la fase de amortiguación, ya en la batida de pies. Estos movimientos sitúan los ejes longitudinales de jinete y caballo prácticamente paralelos al finalizar la fase de amortiguación. Esta última fase se caracteriza además por una acusada flexión del corvejón del caballo que da paso a una violenta extensión, que define la fase de impulso, en que concluye la batida de pies del caballo y por ende la Batida en conjunto. Durante esta fase de impulso, el centro de gravedad del jinete desciende con relación al del caballo merced a una flexión de caderas y rodillas, con las que disminuye aún más el ángulo jinete-caballo. De esta forma los momentos cinéticos de jinete y caballo son del mismo sentido durante el impulso y vuelo sobre el obstáculo.

PALABRAS CLAVE

Biomecánica del Deporte (Sport Biomechanics), Hípica (Equestrian sports), Salto de Ostáculos (Show Jumping)

1 INTRODUCCIÓN

No se ha encontrado y, por tanto se desconoce si existe literatura científica que describa los movimientos del jinete sobre el caballo durante la batida del salto. Algunos tratados de equitación, (Chambry, 1980 y Rooney, 1980) describen de forma cualitativa la “técnica” del jinete durante las diferentes fases del salto del caballo (batida, vuelo y recepción). Clayton (1989) aventura algunos datos como que la proyección de la línea de gravedad del jinete respecto del caballo es un dato a tener en cuenta.

De la observación de un salto podemos decir que, en conjunto, los movimientos del jinete durante la batida y ataque al obstáculo hacen disminuir el ángulo del tronco del jinete con el tronco del caballo, situando aparentemente el centro de gravedad del jinete por delante y por arriba a medida que el conjunto progresa hacia el obstáculo.

Sin embargo dichos movimientos se empiezan a producir desde el despegue de las manos del suelo e inicio de la fase de suspensión del conjunto, entre la finalización del tranco de aproximación A1 y el comienzo del tranco de salto. (Vizcaino, 1998), con lo que, aventuramos, se consigue una disminución del momento de inercia del sistema (jinete – caballo) para facilitar su giro durante el vuelo y franqueo del obstáculo. Ahora bien, ¿es eso lo que persigue el jinete?. ¿Es el jinete capaz de percibir tal disminución del momento de inercia, y por eso ejecuta esos movimientos?

2 OBJETIVOS

El objetivo principal de este estudio se centra en la descripción cinemática del movimiento del jinete sobre el caballo durante la batida de un salto vertical. Sostenemos la hipótesis que el jinete mas que disminuir el momento de inercia, busca un alineamiento del eje de su tronco con la dirección del impulso del caballo en los instantes previos al inicio del vuelo. Con ello el jinete evita también un momento angular contrario al generado por el caballo durante la batida que le haría caer hacia atrás.

En paralelo se analizan comparativamente las variables cinemáticas del jinete y del caballo a través de las correspondientes del sistema como conjunto jinete – caballo.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

Se han analizado 29 saltos de 60 filmados entre los 89 conjuntos participantes en la competición por equipos de los Juegos Olímpicos de 1992, mediante 2 cámaras Photo-sonics 1 PL de 16 mm de alta velocidad, (100 Hz), con obturador circular variable de 7,5° a 160°, cuando

saltaban un obstáculo vertical de barras no condicionado (nº 2 del recorrido). Las cámaras, sincronizadas electrónicamente, estaban situadas en el exterior de la pista, a unos 30 m, formando un ángulo entre sus ejes ópticos entre 90° y 100°. El campo de filmación resultó ser de unos 7 m teniendo en cuenta la amplitud del movimiento del caballo entre la llegada de la mano retrasada al suelo del tranco de aproximación A1 y el despegue de los pies en el final de la batida del tranco de salto (Clayton, 1989).

Para la posterior reconstrucción de las coordenadas 3D se utilizó un Sistema de Calibración del espacio de 4 x 3 x 2 m que se instaló en el campo de filmación durante el descanso entre la primera y segunda manga de la citada prueba. Para la obtención de las coordenadas 3D se aplicó la técnica DLT desarrollada por Abdel-Aziz y Karara (1971). Para el filtrado e interpolación se aplicaron funciones spline de quinto orden (Woltring, 1986) y un factor de suavizado determinado según el procedimiento de Craven y Wahba (1979). El error aleatorio introducido iguala 2 desviaciones típicas, obteniendo un error en los datos de 3 cm en las coordenadas de posición y de 0.5 ms^{-1} en la velocidad.

Para la determinación de las variables del caballo se ha partido del modelo mecánico 2D de Sprigings y Leach (1986), adaptado para la determinación del centro de gravedad 3D según procedimiento descrito por Vizcaino y Navarro (1998). En cuanto al jinete se ha utilizado el modelo de Clauser (1969).

Las variables que se describen, se expresan normalmente respecto a los siguientes tiempos característicos:

t1: llegada de la mano retrasada; corresponde al comienzo de la fase de apoyo de la batida de manos, tranco de aproximación A-1 (Clayton).

t2: llegada de la mano avanzada.

t3: despegue de la mano retrasada.

t4: despegue de la mano avanzada, final de la fase de impulso de la batida de manos del tranco A-1 y comienzo de la fase de suspensión.

t5: llegada del pie retrasado, primer apoyo que determina el comienzo de la batida de pies.

t6: llegada del pie avanzado, segundo apoyo de la batida de pies.

t7: despegue del último apoyo de pies, final de la batida y comienzo del vuelo del salto.

A partir de los resultados obtenidos en la variable “ángulo del corvejón” del caballo se ha determinado:

tc: instante en el que se produce la máxima flexión del corvejón que determina la separación entre las fases de amortiguación e impulso de la batida de pies.

Estos tiempos definen las siguientes fases de la batida del caballo de salto:

Batida de manos: intervalo **t1-t4**

Suspensión: intervalo **t4-t5**

Batida de pies, subdividida en:

Fase de amortiguación: intervalo **t5-tc**

Fase de impulso: intervalo **tc-t7**

Se determinó un Sistema de Referencia Inercial como un sistema fijo que depende del movimiento del caballo, con el eje X coincidiendo con la dirección del vector desplazamiento del centro de gravedad del caballo y el eje Z con la vertical.

Las variables medidas fueron:

- Posición relativa del jinete sobre el caballo medida a través de las diferencias entre las tres coordenadas de sus respectivos centros de gravedad (**Xjc**), (**Yjc**) y (**Zjc**).
- Posición del centro de gravedad del sistema (**Xs**), (**Ys**) y (**Zs**)

- Diferencias entre la velocidad del centro de gravedad de jinete y del caballo (**Vjcx**) y (**Vjcz**)
- Velocidad del centro de gravedad del sistema (**Vsx**) y (**Vsz**).
- Ángulo jinete – caballo (**Cab-j**)
- Ángulo de la cadera del jinete (**Cadj**)
- Ángulo de la rodilla del jinete (**Rodj**)
- Ángulo del corvejón del caballo. (**Corv**)

Los datos fueron tratados estadísticamente mediante análisis descriptivo, de correlación lineal y diferencias de medias.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La **posición** del jinete sobre el caballo determinada por la diferencia de medias en los siete tiempos característicos (Tabla 1), nos muestra, para la coordenada horizontal **Xjc** que el centro de gravedad del jinete se encuentra siempre por delante del caballo a partir de la llegada de la mano avanzada al suelo (t2). Las diferencias, muy significativas, en la coordenada vertical **Zjc**, nos confirman que, obviamente, el jinete está situado por encima del caballo a lo largo de toda la Batida, correspondiendo el valor máximo ($Zjc=0.85$, $sd=0.05$) al instante en el que se produce la máxima flexión del corvejón (tc) que precede a un descenso relativo durante la fase de impulsión de la batida de pies del caballo (tc-t7).

Los resultados obtenidos en la coordenada **Y**, en el caballo, jinete y sistema son concluyentes y demuestran que el movimiento, durante la Batida no presenta desplazamientos laterales ($p<0.05$).

Tabla1. Variables cinemáticas lineales. Posición relativa jinete caballo Xjc. Yjc, Zjc y posición del sistema Xs, Ys y Zs

Variable	Xjc (m)	Yjc (m)	Zjc (m)	Xs (m)	Ys (m)	Zs (m)
t1	0.11+ (0.04)	0	0.70+ (0.04)**	1.39- (0.28)	1.72+ (0.41)	0.94+ (0.04)
t2	0.17+ (0.04)*	0	0.64+ (0.03)**	0.88- (0.27)	1.74+ (0.41)	0.92+ (0.04)
t3	0.21+ (0.04)*	0	0.65+ (0.03)**	0.18- (0.25)	1.74+ (0.39)	1.09+ (0.04)
t4	0.20+ (0.04)*	0	0.74+ (0.04)**	0.21+ (0.26)	1.74+ (0.40)	1.17+ (0.05)
t5	0.19+ (0.04)*	0	0.76+ (0.03)**	0.32+ (0.29)	1.74+ (0.40)	1.19+ (0.05)
t6	0.18+ (0.04)*	0	0.79+ (0.05)**	0.44+ (0.27)	1.74+ (0.40)	1.21+ (0.05)
tc	0.18+ (0.05)*	0	0.85+ (0.05)**		1.74+ (0.40)	
t7	0.17+ (0.06)*	0	0.74+ (0.04)**	1.64+ (0.26)	1.73+ (0.41)	1.57+ (0.04)

* significativa ($p<0.05$)

** ($p=0$)

Los resultados obtenidos en las variables de **velocidad** (Tabla 2) del sistema nos indican una disminución de la velocidad horizontal que va desde 6.2 ms^{-1} al inicio de la batida de manos (t1) hasta 5.7 ms^{-1} al final de la batida de pies (t7). En dicho intervalo el incremento de la velocidad vertical se produce desde -1.1 ms^{-1} en t1, hasta los 2.8 ms^{-1} de t7. Teniendo en cuenta el error calculado para esta variable ($\pm 0.5 \text{ ms}^{-1}$), se puede deducir que la Batida del caballo, definida desde la llegada de las manos al suelo en el Tranco de Aproximación previo al salto hasta

el despegue de los pies del suelo, se caracteriza por una pequeña pérdida de la velocidad horizontal durante la batida de manos (t1-t4) y un incremento positivo en la velocidad vertical, que se produce en la batida de pies, incluso durante la fase de amortiguación (t5-tc).

El comportamiento del jinete sobre el caballo medido a través de las diferencias entre las respectivas velocidades, es especialmente significativo en la coordenada vertical **Vjcz** que ofrece los siguientes resultados:

- Durante la fase de toma de contacto de las manos en el suelo, en el comienzo de la batida de manos, la diferencia es negativa y determina el descenso relativo del centro de gravedad del jinete respecto del caballo ($p < 0.05$).
- A partir del despegue de la mano retrasada del suelo (t3) el jinete se eleva verticalmente sobre el caballo hasta el momento en el que el caballo va a iniciar la fase de impulso en la batida de pies (tc) ($p=0$). Sin embargo en tc, caballo y jinete presentan valores en la velocidad vertical que no difieren significativamente ($p < 0.05$).
- La fase de impulso (tc-t7) se caracteriza por una diferencia negativa que evidencia un descenso del centro de gravedad del jinete respecto al del caballo ($p=0$).

El análisis de las diferencias de velocidades horizontales de los centros de gravedad de jinete y caballo **Vjcx** ofrece los siguientes resultados:

- Durante la fase de toma de contacto de las manos en el suelo correspondiente a la batida de manos, el jinete se desplaza a mayor velocidad que el caballo hacia delante ($p < 0.05$).
- A partir de ese instante ,t3, el jinete tiende a perder velocidad horizontal, que es significativa ($p < 0.05$) especialmente en el despegue de la mano avanzada (t4) y la fase de suspensión (t4-t5)

Tabla 2.- Variables cinemáticas lineales. Diferencia de la velocidad jinete-caballo (Vjcx) y (Vjcz) y velocidad del sistema(Vsx) y (Vsz)

Variable	Vjcx	Vjcz	Vsx	Vsz
t1	0,6+ (0.6)*	0.9- (0.6)*	6.2+ (0.7)	1.1- (0.7)
t2	0,8+ (0.2)*	0,6- (0.4)*	6.0+ (0.4)	0.7+ (0.2)
t3	0,2- (0.3)	1,1+ (0.3)**	6.1+ (0.4)	1.5+ (0.2)
t4	0,4- (0.2)*	1,5+ (0.3)**	6.1+ (0.5)	1.1+ (0.3)
t5	0,3- (0.2)*	1,5+ (0.3)**	6.0+ (0.5)	1.0+ (0.3)
t6	0,2- (0.2)	1,3+ (0.4)**	5.9+ (0.5)	0.9+ (0.3)
tc	0,1- (0.3)	0,2+ (0.4)	5.7+ (0.4)	1.5+ (0.5)
t7	0,0 (0.5)	1,4- (0.5)**	5.7+ (0.7)	2.8+ (0.4)

* significativa ($p < 0.05$)

** ($p=0$)

Al analizar los resultados obtenidos en las variables angulares (Tabla 3) apreciamos que la diferencia negativa encontrada entre las velocidades lineales verticales de jinete y caballo en la última fase, esto es en la de impulso de la batida de pies, se corresponde con una rotunda extensión del corvejón del caballo, una flexión de la cadera del jinete, una flexión de la rodilla del jinete y una disminución del ángulo jinete-caballo, que se sitúa en el valor mínimo de los obtenidos (16.1° , $sd=6.0$).

Tabla 3.- Variables cinemáticas angulares. Corvejón caballo (Corv), cadera jinete (Cadj), rodilla jinete (Rodj) y ángulo jinete – caballo (Cab-j)

Variable	Corv (°)	Cadj (°)	Rodj (°)	Cab-j (°)
t1	131,8 (14,6)	102,2 (10,0)	111,6 (10,9)	82,1 (7,4)
t2	118,9 (10,6)	107,0 (9,2)	109,9 (10,9)	91,3 (5,8)*
t3	82,9 (8,0)	105,0 (10,2)	116,4 (9,7)*	74,5 (6,1)*
t4	116,7 (10,2)	103,1 (12,3)	128,9 (9,5)*	54,7 (8,2)*
t5	128,7 (8,1)	104,1 (12,3)	134,1 (9,8) *	49,3 (9,8)*
t6	131,6 (5,7)	105,3 (12,5)	139,0 (9,3)	44,2 (9,5)
tc	109,2 (7,9)**	112,2 (11,7)*	157,1 (8,8)*	29,3 (8,5)*
t7	162,5 (6,5)**	78,3 (12,8)*	128,2 (9,7)**	16,1 (6,0)*

* significativa (p<0.05)

** (p=0)

Aunque se comprueban diferencias significativas ($p < 0.05$) en el **ángulo del corvejón (Corv)** en la fase de batida de manos (t1-t4) y posterior fase de suspensión (t4-t5), estas no tienen efecto en la propulsión ni en el impulso del caballo, ya que los pies del caballo no toman contacto con el suelo hasta t5, a partir del cual se produce una flexión seguida de una rápida extensión, que corresponden y dan nombre a las dos fases de la batida de pies, fase de amortiguación y de impulso, respectivamente (Denoix,1989). Como cabía esperar la amplitud del movimiento de extensión del corvejón y la ganancia de velocidad vertical V_{sz} del sistema correlacionan ($cc=0.41$, $p < 0.05$).

Comportamiento parecido, pero a la inversa, se ha producido en la **cadera del jinete (Cadj)**, cuyos valores angulares no presentan variaciones significativas ($p < 0.05$) precisamente hasta el comienzo de la batida de pies, donde se produce una extensión durante la fase de amortiguación (t6-tc) seguida de una flexión en la fase de impulso (tc-t7). Las relaciones encontradas entre el movimiento de extensión de la cadera y la elevación del centro de gravedad del jinete ($cc=0.44$, $p < 0.05$) precisamente durante la fase de amortiguamiento de la batida de pies del caballo nos confirman en parte la hipótesis planteada, en relación con la “posición de alineamiento paralela” entre los ejes longitudinales del tronco de jinete y caballo en el instante previo al comienzo de la fase de impulso propiamente dicho.

Similar comportamiento se puede comprobar en los ángulos de la **rodilla del jinete (Rodj)** en las citadas fases, pero a diferencia de la cadera, la rodilla inicia su extensión desde que comienza el despegue de la mano retrasada del caballo (t3) en la fase final de la batida de manos, que no se detendrá hasta el comienzo de la fase de impulso de la batida de pies. No obstante la principal contribución de la extensión de la rodilla del jinete a la elevación de este sobre el caballo se produce durante toda la fase que va desde el despegue de las manos del caballo durante la batida de manos (t3) hasta el comienzo de la batida de pies (t5) donde se han encontrado relaciones entre la citada variable angular y la elevación del centro de gravedad del jinete ($cc=0.67$, $p < 0.0005$). Esta extensión de rodilla, previa a la de cadera, se interpreta como el comienzo del citado alineamiento del eje longitudinal del jinete con el del caballo.

El **ángulo jinete-caballo (Cabj)**, además de los valores ya comentados durante la batida de pies del caballo, se caracteriza por una constante y significativa ($p < 0.05$) disminución precisamente desde el comienzo del despegue de las manos del caballo (t3). Como era previsible, las variaciones de este ángulo están relacionadas con la extensión de la rodilla del jinete ($cc=0.39$,

$p < 0.05$) en el intervalo t3-t5 (batida de manos), y con la extensión de la cadera ($c = 0.44$, $p < 0.05$) en el correspondiente t5-tc. (fase de amortiguación) La posterior disminución de este ángulo en la fase de impulso correlaciona contundentemente con la flexión de la cadera del jinete (0.73, $p < 0.000$) y no así con la correspondiente flexión de rodilla ($p < 0.05$).

Tabla 4.- Cocientes entre la Velocidad vertical y horizontal de jinete y caballo. Ángulos de la velocidad con la horizontal

Variable	Vjz/Vjx	Ángulo vel. jinete	Vcz/Vcx	Ángulo vel. caballo
t1	-0.27 (0.06)	-14.6°	-0.15 (0.12)	-8.5°
t2	0.03 (0.06)	1.7°	0.14 (0.05)	8.0°
t3	0.40 (0.05)	21.8°	0.22 (0.04)	11.9°
t4	0.41 (0.06)	22.3°	0.14 (0.05)	8.0°
t5	0.39 (0.06)	20.8°	0.12 (0.06)	6.8°
t6	0.35 (0.06)	19.3°	0.12 (0.07)	6.3°
tc	0.26 (0.06)	14.1 ^{ndo}	0.22 (0.07)	12.4 ^{ndo}
t7	0.29 (0.07)	15.6°	0.54 (0.11)	28.4°

nd No difieren $p < 0.05$

La posición de alineamiento entre los ejes longitudinales de jinete y caballo en el instante de comienzo de la fase de impulso, que constituye nuestra principal hipótesis, queda confirmada por los resultados obtenidos al hallar los cocientes entre las velocidades verticales y horizontales en caballo y jinete (Tabla 4). Puede comprobarse como en -tc- los ángulos de la velocidad del jinete (14,1°) y del caballo (12,4°) no difieren.

El resto de los valores calculados si presentan diferencias para $p < 0.05$, incluso en t7, que, como ya se ha comentado, se obtiene el valor mínimo del ángulo jinete-caballo. Ya vimos que los valores hallados para la disminución de este ángulo durante la fase de impulso correlacionaban altamente con los valores de la cadera ($c = 0.73$, $p = 0$). Pues bien el ángulo de cadera vuelve a establecer correlaciones positivas con los valores del ángulo de la velocidad del jinete en -t7- ($c = 0.40$, $p < 0.05$), lo que confirma a esta articulación como el principal elemento utilizado por el jinete para acercarse al dorso del caballo durante el impulso. Si tenemos en cuenta además que el ángulo de la velocidad del jinete en el despegue (15,6°) es menor ($p < 0.05$) que la obtenida por el caballo (28,4°), es fácil comprender que estos últimos movimientos sitúan al jinete en una posición en la que su momento angular es del mismo signo que el generado por el caballo.

5 CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos la descripción de los movimientos del jinete sobre el caballo durante la Batida del Caballo en un salto vertical responde a las siguientes características:

- El centro de gravedad del jinete se encuentra por delante y por encima del centro de gravedad del caballo durante toda la Batida del Caballo.
- No se aprecian desplazamientos laterales entre caballo y jinete al ser prácticamente inexistentes en ambos.

- En el eje horizontal hacia el obstáculo (X) se aprecian desplazamientos del centro de gravedad del jinete respecto al caballo hacia delante únicamente durante la fase de apoyo de las manos en la batida de manos (t1-t2). A partir del momento en que comienza el despegue de la primera mano (t3) hasta la conclusión de toda la Batida (t7) es el caballo el que presenta desplazamientos hacia delante respecto al jinete, especialmente significativos durante toda la fase de suspensión (t4-t5).
- En el eje vertical (Z) ocurre todo lo contrario, esto es la diferencia negativa entre las velocidades de jinete y caballo en $-t1-t2-$, determina un descenso relativo del centro de gravedad del jinete respecto del caballo, mientras que las diferencias positivas a partir del despegue de la primera mano del suelo (t3) hasta el comienzo de la fase de impulso (tc), nos da idea de la rotunda elevación del centro de gravedad del jinete sobre el caballo en estas fases. Sin embargo un nuevo descenso se produce durante la fase de impulso (tc-t7) como demuestra la pérdida de velocidad en dicho intervalo.
- Desde la llegada al suelo de la mano avanzada (t2) hasta el final de la Batida del caballo, el ángulo formado entre el eje del tronco del jinete y el eje del tronco del caballo disminuye, esto es el tronco del jinete se acerca de forma continua al dorso del caballo.
- Dicha disminución en el ángulo jinete-caballo se consigue gracias a la extensión de rodillas del jinete durante el despegue de las manos del caballo en la batida de manos, fase de suspensión y fase de amortiguamiento, a la que se une la extensión de la cadera en esta última fase. Con ello jinete y caballo se encuentran con los ejes paralelos en el momento de iniciar el impulso.
- En la fase de impulso, caracterizada por una extensión de los corvejones del caballo, las rodillas y caderas del jinete se flexionan, sin embargo es la flexión de cadera la que determina la disminución del ángulo jinete-caballo en esta fase, y la disminución del ángulo de la velocidad de despegue del centro de gravedad del jinete, permitiendo así que el momento angular del jinete durante el vuelo sea del mismo sentido que el del caballo durante el vuelo de franqueo del obstáculo.

6 BIBLIOGRAFÍA

1. 1.- Abdel-Aziz, Y L., and Karara. H.M. (1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close range photogrammetry. In ASP Symposium on close range photogrammetry., Ed. Arn. Soc. of Photogrammetry. ASP Falls Church, 1-18.
2. Barrey, E. And Galloux, P. (1996). Investigation of the equine jumping technique by accelerometry. III Intern. Workshop on Animal Locomotion. ENE Saumur (abstract).
3. Barrey, E. And Galloux, P. (1997) Technique d'appel du cheval de saut d'obstacles. EquAthlon. 29: 12-15.
4. Bogert, A.J. van den. (1993). Kinematics of the hind limb in elite show jumping horses. Second (AESM) fut. Workshop on Animal Locomotion (SIWAL). Pala Mesa. California (abstract).
5. Bogert, A.J. van den., Jansen M.O., Deuel, N.R. (1994) Kinematics of the hind limb push off in elite show jumping horses. Equine Vet. J. 18: 43-49.
6. Chambry, P. (1980). La Equitación: Técnica, Entrenamiento y Competición. Ed. Hispano Europea. Barcelona.

7. Clayton, H.M., and Barlow, DA (1989). The effect of fence height and width on the limb placements of show jumping horses. *J. Equine Vet. Sci.* 9: 179-185.
8. Clayton, H.M. (1989). Terminology for the description of equine jumping kinematics. *Equine Sports Med.* 9: 341-348.
9. Clayton H.M. (1990). Kinematics on equine jumping. *The Equine Athlete* 3: 17-20.
10. Clayton, H.M., and Barlow, DA (1991). Stride Characteristics of Four Grand Prix Jumping Horses. *Equine Exercise Physio.*3:151-157.
11. Clayton, H.M., Colborne, G.R. and Burns, Th.(1995) Kinematic analysis of successful and unsuccessful attempts to clear a water jump. *Equine Vet. J. Suppl.* 18(1995): 166-169.
12. Clauser, C.E., McConville, J T., Young, J.W. (1969). Weight, volume, and center of mass of segment of the human body. NTIS. Springfield.
13. Denoix, J.M. (1989). Etudes biomecaniques chez te cheval athlete. *Rec. M,d. Vet.* 165: 107-115.
14. Deuel, NR and Park, J. (1991). Kinematic Analysis of Jumping Sequences of Olympic Show Jumping Horses. *Equine Exerc. Physio.* 3: 158-166.
15. Fuss, F.K. and Fuss, A.H. (1998) Biomechanics of horse jumping. *Proceedings I.*
16. XVI Intern. Symp. On Biomechanics in Sports 1998. Harmut J. Riehle and Manfred M. Vieten Editors.
17. Galloux, P. And Barrey, E. (1996) Components of the total kinetic moment in jumping horses. III Intern. Workshop on Animal Locomotion. ENE Saumur (abstract).
18. Leach, D.H., Ormrod, K, and Clayton, H.M. (1984). Standardized terminology for the description and analysis in equine locomotion. *Equine Vet. J.* 16:522-528.
19. Leach, D.H., Ormrod, K, and Clayton, H.M.(1984). Stride characteristics of horses competing in Grand Prix jumping. *Am. J. Vet. Res.* 45:888-892.
20. Rofers, C.W.W. and Davies A.S. (1996) The use two cmara dimensional technique for analysis of equine kinematic field data. III Intern. Workshop on Animal Locomotion. ENE Saumur (abstract).
21. Springs, E., and Leach, D.H. (1980). Standardised technique for determining the center of gravity of body and limb segments of horses. *Arn. Vet. J* 18:43-49.