

## Las claves técnicas del Drag-flick

### *Technical aspects of the Drag-flick*

López de Subijana, C.<sup>1</sup>, De Antonio, R.<sup>1</sup>, Juárez, D.<sup>1</sup>, Navarro, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Biomecánica del Deporte, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del deporte. Universidad Politécnica de Madrid.

Dirección de contacto

Cristina López de Subijana: [c.lopezdesubijana@upm.es](mailto:c.lopezdesubijana@upm.es)

Fecha de recepción: 1 de diciembre de 2009

Fecha de aceptación: 15 de junio de 2010

#### RESUMEN

El penalti córner es una de las jugadas más importantes en el hockey hierba. El drag-flick es la técnica de golpeo más eficaz en las jugadas de penalti córner (McLaughlin, 1997). Los objetivos del presente estudio fueron el describir los parámetros cinemáticos del drag-flick en jugadores de nivel internacional y analizar las diferencias intergénero. La muestra fueron trece sujetos, un modelo, seis hombres y seis mujeres. El sistema de captura automático VICON registró 20 lanzamientos de cada jugador con una frecuencia de muestreo de 250 Hz. Los parámetros dinámicos se adquirieron mediante una plataforma Dinascan IBV. Las velocidades máximas de las caderas, hombros, grip y cabeza del stick fueron superiores ( $p < 0.01$ ) en el modelo que en ambos grupos de género. La distancia relativa del doble apoyo final fue inferior ( $p < 0.01$ ) en el grupo de las mujeres. Las Fuerzas ejercidas por el ultimo apoyo relativas al peso del jugador fueron superiores ( $p < 0.01$ ) en el modelo que en ambos grupos de género. Mediante la comparación estadística del modelo con ambos grupos de género se han podido determinar las claves de este gesto técnico, siendo necesario un amplio doble apoyo final, un movimiento explosivo de caderas y hombros, y finalmente un movimiento hacia atrás del stick antes de aplicarle su aceleración final.

Palabras clave: biomecánica, drag-flick, dinámica, hockey hierba.

#### ABSTRACT

The penalty corner is one of the most important goal plays in field hockey. The drag-flick is more efficient than other techniques when playing a penalty corner. The aims of this study were to describe the kinematics and dynamics of international field hockey players during the drag-flick and to analyse gender differences. Thirteen participants, one male drag-flicker, six males and six females participated in the study. VICON optoelectronic system measured the

kinematic parameters from the drag-flick with six cameras sampling at 250 Hz. Dynamical parameters were taken from a Dinascan force platform which registered the last support of the front foot. Twenty trials were captured from each subject. Ball velocities and maximum hips, shoulder, grip and end of the shaft velocities were higher ( $p < 0.01$ ) at the drag-flicker than at both gender groups. Relative stance width was lower ( $p < 0.01$ ) at women group. Forces relative to the body weight were higher ( $p < 0.01$ ) in the drag-flicker than in both gender groups. Comparing with the drag-flicker we have found the cues of the skill, being necessary a wide stance, a clockwise rotated hip position at the double foot contact, an explosive movement of hips, shoulders and a backward movement of the end of the shaft before its final acceleration phase.

Keywords: biomecánica, drag-flick, dinámica, hockey hierba.

## INTRODUCCIÓN

El penalti córner es una de las situaciones de juego más importantes en el hockey hierba (Vizcaya, Fernández y Martín, 1999; Laird y Sunderland, 2003; Piñeiro, 2008). Estudios previos sugieren que un tercio de los goles provienen de esta situación táctica (Vizcaya et al., 1999; Pérez y Álvarez, 2002). Existen numerosas formas de golpeo en hockey (Push, Flick, hit slap-shot, lift, push-in), siendo el drag-flick una técnica que se compone de arrastre de la bola (drag) hasta que el jugador la eleva en el aire (Flick). La técnica del drag-flick es de 1.4 a 2.7 veces más eficaz que los hits o los push a la hora de lanzar a portería tras un saque de penalty-corner (McLaughlin, 1997; Piñeiro, Sampedro y Refoyo, 2007; Yusoff, Hasan y Wilson, 2008).

Existen estudios previos relativos a los diferentes golpes en hockey hierba (Chivers y Elliot, 1987; Kerr y Ness, 2006; Brétigny et al., 2008) pero solo dos analizan el drag-flick (McLaughlin, 1997; Yusoff et al., 2008). Su objeto de estudio fue el analizar las variables cinemáticas en relación al nivel de experiencia de los jugadores.

McLaughlin (1997) indicó que en el drag-flick se producían rotaciones consecutivas en las caderas, hombros, brazos y el stick. En cambio Kerr y Ness (2006) en su estudio del push-in encontraron que dicho movimiento se basaba en una combinación de rotaciones simultáneas y secuenciales de los diferentes segmentos. Las mayores contribuciones a la velocidad de la bola fueron: la distancia del doble apoyo, la distancia de la bola al comienzo del doble apoyo y las velocidades angulares de las caderas y hombros en el despegue de la bola (McLaughlin, 1997; Kerr y Ness, 2006).

Hasta la fecha no existe ningún estudio de los parámetros dinámicos del drag-flick ni tampoco con un tratamiento estadístico de las variables estudiadas en jugadores de alto nivel.

Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron:

- (i) Describir los parámetros cinemáticos y dinámicos del drag-flick en jugadores de nivel internacional y
- (ii) analizar las diferencias entre el modelo y los grupos de género con el fin de poder aportar las claves desde el punto de vista técnico.

## MÉTODO

Trece sujetos, un lanzador (36 años; 66.5 kg.; 170 cm; 29 años de experiencia), 6 hombres ( $19.8 \pm 0.95$  años;  $70.4 \pm 9.7$  kg.;  $175.5 \pm 6.6$  cm;  $7.3 \pm 3.08$  años de experiencia) y 6 mujeres ( $20 \pm 3.46$  años;  $61.3 \pm 6.4$  kg.;  $165.4 \pm 0.5$  cm;  $10.3 \pm 3.01$  años de experiencia), participaron en el estudio. Todos eran jugadores de hockey hierba de nivel internacional. Los sujetos aportaron su consentimiento informado antes de participar en el estudio.

Los test se realizaron en el Laboratorio de Biomecánica Deportiva de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Politécnica de Madrid. Los parámetros cinemáticos se registraron mediante el sistema de captura automática VICON con 6 cámaras a 250 Hz. El espacio experimental fue un área de 5 m de largo y 2.5 m de ancho. La calibración estática y dinámica reflejó un error menor de 2 cm y una reproductividad estática del 4%. Se colocaron 42 marcadores reflectantes (39 en el cuerpo y 3 en el stick) de un diámetro de 14 mm. Fueron colocados siguiendo las recomendaciones del Manual de Vicon (Vicon, 2002). En el stick se colocaron marcadores al comienzo del grip, en la curva interior de la cabeza del stick y en el final de la cabeza del stick. Los sujetos vestían ropa elástica deportiva. Los datos se filtraron utilizando funciones Quintic Spline con el método Cross

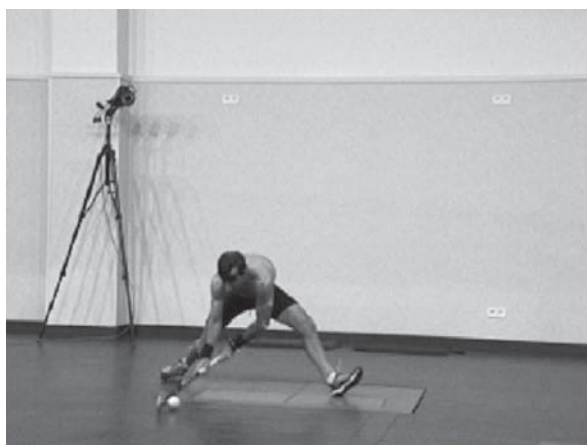
Generalized Validation de Woltring para el cálculo del factor de suavizado.

Los datos dinámicos fueron obtenidos a 250 Hz desde una plataforma de fuerzas Dinascan IBV (60 cm x 35 cm) a nivel del suelo y a 4 m de la línea de salida del jugador. Los datos fueron filtrados mediante paso bajo a 50 Hz.

La velocidad de la bola se calculó mediante fotogrametría 3D al aplicar el algoritmo DLT (Direct Linear Transformation) de Abdel Aziz & Arara (1971), tras digitalizar la imagen de dos cámaras de video colocadas a 90°. Las cámaras estaban conectadas y grabaron a 50 Hz.

El procedimiento consistió en realizar una sesión de captura tras un calentamiento específico. Se solicitó a los jugadores que realizaran el gesto a su velocidad natural. En el caso en el que el jugador sobrepasara con su pie delantero la plataforma, el golpeo era rechazado (Figura 1). Se capturaron y analizaron veinte drag-flick con apoyo en la plataforma de cada uno de ellos. La bola se colocó a 1.5 - 2 m del centro del espacio de calibración. Se registró desde el apoyo del pie frontal hasta varios fotogramas tras la máxima velocidad en la cabeza del stick.

Se midieron las velocidades de la bola en la salida, y las velocidades máximas de la cadera derecha, el hombro derecho, el grip y la cabeza del stick (m/s). Se midió la velocidad angular relativa mediante la diferencia entre el grip y la cabeza del stick (m/s), teniendo en cuenta que la distancia entre ambos puntos es constante, esta velocidad es proporcional a la velocidad angular del stick.



**Figura 1. Comienzo de la fase de aceleración con el doble apoyo final (t1).**

El drag-flick fue dividido en los siguientes eventos (s): t1 contacto del pie delantero, se consideró el tiempo

po 0 s; t2 velocidad máxima de la cadera derecha; t3 velocidad máxima del hombro derecho; t4 salida de la bola; t5 velocidad máxima del grip y t6 velocidad máxima de la cabeza del stick.

También se midieron la distancia del último paso (m), la distancia de drag-flick (m) y la distancia del pie frontal a la bola en el t1 o doble apoyo final (m). Estos parámetros fueron calculados relativos a la altura del jugador. Se consideraron la duración total del drag-flick (s) y la velocidad media del drag-flick (m/s).

La flexión de rodilla calculada se refiere a la pierna delantera. En las plataformas se registraron la fuerza máxima (N) ejercida por el pie delantero, así como sus tres componentes Fx, Fy and Fz. También fueron calculadas estas fuerzas relativas al peso del jugador.

El análisis estadístico fue realizado utilizando el software SPSS v.16 (SPSS Inc., Chicago IL). Para calcular las diferencias entre las velocidades de salida de la bola se aplicó una ANOVA. Para el análisis de la varianza de los diferentes parámetros se utilizó una ANOVA de medidas repetidas de dos factores (grupo: modelo, hombres y mujeres y variable). Todos los análisis se llevaron a cabo cuando la asunción de esfericidad no fue violada. Cuando  $\epsilon$  era menor de 1.0 se utilizó la corrección de Geisser/Greenhouse para ajustar los grados de libertad (Thomas & Nelson, 2001). Se fijó un nivel de significación de  $p < 0.05$ . Este nivel fue ajustado con las correcciones de Bonferroni. Los análisis Post-hoc se aplicaron utilizando los test de Scheffé.

## RESULTADOS

La velocidad de salida de la bola fue superior ( $p < 0.01$ ) en el modelo ( $25.4 \pm 1.3$  m/s) que en el grupo de hombres ( $21.9 \pm 1.7$  m/s) y mujeres ( $17.9 \pm 1.7$  m/s). Las velocidades máximas de la cadera derecha, hombro derecho, grip y cabeza del stick mostraron la secuencia cinemática existente. (Tabla 1).

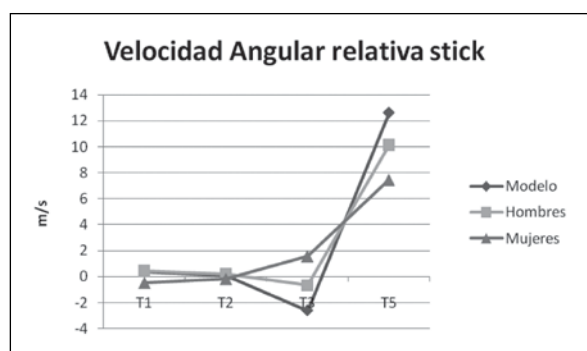
**Tabla 1: Media y desviación estándar de las velocidades máximas de la cadera derecha (t2), hombro derecho (t3), grip (t5) y cabeza del stick (t6) en m/s**

Velocidades Máximas (m/s)	Modelo	Hombres	Mujeres
Cadera Derecha	$5.1 \pm 0.5$	$4.5 \pm 0.6^{**}$	$3.8 \pm 0.6^{**}$
Hombro Derecho	$6.1 \pm 0.2$	$6.4 \pm 0.7$	$5.1 \pm 0.5^{**}$
Grip	$17.9 \pm 0.5$	$15.3 \pm 1.4^{**}$	$11.9 \pm 1.4^{**}$
Cabeza del stick	$30.5 \pm 1.0$	$25.5 \pm 2.1^{**}$	$19.4 \pm 2.6^{**}$

\*\* Diferencias significativas  $p < 0.01$  con el modelo.

El modelo alcanzó 5.1 m/s, en la cadera derecha, 6.1 m/s en el hombro derecho, 17.9 m/s en el grip y 30.5 m/s en la cabeza del stick. La velocidades registradas en

los dos grupos de género fueron inferiores ( $p < 0.01$ ) salvo en el hombro derecho de los hombres.



**Figura 2. Evolución de la velocidad relativa del palo en m/s.**

La diferencia entre la velocidad en la cabeza del stick y el grip mostró la velocidad angular relativa (Figura 2). En t6 esta velocidad fue de  $12.6 \pm 0.6$  m/s en el modelo, siendo superior ( $p < 0.01$ ) a los hombres ( $10.3 \pm 1.5$  m/s) y a las mujeres ( $7.6 \pm 1.46$  m/s). El valor positivo de este valor significa que el movimiento del stick se produce en sentido contrario a las agujas del reloj (hacia delante). La evolución en el tiempo de la velocidad angular relativa mostró valores negativos en t3 en el modelo y en los hombres, mientras que las mujeres se mantuvieron positivas. Un valor negativo significa un movimiento del stick a favor de las agujas del reloj (hacia atrás).

La tabla 2 muestra los instantes de los momentos claves del drag-flick. Tienen lugar en el siguiente orden: t1 doble apoyo final, t2 máxima velocidad de la cadera derecha, t3 máxima velocidad del hombro derecho, t4 despegue de la bola, t5-t6 máxima velocidad en el stick (grip y cabeza del stick). La secuencia mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre todos los tiempos menos entre t4 y t5 y entre t5 y t6.

**Tabla 2. Media y desviación standard de los instantes t2, t3, t4, t5 y t6 en s siendo 0 el comienzo del doble apoyo final.**

Instantes (s)	Modelo	Hombres	Mujeres
T2	$0.022 \pm 0.02^*$	$0.032 \pm 0.02^*$	$0.043 \pm 0.02^*$
T3	$0.097 \pm 0.01^*$	$0.133 \pm 0.02^*$	$0.128 \pm 0.05^*$
T4	$0.163 \pm 0.01^*$	$0.216 \pm 0.03^*$	$0.204 \pm 0.06^*$
T5	$0.176 \pm 0.07$	$0.221 \pm 0.03$	$0.204 \pm 0.06$
T6	$0.172 \pm 0.06$	$0.221 \pm 0.03$	$0.204 \pm 0.06$

\* Diferencias significativas  $p < 0.05$  entre dicho instante y el siguiente.

La distancia del doble paso final fue similar en el modelo ( $1.49 \pm 0.04$  m) y los hombres ( $1.55 \pm 0.09$  m), mientras que las mujeres alcanzaron una distancia inferior ( $1.32 \pm 0.08$  m). En el análisis de dicha distancia relativa a la altura del jugador, las mujeres ( $80.05 \pm 4.29$  %) mostraron diferencias ( $p < 0.01$ ) respecto al modelo ( $87.82 \pm 2.5$  %) y al grupo de hombres ( $88.31 \pm 5.18$  %). En la distancia del pie adelantado a la bola en el instante de doble apoyo final, t1, no se encontraron diferencias significativas entre el modelo ( $1.0 \pm 0.06$  m), los hombres ( $1.23 \pm 0.24$  m) y las mujeres ( $0.93 \pm 0.18$  m).

La distancia del drag-flick fue superior en el grupo de los hombres ( $2.42 \pm 0.31$  m), que en el modelo ( $2.0 \pm 0.06$  m) y en las mujeres ( $1.70 \pm 0.38$  m). Esta diferencia resultó significativa ( $p < 0.05$ ) al comparar la distancia del drag-flick relativa a la altura del jugador en el modelo ( $1.18 \pm 0.03$  m) y los hombres ( $1.38 \pm 0.03$  m) y las mujeres ( $1.03 \pm 0.22$  m). La duración total del drag-flick fue similar en ambos grupos de género, ( $0.22 \pm 0.03$  s en hombres y  $0.20 \pm 0.06$  s en mujeres) mientras que el modelo empleó menos tiempo ( $p < 0.05$ ) en realizar el movimiento ( $0.17 \pm 0.01$  s). La velocidad media registrada en el modelo ( $11.63 \pm 0.42$  m/s) fue superior ( $p < 0.01$ ) a la del grupo de hombres ( $10.96 \pm 0.62$  m/s) o de mujeres ( $8.57 \pm 0.92$  m/s).

Las fuerzas máximas registradas se muestran en la tabla 3. El modelo alcanzó fuerzas superiores, tanto en los tres ejes como en su vector resultante, en comparación con ambos grupos de género. Estas diferencias fueron significativas en Fx ( $p < 0.05$ ), Fy ( $p < 0.01$ ) y Fz de las mujeres ( $p < 0.01$ ). En las fuerzas relativas al peso del jugador, estas diferencias fueron significativas ( $p < 0.01$ ) en todos los parámetros.

La flexión de rodilla mostró un rango de movimiento menor en el modelo (de  $165.0 \pm 1.7^\circ$  a  $131.2 \pm 2.2^\circ$ ) que en los hombres (de  $156.1 \pm 7.6^\circ$  a  $114.1 \pm 10.9^\circ$ ) y que en el grupo de mujeres (de  $154.7 \pm 6.6$  a  $109.6 \pm 17.9^\circ$ ). Los ángulos registrados fueron significativamente ( $p < 0.01$ ) superiores en el modelo.

**Tabla 3: Media y desviación estandar de las fuerzas máximas (N) y las fuerzas relativas al peso del jugador.**

Maximum Forces (N) and Relative Maximum Forces	Modelo	Hombres	Mujeres
Fx	$941.4 \pm 47.2$	$749.7 \pm 168.9^*$	$523.9 \pm 119.9^*$
Fy	$352.3 \pm 38.1$	$263.7 \pm 80.9^{**}$	$240.3 \pm 67.5^{**}$
Fz	$1437.7 \pm 42.1$	$1330.3 \pm 199.9$	$966.7 \pm 149.5^{**}$
F	$1752.4 \pm 56.0$	$1554.3 \pm 245.8^*$	$1129.3 \pm 180.5^{**}$
RFx	$1.449 \pm 0.07$	$1.095 \pm 0.24^{**}$	$0.854 \pm 0.22^{**}$
RFy	$0.542 \pm 0.06$	$0.381 \pm 0.09^{**}$	$0.400 \pm 0.14^{**}$
RFz	$2.208 \pm 0.07$	$1.938 \pm 0.24^{**}$	$1.570 \pm 0.31^{**}$
RF	$2.698 \pm 0.09$	$2.265 \pm 0.31^{**}$	$1.838 \pm 0.37^{**}$

\* Diferencias significativas con el modelo a  $p < 0.05$  y \*\* a  $p < 0.01$ .

## DISCUSIÓN

Los parámetros cinemáticos y dinámicos estudiados muestran como en el grupo de las mujeres existe una falta de dominio de este gesto técnico. El modelo y el grupo de hombres obtuvieron parámetros similares, pero las diferencias se hicieron más evidentes en el grupo de mujeres.

Las velocidades de la bola alcanzadas por esta muestra son superiores a los 19.1-21.9 m/s registradas en McLaughlin (1997) y los 19.6-27.8 m/s en Yusoff et al., (2008). McLaughlin (1997) comparó un modelo de nivel internacional con jugadores de nivel regional, mientras que Yusoff et al. (2008) registraron diecinueve golpes en total ejecutados por cinco jugadores de nivel internacional durante la 10ª Copa del Mundo celebrada en el año 2002. La muestra de este estudio son todo jugadores de nivel internacional, por ello los valores se asemejan a los de Yusoff et al., (2008).

La secuencia de movimientos mostrada tras el doble apoyo final, ocurría en primer lugar, la velocidad máxima de la cadera derecha, seguida por la velocidad máxima del hombro derecho, luego el despegue de la bola y casi seguido a este instante el stick lograba su velocidad máxima primero en el grip y posteriormente en la cabeza del stick. Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre todos los tiempos, salvo entre  $t_4$  y  $t_5$ , y  $t_5$  y  $t_6$ , es decir, desde el despegue de la bola hasta los máximos del stick. Pese a que todos los jugadores mostraron esta secuencia de movimientos y que el despegue de la bola ocurría antes de los máximos en el stick, dicha diferencia temporal no fue significativa. Este hecho puede ser debido al corto intervalo de tiempo entre dichos instantes: 0.09 s en el modelo, 0.05 s en el grupo de hombres y 0 s en el de mujeres. Tanto McLaughlin (1997) como Yusoff et al., (2008) mostraron una secuencia de velocidades máximas antes del despegue de la bola, presumimos que no consideraron el tomar parámetros cinemáticos tras el despegue. Siguiendo las aclaraciones de Kerr y Ness (2006), el hecho de que aparezcan velocidades máximas en el stick tras el despegue de la bola resulta razonable como resultado del decrecimiento que se produce al disminuir la acción de la palanca distal, debido a la desaparición de la fricción y a disminución del momento de inercia. Es decir que en este gesto técnico el despegue se produce con el stick en el aire, sin fricción con el suelo, y por otra parte al desaparecer el contacto con la bola, se produce una aceleración en dicho extremo distal.

En las mujeres se producían tanto la acción de rotación de las caderas y como de los hombros de forma más tardía en comparación con el modelo o con el grupo de hombres. Esta diferencia puede ser la causante de que las mujeres alcancen una velocidad de bola me-

nor que el resto de la muestra. Los valores alcanzados en la cabeza del stick por este grupo (19.4 m/s) son similares al jugador modelo (18.4 m/s) de McLaughlin (1997) e inferiores (21.2-24.2 m/s) a los del estudio de Yusoff et al., (2008). Tanto el modelo como el grupo de hombres alcanzaron velocidades en la cabeza del stick (30.5 y 25.5 m/s) superiores a dichos estudios previos. Probablemente en situación de competición la precisión toma una mayor relevancia disminuyendo la velocidad, en comparación con una situación de laboratorio como el presente estudio.

La velocidad relativa del stick también fue inferior en las mujeres ( $p < 0.01$ ) que en el resto de la muestra. En el instante  $t_6$  las mujeres lograron un 40 % menos de velocidad angular relativa que el modelo y un 19 % menos que los hombres. Los valores negativos encontrados en el instante  $t_3$  tanto en el jugador modelo (-2.6 m/s) como en el grupo de hombres (-0.7 m/s) podrían entenderse como que antes de acelerar el stick en un sentido hacia delante se produce un movimiento hacia atrás con el fin de conseguir una mayor velocidad en el arrastre. Este movimiento se conoce como "efecto látigo". En cambio, en las mujeres estos valores fueron siempre positivos, por lo que las mujeres no aplicaban este movimiento previo sino que realizaban un empuje a lo largo del movimiento.

La distancia encontrada el doble apoyo final fue similar a McLaughlin (1997) e inferior a los 1.55 y 1.82 m de Yusoff et al., (2008). Se hallaron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre la distancia del doble apoyo final relativa entre el modelo y ambos grupos de género. La distancia entre el pie adelantado y la bola al comienzo de la fase de aceleración ( $t_1$ ) en esta muestra fue superior al grupo (0.73 m) y el modelo (0.81 m) de (McLaughlin, 1997). Los valores de grupo de los hombres en este parámetro son similares a los 1.01- 1.66 m de Yusoff et al., (2008). La distancia de drag-flick fue superior a McLaughlin (1997) (1.36 m y 1.47 m) y similar a Yusoff et al., (2008) (1.65 - 2.24 m). Estos resultados muestran la evolución de este gesto técnico en la última década. El modelo mostró una distancia relativa del drag-flick superior ( $p < 0.05$ ) al grupo de las mujeres e inferior ( $p < 0.01$ ) al grupo de los hombres. Consideramos más adecuado el utilizar valores relativos en la valoración del gesto puesto que los valores absolutos dependen de las características antropométricas de cada jugador.

El modelo empleó tiempos similares a los estudios previos de Mc Laughlin (1997) de 0.12-0.14 s. y de Yusoff et al., (2008) de 0.13-0.18 s, mientras que ambos grupos de género emplearon más tiempo en la ejecución de la fase de aceleración del gesto técnico. La velocidad media del drag-flick de la presente muestra es similar a los 9.7 m/s del estudio de McLaughlin

(1997) pero inferior a los 12.8-19.8 m/s de Yusoff et al., (2008).

Por último, podemos destacar como el modelo logró fuerzas en el pie delantero superiores a ambos grupos de género. Este hecho era más evidente en la comparación de las fuerzas relativas al peso. Chivers y Elliott (1987) midieron un ángulo de 150° en el impacto del hit o golpeo directo en la rodilla de la pierna adelantada. Nuestros datos muestran una rodilla más flexionada debido al tipo de técnica. En el hit el jugador realiza una amplia preparación, mientras que en el drag-flick, determinado por las normas del juego, para desarrollar una mayor aceleración en el arrastre, el jugador amplía su base de sustentación al tiempo que baja el centro de gravedad.

El modelo mostró un menor rango de movimiento en su rodilla delantera ( $33.5 \pm 2.7^\circ$ ) que ambos grupos de género ( $41.8 \pm 6.7^\circ$  hombres y  $45.2 \pm 18.1^\circ$  mujeres). Esta diferencia fue significativa en la comparativa

con el grupo de mujeres ( $p < 0.05$ ). Este dato podría indicar que como resultado de la fuerza creada en el último apoyo el modelo tiene una mayor fuerza en contracción excéntrica que los otros jugadores.

## CONCLUSIONES

En base a este estudio, se pueden hacer recomendaciones a aquellos entrenadores que entrenen a jugadores de este puesto específico: lanzadores del penalty-corner que utilizan el drag-flick como técnica preferida. El primero sería resaltar la distancia del último doble apoyo, y el segundo sería el focalizarse en el efecto látigo del stick previo a su aceleración final.

Por último, se propone para futuras investigaciones el realizar estudios experimentales con las recomendaciones obtenidas en el presente trabajo, con el fin de valorar su efecto sobre el rendimiento del jugador en este tipo de golpeo, fundamental para el resultado final del partido.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abdel-Aziz, Y. I., & Karara, H. M. (1971). Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close range photogrammetry. *Paper presented at the ASP Symposium on close range photogrammetry*, Fall Church.
- Bartlett, R. M., & Best, R. J. (1988). The biomechanics of javelin throwing: a review. *Journal of Sport Sciences*, 6 (1), 1-38.
- Brétagney, P., Seifert, L., Leroy, D., & Chollet, D. (2008). Upper-Limb Kinematics and Coordination of Short Grip and Classic Drives in Field Hockey. *Journal of Applied Biomechanics*, 24 (3), 215-223.
- Chivers, L., & Elliott, B. (1987). The penalty corner in field hockey. *Excel*, 4(1), 5-8.
- International Hockey Federation. (2009). *Rules of hockey from 1<sup>st</sup> May 2009*. World Hockey. Lausanne: I.H.F.
- Kerr, R., & Ness, K. (2006). Kinematics of the Field Hockey Penalty Corner Push-in. *Sports Biomechanics*, 5 (1), 47-61.
- Laird, P., & Sutherland, P. (2003). Penalty corners in Field Hockey: A guide to success. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 3 (1), 19-26.
- McLaughlin, P. (1997). *Three-dimensional biomechanical analysis of the hockey drag flick: full report*. Belconnen, A.C.T. Australia: Australian Sports Commission.
- Mero, A., Komi, P. V., Korjus, T., Gregor, R. J., & Navarro, E. (1994). Body segment contribution to javelin throwing during final thrust phases. *Journal of Applied Biomechanics*, (10), 166-177.
- Piñeiro, R. (2008). *Observación y análisis de la acción de gol en hockey hierba*. Sevilla: Wanceulen.
- Piñeiro, R., Sampedro, J., & Refoyo, I. (2007). Differences between international men's and women's teams in the strategic action of the penalty corner in field hockey. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7 (3), 67-83.
- Putnam, C. A. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: description and explanations. *Journal of Biomechanics*, 26, 125-135.
- Thomas, J. R., & Nelson, J. K. (2001). *Research methods in physical activity*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Vicon (2003). *Vicon user Manual*. UK: Oxford Metrics.
- Yusoff, S., Hasan, N & Wilson, B. (2008). I, I.(35-43). (2008). Three-dimensional biomechanical analysis of the hockey drag flick performed in competition. *ISN Bulletin, National Sport Institute of Malaysia*, 1 (1), 35-43.