

EFECTO DE LA SUPERFICIE DE CONTACTO SOBRE LOS FACTORES BIOMECÁNICOS EN EL GOLPEO DE FÚTBOL

EFFECT OF CONTACT SURFACE ON BIOMECHANICS FACTORS IN THE FOOTBALL KICK

RESUMEN

El objetivo general del presente estudio es el análisis e identificación de los parámetros biomecánicos discriminativos entre el golpeo con el interior del pie y el realizado con el dorso-interior. Para ello se han utilizado técnicas cinematográficas tridimensionales (3D), las cuales nos han permitido cuantificar ciertos factores que inciden en la técnica del golpeo de fútbol con trayectoria frontal del balón. Se han utilizado dieciocho jugadores de fútbol pertenecientes a equipos universitarios, con una talla media de 1,74 m ($\pm 0,043$ m) y un peso de 71,88 Kg ($\pm 5,69$ Kg). A cada uno de ellos se le filmó un total de cuatro golpeos de balón, dos de ellos con el dorso-interior del pie y otros dos con el interior. Para su análisis se seleccionó el golpeo donde se había conseguido una mayor velocidad de salida del balón para cada jugador y superficie de contacto. En general, se han encontrado diferencias significativas importantes en la velocidad tangencial del pie de golpeo en el instante de tomar contacto con el balón ($p < .001$), distancia comprendida entre el CG y el talón del pie de golpeo, en el instante de tomar contacto con el balón ($p < .001$) y en la distancia comprendida entre la perpendicular del CG y el talón del pie de apoyo en el instante de tomar contacto con el suelo ($p < 0,001$). Los datos han puesto de manifiesto que existen diferencias en la secuencia de participación segmentaria, confirmando la teoría general de las cadenas cinéticas implicadas en los golpeos, realizándose dicha acción de forma más simultánea cuando el golpeo se realiza con el interior del pie. Aunque con diferente secuencia temporal, en los dos casos se ha encontrado una gran participación de las caderas en rotación a través del eje vertical, lo que nos confirma la importancia que tienen los músculos rotadores del tronco para un jugador de fútbol.

Palabras clave: Biomecánica. Fútbol. Golpeo.

SUMMARY

The general aim of the present study is the analysis and identification of the discriminatory biomechanics parameters for the kick performed using the inside of the foot and for the kick using the inner instep. Three-dimensional (3D) filming techniques were used to measure those factors affecting the technique used in kicking a football forward. Eighteen university football players participated in the present study, with an average height of 1.74 m (± 0.043 m) and an average weight of 71.88 kg (± 5.69 kg). Each player was filmed performing a total of four kicks; two using the inner instep and two using the inside of the foot. Those kicks in which the ball achieved the highest speed for each player and for each contact surface were selected for analysis. Overall, major significant differences were seen in the tangential velocity of the kicking foot at ball contact ($p < .001$), distance between CG and kicking foot heel at ball contact ($p < .001$), and in the distance between the CG perpendicular and supporting foot heel at ground contact ($p < 0.001$). The data have shown differences between the body segments action time sequences, confirming the general theory of kicks, being that action more simultaneous when the kick was done with the inside of the foot. Although the time sequence was different in both cases, important hip rotation along the vertical axis was observed, confirming the importance trunk rotating muscles have for a football player.

Key words: Biomechanics. Football. Kick.

Marcos Gutiérrez-Dávila

Antonio Raya Pugnaire

Departamento de Educación Física y Deportiva Universidad de Granada

CORRESPONDENCIA:

Marcos Gutiérrez Dávila. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. C/ Carretera de Alfacar s/n. 18011 Granada. E-mail: marcosgd@ugr.es

Aceptado: 07.04.2003

INTRODUCCIÓN

De los estudios y observaciones precedentes desarrollados en nuestro laboratorio sobre la cadena cinética implicada en el golpeo de fútbol^{1,2} se puede deducir que la superficie de golpeo utilizada por los jugadores de fútbol está relacionada con el objetivo que se desea cubrir. Así, cuando se pretende obtener una trayectoria precisa, el golpeo se suele realizar con el interior del pie, mientras que cuando se realiza un desplazamiento largo y a gran velocidad, la superficie de contacto más utilizada suele ser el dorso-interior del pie. Dichas deducciones confirman lo que la mayoría de los entrenadores, estudios y textos especializados aconsejan³⁻⁵ aunque es realmente difícil determinar si las causas proceden de que exista mayor o menor superficie de contacto del pie con el balón, de las posiciones adoptadas por los segmentos durante el golpeo, de la secuencia temporal de participación muscular o de una combinación de factores.

Siguiendo las teorías generales sobre los modelos de cadenas cinéticas implicadas en los golpes⁶ cuando se requiere una gran velocidad tangencial del segmento más distal, las posiciones que adoptan los segmentos contiguos en el espacio tienden a incrementar su distancia con respecto al eje de rotación instantáneo y la participación muscular permite que se inicie la secuencia temporal de movimiento con el desplazamiento angular del segmento más estable, seguida de la rotación del segmento distal contiguo, y así hasta el segmento más distal, lo que constituye una secuencia temporal de aceleraciones y desaceleraciones de segmentos desde los proximales a los distales, lo que se ha dado en llamar Modelos Secuenciales⁶. Por el contrario, cuando se requiere una cierta precisión, como sucede en la mayoría de los golpes que se realizan en fútbol, la cadena cinética de participación segmentaria cambia a lo que se ha denominado Modelo de Empuje⁶, donde los segmentos participan más de forma simultánea que secuencial.

Según lo expuesto, parece lógico pensar que cuando el objetivo es conseguir una gran veloci-

dad del balón, el incremento en la velocidad angular de los segmentos debe producirse por transferencia de los momentos angulares que se han producido a partir de la aceleración angular de los segmentos más proximales^{1,7} mientras que cuando el golpeo se realiza con precisión debe existir un cierto control de las articulaciones más distales y consecuentemente, una reducción de la velocidad de contracción de la musculatura que las cruza.

El hecho de pensar que una mayor contribución de la musculatura distal a expensas de reducir su velocidad de contracción incrementaría la precisión en el golpeo, confirma la teoría general sobre los modelos de lanzamientos y golpes⁶. Por otro lado, se ha puesto de manifiesto como en aquellos golpes donde el único objetivo es que el balón alcance una gran velocidad de salida, los músculos proximales y relacionados con la movilidad de la cadera, especialmente los flexores, son los más implicados durante el golpeo, alcanzado una contribución que puede llegar hasta el 90% del total⁷, mientras que no se ha encontrado correlación entre la fuerza de los extensores de la rodilla, medida con máquinas isocinéticas dinámicas, y la velocidad tangencial del pie en el instante de su contacto con el balón^{8,9} lo que pone de manifiesto la necesaria secuencialidad y transferencia de momentos angulares que se produce en la cadena cinética implicada en el golpeo de fútbol, cuando se pretende obtener una gran velocidad del balón.

Levanon and Dapena (1998)¹⁰, utilizando técnicas fotogramétricas tridimensionales, han puesto de manifiesto que la ejecución de los golpes de penalti en fútbol, utilizando diferentes superficies de contacto (empeine e interior del pie), producen cambios significativos en la orientación de los segmentos de la pierna de golpeo, así como en la orientación de la pelvis y la velocidad del CG del pie en el instante de golpeo, indicando que el golpeo con el interior del pie es el más utilizado para conseguir precisión, aunque la velocidad tangencial del CG del pie es menor que cuando se realiza el golpeo con el interior.

Teniendo en cuenta los antecedentes descritos, así como las aportaciones de Putman (1991)¹¹ en relación a las cadenas cinética del golpeo, se pone de manifiesto que, en golpes orientados a obtener una gran velocidad del balón, la aceleración angular del segmento más distal se debe, básicamente, al desarrollo de un impulso angular previo que moviliza los segmentos más proximales y su transferencia a los segmentos más distales mediante una cadena cinética secuencial de aceleraciones y desaceleraciones segmentarias.

Según lo expuesto, no podemos considerar que el incremento de la superficie de contacto, como consecuencia de golpear el balón con el interior del pie, sea la única causa del incremento de la precisión en los golpes de fútbol. Según los antecedentes expuestos, consideramos que debe existir un cambio en ciertos parámetros biomecánicos y, especialmente, en la secuencialidad de la cadena cinética utilizada para el golpeo. Así, el objetivo general de este estudio es el análisis e identificación de los parámetros biomecánicos discriminativos entre el golpeo realizado con el interior del pie y el realizado con el dorso-interior.

MATERIAL Y MÉTODO

Se han analizado dieciocho golpes de balón, ejecutados por jugadores de fútbol (N=18), pertenecientes a equipos universitarios, con una talla media de 1,74 m. ($\pm 0,04$ m) y un peso de 71,88 Kg ($\pm 5,69$ Kg). A cada uno de ellos se le filmó un total de cuatro golpes de balón, dos de ellos con el dorso-interior del pie y otros dos con el interior. En el protocolo se les indicaba que el balón debería salir con la mayor velocidad posible y en dirección frontal a la posición adoptada por el jugador en el golpeo. Para su análisis se seleccionó el golpeo donde se había conseguido una mayor velocidad de salida del balón para cada jugador y superficie de contacto.

Para la filmación se utilizó una cámara cinematográfica Beaulieu R-16, calibrada mediante

temporizador externo a 64 fot/s., colocada a una distancia de 32 m. del lugar de ejecución y con una orientación de 45° con respecto a la dirección teórica de golpeo. Una segunda cámara Photo-Sonics 16-1PL, calibrada mediante temporizador interno a 100 fot/s., fue colocada a 38 m. del lugar de ejecución con una orientación de 45° con respecto a la dirección teórica de golpeo y 90° con respecto al eje óptico de la cámara Beaulieu R-16.

El proceso de computarización de los datos se realizó en cinco fases secuenciales: a) digitalización y almacenamiento de las coordenadas planas correspondientes a los 22 puntos que componen la estructura alámbrica del jugador más el balón, a partir de los modelos y parámetros inerciales descritos por Zatsiorsky & Seluyanov (1983)¹² y adaptados por de Leva (1996)¹³, b) en una segunda fase, los datos correspondientes a las coordenadas planas de los puntos digitalizados de cada una de las películas fueron suavizados e interpolados a 100 Hz mediante los algoritmos de Splines de quinta potencia, c) después de interpolar los datos, se sincronizaron temporalmente las coordenadas planas procedentes de las dos cámaras mediante algoritmos matemáticos¹⁴, d) en una cuarta fase se obtuvieron las coordenadas espaciales, utilizando para ello las técnicas DLT¹⁵ y e) por último se utilizaron diferentes rutinas de cálculo que han permitido obtener las variables que se describen a continuación.

Se han registrado un total de trece variables, cuatro de ellas son la consecuencia final de la realización del gesto (variables de producto), como el ángulo de salida del balón ($\theta_{(\text{balón})}$), la velocidad tangencial del pie ($Vt_{(\text{pie})}$), ángulo de la articulación de la cadera ($\theta a_{(\text{cadera})}$) y ángulo de la articulación de la rodilla ($\theta a_{(\text{rodilla})}$), correspondientes a la pierna de golpeo y en el instante de tomar contacto con el balón.

El resto de las variables se han dividido en tres grupos: a) temporales, b) relativas a la velocidad el CG del jugador y c) relacionadas con los desplazamientos y las posiciones. Entre las va-

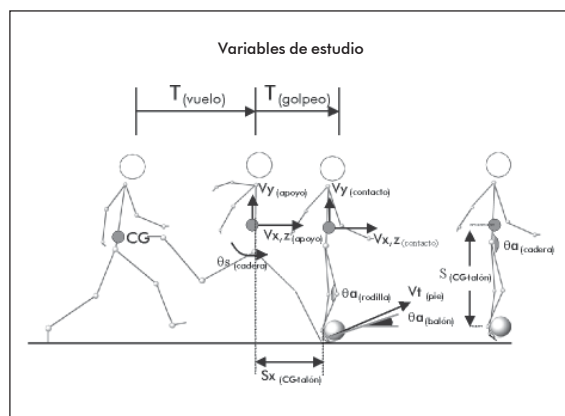


FIGURA 1.-
Representación
gráfica y
anotaciones de las
variables analizadas

riables temporales se han seleccionado dos: a_1) tiempo de vuelo del último paso ($T_{(vuelo)}$) y a_2) tiempo de golpeo ($T_{(golpeo)}$). Con respecto a las variables relativas a la velocidad del CG del jugador, se han descrito dos: b_1) velocidad tangencial del CG conseguida en el plano transversal, tanto en el instante de tomar contacto el pie de apoyo con el suelo ($V_{x,z}(\text{apoyo})$) como en el instante de tomar contacto con el balón ($V_{x,z}(\text{contacto})$) y b_2) componente vertical de la velocidad tangencial del CG en los dos instantes anteriores ($V_y(\text{apoyo})$ y $V_y(\text{contacto})$, respectivamente). Entre las relacionadas con los desplazamientos y las posiciones, se han seleccionado tres: c_1) desplazamiento angular de la cadera a través del eje vertical durante la fase de golpeo ($\theta_{(cadera)}$), c_2) distancia comprendida entre el CG y el talón del pie de golpeo en el instante de tomar contacto con el balón, tanto en valores absolutos como en porcentajes a su talla ($S_{(CG-talón)}$) y $S\%_{(CG-talón)}$, respectivamente) y c_3) distancia comprendida entre la perpendicular del CG y el talón del pie de apoyo en el instante de tomar contacto con el suelo, tanto en valores absolutos como en porcentajes de su talla ($S_x_{(CG-talón)}$ y $Sx\%_{(CG-talón)}$, respectivamente). En la Figura 1 se ofrece una representación esquemática de las variables mencionadas.

Para el análisis de la secuencia temporal segmentaria se han tenido en cuenta las velocidades angulares correspondientes al desplazamiento de las caderas a través del eje vertical y las relacionadas con el desplazamiento espacial

de las articulaciones de la cadera y la rodilla, correspondientes a la pierna de golpeo. Con el fin de poder comparar los datos entre jugadores, estos se han interpolado en función del porcentaje del tiempo total transcurrido desde que el pie de apoyo toma contacto con el suelo hasta que el pie de golpeo contacta con el balón (tiempo de golpeo), utilizando para ello Splines de quinto orden.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presenta la estadística descriptiva e inferencial (t-estuden para medidas repetidas) para cada una de las variables descritas en los dos casos experimentales. En general, se han constatado diferencias significativas importantes en la velocidad tangencial del pie de golpeo en el instante de tomar contacto con el balón ($V_{t(pie)}$ $p < .001$), y en la longitud comprendida entre el CG y talón del pie de golpeo en el instante de tomar contacto con el balón, tanto en valores absolutos como en porcentajes a su talla ($S_{(CG-talón)}$ $p < .001$) y ciertas diferencias significativas en el tiempo de vuelo ($T_{(vuelo)}$ $p < .01$), así como en la longitud comprendida entre la perpendicular del CG y el talón del pie de apoyo en el instante de tomar contacto con el suelo, tanto en valores absolutos como referidos a porcentajes de su talla ($Sx_{(CG-talón)}$ $p < .01$).

Con respecto a la velocidad del CG en el plano transversal en el instante de tomar contacto el pie de apoyo con el suelo ($V_{xz}(\text{apoyo})$) y la componente vertical cuando el pie de golpeo toma contacto con el balón ($V_y(\text{contacto})$), también se ha encontrado una cierta significación a nivel de $p < .05$. En el resto de las variables no se han encontrado diferencias significativas que deban tenerse en cuenta en este estudio.

Según se deduce de la estadística descriptiva e inferencial expuesta, se puede afirmar que cuando un jugador golpea el balón con el dorso-interior, el pie llegará a tomar contacto con el balón a una mayor velocidad tangencial que cuando el golpeo se realiza con el interior. Sin

tener en cuenta el análisis sobre la secuencia temporal de participación segmentaria, parece ser que a la mayor velocidad final del pie contribuye la desaceleración producida en el CG y el tiempo de vuelo, cuyo incremento favorece la secuencia temporal de participación segmentaria, así como a la mayor amplitud de la trayectoria del pie de golpeo.

En la Figura 2 se exponen las representaciones gráficas, para cada superficie de contacto, de las velocidades angulares medias correspondientes a la rotación de las caderas a través del eje vertical, considerando un valor positivo cuando la cadera derecha gira hacia el balón con un eje de giro próximo a la articulación de la cadera izquierda, así como la velocidad angular media que desarrollan en el espacio las articulaciones de la cadera y rodilla correspondientes a la pierna de golpeo, considerando los valores positivos cuando se produce una extensión de las articulaciones y negativos para la flexión.

Los resultados relativos al análisis gráfico de la secuencia temporal nos muestran que cuando el golpeo se realiza con el interior del pie, la mayor actividad rotadora de las caderas sobre el eje vertical se realiza durante la segunda mitad de la fase de golpeo (a partir del 50% del tiempo total), mientras que cuando se realiza con el dorso-interior del pie, la mayor actividad de la rotación de las caderas se realiza durante la primera mitad de la fase de golpeo, lo que nos permite deducir que la secuencia de participación se produce en menor grado cuando el golpeo se realiza con el interior del pie.

Con respecto a la secuencia temporal relativa a la participación de la articulación de la rodilla, sólo debemos mencionar que, cuando el golpeo se realiza con el dorso-interior, la rodilla comienza su extensión un 10% antes que cuando se realiza con el interior y, con respecto a la participación de la articulación de la cadera de la pierna de golpeo, en los dos casos ha existido una extensión previa, siendo sensiblemente mayor cuando el golpeo se realiza con el dorso

VARIABLES		Interior del pie		Dorso interior del pie		t
		X	SD	X	SD	
Vt _(pie)	(ms ⁻¹)	24,3	2,7	29,2	1,8	40,3***
θa _(cadera)	(°)	142	9,8	144	6,7	0,9
θa _(rodilla)	(°)	137	10	136	10,2	0,13
θ _(balón)	(°)	15,6	5,7	14,2	3,7	0,88
T _(vuelo)	(s)	0,11	0,02	0,13	0,02	9,67**
T _(golpeo)	(s)	0,1	0,01	0,09	0,01	1,79
V _{X,Z} _(apoyo)	(ms ⁻¹)	4,03	0,8	4,71	0,81	5,86*
V _Y _(apoyo)	(ms ⁻¹)	-0,66	0,35	-0,83	0,33	2,22
V _{X,Z} _(contacto)	(ms ⁻¹)	3,62	0,73	3,55	0,85	0,17
V _Y _(contacto)	(ms ⁻¹)	0,32	0,5	0,77	0,59	5,7*
S _(CG-talón)	(m)	0,99	0,06	1,1	0,08	19,8***
S% _(CG-talón)	(%)	56,81	3,11	62,83	4,07	25,1***
S _X _(CG-talón)	(m)	0,20	0,08	0,27	0,08	7,62**
S _X % _(CG-talón)	(%)	11,33	4,27	15,37	4,31	8,06**
q _S _(cadera)	(°)	31,6	20,4	24,5	13,19	0,49

*** p<.001; ** p<.01; * p<.05

TABLA 1.- Estadística descriptiva e inferencial de las variables analizadas en cada una de las condiciones experimentales

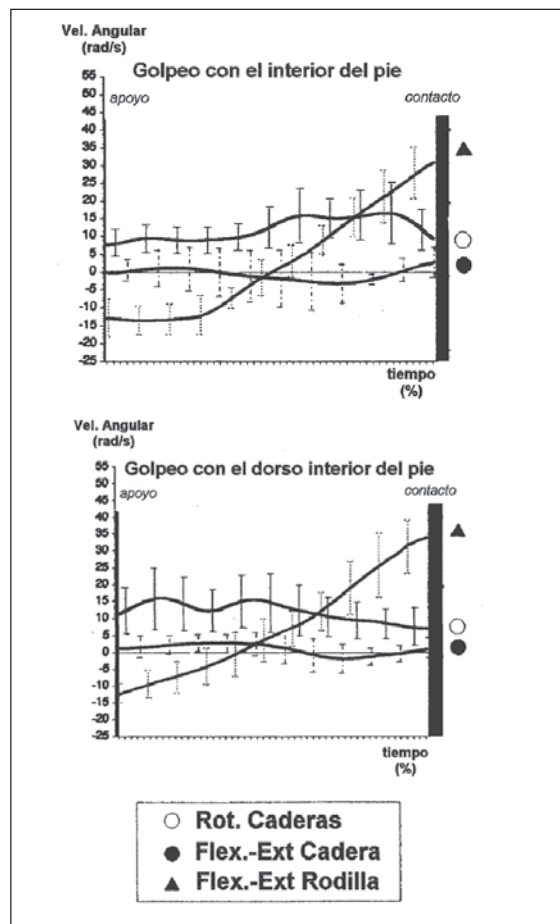


FIGURA 2.- Secuencia temporal, expresada en porcentajes del tiempo total, de las velocidades angulares medias correspondientes a la rotación de las caderas a través del eje vertical y goniometría de las articulaciones de la cadera y rodilla de la pierna de golpeo

interior del pie, seguida de una flexión, siendo sensiblemente mayor cuando el golpeo se realiza con el interior y una extensión final instantes antes del contacto con el balón, la cual es mayor cuando el golpeo se realiza con el dorso interior del pie.

DISCUSIÓN

Las diferencias significativas encontradas en la velocidad tangencial del pie cuando éste toma contacto con el balón, confirman los trabajos realizados en nuestro laboratorio^{1,2} las investigaciones de Levanon y Dapena (1998)¹⁰ y lo que expresan los tratados generales^{4,5}. Según los datos expuestos, las causas posibles de que el pie alcance una mayor velocidad final cuando el golpeo se realiza con el dorso-interior, pueden deberse a dos factores: a) la clara secuencia temporal de participación segmentaria, facilitada por la mayor desaceleración del CG durante el golpeo, lo que ratifica la teoría general de las cadenas cinéticas⁶, y b) la mayor distancia entre CG y el talón del pie de golpeo, lo que confirma los estudios realizados por Atwater (1980)¹⁶ relativos al incremento del radio de giro como factor que determina la velocidad de salida del balón en el golpeo.

Considerando que no han existido diferencias significativas entre los ángulos de la rodilla y cadera de la pierna de golpeo en el instante de tomar contacto con el balón, las diferencias encontradas en la distancia comprendida entre el CG y el talón del pie de golpeo ($S_{(CG-talón)}$) deben obedecer a la posición adoptada por el tronco y, especialmente de los miembros superiores, observándose que éstos se encuentran en una posición más alta cuando el golpeo se realiza con el dorso-interior del pie, lo que contribuye a que el CG esté también más alto.

Del estudio temporal comparado que se presenta en la Figura 2, se puede destacar cómo la extensión previa de la cadera es mayor cuando

el golpeo se realiza con el dorso-interior del pie, debido, probablemente, al retroceso que se produce en los segmentos contiguos cuando las caderas giran a través del eje vertical, desplazándose simultáneamente hacia adelante. Este hecho facilitaría el estiramiento previo de los músculos implicados en la flexión de la cadera y extensión de la rodilla y, consecuentemente, la participación de ciertos elementos elásticos^{17,18}.

Investigaciones precedentes^{1,10,11} han puesto de manifiesto que cuando se trata de realizar un golpeo con el objetivo de alcanzar una velocidad del móvil importante, debe de existir una clara secuencia de participación segmentaria, hecho que no se ha encontrado cuando el golpeo se ha realizado con el interior del pie. Por el contrario, ha existido una cierta participación simultánea de todos los segmentos, especialmente de la rotación de las caderas a través del eje vertical y la extensión de la rodilla, posiblemente para producir un cierto acompañamiento final del pie hacia la trayectoria del balón, lo que también se ha puesto de manifiesto en otras investigaciones². Según expresan las teorías generales⁶, este tipo de sincronía sería apropiado para conseguir una cierta precisión en el golpeo pero no una gran velocidad, lo que nos hace pensar que la precisión en el golpeo de fútbol no depende sólo de la mayor o menor superficie de contacto.

Aunque con diferente secuencia temporal, en los dos casos se ha encontrado una gran participación de las caderas en rotación a través del eje vertical, lo que es confirmado por otros estudios^{7,10} y ratifica la importancia que tienen los músculos proximales del muslo y del tronco para un jugador de fútbol. Así, cuando el golpeo se realiza con el dorso interior del pie, su función es generar un impulso angular previo de rotación de las caderas a través del eje vertical, considerando el eje de rotación teórico aquel que pasa por la cadera de la pierna de apoyo. Dicho impulso angular, junto al desplazamiento del CG hacia delante, producen un

retroceso de los segmentos contiguos (muslo y pierna) que facilita el ciclo estiramiento-acortamiento de los músculos implicados en la flexión de la cadera y la extensión de la rodilla. Por el contrario, cuando el golpeo se realiza con el interior del pie, el impulso angular previo de rotación de las caderas es menor, posiblemente debido a la rotación externa del muslo que no permite una adecuada transferencia posterior de momentos, aunque dicho impulso angular de rotación de las caderas a través del eje vertical aparece durante la segunda fase del golpeo, posiblemente para facilitar el acompañamiento final del pie en la trayectoria deseada del balón.

Al igual que en otros estudios¹⁰, no se han encontrado diferencias claras entre medias relativas a la velocidad angular de la articulación de la rodilla. Con respecto a la participación de la cadera de la pierna de golpeo, se ha constatado una mayor extensión inicial cuando el golpeo se realizó con el dorso interior del pie, debido al retroceso del muslo producido por la mayor rotación de las caderas a través del eje vertical y una mayor tendencia a la flexión cuando el golpeo se realiza con el interior del pie, posiblemente debido a la rotación externa durante la segunda mitad de la fase de golpeo, valores que son coincidentes con estudios previos¹⁰.

B I B L I O G R A F I A

- Gutiérrez M, Soto VM.** Análisis biomecánico de la cadena cinética implicada en el golpeo en el fútbol con el empeine del pie. *Archivos de Medicina del Deporte* 1992; IX-34:165-71.
- López M.** Análisis biomecánico del golpeo de faltas directas ante barrera en fútbol. Tesis Doctoral, Departamento de Granada: Educación Física y Deportiva de la Universidad de Granada, 1995;183-90.
- Popov AV.** Tipos de golpes en fútbol y los criterios biomecánicos de su clasificación. *Revista del Entrenador Español* 1981;10:60-1.
- Gayoso F.** *Enseñanza del fútbol*. Madrid: Gimnos, 1982; 19-25.
- Csanadi A.** *El fútbol. Táctica y sistemas de juego*. Barcelona: Planeta, 1984;33-50.
- Kreighbaum E, Barthels KM.** *Biomechanics: a qualitative approach for studying human movement*. Minneapolis, Minnesota: Burgess Publishing Company, 1981;377-411.
- Anderson D, Sidaway B.** Coordination changes associated with practice of soccer kick. *Res Quart Exer Sport* 1994; 65(2):93-9.
- Mclean B, Tumilty D.** Left-right asymetry in two types of soccer kick. *Brit J Sport Med* 1993;24(4):260-2.
- Mognoni P, Narici MV, Sirtori MD, Lorenzelli F.** Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players. *J Sport Med Phys Fit* 1994;34(4):357-61.
- Levanon J, Dapena J.** Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Med Sci Sport Exerc* 1991;23(1):130-44.
- Putman C.** A segment interaction analysis of proximal to distal sequential segment motion patterns. *Med Sci Sport Exer* 1991;23(1):130-44.
- Zatsiorsky VM, Seluyanov VN.** The mass and inertia characteristics of the main segments of the human body. En: Matsui H, Kobayashi, K. *Biomechanics VIII-B*. Champaign: Human Kinetics Publisher, 1983;233-9.
- Leva P.** Adjustments to Zatsiorsky-Seluyanov's segment inertia parameters. *J Biomech* 1996;29(9):1223-30.
- Gutiérrez M, Martínez JA.** Método matemático para la sincronización de las cámaras mediante la utilización de los algoritmos DLT. *Revista Biomecánica* 1999;VII(13): 65-72.
- Abdel-Aziz YI, Karara HM.** *Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-*

GUTIÉRREZ-DÁVILA, M.
y Cols.

range photogrammetry. Urbana, Illinois: Proc. ASP/UI Symp. Close-Range Photogrammetry, 1971;1-18

16. **Atwater AE.** Biomechanical of overarm throwing movements and of throwing injuries. En: Huton RS, Miller A. Philadelphia: The Franklin Institute, *Exer Sport Sci Rev* 1980;7:43-85.

17. **Komi PV.** *Strect-Shortening cycle: Strength and Power in Sport*. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1993;160-9.

18. **Jelusic V, Jaric S, Kukolj M.** Effects of the stretch-shortening strength training on kicking performance in soccer players. *J Hum Movement Stud* 1992;22:231-8.

PUBLICACIONES

FEMEDE



I Congreso Nacional de FEMEDE

Valencia 1985
Libro de actas
12,02 €



II Congreso Nacional de FEMEDE

Valencia 1987
Libro de actas
6,01 €



V Congreso Nacional de FEMEDE

Barcelona 1988
Resumen de Comunicaciones
6,01 €



VIII Congreso Nacional de FEMEDE

Zaragoza 1999
Resumen de Comunicaciones
6,01 €

PEDIDOS:

Tel. 948 267 706 - Fax. 948 174 325
Apartado 1207 - 31080 PAMPLONA - E-mail: femede@femede.es