

Article

Consistencia en los Patrones de Aceleración de Jugadores de Fútbol con Diferentes Niveles de Habilidad

Consistency in Acceleration Patterns of Football Players with Different Skill Levels

Pinar Arpiñar-Avsar¹ y Abdullah Ruhi Soylu²¹Ege University, School of Physical Education and Sport, Izmir, Turkey.²Hacettepe University, School of Medicine, Department of Biophysics, Ankara, Turkey.

RESUMEN

Los objetivos del presente estudio fueron comparar la consistencia en los patrones de aceleración de la extremidad inferior durante golpes de balón realizados con la parte interna del pie y con el empeine en jugadores con diferentes niveles de habilidad, e investigar la correlación entre los resultados de valores subjetivos para el nivel de habilidad en relación con su rendimiento en la patada y la repetibilidad de la aceleración de la rodilla. Trece hombres jugadores de fútbol de nivel local de entre 15-16 años participaron de este estudio. El nivel de habilidad de cada jugador se cuantificó con anterioridad evaluando el rendimiento durante golpes de pie y asignando a esto un valor numérico en el rango de 1 a 10. Las evaluaciones adicionales se llevaron a cabo recolectando los datos de aceleración tri-axial registrados en la tuberosidad tibial próxima debajo de cada rótula de los jugadores, en un procedimiento en el que se les pidió a los jugadores que completaran cuatro intentos de lanzamiento en orden aleatorio con golpes del balón realizados con la parte interna del pie y con el empeine, y con intervalos de recuperación de 2 minutos. De esta manera, los datos utilizados en los cálculos de consistencia estuvieron en la forma matrices de 4 por 1200 matrices (aceleración vs tiempo) por sujeto. A fin de evaluar la consistencia de los datos de la aceleración, se calculó la media de las desviaciones estándar (mDE), y se incorporaron los coeficientes de correlación de Pearson r para obtener las correlaciones de la mDE en relación con la habilidad. Como resultado, se halló que la repetibilidad aumenta con el nivel de habilidad en la aceleración del eje z sólo para los golpes del balón realizados con el empeine. Sin embargo, es posible hallar la orientación más apropiada (para los dos tipos de golpes) para obtener correlaciones significativas utilizando rotaciones del vector con los datos de la aceleración en los 3 ejes ortogonales, y este estudio muestra que, luego de dichas rotaciones adecuadas del vector, también se podrían obtener resultados positivos de repetibilidad para los golpes realizados con la parte interior del pie.

Palabras Clave: acelerometría, fútbol, repetibilidad, nivel de habilidad

ABSTRACT

The aims of the present study were to compare the consistency in the lower limb acceleration patterns during inside and instep kicks performed by players with different skill levels, and to investigate the correlation between subjective rating scores for skill level relative to their kicking performance and knee acceleration repeatability. Thirteen club-level male soccer players of ages between 15-16 years participated in this study. Skill levels of individual players were quantified

previously by evaluating shooting performance as a numerical value ranging from 1 to 10. Further evaluations were held through tri-axial acceleration data recorded at proximal tibial tuberosity beneath each patella on the players' knees, in a procedure in which players were asked to complete four randomly ordered shooting trials of inside and instep kicks with 2-minute resting intervals. Hence, the mainstream data used in consistency calculations are in the form 4 by 1200 matrices (acceleration vs. time) per subject. In order to evaluate the consistency of acceleration data, the mean of the standard deviations (mSD) were calculated, and the associated Pearson-r correlation coefficients were incorporated to obtain mSD vs. skill correlations. As a result, repeatability was found to increase with skill level at z-axis acceleration for instep kicks only. However, it is possible to find the most appropriate orientation (for the two kicks) for meaningful correlations using vector rotations on the 3 orthogonal acceleration data, and this study shows that, after such suitable vector rotations, positive repeatability results could also be acquired for the inside kicks.

Keywords: Accelerometry, soccer, repeatability, skill level

INTRODUCCION

Se pueden utilizar de manera efectiva procedimientos bi o tridimensionales diseñados para comparar el movimiento angular para diferenciar las dinámicas de movimiento para varios tipos de patadas de fútbol. La investigación se ha llevado a cabo empleando en cierta medida el análisis cinemático, a fin de estudiar los movimientos multiarticulares durante la realización de golpees de balón realizados con la parte interior y el empeine del pie (Asami y Nolte, 1983; Levanon y Dapena, 1998; Nunome et al., 2002; Luhtanen, 1988; Putnam, 1991). Un punto en común de estos estudios es que no abordan la importante cuestión de la repetibilidad.

La metodología del análisis de movimiento en base a la acelerometría tiene algunas ventajas importantes en comparación con las alternativas que se basan en el análisis de video tridimensional, y luego requieren la co-medición de varios puntos anatómicos de referencia del cuerpo. La utilización de acelerómetros hace posible las mediciones directas de la aceleración axial/segmental, que de otro modo sólo podrían calcularse mediante la computación de la segunda derivada de los datos de posición (Bisseling y Hof, 2006). Además son medianamente portátiles y fáciles de utilizar en el campo, en comparación con los sistemas de video (Kavanagh, 2006).

Entre los estudios previos que hacen uso de acelerómetros para el análisis del movimiento, la determinación de las variables de movimiento espacio-temporal (Kavanagh, 2006; Mansfield y Lyons, 2003; Moe-Nilssen y Helbostad, 2004; Zijlstra y Hof, 2003), la estimación de los patrones de carga en la articulación de la cadera (van den Bogert et al., 1996; Zijlstra y Bisseling, 2004) y la evaluación del equilibrio y la estabilidad durante la locomoción (Menz et al., 2003; Moe-Nilssen, 1998) han sido los temas de investigación más importantes. Recientemente, parece haberse revelado un alto grado de repetibilidad de forma de onda (Kavanagh et al., 2006) en el marco de centrarse en la confiabilidad de la aceleración segmental medida durante los ciclos de movimiento.

Se sabe que, en el fútbol, los golpees realizados con el empeine se utilizan cuando el jugador necesita generar una velocidad más rápida del balón, no obstante, se considera que los golpees del balón realizados con la parte interior del pie, es la técnica que se utiliza con más frecuencia cuando es necesario realizar un pase o un lanzamiento más corto y preciso (Nunome, 2002; Lees, 1996). Por lo tanto, se puede plantear la hipótesis de que la patada interior podría ser superior en términos de consistencia, realizada de manera reiterada por el mismo jugador. Otras inquietudes son: (i) Si un jugador de fútbol experto utiliza una estrategia en particular para producir su mejor patada, ¿se puede cuantificar con un método apropiado?, y (ii) ¿el nivel de habilidad de un jugador afecta la consistencia entre los golpees cuando se emplea la misma estrategia de manera reiterada? Suponiendo que el patrón de aceleración asociado guarda una buena relación con esa estrategia, conocer las respuestas a estas preguntas puede proporcionar importante información útil sobre la evaluación de las técnicas de patada, la evaluación del progreso de los jugadores, y posiblemente la selección objetiva de jugadores talentosos no sólo en el laboratorio sino también en el campo.

Por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron dos; (a) comparar la consistencia en los patrones de aceleración de la extremidad inferior durante golpees del balón realizados con la parte interior y con el empeine del pie llevados a cabo por jugadores con diferentes niveles de habilidad, e (b) investigar la correlación entre los valores de habilidad de los sujetos en relación con su rendimiento en los golpees, y la repetibilidad del perfil de aceleración de la rodilla, a fin de brindar una base apropiada para nuevos métodos que apunten a registrar y analizar de manera óptima condiciones similares.

MÉTODOS

Participantes

Trece jugadores varones de fútbol, de nivel local y de entre 15-16 años de edad (edad promedio: 15.28 ± 0.46 años; altura promedio: 1.76 ± 0.07 m; peso promedio: 64.00 ± 5.17 kg) participaron de este estudio. Un entrenador evaluó los niveles de habilidad de los jugadores con un valor numérico que varió de 1 a 10, en relación con la efectividad del rendimiento del lanzamiento durante las pruebas. El estudio se llevó a cabo según las directrices y políticas del Comité de Ética de la Universidad Técnica del Medio Oriente.

Recopilación de Datos y Preparativos

A los jugadores se les pidió que realizaran golpees con el interior del pie y con el empeine con tanta potencia como les fuera posible, utilizando su pierna preferida, hacia el centro del objetivo, que estaba ubicado a 11 metros delante de ellos. Después de la entrada en calor y algunas lanzamientos previos de prueba, los participantes completaron cuatro intentos que consistieron de ambos tipos de patada en orden aleatorio, con intervalos de descanso de 2 minutos entre cada prueba. Se calculó el resultado promedio de los intentos para cada participante para los golpees realizados con el interior del pie y con el empeine a fin de utilizarlo en el análisis estadístico. En todos los intentos se utilizó un balón de fútbol estándar (FIFA). Se ajustó un acelerómetro triaxial (TSD109C, rango ± 5 g, Biopac, USA) a la tuberosidad tibial próxima debajo de la rótula de las rodillas de los sujetos, donde corresponden los ejes x, y, z, respectivamente en dirección lateral (de derecha a izquierda), horizontal (de atrás hacia adelante) y vertical (de arriba hacia abajo) de la tibia de los sujetos (Figura 1). Se utilizaron cintas adhesivas doble faz y tiras elásticas para fijar el acelerómetro con el fin de evitar movimientos indeseados debido a accidentes de movimiento/vibración de la piel en el mejor de los casos. El registro tri-axial (x, y, z) de los datos de aceleración comenzó antes de la acción de patear, mientras los participantes estaban de pie, inmóviles, y los registros finalizaban dos segundos después de cada patada. Las señales de aceleración se obtuvieron utilizando una tarjeta conversora analógica a digital (USB-1608FS, Informática de Medición, EUA) en un ritmo de muestreo de 1000 Hz por canal.



Figura 1. La ubicación del acelerómetro triaxial en la rodilla de un sujeto. Las direcciones x, y, z son laterales (de derecha a izquierda), horizontales (de atrás hacia adelante) y verticales (de arriba hacia abajo) en relación con la tibia de los sujetos.

Procedimientos de Normalización

El procedimiento de normalización de los datos de la aceleración en cada eje consistió de tres etapas. En la primera etapa, se sustrajo el valor promedio de los primeros 100 ms de la señal de aceleración al valor total de la señal, de manera que durante la condición inicial con la extremidad en reposo, la señal de aceleración tuviera un valor de cero, indicando que no había aceleración. En segundo lugar, la señal completa se dividió por un valor constante según las características de sensibilidad del acelerómetro, para poder representar los valores en términos de la gravedad de la Tierra (g). Por último, la normalización de los datos para el ajuste en el eje "tiempo" se llevó a cabo cambiando los datos, de manera tal que se superpusieran los instantes máximos. Las matrices resultantes de aceleración (matrices de 4×1200 ; g vs ms), que

corresponden a las 4 pruebas de cada sujeto, fueron utilizadas en los cálculos de la consistencia. La resultante 4 por 1200 matrices de aceleración (g. vs. mts.) que corresponden a los 4 intentos de cada sujeto se utilizó en los cálculos de consistencia. En la Figura 2 se muestran las señales de aceleración obtenidas a través de las cuatro pruebas, para dos jugadores que obtuvieron un nivel de habilidad alto (nivel de habilidad: 8) y bajo (nivel de habilidad: 2) en la evaluación subjetiva promedio de su nivel de habilidad.

Cálculo de Consistencia y Análisis Estadístico

La media de desviaciones estándar (mDE) se utilizó para evaluar la consistencia de los datos de aceleración. La ecuación (Ec. 1) de mDE es, la mDE mide la similitud de las formas de onda de la aceleración por lo que cero indica exactamente las mismas formas de onda, correspondiendo a “sin variabilidad” o consistencia máxima entre las pruebas.

$$mSD = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (E_{ij} - \bar{E}_i)^2}}{m.n.\max(E_{ij})}$$

Ecuación 1. Donde m (=1200) es la cantidad de puntos temporales, n (=4) es la cantidad de momentos de aceleración, E_{ij} es el valor de la J señal de aceleración en el momento i , \bar{E}_i es el valor promedio de las formas de onda de la aceleración en el momento i .

Si la similitud disminuye, la mDE aumenta (correspondiendo a una variabilidad mayor o repetibilidad menor). La lógica detrás de la mDE es la misma que la desviación estándar (es decir, la mDE es una extensión lógica de la “DE de la señal de un canal” para “la DE de una señal multicanal) y la normalización de amplitud (se divide por la cantidad de puntos de señal, tiempos- m - n y amplitud máxima de la señal de matriz de aceleración 1200 por 4, E_v). El objetivo de la última normalización de amplitud fue hacer que la medida de consistencia (mDE) sea independiente de la longitud de la señal, el conteo de intentos o la aceleración pico alcanzados por el sujeto. Además, de manera similar al empleo de la contracción voluntaria máxima para los procedimientos de normalización en la electromiografía de superficie (EMGs), esta normalización de amplitud en las señales de aceleración también hace que cada medida de repetibilidad sea comparable entre sujetos. Se calcularon los valores de mDE para todos los ejes de las señales de aceleración (x, y, z). Para las medidas de similitud, aunque existen otros métodos como el índice de varianza (Hershler y Milner, 1978) o la descomposición singular del valor (Soylu, 2008), se prefirió la mDE porque no requiere alcanzar elevados conteos de intentos durante las mediciones.

Asimismo se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson (r) para valorar la asociación entre la mDE y la habilidad. Si bien los valores no paramétricos de Spearman- r indicaron valores de p ligeramente más bajos, se prefirieron los valores paramétricos de la r de Pearson dado que proporcionaban una condición del peor caso. La Figura 3 muestra los índices de repetibilidad (mDE) vs habilidad para las señales de aceleración en los ejes x, y, z. A fin de asegurar la posición óptima del acelerómetro, se registraron tres señales de aceleración ortogonal y se reprodujeron algunas rotaciones del vector.

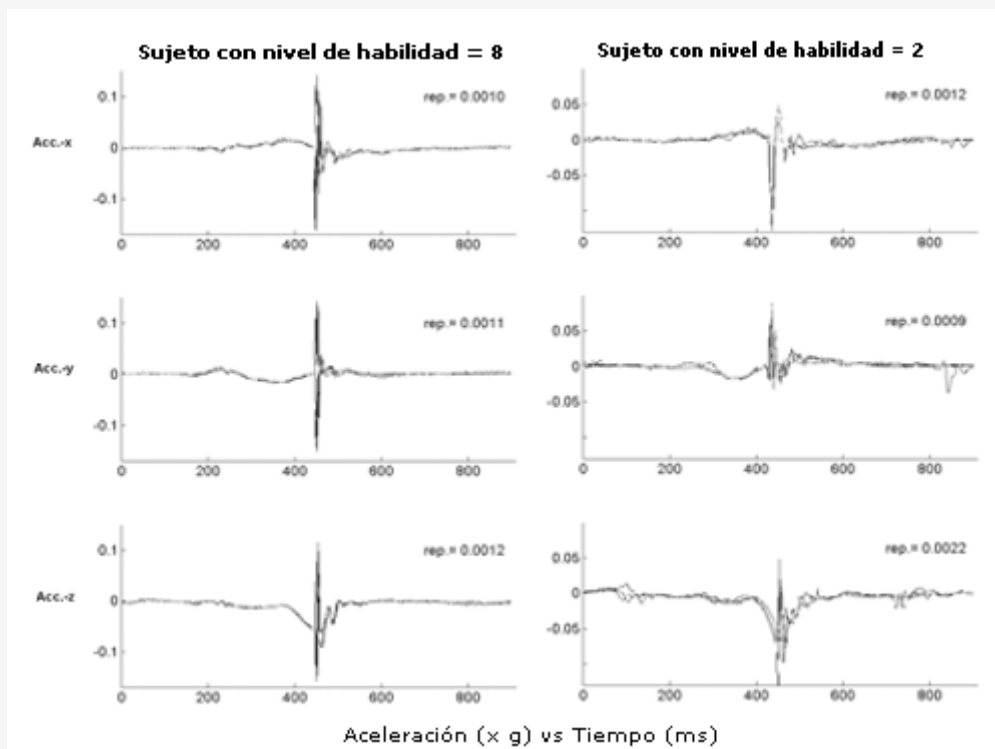


Figura 2. Señales de aceleración (x, y, z) de los dos sujetos con diferentes habilidades. En la parte superior derecha de los gráficos se muestra la repetibilidad (mDE).

En lugar de rotar las señales de aceleración en los diferentes ángulos posibles y calcular los coeficientes de correlación, se calcularon las proyecciones de las señales de aceleración 3D sobre el vector unidad $([a_x, a_y, a_z])$ para los diferentes vectores unidad 3D $[\sin(\varphi) \cdot \cos(\theta), \sin(\varphi) \cdot \sin(\theta), \cos(\varphi)]$ (Figura 4), y se hallaron valores de mDE de aceleraciones proyectadas para cada sujeto. Las razones para utilizar las operaciones de proyección en lugar de las rotaciones del vector son: (i) brindar descripciones claras e intuitivas al lector y (ii) utilizar una matemática muy básica. Los coeficientes de correlación (mDE vs habilidad) se recalcularon para muchos vectores de la unidad que abarcan espacio 3D. La siguiente ecuación (Ecuación 2) se utilizó para las proyecciones de todos los valores de números enteros de φ y θ ($0^\circ < \varphi < 180^\circ$ y $0^\circ < \theta < 360^\circ$) (a_p es producto escalar del vector de la aceleración 3D $[a_x, a_y, a_z]$ y el vector de la unidad $[\sin(\varphi) \cdot \cos(\theta), \sin(\varphi) \cdot \sin(\theta), \cos(\varphi)]$).

$$a_p = a_x \cdot \sin(\varphi) \cdot \cos(\theta) + a_y \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\theta) + a_z \cdot \cos(\varphi) \quad \text{Ecuación 2}$$

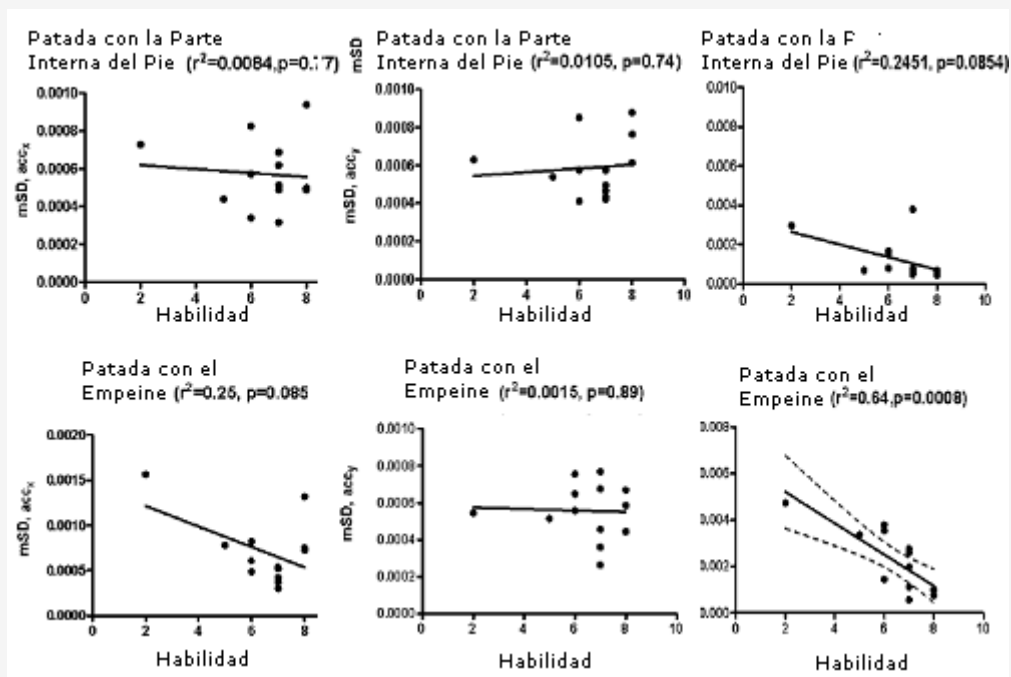


Figura 3. Índices de repetibilidad (mDE) de la aceleración (x, y, z) vs habilidad para las diferentes técnicas de lanzamiento. En cada gráfica se muestra el valor de r cuadrado de Pearson y los correspondientes valores de p. Si el valor de p es menor a 0.05 se muestran los intervalos de confianza del 95%.

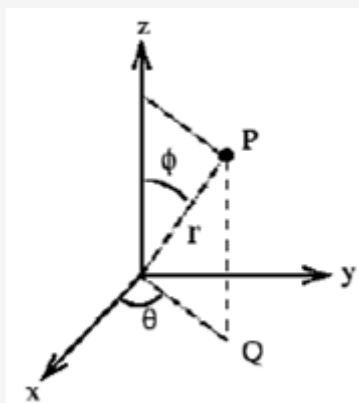


Figura 4. La representación vectorial del vector de unidad ($r = [\sin(\varphi) \cdot \cos(\theta), \sin(\varphi) \cdot \sin(\theta), \cos(\varphi)]$) sobre los ejes ortogonales x, y, z.

RESULTADOS

En la Figura 3 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson calculados a partir de “la correlación entre mDE y habilidad” para los intentos realizados con el interior del pie y con el empeine para las señales de aceleración x, y, z. El único resultado estadísticamente significativo ($p < 0.001$) (Pearson $r = -0.8000$) se halló para los golpes realizados con el empeine en la aceleración del eje z. En la Figura 5 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson r calculados a partir de “la correlación entre la mDE vs la habilidad” para los golpes del balón realizados con el interior del pie y con el empeine para las señales de aceleración proyectadas.

DISCUSION

Una consideración importante respecto del rendimiento funcional es la habilidad de completar con éxito una tarea motora específica y realizarla de manera consistente (Granata, 2005). En teoría, hasta un golpe simple y básico en fútbol se puede realizar con diferentes patrones de movimiento, sin una estricta relación con la experiencia del jugador. En consecuencia, ha surgido el siguiente interrogante; ¿los jugadores con niveles de rendimiento más elevado también tienen una repetibilidad de aceleración de rodilla para los golpes realizados con el empeine y/o con la parte interna del pie, lo que a su vez significa que utilizan una estrategia particular para producir la mejor patada? Las Figuras 2 y 3 brindan algunos indicios para la respuesta a dicho interrogante: El análisis estadístico de los datos (Figura 3) muestra que la repetibilidad (una mDE más baja significa una repetibilidad más elevada) también disminuye con la disminución en el nivel de habilidad, desde valores más altos a los más bajos sobre el eje z para la patada realizada con el empeine ($r = -0.8000$, $p < 0.001$). Se halló un resultado similarmente exitoso para la patada realizada con la parte interna del pie pero después de las rotaciones del vector adecuadas, pues para cada tipo de patada la posición óptima de registro es diferente.

Según se sabe, en la literatura no se ha investigado “la habilidad vs la repetibilidad de la forma de onda de la aceleración” a través de la acelerometría. Sin embargo, los artículos que han relacionado la “habilidad en tiro con arco vs repetibilidad del EMG” (Clarys et al. 1990; Soylu et al. 2006) también han demostrado que mientras que el nivel de habilidad aumenta, también se incrementa la repetibilidad del patrón de activación muscular. Aunque el presente estudio se centra en las patadas de fútbol, los resultados también muestran una correlación similar entre el nivel de repetibilidad y la habilidad.

Considerando estos resultados, también se han analizado otras cuestiones importantes: i) “si el acelerómetro se hubiera colocado en la rodilla en un ángulo diferente, ¿se hubieran hallado los mismos resultados?” y ii) ¿cuál es el ángulo apropiado para la colocación del acelerómetro en la rodilla a fin de obtener una correlación más elevada? Según los hallazgos que se presentan en la Figura 5, las respuestas a estos interrogantes se pueden explicar de la siguiente manera: Si se hubiera colocado el acelerómetro con un ángulo diferente, hubiera arrojado las correlaciones más bajas posibles: $r = -0.8350$ ($p < 0.05$) para los golpes con el empeine y $r = -0.8250$ ($p < 0.05$) para los golpes del balón realizados con la parte interna del pie. Un análisis más minucioso de la Figura 5 muestra que el ángulo más apropiado posible del acelerómetro es diferente para las patadas realizadas con la parte interna del pie ($\sim 20^\circ < \varphi < \sim 40^\circ$ y $0^\circ < \varphi < \sim 60^\circ$) y las patadas realizadas con el empeine ($\sim 0^\circ < \varphi < 10^\circ$ para cualquier θ).

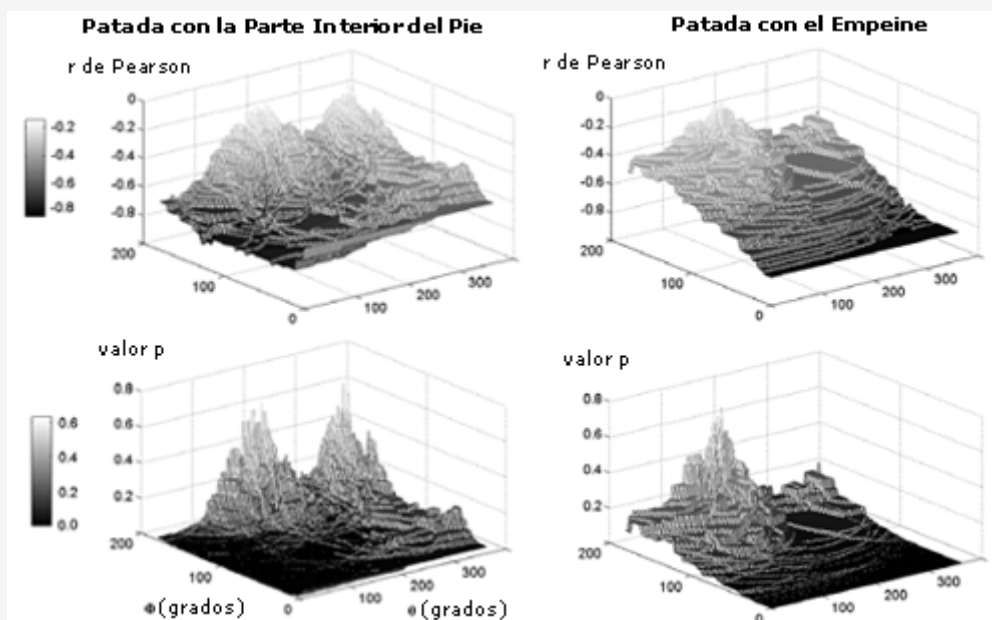


Figura 5. Coeficientes de correlación r de Pearson y valores de p para los diferentes vectores unidad. Se utilizaron señales de aceleración proyectada 64800 ($180^\circ \times 360^\circ$) para cada coeficiente r de Pearson y el valor p para cada tipo de patada. En los cálculos sólo se utilizan los valores de números enteros de φ y θ ($0^\circ < \varphi < 180^\circ$ y $0^\circ < \theta < 360^\circ$).

Obsérvese que aunque los ángulos más apropiados del acelerómetro son diferentes para los dos tipos de golpes del balón,

es posible hallar los ángulos más apropiados sólo utilizando las rotaciones del vector, dado que se registraron 3 señales de aceleración ortogonal (x, y, y z).

Por lo tanto, el propósito del presente estudio se ha sido establecido de dos maneras: una es comparar la consistencia en las formas de onda de la aceleración de la extremidad inferior durante golpes del balón realizados con la parte interior del pie y con el empeine, y la otra es investigar la correlación entre los valores subjetivos del nivel de habilidad y repetibilidad de la aceleración de la rodilla buscando un método adecuado para el registro óptimo de esa correlación. Aunque, hay otras partes del cuerpo involucradas en la acción de golpear el balón (patear), por ejemplo el pie, en este estudio se ha elegido la rodilla porque su pico de aceleración nunca excedió los ± 5 g. Otro punto importante en la elección de la rodilla fue el posible desplazamiento del acelerómetro durante la patada debido a aceleraciones muy elevadas, lo que es probable que produzca registros no confiables. A modo ilustrativo, en las mediciones preliminares, las aceleraciones pico del pie incluso excedieron el límite de ± 50 g. debido a la saturación en la señal de aceleración cuando el pie toma contacto con el balón.

CONCLUSION

Este estudio ha explicado con mayor detalle la repetibilidad de la aceleración de la rodilla como una función de la habilidad. Al parecer, el orden de la repetibilidad disminuye desde un resultado más elevado a uno más bajo con el incremento en el nivel de habilidad de los sujetos. Es bien sabido que una vez que los sujetos pudieron producir los movimientos adecuados, los torques musculares cambiaron con un mayor aprendizaje, aunque sólo con un ligero cambio en la cinemática de la articulación (Young y Marteniuk, 1997). Por lo tanto, el método propuesto en este estudio podría ser útil como una evaluación objetiva y conveniente que permite que se interprete la consistencia de la acción a través del progreso en el aprendizaje. No obstante, necesariamente deberían realizarse más investigaciones para confirmar la utilidad del método para la evaluación de la habilidad en sujetos individuales.

Puntos Clave

- La repetibilidad de las formas de onda de la aceleración concuerdan con el nivel de habilidad de los sujetos.
- La acelerometría podría utilizarse como una evaluación objetiva y conveniente que permite interpretar la consistencia de la acción.

REFERENCIAS

1. Asami, T. and Nolte, V (1983). Analysis of powerful ball kicking. In: Biomechanics VIII-B. Eds: Matsui, H. and Kobayashi, K. Champaign IL: Human Kinetics. 695-700
2. Bisseling, R.W. and Hof, A.L (2006). Handling of impact forces in inverse dynamics. *Journal of Biomechanics* 39(13), 2438-2444
3. Clarys, J.P., Cabri, J., Bollens, E., Sneeckx, R., Taeymans, J., Vermeiren, M., Van Reeth, G. and Voss, G (1990). Muscular activity of different shooting distances, different release techniques, and different performance levels, with and without stabilizers, in target archery. *Journal of Sports Sciences* 8, 235-257
4. Granata, K.P., Padua, D.A. and Abel, M.F (2005). Repeatability of surface EMG during gait in children. *Gait & Posture* 22(4), 346-350
5. Hershler, C. and Milner, M (1978). An optimality criterion for processing electromyographic (EMG) signals relating to human locomotion. *IEEE Trans Biomedical Engineering* 25(5), 413-420
6. Kavanagh, J.J., Morrison, S., James, D.A. and Barrett, R.S (2006). Reliability of segmental accelerations measured using a new wireless gait analysis system. *Journal of Biomechanics* 39(15), 2863-2872
7. Lees, A (1996). Biomechanics applied to soccer skills. In: *Science and Soccer*. Ed: Reilly, T. E & F.N. Spon, London. 124-150
8. Levanon, J. and Dapena, J (1998). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 30, 917-927
9. Luhtanen, P (1988). Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. In: *Science and Football*. Eds: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. and Murphy, W.J. London: E & FN Spon. 449- 455
10. Mansfield, A. and Lyons, G.M (2003). The use of accelerometry to detect heel contact events for use as a sensor in FES assisted walk. *Medical Engineering & Physics* 25, 879-885
11. Menz, H.B., Lord, S.R. and Fitzpatrick R.C (2003). Age-related differences in walking stability. *Age and Ageing* 32, 137-142
12. Moe-Nilssen, R (1998). Test-retest reliability of trunk accelerometry during standing and walking. *Archieve of Physical Medicine & Rehabilitation* 79(11), 1377-1385
13. Moe-Nilssen, R. and Helbostad, J.L (2004). Estimation of gait cycle characteristics by trunk accelerometry. *Journal of Biomechanics* 37, 121-126

14. Nunome, H., Asai, T., Ikegami, Y. and Sakurai, S (2002). Three dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 34, 2028-2036
15. Putnam, C (1991). A segment interaction analysis of proximal-to-distal sequential segment motion patterns. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 23, 130-141
16. Soylu, A.R (2008). Assessment of repeatability of surface electromyography signals. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 18, 690-694
17. Soylu, A.R., Ertan, H. and Korkusuz, F (2006). Archery performance level and repeatability of event-related EMG. *Human Movement Science* 25(6), 767-774
18. Van den Bogert, A.J. and de Koning, J.J (1996). On optimal filtering for inverse dynamics analysis. In: *Proceedings of the IXth Biennial Conference of the Canadian Society for Biomechanics, Vancouver, Canada*. 214-215
19. Young, R.P. and Marteniuk, R.G (1997). Acquisition of a multi-articular kicking task: Jerk analysis demonstrates movements do not become smoother with learning. *Human Movement Science* 16(5), 677-701
20. Zijlstra W. and Bisseling R (2004). Estimation of hip abduction moment based on body fixed sensors. *Clinical Biomechanics* 19(8), 819-827
21. Zijlstra, W. and Hof, A.L (2003). Assessment of spatio-temporal gait parameters from trunk accelerations during human walking. *Gait & Posture* 18, 1-10

Cita Original

Pinar Arpınar-Avsar and Abdullah Ruhi Soylu. Consistency in Acceleration Patterns of Football Players with Different Skill Levels. *Journal of Sports Science and Medicine* (2010) 9, 382 - 387