

ANÁLISIS CINÉTICO Y CINEMÁTICO SIMULTÁNEO MEDIANTE LA SINCRONIZACIÓN DE DINASCAN®/IBV Y KINESCAN®/IBV

Juan-Víctor Hoyos y Gabriel Brizuela
INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

Objetivos

El análisis biomecánico de los movimientos humanos necesita de la medición de las variables mecánicas que los describen. Según se trate de variables cinemáticas, cinéticas, energéticas, fisiológicas, o de otro tipo deberá usarse el equipamiento y metodología necesario. Obviando enumeraciones, clasificaciones y descripciones que dejamos para otros documentos, podemos afirmar que las plataformas de fuerzas (o dinamométricas) y los equipos de análisis de movimientos basados en vídeo (fotogrametría vídeo) son los equipos de medida más utilizados y más necesarios para cualquier laboratorio de biomecánica del movimiento humano.

El IBV utiliza en sus laboratorios tecnología propia a la que en ocasiones es preciso adaptar equipos desarrollados por otros fabricantes o laboratorios.

Para la medición de fuerzas sobre el suelo dispone de las plataformas DINASCAN/IBV ya citadas en anteriores artículos en los que se describe su funcionamiento (1) y sus aplicaciones (2,3,4,5,6,7).

Para el análisis cinemático de movimientos se dispone

Para el análisis de movimientos humanos es útil en algunas ocasiones realizar simultánea y sincronizadamente el análisis cinemático y cinético. En este artículo se describe la metodología utilizada para resolverlo y algún ejemplo de aplicación.

La plataforma de fuerzas DINASCAN /IBV utiliza una base de tiempos con origen en el inicio del disparo y con frecuencia de muestreo constante para toda la medida, pero configurable desde programa

del equipo de fotogrametría basada en vídeo o cine KINESCAN/IBV que también ha sido objeto de otros trabajos (8,9,10,11,12,13, 14,15).

Aunque en la mayoría de ocasiones se utiliza un solo equipo eligiendo el más apropiado al objetivo perseguido, existen ocasiones en las que es imprescindible medir y analizar simultáneamente variables cinemáticas y cinéticas como por ejemplo:

- para conocer el valor de la fuerza en un instante caracterizado por la posición de máximo,

mínimo o ideal de un ángulo articular.

- para conocer la posición absoluta o relativa de una articulación o un segmento en el momento en que se produce un evento característico de fuerza máxima, mínima, paso por cero.
- para calcular mediante análisis cinético inverso momentos articulares en miembro inferior.

Para hacer posible estos análisis es necesaria, además de la utilización simultánea de ambos equipos, la sincronización de los mismos para utilizar una base de tiempos común, tal y como describimos en el siguiente apartado.

Material y métodos

La plataforma de fuerzas DINASCAN utiliza una base de tiempos con origen en el inicio del disparo y con frecuencia de muestreo constante para toda la medida pero configurable desde programa. El disparo (inicio



de la medición) puede realizarse desde el teclado o con un dispositivo externo que genere un contacto o una señal eléctrica.

El equipo KINESCAN vídeo utiliza la base de tiempos implícita a la señal de vídeo con frecuencia fija (50 i.p.s) y origen en el disparo que se realiza desde el programa (pulsando el botón "Inicio Escena").

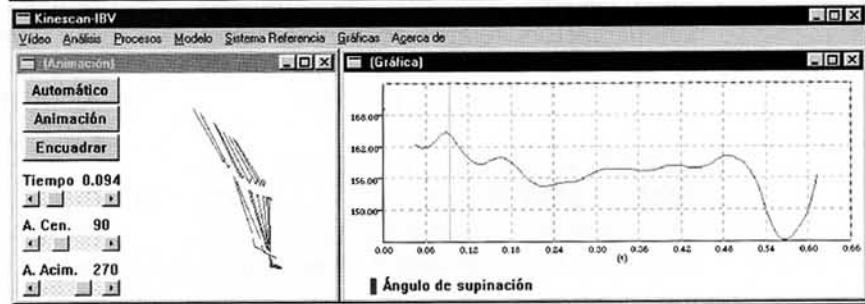
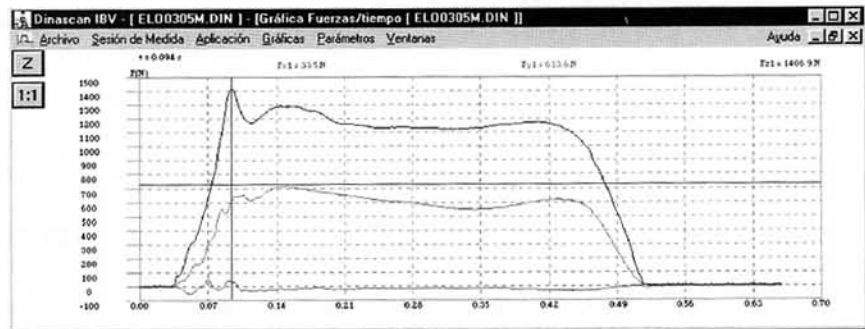
Se puede sincronizar ambas bases de tiempos identificando un evento reconocible en ambos sistemas de medida. Por ejemplo, generando una señal luminosa identificable en las imágenes de vídeo con lo que se conocerá la imagen (KINESCAN) y la muestra (DINASCAN) que se corresponden con la señal luminosa lo que permite sincronizar ambas base de tiempos.

En el IBV hemos implementado esta sincronización mediante la utilización de una Unidad de Sincronización Externa y un LED.

La **Unidad de Sincronización Externa** es un circuito que facilita la conexión de dispositivos generadores de señales digitales como por ejemplo las fotocélulas o un detector de pisada a DINASCAN y también permite el disparo de un dispositivo para sincronización con otro equipo de medida.

Un **LED** (diodo electroluminiscente) es un componente electrónico de pequeño tamaño y reducido consumo que emite luz cuando se le aplica una señal eléctrica.

La unidad de sincronización externa se conecta a DINASCAN, a una barrera fotoeléctrica y a un LED (de



color verde con una resistencia en serie de 1 kohmio) que se coloca en el objetivo de una de las cámaras.

Para la medición debe iniciarse en primera instancia la grabación con KINESCAN para a continuación estar a la espera de que al realizar el gesto se active la barrera fotoeléctrica (o dispositivo de disparo elegido). En ese momento se producirá simultáneamente el inicio de la medición de la plataforma DINASCAN y el destello del LED. Una vez finalizada la medición se podrán analizar los datos registrados.

Al analizar la escena con KINESCAN se buscará e identificará la imagen correspondiente al inicio del destello del LED definiendo ese fotograma como "inicio del estudio". De esta forma la variable tiempo tendrá su origen en ese instante coincidiendo con el tiempo en el análisis con DINASCAN.

Aprovechando la posibilidades de Windows se puede ejecutar y representar simultáneamente las dos aplicaciones con los registros correspondientes a la misma medición y con una base de tiempos común.

Ejemplo de aplicación

Para evaluar comparativamente el riesgo de lesión con diferentes botas de fútbol en los cambios de sentido (regates). Se midió simultáneamente con KINESCAN y DINASCAN, determinando la estabilidad lateral durante el gesto de parada lateral, y se analizó si los instantes de aplicación de fuerzas máximas se producían durante los máximos de inversión y supinación del pie.

En el ejemplo de la figura podemos observar como los valores de máxima fuerza se producen casi simultáneamente a la máxima supinación.



Referencias bibliográficas

1. HOYOS, J.V.; MONTERO, J.; BELDA, J.M.; BRIZUELA, G.; SANCHEZ-LACUESTA, J. (1997) Plataforma dinamométrica Dinascan-IBV. *Biomecánica. Cuadernos de información*. 13,21-26.
2. AGUADO, X.; IZQUIERDO, M.; MONTESINOS, J.L. (1997) Kinematic and kinetic factors related to the standing long jump performance. *J. Human Movement Studies*. 32,156-169.
3. CORTÉS, A.; VIOSCA, E.; HOYOS, J.V.; PRAT, J.; SÁNCHEZ-LACUESTA, J. (1997) Could the prescription for below-knee amputees be optimized ?. *Prost. Orth. Int.* (aceptado).
4. HAKKINEN, K.; IZQUIERDO, M.; AGUADO, X.; NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J. (1996) Isometric and dynamic explosive force production of leg extensor muscles in men at different ages. *J. Human Mov. Studies*. 31,105-121.
5. BRIZUELA, G. Estudio biomecánico del calzado para tenis. Generación de criterios biomecánicos para su diseño. *Biomecánica. Cuadernos de Información*. 11,9-11.
6. ALCANTARA, E.; PEREZ, A.; LOZANO, L.; GARCIA, A.; FORNER, A. (1996) Generation and transmission of heel strike impacts in children running footwear and gender influence. En XIV Symposium on Biomechanics in Sports: Proceedings (editado por ABRANTES, J.M.C.S.). 297-300. Edições FMH, Univ.Técnica, Lisboa.
7. LAFUENTE, R. (1996) Aplicaciones de la inteligencia artificial en tecnología de la rehabilitación. *Biomecánica. Cuadernos de Información*, 10, 6-8.
8. HOYOS, J.V.; MONTERO, J.; LLOBET, R.; BELDA, J.M.; BRIZUELA, G. (1997) Sistema de análisis de movimientos Kinescan-IBV. *Biomecánica. Cuadernos de información*. 14,22-27.
9. BRIZUELA, G.; FERRÚS, E.; LOZANO, L.; MONTERO, J. (1997) Aplicación de Kinescan-IBV al estudio de un gol fantasma de la liga de fútbol profesional. *Biomecánica. Cuadernos de Información*,16, 26-28.
10. BRIZUELA, G.; GARCIA, A.; FERRANDIS, R.; LOZANO, L.; LLANA, S. (1996) Influence of footwear on the ankle sprain production mechanism in basketball. En XIV Symposium on Biomechanics in Sports: Proceedings (editado por ABRANTES, J.M.C.S.). 350-353. Edições FMH, Univ.Técnica, Lisboa.
11. DURA, J.; FORNER, A.; GARCIA, A.; FERREANDIS, R.; BRIZUELA, G. (1996) Joint co-ordinate system and attitude vector: influence in the interpretation of movements. En XIV Symposium on Biomechanics in Sports: Proceedings (editado por ABRANTES, J.M.C.S.). 143-146. Edições FMH, Univ.Técnica, Lisboa.
12. NAVARRO, E.; CAMPOS, J.; CHILLARON, J.; VERA, P. (1996) A method for determining the individual sport technique in javelin throwing based on a discriminant analysis. En XIV Symposium on Biomechanics in Sports: Proceedings (editado por ABRANTES, J.M.C.S.).228-231. Edições FMH, Univ.Técnica, Lisboa.
13. LLANA, S.; BRIZUELA, G. (1996) Estudio biomecánico de los impactos en los saltos. *Selección*. 2,51-55.
14. BRIZUELA COSTA, G.A. (1996) Aportaciones al diseño de calzado para la práctica del baloncesto: análisis biomecánico de la influencia del calzado sobre el salto vertical y sobre el rendimiento. Aspectos epidemiológicos. Tesis doctoral (dirigida por VERA LUNA, P.; GARCIA-BELENQUER, A.C.) . 273.
15. BRIZUELA, G.; LLANA, S.; FERRANDIS, R. (1996) Influencia del calzado sobre el mecanismo de producción de los esguinces de tobillo en el baloncesto.

□