

LA DOCENCIA DE BIOMECÁNICA EN EL LABORATORIO CON DINASCAN/IBV[®]

Xavier Aguado Jódar
Facultad de Ciencias del Deporte.
Universidad de Castilla La Mancha

ESTE ARTÍCULO SE PRESENTA COMO FRUTO DE LA DOCENCIA EN PRÁCTICAS DE biomecánica durante los últimos 11 años con la ayuda de equipos y software del IBV. Se destaca en éstos: la calidad de los datos obtenidos, la facilidad de uso, la posibilidad de exportación de resultados y la polivalencia de los equipos en el diseño de diferentes prácticas. Así, se analiza desde un punto de vista didáctico y crítico la problemática de las prácticas de biomecánica, se expone una metodología propia y se presentan algunos ejemplos aplicados con Dinascan/IBV[®].

Teaching biomechanics in the laboratory using Dinascan/IBV

This contribution is the result of 11 years of teaching biomechanics in the laboratory using IBV's equipment and software, with remarkable data quality, ease of use, export of results and multipurpose nature of the equipment in the design of different laboratory experiences. The pedagogical application is presented, as well as a methodology and some examples using Dinascan/IBV[®].

1. INTRODUCCIÓN

La docencia de la Biomecánica plantea numerosos problemas y retos a los profesores y alumnos. Hay que tener presente los estudios dentro de los que se imparte esta asignatura. Así, por ejemplo, la Biomecánica de **Ciencias del Deporte** no será la misma que la de Fisioterapia. No obstante, aunque las soluciones puedan diferir, algunos problemas son comunes. >

Un error frecuentemente cometido desde nuestro punto de vista es hacer mucho hincapié en la toma de datos y dejar en segundo término el tratamiento e interpretación de éstos.



> Un problema frecuentemente debatido en las Ciencias del Deporte es exigir o no la **memorización de las fórmulas** (Coburn, 1999). Mientras que algunos profesores exigen esta memorización, la mayoría se inclina por la memorización sólo de las más básicas (velocidad, aceleración, etc.) o por no exigirla. Estos últimos dan en los exámenes un anexo en el que se encuentran todas las fórmulas necesarias para poder solucionar los problemas (no necesariamente numéricos). Así ven a las fórmulas simplemente como **herramientas**, entre otras posibles, que ayudan a solucionar los problemas prácticos planteados.

En las **prácticas de biomecánica** siempre existirán unas metodologías que deberán aplicarse (protocolos, calibración de aparatos, manejo de los equipos, uso de programas informáticos). Sin la aplicación de éstas no será posible la adquisición de **datos de calidad suficiente** para poder ser analizados. Por otro lado en el análisis de estos datos se deberán buscar aplicaciones prácticas en relación al movimiento o técnica deportiva analizada y no quedarse en meras soluciones numéricas. Aquí juegan un papel importante los diferentes **principios biomecánicos** que puedan enunciarse pensando, por ejemplo, en aumentar la eficacia del movimiento o en disminuir el riesgo de lesiones.

Un error frecuentemente cometido desde nuestro punto de vista es hacer mucho hincapié en la **toma de datos** y dejar en segundo término el tratamiento e interpretación de éstos. Aunque la instrumentación biomecánica, como por ejemplo Kinescan/IBV®, es cada día más fácil de usar (*más amigable*), si pensamos en los objetivos didácticos será más interesante saber analizar y aplicar los datos obtenidos que no el manejo en sí de la metodología. Aquí vuelve a ocurrir lo mismo que se ha expuesto respecto a las fórmulas, por eso proponemos que el conocer y dominar las metodologías y protocolos no sea un fin en sí mismo sino una herramienta para poder obtener los datos que van a ser analizados.

Si en el futuro nuestros alumnos necesitaran hacer análisis biomecánico podrán recurrir a técnicos en los centros de alto rendimiento o departamentos universitarios con aparataje de

biomecánica, que dominen estas metodologías. Preferimos que nuestros alumnos sepan lo que pueden obtener con los estudios biomecánicos y **sepan analizar los resultados** de éstos antes que el conocimiento detallado de metodologías y protocolos de uso.

Quienes han experimentado las prácticas de análisis cinemático basadas en la digitalización de largas secuencias de fotogramas con programas precarios y sin saber muy bien a dónde conducía aquel proceso engorroso, que bloqueaba durante semanas el laboratorio y cuyo único fin parecía consistir en **aprender a digitalizar**, entenderán perfectamente la estrategia que aquí se propone.

Con los diferentes equipos de análisis del IBV (plataformas de fuerzas, análisis del movimiento, plantillas instrumentadas, antropometría, etc.) vamos a disponer de una excelente instrumentación biomecánica que encaja perfectamente con las estrategias didácticas que se exponen. Con ellos vamos a obtener datos de alta calidad, que posteriormente van a ser tratados y discutidos por nuestros alumnos.

2. METODOLOGÍA

Basándonos en lo comentado en la introducción proponemos una metodología docente de estas prácticas basada en los siguientes puntos:

1-Agilizar el proceso de toma de datos. Para ello y para conseguir una calidad suficiente de los datos proponemos que este proceso esté dirigido por alguien que domine las metodologías y minimizar el papel del alumno en el manejo de los equipos a tareas muy puntuales, rutinarias y supervisadas por quien dirige el proceso. Para ello se deberá identificar bien las diferentes tareas que se deberán realizar en la práctica y cuáles de ellas harán por rotación los alumnos. El número de alumnos por práctica dependerá de esta previsión de tareas ya que se evitará que aparezcan espacios de tiempo prolongados en que no tengan nada que hacer.

2-Que cada alumno analice una **técnica deportiva, movimiento o test realizado por él mismo**. De esta manera pretendemos motivar al alumnado en el proceso de interpretación de los resultados.

3-Se buscará que en las prácticas se analicen movimientos o posturas **cercanos a los que se dan en situaciones reales** (tests de fuerza o equilibrio, cambios de sentido en fintas, lanzamientos, golpesos, carreras, etc.). También buscamos explotar al máximo la polivalencia de uso de los equipos del IBV de cara a sacarles el máximo rendimiento.

4-Aprovechar las posibilidades de **manejo y exportación de resultados** de los equipos del IBV. Así lo que el alumno obtendrá finalmente de las prácticas realizadas en el laboratorio serán ficheros ASCII.

5-Los **alumnos realizarán cálculos, gráficas e interpretaciones de los resultados** con la ayuda de hojas de cálculo tipo EXCEL o similares es decir, con programas usados ampliamente por diferentes asignaturas y en diferentes tareas. De esta forma, haciendo que los programas que deban manejar sean los mismos que en otras materias, se está desmitificando la idea de aislamiento y uso de herramientas demasiado específicas y complicadas en biomecánica.

6-En la **fase posterior a la toma de datos** los alumnos deberán siempre:

- a-elaborar gráficas de los resultados,
- b-realizar algunos cálculos,
- d-explicar porqué se han obtenido estos resultados y no otros,
- c-discutir los resultados, realizando comparaciones entre diferentes tests, prácticas y lo que dice la literatura.

Volvemos a resaltar una vez más la contrastada idoneidad de los equipos del IBV en el uso de esta metodología al permitir el software un correcto y fácil manejo y exportación de los resultados y por otro lado el hardware posibilita una alta polivalencia de uso, que permite con cada equipo construir multitud de variadas prácticas. Así podremos cubrir fácilmente nuestros diferentes objetivos didácticos.

3. ALGUNOS EJEMPLOS

A continuación se describen sucintamente algunos ejemplos de prácticas usando las plataformas de fuerza Dinascan/IBV® 600 y el programa Dinascan 8.2:

1- Proyección del Centro de Gravedad (CG) en la huella plantar:

Se usará una sola plataforma. En esta práctica emplearemos fotopodogramas obtenidos en prácticas anteriores. Se usarán preferentemente fotocopias de los fotopodogramas que se



fijarán sobre la plataforma con celo. Las huellas siempre guardarán una relación determinada con la plataforma para poder transferir posteriormente los resultados sobre las huellas. Por ejemplo, se puede dibujar una figura geométrica sobre el fotopodograma cuyo centro y ejes se hacen coincidir con los de la plataforma.

La persona que realiza el test se colocará sobre su propia huella plantar. Exploraremos tanto en situación monopodal como bipodal diferentes posturas. Pueden ser entre otras: llevando una mochila cargada en la espalda, llevando la misma mochila por delante, con un peso repartido al lado derecho e izquierdo, con un peso en un solo lado, con el cuello en hiperextensión, con los ojos cerrados y levantando el muslo con 90° de flexión de cadera. >



> El protocolo siempre respetará el mismo tiempo de medida, por ejemplo 10 segundos, y las mismas instrucciones, por ejemplo: durante el desarrollo del test se deberá mantener la postura intentando no moverse.

Es interesante que con una cámara lateral y otra frontal se realicen sendas fotografías de cada test. Estas cámaras van a permitirnos tener una referencia visual de las posturas y trasladar las proyecciones del CG en X e Y no sólo a la huella sino también a las fotos (en las que aparecerá en el mismo plano una dimensión conocida para poder obtener la escala).

Exportaremos los resultados del centro de presiones con extensión .txt y se lo entregaremos a los alumnos. El alumno, mediante una hoja de cálculo deberá representar gráficamente los tests, si es posible (guardando las referencias y la escala) sobre las fotocopias de los fotopodogramas. Deberá también calcular la proyección media en X e Y del CG durante el tiempo de realización del test, así como las desviaciones estándar. Posteriormente deberá dibujar sobre las fotografías las líneas de proyección media del CG.

Esta práctica da mucho juego en la valoración del grado de estabilidad de diferentes posturas. Además, al disponer de fotos, se podrá observar la colocación de los segmentos corporales y discutir los resultados. Es posible también en ciertas posturas discutir la influencia del tipo de pie observado en la huella plantar.

2-Criterios de eficacia en la batida de saltos desde parado:

Usaremos una sola plataforma. Se pueden realizar diferentes tipos de saltos, como por ejemplo: con contramovimiento, sin contramovimiento, horizontal a pies juntos y cayendo desde un cajón con rebote. Salvo en los saltos horizontales usaremos simplemente las fuerzas verticales (F_z).

Es importante estandarizar al máximo las condiciones en que se realizan los saltos, entre ellas la utilización o no del tronco y de los miembros superiores y, por otro lado, el ángulo previo de flexión de rodillas. Para controlar el ángulo de flexión de rodillas se puede usar un electrogoniómetro cuya señal recogemos junto con la plataforma o se puede, mediante un goniómetro, ajustar la altura de una cinta elástica sujeta en dos postes laterales, de manera que en la flexión previa al salto el alumno deberá llegar justo hasta tocar esta cinta sin hundirla.

Los alumnos aprenderán a calcular mediante la hoja de cálculo los impulsos (negativo de descenso, de aceleración, de frenado y negativo de ascenso) y a partir de ellos la altura recorrida y la velocidad del CG. Deberán a parte de graficar los resultados obtener diversas variables con las que poder comparar los diferentes saltos, como por ejemplo: la altura del salto, la fuerza vertical máxima, la máxima pendiente de fuerza vertical y las relaciones entre impulsos.

En la discusión se pueden comparar los resultados de los diferentes saltos. Se puede también realizar un mismo tipo de salto con diferentes grados previos de flexión de rodillas y compararlos. Otra posible fuente de discusión sería el comparar estos resultados con los de fuerza isométrica explosiva y máxima, práctica que se describe más adelante, o también compararlos con los obtenidos en el test de Bosco. En cualquiera de estas comparaciones se pedirá una discusión sobre el porqué de las diferencias encontradas.

Para poder comparar algunos resultados (por ejemplo el mismo tipo de salto hecho con diferentes grados de flexión) será conveniente normalizar el eje de abscisas (tiempos).

3- Cinética del apoyo en carrera de fondo:

Se usará una sola plataforma y dos barreras fotoeléctricas. Se estandarizará un rango de velocidades de acercamiento a la pisada en la plataforma, que la mediremos mediante las 2 barreras fotoeléctricas separadas por 2 ó 3 metros. Por delante y por detrás de la plataforma deberá haber suficiente espacio como para no condicionar la carrera. Se realizarán varios ensayos intentando ajustar la velocidad de acercamiento a la requerida y pisar en la plataforma, de forma natural, sin forzar la zancada.

Podemos hacer ensayos con diferentes tipos de calzado, incluso descalzos y también cambiando la velocidad de carrera, cuyos resultados se usarán en la discusión. Entre los resultados que se pedirán para calcular con la hoja de cálculo estará el normalizar el eje de ordenadas de las gráficas con el peso del sujeto (BW).

4- Fuerza isométrica máxima y explosiva en la extensión de los miembros inferiores:

Se usarán 2 plataformas en paralelo. Se instalará una barra horizontal fija que pueda ser regulada previamente en altura. Es importante la realización correcta del test con la columna vertical, manteniendo las curvaturas fisiológicas y sin realizar una extensión con ella durante el ejercicio.

Solicitaremos la graficación de los resultados y las siguientes variables: fuerza máxima isométrica, pendiente media entre el inicio del test y cuando se alcanza la fuerza máxima, pendiente máxima de incremento de la fuerza medida entre 10 ms, fuerza a los 500 ms del inicio del test y fuerza a los 100 ms del inicio.

Podemos comparar los resultados de la extremidad derecha e izquierda, recogidos por separado en las plataformas, también podemos comparar los resultados con 2 ó 3 ángulos de flexión de rodillas diferentes (que pueden ser los mismos que se emplearon en el test de los saltos) para así poder comparar estos resultados con los obtenidos en los tests de saltos.



BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, X; Izquierdo, M. (1995): "16 prácticas de biomecánica". Universidad de León. León.
- Aguado, X; González, J.L.; Izquierdo, M. (1997): "Biomecánica fuera y dentro del laboratorio". Universidad de León. León.
- Amante, J. (1987): "La base de la física". Penthalon. Madrid.
- Coburn, J. (1999): "Memorizing equations. Summary of Replies". Biomch-L@nic.surfnet.nl. (lista de correo sobre biomecánica). Amsterdam.
- Dainty, D.A.; Norman, R.W. (1987): "Standardizing biomechanical testing in sports". Human Kinetics. Champaign Illinois.
- Dapena, J. (1985): "Computer in Biomechanics". On Line, nº 4: 9-11.
- Dapena, J. (1985): "El uso de la computadora en Biomecánica". Archivos de Medicina del Deporte, vol III, nº 9, 55-60.
- Fernández, J.; Martínez, S. (1989): "Biomecánica. Cuaderno de trabajo". Científico Técnica. La Habana.
- García Fojeda, A.; Valios, J.C. (1997): "La Biomecánica: una herramienta para la evaluación de la técnica deportiva". Apuntes Educación Física y Deportes, nº 47: 15-20.
- Groves, R.; Camaione, D. (1975): "Concepts in Kinesiology". Saunders. Philadelphia.
- Fundació La Caixa (1991): "Museo de la ciencia. Guía del museo". Fundació La Caixa. Barcelona.
- Kanudson, D.V.; Morrison, C.S. (1997): "Qualitative analysis of human movement". Human Kinetics. Champaign Illinois.
- Zatsiorski, V.M. (1989): "Metrología deportiva". Pueblo y Educación. La Habana.
- IBV (1998): "Manual de uso de Dinascan/IBV". IBV. Valencia.
- IBV (1998): "Manual de uso de Kinescan/IBV". IBV. Valencia.