

Biomecánica Deportiva

La biomecánica deportiva es uno de los núcleos de estudio de las ciencias del deporte, con datos, equipamiento y objetos de estudio particulares. Busca establecer los principios y métodos de la aplicación mecánica al estudio de las estructuras y fundamentos de los sistemas biológicos; de manera de poder sentar las bases mecánicas del entrenamiento deportivo, colaborando en el diseño de complementos y equipos deportivos, así como también la prevención de lesiones.

Emplea una serie de herramientas y técnicas de instrumentación para el análisis de las diferentes disciplinas físico-deportivas, así como también para el desarrollo de nuevos materiales y equipamiento deportivo. Es interesante reconocer que estas técnicas poseen su cuerpo de conocimientos teóricos en los conocidos como "precursores de la biomecánica": Aristóteles, Da Vinci, Galileo, Descartes, Borelli, Newton, entre otros.

Se pueden mencionar tres ámbitos de aplicación:

- a) Análisis de técnicas deportivas: busca realizar los movimientos más eficaces para cada objetivo particular, y para cada persona con sus características propias.

- b) La prevención y rehabilitación del deporte: los niveles de eficacia exigidos en el movimiento, hacen que la estructura biológica implicada pueda llegar a límites excesivos de estrés e incurriendo en una posible lesión. Se busca entonces, proporcionar información sobre las propiedades mecánicas de los tejidos y las cargas que actúan en el movimiento, diseñando cambios en la técnica deportiva para evitar lesiones y programas de rehabilitación. Incluye en este ámbito, modelos estadísticos y matemáticos. Presta especial atención al estudio de los factores de riesgo, analizando los mecanismos de las lesiones y desarrollando planes de prevención.

- c) Desarrollo y adaptación de equipamientos deportivos: esto parte de las propias necesidades de los deportistas. Por ejemplo, el diseño de calzados para cada tipo de actividad. Las bicicletas, máquinas de salas de fitness, e incluso el pavimento que se utiliza. Esto involucra y une, en cierta manera a los puntos a y b; ya que se tiene en cuenta el desarrollo de un material que permita la mejor eficacia, evitando la lesión.

Entre las principales herramientas y técnicas instrumentales, se describen aquellas destinadas al análisis cinemático y cinético, hablaremos de algunas de ellas más adelante.

Generalmente, las herramientas y/o tecnologías necesarias están desarrolladas, sin embargo, cabe mencionar una serie de aspectos a tener en cuenta en el uso, por ejemplo:

- El costo económico que supone el acceso a determinados instrumentos y metodologías.
- El tiempo necesario para el entrenamiento y funcionamiento de herramientas muy sofisticadas.
- La dificultad de instrumentar al deportista con herramientas que puedan interferir negativamente en su ejecución.

La principal herramienta con la que se ha contado en el área de las ciencias de la actividad física, ha sido la observación y experiencia de los profesionales, que al identificar errores han sido capaces de aportar soluciones a sus deportistas. Del mismo modo, podría considerarse el metro, y posteriormente el cronómetro (en segundos, décimas, y en centésimas de segundo finalmente) como los primeros instrumentos empleados para analizar la evolución y el rendimiento deportivo, seguidos de cámaras de fotografía y/o video.

Sin embargo, con el aumento de la técnica y táctica deportiva, los avances en áreas que conciernen al deporte como la nutrición, la psicología, la fisiología, se requieren de herramientas que puedan dar devoluciones a los trabajos deportivos.

Esto requiere de poder clasificar las herramientas disponibles:

- a) Las destinadas al análisis cinemático del movimiento: sólo describen el movimiento, sin tener en cuenta las causas que lo producen o afectan. Se analiza en función del tipo de desplazamientos, velocidades y aceleraciones.

- b) Las destinadas al análisis cinético del movimiento: dan información sobre las causas que generan el movimiento, o las producidas durante el mismo. Se analizan fuerzas, momentos o presiones que actúan en el cuerpo humano al interactuar con el medio.

En ambas, se aplican los conocimientos de la física clásica.

Para analizar lo mencionado, existen, entonces:

1) Cronoscopios (cronómetros):

Herramienta destinada a la toma de tiempos. Pueden funcionar de manera electrónica (figura 1) o mecánica (figura 2). Los hay destinados a múltiples disciplinas.



Figura 1 – Cronómetro electrónico



Figura 2 – Cronómetro mecánico

Existen herramientas accesorias para utilizar con los cronómetros, como las fotocélulas que actúan como interruptores a la corriente eléctrica frente al paso, a través de un haz de luz infrarroja, y detectar si hay corte o no.

Las fotocélulas pueden ser reflex (figura 3) o de barrera.



Figura 3 – Fococélula reflex

Otro dispositivo, son las plataformas de contacto, que también funcionan como un interruptor. Se pueden utilizar para registrar tiempos de vuelo y alturas en saltos. Similares a estas pero funcionando con transductores de presión, están las plataformas de presión.

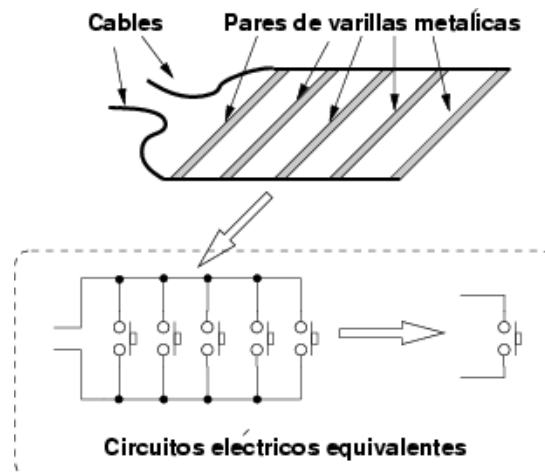


Figura 4 – Diseño plataforma de contacto

En general, todos los instrumentos se usan de manera colaborativa, adaptándose a las variables requeridas por cada entrenador.

Por ejemplo, pueden utilizarse plataformas para deportes acuáticos, que indican al nadador tiempos parciales, totales, velocidad, número de vueltas y hasta puede conectar la información al entrenador.



Figura 5 – Uso de plataforma de contacto

2) Cámaras fotográficas

Son muy útiles para poder capturar imágenes en movimiento permanente, y obtener información a través de ellas. Con el paso del tiempo y la tecnología se ha mejorado mucho la resolución espacial y temporal.

Dentro de los tipos de fotografías, se pueden nombrar la fotoseriación de imágenes (fotografía cronocíclica), fotografía estroboscópica y la fotografía de huella luminosa. (Figura 6)

Los aportes a la biomecánica se han centrado en el análisis de variables cinemáticas como: la posición del centro de gravedad, posición y rangos de movimiento en determinadas articulaciones, velocidades y trayectorias, entre otros.

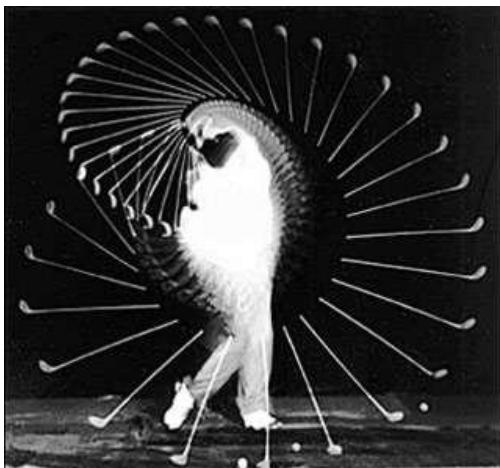


Figura 6 – Tipos de fotografías en serie.

3) Electromiografía

Es la manera de analizar cambios eléctricos que ocurren en el músculo durante o inmediatamente antes de la contracción. Se necesita de un conductor de los impulsos eléctricos, y otro instrumento que los traduzca en señales visuales. Los impulsos se toman con electrodos metálicos en la piel o con cables finos en los músculos. En la figura 7 puede verse un ejemplo en bíceps braquial.

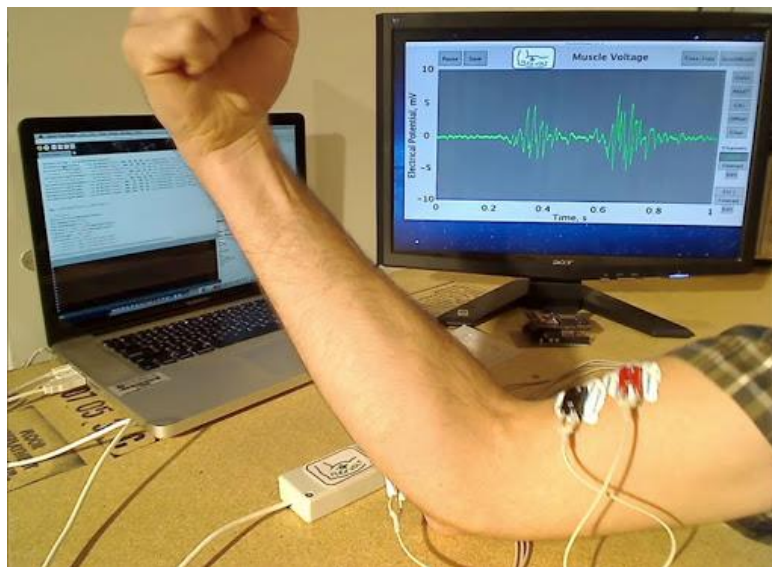


Figura 7: Electromiograma (EMG) se superficie en bíceps braquial. Se ven los electrodos colocados que toman la señal, y mediante un análisis y transducción de señal, se obtiene el pulso de la contracción.

5) Antropometría

Es un análisis destinado a determinar las características y propiedades del aparato locomotor según las dimensiones de las formas geométricas de segmentos corporales, distribución de la masa, brazos de palanca, posiciones articulares, etc., definiendo entonces, un modelo antropométrico de acuerdo a los parámetros necesarios para la construcción de un modelo biomecánico de la estructura analizada. Es necesario obtener medidas promedio de densidad corporal por segmentos, así como el tamaño y proporción media de los segmentos corporales

A partir de este análisis, los biomecánicos pueden comprender y estudiar los movimientos de los segmentos o de los cuerpos, sería posible inferir las fuerzas que los originaron y estimar el centro de masa.

Es muy utilizada para estudiar la nutrición necesaria para cada persona, ya que permite

- Estimar la composición corporal del individuo para así evaluar el tipo de intervención nutricional llevar a cabo junto con el ejercicio más recomendado.
- Establecer los objetivos de trabajo con la persona en base a la mejora de los componentes de composición corporal, ya sea en clínica, deportiva o medicina preventiva.
- Evaluar y observar las modificaciones y mejoras en la composición corporal antes y después de una intervención alimentaria y de actividad física
- Estudiar la distribución de la masa grasa, a través del índice cintura/cadera y perímetro abdominal.
- Estudiar los efectos de distintas dietas sobre la composición corporal, y así, evaluar su idoneidad.
- Estimar el metabolismo basal en reposo de la persona a partir de fórmulas que contemplan el peso, altura y masa libre de grasa.
- Evaluar la mejora de la condición física y el rendimiento de los deportistas en cuanto a la disminución de masa grasa y la potenciación de la masa muscular después de una intervención dietética, si lo precisan.

Se realizan utilizando equipamientos como el de la figura 8 (también se toma en cuenta el peso), esos datos se procesan en un software que luego muestra los resultados de la composición corporal.

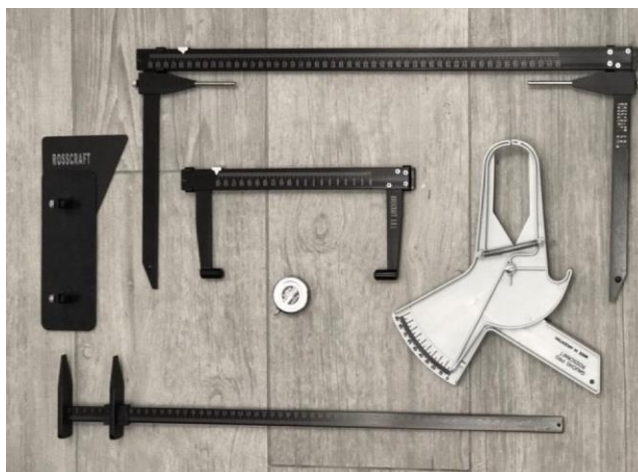


Figura 8 – Equipo de medición antropométrica

4) Modelado y simulación

Se han combinado modelos matemáticos con las características anatómicas del cuerpo, con el fin de predecir la ejecución y/o desarrollo de nuevas técnicas en determinados deportes. Esto ha requerido de la conjunción entre matemáticos, médicos deportólogos, diseñadores audiovisuales, ingenieros biomédicos, físicos, ingenieros en sistemas, etc, para desarrollar diferentes modelos de ejecución.

Luego, se entrena al simulador con valores de parámetros relevantes y rangos de uso, y mediante la utilización de algoritmos de movimiento, se puede conocer cómo varía una determinada acción en función del tiempo, velocidad, rango de movimiento, etc...

Todo esto puede ser utilizado también para el diseño y desarrollo de materiales y equipamientos deportivos, por ejemplo, para analizar la amortiguación de un calzado deportivo ante una carga repetitiva.

Actualidad, perspectivas y desafíos de la Biomecánica

Afortunadamente, en el panorama actual de la Biomecánica se ve cómo se recurre más a las disciplinas básicas, y su combinación con las ciencias biológicas. Este es un paso natural y necesario del desarrollo de esta área, ya que luego de la descripción del movimiento, la fase siguiente será eliminar las limitaciones y consecuencias. Debido a los avances, se van desarrollando nuevas áreas de investigación, relacionadas al Control Motor, Fisiología muscular, Neurofisiología, Morfología, Robótica y Mecánica. Para poder continuar el trabajo es muy importante conseguir información para aumentar la base de datos.

Esta disciplina es de gran utilidad para el deporte. Para muchos entrenadores, la Biomecánica tiene un significado similar al expresado por los docentes de Educación Física: una ciencia importante, pero poco útil. Capaz de proporcionar datos, difíciles de interpretar y poco utilizables en la práctica.

Sin embargo, el entrenador actúa como biomecánico, al estar constantemente analizando el movimiento y corrigiendo los errores detectados mediante su ojo clínico.

Todos los actores del deporte, un docente, un entrenador, el deportista, necesitan de una biomecánica útil y comprensible; es trabajo de quienes desarrollan esta ciencia del deporte de poder desarrollar herramientas y recursos al alcance de todos y en beneficios de cuerpos biológicos sanos y eficaces en su actividad particular.

Bibliografía:

- Biomecánica aplicada al deporte: contribuciones, perspectivas y desafíos Prof. Mstdo. Werlayne Stuart Soares Leite Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital. Buenos Aires, Año 17, N° 170, Julio de 2012. Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd170/biomecanica-aplicada-al-deporte.htm>
- Gutierrez Dávila, Marcos, "Fundamentos de Biomecánica Deportiva". Editorial Síntesis, 2015, Madrid, España.
- Martínez Sanz, José Miguel, Urdampilleta Otegui Aritz, "Protocolo de medición antropométrica para el deportista y ecuaciones de estimaciones de la masa corporal". EFDeportes, Revista digital. Buenos Aires, año 17, N° 174, Noviembre de 2012. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd174/protocolo-de-medicion-antropometrica-en-el-deportista.htm>