

Con motivo de la celebración de la "I Jornada sobre Biomecánica aplicada al diseño de calzado", organizada el pasado mes de enero por el IBV, se reunieron científicos y empresarios del sector para tratar, entre otros temas, la metodología de diseño de calzado seguida por el IBV en colaboración con empresas localizadas dentro y fuera de la Comunidad Valenciana.

Los objetivos básicos de la Biomecánica aplicada al diseño de calzado son:

- La protección ante las posibles lesiones.
- La optimización del rendimiento.
- La consecución del máximo confort.

Debido a la especial relevancia que tienen para los deportistas la prevención de lesiones y la mejora del rendimiento, ha sido el sector del calzado dirigido a este colectivo el que mejor ha rentabilizado los nuevos sistemas y elementos derivados de los estudios biomecánicos. No obstante, otros subsectores como el del calzado de calle o el de

## I JORNADA SOBRE BIOMECANICA APLICADA AL DISEÑO DE CALZADO

*Metodología utilizada por las Pequeñas y Medianas Empresas para la concepción de sus productos*

descanso y especialmente en países donde se goza de una arraigada cultura del bienestar, apuestan por estas consideraciones de las que han sido pioneros el calzado deportivo y ortopédico, alentados por la creciente percepción de que son productos con posible incidencia sobre la salud del usuario.

A continuación se presentan esquemáticamente las principales etapas cubiertas a lo largo del proceso de diseño de calzado expuesto en la Jornada y cuya secuencia de ejecución se puede observar en la figura que ilustra este artículo.

En un primer momento, es necesario definir la aplicación fundamental a la que se destina un calzado concreto. Esta reflexión se produce en tres etapas:

En un primer momento, es necesario definir la aplicación fundamental a la que se destina un calzado concreto. Esta reflexión se produce en tres etapas:

- Estudio de los gestos más frecuentes derivados del uso del calzado escogido. En el caso del calzado de "vestir" o el de carrera, los gestos habituales son la marcha humana normal y la carrera, mientras que en la práctica de otros deportes, baloncesto por ejemplo, se producen reiteradamente movimientos diferentes, como son los

saltos.

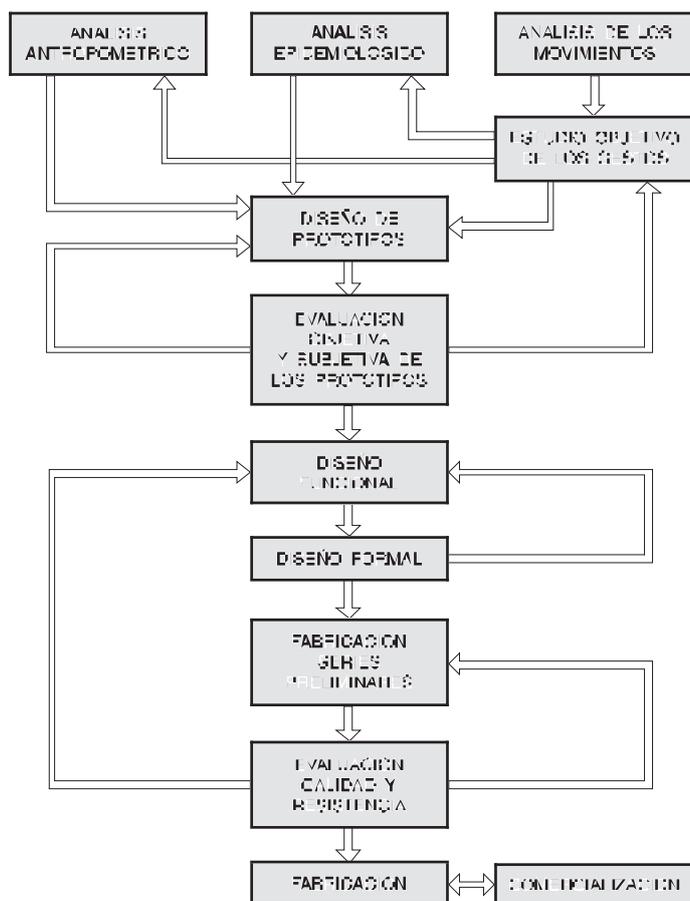
- Estudios epidemiológicos, que permiten detectar las lesiones asociadas al calzado y su utilización. Encuestas realizadas por el IBV con el apoyo de la Sociedad Correcaminos de Valencia han demostrado que un 80% de los corredores de Maratón sufren este tipo de lesiones.
- Análisis antropométrico de la población destinataria del calzado seleccionado. En este sentido, son cuestiones interesantes, entre otras muchas, conocer las etapas de desarrollo del pie de los niños, o las diferencias antropométricas generadas por la práctica deportiva.

Una vez obtenidas estas premisas, en una segunda fase y utilizando la técnica estadística denominada "Diseño de Experimentos", que permite establecer las condiciones de ensayo para contrastar ciertas hipótesis, se conciben unos prototipos de calzado para un uso y usuario determinados. Con tal motivo, las empresas colaboradoras realizan un encomiable esfuerzo, al producir unas series reducidas que incorporan sistemas y materiales novedosos para su evaluación.

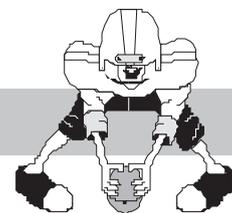
Posteriormente, se ejecutan ensayos subjetivos y objetivos de los prototipos, con el doble propósito de obtener los criterios biomecánicos de diseño funcional de ese calzado y, por otro lado, utilizar los resultados para revisar las etapas previas de la metodología descrita. La culminación exitosa del proceso requiere una buena coordinación del grupo de trabajo formado por empresarios, sujetos de ensayo e investigadores.

A partir de los prototipos ya validados, se desarrolla el diseño formal del calzado, manteniéndose para ello una estrecha relación entre los investigadores, generadores de los criterios funcionales, y el departamento o gabinete de diseño encargado de obtener el producto final. Las fases de fabricación y comercialización quedan al margen de los límites de este artículo, aunque no es una cuestión desdeñable la rentabilidad publicitaria que se puede obtener de la inversión en actividades de investigación y desarrollo realizadas bajo la perspectiva de la biomecánica.

Sin ánimo de omitir deliberadamente el resto de empresas involucradas en este método de trabajo, merece una mención especial la empresa ilicitana J'HAYBER por su nominación para los Premios Valencia Innovación de Diseño 1992, como señora promotora e integradora de los criterios de diseño biomecánico de calzado propuestos por el IBV.



METODOLOGIA DE DISEÑO EN BASE A CRITERIOS BIOMECANICOS



El fútbol es, muy a pesar de muchos, un deporte que tiende a mercantilizarse cada vez más -fichajes millonarios, contratos publicitarios, retransmisiones televisadas- como consecuencia, en parte, de que los clubes se vienen gestionando desde hace un tiempo como sociedades anónimas, al menos en la división de honor española. En este ambiente, nada tolerante con cualquier fallo que se pueda reflejar en la cuenta de resultados, los errores arbitrales se han convertido en objeto de un serio debate, siendo el fuera de juego uno de los aspectos más polémicos. De hecho, la Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA) ha tenido que admitir que el 25% de los fuera de juego están mal señalados. Sumándonos a los foros habituales de discusión sobre el tema, proponemos la evaluación de determinadas jugadas

## ¿ EST A EN FU ERA DE J UE G O ?

*Ciencia y Tecnología al Servicio del Fútbol*

*intervalo transcurrido entre que el juez de línea aprecia el pase y levanta su banderín, el balón ha recorrido una distancia superior a los 70 centímetros (perímetro del balón) indicados en el reglamento y el atacante ha superado la línea con el defensor».*

Si se cumplen las condiciones de que:

- el balón se desplaza a una velocidad relativamente lenta: 5 metros/segundo (m/s),
- la velocidad del jugador que va a recibir

Durante este tiempo y en el supuesto más favorable para el "linier", es decir tomando una velocidad de desplazamiento del balón lenta (5-10 m/s) y considerando que el jugador corre a una velocidad comprendida entre 5 y 7 m/s, el balón habría recorrido de 0.75 a 2.00 metros mientras que el delantero avanzaría entre 0.75 y 1.40 metros (ver figura).

Como se evidencia en el ejemplo, a menos que se estudie de manera adecuada y aislada cada jugada, no puede saberse si la decisión arbitral es correcta, ya que tanto el ojo humano como la cámara convencional de vídeo tienen limitada la velocidad de muestreo a 24 imágenes por segundo.

Nuestro experto colega comenta que el único modo de apreciar estas mínimas



conflictivas con una metodología y unos criterios estrictamente científicos.

Según planteó Kostas Gianikellis, investigador de la técnica deportiva del Instituto de Biomecánica de Valencia, en un "caso límite" publicado en "El País" el pasado mes de febrero, "no puede saberse con seguridad si el balón se ha movido antes que el jugador o viceversa, dado que el

el balón es aproximadamente: 5-7 m/s, es muy probable que el juez de línea se equivoque en su decisión cuando el atacante está en la misma línea que el defensor -considerando despreciables los errores de perspectiva-, dado que el tiempo de reacción hasta que levanta su banderín, en el mejor de los casos, podría estar alrededor de los 150-200 milisegundos.

diferencias con absoluta precisión, consiste en el empleo de técnicas de fotogrametría vídeo con cámaras de alta velocidad (hasta 500 imágenes por segundo).

Otra posible solución sería estudiar el tiempo de reacción de los árbitros, con la intención de adecuar el reglamento a las capacidades reales de este colectivo.