

## SERVICIO DE PERSONALIZACIÓN DE CALZADO PARA DEPORTISTAS PROFESIONALES Y DE ELITE

*Sección de Calzado*  
Instituto de Biomecánica de Valencia

LA INFLUENCIA DEL CALZADO SOBRE EL RENDIMIENTO Y SU RELACIÓN CON LAS LESIONES deportivas ha sido objeto de estudio del Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) durante los últimos 15 años. El propósito de esta línea de investigación se ha centrado en generar conocimientos y herramientas de aplicación industrial con los que diseñar y fabricar calzado de serie con mejores prestaciones técnicas. En este artículo se presenta un nuevo servicio del IBV orientado a la personalización de calzado.

### **Service of custom footwear for professional and elite sportsmen**

The influence of footwear on performance and its relation to injuries has been studied by the Institute of Biomechanics of Valencia (IBV) during the last 15 years. The purpose of this research line was focused on the generation of knowledge and tools of industrial application for the design and manufacture of footwear with better technical characteristics. This article presents a new service of the IBV aimed at customising footwear.

La sección de Calzado del IBV ofrece a deportistas profesionales y médicos deportivos el asesoramiento necesario para la correcta adaptación y personalización del calzado de acuerdo a criterios y mejoras orientados siempre a la prevención de lesiones, la mejora del confort y del rendimiento deportivo.

Este Servicio que es fruto de la amplísima experiencia acumulada por el IBV, colaborando con la industria del calzado y los profesionales del deporte, se ha estructurado en cuatro fases ligadas, cada una de ellas, a la consecución de objetivos concretos:

- Valoración.
- Diseño.
- Fabricación Personalizada.
- Seguimiento y Validación.

### **VALORACIÓN**

#### **ENTREVISTA**

Antes de las pruebas clínicas y funcionales, un equipo de investigadores, integrado por médicos y fisioterapeutas

especialistas en Biomecánica y Patomecánica del pie, entrevistará al deportista y, si es posible, a su especialista en Medicina Deportiva para conocer las patologías relacionadas con el calzado que haya sufrido, especialmente las lesiones repetidas en el miembro inferior y fundamentalmente en el pie. En esta entrevista se establecerán sus objetivos y expectativas al utilizar el Servicio de Personalización de Calzado del IBV.

#### **EXPLORACIÓN CLÍNICA**

Tras la entrevista se realizará una exploración clínica del miembro inferior estudiando con especial atención la movilidad del pie y del tobillo a fin de detectar posibles anomalías, incluidas las relacionadas con la alineación de la cadena esquelética del miembro inferior. Con este propósito, se hará uso de un Podoscopio de Luz Polarizada valorando y registrando la huella plantar en bipedestación. Así mismo, se explorarán y valorarán durezas, callos, problemas ungulares, etc., que pudieran alterar la correcta ejecución técnica del gesto deportivo o conducir a una lesión por adaptación. >

## > EXPLORACIÓN FUNCIONAL

### **Análisis de Presiones**

El registro y análisis de las presiones soportadas por las plantas de los pies durante la realización de gestos con el calzado habitualmente utilizado por el deportista, como la carrera lenta y rápida, saltos y giros, ofrece una información fundamental para la detección de anomalías en los apoyos y de problemas de adaptación del calzado.

El laboratorio del IBV dispone de un sistema flexible de plantillas instrumentadas Biofoot/IBV que, situadas dentro del calzado, permiten registrar las presiones que se producen sobre los pies y transmitir las por telemetría al ordenador mientras el deportista se desplaza libremente sobre el terreno de juego.



### **Análisis de Movimientos**

De manera complementaria al registro de presiones plantares, se analizará el gesto técnico o movimiento en estudio mediante un Sistema de Fotogrametría Video 3D Kinescan/IBV, lo que permitirá valorar las anomalías en la movilidad y alineación de la cadena esquelética del miembro inferior encargada de la transmisión de las cargas mecánicas. Las lesiones repetidas y las intervenciones quirúrgicas conducen con frecuencia a trastornos de la movilidad y alineación de las articulaciones de la cadera, rodilla, tobillo y pie que pueden desencadenar nuevas lesiones si no se acometen acciones preventivas como la correcta adaptación del calzado.

Finalmente y como resultado de esta primera etapa de Valoración, el Servicio de Personalización de Calzado del IBV emitirá un informe en el que se incluirán, junto a una recopilación de la historia clínica del deportista, los resultados de las valoraciones funcionales realizadas. El objetivo de este informe será explicar las posibilidades de mejora que ofrece un proceso de personalización de calzado y, en caso de que esté indicado, fijar y proponer su alcance y objetivos; es decir, si debe alcanzar al diseño de la plantilla u ortesis plantar, a la modificación de los materiales, al diseño a medida del calzado o a una combinación de estas soluciones.

En el caso de que este protocolo se aplique de forma preventiva a la valoración de colectivos de deportistas, aprovechando sus concentraciones, el Servicio de Personalización de Calzado del IBV emitirá igualmente un informe individualizado de recomendaciones sobre la adecuación del calzado.

### **DISEÑO**

Una vez fijado el alcance y los objetivos del proceso de personalización y acordado con el deportista y con su organización deportiva un calendario de visitas al IBV, se procederá a desarrollar la etapa de Diseño, que tiene por objetivo identificar parámetros dimensionales y biomecánicos que permitan la personalización y fabricación a medida de su calzado.



## TOMA DE DATOS SOBRE EL DEPORTISTA

### Análisis de la Transmisión de las Fuerzas de Impacto

Si los problemas detectados en la etapa de Valoración señalan una deficiencia en el mecanismo global de amortiguación del pie calzado, se hará uso de Plataformas Dinamométricas Dinascan/IBV y de Acelerómetros para estudiar el mecanismo de transmisión del impacto y seleccionar los materiales más adecuados. La transmisión de las cargas de impacto generadas durante la actividad deportiva a lo largo del sistema músculo-esquelético ha sido uno de los principales aspectos estudiados por la Biomecánica Deportiva al estar relacionado con las lesiones degenerativas y traumáticas de los cartílagos articulares que acortan la vida en competición del deportista.

### Análisis de las Fuerzas Horizontales en los Tacos

En el caso de que se trate de un jugador de fútbol y de que el problema detectado guarde relación con la distribución de los tacos del calzado o con su forma, el Servicio de Personalización de Calzado del IBV utilizará una Bota de Tacos Instrumentados, capaz de registrar las fuerzas horizontales que se generan durante la realización del gesto técnico en estudio. La información así generada permitirá recomendar una nueva distribución o la selección del tamaño y forma de los tacos.

### Digitalización de la Forma de los Pies

A continuación, se procederá a digitalizar la forma de ambos pies. El objetivo de este proceso será la obtención precisa de las dimensiones del pie, para lo que el IBV utilizará diferentes técnicas:

- Obtención de parámetros de la huella plantar o superficie de apoyo útil a partir de la imagen de un Podoscopio de Luz Polarizada y mediante un Software de Tratamiento de Imágenes.
- Digitalización mediante un Sistema Láser 3D de la huella dejada sobre una espuma de fenol, lo que permitirá definir los contornos de la grasa plantar.
- Digitalización del pie en carga y descarga mediante el Sistema Láser 3D.

La obtención de la forma real del pie y la generación instantánea de un modelo tridimensional del pie en estudio permitirá la obtención de dimensiones directamente utilizables en la selección de la horma más adecuada.

### ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

La información generada en la etapa de Valoración y las soluciones propuestas en el primer informe se traducirán, a continuación, en especificaciones de diseño. Así mismo, la información podométrica obtenida mediante la digitalización de la forma de ambos pies será introducida en una Estación de Trabajo Silicon Graphics para generar ficheros CAD del diseño

de la horma y de la plantilla, incluyendo las especificaciones y correcciones propuestas, de modo que puedan ser interpretados por los colaboradores industriales del IBV, fabricantes de calzado y de ortesis plantares.

### FABRICACIÓN PERSONALIZADA

La etapa de Fabricación dependerá de las soluciones propuestas y de su complejidad. Estas soluciones pueden afectar a diferentes elementos:

#### Horma

Normalmente, las actuaciones sobre la horma consistirán en seleccionar, en función de las formas de los pies digitalizadas en la etapa de Diseño y de las correcciones adoptadas, una horma industrial de entre las que el IBV dispone en sus bases de datos, pertenecientes a los diferentes colaboradores industriales fabricantes de calzado deportivo. En casos especiales, en los que no sea posible adaptar una horma de las muchas existentes, se procederá al diseño de una especial, para lo cual se recurrirá a colaborar con empresas fabricantes de hormas, capaces de interpretar los ficheros CAD generados en el IBV.

#### Plantilla

Las modificaciones en la plantilla son las acciones más frecuentes en la personalización del calzado, para lo que el IBV cuenta con la colaboración de numerosas ortopedias y servicios de podología. En el caso del calzado de fútbol y cuando el espesor de la corrección ortésica lo requiera, se propondrá la compensación de la horma para ajustar su profundidad al espacio extra que ocupe dicha corrección.

#### Distribución de Tacos

Si se trata de fabricar unas botas de fútbol y dependiendo de los resultados obtenidos en las etapas de Valoración y de Diseño, se procederá a adaptar la distribución, tamaño y geometría de los tacos.

Finalizado el proceso de fabricación, el calzado y/o la ortesis plantar serán enviados al deportista junto a un protocolo de uso elaborado por el IBV.

### SEGUIMIENTO Y VALIDACIÓN

Una vez el deportista disponga del calzado adaptado y/o de las plantillas especialmente indicadas a las características de sus pies y a las condiciones de su práctica deportiva, deberá realizarse un Seguimiento para comprobar que el nuevo calzado o los elementos introducidos en él responden adecuadamente a los objetivos previstos.

Tras el período de adaptación que se establezca, el deportista deberá someterse a una nueva Valoración para Validar el calzado diseñado y fabricado, para lo que se repetirán las exploraciones clínica y funcional. ●