



## Zapatillas que ayudan a prevenir lesiones en los corredores

Nicolás Palomares Olivares,  
Enrique Medina Ripoll,  
Bruno Bazuelo Ruiz, Christian  
Conca de la Asunción, Juan  
Carlos González García,  
Sergio A. Puigcerver Palau,  
Joaquín Villodre Jiménez,  
Sara Gil Mora

---

Instituto de Biomecánica (IBV)

El Instituto de Biomecánica (IBV) y KELME han desarrollado un prototipo de zapatillas de running con un dispositivo electrónico integrado que permite a los corredores planificar mejor su entrenamiento y evitar posibles lesiones durante la práctica deportiva. El sistema RUNSAFER ofrece información en tiempo real sobre parámetros biomecánicos y fisiológicos del corredor. La información sobre el patrón de carrera es transmitida de forma inalámbrica al teléfono móvil del corredor durante la realización del ejercicio. Una aplicación en el móvil informa en tiempo real al corredor sobre el entrenamiento planificado y el objetivo logrado, sugiriendo modificaciones en la actividad para cambiar el patrón biomecánico y así evitar lesiones. Después de la sesión realizada, el corredor puede descargar toda la información registrada en un portal web. Este portal permite generar planes de entrenamiento, recomendaciones y realizar un seguimiento de las mejoras del propio entrenamiento.



## INTRODUCCIÓN

El mundo del *running* está experimentando un gran auge. El número actual de corredores en Europa supera los 80 millones, aproximadamente el 36% de la población europea entre 15 y 65 años. Correr se ha convertido en uno de los deportes más populares y con mayor número de adeptos en los últimos años.

Sin embargo, la práctica de este deporte lleva asociada la aparición de lesiones que obligan al corredor a interrumpir la actividad y perder el nivel de forma conseguido hasta su recuperación o, incluso, en algunos casos, abandonar la práctica. El 38% de los corredores recreacionales tiene o ha sufrido una lesión debido a la práctica deportiva, y entre el 37% y el 56% se han lesionado al menos una vez en el último año. La mayoría de las lesiones de los corredores se encuentran localizadas en la rodilla, el tobillo o el pie.

La aparición de lesiones puede deberse a diversos factores, como posibles errores en el entrenamiento, una inadecuada técnica de carrera, la utilización de calzado deportivo incorrecto, el tipo de pavimento sobre el que se realiza deporte, o el calentamiento, entre otros. La mayoría de estas causas de lesión pueden ser estimadas a partir del análisis de los cambios en los parámetros biomecánicos y fisiológicos del corredor durante la carrera.

El objetivo del proyecto RUNSAFER es el desarrollo de un calzado deportivo con un dispositivo electrónico integrado que registre y analice los principales parámetros biomecánicos y fisiológicos en tiempo real, ofreciendo a los corredores información sobre el posible riesgo de lesión.





## SOLUCIÓN PROPUESTA EN EL PROYECTO RUNSAFER

El sistema RUNSAFER (Figura 1) se compone de un calzado deportivo con un sistema de medición microelectrónico que es capaz de registrar parámetros biomecánicos que caracterizan la técnica del corredor. Además, el sistema es capaz de registrar los parámetros fisiológicos proporcionados por un transmisor de frecuencia cardíaca. Esta información se transmite de forma inalámbrica al teléfono móvil del corredor en tiempo real para su análisis.

Durante la carrera, tanto los parámetros biomecánicos como los fisiológicos se van modificando y ello hace que la técnica de carrera se vea afectada. Cuando el sistema RUNSAFER detecta que el patrón de carrera del usuario se ha modificado en exceso, llegando a un estado de fatiga periférica e implicando un posible riesgo de lesión, el usuario es avisado a partir de la aplicación móvil, ofreciéndole una serie de recomendaciones, como la reducción de la velocidad o la finalización del ejercicio.

La aplicación móvil cuenta además con toda la información adicional proporcionada por otros dispositivos comerciales empleados habitualmente por los corredores, como la velocidad, tiempo de ejercicio, distancia recorrida, seguimiento GPS, calorías consumidas, ritmo de carrera y frecuencia cardíaca.

Por otra parte, el deportista puede descargar toda la información generada en un portal web que cuenta con una aplicación especializada de planificación del entrenamiento. Esta aplicación online genera distintos planes de entrenamiento según el nivel del corredor. A partir del análisis de la biomecánica de la carrera, la aplicación ofrece recomendaciones de ajuste en el plan de entrenamiento

con el objetivo de mejorar el rendimiento del corredor y prevenir la aparición de lesiones. Esta web también incluye las funcionalidades propias de las redes sociales *online*, que permiten al usuario estar en contacto con corredores de todo el mundo y compartir otros contenidos como rutas para correr o información del calzado más idóneo.

En el proyecto han participado los siguientes socios: el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), New Millenium Sports SL (KELME), Nuromedia GmbH, Dukosi Ltd, Fraunhofer-IPMS y Eesti Innovatsioon Institute (EII).



Figura 1  
Sistema RUNSAFER.



## METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL PROYECTO

El Instituto de Biomecánica (IBV) ha coordinado el proyecto, participando además en las siguientes fases:

### Definición de especificaciones que debe reunir el sistema RUNSAFER

En primer lugar, con el objetivo de identificar qué parámetros biomecánicos medidos en los miembros inferiores del corredor podrían estar relacionados con el estado de fatiga del deportista, se realizaron valoraciones biomecánicas con un conjunto representativo de corredores. A partir de estos resultados, se definieron qué sensores debían integrar el dispositivo electrónico para caracterizar de forma adecuada el patrón biomecánico del corredor.

Adicionalmente, en esta fase se generaron planes de entrenamiento acordes al perfil del corredor. Estos planes de entrenamiento, que posteriormente han sido implementados en la página web del sistema RUNSAFER, incluyen un sistema de corrección y ajuste en función de la evolución del propio corredor y de las medidas obtenidas durante la carrera.

Por último, se definieron otras funcionalidades que debía reunir el sistema RUNSAFER para cumplir con las necesidades y expectativas de los corredores: contenidos de la página web y de la aplicación móvil, así como requisitos de usabilidad. Para ofrecer un producto orientado a la demanda de la población corredora, se ha tenido en cuenta la opinión de usuarios en grupos de discusión y cuestionarios cumplimentados por más de 300 participantes.

### Integración del dispositivo electrónico en la zapatilla de *running*

Una vez desarrollado el sistema de medida, atendiendo a las especificaciones iniciales, el IBV y KELME han llevado a cabo la integración del dispositivo electrónico en la entresuela del calzado deportivo (Figura 2). Dicha integración se ha realizado conservando las propiedades funcionales del calzado deportivo sin afectar al confort del corredor.



Figura 2

Dispositivo electrónico integrado en la zapatilla de *running* de KELME.



## Validación del sistema RUNSAFER

En último lugar, el IBV ha realizado una serie de ensayos con corredores para validar los planes de entrenamiento definidos, así como el desarrollo de los algoritmos implementados en la aplicación del teléfono móvil. Estos algoritmos son capaces de predecir el nivel de riesgo de lesión del corredor a partir de los parámetros biomecánicos y fisiológicos medidos. En esta fase de validación participaron 60 corredores pertenecientes a diferentes países de la Unión Europea.

Antes del comienzo de los ensayos de validación del sistema, se realizó una prueba de esfuerzo con el fin de conocer el nivel de condición física de cada corredor y detectar posibles anomalías cardíacas. Posteriormente, se realizó un test a velocidad constante para determinar la evolución de los parámetros biomecánicos y fisiológicos con el sistema RUNSAFER partiendo de una situación de reposo hasta llegar a una situación de fatiga muscular (Figura 3).



Figura 3

Test a velocidad constante.



## CONCLUSIONES

El proyecto RUNSAFER ha permitido el desarrollo de una zapatilla de *running* instrumentada capaz de registrar los principales parámetros biomecánicos del corredor. La gran novedad del sistema RUNSAFER frente a otros sistemas es que se trata del primer dispositivo que caracteriza la técnica de carrera a partir de parámetros biomecánicos y que, junto con la información del transmisor de frecuencia cardíaca, detecta la fatiga y facilita recomendaciones al usuario en tiempo real para evitar la aparición de lesiones y mejorar su rendimiento.

Este sistema podría, por tanto, ayudar a millones de corredores europeos a reducir las lesiones durante la carrera, haciendo que la práctica deportiva sea más segura y atractiva. □



### Agradecimientos

El Proyecto RUNSAFER ha recibido financiación del 7º Programa Marco de la Unión Europea (FP7/2007-2013) con número 285800.



Más información en: [www.runsafer.eu](http://www.runsafer.eu)

