

# Innovación biomecánica *en Europa*

# 09

Diciembre 2020

Revista en línea dirigida a las empresas de la Comunitat Valenciana



INSTITUTO DE  
BIOMECAÁNICA  
DE VALENCIA

# Innovación biomecánica

en Europa

Revista creada en 2012 por el Instituto de Biomecánica (IBV).

Este número 09 es la edición en línea aparecida en febrero de 2021. Reúne todos los artículos con resultados de proyectos financiados dentro del Programa de Ayudas del IVACE a Centros Tecnológicos de la Comunitat Valenciana para el ejercicio 2020, dados a conocer a lo largo de 2020 en la web corporativa: [ibv.org](http://ibv.org).



El texto íntegro es propiedad del Instituto de Biomecánica (IBV). No puede reproducirse sin el previo permiso escrito del editor.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons (Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional)

Edita:  
INSTITUTO DE BIOMECAÍNICA (IBV)  
Universitat Politècnica de València  
Edificio 9C – Camino de Vera s/n  
E-46022 VALENCIA (ESPAÑA)  
+34 961 111 170  
[ibv@ibv.org](mailto:ibv@ibv.org)  
[ibv.org](http://ibv.org)

ISSN 2530-3783



## proyectos

Programa de ayudas dirigidas a centros tecnológicos para el ejercicio 2020

Relación de proyectos de I+D de carácter no económico realizados en cooperación con empresas

**IMDEEA/2020/81 OSTEOCAR3D** - Desarrollo de productos sanitarios a medida, haciendo uso de nuevos biomateriales y procesos de fabricación basados en bioimpresión, en aplicaciones de hueso y cartílago.

**IMDEEA/2020/82 IA\_USERINSIGHTS** - Desarrollo de una metodología de participación y dinamización ciudadana mediante técnicas de investigación *online* y de inteligencia artificial.

**IMDEEA/2020/83 4HEALTH** - Investigación en nuevas metodologías para el diseño, desarrollo, fabricación, evaluación y certificación de producto sanitario en el entorno de la industria 4.0. (2ª ANUALIDAD).

**IMDEEA/2020/84 H2030-INNOVACAL** - Metodología innovadora para la evaluación y el diseño de calzado.

**IMDEEA/2020/85 3DBODY-HUB** - Desarrollo de herramientas para la gestión y uso de datos antropométricos para la innovación en el diseño de nuevos productos.

**IMDEEA/2020/86 GENERO** - Integración de la perspectiva de género en los criterios de adecuación ergonómica de entornos laborales.

**IMDEEA/2020/87 CUSTOM\_DHM** - Adaptación del modelo digital humano para su aplicación en el diseño de productos y aplicaciones digitales.

**IMDEEA/2020/89 BIOMECA4IA** - Aplicaciones de la inteligencia artificial y el modelado biomecánico para el diseño de productos, procesos y servicios.

**IMDEEA/2020/90 EYESPORT** - Aplicación de técnicas de análisis de imagen y de inteligencia artificial para la mejora de la salud y la eficiencia en el deporte.

**IMDEEA/2020/104 OUTCOMES3** - Desarrollo de una herramienta de apoyo al seguimiento clínico post-comercialización de prótesis de rodilla para fabricantes de producto sanitario basada en monitorización continua y valoración funcional biomecánica.

**IMDEEA/2020/105 CALORIAS** - La respuesta térmica de las personas: aportando color al calor para la personalización de productos y tratamientos.

**IMDEEA/2020/106 REENFOCO** - Desarrollo de soluciones adaptadas para dar respuesta a la demanda energética en entorno laboral de forma sostenible y colaborativa.

## artículos



Nuevas metodologías de diseño y validación *in silico* de estructuras de soporte para la sustitución ósea y osteocondral. Julia Tomás i Chenoll, Víctor J. Primo Capella, Raúl Panadero Morales, Clara Rionda Rodríguez, Carlos M. Atienza Vicente, Laura Martínez Gómez, José Luis Peris Serra



Metodología de participación y dinamización de los ciudadanos en estudios de I+D+i. Marta Valero Martínez, Vanessa Jiménez Gil, Raquel Marzo Roselló, Arizona D. Vitoria González, Raquel Ruiz Folgado, Rosa Porcar Seder, Enrique Alcántara Alcover



Investigación del Instituto de Biomecánica (IBV) en Producto Sanitario como apoyo a las empresas del sector en un contexto de cambio. Andrés Peñuelas Herráiz, Raúl Panadero Morales, Sofía Irazzo Egea, Víctor J. Primo Capella, Fernando García Torres, Juan Gómez Herrero, Carlos M. Atienza Vicente, María Jesús Solera Navarro, José Luis Peris Serra, José Laparra Hernández



Metodologías innovadoras para el desarrollo de calzado/ tecnología, datos y nuevos materiales aplicados a la innovación en el desarrollo del calzado. Clara Solves Camallonga, Sara Gil Mora, Juan Carlos González García, Sandra Alemany Mut, Sergio Puigcerver Palau



Desarrollo de herramientas para la gestión y uso de datos antropométricos para la innovación en el diseño de nuevos productos. Juan V. Durá Gil, Sara Gil Mora, Sandra Alemany Mut, Juan Carlos González García



Adecuación ergonómica y enfoque de género: ¿lo estamos haciendo bien? Rakel Poveda-Puente, Raquel Ruiz Folgado, Raquel Portilla Parrilla, Raquel Marzo Roselló, Sonia Serna Arnau, Alicia Piedrabuena Cuesta, Julio Vivas Vivas, Mercedes Sanchis Almenara



IBV trabaja en tecnologías que permitan obtener el modelo digital humano para su aplicación en productos y servicios. Paola Piqueras Fiszman, Beatriz Mañas Ballester, Sandra Alemany Mut, Juan Carlos González García



Aplicación de la Inteligencia Artificial al análisis biomecánico. Úrsula Martínez-Iranzo, Enric Medina-Ripoll, Gonzalo Utrilla Redondo, Cristina García Bermell, Ignacio Bermejo Bosch, Juan López Pascual



Mejora de la salud y el rendimiento de deportistas a través de la aplicación de avances en técnicas de Inteligencia Artificial. Luis I. Sánchez Palop, Laura Magraner Llavador, Enrique Alcántara Alcover, José Laparra Hernández



Investigación en tecnologías de valoración funcional biomecánica para el seguimiento clínico objetivo y fiable de pacientes con prótesis de rodilla. Arturo Gómez Pellín, José Francisco Pedrero Sánchez, Salvador Pitarch Corresa, María Francisca Peydro de Moya, María Martínez Pérez, Julia Tomás i Chenoll, Giuseppe Caprara, José Luis Peris Serra, Juan López Pascual, Carlos M. Atienza Vicente



Metodologías de evaluación térmica y morfométrica. Monitorización de mapas de calor en el seguimiento de tratamientos y aplicaciones de estética, salud y bienestar. Consuelo Latorre Sánchez, Andrés Soler Valero, Mateo Izquierdo Riera, Elisa Signes Pérez, Carlos M. Atienza Vicente, José Laparra Hernández



Soluciones para la gestión de la demanda energética y mejora del confort térmico de forma sostenible y colaborativa. Alicia Piedrabuena Cuesta, Giuseppe Caprara, Raquel Marzo Roselló, Vanessa Jiménez Gil, Consuelo Latorre Sánchez, Andrés Soler Valero, Arizona D. Vitoria González, Beatriz Muñoz García, Ricard Barberà i Guillem, Sonia Gimeno Peña, Mercedes Sanchis Almenara



## Mejora de la salud y el rendimiento de deportistas a través de la aplicación de avances en técnicas de Inteligencia Artificial

Luis I. Sánchez Palop,  
Laura Magraner Llavador,  
Enrique Alcántara Alcover,  
José Laparra Hernández.

Instituto de Biomecánica (IBV). Universitat Politècnica de València. Edificio 9C. Camino de Vera s/n (46022) Valencia, España.

## INTRODUCCIÓN

El proyecto EYESPORT tiene como objetivo fundamental la mejora de las condiciones de salud y rendimiento de los deportistas, empleando para tal fin el uso de análisis de imágenes y de herramientas de inteligencia artificial. EYESPORT es un proyecto iniciado durante 2020 y que se prevé tenga continuación durante el año 2021.

La actividad de I+D del Instituto de Biomecánica (IBV) en este campo en 2020 se ha estructurado en dos grandes líneas de trabajo: las superficies deportivas de césped artificial y la mejora del rendimiento y la seguridad de los deportistas de distintos ámbitos durante la práctica deportiva y el entrenamiento. Durante la primera anualidad del proyecto se han llevado a cabo pruebas de concepto y demostradores de aplicación de los distintos desarrollos en la actividad de las empresas participantes, con el objeto de analizar la utilidad y viabilidad de introducir las diferentes técnicas probadas en su día a día.

La primera línea de trabajo, relacionada con el césped artificial, es una continuación del trabajo desarrollado durante los últimos años con los proyectos financiados por IVACE NANOSPORT (2016-2017), SAFESPORT (2018) y SAFESPORT2 (2019). Dentro de EYESPORT se ha trabajado en la mejora de las condiciones de este tipo de superficies deportivas en colaboración con las empresas Cespeval y Realturf y partiendo de la experiencia del IBV como centro certificador de la FIFA. El trabajo realizado

en EYESPORT en este campo se centra en el desarrollo de un sistema de evaluación del estado del césped artificial a partir de fotos de detalle de las fibras de césped tomadas en las instalaciones deportivas.

Por otra parte, la segunda gran línea de trabajo se relaciona con la mejora del rendimiento y la seguridad de los deportistas de distintos ámbitos durante la práctica deportiva y el entrenamiento. Para esta línea, se ha contado con la colaboración de L'Alqueria del Basket (baloncesto), Neogym (gimnasio) y el Centro de Alto Rendimiento del Circuit de Cheste (deporte de motor). Con estas empresas se han llevado a cabo pruebas de viabilidad de aplicación de IA y análisis de imagen en los diferentes deportes, con el objeto de estudiar la posibilidad de emplear estas herramientas para la mejora de sus deportistas.

## RESULTADOS

### Caracterización del desgaste de superficies de césped artificial a través de imágenes de detalle

Como se ha adelantado anteriormente, el objeto de esta actividad es el desarrollo de un sistema que permita evaluar el nivel de desgaste de superficies de césped artificial. El objetivo es pues obtener un método automático y objetivo que permita, apoyado en sistemas de reconocimiento de imagen y de redes neuronales, identificar los principales defectos de la superficie y

puntuar el estado de desgaste del campo de un modo portable, sencillo y rápido.

En 2020 el trabajo realizado por el IBV y las empresas colaboradoras en este marco ha sido la generación de una base de datos que permita entrenar a las redes neuronales en la detección de los defectos más característicos del desgaste de la fibra de césped artificial. Para ello, se han llevado a cabo acciones de toma de fotos en campos de césped, con la colaboración de Cespeval y Realturf, así como las entidades Fundación Deportiva Municipal de València y el Ayuntamiento de Castellón, que han puesto a disposición del proyecto sus instalaciones municipales para tal fin.

Figura 1. Imagen de detalle de césped artificial tomada en un campo de València.



En paralelo, se ha trabajado en la identificación de los defectos mencionados y el etiquetado manual de las fotos tomadas, paso fundamental para posteriormente entrenar las redes de Inteligencia Artificial. Este tipo de redes necesitan de unas grandes bases de datos de imágenes en las que los defectos hayan sido detectados y marcados por expertos. A partir de este gran número de ejemplos, las redes pueden aprender a detectar de forma autónoma estos mismos defectos en imágenes nuevas.

Durante el próximo año 2021 se continuará con la labor de recogida de imágenes y etiquetado manual de defectos, así como un primer análisis de la viabilidad del empleo de redes neuronales para detectarlos, con la meta de lograr una primera versión del sistema autónomo de evaluación de superficies de césped artificial.

### Evaluación funcional de estabilidad de rodilla en baloncesto

Con L'Alqueria del Basket (LAB) se ha empleado una técnica desarrollada por el IBV, y aplicada anteriormente con éxito en otros deportes como el fútbol con la colaboración del Levante UD, para la evaluación funcional de la rodilla de sus jugadores. Para ello, se realiza una versión adaptada del Test de Loose, que consiste en realizar un salto con giro sobre plataforma de fuerzas. Con este estudio se busca identificar aquellos indicios que permitan una detección temprana de problemas funcionales en la rodilla que acaban derivando en una de las lesiones más temidas como es la afectación del ligamento cruzado anterior.

Esta lesión es especialmente crítica en el deporte femenino, dónde presenta una elevada incidencia, y reviste una elevada gravedad por el tiempo y complejidad de la recuperación, que en numerosas ocasiones lleva a una vuelta precipitada a la actividad y a futuras recaídas.

El resultado de las pruebas realizadas en las instalaciones del IBV con integrantes de la escuela de baloncesto de L'Alqueria del Basket ha permitido dar un primer paso en la adaptación de este sistema de valoración funcional en un deporte como el baloncesto donde la citada lesión de ligamento cruzado anterior es bastante común entre las jugadoras. No en vano, en las últimas temporadas han sido numerosas las bajas en equipos profesionales de la Liga Endesa de baloncesto femenino, entre ellas integrantes del primer equipo del València Basket.

### Empleo de herramientas de análisis de imagen para la valoración funcional de deportistas en gimnasio

En cuanto a la actividad con Neogym, se ha centrado en el empleo de dos tecnologías diferentes: el escaneado 3D portátil del cuerpo y el empleo de herramientas de análisis de movimientos, buscando la generación de servicios que aporten un valor añadido a los gimnasios comerciales.

El escaneado 3D desarrollado por el IBV (3DAvatar Body) permite una reconstrucción 3D del cuerpo del usuario con un gesto tan sencillo como la toma de dos fotos con el móvil. El punto fuerte

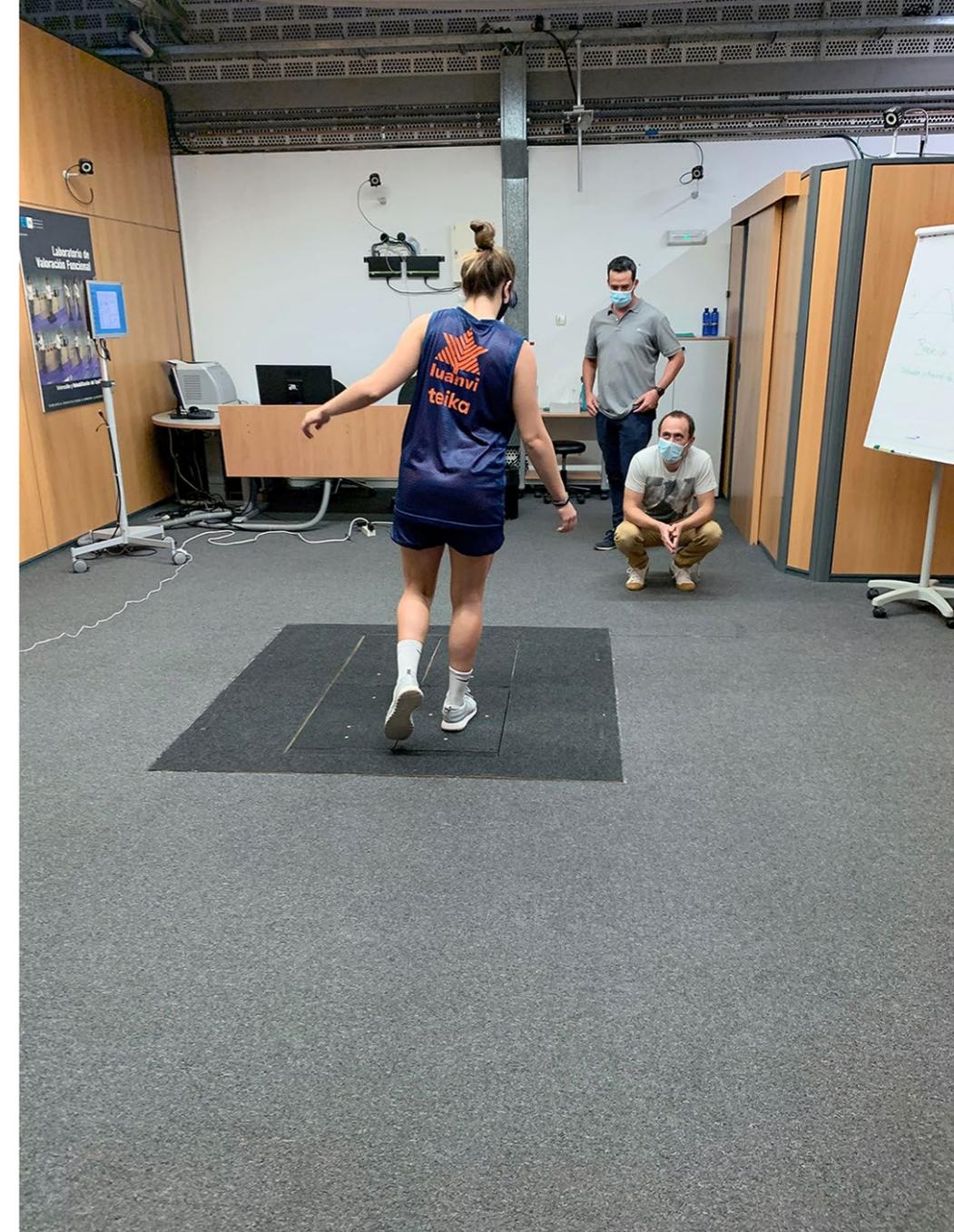


Figura 2. Pruebas de estabilidad de rodilla con jugadoras de L'Alqueria del Básquet empleando KneeMotion.

de esta tecnología es la precisión, que permite obtener medidas antropométricas clave con la misma fiabilidad que las técnicas tradicionales de medición corporal ISAK añadiendo simplicidad y además eliminando una fuente de variabilidad característica de las medidas manuales, que dependen en gran medida del técnico que las realiza.

En este sentido, se está llevando a cabo una prueba de viabilidad de la inclusión del escaneado 3D dentro del protocolo de medidas que realiza Neogym a sus clientes (como la medición de parámetros corporales y de rendimiento deportivo), valorando su aceptación por parte de los clientes y su utilidad como herramienta de valoración funcional, mediante un estudio cruzado de la relación entre las dimensiones antropométricas de los deportistas y su rendimiento.

Además, se están realizando pruebas para poder emplear videos grabados con el teléfono móvil para monitorizar la realización de diferentes ejercicios de entrenamiento empleando redes de Open Pose. Estas redes permiten detectar puntos corporales en el vídeo y seguir su movimiento, de manera que permita evaluar aspectos importantes como la velocidad de ejecución de los ejercicios. Éste es un factor clave para empresas como Neogym, ya que un sistema de seguimiento basado en imágenes de móvil sería una herramienta versátil, sencilla de usar y portátil para el entrenamiento de fuerza basado en velocidad (*Velocity-Based Training*, VBT), que se basa en la velocidad de ejecución para cuantificar y planificar de manera objetiva las cargas y estímulos aplicados.

Finalmente, con el CAR de Ricardo Tormo se ha realizado una demostración de la combinación de escaneado 4D y termografía



Figura 3. Ejemplo de captura de movimientos mediante el empleo de redes Open Pose, con la detección de diferentes puntos y segmentos corporales.

para la caracterización de ejercicios de entrenamiento típicos de deportes de motor. El empleo de estas tecnologías permite detectar la activación de los diferentes grupos musculares durante el ejercicio, logrando de este modo comprobar su correcta ejecución al estimular los músculos planificados.

Figura 4. Imagen termográfica tras realizar una serie de sentadillas.



En concreto, se ha realizado una prueba en la que se han llevado a cabo ejercicios sencillos, como sentadillas y flexiones, introduciendo un elemento de inestabilidad. El empleo de sistemas como la bola Bosu, que constituyen una base inestable sobre la que realizar ejercicios, es habitual en el ámbito del motociclismo, donde el equilibrio y la fortaleza de los grupos musculares involucrados en lograrlo son aspectos clave en el desempeño de los deportistas. El objetivo de introducir este tipo de herramientas de entrenamiento es analizar la viabilidad de detectar, a través del empleo de termografía, estas diferencias de activación muscular que se esperan al realizar el mismo ejercicio en una base estable y una inestable.

Figura 5a y 5b. Registro de ejercicios con base estable e inestable, con el escáner 4D y cámara termográfica en el laboratorio del IBV.



## EMPRESAS PARTICIPANTES

Las empresas que han participado en esta iniciativa junto al Instituto de Biomecánica (IBV) han sido:

- L'Alqueria del Basket,
- Cespeval,
- Circuit Ricardo Tormo,
- Neogym y
- Realturf.

Adicionalmente, se ha contado con la colaboración de las entidades Ayuntamiento de Castelló, la Fundación Deportiva Municipal de València (FDM) y el Servei d'Esports de la Universitat Politècnica de València (UPV).

Financiado por:



Nº expediente: IMDEEA/2020/90