

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.



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
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 Irazo 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



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*.

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

* Grupo de Tecnología Sanitaria del IBV, CIBER de Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina (CIBER-BBN).

INTRODUCCIÓN

La osteoartritis de rodilla es una de las causas principales de discapacidad entre los adultos mayores, afectando a más de 250 millones de pacientes en todo el mundo y provocando un alto gasto sanitario derivado de su tratamiento. Aproximadamente el 30% de las personas mayores de 60 años sufren esta enfermedad. Los síntomas típicos incluyen dolor, rigidez y disminución del rango de movimiento articular que se acentúa con la progresión de la enfermedad, lo que puede afectar en gran medida a la independencia funcional de la persona.

La evaluación del dolor y el grado de funcionalidad de la marcha son clave para determinar la efectividad del tratamiento rehabilitador y el pronóstico de la enfermedad. Actualmente, esta evaluación se lleva a cabo principalmente a través escalas

y cuestionarios clínicos que recogen la percepción subjetiva del paciente (PROMs, por sus siglas en inglés). Aunque los PROMs son eficientes desde el punto de vista temporal y económico, presentan algunas limitaciones entre las que se encuentran la subjetividad, el efecto techo y la dominancia del dolor que enmascara el cambio funcional real del paciente y lleva a sobreestimar los cambios debido al alivio instantáneo del dolor posoperatorio.

Las técnicas de valoración funcional biomecánica son una herramienta muy extendida que permite superar las limitaciones anteriores proporcionando información adicional objetiva y fiable sobre el movimiento en el tiempo de cada una de las articulaciones de miembro inferior del paciente al efectuar actividades cotidianas específicas como caminar, sentarse y levantarse de una silla o subir y bajar escaleras (Figura 1, figura 2).

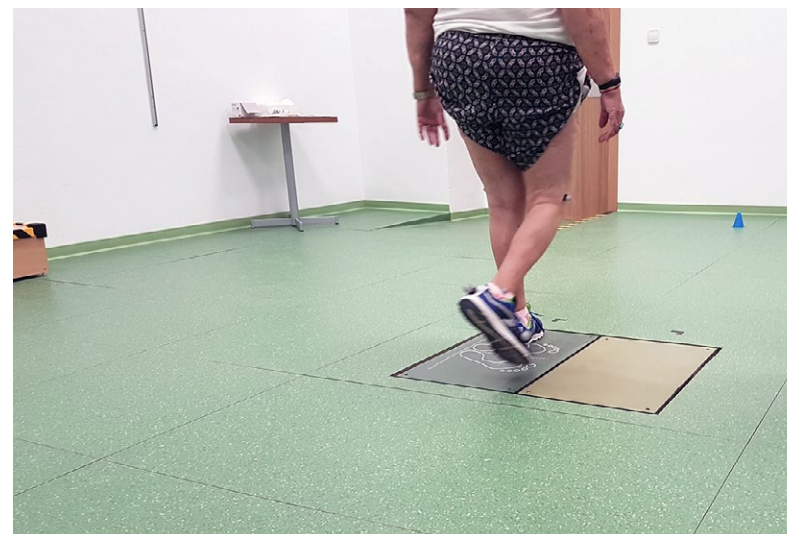


Figura 1. Evaluación funcional de la marcha en laboratorio medida mediante sistema de fotogrametría y plataforma dinamométrica.



Figura 2. Evaluación funcional del gesto de pasar un escalón.

El proyecto OUTCOMES ha tenido por objetivo investigar el uso de diversas tecnologías de valoración funcional biomecánica en personas intervenidas con prótesis de rodilla y su relación con diferentes PROMs. El proyecto ha incluido elementos innovadores como el uso de tecnologías portables para la evaluación remota y no invasiva de los pacientes o el análisis de la relación coste-efectividad de las intervenciones a través del grado de funcionalidad objetiva.

Este proyecto se inició en 2018 y ha tenido una duración de 3 años. Durante la tercera anualidad del proyecto el Instituto de Biomecánica (IBV) ha llevado a cabo un estudio longitudinal en colaboración con el Hospital General Universitario de Valencia con el objetivo de evaluar a 30 participantes candidatos a una

artroplastia primaria de rodilla desde la etapa preoperatoria hasta los 12 meses de la intervención.

RESULTADOS

Las principales metodologías utilizadas y los principales resultados obtenidos durante la tercera anualidad del proyecto han sido:

- Se han incluido en el estudio y valorado a 27 participantes de forma preoperatoria. De estos participantes, 3 han sido evaluados nuevamente a los tres meses tras la intervención y 5 a los seis meses tras la intervención. Todos los resultados del seguimiento han sido recopilados en una base de datos segura integrada en el servicio informático del hospital, así como en la historia clínica de los pacientes, ayudando de esta manera al personal sanitario a realizar un mejor seguimiento de las pruebas y resultados obtenidos.
- El análisis de las valoraciones realizadas ha permitido identificar aquellas variables biomecánicas que muestran cambios más significativos en el proceso de recuperación, así como el grado de variación entre las distintas fases de medida (Figura 3).
- Se ha realizado un estudio estadístico para conocer el grado de correlación entre los resultados de las pruebas de valoración biomecánica que miden la función objetiva de los pacientes y la autopercepción que ellos tienen de su capacidad funcional medida a través de escalas y cuestionarios autocompletados.

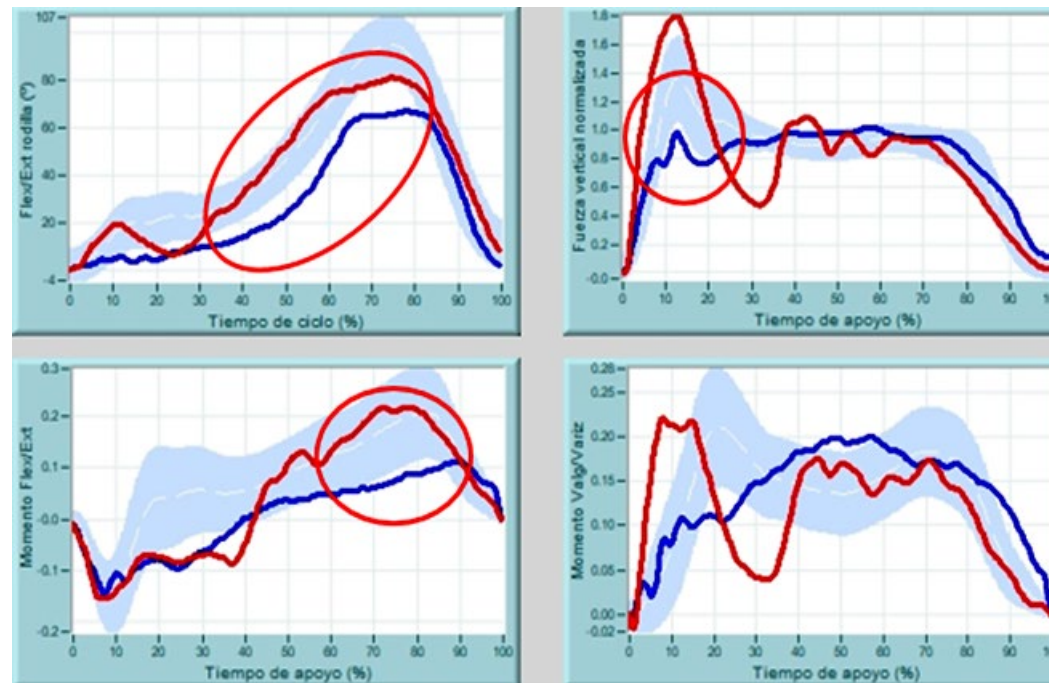
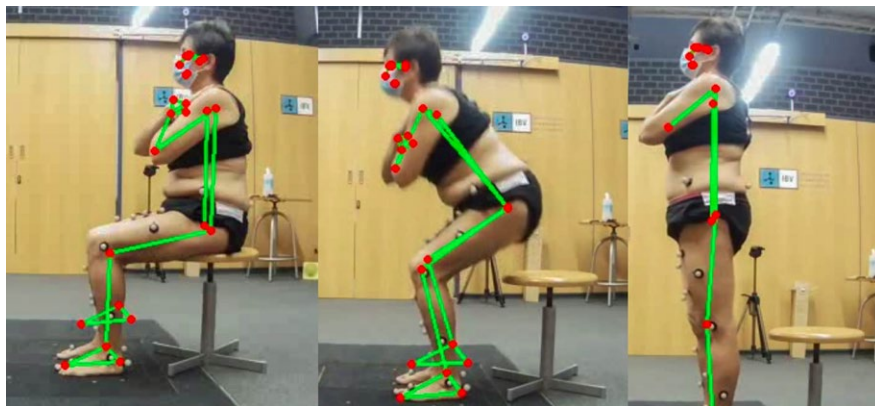


Figura 3. Resultados obtenidos de la prueba de subir escaleras y bajar escaleras. (Rojo: pierna sana; Azul: pierna patológica).

Figura 4. Análisis del gesto de sentarse y levantarse de una silla a través de una cámara de *smartphone*.



- Además, se ha generado una nueva propuesta de un índice de valoración a partir de los valores objetivos registrados mediante una prueba de marcha simplificada. Mediante una serie de variables biomecánicas obtenidas durante la prueba nos permite hacer una estimación de la capacidad funcional percibida por el paciente semejante al cuestionario estandarizado para artrosis de cadera y rodilla WOMAC (WESTERN ONTARIO MCMASTER UNIVERSITIES OSTEOARTHRITIS INDEX). Este nuevo indicador nos ha permitido establecer un mapa de clasificación entre la capacidad funcional percibida por el paciente mediante el WOMAC y la función objetiva medida mediante tecnologías de valoración biomecánica. De forma paralela al estudio, se ha realizado la evaluación de 60 pacientes con diferentes patologías de rodilla y grados de afectación a la movilidad siguiendo el mismo protocolo de valoración funcional biomecánica en laboratorio realizados en el estudio longitudinal a pacientes con prótesis de rodilla. Además del uso diferentes tecnologías de registro, tales

como fotogrametría y plataformas de fuerzas, se ha incluido el uso de una cámara de *smartphone* para el análisis del movimiento, con el objetivo de estudiar la sensibilidad de esta tecnología portable y de bajo coste para el seguimiento de patologías de rodilla (Figura 4).

- Se ha realizado un análisis para estudiar la sensibilidad de los sensores inerciales (IMUs) y cámaras de *smartphone* frente al uso de fotogrametría (actual estándar de oro para el registro de movimientos humanos) con el fin de comparar los resultados obtenidos en las variables biomecánicas registradas. Los resultados mostraron una buena concordancia entre los parámetros medidos mediante sensores inerciales y fotogrametría (Figura 5). Para el análisis de los datos registrados con cámaras de *smartphone* se utilizaron técnicas novedosas de análisis basadas en redes neuronales o Inteligencia Artificial (IA). Aunque se requieren más datos para optimizar el análisis y obtener una mejor, los resultados obtenidos por el momento son satisfactorios.

Figura 5. Estudio de la sensibilidad de los sensores inerciales frente a la fotogrametría durante el gesto de pasar un escalón.



- A partir de los resultados preliminares del estudio clínico, se ha realizado un análisis de la relación coste-efectividad de las intervenciones mediante tres indicadores diferentes: dos de ellos basados en escalas clínicas de referencia (QALY y WOMAC) y un tercero basado en un índice generado a partir de los valores registrados de variables biomecánicas.



EMPRESAS PARTICIPANTES

Durante la ejecución del proyecto se ha contado con la colaboración de diversas empresas del sector de la Comunidad Valenciana, y se han incluido actividades de transferencia de resultados, comunicación y difusión del mismo.

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

- SURGIVAL CO. S.A.U.,
- IMA – INDUSTRIAL MÉDICA ALICANTINA S.L.,
- NELA BioDynamics S.L. y
- ORTOPEDIA MOLLÁ S.L.

Financiado por:



Nº expediente: IMDEEA/2020/104