



## Mejora de la eficiencia de la valoración biomecánica en un entorno clínico

María José Vivas Broseta,  
Cristina García Bermell,  
Ignacio Bermejo Bosch,  
Juan López Pascual

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

### INTRODUCCIÓN

La valoración biomecánica viene aplicándose en los últimos años como prueba médica complementaria en distintos ámbitos, como la rehabilitación, la valoración del daño corporal o la medicina del trabajo. Existen laboratorios de valoración biomecánica implantados en servicios de rehabilitación hospitalarios, en clínicas y, sobre todo, en Mutuas Colaboradoras con la Seguridad Social (MCSS) que prestan servicios de valoración a diferentes entidades públicas y privadas. El principal objetivo de estos laboratorios es proporcionar información objetiva que permita racionalizar los recursos destinados a la incapacidad, con el consiguiente impacto económico y social que supone. El IBV, durante cerca de veinte años, ha consolidado una línea de investigación en valoración biomecánica clínica que así lo promueve. Algunos de las actividades financiadas por el IVACE en los últimos años son ejemplo de ello y, en concreto, la actividad PROMECE16\_AVB, realizada en el marco del proyecto PROMECE del IBV en el año 2016.

Uno de los aspectos que señalan los directivos de las entidades a las que pertenecen los laboratorios es la necesidad de mejorar su eficiencia. Por eso el presente proyecto tiene como **objetivo principal investigar nuevas metodologías que permitan mejorar la eficiencia en las pruebas de valoración biomecánica de funciones humanas en un entorno clínico** y con la finalidad de incrementar la competitividad de las empresas

de *Comunitat Valenciana* que prestan servicios sanitarios. Para ello se planteó este proyecto de investigación con dos fases técnicas, una centrada en metodologías de valoración biomecánica aplicables en el ámbito clínico y otra en la documentación asociada, ambas precedidas de una detección de necesidades de los clientes. El proyecto se completaba con las fases de difusión, transferencia y promoción, y gestión y coordinación.

Durante la fase técnica centrada en metodologías de valoración biomecánica, se ha trabajado desarrollando nuevos procedimientos que aportasen información de valor complementaria a la proporcionada por los actuales o simplificando los que resultaban más costosos, de acuerdo con las necesidades detectadas.

En concreto se ha trabajado sobre los siguientes procedimientos:

- Valoración cinemática de la actividad de marcha.
- Valoración funcional del hombro mediante análisis cinemático de las actividades de levantar y trasladar objetos.
- Valoración de la fuerza de la mano mediante análisis dinámico del empuñamiento.
- Valoración funcional de miembro inferior mediante el análisis cinemático y dinámico de la actividad de subir y bajar escaleras.

A lo largo de la fase centrada en la documentación asociada se ha trabajado principalmente, también basándose en necesidades detectadas, en:

- Informes para estudio evolutivo de la valoración de la capacidad funcional.
- Desarrollo de cuadro de mando que proporcione datos agregados sobre el funcionamiento de los laboratorios de valoración biomecánica.
- Desarrollo de contenido científico-divulgativo acerca de las metodologías de valoración biomecánica.

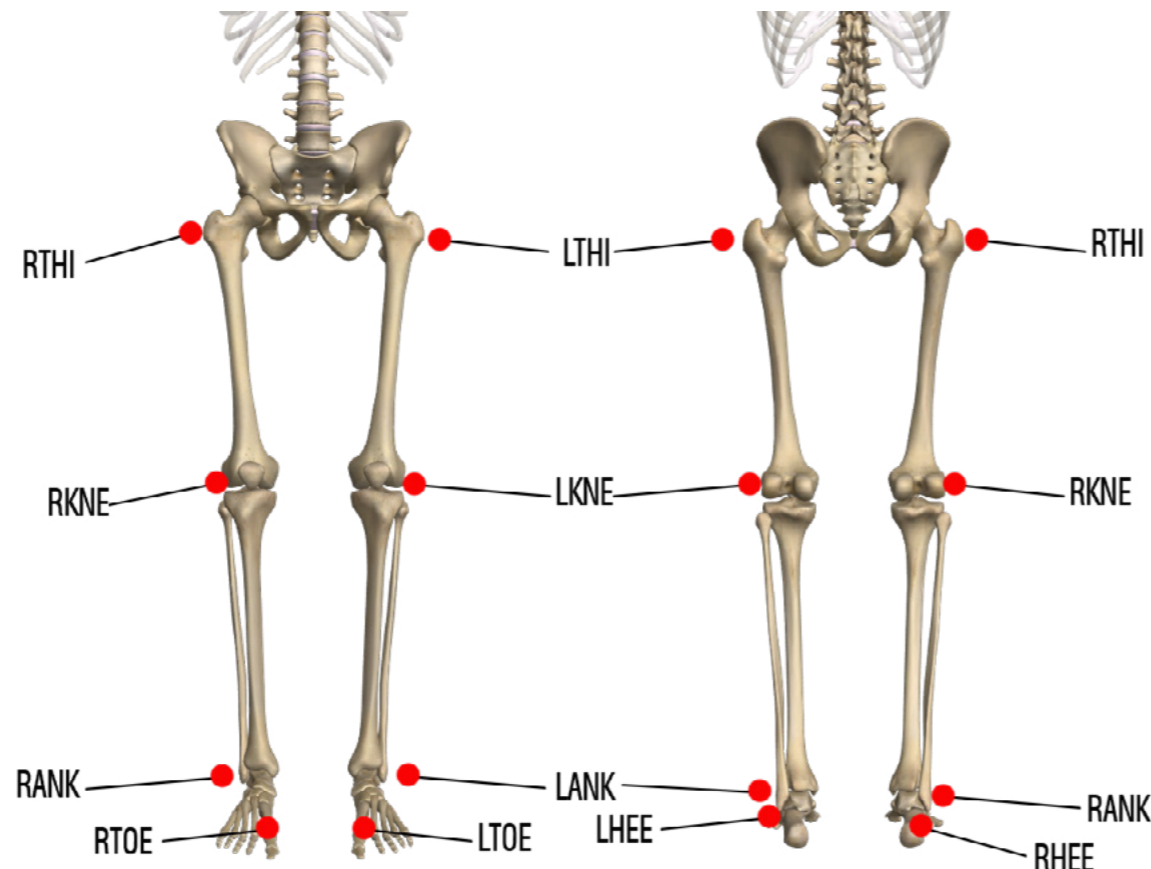


Figura 1. Modelo cinemático utilizado con los marcadores en rojo. El hecho de utilizar pocos marcadores, frente a otros modelos cinemáticos, agiliza la realización de las pruebas.

En este proyecto ha contado con la participación de las Mutuas Colaboradoras con la Seguridad Social, MCCS, UMIVALE en Valencia, UNIÓN DE MUTUAS en Castellón e IBERMUTUAMUR en Alicante; además con las empresas valencianas MEDINENDIS y LLUVAZ. En concreto, tanto la detección de necesidades como la validación de los resultados técnicos del proyecto se ha llevado a cabo en colaboración con el personal del laboratorio de valoración biomecánica de UMIVALE en Quart de Poblet, Valencia.

Este proyecto se inició en 2017 y ha tenido una duración de un año.

## RESULTADOS

A continuación, se presentan de forma resumida, los resultados más relevantes de cada apartado.

### Desarrollo de metodología de valoración cinemática de la actividad de andar

Este es uno de los resultados más relevantes del proyecto. Se ha desarrollado la investigación necesaria para contar con una metodología para la **valoración cinemática de la marcha válida y fiable**, pero basada en un **protocolo de valoración sencillo y de rápida aplicación**, tal como se requiere en el ámbito clínico. Para ello, se ha realizado la revisión bibliográfica, la puesta a punto del método de valoración (Figura 1). Se han desarrollado algoritmos informáticos para el tratamiento de señales y obtención de resultados de la prueba y se ha generado un

demostrador informático, que ha ido mejorándose a lo largo de la experiencia del proyecto. El trabajo se ha completado con un estudio de fiabilidad, en el que se ha estudiado la influencia del evaluador o del día de medida en la repetibilidad de los resultados, los resultados son buenos o excelentes, según la variable analizada. Además, a lo largo del proyecto se han realizado pruebas a sujetos de ensayo (Figura 2) sin ninguna alteración de la marcha y también a pacientes reales, con lo que el proyecto ha permitido desarrollar la metodología, validarla y adquirir experiencia en su aplicación clínica que puede ser transferida a otras empresas en el futuro.



Figura 2. Imagen tomada en el laboratorio de movimientos humanos del IBV durante las pruebas a sujetos de ensayo.

### Valoración funcional del hombro mediante análisis cinemático de las actividades de levantar y trasladar objetos

Se han mejorado los procedimientos existentes para la valoración funcional del hombro mediante análisis cinemático de levantar y trasladar objetos recopilando y analizando datos procedentes de investigaciones previas. Esto ha permitido actualizar valores de referencia de población con funcionalidad normal, alterada y simuladores de alteración funcional, implementar nuevas funciones de cálculo para la valoración de la función y la no colaboración durante las pruebas biomecánicas y reducir la información

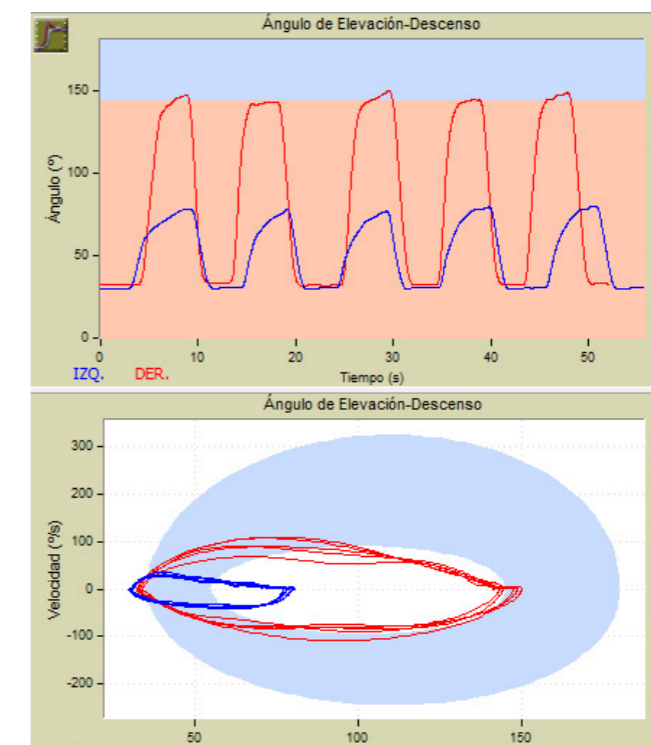


Figura 3. Extracto de aplicación informática para validación de resultados del proyecto en relación a la valoración funcional del hombro.

con interés clínico, con el objetivo de mejorar la eficiencia de las pruebas de valoración basadas en dicha metodología. Durante el proyecto, se ha desarrollado un demostrador informático que ha permitido la validación de los resultados de este trabajo.

#### Valoración de la fuerza de la mano mediante análisis dinamométrico del empuñamiento

La necesidad detectada a cubrir con el proyecto consistía en desarrollar un procedimiento complementario al actual de valoración de fuerza de la mano con información de interés en relación a la colaboración del paciente durante las pruebas. Para ello se han revisado estrategias de detección de no colaboración, se ha seleccionado metodología y variables a incluir y se ha programado un demostrador informático para validarlo. El resultado de estas tareas se plasma en la prueba de cambio alterno durante el registro de la contracción máxima voluntaria en el empuñamiento.



Figura 4. Extracto de aplicación informática para validación de resultados del proyecto en relación a la valoración de la fuerza de la mano.

#### Valoración funcional de miembro inferior mediante el análisis cinemático y dinámico de la actividad de subir y bajar escaleras

En este caso la necesidad detectada consistía en simplificar la metodología de valoración existente, para mejorar la eficiencia en su uso. Ha concluido la investigación necesaria para la mejora de los algoritmos de valoración de la función. Esto ha supuesto un análisis estadístico de datos existentes y una revisión clínica de la prueba de subir y bajar escaleras. Además, se ha avanzado en la simplificación de la representación de resultados, aunque queda pendiente proseguir con esta investigación hasta obtener un demostrador informático que permita realizar una validación del trabajo.

#### Cuadro de mando para la gestión eficiente de laboratorios de valoración biomecánica e informes evolutivos

El proyecto ha permitido definir especificaciones de una herramienta informática en forma de cuadro de mando que permita monitorizar de forma sencilla la actividad de un laboratorio de servicios de valoración y, en consecuencia, mejorar la gestión y planificación de dichos servicios. La herramienta, permite al usuario emplear diversos filtros para seleccionar la información requerida (número de pruebas por periodo o tipo de pruebas, pruebas realizadas por paciente...). En relación a los informes evolutivos, el trabajo ha consistido en definir modelos que puedan resumir la información más relevante que ofrecen las pruebas de valoración biomecánica a lo largo del proceso de rehabilitación

de un paciente. El propósito de estos informes es conseguir la mayor eficiencia en la toma de decisiones médicas a lo largo de un proceso de rehabilitación de una lesión o en la gestión de incapacidades temporales.

### Otros resultados del proyecto relacionados con las necesidades detectadas

A lo largo del proyecto también se han obtenido otros resultados relacionados con las necesidades detectadas. A destacar: el desarrollo de metodología y sistemas específicos para la calibración de instrumentos de medida relativos al registro de fuerzas y ángulos articulares y el desarrollo de material para la divulgación científico-técnica acerca de las metodologías de valoración biomecánica.

## CONCLUSIONES

Los resultados del proyecto van encaminados a la mejora de la eficiencia de los laboratorios de valoración funcional. Como con-

secuencia, se prevé que las pruebas de valoración biomecánica puedan ofrecerse a precios más competitivos, que aumente el número de pruebas realizadas en cada laboratorio y, con ello, el rendimiento de los laboratorios de valoración biomecánica. Todo ello, debería reflejarse en un incremento de la competitividad de las empresas de la *Comunitat Valenciana* prestadoras de servicios médicos de valoración. Además, dada la utilidad de las pruebas biomecánicas como prueba médica complementaria en diferentes campos de aplicación del ámbito médico, este proyecto tendrá repercusión muy clara sobre la salud y sobre la justicia en la asignación de prestaciones sanitarias o por incapacidad y sobre las indemnizaciones por lesiones.

La implicación de empresas como MEDENENSIS, S.L, LLUVAZ VALENCIA S.L, UNIÓN DE MUTUAS, MCSS Nº 267, Centro Sanitario IBMM Alicante y muy especialmente UMIVALE ha facilitado el análisis de necesidades, la priorización de los procedimientos a mejorar y la validación de las mejoras e innovaciones generadas en entornos clínicos reales. ■

Financiado por:



Nº expediente: IMDEEA/2017/85