

INSTITUTO DE
BIOMECÁNICA
DE VALENCIA



AVB

**Análisis y Valoración
Biomecánica**

MEMORIA

E3. Análisis de datos aplicado a la valoración de las funciones humanas

Entregable:	E3
Paquete de trabajo:	PT3
Responsable:	IBV

El contenido de este documento ha sido generado por el Instituto de Biomecánica (IBV) como resultado del proyecto IMAMCJ/2016/1 (Plan de Actividades de carácter no económico del IBV para 2016. AVB. Análisis y Valoración Biomecánica) en el marco de la línea nominativa T8021000 aprobada por la Ley de Presupuestos de la Generalitat para 2016, cofinanciada en un 50% a través del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020: Eje Prioritario 1



INTRODUCCIÓN

En este entregable se presenta una descripción del trabajo desarrollado en el *PT3 Aplicación de técnicas avanzadas de tratamiento de datos al estudio y valoración de las funciones humanas*. Este paquete de trabajo parte, en gran medida, del trabajo desarrollado en el PT2 utilizando nuevas técnicas y metodologías de medida y los datos recopilados con el objetivo de realizar estudios que generen nuevo conocimiento a través de tratamiento avanzado de datos.

RESUMEN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

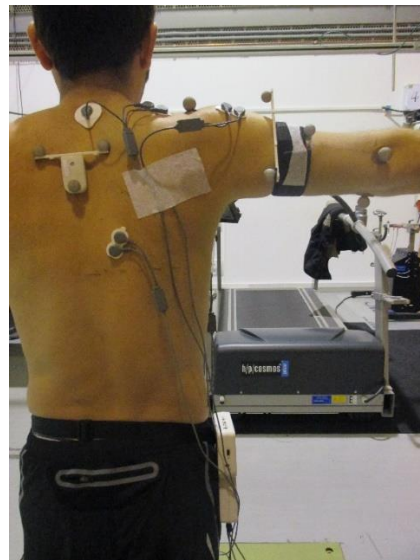
En este entregable se incluirá el progreso de la investigación relacionada con la aplicación de técnicas avanzadas de análisis de datos a la valoración de funciones humanas y, específicamente, de los siguientes resultados:

- Análisis de componentes principales funcionales de las diferencias de la actividad muscular debidas al sexo
- Análisis dinámico del centro de presiones mediante métodos no lineales. Puesta a punto de procedimientos de medida singulares
- Algoritmo de identificación del instante de comienzo de un movimiento basado en vectores de estados
- Algoritmos de integración de señales de acelerometría
- Colección de algoritmos para la objetivación de la severidad de la lesión en pacientes con dolor cervical.
- Modelo matemático de análisis de comportamientos de magnificación del dolor de hombro.
- Fusión de datos para el estudio del fenómeno flexión-relajación de la columna lumbar

APLICACIÓN DE TÉCNICAS AVANZADAS DE ANÁLISIS DE DATOS A LA VALORACIÓN DE FUNCIONES HUMANAS

Análisis de componentes principales funcionales de las diferencias de la actividad muscular debidas al sexo

La descripción de los patrones de activación normal EMG es importante para identificar las alteraciones musculares en los pacientes. Para mejorar la sensibilidad de estos patrones es importante identificar diferencias debido al género, edad o factores antropométricos. Estudios anteriores informaron diferencias de género en los parámetros EMG durante la elevación humeral (por ejemplo, el nivel de activación y la sincronización). Sin embargo, ningún estudio previo analizó los cambios en la forma de la señal EMG debido al género. El Análisis de Componentes Principales Funcionales (FPCA) puede ser ventajoso para identificar las diferencias de género en la actividad muscular para definir patrones normales por género. El objetivo del estudio fue analizar la influencia del género en las señales EMG durante la abducción del hombro por la FPCA.



Análisis dinámico del centro de presiones mediante métodos no lineales

El principal objetivo de esta tarea fue explorar diferentes abordajes de análisis de datos del movimiento del centro de presiones, basados en técnicas no lineales, potencialmente aplicables a la valoración del riesgo de caídas.

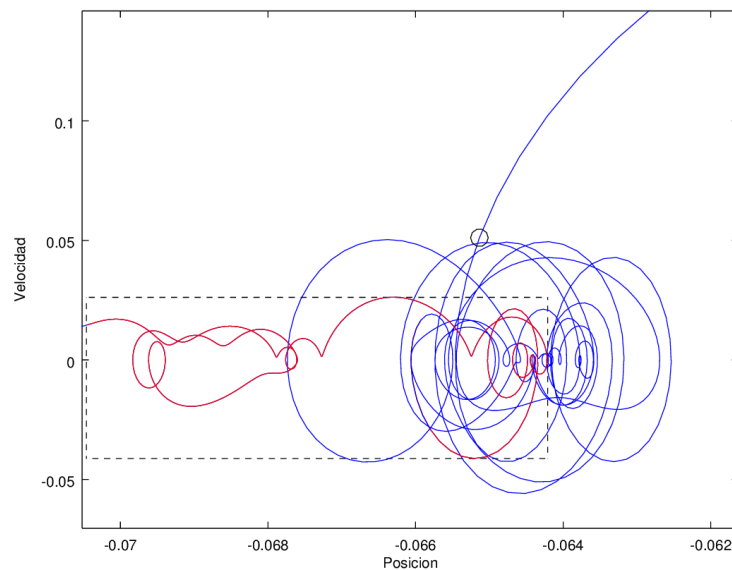
Algoritmo de identificación del instante de comienzo de un movimiento basado en vectores de estados

En el análisis de movimientos, a partir de fotogrametría o plataformas, normalmente se parte de una grabación en la que el sujeto comienza en un estado



de “reposo”. A menudo nos interesa identificar el instante en el que comienza el movimiento, bien porque queremos cuantificar tiempos en los que ese instante es una referencia clave (p.ej. el tiempo de reacción), o porque el procedimiento de análisis se puede ver distorsionado si se introducen fragmentos de la señal que incluyan el reposo.

La aproximación deseable, sobre todo si se trabaja con una base de datos grande, es hacer el análisis de forma completamente automática. Esto solemos hacerlo definiendo un umbral para distinguir el reposo del movimiento (p.ej. la velocidad mínima que corresponde al movimiento). La cuestión en este caso es definir cuál es ese umbral.



Ejemplo de vector de estados (posición y velocidad de un marcador) asociado al reposo (referencia marcada en rojo), e instante en el que se abandona ese estado (círculo negro).

Algoritmos de integración de señales de acelerometría

El algoritmo desarrollado consiste en la realización de tres pasos:

1. Filtrar movimientos a partir de la aceleración
2. Integración de la aceleración
3. Integración de la velocidad

APLICACIÓN DE TÉCNICAS ESTADÍSTICAS DE CLASIFICACIÓN A LA VALORACIÓN DE FUNCIONES HUMANAS

Los clasificadores estadísticos más comúnmente utilizados en la valoración biomecánica son los vinculados a modelos lineales generales y modelos lineales generalizados, tales como los empleados en el análisis discriminante o la regresión

logística. Estos métodos son muy robustos, pero pagan el precio de tener una sensibilidad relativamente baja. Otros clasificadores utilizados con anterioridad en el Instituto de Biomecánica de Valencia, incluían Redes Neuronales Artificiales, que, a pesar de su fortaleza se ajustan mal a los requisitos habituales de la investigación biomédica en la que las muestras a analizar son relativamente pequeñas, por lo que estos métodos tendían a sobre-aprender y eran muy pobres extrapolando los resultados.

Por estos motivos, en esta tarea se plantea la aplicación de técnicas estadísticas de clasificación novedosas, que permitan obtener lo mejor de cada una de las aproximaciones. En particular dentro de esta de esta línea de trabajo, se han realizado las siguientes actividades principales:

- Desarrollo de un modelo matemático de análisis de comportamientos de magnificación del dolor de hombro
- Generación de una colección de algoritmos para la objetivación de la severidad de la lesión en pacientes con dolor cervical

Modelo matemático de análisis de comportamientos de magnificación del dolor de hombro

En esta tarea se ha realizado un estudio con el objetivo de analizar la posible identificación de patrones magnificadores del dolor de hombro. Para ello se utilizaron las medidas recogidas en el PT2 realizadas con el equipo de fotogrametría.

La valoración funcional realizada consiste en dos pruebas: prueba de Levantar y prueba de Mover.



Ejecución del gesto Levantar.

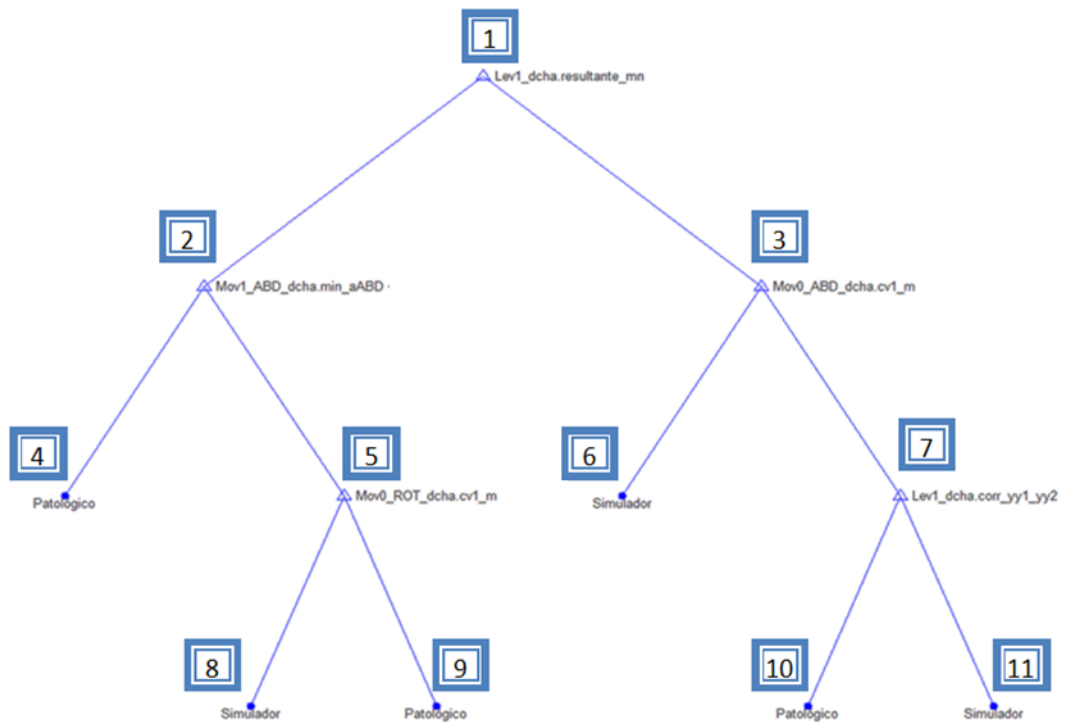


Ejecución del gesto Mover.

Como salida de la valoración se obtienen los ángulos de movilidad del hombro referidos a los ejes anatómicos y una serie de parámetros biomecánicos característicos.

El estudio se ha realizado con dos grupos de sujetos: grupo de patología y grupo de simulación.

El resultado del árbol de clasificación obtenido se muestra en la siguiente figura.



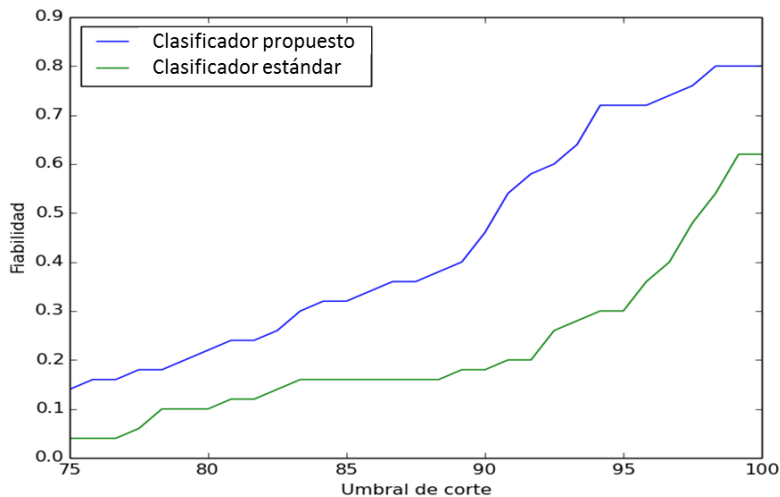
Árbol de clasificación de las conductas de magnificación del dolor de hombro

Colección de algoritmos para la objetivación de la lesión en pacientes con dolor cervical

En esta tarea se ha realizado un estudio con el objetivo de analizar las diferencias en movilidad cervical en distintos grupos poblacionales. En este sentido se han incluido medidas de personas que han sufrido un latigazo cervical y están en fase

aguda y sujetos simuladores. Para ello se utilizaron, entre otras, las medidas recogidas en el PT2 realizadas con el equipo de fotogrametría Kinescan/IBV.

En este estudio se utilizó como técnica principal de análisis los árboles de clasificación borrosos.



Fiabilidad obtenida en la clasificación de patológicos agudos con el clasificador estándar y el clasificador propuesto

APLICACIÓN DE FUSIÓN DE SENSORES AL ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES HUMANAS

El trabajo realizado en esta tarea parte de las actividades desarrolladas en el PT2, con la puesta a punto de una técnica integrada de registro de movimiento y electromiografía y alimenta a la tarea. Los resultados presentados alimentan a su vez al desarrollo de un prototipo software para la ejecución de protocolos de test de flexión-relajación lumbar (FRP), actividad desarrollada también del PT2.

Fusión de datos para el estudio del fenómeno flexión-relajación de la columna lumbar

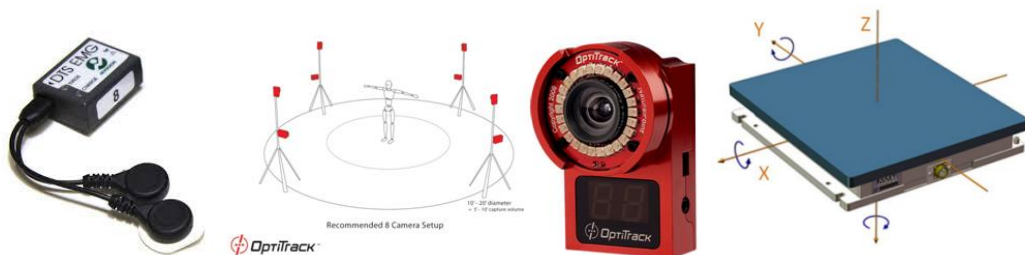
Las alteraciones de la espalda se han valorado y clasificado históricamente de distintas formas. Un ejemplo son las pruebas dinámicas de movimientos naturales del tronco sin cargas externas. Estas pruebas utilizan movimientos de flexión y extensión del tronco, implicados en la génesis de los desórdenes de región lumbar. Habitualmente se han estudiado las respuestas neuromusculares a través del uso de técnicas electromiográficas (EMG), de aguja o de superficie, acopladas a la cinemática de las articulaciones y segmentos corporales implicados.



Para valorar correctamente este fenómeno es necesario realizar una fusión de datos de la información obtenida mediante los sensores de EMG y el ángulo de flexión lumbar, registrado con técnicas de análisis de movimientos.

En particular, en esta tarea se ha realizado una integración de la información proporcionada por los siguientes sistemas de medida:

- Técnica de análisis fisiológico: sistema de registro de la actividad muscular de superficie (EMG).
- Técnica de análisis cinemático: sistema de fotogrametría 3D.
- Técnica de análisis cinético: a través de dos plataformas dinamométricas.



Sistemas de medida integrados en esta tarea

A través de la fusión de datos ha sido posible calcular parámetros que combinan información proveniente de los diferentes sistemas de medida.