

Development of innovative training solutions in the field of functional evaluation aimed at updating of the curricula of health sciences schools



MÓDULO BIOMECÁNICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL

Unidad didáctica D: ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE LA COLUMNA VERTEBRAL.

D.5. ¿Cómo interpretar un informe de un análisis biomecánico en el caso de patología de la columna vertebral?

OBJETIVOS

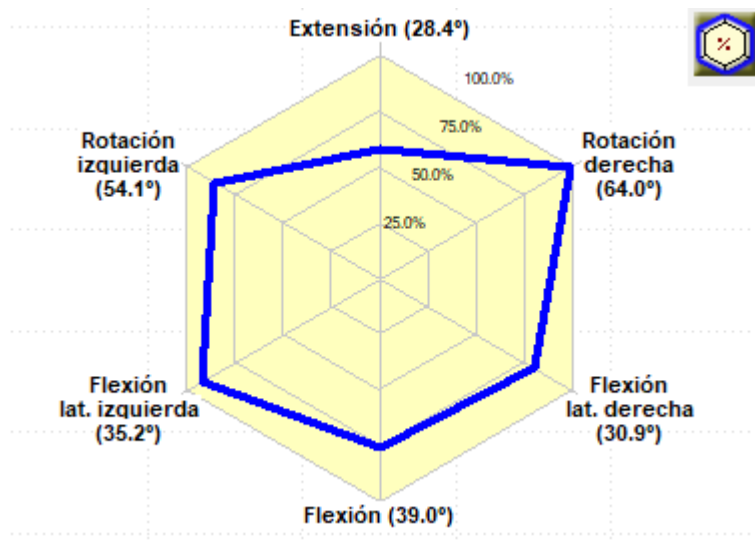
- Conocer la interpretación de resultados obtenidos de la valoración cinemática cervical en población.
- Conocer la interpretación de resultados obtenidos de la valoración de fuerza muscular cervical en población patológica.
- Conocer la interpretación de resultados obtenidos de la valoración cinemática lumbar en población patológica.
- Conocer la interpretación de resultados obtenidos de la valoración de fuerza lumbar en población patológica.
- Aprender a trabajar con resultados de valoración biomecánica cervical y/o lumbar a través de casos clínicos.

CONTENIDOS

- Resultados patológicos en valoración de columna cervical.
- Resultados patológicos en valoración de columna lumbar.
- Valoración biomecánica cervical. Caso clínico.
- Valoración biomecánica lumbar. Caso clínico.
- Ideas principales

Valoración de la amplitud de movimiento cervical

Amplitud de movimiento cervical



EQUIPO DE MEDIDA: Sistema de fotogrametría o inclinómetros

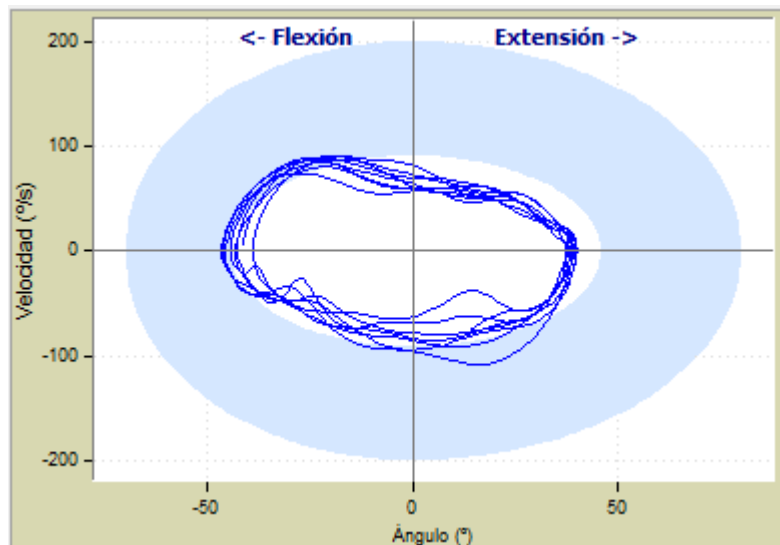
TIPO DE ANÁLISIS: Cinemático.

GRÁFICA: Amplitud de movilidad del raquis cervical en los tres planos. El borde externo de la gráfica representa la zona de normalidad.

INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO: Movilidad limitada (°) del raquis cervical en diferentes ejes de movimiento. Destaca fundamentalmente limitación en la flexo-extensión, seguida de la rotación izquierda en la que además existe una asimetría importante con respecto a la derecha.

Valoración cinemática de la columna cervical

Movilidad cervical



EQUIPO DE MEDIDA: Sistema de fotogrametría.

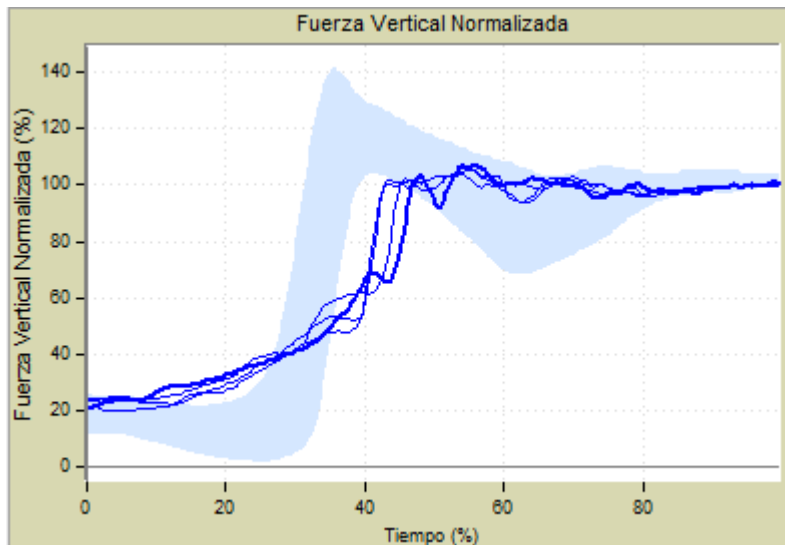
TIPO DE ANÁLISIS: Cinemático.

GRÁFICA: Velocidad angular (°/s) del raquis cervical frente a la amplitud de movimiento de flexo-extensión (°).

INTERPRETACIÓN DE RESULTADO: Movimiento lento con limitación de la extensión del raquis cervical, mientras que la flexión se encuentra próxima a los límites de normalidad.

Valoración funcional de la columna lumbar

Actividad: levantarse de una silla



EQUIPO DE MEDIDA: Plataforma dinamométrica

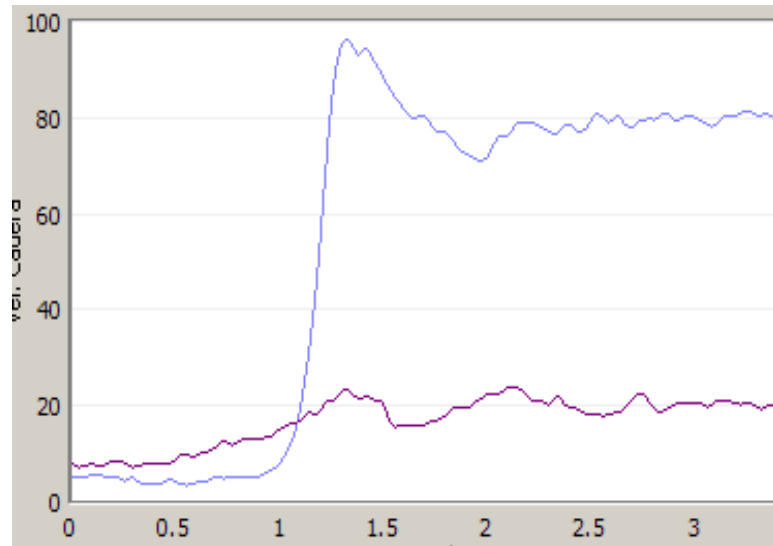
TIPO DE ANÁLISIS: Cinético.

GRÁFICA: Representa las diferentes repeticiones registradas de la fuerza de reacción durante la realización del gesto de levantarse de una silla.

INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO: Patrón de fuerza repetible pero alterado. La pendiente de la curva se encuentra horizontalizada, siendo menor y retrasado en el tiempo el pico máximo de la misma. Esto significa generación de impulso deficitario para conseguir el objetivo de levantarse lo que puede ir asociado con dolor, déficit de fuerza o falta de coordinación.

Valoración funcional de la columna lumbar

Actividad: levantarse de una silla **ASIMETRÍA FUERZAS**



EQUIPO DE MEDIDA: Plataforma dinamométrica

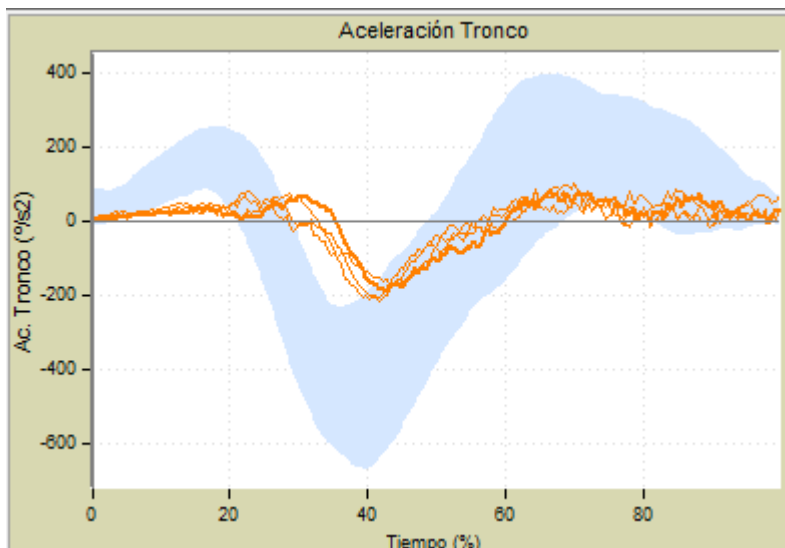
TIPO DE ANÁLISIS: Cinético.

GRÁFICA: Representa la fuerza de reacción generada por cada uno de los miembros inferiores durante la realización del gesto de levantarse de una silla.

INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO: Patrón de fuerza asimétrica. Mayor carga en miembro inferior derecho durante el levantamiento de la silla, lo que implica un gesto asimétrico.

Valoración funcional de la columna lumbar

Actividad: levantarse de una silla



EQUIPO DE MEDIDA: Sistema de fotogrametría o inerciales

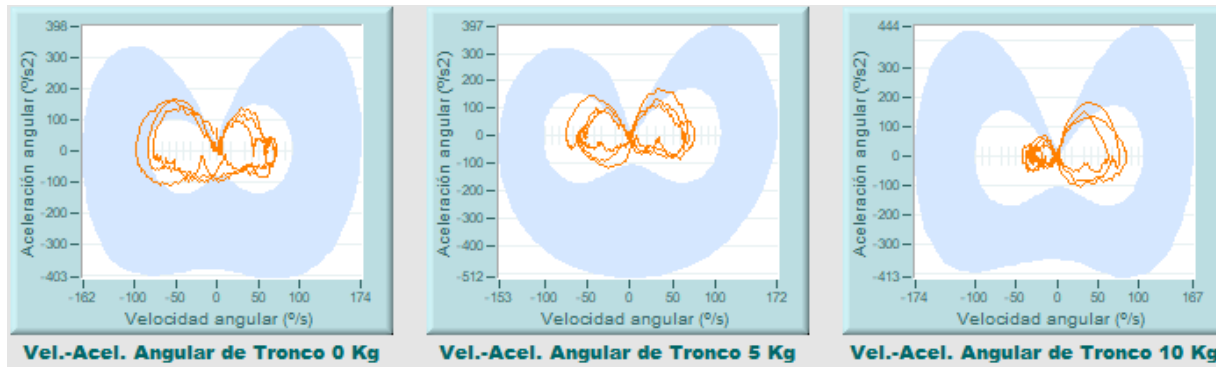
TIPO DE ANÁLISIS: Cinemático.

GRÁFICA: Representa la aceleración angular de tronco en diferentes repeticiones registradas del gesto de levantarse de una silla..

INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO: Bajas aceleraciones, implicando movimiento de tronco lento en la ejecución del gesto.

Valoración funcional de la columna lumbar

Actividad: levantar un peso



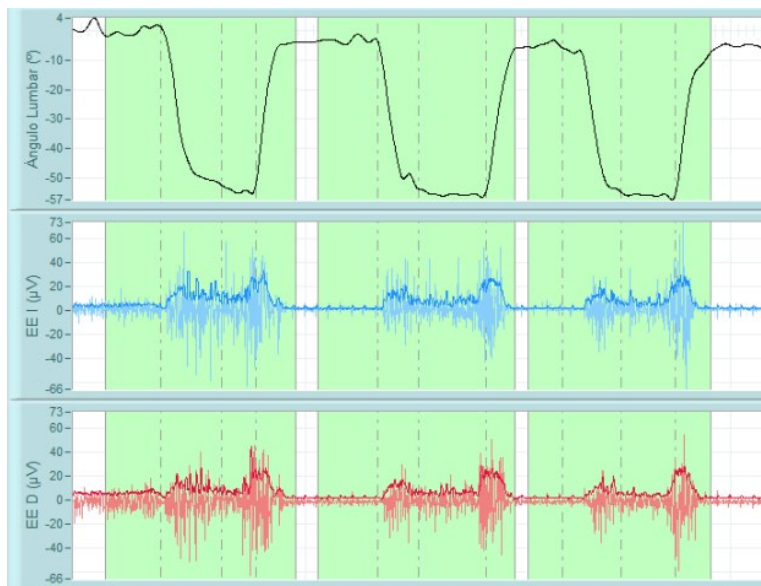
EQUIPO DE MEDIDA: Sistema de fotogrametría o inerciales

TIPO DE ANÁLISIS: Cinemático.

GRÁFICA: Representa la aceleración angular de tronco frente a su velocidad angular en diferentes repeticiones registradas del gesto de levantar un peso. Se muestra el resultado para pesos de magnitud creciente.

INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO: Baja aceleración y velocidad en todos los gestos, implicando movimiento de tronco lento en la ejecución del gesto. Se objetivan movimientos más lentos a medida que aumenta la magnitud del peso levantado, por lo que existe un empeoramiento del movimiento al aumentar la carga manipulada.

Valoración del fenómeno flexión-relajación



EQUIPO DE MEDIDA:
Electromiografía de superficie
(EMGs)

GRÁFICA: Resultados cinemáticos y de EMGs durante la prueba de flexión-relajación del raquis lumbar.

INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO: No se aprecia silencio mioeléctrico en el momento de mayor flexión de columna.

Ejemplos de resultados



[Esta foto](#)

[CC BY-SA-NC](#)

Caso clínico cervical

Paciente de 30 años

Trabaja como administrativa.

Tuvo un accidente de tráfico hace 2 semanas por colisión posterior.

Dolor cervical

Tratamiento con inmovilización cervical y analgésicos

Tras la retirada de la inmovilización (tras una semana posterior al accidente), el paciente refiere limitación de movilidad por dolor.

Se remite al laboratorio de biomecánica para valorar la movilidad cervical y pautar tratamiento rehabilitador

En la exploración física: destaca limitación de la movilidad activa en los últimos grados de todos los movimientos, con movilidad pasiva conservada, aunque dolorosa. A la palpación tono muscular simétrico con puntos dolorosos en región temporal izquierda y trapecio derecho

A continuación se comentan los resultados de un caso tras realizar valoración funcional del raquis cervical. Esta prueba analiza cinemáticamente el movimiento de la columna cervical en actividades sencillas para detectar movimientos anómalos o no funcionales, secundarios a un cuadro doloroso cervical.

Se ha utilizado el equipo de valoración **NEDCERVICAL/IBV** y la técnica de registro utilizada ha sido la fotogrametría.

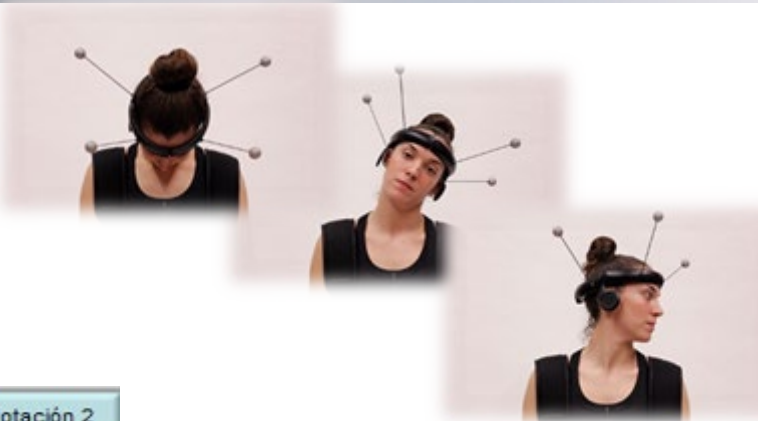
Para llevar a cabo la valoración, este sistema compara los resultados obtenidos con los de un grupo de sujetos comparable a las características del paciente (bases de datos integradas por normales, patológicos segmentadas por edad y género).

El protocolo de valoración está estandarizado y consta de dos gestos:

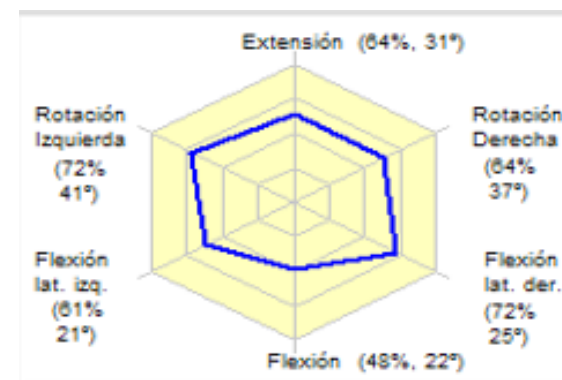
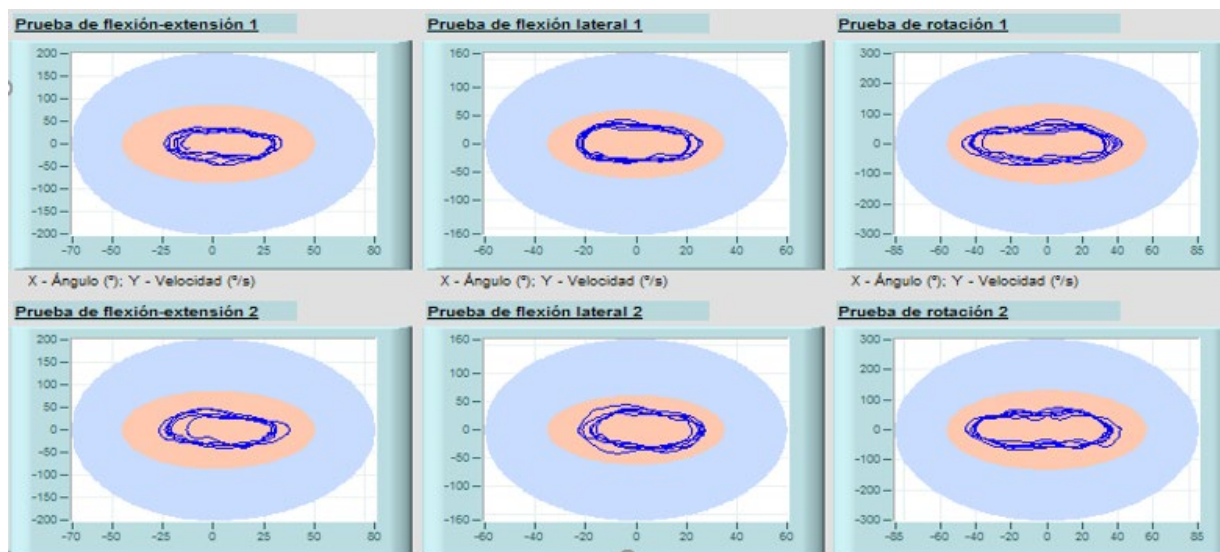
Prueba de Límites: analiza los límites funcionales del movimiento en cada una de las direcciones del espacio.

Prueba funcional (o prueba de lámparas): analiza el movimiento cervical mientras el paciente dirige su mirada hacia unas lámparas situadas en el techo.

| | Rango | Vel. máx. | Acel. máx. | Armonía | Rep. intraprueba |
|--------------|-------|-----------|------------|---------|------------------|
| Flex.-ext. 1 | 52.1 | 33.5 | 28.3 | 100.0 | 56.7 |
| Flex.-ext. 2 | 54.5 | 37.9 | 26.8 | 100.0 | 57.6 |
| Flex. lat. 1 | 68.3 | 48.1 | 44.9 | 100.0 | 81.0 |
| Flex. lat. 2 | 69.9 | 46.4 | 34.8 | 100.0 | 62.7 |
| Rotación 1 | 73.1 | 45.4 | 31.1 | 100.0 | 50.4 |
| Rotación 2 | 69.8 | 45.5 | 34.3 | 100.0 | 59.7 |



| | Flex.-ext. 1 | Flex.-ext. 2 | Flex. lat.1 | Flex. lat. 2 | Rotación 1 | Rotación 2 |
|------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|------------|------------|
| Valoración | 55.9 | 57.0 | 69.3 | 65.4 | 64.2 | 64.8 |
| Rep. interprueba | 95.5 | | 89.8 | | 94.1 | |





Prueba 1 (lámpara 1):



X - Tiempo (s); Y - Ángulo (°)

Flex.-extensión Flex. lateral Rotación

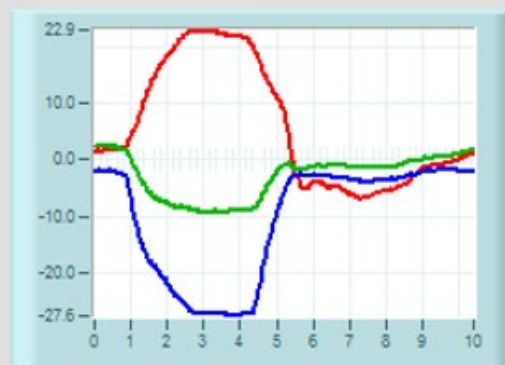
Prueba 2 (lámpara 2):



X - Tiempo (s); Y - Ángulo (°)

Flex.-extensión Flex. lateral Rotación

Prueba 3 (lámpara 3):



X - Tiempo (s); Y - Ángulo (°)

Flex.-extensión Flex. lateral Rotación

| | Rango | | Velocidad máxima | | Aceleración máxima | | Valoración |
|--------------------|------------|----------|------------------|----------|--------------------|----------|------------|
| | Flex.-ext. | Rotación | Flex.-ext | Rotación | Flex.-ext. | Rotación | |
| Prueba 1 (izq.) | 54.0 | 39.4 | 39.9 | 19.8 | 29.1 | 18.2 | 33.4 |
| Prueba 2 (central) | 43.1 | - | 36.8 | - | 31.9 | - | 37.3 |
| Prueba 3 (der.) | 67.9 | 56.9 | 43.2 | 33.0 | 32.8 | 24.7 | 43.1 |

Valoración Final

Índice de Normalidad:  56%

Alterado

Se considera que la función estudiada es normal cuando el Índice de normalidad está entre 90 y 100%.

El grado de alteración funcional es mayor a menor Índice de normalidad

Caso clínico lumbar

Paciente de 60 años

Conductor de camión

Caída del camión con fractura acúñamiento de L1

Se realizó tratamiento conservador de la fractura

Retirada del corsé a los 3 meses

A los cuatro meses de la fractura sigue refiriendo dolor lumbar irradiado a miembro inferior derecho.

En la exploración física: destaca el dolor lumbar pero no se palpan contracturas musculares. La flexión lumbar es dolorosa. Lasegue y Bragard negativos. Buena función muscular.

Se realizó una resonancia magnética que informa que la fractura con acúñamiento anterior del cuerpo vertebral de L1 está consolidada y no se aprecia. Existen signos degenerativos en el espacio discal L4-L5 y L5-S1. Sin compromiso de ambos agujeros conjunción.

A continuación se comentan los resultados de un caso tras realizar valoración funcional del raquis lumbar. Esta prueba analiza cinética y cinemáticamente el movimiento de la columna lumbar en actividades sencillas para detectar movimientos anómalos o no funcionales, secundarios a un cuadro doloroso cervical.

Se ha utilizado el equipo de valoración NEDLUMBAR/IBV y la técnica de registro utilizada ha sido la fotogrametría y dos plataformas dinamométricas.

Para llevar a cabo la valoración, este sistema compara los resultados obtenidos con los de un grupo de sujetos comparable a las características del paciente (bases de datos integradas por normales y patológicos segmentadas por edad y género).

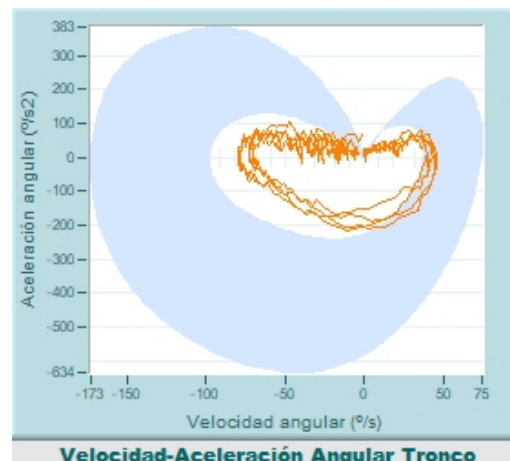
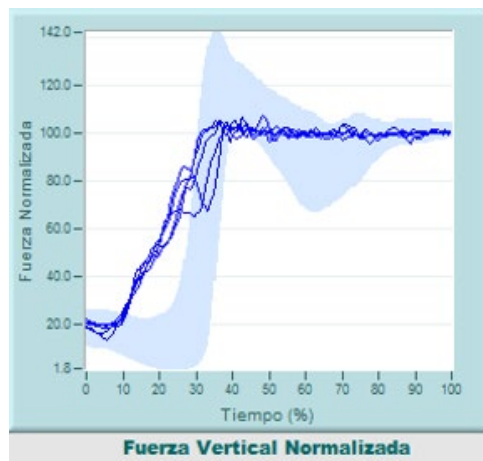
El protocolo de valoración está estandarizado y consta de dos gestos:

Actividad levantarse de una silla.

Actividad levantar pesos.

Los resultados que se obtienen informan del patrón de movimiento realizado a través de la información biomecánica de fuerza, movilidad, aceleración y repetibilidad del movimiento entre otros.

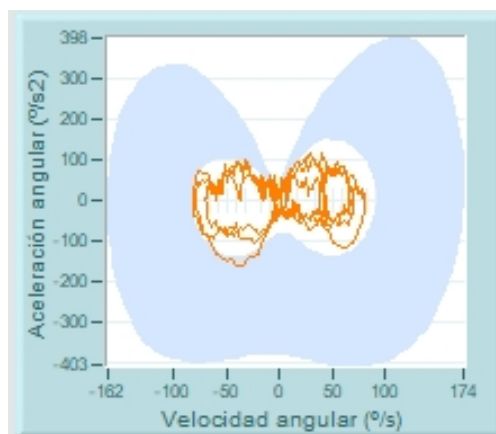
Al final, el estudio de la actividad queda resumida en un índice funcional. Si el resultado de este índice es mayor del 90% la capacidad de la persona valorada en realizar la actividad entra dentro de la normalidad.



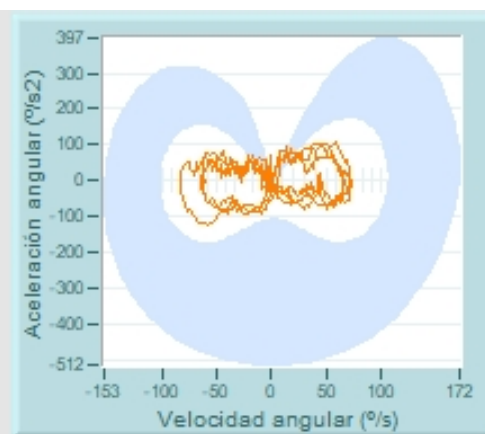
Prueba de Silla

Valoración Global 71%

| | | |
|--|--|--|
| Tiempo total (s) | 4.9 | 56% |
| Fase Inclinación (%) | 26.8 | 95% |
| Fase Descarga (%) | 13.1 | 63% |
| Fase Levantamiento (%) | 60.2 | 100% |
| Fuerza Vertical Mínima (%) | 17.9 | 75% |
| Fuerza Vertical Máxima (%) | 110.3 | 96% |
| Asimetría de Fuerzas (%) | 11.5 | 78% |
| Mayor Apoyo | IZQUIERDA | |
| Movilidad Lumbar (°) | 33.5 | 100% |
| Inclinación Torácica (°) | 43.8 | 77% |
| Rotación Torácica (°) | 7.3 | 83% |
| Vel. Ang. Máx. Tronco en Flexión (°/s) | 43.5 | 80% |
| Acel. Ang. Máx. Tronco en Flexión (°/s²) | 60.8 | 48% |
| Vel. Ang. Máx. Tronco en Extensión (°/s) | -75.9 | 80% |
| Acel. Ang. Máx. Tronco en Extensión (°/s²) | -188.6 | 65% |
| Variabilidad | 100% | |
| Repetibilidad | 80% | |



Vel.-Acel. Angular de Tronco 0 Kg



Vel.-Acel. Angular de Tronco 5 Kg



Vel.-Acel. Angular de Tronco 10 Kg

| | 0 Kg | 5 Kg | 10 Kg |
|---|-------------------|-------------------|-------|
| Tiempo total (s) | 3.5 48% | 4.3 42% | |
| Fuerza Vertical Máxima (%) | 109.0 45% | 114.6 58% | |
| Asimetría de Fuerzas (%) | 3.4 100% | 11.5 98% | |
| Mayor Apoyo | IZQUIERDA | IZQUIERDA | |
| Movilidad Lumbar (°) | 45.3 100% | 43.4 100% | |
| Inclinación Torácica (°) | 64.8 100% | 66.7 100% | |
| Rotación Torácica (°) | 8.0 85% | 8.2 77% | |
| Vel. Ang. Máx. Tronco en Flexión (°/s) | 72.5 54% | 70.1 57% | |
| Acel. Ang. Máx. Tronco en Flexión (°/s ²) | 105.5 37% | 111.0 45% | |
| Vel. Ang. Máx. Tronco en Extensión (°/s) | -76.6 65% | -70.7 63% | |
| Acel. Ang. Máx. Tronco en Extensión (°/s ²) | -117.9 51% | -105.4 52% | |
| Repetibilidad | 100% | 82% | |

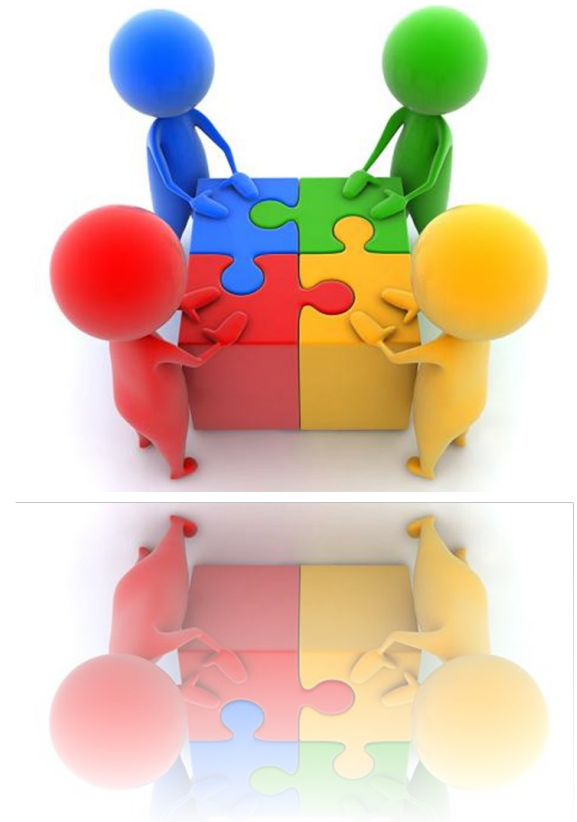


Prueba de Peso

Valoración Global **65%**

Actividad de clase

Trabajando sobre casos clínicos
(Documentos)



Guía de preguntas caso cervical

¿Se objetiva una limitación de la movilidad cervical?

¿Cuál es el movimiento más alterado?

¿Realiza movimientos de flexo-extensión en su cuello de forma rápida?

¿Encuentras alguna asimetría en el movimiento?

¿Se puede considerar a nivel gráfico que realiza movimientos repetibles?

¿Encuentras mejoría en la segunda sesión de valoración biomecánica realizada?

Solución caso

¿Se objetiva una limitación de la movilidad cervical en la primera valoración? **SI**

¿Cuál es el movimiento más limitado? **Flexión**

¿Realiza movimientos de flexo-extensión en su cuello de forma rápida? **No. Son lentos**

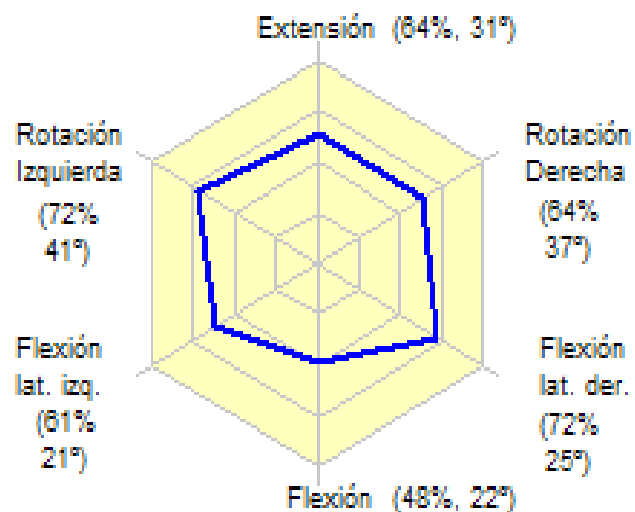
¿Encuentras algunas asimetrías en el movimiento? **No**

¿Se puede considerar a nivel gráfico que realiza movimientos repetibles?. Por ejemplo en las rotaciones. **Sí**

¿Encuentras mejoría en la segunda sesión de valoración biomecánica realizada? **Sí**

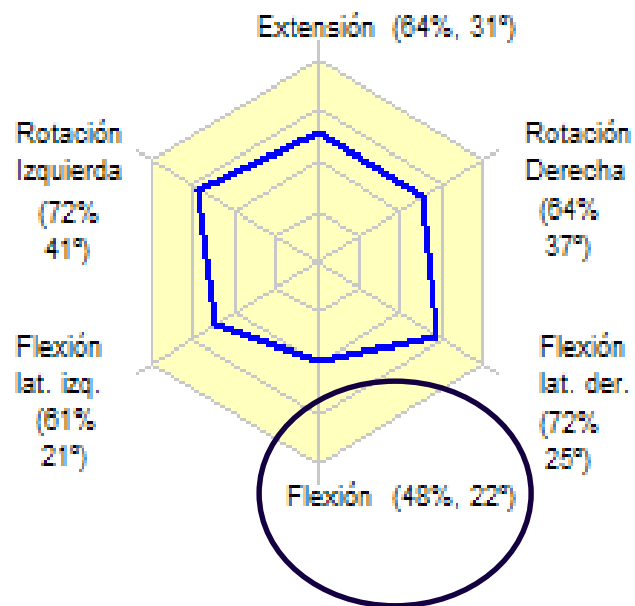
Soluciones:

¿Se objetiva una limitación de la movilidad cervical en la primera valoración?



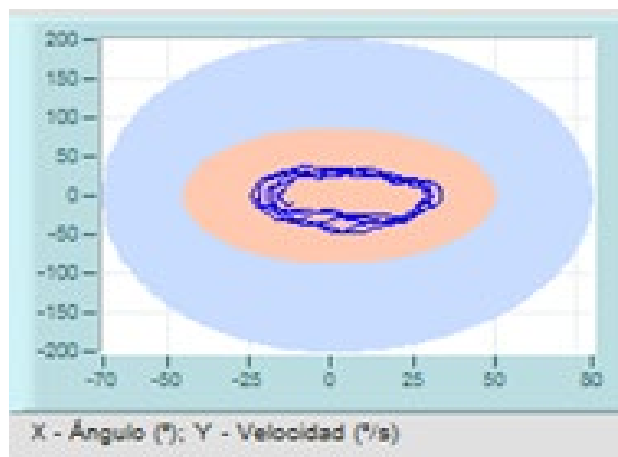
Soluciones:

¿Cuál es el movimiento más limitado?



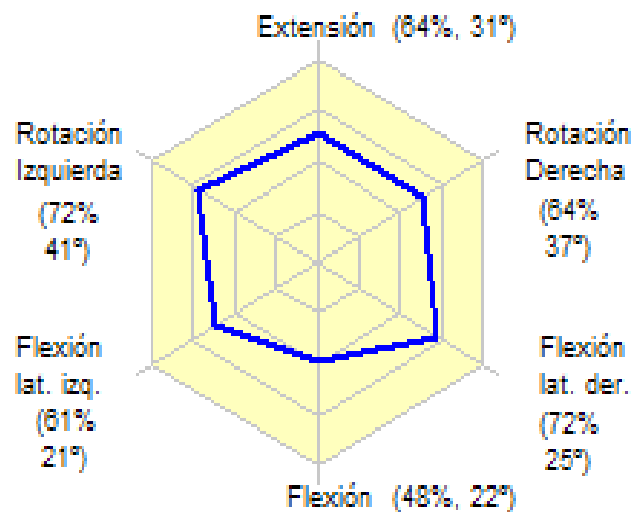
Soluciones:

¿Realiza movimientos de su cuello de forma rápida en para la flexo-extensión?



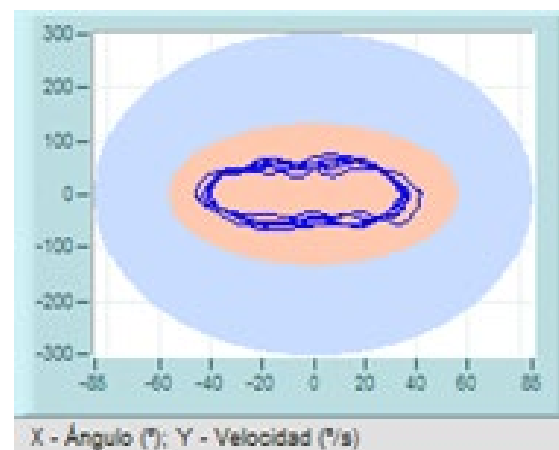
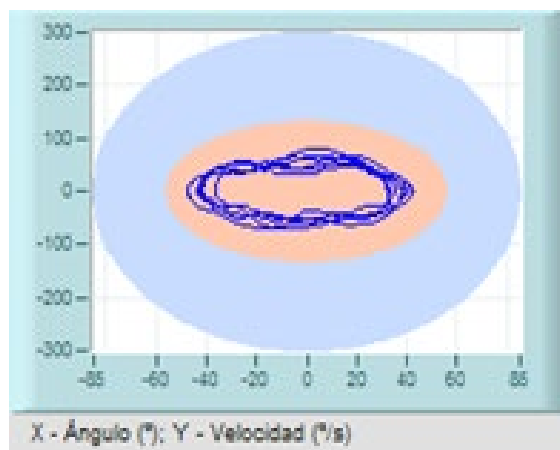
Soluciones:

¿Encuentras algunas asimetrías en el movimiento?



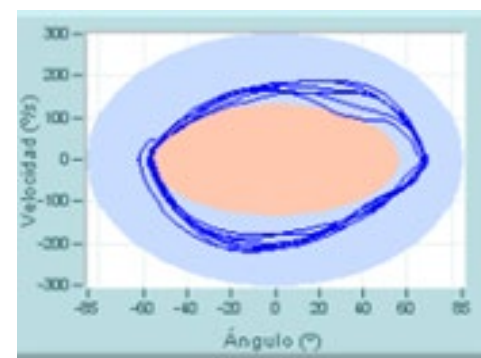
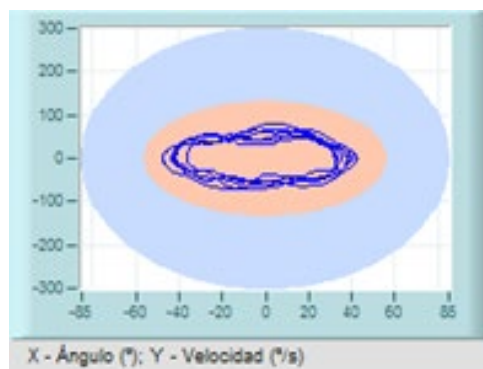
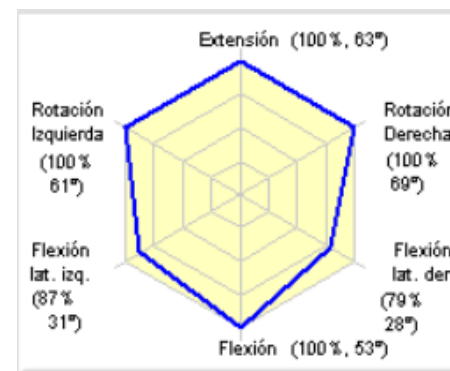
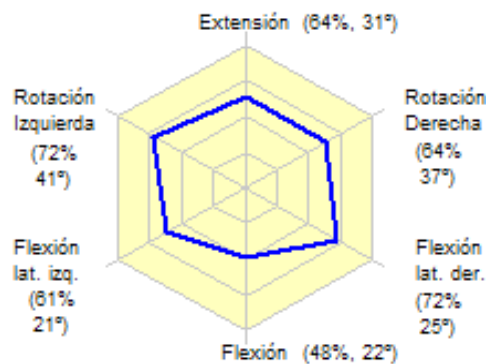
Soluciones:

¿Se puede considerar a nivel gráfico que presenta movimientos repetibles? Por ejemplo, en rotación.



Soluciones:

¿Encuentras mejoría en la segunda sesión de valoración realizada?



Guía de preguntas caso lumbar

¿Se objetiva un aumento del tiempo que necesita en ejecutar cada una de las actividades valoradas?

¿Identificas algún elemento en las gráficas del levantamiento que puedas relacionar con dificultad en la ejecución del mismo? ¿Por? (Comentad entre todos con el profesor)

¿Consideras que la velocidad de desplazamiento del tronco es rápida y adecuada a un movimiento normal?

¿Encuentras alguna asimetría en el apoyo mientras ejecuta la actividad?

¿Ha mejorado con respecto a la sesión anterior? ¿Por qué? (Comentad entre todos con el profesor)

Solución caso

¿Se objetiva un aumento del tiempo que necesita en ejecutar cada una de las actividades valoradas? **SI**

¿Identificas algún elemento en las gráficas del levantamiento que puedas relacionar con dificultad en la ejecución del mismo? ¿Por? (Comentar entre todos) **SI**

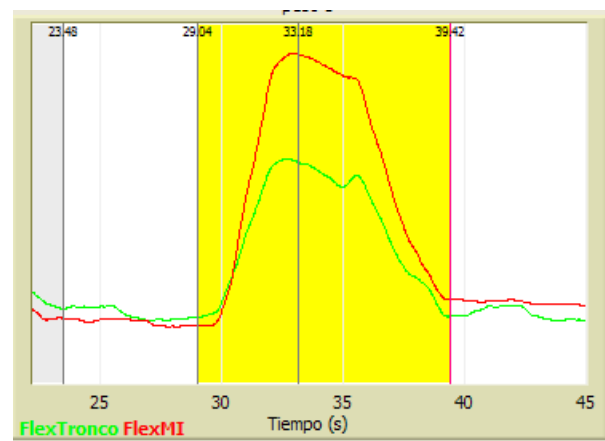
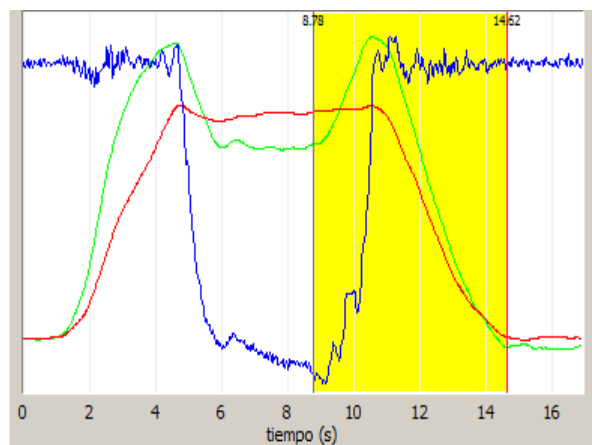
¿Consideras que la velocidad de desplazamiento del tronco es rápida y adecuada a un movimiento normal? **NO**

¿Encuentras alguna asimetría en el apoyo mientras ejecuta la actividad? **SI**

¿Ha mejorado con respecto a la sesión anterior? ¿Por qué?

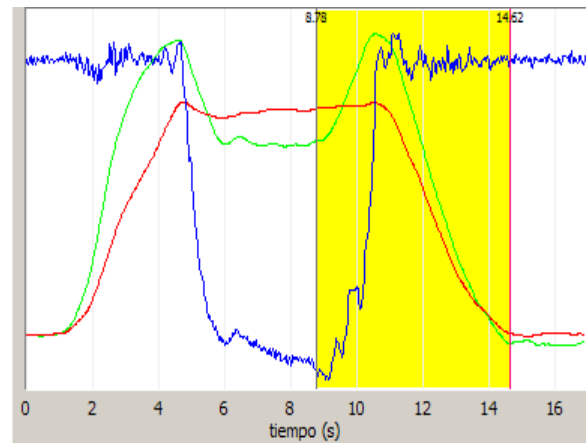
Soluciones:

¿Se objetiva un aumento del tiempo que necesita para ejecutar cada una de las actividades?



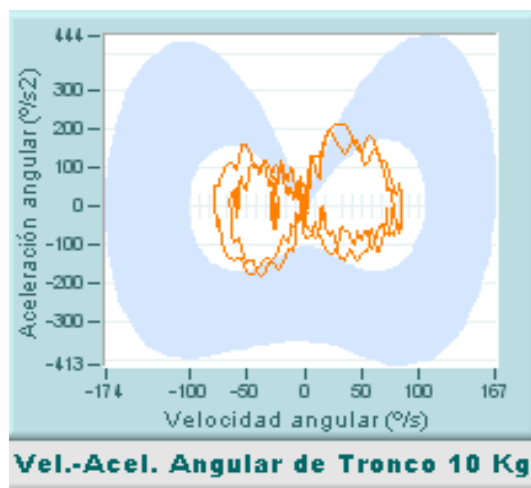
Soluciones:

¿Identificas algún elemento en las gráficas del levantamiento de la silla que puedas relacionar con dificultad en la ejecución del mismo?



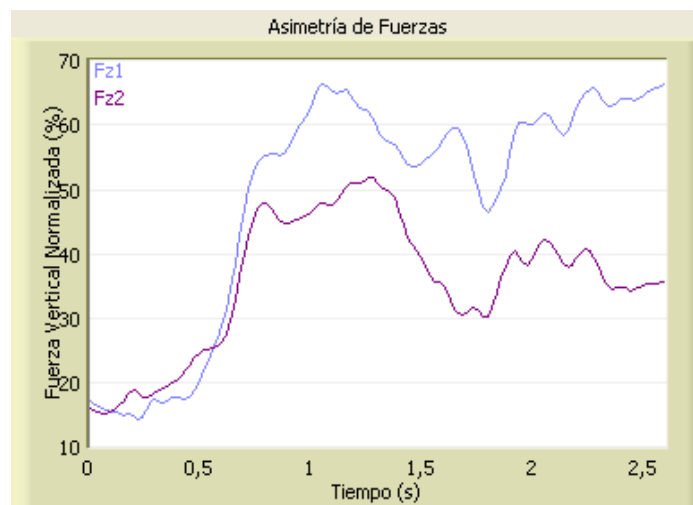
Soluciones:

¿Consideras que la velocidad de desplazamiento del tronco es rápida y adecuada a un movimiento normal?



Soluciones:

¿Encuentras alguna asimetría en el apoyo en ambos miembros inferiores cuando realiza la actividad?



¿Ha mejorado con respecto a la sesión anterior de valoración?

Discutir entre todos el por qué

Ideas principales

Las técnicas de análisis biomecánico que permiten conocer la fuerza y movilidad de columna aportan información objetiva sobre su funcionalidad,

Tanto en la columna lumbar como en la cervical se pueden analizar la amplitud de movimiento con técnicas de análisis biomecánico. Los resultados frecuentemente encontrados en personas con dolor son las limitaciones de los rangos de movilidad.

La fuerza también puede ser evaluada, fundamentalmente mediante isocinéticos en personas con dolor lumbar. Los resultados más habituales en este tipo de población es la disminución de la fuerza junto con modificaciones en el ratio entre agonistas/antagonistas.

Otra de las pruebas relacionadas con la actividad muscular en personas con dolor lumbar es el test de flex-relax. Este test se suele encontrar alterado desapareciendo el fenómeno que se conoce como silencio mioeléctrico.

También se puede valorar el patrón de movimiento en la ejecución de actividades de la vida diaria en personas con dolor lumbar. Con este análisis biomecánico se obtienen resultados que gradúan la alteración funcional y además sirven de guía en el control evolutivo.

Para realizar todas estas pruebas y obtener resultados fiables, los protocolos de medida deben estar muy estandarizados y tener un buen control de las técnicas de registro aplicadas.



El apoyo de la Comisión Europea para la producción de esta publicación no constituye una aprobación del contenido, el cual refleja únicamente las opiniones de los autores, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida en la misma.

