

# Parámetros biomecánicos del movimiento y sistemas de evaluación instrumental.

Evaluación Neurológica. Tema 13. Máster en Neurocontrol Motor. URJC

©2024. Autor: Francisco Molina-Rueda y María Carratalá-Tejada.  
Algunos derechos reservados.

Este documento se distribuye bajo la licencia

["Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional" de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es), disponible en:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>

# LABORATORIO DE ANÁLISIS DEL MOVIMIENTO.

Grupo de investigación consolidado  
Laboratorio de análisis del movimiento,  
biomecánica, ergonomía y control motor.  
Universidad Rey Juan Carlos.



# Contenidos de la presentación.

- Esta presentación te muestra algunos sistemas para analizar la postura y el movimiento de forma instrumental.
- Son sistemas objetivos que permiten cuantificar el movimiento y la postura de forma precisa.
- Existen equipos muy caros, pero existen otras opciones de bajo coste que te pueden permitir crear tu propio laboratorio de análisis del movimiento y de la postura.





# ANÁLISIS CONTROL POSTURAL: POSTUROGRAFÍA.

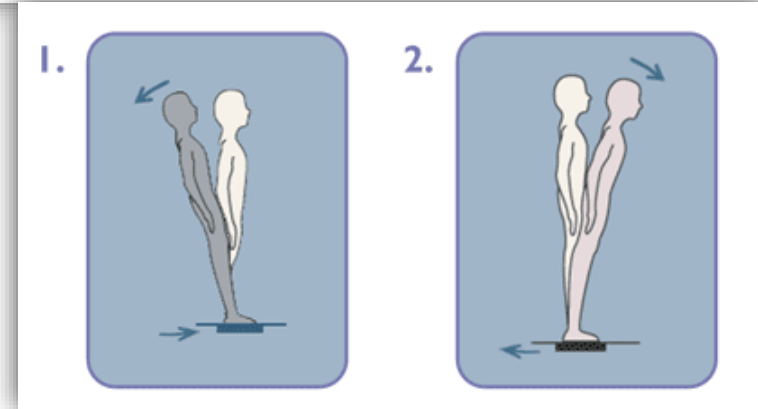
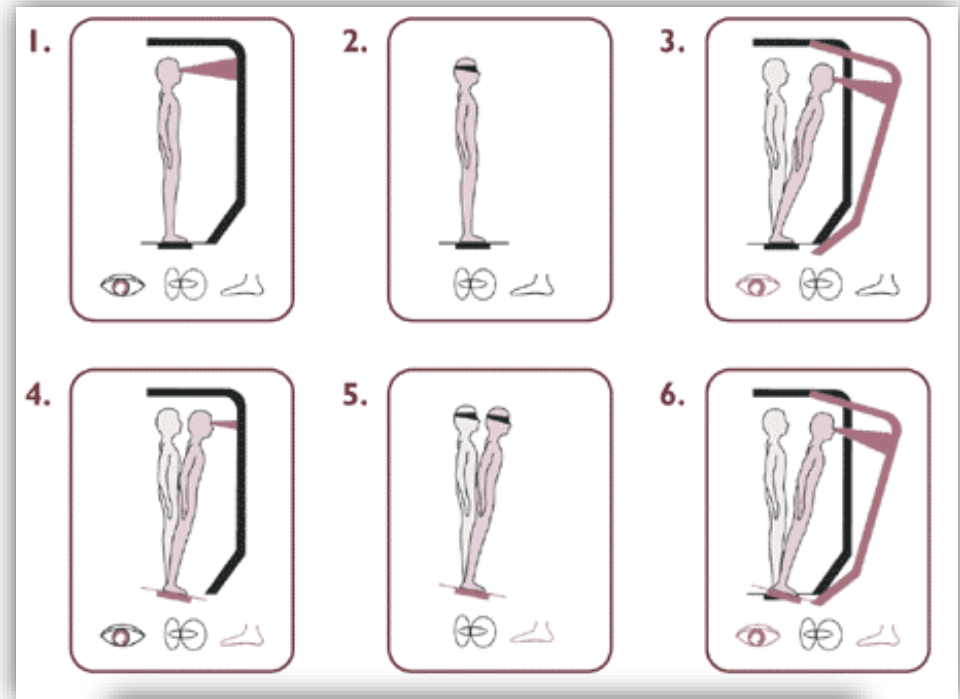
- Smart Equitest<sup>®</sup> System (NeuroCom International Inc).  
**Elevado coste.**
- Disponible en LAMBECOM.
- Metodología cuantitativa para la valoración de los trastornos del equilibrio.
- Permite estimar la posición del centro de presiones y su desplazamiento.
- Consta de:
  - Plataforma móvil equipada con sensores de fuerza
  - Soporte informático.
  - Entorno visual.
  - Arnés de sujeción.

## Principales pruebas:

- **SOT:** Sensory Organization Test (6 condiciones). Permite evaluar los tres sistemas que regulan el equilibrio (visual, vestibular y somatosensorial) y las estrategias empleadas para mantener el equilibrio (tobillo o cadera).

- **MCT:** Motor Control Test. Permite evaluar el equilibrio reactivo.

- Latencia
- Fuerza
- Simetría en la respuesta



# ANÁLISIS CONTROL POSTURAL: POSTUROGRAFÍA.

## Condiciones del SOT:

El sujeto se somete a las siguientes pruebas:

1. Ojos abiertos, plataforma fija y entorno fijo.
2. Ojos cerrados, plataforma fija y entorno fijo.
3. Ojos abiertos, plataforma fija y entorno móvil.
4. Ojos abiertos, plataforma móvil y entorno fijo.
5. Ojos cerrados, plataforma móvil y entorno fijo.
6. Ojos abiertos, plataforma móvil y entorno móvil.

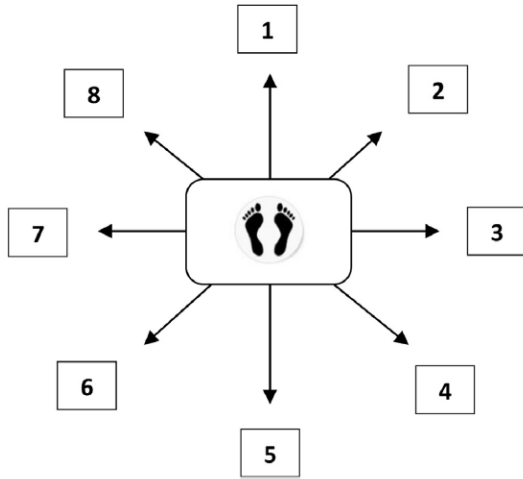
## Contribución de cada sistema:

- **Somatosensorial:** condición 2/condición 1.
- **Visual:** condición 4/condición 1.
- **Vestibular:** condición 5/condición 1.



## Principales pruebas:

- **LOS:** Loss of Stability. Límites de estabilidad.
- Evalúa la capacidad del sujeto para desplazar su centro de gravedad hacia un objetivo (sin separar los pies del suelo).
  - Tiempo de reacción.
  - Tipo de desplazamiento.
  - Punto máximo de llegada.
  - Tiempo de estancia en la diana.
  - Porcentaje de éxito.
  - Control direccional.



# ANÁLISIS CONTROL POSTURAL: POSTUROGRAFÍA.

## Sistemas de bajo coste: Nintendo® Wii Balance Board (WBB)™

WBB-based posturography system (software).



Posturography using the Wii Balance Board™  
A feasibility study with healthy adults and adults post-stroke

Roberto Llorens PhD<sup>a,b,\*</sup>, Jorge Latorre MSc<sup>a</sup>, Enrique Noé MD, PhD<sup>b</sup>, Emily A. Keshner PT, EdD<sup>c</sup>



El programa se descarga de forma gratuita, solo necesitas un ordenador con conexión Wifi y Bluetooth. Desde esta dirección web <http://posturography.nrhb.webs.upv.es/> descargas la aplicación en tu ordenador. Luego vinculas la plataforma Wii al mismo ordenador a través del Bluetooth. Una vez conectado pueden aplicarse diferentes test, muy similares al SOT o al LOS, que hemos visto en los sistemas de alto coste.



# Análisis del movimiento: sensores inerciales o giroscopios.

- Estiman el movimiento de un sujeto combinando información de varios sensores.
- Tienen un precio intermedio.
- Esta tecnología se emplea en nuestros móviles para detectar cambios de posición del dispositivo.
- Por ello, es posible utilizar los móviles como goniómetros.



## Goniometer Pro

Digiflex Labs

100+  
Descargas

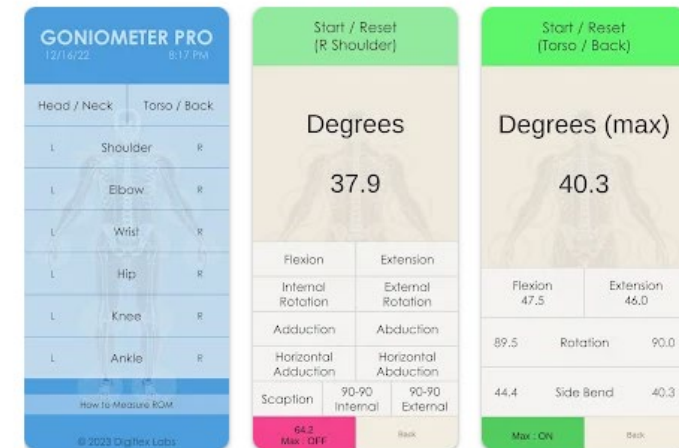
3  
PEGI 3

Comprar por 9,99 €

Compartir

Agregar a la lista de deseos

No tienes ningún dispositivo.



# Sistemas de captura del movimiento ópticos. 3D



Cámara acuática



Oqus210C

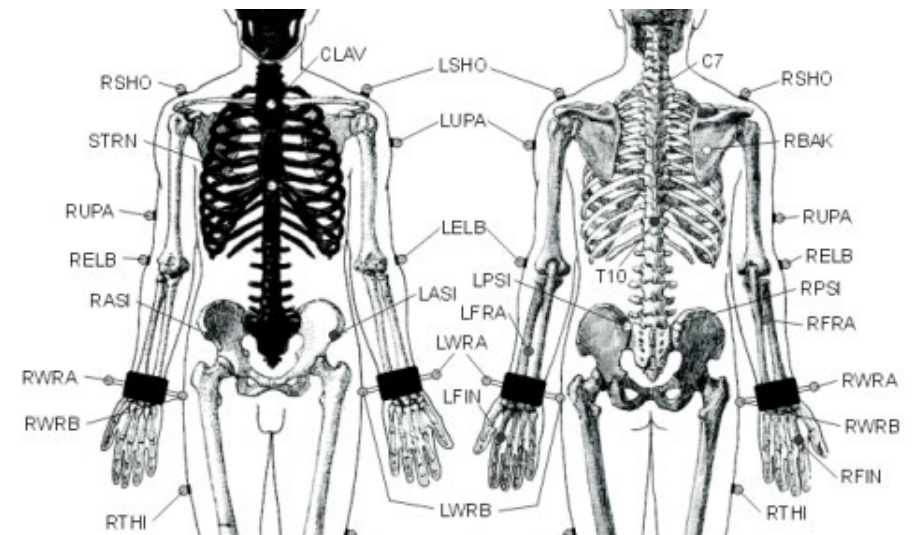
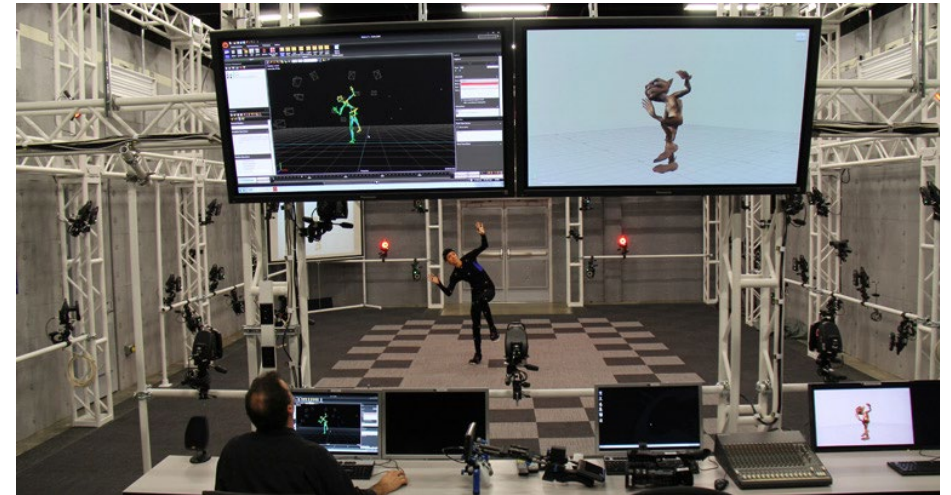


Cámaras adicionales



# Sistemas de captura del movimiento ópticos.

- Son los mismos sistemas que se usan en el cine.
- Son muy costosos, pero empiezan a estar disponibles en muchas clínicas.
- Estiman el movimiento de un sujeto al capturar la posición de una serie de **marcadores** mediante **cámaras infrarrojas**.
- Basados en **procesamiento de imágenes**.
- **Utilizan marcadores** que se colocan sobre la piel en diferentes marcas óseas.



# Sistemas de captura del movimiento ópticos.

---

Integración de los equipos de captura, plataformas de fuerza y electromiografía de superficie.



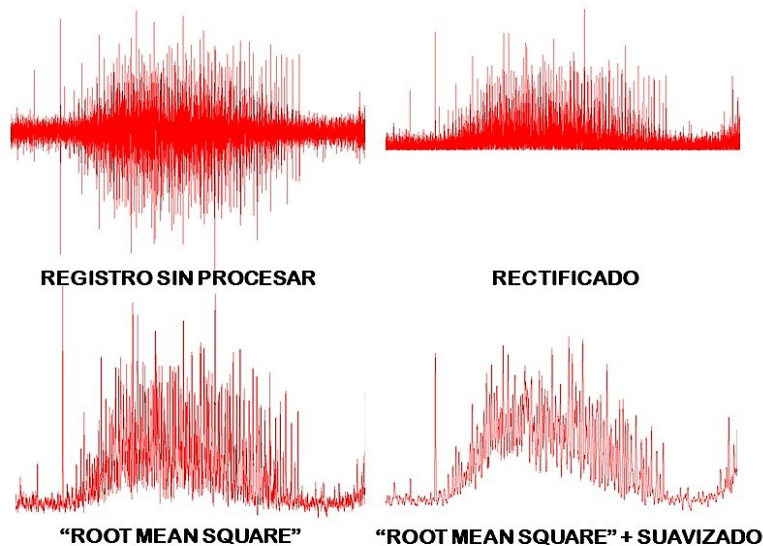
La integración de estos sistemas permite: obtener **cinemática** (amplitudes articulares y parámetros espacio-temporales), **cinética** (fuerzas de reacción del suelo y momentos articulares) y **activación muscular**.



# Sistemas de captura del movimiento ópticos: electromiografía.

---

- Estudio de las señales eléctricas que se originan cuando se despolariza la membrana muscular durante su contracción.
- La unidad de medida es el mV/s.
- Configuración bipolar: dos electrodos que se sitúan en el centro del vientre muscular de forma paralela a las fibras (distancia de 2-4'5 cm entre ellos).
- Protocolo: <http://www.seniam.org/>



**Sistemas de análisis de video  
2D – Low cost  
¡Crea tu propio laboratorio!**

Perform. Analyse. Improve.

# Software Version

Download TEMPLO® V24

## TEMPLO® Version 2024

Discover a wealth of innovations and improvements in the new version of TEMPLO® developed to optimise your workflows. From a revamped user interface with a fresh, modern design to powerful new features, TEMPLO® V24.0 offers an improved user experience and maximum efficiency.

Validado, pero su acceso está restringido

Referencia. Widhalm, K., Durstberger, S., Greisberger, A., Wolf, B., & Putz, P. (2024). Validity of assessing level walking with the 2D motion analysis software TEMPLO and reliability of 3D marker application. *Scientific reports*, 14(1), 1427.

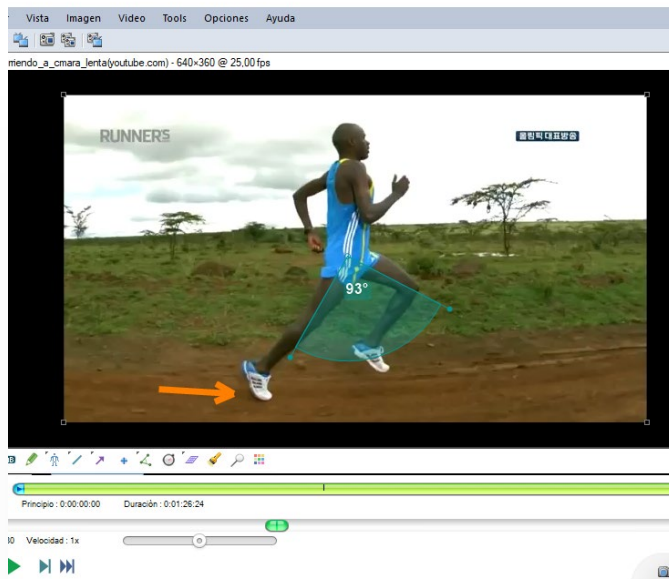
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-52053-z>

# Kinovea®

Software de análisis de movimiento 2D gratuito para ordenador que se puede usar para medir parámetros cinemáticos y espacio-temporales.

Existen diversos estudios que corroboran su fiabilidad y validez.

Este software permite analizar video sin marcadores, aunque su fiabilidad puede mejorar con el uso de marcadores pasivos. El artículo de la imagen te describe el protocolo para medir ángulos (publicación en abierto).



Article

## Reliability of Kinovea® Software and Agreement with a Three-Dimensional Motion System for Gait Analysis in Healthy Subjects

Pilar Fernández-González <sup>1,2</sup>, Aikaterini Koutsou <sup>2</sup>, Alicia Cuesta-Gómez <sup>2,\*</sup>,  
María Carratalá-Tejada <sup>2</sup>, Juan Carlos Miangolarra-Page <sup>2,3</sup> and Francisco Molina-Rueda <sup>2</sup>

<sup>1</sup> International Doctorate School, Rey Juan Carlos University, 28933 Madrid, Spain; pilar.fernandez@urjc.es

<sup>2</sup> Motion Analysis, Ergonomics, Biomechanics and Motor Control Laboratory (LAMBECOM), Department of Physical Therapy, Occupational Therapy, Rehabilitation and Physical Medicine, Faculty of Health Sciences, Universidad Rey Juan Carlos, 28922 Madrid, Spain; aikaterini.koutsou@urjc.es (A.K.); maria.carratala@urjc.es (M.C.-T.); juan.miangolarra@urjc.es (J.C.M.-P.); francisco.molina@urjc.es (F.M.-R.)

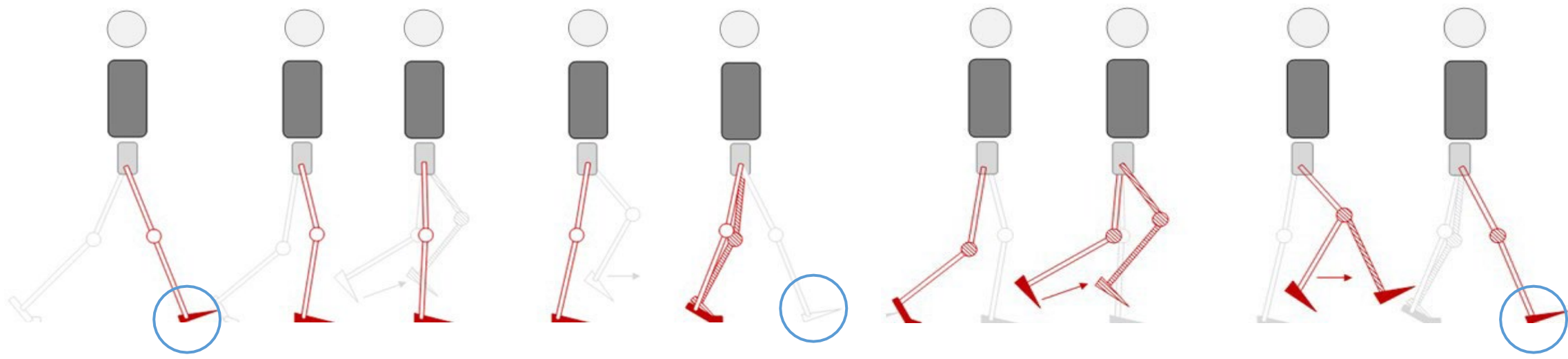
<sup>3</sup> Physical Medicine and Rehabilitation Service of the University Hospital of Fuenlabrada, 28942 Madrid, Spain

\* Correspondence: alicia.cuesta@urjc.es; Tel.: +34-914888948



# Parámetros biomecánicos

# Parámetros espacio-temporales.



**Longitud de paso:** 0,7-0,85 m

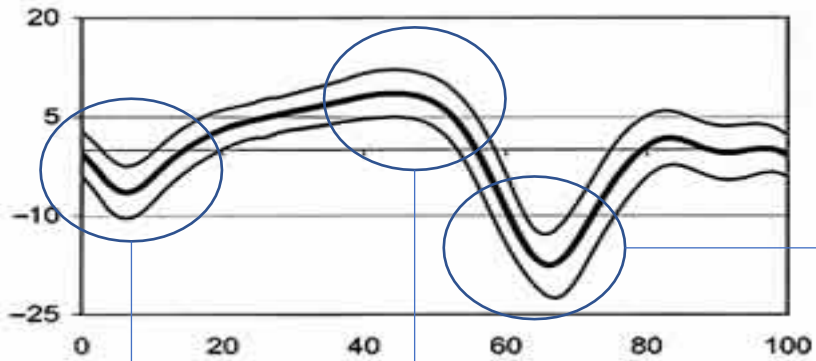
**Tiempo:** 0,55 s (valor medio)

**Longitud de zancada:** 1,28 m en las mujeres y 1,46 m en los varones

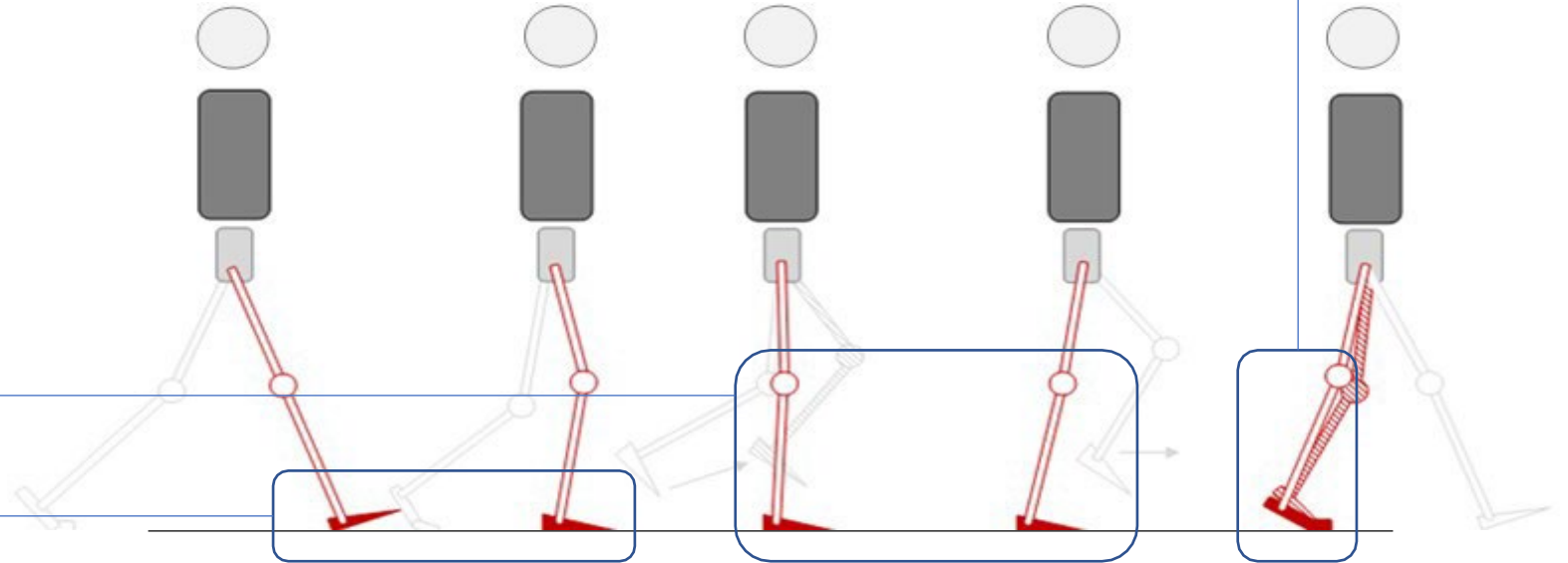
**Tiempo:** 1,08 s (valor medio)

Posibilidad de normalización: dividiendo por la longitud de la extremidad inferior (distancia EIAS-maléolo interno)

# Cinemática.

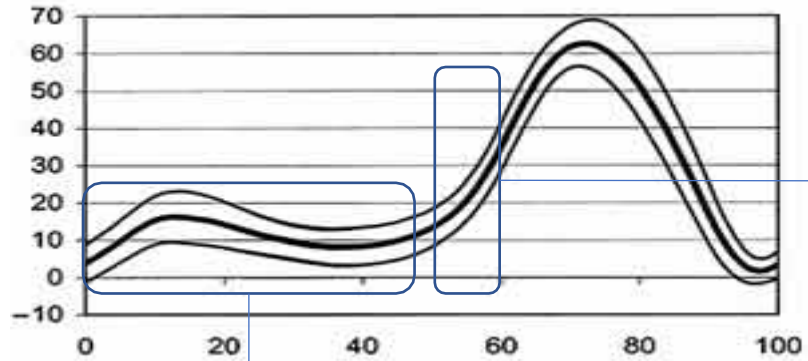


Tobillo: “heel rocker”, “ankle rocker”, “forefoot rocker”

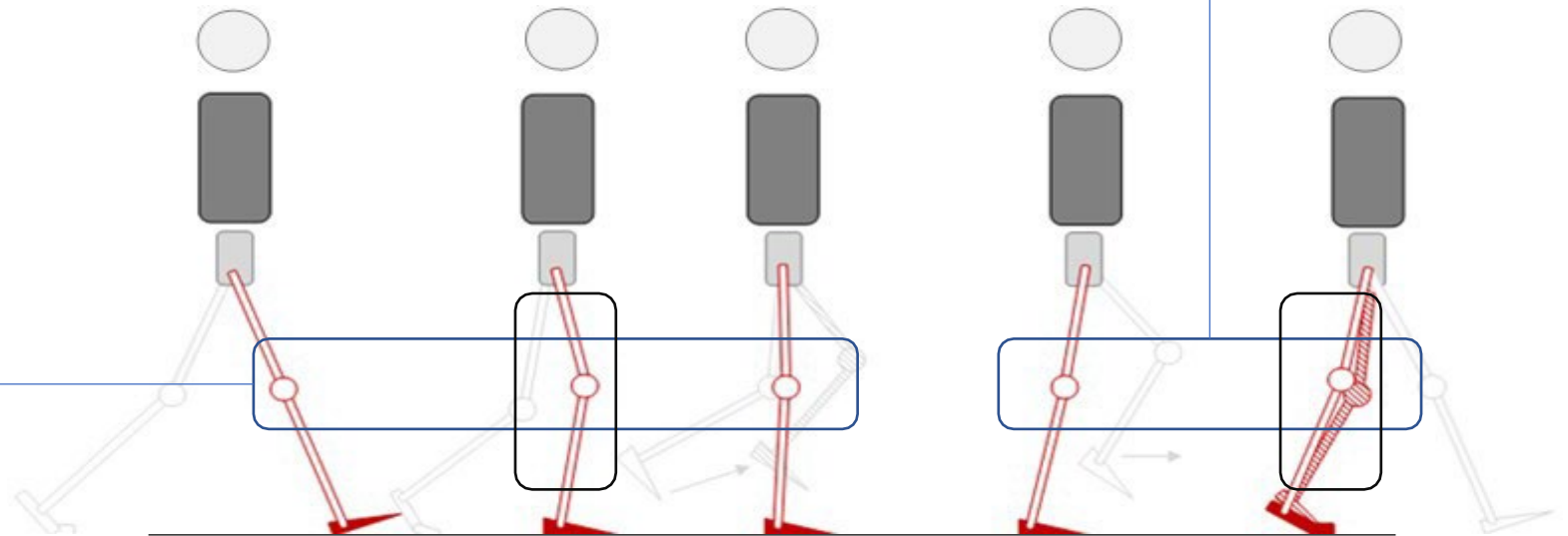


Función: Absorción – Progresión - Propulsión

# Cinemática.



**Rodilla: extensión-flexión-extensión**

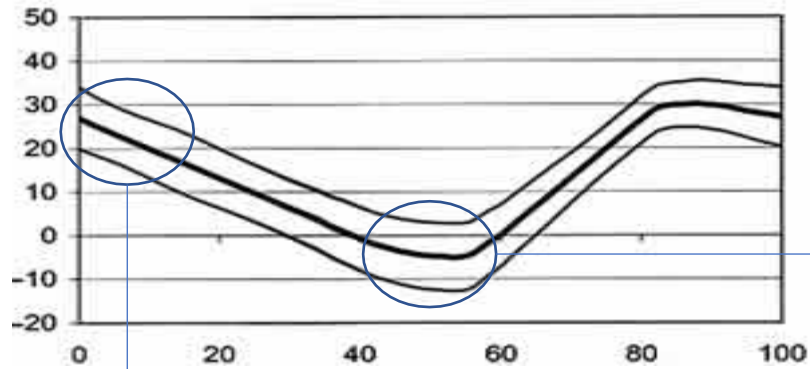


**Absorción del peso corporal**

**Progresión**

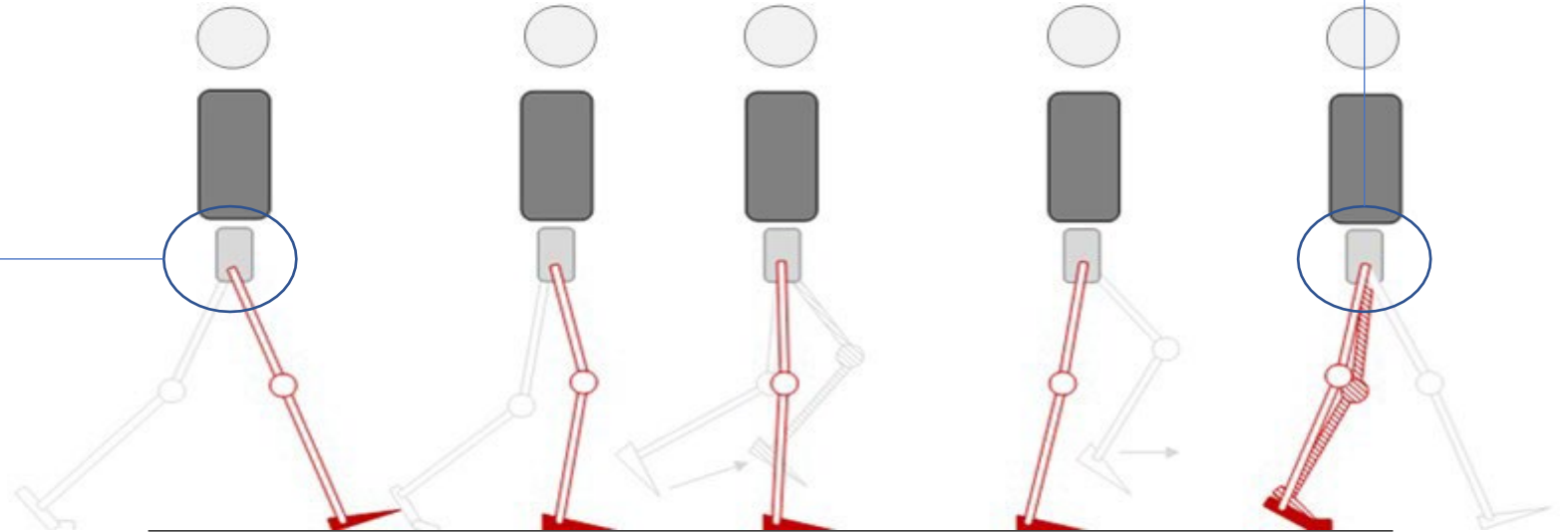


# Cinemática.

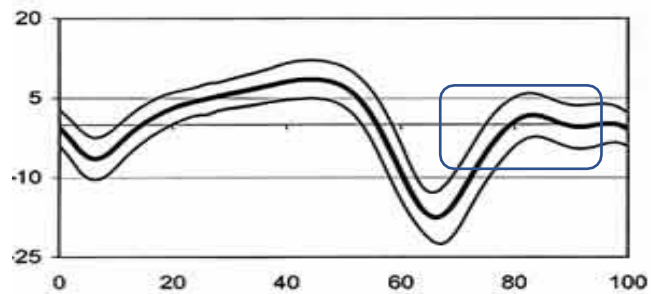
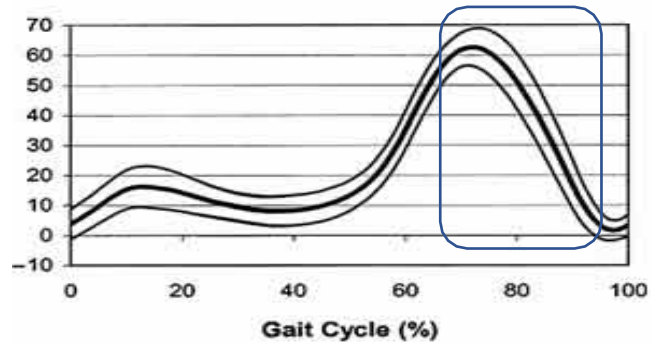
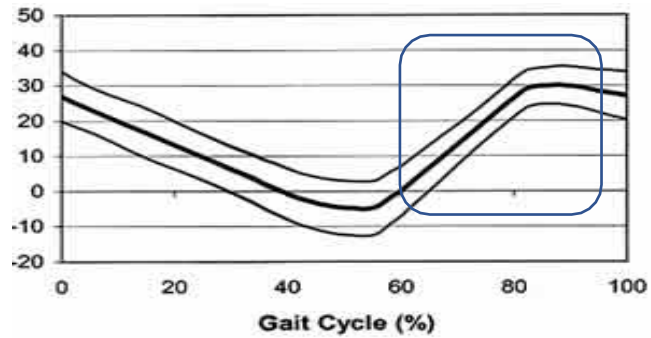


**Cadera: de flexión a extensión**

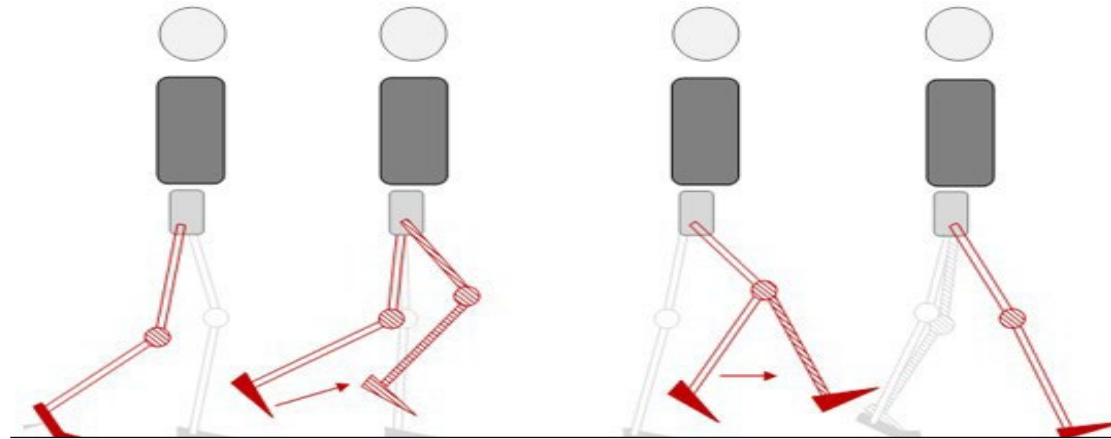
**Función: estabilidad de unidad locomotora y progresión**



# Cinemática.



## OSCILACIÓN

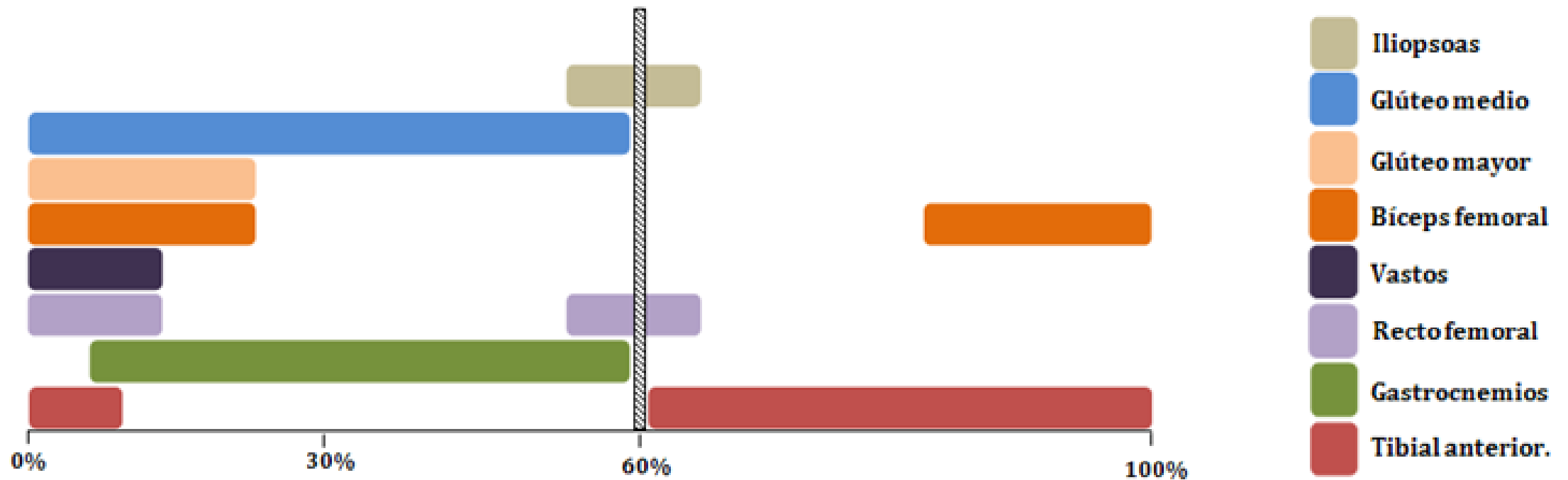


- Desplazamiento anterior de la unidad pasajero
- Flexión de cadera
- Flexión y extensión de rodilla
- Flexión dorsal del pie

Función: progresión

# Activación muscular.

La actividad muscular puede medirse durante la marcha mediante equipos de electromiografía de superficie. Estos sistemas nos permiten evaluar la secuencia de activación y la intensidad medida en milivoltios (mV).



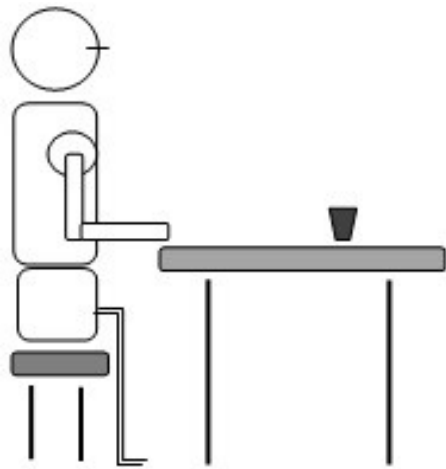


EXTREMIDAD SUPERIOR

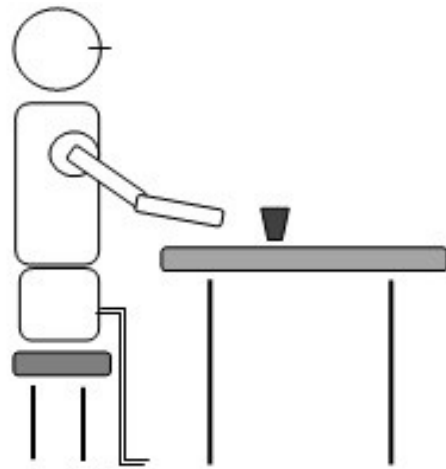


# Movimientos funcionales.

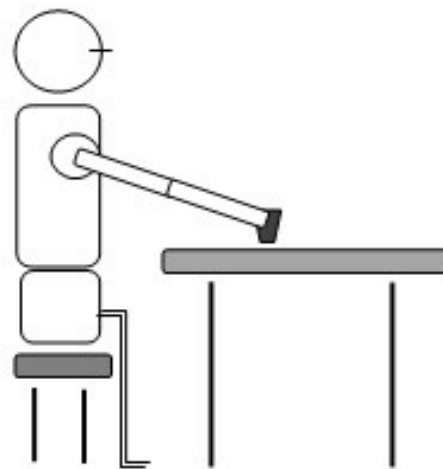
**Movimiento de alcance y agarre:** enderezamiento, alcance del objeto, asir (agarre) el objeto y alzarlo, transporte y suelta del objeto.



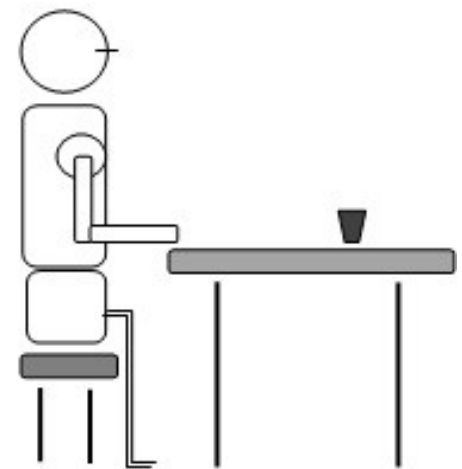
Fase 1: Enderezamiento del tronco



Fase 2: Alcance

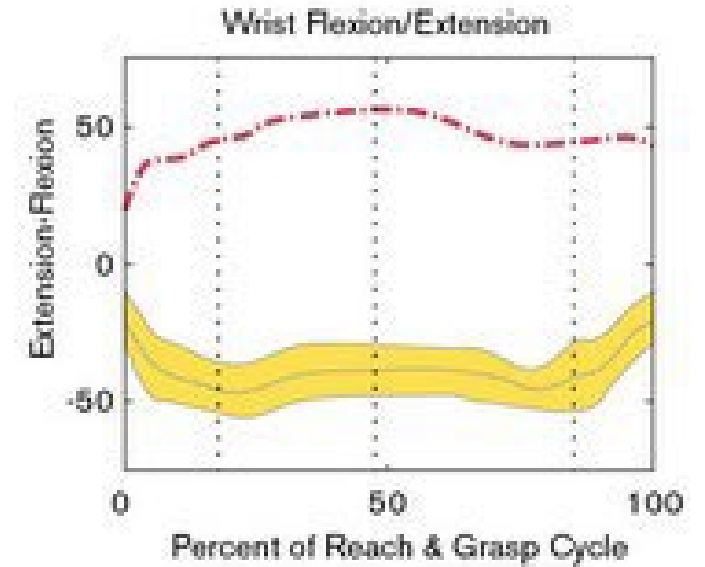
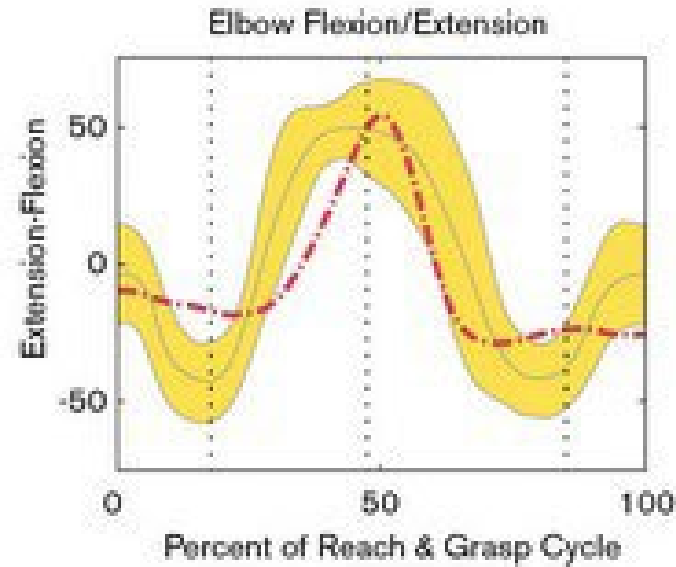
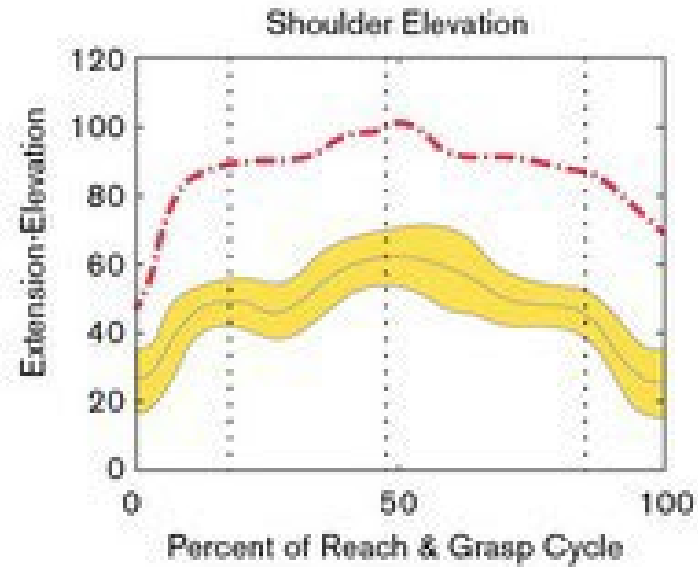


Fase 3: Permanencia en el objeto



Fase 4: Vuelta a la posición inicial

# Cinemática.



# Cinemática.

Amplitudes para  
beber de un vaso de  
agua:

Articulación	Movimiento	Amplitud
<b>Hombro</b>	Flexión Abducción	43° 31°
<b>Codo</b>	Flexión	Min. 45° Max. 130° ROM. 85°
<b>Antebrazo</b>	Supinación Pronación	13,4° 10,1°
<b>Muñeca</b>	Extensión	Min. 2° Max. 22° ROM. 20°

Instrumentos de  
evaluación de la fuerza.



# Instrumentos de evaluación de la fuerza: fuerza de agarre.

---

- Fuerza de agarre con dinamómetros: es un importante predictor de buena salud, resistencia muscular, destreza y fuerza general. Se utiliza para medir el progreso y evaluar los resultados después de tratamientos quirúrgicos o conservadores en lesiones de la mano.
- Dispositivo Jamar<sup>®</sup>: sistema hidráulico que analiza la fuerza isométrica del cierre de la mano.
- Unidad de medida: kg.



# Instrumentos de evaluación de la fuerza: dinamometría isocinética.



- Prueba de referencia en la evaluación de la fuerza.
- Estudia la fuerza muscular en un arco de movimiento predeterminado, y con una velocidad constante programada.
- Parámetros: momento de la fuerza, trabajo, la potencia media, el índice de fatiga, diferencia entre extremidades, porcentaje de agonistas, antagonistas



Archives of Physical Medicine and Rehabilitation

journal homepage: [www.archives-pmr.org](http://www.archives-pmr.org)

Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 2017;98:368-80

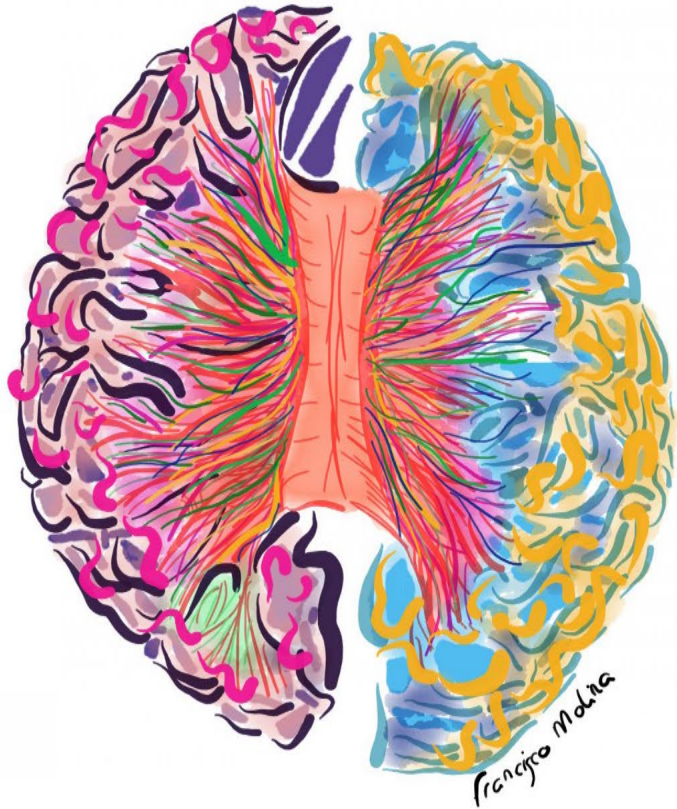


REVIEW ARTICLE (META-ANALYSIS)

## Muscle Strength and Poststroke Hemiplegia: A Systematic Review of Muscle Strength Assessment and Muscle Strength Impairment

Otto H. Kristensen, BSc,<sup>a</sup> Egon Stenager, MD,<sup>b,c</sup> Ulrik Dalgas, PhD<sup>a</sup>





# Parámetros biomecánicos del movimiento y sistemas de evaluación instrumental.

Evaluación Neurológica. Tema 13. Máster en Neurocontrol Motor. URJC

©2024. Autor: Francisco Molina-Rueda y María Carratalá-Tejada.  
Algunos derechos reservados.

Este documento se distribuye bajo la licencia

["Atribución-CompartirIgual 4.0 Internacional" de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es), disponible en:  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>