



Universidad  
Rey Juan Carlos

## IX Jornadas de Neurorrehabilitacion y Control Motor

*6 de octubre de 2023*

Facultad de CC. de la Salud  
Universidad Rey Juan Carlos

# Marcadores clínicos de deterioro precoz en personas con Esclerosis Múltiple

Francisco Molina Rueda

Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional,  
Rehabilitación y Medicina Física  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Rey Juan Carlos

@Investigafisio  
[www.Investigafisio.com](http://www.Investigafisio.com)

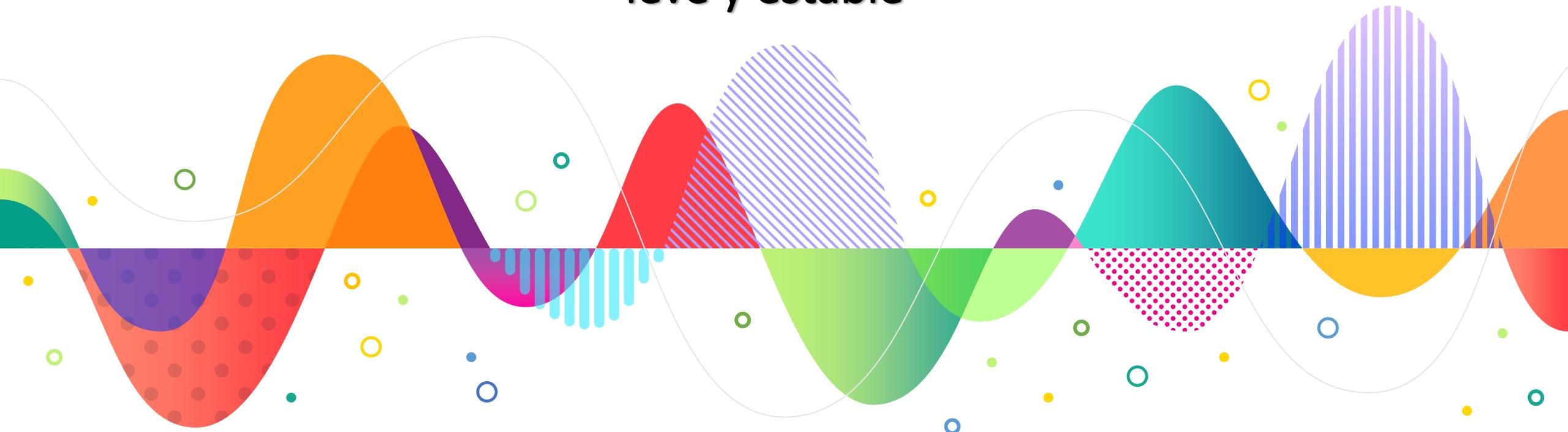
**Marcadores**



Indicios de  
deterioro cuando  
el nivel de  
discapacidad es  
leve y estable



**Tratamiento  
Seguimiento  
Pronóstico**



**Primera causa de  
discapacidad**

No  
traumática

Capacidad  
de  
pronóstico  
limitada

**EDSS**

Occidente

Adulto joven

**Desarrollo  
imprevisible**

41%

**Marcha**

Caídas

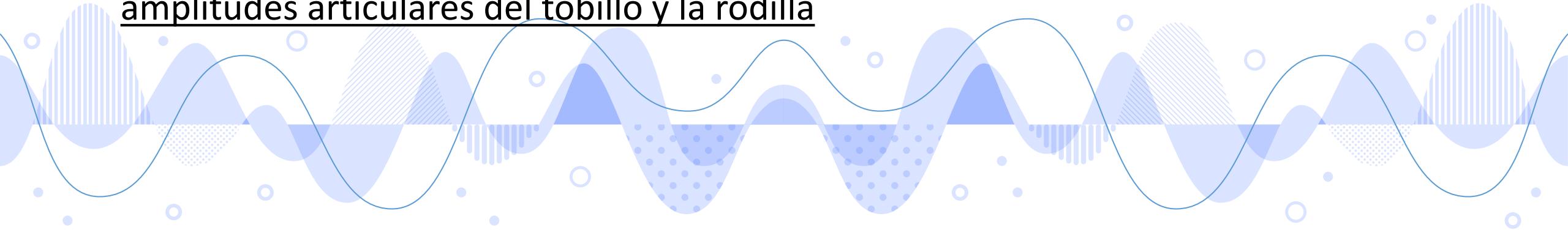
Incertidumbre

# Marcadores clínicos de deterioro de la marcha

En personas con niveles leves de discapacidad es difícil encontrar marcadores de deterioro precoz de la marcha (EDSS <3)

Con métodos objetivos de medición es posible estratificar pacientes con EM que presentan buen y mal pronóstico a lo largo de un periodo de seguimiento de entre 1 y 4 años, a pesar de que eran estables según EDSS y tenían buena velocidad de marcha

Deterioro más pronunciado de la marcha mostraron mayores reducciones en las amplitudes articulares del tobillo y la rodilla

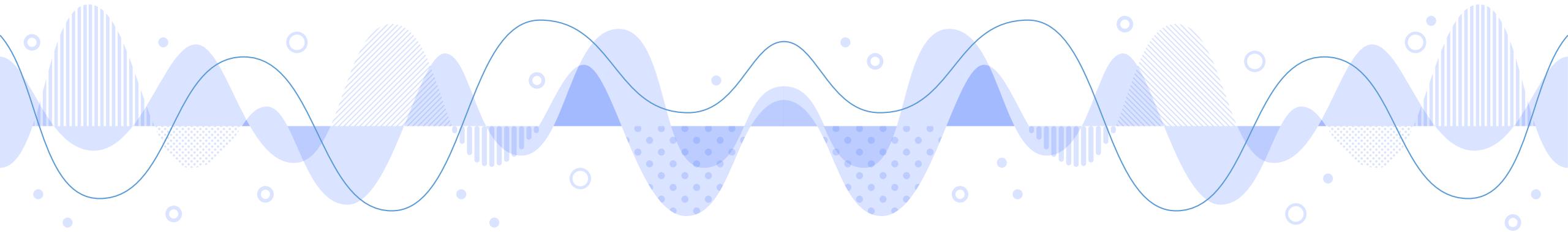


# Marcadores clínicos de deterioro de la marcha

↑ flexión cadera y rodilla contacto inicial (Benedetti et al. 1999)

↓ extensión cadera y flexión plantar tobillo en apoyo (Pau et al. 2015; Sosnoff et al. 2012: EDSS 1-3,5)

↓ fuerzas articulares (momentos de las fuerzas) tobillo, rodilla y cadera en apoyo (Husinga et al. 2013: EDSS 1-4)

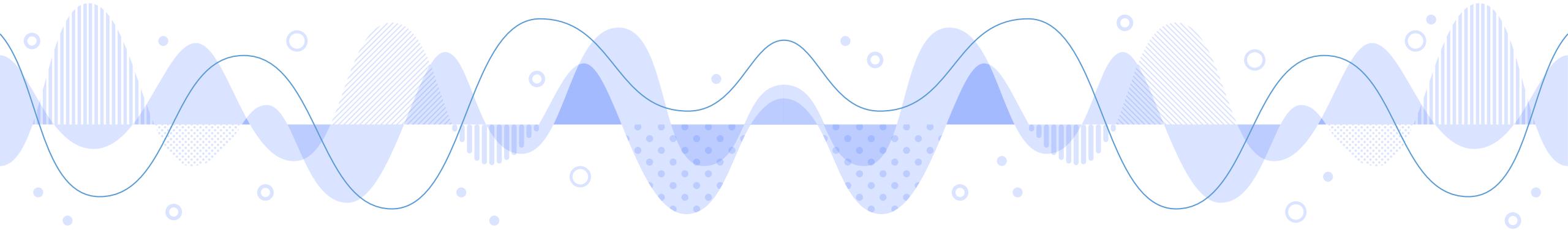


# Pregunta de investigación

La literatura describe que, las escalas clínicas tienen limitaciones para encontrar marcadores de deterioro precoz y de pronóstico en personas con EM que presentan niveles bajos de discapacidad

¿Es posible detectar alteraciones en los parámetros biomecánicos de la marcha en personas con EM que presentan niveles leves de discapacidad (EDSS <3)?

En caso de existir, ¿pueden ser utilizados como marcadores de pronóstico?







**CONVOCATORIA DE PROYECTOS DE IMPULSO A LA  
INVESTIGACION PARA JÓVENES DOCTORES DE LA  
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS 2022**

Article

## The Timing of Kinematic and Kinetic Parameters during Gait Cycle as a Marker of Early Gait Deterioration in Multiple Sclerosis Subjects with Mild Disability

Francisco Molina-Rueda <sup>1,2,\*</sup>, Diego Fernández-Vázquez <sup>1,2,\*</sup>, Víctor Navarro-López <sup>1,2</sup>,  
Juan Carlos Miangolarra-Page <sup>1,2,3</sup> and María Carratalá-Tejada <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Physical Therapy, Occupational Therapy, Rehabilitation and Physical Medicine Department, Faculty of Health Sciences, Rey Juan Carlos University, 28922 Madrid, Spain; francisco.molina@urjc.es (F.M.-R.); victor.navarro@urjc.es (V.N.-L.); juan.miangolarra@urjc.es (J.C.M.-P.); maria.carratala@urjc.es (M.C.-T.)

<sup>2</sup> Movement Analysis, Biomechanics, Ergonomics, and Motor Control Laboratory, Faculty of Health Sciences, Rey Juan Carlos University, 28922 Madrid, Spain

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

\* Correspondence: diego.fernandez@urjc.es

Se reclutó una muestra de 8 pacientes con EM remitente recurrente y 10 controles sanos de edades similares

La mediana en la puntuación en la escala EDSS fue de 2.5, oscilando entre 0.5 y 3

8,25 (6,32) años desde el diagnóstico

# Hallazgos

**Patrón similar de marcha a nivel espacial**

Eventos cinemáticos

Velocidad  
Longitud de zancada  
Cadencia

**Patrón alterado a nivel temporal**

% del ciclo de la marcha en el que ocurren los eventos cinemáticos

**Alargamiento del periodo de apoyo**

Retrasa el momento del despegue del pie

Article

## Muscle Coactivation Index during Walking in People with Multiple Sclerosis with Mild Disability, a Cross-Sectional Study

Francisco Molina-Rueda <sup>1,2</sup> , Diego Fernández-Vázquez <sup>1,2</sup> , Víctor Navarro-López <sup>1,2,\*</sup> , Raúl López-González <sup>2</sup> and María Carratalá-Tejada <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Physical Therapy, Occupational Therapy, Rehabilitation and Physical Medicine Department, Faculty of Health Sciences, Rey Juan Carlos University, 28922 Madrid, Spain; francisco.molina@urjc.es (F.M.-R.); diego.fernandez@urjc.es (D.F.-V.); maria.carratala@urjc.es (M.C.-T.)

<sup>2</sup> Movement Analysis, Biomechanics, Ergonomics, and Motor Control Laboratory, Faculty of Health Sciences, Rey Juan Carlos University, 28922 Madrid, Spain; gonzalez.raul@urjc.es

\* Correspondence: victor.navarro@urjc.es

Se reclutó una muestra de 9 pacientes con EM remitente recurrente y 9 controles sanos de edades similares

La media en la puntuación en la escala EDSS fue de 1,83, oscilando entre 0 y 3

6,9 años (5,7) años desde el diagnóstico

Análisis 3D del movimiento + EMG de superficie

Índices de co-activación muscular y activación

# Hallazgos

**Mayor  
porcentaje de co-  
activación  
muscular**

TA – GL  
(54% vs.  
36%)

Gmax – GL  
(51% vs.  
40%)

Gmax –  
Gmed  
(69,9% vs.  
55,8%)

**Estrategias  
motoras de  
compensación**

Estabilidad de  
rodilla y pie

Más tiempo de  
activación pero con  
una intensidad  
similar de actividad  
muscular

Article

## Kinematic Gait Analysis in People with Mild-Disability Multiple Sclerosis Using Statistical Parametric Mapping: A Cross-Sectional Study

Diego Fernández-Vázquez <sup>1,2</sup> , Gabriela Calvo-Malón <sup>3</sup>, Francisco Molina-Rueda <sup>1,2</sup> , Raúl López-González <sup>2</sup>, María Carratalá-Tejada <sup>1,2</sup> , Víctor Navarro-López <sup>1,2,\*</sup>  and Juan Carlos Miangolarra-Page <sup>1,2,4</sup>

<sup>1</sup> Physical Therapy, Occupational Therapy, Rehabilitation and Physical Medicine Department, Faculty of Health Sciences, Rey Juan Carlos University, 28922 Madrid, Spain; diego.fernandez@urjc.es (D.F.-V.); francisco.molina@urjc.es (F.M.-R.); maria.carratala@urjc.es (M.C.-T.); juan.miangolarra@urjc.es (J.C.M.-P.)

<sup>2</sup> Movement Analysis, Biomechanics, Ergonomics, and Motor Control Laboratory, Faculty of Health Sciences, Rey Juan Carlos University, 28922 Madrid, Spain; gonzalez.raul@urjc.es

<sup>3</sup> School of Official Master's Degrees, Universidad Rey Juan Carlos, 28922 Madrid, Spain; gabicalvomalon@gmail.com

<sup>4</sup> Physical Medicine and Rehabilitation Department, University Hospital of Fuenlabrada, 28942 Madrid, Spain

\* Correspondence: victor.navarro@urjc.es

Se reclutó una muestra de 10 pacientes con EM remitente recurrente y 10 controles sanos de edades similares

La mediana en la puntuación en la escala EDSS fue de 2,25

9,12 años (8,82) años desde el diagnóstico

Análisis 3D del movimiento + EMG de superficie

Statistical parametric mapping (SPM)

# Hallazgos

Pelvis - cadera

Mayor  
inclinación  
anterior

Reducción  
extensión  
(preoscilación)

Reducción  
de ROM  
(frontal)

Rodilla

Reducción de  
la flexión en el  
periodo de  
oscilación

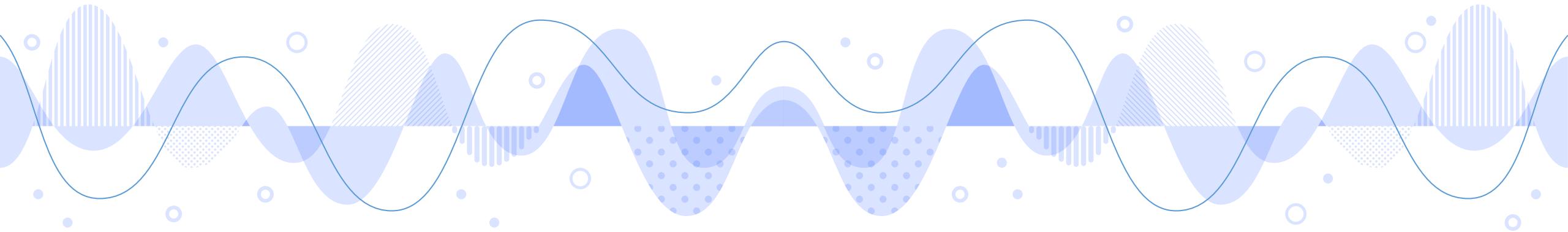
↓ flexión  
plantar en pre-  
oscilación

Tobillo

↓ flexión  
dorsal en  
apoyo medio y  
final

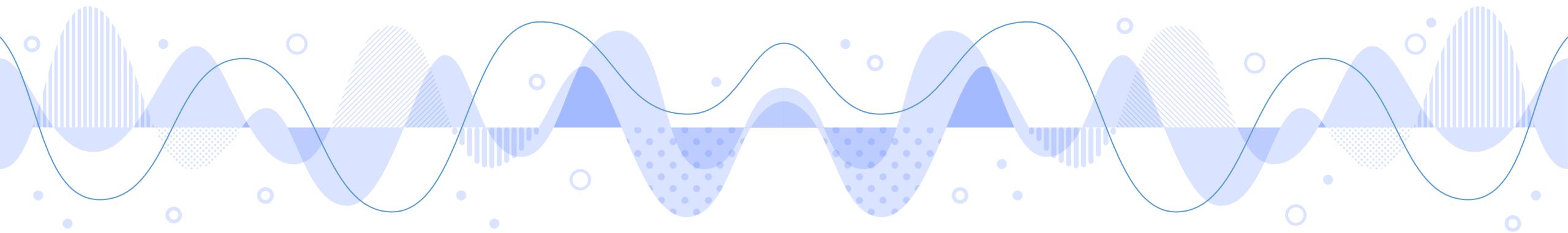
# Aplicación clínica

- Personas con EM con EDSS < 3 – **disfunción subclínica no perceptible en examen clínico**
- Sistemas tridimensionales captura movimiento – detectar de forma precoz y **prevenir futuras alteraciones**



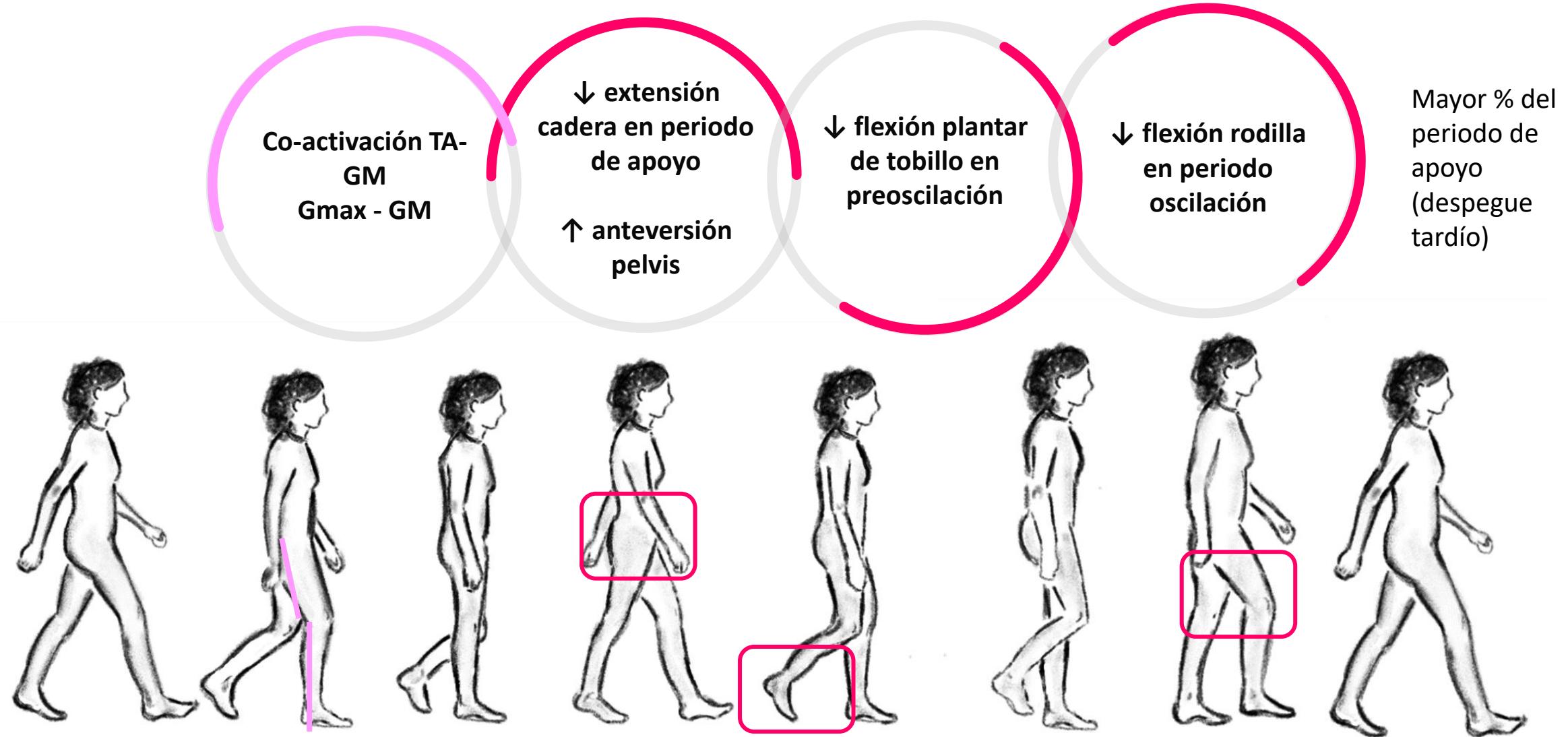
# Aplicación clínica - conclusiones

- Cambio temporal parámetros cinemáticos y cinéticos y alargamiento fase apoyo podrían ser **marcadores precoces debilidad muscular o alteración del tono**. Estos parámetros **corresponden con las alteraciones cinemáticas y cinéticas EM discapacidad moderada o grave**
- Con análisis de datos más sofisticado y estudio 3D:
  - La **intensidad de activación muscular** no se afecta tanto como la **secuencia**, observándose más co-activación → estrategia de protección
  - **Gráficas de cinemática** muestran cambios: anteversión pelvis, ROM pelvis plano frontal, extensión cadera, flexión rodilla (oscilación), flexión dorsal (apoyo) y flexión plantar (pre-oscilación)
- Orientar profesionales sanitarios en la **observación de la marcha** en personas con EM y EDSS < 3



# Observación de la marcha – visual o con vídeo

Kinovea



# Bibliografía

---

Coca-Tapia M, Cuesta-Gómez A, Molina-Rueda F, Carratalá-Tejada M. Gait Pattern in People with Multiple Sclerosis: A Systematic Review. *Diagnostics (Basel)*. 2021 Mar 24;11(4):584. doi: 10.3390/diagnostics11040584. PMID: 33805095; PMCID: PMC8064080.

---

Molina-Rueda F, Fernández-Vázquez D, Navarro-López V, Miangolarra-Page JC, Carratalá-Tejada M. The Timing of Kinematic and Kinetic Parameters during Gait Cycle as a Marker of Early Gait Deterioration in Multiple Sclerosis Subjects with Mild Disability. *J Clin Med*. 2022 Mar 29;11(7):1892. doi: 10.3390/jcm11071892. PMID: 35407499; PMCID: PMC8999659.

---

Molina-Rueda F, Fernández-Vázquez D, Navarro-López V, López-González R, Carratalá-Tejada M. Muscle Coactivation Index during Walking in People with Multiple Sclerosis with Mild Disability, a Cross-Sectional Study. *Diagnostics (Basel)*. 2023 Jun 26;13(13):2169. doi: 10.3390/diagnostics13132169. PMID: 37443563; PMCID: PMC10340728.

---

Fernández-Vázquez D, Calvo-Malón G, Molina-Rueda F, López-González R, Carratalá-Tejada M, Navarro-López V, Miangolarra-Page JC. Kinematic Gait Analysis in People with Mild-Disability Multiple Sclerosis Using Statistical Parametric Mapping: A Cross-Sectional Study. *Sensors (Basel)*. 2023 Sep 5;23(18):7671. doi: 10.3390/s23187671. PMID: 37765727; PMCID: PMC10535645.

---

Sosnoff JJ, Sandroff BM, Motl RW. Quantifying gait abnormalities in persons with multiple sclerosis with minimal disability. *Gait Posture*. 2012 May;36(1):154-6. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.11.027. Epub 2012 Mar 17. PMID: 22424761.

---

Benedetti MG, Piperno R, Simoncini L, Bonato P, Tonini A, Giannini S. Gait abnormalities in minimally impaired multiple sclerosis patients. *Mult Scler*. 1999 Oct;5(5):363-8. doi: 10.1177/135245859900500510. PMID: 10516781.

---

Huisenga JM, Schmid KK, Filipi ML, Stergiou N. Gait mechanics are different between healthy controls and patients with multiple sclerosis. *J Appl Biomech*. 2013 Jun;29(3):303-11. doi: 10.1123/jab.29.3.303. Epub 2012 Aug 22. PMID: 22923390

---

Alharthi HM, Almurdi MM. Association between cognitive impairment and motor dysfunction among patients with multiple sclerosis: a cross-sectional study. *Eur J Med Res*. 2023;28(1):110. Published 2023 Mar 2. doi:10.1186/s40001-023-01079-6

---

Filli L, Sutter T, Easthope CS, et al. Profiling walking dysfunction in multiple sclerosis: characterisation, classification and progression over time. *Sci Rep*. 2018;8(1):4984. Published 2018 Mar 21. doi:10.1038/s41598-018-22676-0

---

Zörner B, Hostettler P, Meyer C, et al. Prognosis of walking function in multiple sclerosis supported by gait pattern analysis. *Mult Scler Relat Disord*. 2022;63:103802. doi:10.1016/j.msard.2022.103802



Universidad  
Rey Juan Carlos

## IX Jornadas de Neurorrehabilitacion y Control Motor

*6 de octubre de 2023*

Facultad de CC. de la Salud  
Universidad Rey Juan Carlos

# Marcadores clínicos de deterioro precoz en personas con Esclerosis Múltiple

Francisco Molina Rueda

Departamento de Fisioterapia, Terapia Ocupacional,  
Rehabilitación y Medicina Física  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Universidad Rey Juan Carlos

@Investigafisio  
[www.Investigafisio.com](http://www.Investigafisio.com)

Licencia *Reconocimiento-Compartir Igual 4.0 Internacional» de Creative Commons* que te permite compartir y adaptar el contenido, pero dando crédito al autor y utilizando la misma licencia si deseas compartir el material  
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>)

