

doi: 10.63360/ipmm.v2.e20

Series de casos

Diferenciación clínica de la espasticidad y la distonía espástica tras ictus crónico con electromiografía de superficie: una serie de casos

Daniel Jiménez Masa¹  0009-0000-8117-7374

Javier Sánchez Aguilar¹  0000-0003-1365-3441

Pablo Herrero Gallego^{2,3}  0000-0002-9201-0120

¹Centro Europeo de Neurociencias, 28023, Madrid, España.

²Facultad de Ciencias de la Salud, Departamento de Fisiatría y Enfermería, Universidad de Zaragoza, 50009, Zaragoza, España.

³Grupo de Investigación iHealthy, IIS Aragón, Universidad de Zaragoza, 50009, Zaragoza, España.

RESUMEN

Introducción: La espasticidad afecta a un gran número de pacientes con ictus, limitando su movilidad y autonomía. La electromiografía de superficie (sEMG) es la opción más adecuada para cuantificar la espasticidad y diferenciarla de otros fenómenos. A pesar de la evidencia del efecto de la punción seca sobre la espasticidad, no se ha cuantificado mediante sEMG ni se han explorado otros patrones de hiperactividad muscular.

Presentación del caso: Se presentan 4 casos de pacientes con ictus crónico y espasticidad, que recibieron terapia intensiva durante 4 semanas, combinada con una sesión semanal de punción seca ecoguiada en el músculo gastrocnemio medial. Se evaluó la actividad muscular mediante sEMG en reposo y durante el estiramiento, la escala Ashworth modificada (MAS) y pruebas de marcha al comienzo del estudio (T0), tras la primera sesión de punción seca (T1) y al final del tratamiento (T2). Se identificaron distintos fenotipos según la actividad electromiográfica: alta actividad durante el estiramiento, alta variabilidad, alta actividad tanto en reposo como en estiramiento y combinación de las anteriores.

Resultados: La actividad electromiográfica durante el estiramiento se redujo en los casos con alta respuesta y variabilidad al estiramiento sin distonía espástica, mientras que la actividad en reposo se redujo en los casos que sí presentaban distonía espástica. La escala MAS mejoró en todos los pacientes y las pruebas de marcha superaron los umbrales clínicamente significativos. No se registraron efectos adversos.

Conclusiones: Se propone un marco teórico-práctico para la valoración del tono mediante sEMG, describiendo distintos fenotipos clínicos en pacientes con ictus crónico y respaldando la combinación de punción seca y terapia intensiva para mejorar tanto la espasticidad como la marcha.

Palabras clave: Punción seca; electromiografía de superficie; espasticidad; distonía espástica; ictus; terapia intensiva; neurorrehabilitación.

1. Introducción

El ictus es un problema de salud en España, con una incidencia de 120.000 casos y 25.000 fallecimientos anuales, sumado a un aumento de la incidencia en los últimos años.⁽¹⁾ El 25% de los ictus ocurre en personas de 20 a 64 años, y la incidencia aumenta notablemente a partir de los 65 años.⁽²⁾

La espasticidad es una secuela muy común en personas que padecen esta enfermedad, afectando al 25% de los pacientes,⁽³⁾ causando discapacidad, dificultando la movilidad y la funcionalidad,⁽⁴⁾ lo que puede generar problemas de comorbilidad y, a su vez, dificulta su mejora con el tiempo.⁽⁵⁻⁷⁾

La definición de espasticidad ha ido experimentando modificaciones desde su formulación inicial en los años 80,⁽⁸⁾ definiéndose actualmente como "un resultado de la hiperexcitabilidad de las vías descendentes provenientes del tronco encefálico, generando una respuesta exagerada al reflejo de estiramiento que depende de la velocidad a la que se realiza el estiramiento y la longitud muscular en la que se encuentra el músculo durante el estiramiento".⁽⁷⁾

Los estudios mediante electromiografía de superficie (sEMG, del inglés) han demostrado ser la opción más adecuada para cuantificar la espasticidad frente a las escalas manuales clásicas.^(9,10) En contrapartida al resto de mediciones instrumentales,⁽¹¹⁾ la sEMG destaca por ser una técnica económica, de rápida aplicación y que no requiere necesariamente de programas externos adicionales.⁽⁹⁾

Si bien es cierto que la espasticidad no es el único signo que afecta a los pacientes con lesiones en el sistema nervioso central y tradicionalmente se ha utilizado como término paraguas,⁽¹⁰⁾ varios autores han descrito, a su vez, la distonía espástica como "un incremento del tono en reposo con incapacidad de relajarse de manera voluntaria". Esta puede objetivarse mediante registros electromiográficos, y puede manifestarse o no acompañada de espasticidad, lo que contribuye a generar confusión terminológica.⁽¹²⁻¹⁵⁾

Esta distonía espástica es muy común en pacientes con síndrome de primera motoneurona,⁽¹²⁻¹⁴⁾ compartiendo con la espasticidad territorio lesional dentro del sistema nervioso central.⁽¹⁶⁾ No obstante, mientras que la espasticidad se considera principalmente un fenómeno aferente, la distonía espástica está contemplada como un fenómeno puramente eferente secundario a un patrón de conducción descendente supramedular anómalo.^(7,16,17)

Por otro lado, la distonía espástica parece que podría tener mayor relación con los problemas de rigidez y contracturas que presentan los pacientes a largo plazo, debido a que la hipertonía constante provoca una inmovilización progresiva que genera cambios estructurales de los tejidos blandos.^(15,16)

Dentro de este contexto se han descrito una combinación de distonía espástica con espasticidad que modula o no con estiramiento, encontrando pacientes con: 1) espasticidad que modula con un estiramiento sostenido; 2) espasticidad que no modula con un estiramiento mantenido; 3) distonía espástica y espasticidad que modula con un estiramiento sostenido y 4) distonía espástica y espasticidad que no modula con un estiramiento mantenido.⁽¹⁴⁾

A pesar de haberse encontrado evidencia sobre el efecto de la punción seca en la espasticidad en personas con ictus,⁽¹⁸⁻²⁰⁾ aún no se ha cuantificado su efecto mediante sEMG ni explorado sus efectos en la distonía espástica.

El objetivo principal de esta serie de casos es definir una metodología para la medición objetiva de la espasticidad a través de estiramientos manuales lineales y la identificación de la existencia de distonía espástica, así como evaluar electromiográficamente los efectos de la punción seca en el músculo gastrocnemio medial, combinada con una terapia intensiva, en distintos fenotipos de pacientes con ictus en estadio crónico que presentan espasticidad.

2. Descripción del caso o de las series de casos

2.1 Información del paciente

Los pacientes seleccionados forman parte del ensayo clínico ‘Effects of Dry Needling on Electromyographic Activity and Ultrasonographic Characteristics in Post-Stroke Spasticity’ con código de registro clinicaltrials.gov identifier NCT06017960, aprobado por el Comité de Ética de Aragón con referencia C.I. PI23/333. Todos los procedimientos se realizaron de acuerdo con la Declaración de Helsinki y los pacientes firmaron un documento de consentimiento informado antes de participar. Para la elaboración del artículo, se siguieron las instrucciones y los apartados expuestos en la Guía CARE.

El estudio se llevó a cabo en el Centro Europeo de Neurociencias, ubicado en Madrid, entre 2023 y 2025. Los criterios de inclusión fueron: [1] ser mayor de 18 años; [2] comprender y firmar voluntariamente el consentimiento informado antes de realizar la intervención; [3] tener un diagnóstico médico de ictus isquémico o hemorrágico en estadio crónico (al menos 6 meses de evolución);^(21,22) [4] tener una puntuación de entre 1 y 3 según la escala de Ashworth modificada (MAS, del inglés) en el tríceps sural; [5] ser capaz de caminar de forma independiente para realizar las pruebas de marcha 10 Meter Walk Test (10MWT), 6-Minute Walk Test (6MWT) y Timed Up and Go Test (TUG). Los criterios de exclusión fueron: [1] pacientes con ictus recurrentes, [2] que hayan recibido tratamientos previos de toxina botulínica tipo A en los últimos 3 meses, o [3] con punción seca en el último mes, [4] déficits cognitivos severos que a juicio del evaluador dificulten administrar las valoraciones del estudio, [5] miedo a las agujas o [6] alergia a metales.

A continuación se exponen la descripción de los pacientes de esta serie de casos:

Caso 1

Hombre de 51 años con un ictus isquémico que afectó a áreas córtico-subcorticales del hemisferio izquierdo, con 7 meses de evolución. La intervención consistió en 4 sesiones de punción seca ecoguiada junto a 20 horas de terapia semanales, distribuidas en 4 horas diarias, 5 días a la semana, durante 4 semanas, conllevando un tiempo total de terapia de 80 horas. (Tabla 1)

Caso 2

Mujer de 63 años con un ictus hemorrágico que afectó a la zona frontoparietal derecha con 9 años de evolución. La intervención consistió en 4 sesiones de punción seca ecoguiada junto

a 15 horas de terapia semanales, distribuidas en 3 horas diarias, 5 días a la semana, durante 4 semanas, conllevando un tiempo total de terapia de 60 horas. (Tabla 1)

Caso 3

Hombre de 42 años con un ictus isquémico que afectó a la zona frontoparietal derecha con 9 meses de evolución. La intervención consistió en 4 sesiones de punción seca ecoguiada junto a 25 horas de terapia semanales, distribuidas en 5 horas diarias, 5 días a la semana, durante 4 semanas, conllevando un tiempo total de terapia de 100 horas. (Tabla 1)

Caso 4

Mujer de 69 años con un ictus hemorrágico que afectó a áreas córtico-subcorticales del hemisferio izquierdo, con 4 años y 4 meses de evolución. La intervención consistió en 4 sesiones de punción seca ecoguiada junto a 6 horas de terapia semanales, distribuidas en 2 horas diarias, 3 días a la semana, durante 4 semanas, conllevando un tiempo total de terapia de 24 horas. (Tabla 1)

Tabla 1. Características demográficas de la serie de casos.

	Edad (años)	Sexo (H/M)	Lado más afecto (D/I)	Tipo ictus (I/H)	Localización de la lesión	Tiempo de evolución (meses)	Horas semanales de terapia
Caso 1	51	H	D	I	Córtico-subcortical	7	20
Caso 2	63	M	I	H	Frontoparietal	108	15
Caso 3	42	H	I	I	Frontoparietal	9	25
Caso 4	69	M	I	H	Córtico-subcortical	52	6

Tipo de ictus: Isquémico/Hemorrágico.

2.2 Variables clínicas y herramientas de valoración

Valoración de la actividad muscular mediante electromiografía de superficie

Para la valoración con sEMG se utilizó el dispositivo mDurance (mDurance Solutions SL, Granada, España), con una frecuencia de muestreo de 1024 Hz y un ancho de banda de 8,4 kHz. La resolución de la señal EMG fue de 24 bits y la amplificación global de 100-10 000 V/V. Esta señal se filtró mediante un filtro Butterworth de cuarto orden con una frecuencia de corte de 20-450 Hz. Posteriormente, la señal rectificada se procesó mediante la raíz cuadrática media, expresando todos los valores en microvoltios (μV).⁽²³⁾ Los electrodos utilizados fueron de Ag/AgCl pregelificados con un diámetro de 30 mm.

La colocación de los electrodos se realizó a 2 centímetros de distancia entre sí, paralelos a las fibras musculares, distales a la rodilla y 2 centímetros mediales a la línea media, según las guías clínicas, con una limpieza previa de la zona a evaluar.⁽²⁴⁾ (Figura 1) Todas las mediciones se realizaron en una camilla con el paciente en decúbito supino en un entorno silencioso, con los miembros inferiores en posición neutra de caderas y rodillas; los pies se posicionaron en su posición natural, que en la mayoría de las personas es la mitad del rango de movimiento.^(24,25)

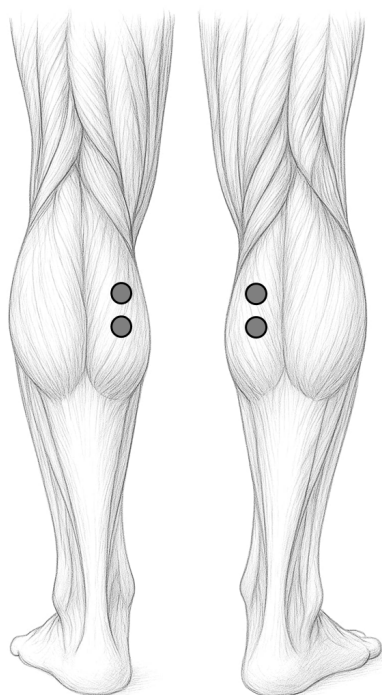


Figura 1. Colocación de los electrodos, 2 centímetros de distancia entre sí, paralelos a las fibras musculares, distales a la rodilla y 2 centímetros mediales a la línea media.

Actividad muscular en reposo – Distonía espástica

Con el paciente relajado en la posición descrita, se valoró la distonía espástica, definida como “*la incapacidad para suprimir voluntariamente la actividad muscular en reposo*”^(12,13,15) de los músculos gastrocnemios mediales del lado afecto y del lado menos afecto durante 30 segundos.^(14,25)

Para establecer el umbral de tono de la distonía espástica se utilizó el músculo contralateral menos afecto de cada sujeto como referencia, calculando la media (μ) y la desviación estándar (σ) del lado contralateral y considerando patológico cuando el RMS medio del lado afecto excedió $\mu + 2 \cdot \sigma$.^(26,27)

Estiramiento manual lineal - Espasticidad

Se valoró también, con sEMG, la espasticidad, definida como “*el grado de hiperexcitabilidad refleja, expresado por la actividad electromiográfica máxima alcanzada por el músculo durante el estiramiento pasivo controlado*” del tobillo mediante estiramientos lineales manuales sincronizados con un metrónomo.

Para ello se utilizó el protocolo descrito y validado por Marinelli et al. 2013, que mostró una metodología altamente reproducible por distintos evaluadores tras un periodo de entrenamiento inferior a 20 minutos.⁽²⁸⁾

El protocolo constó de 4 fases en las cuales: [1] el evaluador ajustó la frecuencia del metrónomo a través de unos auriculares para que sólo él pudiera escuchar el ritmo fijado de 60 BPM, donde hubo una velocidad angular media de $106 \pm 24^\circ/\text{s}$. [2] Se sincronizó el movimiento pasivo de flexión dorsal de tobillo con el ritmo del auricular, de manera que se completara un rango

de movimiento completo en 1 beat. [3] Una vez el evaluador había sincronizado el movimiento con el ritmo, detenía el movimiento en la máxima flexión plantar, para continuar imaginando el movimiento durante al menos 15 segundos en la primera repetición, manteniendo el ritmo del metrónomo. [4] Para finalizar, el evaluador realizó el movimiento lineal desde la máxima flexión plantar hasta la máxima flexión dorsal del tobillo en 1 beat del metrónomo (1 segundo), de manera sincronizada.

Siguiendo esta misma metodología, se realizaron 10 estiramientos manuales, con intervalos de 10 segundos entre medición y medición, de acuerdo con las recomendaciones de estudios previos para minimizar la fatiga y asegurar la recuperación de las fibras musculares del estiramiento anterior.⁽²⁹⁾ Se tomó como referencia la actividad máxima de cada repetición para calcular posteriormente la media y la desviación estándar.

En este caso, comparar el lado afectado con el contralateral, tal y como se ha realizado en la medición en reposo, no es adecuado ni viable de forma manual, ya que el reflejo de estiramiento en un músculo sano suele evocarse entre 300 y 350°/s.^(30,31)

Con el objetivo de poder comparar varios sujetos en la medición de la espasticidad, se normalizó la señal electromiográfica con respecto a la máxima contracción voluntaria isométrica (MVIC, del inglés), expresando los resultados de la medición de espasticidad en valores absolutos (μV) y normalizados (%MVIC), tal y como recomiendan consensos internacionales.⁽³²⁾

Para realizar la medición, el tobillo se colocó en una posición intermedia del rango articular disponible y se le pidió al paciente una contracción isométrica mantenida de 5 segundos. Esta medición fue realizada 3 veces con un tiempo entre pruebas de 1 minuto. Se seleccionaron los valores máximos de activación electromiográfica de cada repetición para obtener el valor medio.⁽³³⁾

Valoración de la espasticidad con escalas clínicas

De manera complementaria se valoró la espasticidad a través de la escala Modified Ashworth Scale (MAS), escala ampliamente utilizada en patologías del sistema nervioso central,⁽¹¹⁾ con fiabilidad intraevaluadora moderada en población con ictus.⁽³⁴⁾

La escala valora el tono muscular en una escala de 0 a 4. La puntuación 0 significa que no existe ninguna resistencia; 1 significa que hay resistencia al final del movimiento; 1+ significa un ligero aumento en la resistencia muscular seguido de una resistencia mínima en el resto del movimiento (menos de la mitad); 2 significa resistencia del músculo en todo el rango de movimiento, pero fácilmente movilizable; 3 significa aumento considerable del tono muscular, con resistencia en todo el rango de movimiento y difícilmente movilizable; y 4 significa que la parte afectada se mantiene rígida sin posibilidad de movimiento.

Valoraciones de marcha

Se valoraron la velocidad de marcha con el 10MWT y la resistencia de marcha con el 6MWT, así como la funcionalidad de la marcha mediante el TUG.^(35,36)

La prueba TUG consiste en medir los segundos que tarda el sujeto en levantarse de una silla de aproximadamente 46 centímetros de altura, recorrer 3 metros, girar y sentarse de nuevo.

Esta escala ha mostrado una excelente fiabilidad intraevaluadora en pacientes con ictus.⁽³⁶⁾ El cambio mínimo detectable (MCD, por sus siglas en inglés) de la escala en personas con ictus crónico es de 2,9 segundos.⁽³⁷⁾ En este caso se seleccionó este parámetro al no estar establecido en la literatura valores de diferencia mínima clínicamente significativa (MCID, del inglés) en la población seleccionada.

La prueba 10MWT consiste en medir los segundos que el sujeto tarda en recorrer 10 metros en línea recta para obtener la velocidad cómoda y rápida en metros por segundo (m/s), con excelente fiabilidad intraevaluadora.⁽³⁸⁾ El MCID de esta prueba está situado en 0,14m/s.⁽³⁹⁾

La prueba 6MWT evalúa la distancia en metros que el sujeto recorre durante 6 minutos, ha demostrado buena fiabilidad intraevaluadora en pacientes con ictus.⁽⁴⁰⁾ El MCID de esta valoración está situado en 55m.⁽³⁹⁾

2.3 Momentos de medición

Se midió la actividad muscular con sEMG en reposo, durante el estiramiento manual y al realizar la MVIC en tres momentos: T0) previo al inicio del estudio; T1), después de la primera intervención de punción seca; y T2) al final de la cuarta y última intervención de punción seca. Además, se realizaron valoraciones clínicas de la espasticidad mediante la escala MAS en los mismos momentos (T0, T1 y T2) y valoraciones de la capacidad de marcha con las escalas TUG, 10MWT y 6MWT al inicio y al final de la intervención (T0 y T2).

La Figura 2 muestra el esquema temporal del protocolo de valoración e intervención.

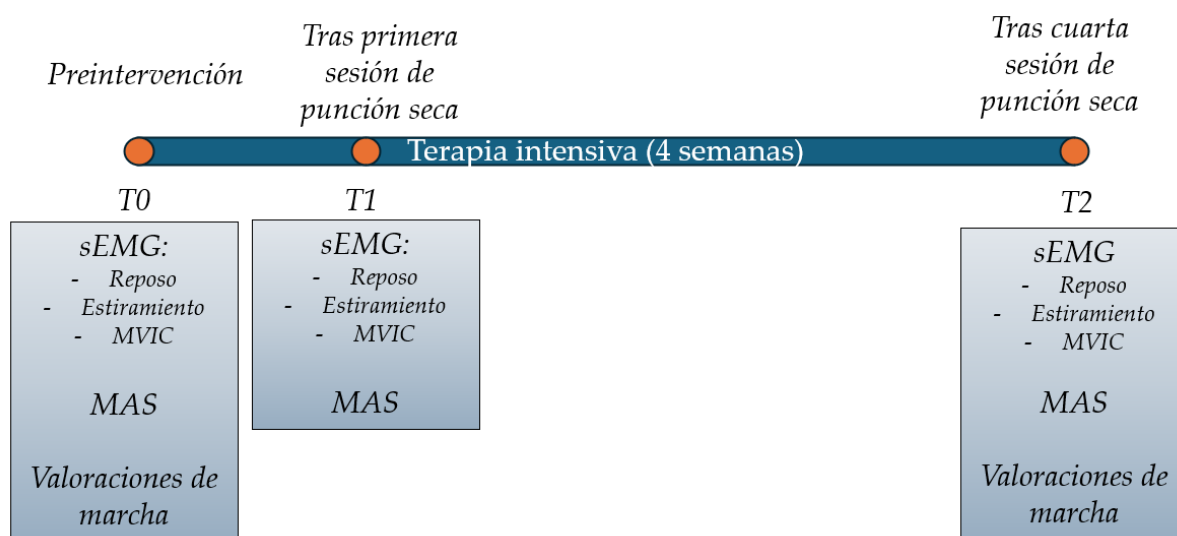


Figura 2. Esquema temporal de la intervención y las evaluaciones realizadas. Se realizaron evaluaciones de sEMG en reposo, estiramiento y máxima contracción voluntaria isométrica (MVIC), junto con la escala MAS y valoraciones de marcha, en los tres momentos del estudio: antes (T0), después de la terapia intensiva de 4 semanas (T1) y al final del seguimiento (T2).

2.4 Intervención terapéutica

Punción seca ecoguiada

Los sujetos recibieron una sesión semanal de punción seca ecoguiada durante 4 semanas en el músculo gastrocnemio interno con agujas desechables de acero inoxidable, (0.30mm x

0.40mm, Agupunt, Barcelona, Spain). Se decidió realizar el procedimiento ecoguiado con el fin de garantizar un abordaje seguro, asegurar la localización precisa de la estructura diana y observar en tiempo real las respuestas de espasmo local.⁽⁴¹⁾

Para la localización de los puntos a intervenir se aplicaron los criterios diagnósticos de la técnica DNHS® desarrollada por Herrero et al. 2017 adaptados a las características del estudio, así como el procedimiento para su aplicación. Para localizar el punto específico donde realizar la técnica, se siguieron dos criterios diagnósticos esenciales: [1] seleccionar la banda tensa dentro del conjunto de bandas tensas que presente mayor tensión; [2] seleccionar la zona nodular dentro de la banda tensa, si existe.⁽⁴²⁾

Para la realización de la técnica, se realizó una variación del procedimiento recomendado para adaptarlo a la intervención ecoguiada:⁽⁴²⁾ [1] introducir la aguja por encima del punto seleccionado en el tejido subcutáneo; [2] colocar el ecógrafo junto a ella para guiar la intervención; [3] continuar insertando la aguja hasta conseguir una reducción significativa de la actividad muscular (generalmente después de una respuesta de espasmo local o global que puede confirmarse mediante ecografía durante la técnica), conocida como liberación neural, ya que involucra estructuras como la unión neuromuscular. Para estandarizar la intervención, se realizó punción seca a una frecuencia de 1 Hz durante 30 segundos, siempre que fuera tolerada por el paciente.^(43–45) Se registraron los posibles eventos adversos relacionados con la intervención.

Terapia intensiva

Junto con las intervenciones de punción seca ecoguiada, todos los pacientes recibieron una terapia física lo más intensa posible, orientada a la recuperación de la marcha. Las horas de terapia semanales se muestran en la Tabla 1.

El tratamiento intensivo consistió en una terapia intensiva orientada a la mejora de la marcha siguiendo las Guías de Práctica Clínica, con objetivos específicos consensuados con el paciente, apoyándose en el uso de alta tecnología para permitir al paciente una práctica de la tarea retadora, donde se incluyó el entrenamiento con descarga de peso sobre cinta rodante y suelo, el entrenamiento de marcha con variabilidad del paso, incorporando herramientas de realidad virtual, la estimulación eléctrica funcional y el entrenamiento de fuerza.^(46–48)

3. Resultados

Se seleccionaron 4 casos de personas con ictus crónico y espasticidad (puntuación MAS entre 1 y 3) que recibieron la intervención de punción seca ecoguiada combinada con terapia intensiva para mejorar la marcha. No se encontraron efectos adversos relacionados con la intervención de punción seca ni con el tratamiento intensivo.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la Tabla 2 y los valores electromiográficos, representados gráficamente en la Figura 3.

Tabla 2. Evolución de los casos previa al inicio del estudio (T0), después de la primera intervención de punción seca (T1), al final de la cuarta y última intervención de punción seca (T2) y la diferencia entre el inicio y el final del estudio ($\Delta T2-T0$).

Valoración			T0	T1	T2	$\Delta T2-T0$
Caso 1	sEMG	Actividad en reposo lado afecto (μV)	9,71 $\pm$ 0,31	10,4 $\pm$ 0,26	8,87 $\pm$ 0,19	-0,84
		Actividad en reposo lado menos afecto (μV)	11,9 $\pm$ 0,23			
		Estiramiento (%MVIC)	130 $\pm$ 29,4	65,9 $\pm$ 18,4	70 $\pm$ 12,2	-60
	MAS		2	2	1+	-1
	Variables Marcha	TUG	13,66		7,58	-6,08*
		10MWT (cómoda)	0,56		1,09	0,53*
		10MWT (rápida)	0,77		1,59	0,82*
		6MWT	333		503	170*
	sEMG	Actividad en reposo lado afecto (μV)	8,02 $\pm$ 0,43	8,3 $\pm$ 0,47	6 $\pm$ 0,2	-2,02
		Actividad en reposo lado menos afecto (μV)	8,27 $\pm$ 0,2			
		Estiramiento (%MVIC)	504 $\pm$ 131	333 $\pm$ 111	130 $\pm$ 75,8	-374
Caso 2	MAS		1+	1+	1	-1
	Variables Marcha	TUG	16,67		13,07	-3,6*
		10MWT (cómoda)	0,81		0,84	0,03
		10MWT (rápida)	0,94		1,05	0,11
		6MWT	283,3		333	49,7
	sEMG	Actividad en reposo lado afecto (μV)	47,1 $\pm$ 0,98	55,6 $\pm$ 1,1	21,3 $\pm$ 0,63	-25,8
		Actividad en reposo lado menos afecto (μV)	22,7 $\pm$ 0,5			
		Estiramiento (%MVIC)	202 $\pm$ 78,9	103 $\pm$ 10,6	104 $\pm$ 14,1	-98
Caso 3	MAS		3	3	2	-1
	Variables Marcha	TUG	21,7		17,23	-4,47*
		10MWT (cómoda)	0,59		0,8	0,21*
		10MWT (rápida)	0,82		1,18	0,36*
		6MWT	189,5		264,1	74,6*
	sEMG	Actividad en reposo lado afecto (μV)	85,3 $\pm$ 2,8	71,5 $\pm$ 1,7	6,79 $\pm$ 2,2	-78,51
		Actividad en reposo lado menos afecto (μV)	25,2 $\pm$ 0,57			
		Estiramiento (%MVIC)	276 $\pm$ 462	105 $\pm$ 14,6	288 $\pm$ 152	-59
Caso 4	MAS		3	2	2	-1
	Variables Marcha	TUG	37,07		29,66	-7,41*
		10MWT (cómoda)	0,26		0,37	0,11
		10MWT (rápida)	0,28		0,43	0,15*
		6MWT	98,9		109,8	10,9
	sEMG	Actividad en reposo lado afecto (μV)	85,3 $\pm$ 2,8	71,5 $\pm$ 1,7	6,79 $\pm$ 2,2	-78,51
		Actividad en reposo lado menos afecto (μV)	25,2 $\pm$ 0,57			
		Estiramiento (%MVIC)	276 $\pm$ 462	105 $\pm$ 14,6	288 $\pm$ 152	-59

Datos: Media $\pm$ desviación estándar (SD). *MCID o MCD

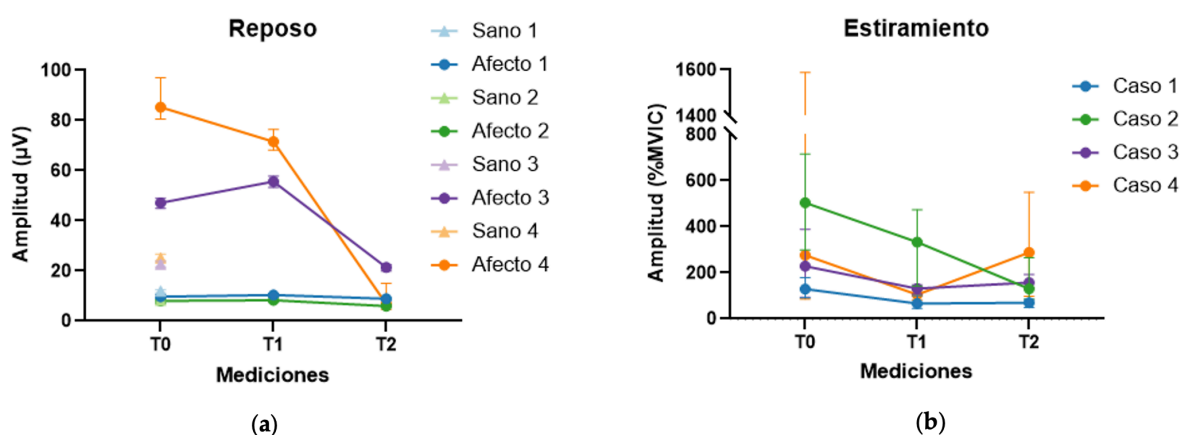


Figura 3. (a) Evolución de la actividad electromiográfica en reposo en los casos a lo largo del estudio. (b) Evolución de la actividad electromiográfica durante los estiramientos manuales en los casos a lo largo del estudio.

Caso 1: Fenotipo alta actividad electromiográfica al estiramiento

Este caso muestra un fenotipo con espasticidad (Tabla 2) y una alta actividad electrográfica durante los estiramientos manuales. La actividad electromiográfica media de los 10 estiramientos manuales se redujo del $130 \pm 29,4\%MVIC$ al $70 \pm 12,2\%MVIC$ al finalizar el estudio. (Figura 2) De igual forma, la puntuación en la escala MAS se redujo de 2 a 1+ al finalizar el estudio.

La actividad en reposo inicial del lado afecto ($9,71 \pm 0,31 \mu V$) fue similar a la del lado menos afecto ($11,9 \pm 0,23 \mu V$), no existiendo distonía espástica. La actividad del lado afecto al finalizar la intervención se mantuvo en niveles bajos ($8,87 \pm 0,19 \mu V$) en comparación a valores en reposo del mismo músculo en sujetos sanos ($3,14 \pm 1,61 \mu V$ a $13,4 \pm 6,3 \mu V$).^(49,50)

Se encontraron mejoras en todas las variables de marcha, con una reducción en la escala TUG de 13,66 segundos a 7,58 segundos, superando el MCD.

La velocidad de marcha medida con el 10MWT mejoró de 0,56m/s a 1,09m/s en el caso de la velocidad cómoda y de 0,77m/s a 1,59m/s la velocidad rápida, superando el MCID.

La distancia recorrida en la prueba de 6MWT aumentó de 333m a 503m, superando el MCID.

Caso 2: Fenotipo alta actividad electromiográfica al estiramiento y alta variabilidad

En este caso se muestra un fenotipo con presencia de espasticidad acompañado de una alta variabilidad, entendida según criterio de experto como una desviación estándar con respecto a la media de $\pm 100\%MVIC$ durante los 10 estiramientos manuales. (Tabla 2)

La actividad electromiográfica media de los 10 estiramientos se redujo de $504 \pm 131\%MVIC$ a un valor de $130 \pm 75,8\%MVIC$ al finalizar el estudio (Figura 2) y una puntuación en la escala MAS que se redujo de 1+ a 1 al finalizar el estudio.

La actividad en reposo inicial del lado afecto ($8,02 \pm 0,43 \mu V$) fue similar a la del lado menos afecto ($8,27 \pm 0,2 \mu V$), no existiendo distonía espástica. La actividad del lado afecto al finalizar la intervención se mantuvo en niveles bajos ($6 \pm 0,2 \mu V$).

Se encontraron mejoras en todas las variables de marcha, con una reducción en la escala TUG de 16,67 segundos a 13,07 segundos, superando el MCD.

La velocidad de marcha medida con el 10MWT mejoró de 0,81m/s a 0,84m/s en el caso de la velocidad cómoda y de 0,94m/s a 1,05m/s la velocidad rápida.

La distancia recorrida en la prueba de 6MWT aumentó de 283,3m a 333m.

Caso 3: Fenotipo alta actividad electromiográfica en reposo y alta actividad electromiográfica al estiramiento

En este caso se muestra un fenotipo con presencia de espasticidad acompañado de distonía espástica, (Tabla 2) con una alta actividad electrográfica media durante los 10 estiramientos manuales, que se redujo de $202 \pm 78,9\%$ MVIC a $104 \pm 14,1\%$ MVIC al finalizar el estudio y una puntuación en la escala MAS que se redujo de 3 a 2 al finalizar el estudio.

La actividad en reposo inicial del lado afecto ($47,1 \pm 0,98 \mu V$) fue muy distinta a la del lado menos afecto ($22,7 \pm 0,5 \mu V$), que siendo mayor que $\mu + 2 \cdot \sigma$ del lado contralateral, se podría afirmar la presencia de distonía espástica al inicio del estudio. (Figura 4) Esta hiperactividad en reposo se redujo a $21,3 \pm 0,63 \mu V$ al finalizar la intervención.

Se encontraron mejoras en todas las variables de marcha, con una reducción en la escala TUG de 21,7 segundos a 17,23 segundos, superando el MCD.

La velocidad de marcha medida con el 10MWT mejoró de 0,59m/s a 0,8m/s en el caso de la velocidad cómoda y de 0,82m/s a 1,18m/s la velocidad rápida, superando el MCID.

La distancia recorrida en la prueba de 6MWT aumentó de 189,5m a 264,1m, superando el MCID.

Caso 4: Fenotipo alta actividad electromiográfica en reposo, alta actividad electromiográfica al estiramiento y alta variabilidad

En este caso se muestra un fenotipo con presencia de espasticidad acompañado de alta variabilidad y distonía espástica, (Tabla 2) con una alta actividad electrográfica media durante los 10 estiramientos manuales, que se incrementó de $276 \pm 462\%$ MVIC a $288 \pm 152\%$ MVIC al finalizar el estudio (Figura 5) y una puntuación en la escala MAS que se redujo de 3 a 2 al finalizar el estudio.

La actividad en reposo inicial del lado afecto ($85,3 \pm 2,8 \mu V$) fue muy distinta a la del lado menos afecto ($25,2 \pm 0,57 \mu V$) y se podría afirmar la presencia de distonía espástica al inicio del estudio. (Figura 5) Esta hiperactividad en reposo se redujo a $6,79 \pm 2,2 \mu V$ al finalizar la intervención.

Se encontraron mejoras en todas las variables de marcha, con una reducción en la escala TUG de 37,07 segundos a 29,66 segundos, superando el MCD.

La velocidad de marcha medida con el 10MWT mejoró de 0,26m/s a 0,37m/s en el caso de la velocidad cómoda y de 0,28m/s a 0,43m/s la velocidad rápida, superando el MCID en la velocidad rápida.

La distancia recorrida en la prueba de 6MWT aumentó de 98,9m a 109,8m.

4. Discusión

A través de la serie de casos presentada en esta publicación, se ha podido mostrar cómo la sEMG permite identificar claramente diferentes fenotipos de pacientes, diferenciando de forma objetiva la distonía de la espasticidad, aspecto que no puede ser conseguido con la utilización de escalas clínicas frecuentemente utilizadas en la práctica clínica como la MAS. Si bien los resultados de este estudio muestran una mejora de la escala MAS en todos los pacientes a lo largo del tratamiento, la mejora en esta puntuación no coincidió con la mejora electromiográfica durante el estiramiento manual, ya que no siempre una reducción en la escala MAS fue acompañada de una disminución de la actividad electromiográfica, y viceversa. Estos resultados están en línea con el estudio de Puce et al., donde tampoco encontraron correlación entre la escala clínica de espasticidad y la instrumental.⁽¹⁴⁾ Esto sugiere que ambas pruebas no están midiendo lo mismo, la electromiografía aporta datos cuantitativos de actividad muscular mientras que la escala MAS valora en qué momento del rango de movimiento aparece el reflejo de estiramiento y cómo de fácil es vencerlo por parte del examinador. Por tanto, consideramos que ambas pruebas no son excluyentes sino complementarias, aportando valor añadido a la evaluación del tono muscular.

En relación a las mediciones de electromiografía de superficie, se aplicaron valores absolutos para la medición de la distonía espástica (valoración de la actividad sEMG en reposo), mientras que para el caso de la espasticidad (actividad sEMG durante el estiramiento manual) se utilizaron datos normalizados respecto a la MVIC. La evidencia científica actual recomienda cuantificar la actividad en reposo en valores absolutos (μV), de forma que pueda identificarse si está existiendo cierta actividad EMG en reposo más allá del “noise floor”. Por el contrario, en el caso de la medición de la contracción muscular dinámica, tanto pasiva como activa, se recomienda expresar los datos como porcentaje de la MVIC.^(51,52) Es importante además considerar que utilizar el valor absoluto en reposo aporta rapidez, sencillez y fluidez a la hora de interpretar el resultado, ya que generalmente suele mostrarse directamente en el equipo de EMG sin tener que realizar análisis a posteriori normalizando el resultado. Por contra, en la medición durante el estiramiento manual, se recomienda normalizar el resultado ante la imposibilidad de poderlo comparar con el sano, ya que en ese no es posible evocar el reflejo miotático de manera manual. Además, la normalización de los datos con el MVIC permite reducir la influencia del evaluador y facilitar la comparación entre sujetos.

Otro aspecto relevante clínicamente es la posibilidad de determinar mediante el uso de la sEMG si un paciente tiene distonía espástica. En estudios previos encontraron una alta prevalencia de distonía espástica en pacientes con lesión de motoneurona superior, que varió del 26% al 75% de los pacientes incluidos,^(13,14) con aumento de la actividad muscular en reposo desde $4,25\mu\text{V}$ a $33\mu\text{V}$, dependiendo del músculo explorado.^(13,14,25) En nuestra serie de casos encontramos valores de actividad en reposo mucho más altos, incluso en el músculo del lado menos afecto. Si se hubiera seguido el criterio propuesto inicialmente por el grupo de Marinelli,^(13–15) nuestros 4 casos estarían catalogados con distonía espástica. Por este motivo consideramos que el criterio para determinar si existe distonía espástica no debería ser la existencia de actividad muscular basal nula, sino que se establezca un punto de corte, que actualmente no existe, por el que valores por encima indiquen la presencia de distonía espástica o que exista una diferencia en-

tre el lado sano y afecto de al menos $\mu + 2 \cdot \sigma$,^(26,28) siempre y cuando no haya una afectación de ambos lados.

Teniendo en cuenta esta propuesta de determinación de la existencia de distonía espástica, sólo los casos 3 y 4 indicarían la presencia de la misma. En estos dos casos, la punción seca parece mejorar el tono en reposo anómalo de este fenotipo, aunque parte de esta mejora podría explicarse por el mayor nivel de actividad muscular basal, asociado a un fenómeno como el de regresión a la media característico de muchas intervenciones. Sin embargo, en relación con la espasticidad propiamente dicha, se observó que la variabilidad electromiográfica durante el estiramiento manual, entendida como la desviación estándar entre repeticiones, podría influir en la magnitud de la mejoría. En este sentido, el caso 4, con una alta variabilidad entre repeticiones no mostró una mejora en la espasticidad, mientras que el paciente 3, con menor variabilidad, sí lo hizo. Una posible explicación de la mejora inmediata del caso 4 tras la aplicación de punción seca, pero que a lo largo de 4 sesiones vuelva a mostrar más espasticidad, podría ser la existencia de rigidez de carácter no neural, lo cual suele ser frecuente por la contracción mantenida que produce la distonía espástica. Esta hipótesis se fundamenta en que la punción seca consigue mejoras inmediatamente tras el tratamiento, al disminuir la actividad muscular directamente como consecuencia de la denervación de placas motoras y la neuromodulación asociada. Sin embargo, el hecho de que un paciente reciba tratamiento intensivo podría explicar la mejora de la rigidez estructural y que a su vez esto permita que se desencadene un reflejo miotático que previamente no era posible por la limitación no neural, mostrando este patrón aparentemente anómalo o aumentado a las 4 semanas de tratamiento. Otra hipótesis podría ser que la mayor edad del paciente 4 y la menor dosis de terapia recibida respecto al resto de casos podrían explicar una menor reducción de la rigidez no neural inicial que con otros casos y, en consecuencia, haber condicionado la reaparición de espasticidad.

Por otro lado, a pesar de la mejora final del caso 3 en relación a su distonía espástica, destaca el hecho de que no se produjera una mejora inmediata tras la primera aplicación de punción seca, como sí ocurrió en el resto de casos. Esto no puede explicarse mediante los mecanismos de acción de la punción seca, que producen una denervación mecánica de la placa motora,⁽⁵³⁾ por lo que es necesario analizar más casos con este fenotipo para poder extraer conclusiones. Sin embargo, los resultados obtenidos en este paciente tras las 4 semanas mostraron una mejora del tono hasta el punto de ser similar al lado menos afecto, indicando la recomendación de realizar al menos 4 sesiones semanales de punción seca, especialmente en aquellos pacientes que muestran un fenotipo de distonía espástica con poca variabilidad al estiramiento.

En relación al efecto en el músculo con distonía espástica, intervenciones como las infiltraciones de toxina botulínica, que presentan un efecto químico frente al mecánico de la punción seca, encontraron que la infiltración tuvo efectos beneficiosos a las 4 semanas de su aplicación, aunque no de forma tan marcada como en nuestro estudio.⁽²⁵⁾ Las posibles hipótesis podrían ser que nuestros valores iniciales fueron más altos y habrían permitido una mayor reducción de la actividad tras la intervención; que la punción seca produce efectos inmediatos y acumulativos frente a la acción gradual de la toxina botulínica;⁽¹⁸⁾ o que aunque la toxina botulínica induce cambios a nivel central,⁽⁵⁴⁾ puede que no alcance la modulación supraespal tan amplia que sí proporciona la punción seca,⁽⁵⁵⁾ que podría ayudar a frenar la señal eferente anómala que mantiene las contracciones de la distonía espástica.

Si bien está claramente estudiado el efecto de la punción seca en la espasticidad, reduciendo la hiperreflexia espinal disminuyendo el reflejo H, mejorando en la capacidad del sistema nervioso central para modular las respuestas reflejas,^(56,57) normalizando la actividad espontánea de unidades motoras disfuncionales y posiblemente incrementando la excitabilidad cortical generando de manera secundaria mecanismos top-down,^(55,58) este es el primer estudio que evalúa la aplicación de punción seca en sujetos con distonía espástica hasta la fecha. El posible mecanismo de acción detrás de la mejoría clínica producida por la punción seca en la distonía espástica podría ser la modulación de la conducción eferente supraespinal anómala encontrada en estos pacientes.⁽⁵⁹⁾

Los efectos de la punción seca en la marcha son claros al combinarlos con entrenamiento motor,⁽⁶⁰⁾ sin embargo la punción seca de manera aislada ha reportado resultados diversos.^(61,62) Según un metaanálisis publicado, existe una recomendación clara de combinar el tratamiento de punción seca junto al tratamiento rehabilitador en pacientes con ictus.⁽²⁰⁾ Es posible que la terapia intensiva sea su complemento perfecto, tanto para manejo del tono muscular como para la mejora de la capacidad de marcha, ya que permite al paciente aprovechar al máximo la ventana que ofrece la punción seca para la realización de ejercicios basados en principios de aprendizaje motor (práctica intensa, específica del objetivo y centrada en la corrección de errores) que potencian la recuperación funcional.⁽⁶³⁾ Nuestro estudio podría ser un ejemplo de ello, en el que los sujetos obtuvieron mejoras que superaban de manera holgada el MCID en la mayoría de las pruebas de marcha.

En este sentido, las diferentes Guías de Práctica Clínica internacionales de ictus se fijan como objetivo 3 horas de terapia directa diaria, 5 días a la semana, modificable según la tolerancia del paciente,^(46,47,64) con recomendaciones mínimas para mejora específica de la marcha de 20 horas de terapia totales en un período de 4 a 6 semanas.⁽⁴⁸⁾ Además, las propias guías consideran que cualquier paciente que haya sufrido un ictus tiene potencial para beneficiarse de la rehabilitación, independientemente de su tiempo de evolución,⁽⁴⁷⁾ coincidiendo con lo observado en el estudio dirigido por Ward et al. 2021, en el cual postulan que la mejora del paciente es proporcional a la intensidad de la terapia, más allá del tiempo de evolución y que una mayor cantidad e intensidad terapéutica podría compensar un inicio tardío de rehabilitación.⁽⁶⁵⁾ Esto coincide con nuestros resultados, que muestran una mejora en pacientes con ictus crónico de hasta 9 años de evolución, siempre que se ajuste la intensidad, dosis y dosificación de la terapia.⁽⁶⁵⁻⁶⁷⁾

El estudio presenta diferentes limitaciones que dificultan la caracterización precisa de fenotipos, tales como la ausencia de grupo control, un tamaño de la muestra limitado, con representación de un solo caso para cada fenotipo, lo que provoca una alta heterogeneidad, no sólo en los resultados, sino también en las variables demográficas. Adicionalmente, la variabilidad en el tiempo total de terapia, que osciló de 6 a 25 horas semanales debido a la personalización del tratamiento para cada sujeto, constituye otro factor a considerar. Por otro lado, la decisión de utilizar valores absolutos para evaluar el tono muscular en reposo y comparar con el miembro sano, pero normalizar los resultados de la medición del estiramiento (al no ser posible la comparación con el contralateral) suponen un aspecto a tener en cuenta para la interpretación de los resultados. Finalmente, la ausencia de seguimiento tras finalizar la intervención impide establecer la duración de los efectos observados.

Todas estas limitaciones constituyen factores importantes a tener en cuenta para futuras líneas de investigación, que deberían incluir la realización de ensayos clínicos aleatorizados con doble ciego, donde se establezca el efecto de la combinación de punción seca y terapia intensiva frente a la terapia intensiva, establecer puntos de corte para la categorización de individuos con distonía espástica, así como identificar factores predictores de buenos y malos respondedores según el fenotipo, incluyendo variables que no aparecen en este estudio, como el análisis estructural y textural muscular mediante ecografía. Por último, sería recomendable explorar otras variaciones de fisioterapia invasiva hasta ahora infrutilizadas en paciente neurológico, como son la estimulación eléctrica percutánea ya sea aplicada en el músculo o en el nervio.

5. Conclusiones

Se propone un marco teórico-práctico para la valoración del tono mediante sEMG, describiendo distintos fenotipos clínicos en pacientes con ictus crónico y respaldando la combinación de punción seca y terapia intensiva para mejorar tanto la espasticidad como la marcha.

Referencias

1. García-Campanario I, Vinolo-Gil MJ. Prevalence of Stroke in Spain and Its Impact on Quality of Life: Socioeconomic Inequalities and Access to Rehabilitation. *Healthcare (Basel)*. 2025;13(9):1075. doi: [10.3390/healthcare13091075](https://doi.org/10.3390/healthcare13091075)
2. Amaya Pascasio L, Blanco Ruiz M, Milán Pinilla R, García Torrecillas JM, Arjona Padillo A, Del Toro Pérez C, et al. Stroke in Young Adults in Spain: Epidemiology and Risk Factors by Age. *J Pers Med*. 2023;13(5):768. doi: [10.3390/jpm13050768](https://doi.org/10.3390/jpm13050768)
3. Zeng H, Chen J, Guo Y, Tan S. Prevalence and Risk Factors for Spasticity After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Neurol*. 2021;11 : doi: [10.3389/fneur.2020.616097](https://doi.org/10.3389/fneur.2020.616097).
4. Sommerfeld DK, Eek EUB, Svensson AK, Holmqvist LW, Von Arbin MH. Spasticity after Stroke: Its Occurrence and Association with Motor Impairments and Activity Limitations. *Stroke*. 2004;35(1):134–9. doi: [10.1161/01.STR.0000108893.83596.0C](https://doi.org/10.1161/01.STR.0000108893.83596.0C)
5. Simić-Panić D, Bošković K, Milićević M, Žikić TR, Bošnjak MC, Tomašević-Todorović S, et al. The impact of comorbidity on rehabilitation outcome after ischemic stroke. *Acta Clin Croat*. 2018;57(1):5–15. doi: [10.20471/acc.2018.57.01.01](https://doi.org/10.20471/acc.2018.57.01.01).
6. Kabboord AD, Van Eijk M, Buijck BI, Koopmans RTCM, van Balen R, Achterberg WP. Comorbidity and intercurrent diseases in geriatric stroke rehabilitation: a multicentre observational study in skilled nursing facilities. *Eur Geriatr Med*. 2018;9(3):347–53. doi: [10.1007/s41999-018-0043-6](https://doi.org/10.1007/s41999-018-0043-6)
7. Li S, Francisco GE, Rymer WZ. A New Definition of Poststroke Spasticity and the Interference of Spasticity With Motor Recovery From Acute to Chronic Stages. *Neurorehabil Neural Repair*. 2021;35(7):601–10. doi: [10.1177/15459683211011214](https://doi.org/10.1177/15459683211011214)
8. Lance JW. The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg lecture. *Neurology*. 1980;30(12):1303–13. doi: [10.1212/WNL.30.12.1303](https://doi.org/10.1212/WNL.30.12.1303)
9. Guo X, Wallace R, Tan Y, Oetomo D, Klaić M, Crocher V. Technology-assisted assessment of spasticity: a systematic review. *J Neuroeng Rehabil*. 2022;19(1). doi: [10.1186/s12984-022-01085-9](https://doi.org/10.1186/s12984-022-01085-9)

10. van den Noort JC, Bar-On L, Aertbeliën E, Bonikowski M, Braendvik SM, Broström EW, et al. European consensus on concepts and measurement of pathophysiological neuromuscular responses to passive muscle stretch. *Eur J Neurol*. 2017;24(7):981–e38. doi: [10.1111/ene.13322](https://doi.org/10.1111/ene.13322)
11. Ansari NN, Naghdi S, Arab TK, Jalaie S. The interrater and intrarater reliability of the Modified Ashworth Scale in assessment of muscle spasticity: limb and muscle group effect. *NeuroRehabilitation*. 2008;23(3):231–7. PMID: 18560139
12. Marinelli L, Currà A, Trompetto C, Capello E, Serrati C, Fattapposta F, et al. Spasticity and spastic dystonia: the two faces of velocity-dependent hypertonia. *J Electromyogr Kinesiol*. 2017;37:84–9. doi: [10.1016/j.jelekin.2017.09.008](https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.09.008)
13. Trompetto C, Currà A, Puce L, Mori L, Serrati C, Fattapposta F, et al. Spastic dystonia in stroke subjects: prevalence and features of the neglected phenomenon of upper motor neuron syndrome. *Clin Neurophysiol*. 2019;130(4):521–7. doi: [10.1016/j.clinph.2019.01.022](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.01.022)
14. Puce L, Currà A, Marinelli L, Mori L, Capello E, Di Giovanni R, et al. Spasticity, spastic dystonia, and static stretch reflex in hypertonic muscles of patients with multiple sclerosis. *Clin Neurophysiol Pract*. 2021;6:194–202. doi: [10.1016/j.cnp.2021.06.003](https://doi.org/10.1016/j.cnp.2021.06.003)
15. Trompetto C, Marinelli L, Puce L, Mori L, Serrati C, Fattapposta F, et al. “Spastic dystonia” or “Inability to voluntary silence EMG activity”? Time for clarifying the nomenclature. *Clin Neurophysiol*. 2019;130(6):1076–7. doi: [10.1016/j.clinph.2019.03.023](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2019.03.023)
16. Trompetto C, Marinelli L, Mori L, Pelosin E, Currà A, Molfetta L, et al. Pathophysiology of spasticity: implications for neurorehabilitation. *Biomed Res Int*. 2014;2014:354906. doi: [10.1155/2014/354906](https://doi.org/10.1155/2014/354906)
17. Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. *Muscle Nerve*. 2005;31(5):535–51. doi: [10.1002/mus.20396](https://doi.org/10.1002/mus.20396)
18. Cuenca Zaldívar JN, Calvo S, Bravo-Esteban E, Oliva Ruiz P, Santi-Cano MJ, Herrero P. Effectiveness of dry needling for upper extremity spasticity, quality of life and function in subacute phase stroke patients. *Acupuncture Med*. 2021;39(4):299–308. doi: [10.1177/0964528421994545](https://doi.org/10.1177/0964528421994545)
19. Calvo S, Brandín-de la Cruz N, Jiménez-Sánchez C, Bravo-Esteban E, Herrero P. Effects of dry needling on function, hypertonia and quality of life in chronic stroke: a randomized clinical trial. *Acupuncture Med*. 2022;40(4):312–21. doi: [10.1177/09645284221090331](https://doi.org/10.1177/09645284221090331)
20. Fernández-De-Las-Peñas C, Pérez-Bellmunt A, Llorca-Almuzara L, Plaza-Manzano G, De-La-Llave-Rincón AI, Navarro-Santana MJ. Is dry needling effective for spasticity, pain, and motor function in post-stroke patients? *Pain Med*. 2021;22(1):131–41. doi: [10.1093/pm/pnaa364](https://doi.org/10.1093/pm/pnaa364)
21. Krakauer JW, Carmichael ST, Corbett D, Wittenberg GF. Getting neurorehabilitation right: what can we learn from animal models? *Neurorehabil Neural Repair*. 2012;26(8):923–31. doi: [10.1177/1545968312440745](https://doi.org/10.1177/1545968312440745)
22. Bernhardt J, Hayward KS, Kwakkel G, Ward NS, Wolf SL, Borschmann K, et al. Agreed definitions and a shared vision for new standards in stroke recovery research: the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable taskforce. *Int J Stroke*. 2017;12(5):444–50. doi: [10.1177/1747493017711816](https://doi.org/10.1177/1747493017711816)
23. Molina-Molina A, Ruiz-Malagón EJ, Carrillo-Pérez F, Roche-Seruendo LE, Damas M, Banos O, et al. Validation of mDurance, a wearable surface electromyography system for muscle activity assessment. *Front Physiol*. 2020;11: doi: [10.3389/fphys.2020.606287](https://doi.org/10.3389/fphys.2020.606287).
24. Criswell E, Cram JR. *Cram's Introduction to Surface Electromyography*. 2nd ed. Jones & Bartlett; 2010. doi: [doi unavailable]

- 25.** Campanella W, Corazza A, Puce L, Privitera L, Pedrini R, Mori L, et al. Shear wave elastography combined with electromyography to assess the effect of botulinum toxin on spastic dystonia following stroke: a pilot study. *Front Neurol*. 2022;13: [doi:10.3389/fneur.2022.980746](https://doi.org/10.3389/fneur.2022.980746)
- 26.** Chen YT, Li S, Magat E, Zhou P, Li S. Motor overflow and spasticity in chronic stroke share a common pathophysiological process: analysis of within-limb and between-limb EMG-EMG coherence. *Front Neurol*. 2018;9:795. [doi: 10.3389/fneur.2018.00795](https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00795)
- 27.** Silva MB, Silva AN, Naves ELM, Palomari ET, Soares AB. An improved approach for measuring the tonic stretch reflex response of spastic muscles. *Comput Biol Med*. 2017;80:166–74. [doi: 10.1016/j.compbiomed.2016.12.002](https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2016.12.002)
- 28.** Marinelli L, Trompetto C, Mori L, Vigo G, Traverso E, Colombano F, et al. Manual linear movements to assess spasticity in a clinical setting. *PLoS One*. 2013;8(1):e [doi: 10.1371/journal.pone.0053627](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053627).
- 29.** Mullick AA, Musampa NK, Feldman AG, Levin MF. Stretch reflex spatial threshold measure discriminates between spasticity and rigidity. *Clin Neurophysiol*. 2013;124(4):740–51. [doi: 10.1016/j.clinph.2012.10.024](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.10.024)
- 30.** Thilmann AF, Fellows SJ, Garms E. The mechanism of spastic muscle hypertonus. Variation in reflex gain over the time course of spasticity. *Brain*. 1991;114(Pt 1A):233–44. [doi: 10.1093/brain/114.1.233](https://doi.org/10.1093/brain/114.1.233)
- 31.** Calota A, Levin MF. Tonic stretch reflex threshold as a measure of spasticity: implications for clinical practice. *Top Stroke Rehabil*. 2009;16(3):177–88. [doi: 10.1310/tsr1603-177](https://doi.org/10.1310/tsr1603-177)
- 32.** Besomi M, Hodges PW, Clancy EA, Van Dieën J, Hug F, Lowery M, et al. Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: amplitude normalization matrix. *J Electromyogr Kinesiol*. 2020;53:102438. [doi: 10.1016/j.jelekin.2020.102438](https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102438)
- 33.** Yu B, Zhang X, Cheng Y, Liu L, Yanjiang, Wang J, et al. The effects of the biceps brachii and brachioradialis on elbow flexor muscle strength and spasticity in stroke patients. *Neural Plast*. 2022;2022: [doi: 10.1155/2022/1295908](https://doi.org/10.1155/2022/1295908).
- 34.** Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther*. 1987;67(2):206–7. [doi: 10.1093/ptj/67.2.206](https://doi.org/10.1093/ptj/67.2.206)
- 35.** Pohl J, Held JPO, Verheyden G, Alt Murphy M, Engelter S, Flöel A, et al. Consensus-based core set of outcome measures for clinical motor rehabilitation after stroke – a Delphi study. *Front Neurol*. 2020;11: [doi: 10.3389/fneur.2020.00875](https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00875).
- 36.** Van Crielinge T, Heremans C, Burridge J, Deutsch JE, Hammerbeck U, Hollands K, et al. Standardized measurement of balance and mobility post-stroke: consensus-based core recommendations from the third Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable. *Int J Stroke*. 2024;19(2):158–68. [doi: 10.1177/17474930231205207](https://doi.org/10.1177/17474930231205207).
- 37.** Flansbjer UB, Holmbäck AM, Downham D, Patten C, Lexell J. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *J Rehabil Med*. 2005;37(2):75–82. [doi: 10.1080/16501970510032080](https://doi.org/10.1080/16501970510032080)
- 38.** Collen FM, Wade DT, Bradshaw CM. Mobility after stroke: reliability of measures of impairment and disability. *Int Disabil Stud*. 1990;12(1):6–9. [doi: 10.3109/09638289009166021](https://doi.org/10.3109/09638289009166021)
- 39.** Perera S, Mody SH, Woodman RC, Studenski SA. Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2006;54(5):743–9. [doi: 10.1111/j.1532-5415.2006.00701.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2006.00701.x)

- 40.** Kosak M, Smith T. Comparison of the 2-, 6-, and 12-minute walk tests in patients with stroke. *J Rehabil Res Dev*. 2005;42(1):103–8. doi: [10.1682/JRRD.2004.03.0037](https://doi.org/10.1682/JRRD.2004.03.0037)
- 41.** Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F. Punción seca ecoguiada. In: Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, editors. *Fisioterapia invasiva*. 2nd ed. Barcelona: Elsevier; 2017. p. 357–72.
- 42.** Herrero-Gallego P, Calvo-Carrión S. Punción seca para la hipertonia y espasticidad (técnica DNHS®). In: Valera-Garrido F, Minaya-Muñoz F, editors. *Fisioterapia invasiva*. 2nd ed. Barcelona: Elsevier; 2017. p. 313–56. ISBN: 978-84-9113-099-4
- 43.** Salom-Moreno J, Sánchez-Mila Z, Ortega-Santiago R, Palacios-Ceña M, Truyol-Domínguez S, Fernández-De-Las-Peñas C. Changes in spasticity, widespread pressure pain sensitivity, and baropodometry after dry needling in patients who have had a stroke: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther*. 2014;37(8):569–79. doi: [10.1016/j.jmpt.2014.09.005](https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2014.09.005)
- 44.** Mendigutia-Gómez A, Martín-Hernández C, Salom-Moreno J, Fernández-de-las-Peñas C. Effect of dry needling on spasticity, shoulder range of motion, and pressure pain sensitivity in patients with stroke: a crossover study. *J Manipulative Physiol Ther*. 2016;39(5):348–58. doi: [10.1016/j.jmpt.2016.05.004](https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.05.004)
- 45.** Sánchez-Mila Z, Salom-Moreno J, Fernández-De-las-Peñas C. Effects of dry needling on post-stroke spasticity, motor function and stability limits: a randomized clinical trial. *Acupuncture Med*. 2018;36(6):358–66. doi: [10.1136/acupmed-2018-011605](https://doi.org/10.1136/acupmed-2018-011605)
- 46.** Canadian Stroke Best Practices Advisory Committee. Canadian Stroke Best Practice Recommendations: Rehabilitation, Recovery, and Community Participation following Stroke. Ottawa; 2019.
- 47.** National Institute for Health and Care Excellence. Stroke rehabilitation in adults (NG128). London; 2023.
- 48.** Alt Murphy M, Munoz-Novoa M, Heremans C, Branscheidt M, Cabanas-Valdés R, Engelter ST, et al. European Stroke Organisation guideline on motor rehabilitation. *Eur Stroke J*. 2025.
- 49.** Xu Y, Li J, Ju X, Hou Y. Higher involvement of synergistic muscle than active muscles in ankle plantar flexion. *Sci Rep*. 2025;15(1):25561. doi: [10.1038/s41598-025-09892-1](https://doi.org/10.1038/s41598-025-09892-1).
- 50.** Garland SJ, Gallina A, Pollock CL, Ivanova TD. Effect of standing posture on inhibitory postsynaptic potentials in gastrocnemius motoneurons. *J Neurophysiol*. 2018;120(1):263–70. Doi:10.1152/jn.00555.2017
- 51.** De Luca CJ. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *J Appl Biomech*. 1997;13:135–63. Doi: [10.1123/jab.13.2.135](https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135)
- 52.** H, BH B. A comparison of computer-based methods for determination of onset of muscle contraction using electromyography. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1996;101(6):511–9. doi: [10.1016/S0013-4694\(96\)00069-1](https://doi.org/10.1016/S0013-4694(96)00069-1)
- 53.** Domingo A, Mayoral O, Monterde S, Santafé MM. Neuromuscular Damage and Repair after Dry Needling in Mice. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2013;2013:260806. doi: [10.1155/2013/260806](https://doi.org/10.1155/2013/260806)
- 54.** Palomar FJ, Mir P. Neurophysiological changes after intramuscular injection of botulinum toxin. *Clin Neurophysiol*. 2012;123(1):54–60. doi: [10.1016/j.clinph.2011.05.014](https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.05.014)
- 55.** Choobsaz H, Ghotbi N, Ansari NN. Effects of dry needling on spasticity, cortical excitability, and range of motion in a patient with multiple sclerosis: a case report. *J Med Case Rep*. 2024;18(1):125. doi: [10.1186/s13256-024-03896-9](https://doi.org/10.1186/s13256-024-03896-9)

- 56.** Al Amin R, Ali AS, Saab IM, Abbas RL. Immediate neurophysiological effect of electrical stimulation via dry needling on H-reflex in post stroke spasticity. *Physiother Theory Pract.* 2024;40(7):1412–20. doi: [10.1080/09593985.2023.2182655](https://doi.org/10.1080/09593985.2023.2182655).
- 57.** Kamble SN, Gohil D, Pisudde PM, Telang-Chaudhari S, Baxi GD, Palekar TJ. Immediate effect of ultrasound-guided dry needling on soleus muscle spasticity in stroke survivors. *Cureus.* 2024;16(6): doi: [10.7759/cureus.62251](https://doi.org/10.7759/cureus.62251).
- 58.** Lu Z, Briley A, Zhou P, Li S. Are there trigger points in spastic muscles? Electromyographical evidence of dry needling effects on spastic finger flexors in chronic stroke. *Front Neurol.* 2020;11: doi: [10.3389/fneur.2020.00078](https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00078)
- 59.** Lumsden DE. Spastic dystonia: still a valid term. *Dev Med Child Neurol.* 2023;65(10):1308–15. doi: [10.1111/dmcn.15300](https://doi.org/10.1111/dmcn.15300)
- 60.** Miller BJ, Kolobe THA, Larson RD, Pribble BA, Pardo G, James SA. Functional intermuscular reduction in spasticity for people with multiple sclerosis. *Mult Scler J Exp Transl Clin.* 2022;8(1): doi: [10.1177/20552173211061547](https://doi.org/10.1177/20552173211061547).
- 61.** Ormazábal AJ, Pérez Trujillo MP, González-Platas M. The effects of dry needling on gait and balance in patients with multiple sclerosis: a quasi-experimental study. *Invasive Physiother Musculoskel Med.* 2025;1 doi:[10.63360/ipmm.v1.e5](https://doi.org/10.63360/ipmm.v1.e5)
- 62.** Ghannadi S, Shariat A, Ansari NN, Tavakol Z, Honarpishe R, Dommerholt J, et al. The effect of dry needling on lower limb dysfunction in poststroke survivors. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2020;29(6) doi: [10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104814](https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.104814).
- 63.** Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr Opin Neurol.* 2006;19(1):84–90. doi: [10.1097/01.wco.0000194841.26260.8e](https://doi.org/10.1097/01.wco.0000194841.26260.8e)
- 64.** Powers WJ, Rabinstein AA, Ackerson T, Adeoye OM, Bambakidis NC, Becker K, et al. Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: 2019 Update. *Stroke.* 2019;50(12):E344–418. doi: [10.1161/STR.0000000000000211](https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000211)
- 65.** Ballester BR, Ward NS, Brander F, Maier M, Kelly K, Verschure PFMJ. Relationship between intensity and recovery in post-stroke rehabilitation: a retrospective analysis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2021;93(2):226. doi: [10.1136/jnnp-2021-326948](https://doi.org/10.1136/jnnp-2021-326948).
- 66.** Marklund I, Sefastsson A, Fure B, Klässbo M, Liv P, Stålnacke BM, et al. Lower-extremity constraint-induced movement therapy improved motor function, mobility, and walking after stroke. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2023;59(2):136–44. doi: [10.23736/S1973-9087.23.07855-2](https://doi.org/10.23736/S1973-9087.23.07855-2)
- 67.** Goikoetxea-Sotelo G, van Hedel HJA. Defining, quantifying, and reporting intensity, dose, and dosage of neurorehabilitative interventions focusing on motor outcomes. *Front Rehabil Sci.* 2023;4:1139251. doi: [10.3389/fresc.2023.1139251](https://doi.org/10.3389/fresc.2023.1139251)

Información editorial

✉ Correspondencia

djimenezmasa@gmail.com

Fechas

Recibido: 28.10.2025

Aceptado: 12.12.2025

Publicado: 27.01.2026

Actualizado: 13.10.2026. Se añade la declaración sobre la gestión editorial en Conflicto de intereses. Sin otros cambios.

Contribuciones de autoría

Conceptualización, D.J.M. y P.H.; metodología, D.J.M. y P.H.; software, D.J.M.; validación, D.J.M. y J.S.A.; análisis formal, D.J.M.; investigación, D.J.M. y J.S.A.; recursos, D.J.M.; curación de datos, D.J.M.; redacción—preparación del borrador original, D.J.M. y P.H.; redacción—revisión y edición, D.J.M. y P.H.; visualización, D.J.M.; supervisión, P.H.; administración del proyecto, P.H. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Declaración de Consentimiento Informado

Los pacientes seleccionados forman parte del ensayo clínico ‘Effects of Dry Needling on Electromyographic Activity and Ultrasonographic Characteristics in Post-Stroke Spasticity’ con código de registro clinicaltrials.gov identifier NCT06017960, aprobado por Comité de Ética de Aragón con referencia C.I. PI23/333. Todos los procedimientos se realizaron de acuerdo con la Declaración de Helsinki y los pacientes firmaron un documento de consentimiento informado antes de participar.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Los conjuntos de datos generados y/o analizados durante el presente estudio están disponibles a través del autor correspondiente previa solicitud razonable.

Conflicto de intereses

Pablo Herrero Gallego es Editor Jefe de IPMM. Este manuscrito fue gestionado por otro editor y no participó en la revisión por pares ni en la decisión editorial. El resto de los autores declara no tener conflictos de intereses.

Cita sugerida

Jiménez Masa D, Sánchez Aguilar J, Herrero Gallego P. Diferenciación clínica de la espasticidad y la distonía espástica tras ictus crónico con electromiografía de superficie: una serie de casos. Invasive Physiother Musculoskelet Med. 2026;2:e20. doi: 10.63360/ipmm.v2.e20

Descargo de responsabilidad/Nota del Editor

Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son únicamente del o los autores individuales y contribuyentes, y no de IPMM y/o del o los editores. IPMM y/o el o los editores rechazan toda responsabilidad por cualquier daño a personas o propiedades que resulte de ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.

Copyright

© 2026 Las/os Autoras/es.

Publicado bajo licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>).