

## Terapia robótica y estimulación eléctrica transcutánea en el tratamiento del hombro doloroso del paciente hemipléjico

### Robotic Therapy and Transcutaneous Electrical Stimulation in the Painful Shoulder Treatment of Hemiplegic Patients

Marcia Sandra Hernández Zayas<sup>1\*</sup> <http://orcid.org/0000-0001-8651-9724>

Orlando Argote Chacón<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0002-7754-5717>

Ruthber Rodríguez Serrezuela<sup>2\*</sup> <http://orcid.org/0000-0002-0405-0692>

Mauricio Torres Quezada<sup>3</sup> <http://orcid.org/0000-0001-5567-5636>

Daily Milanés Herмосilla<sup>3</sup> <http://orcid.org/0000-0003-4463-9263>

Jorge Bonzon Regalado<sup>3</sup> <http://orcid.org/0000-0002-4898-6505>

Roberto Sagaró Zamora<sup>3\*</sup> <http://orcid.org/0000-0001-5808-1999>

<sup>1</sup>Hospital Clínico Quirúrgico Docente “Dr. Juan Bruno Zayas.” Santiago de Cuba, Cuba.

<sup>2</sup>Corporación Universitaria del Huila-Incabarhuila. Neiva, Colombia.

<sup>3</sup>Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba.

\* Autor para la correspondencia: [sagaro2001@gmail.com](mailto:sagaro2001@gmail.com)

#### RESUMEN

**Introducción:** El hombro doloroso hemipléjico a consecuencia del ictus es una complicación común, temida y debilitante, condiciona un alcance limitado de la recuperación funcional. Aparece generalmente en un 22-23 % de los sobrevivientes y en casi el 54 % de pacientes en rehabilitación.

**Objetivo:** Evaluar la efectividad de la terapia robótica en pacientes con síndrome del hombro doloroso hemipléjico.

**Métodos:** Se realizó una intervención terapéutica (estudio piloto) en 16 pacientes sobrevivientes al ictus que presentaron como complicación, el síndrome del hombro doloroso hemipléjico en etapas flácida y espástica, con el propósito de evaluar la efectividad de la aplicación de la terapia robótica. Las variables analizadas fueron edad, sexo, hemicuerpo afectado, etapa flácida o espástica, tiempo de evolución, grado de severidad del dolor, evaluación muscular y articular, grado de espasticidad, respuesta terapéutica, grado de satisfacción. Los pacientes que cumplieron con los criterios de selección fueron aleatoriamente asignados a dos grupos: terapia robótica y estimulación eléctrica transcutánea y atendidos en el Departamento de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital General “Dr. Juan Bruno Zayas” en Santiago de Cuba.

**Resultados:** Ambos tratamientos mostraron efectividad en el tratamiento del hombro doloroso hemipléjico. Como resultado de la terapia robótica los pacientes evidenciaron un significativo control del dolor y la espasticidad, aumento del rango articular, y expresaron un alto nivel de satisfacción, lo que la convierte en una tecnología promisoriosa para tales tratamientos.

**Conclusiones:** La efectividad de la terapia robótica arrojó resultados muy satisfactorios en los pacientes con síndrome del hombro doloroso hemipléjico.

**Palabras clave:** ACV; neurorrehabilitación; terapia robótica; hombro doloroso.

## ABSTRACT

**Introduction:** Hemiplegic shoulder pain as a consequence of stroke is a common, feared and debilitating complication conditioning a limited scope of functional recovery. It usually appears in 22-23% of survivors and in almost 54% of rehabilitation patients.

**Objective:** To evaluate the effectiveness of robotic therapy in patients with hemiplegic shoulder pain syndrome.

**Methods:** A therapeutic intervention (a pilot study) was carried out in 16 stroke survivors who presented hemiplegic painful shoulder syndrome as a complication, in flaccid and spastic stages, to facilitate evaluating the effectiveness of the application of robotic therapy. The variables analyzed were age, sex, affected hemibody, flaccid or spastic stage, time of evolution, degree of pain severity, muscular and joint evaluation, degree of spasticity, therapeutic response, degree of satisfaction. The patients who met the selection criteria were randomly assigned to two groups: robotic therapy and transcutaneous electrical stimulation and they were treated at the Department of Physical Medicine and Rehabilitation of “Dr. Juan Bruno Zayas” General Hospital, in Santiago de Cuba.

**Results:** Both treatments showed effectiveness in the treatment of painful hemiplegic shoulder. As a result of robotic therapy, patients showed significant pain and spasticity control, increased joint range, and expressed high level of satisfaction, making it a promising technology for such treatments.

**Conclusions:** The effectiveness of robotic therapy yielded very satisfactory results in patients with hemiplegic shoulder pain syndrome.

**Keywords:** stroke; neurorehabilitation; robotic therapy; painful shoulder.

Recibido: 11/08/2022

Aceptado: 03/04/2022

## Introducción

Las Enfermedades Cerebrovasculares (ECV) representan un problema de salud a nivel mundial; constituyen la tercera causa de muerte, la primera causa de discapacidad en el adulto y la segunda causa de demencia. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), 15 millones de personas sufren un ictus cada año, de las cuales, 5,5 millones mueren, lo que representan un 10 % de todas las muertes y otros 5 millones quedan con alguna discapacidad permanente.<sup>(1,2)</sup>

En Cuba, al cierre del 2019, las ECV (CIE-10I60-I69) ocuparon el tercer lugar entre las principales causas de muerte, con tasas de mortalidad de 89,1 por 100 000 habitantes y de años de vida potencialmente perdidos elevadas.<sup>(3)</sup> La omalgia no traumática es el más común desorden esquelético, con rangos superiores a 2,5 % y una prevalencia desde 6,9 % a 26 %.

Entre sus causas encontramos al síndrome del hombro doloroso hemipléjico (HDH), complicación que incrementa las repercusiones negativas sobre el paciente, que entorpece y problematiza la rehabilitación funcional. Aparece generalmente en un 22- 23 % de sobrevivientes y en casi 54 % de pacientes en rehabilitación.<sup>(4)</sup> La incidencia varía en rangos del 34 % al 84 %; hasta 53 % según reportes españoles.<sup>(5)</sup>

La asistencia pasiva y activa a los movimientos del miembro superior parece mejorar la recuperación por su efecto somato sensorial, la planificación motora, las propiedades sobre el tejido laxo, y espasticidad. Sin embargo, esta aproximación intensiva es a menudo un proceso lento, largo, y costoso. En adición a las estrategias de tratamiento basadas en el aprendizaje motor, las terapias del miembro superior basadas en tecnologías (entrenamiento robótico, estimulación eléctrica funcional (FES) también han producido resultados positivos.<sup>(6,7,8,9)</sup>

El hombro doloroso hemipléjico a consecuencia del ictus, es una complicación común, temida y debilitante, condiciona un alcance limitado de la recuperación funcional. Junto a su elevada incidencia y prevalencia, hace necesario su estudio, con el fin de evaluar la efectividad de la terapia robótica.

Esta investigación tuvo el objetivo de evaluar la efectividad de la terapia robótica en pacientes con síndrome del hombro doloroso hemipléjico.

## Métodos

Se realizó una intervención terapéutica (estudio piloto) en 16 pacientes con síndrome del hombro doloroso hemipléjico (HDH), para evaluar la efectividad de la aplicación de la terapia robótica, atendidos en el Departamento de Medicina Física y Rehabilitación del Hospital General “Dr. Juan Bruno Zayas Alfonso” de Santiago de Cuba.

El universo de estudio estuvo constituido por 130 pacientes con déficit motor de causa isquémica con lesión correspondiente al territorio de la arteria cerebral media. Confirmada por estudios imagenológicos, que presentaron HDH en etapas flácida y espástica, que cumplieron los criterios de selección.

Se utilizó el software EPIDAT 3.0, mediante la técnica de estimación de tamaño de muestra y precisión, se estimó una proporción poblacional con un nivel de confianza de 95 %.

La investigación fue aprobada por el Comité de Ética y Científico del hospital en estudio.

Se consideraron dos etapas evolutivas:

- Flácida (extensión y duración variables, el paciente no puede iniciar ninguna función motora específica, arreflexia osteotendinosa, hipotonía).
- Espástica (hipertonía conllevando a patrones anormales de postura y movimiento).

Se incluyeron los pacientes que otorgaron su consentimiento de participación en la investigación. Edad superior a 40 años, etapas flácida y espástica (hasta grado 2, escala Ashworth modificada); primer episodio de ECV, peso corporal y talla hasta 100 kilogramos y 1,85 centímetros respectivamente.

Se excluyeron los pacientes con déficits cognitivos, sensoriales, sensitivos o de comunicación; dolor, déficit motor y/o diagnóstico, previo de trastorno músculo esquelético del hombro, contraindicaciones a la rehabilitación.

En el criterio de salida se tuvo en cuenta el abandono voluntario, complicaciones clínicas que interfirieran la continuidad del estudio y/o tratamiento, recidiva del ictus, ausencia a 3 sesiones de tratamiento y fallecimiento.

La muestra finalmente quedó constituida por 16 pacientes. Los sujetos incluidos se distribuyeron de forma aleatoria y homogénea en dos grupos:

– Grupo A (intervención):

Constituido por 8 pacientes con características antropométricas de altura promedio de  $1,68 \pm 12$  cm, peso entre los  $75,7 \pm 15,4$  kg y edad promedio  $65,3 \pm 19$  años, fueron tratados durante 3 meses a través de un exoesqueleto que cinemática y estructuralmente responde a los movimientos anti-gravitacionales implicados en rutinas terapéuticas (flexo-extensión, rotación externa e interna, pronosupinación del antebrazo y abducción) de 4 grados de libertad, desarrollada por el Departamento la Facultad de Ingeniería Mecánica e Industrial,<sup>(9)</sup> Duración 1 h diaria, 5 sesiones semanales. La terapia se realizó en sedestación con posición de partida o neutra de la extremidad superior.

– Grupo B (control):

Constituido por 8 pacientes (altura promedio  $1,72 \pm 10$  cm, peso  $78 \pm 12,3$  kg y edad promedio  $59,6 \pm 31$ , tratados con estimulación eléctrica nerviosa transcutánea (TENS) bifásica simétrica con el Endomed 482 U. (método bipolar) impulsos: 250 microsegundos; frecuencia de estímulo: 25 Hz con ajuste individual de la intensidad; duración 30 min; conjuntamente con cinesiterapia; músculos estimulados: supraespinoso, infraespinoso, romboides, deltoides, serrato mayor, trapecio, tríceps y bíceps braquial.

La evaluación clínica permitió ponderar las variables indicadoras de su evolución registradas al inicio, cada 10 sesiones de tratamiento, con un resumen al mes y luego de 3 meses de concluidas las terapias.

Se practicaron estudios imagenológicos y neurofisiológicos, al inicio y final del tratamiento. La subluxación escapulo humeral (SEH) se clasificó (ausente, moderada (< de 7 mm) o severa (> de 7 mm) se utilizaron criterios radiológicos de Prevost y Arsenault (distancia del centro de la cabeza humeral al centro de la cavidad glenoidea).

La calificación de los instrumentos se cuantifica como sigue:

• Grado de severidad del dolor de hombro modificado (al añadirse el grado 4):

Se evalúa el dolor basal, durante el movimiento activo<sup>(10,11)</sup> con 5 grados:

- 0 (severo, dolor en reposo y limitación en todos los movimientos).
- 1 (moderado, dolor y limitación intensificados con el movimiento).
- 2 (ligero con movilizaciones activas, sin limitación articular).
- 3 (casi normal, dolor / limitación a movimientos resistidos).
- 4 (sin dolor ni limitación).

• Grado de espasticidad: acorde a la Escala de Ashworth Modificada (MAS) (grados 0-4).<sup>(12,13,14)</sup>

- Evaluación muscular: según *Medical Research Council (MRC)*,<sup>(15,16)</sup> contempla la fuerza muscular desde ausencia de contracción (grado 0) hasta fuerza muscular normal (grado 5).
- Evaluación articular: amplitud medida por goniometría, contempla la funcionalidad activa del movimiento. Consideramos:
  - Hombro no funcional: flexión activa menor de 90° y abducción menor de 75°.
  - Hombro funcional: con  $\geq 90^\circ$  de flexión y  $\geq 75^\circ$  o más de abducción activa.<sup>(17)</sup>
  - Respuesta terapéutica: definida en relación a la evolución y resultados finales de la terapia:
    - Satisfactorio: pacientes que disminuyeron el dolor del hombro (grado 3 o 4), se logró la funcionalidad y disminución de espasticidad inicial a grado 0 - 1.
    - No satisfactorio: pacientes que finalizaron el tratamiento sin modificaciones evolutivas, no se logró la funcionalidad y la espasticidad grado 3 o 4.
    - Grado de satisfacción: escala tipo Likert de 10 puntos desde 1 (nada) hasta 10 (mucho) define la percepción de satisfacción con el grado de mejoría y aceptación del exoesqueleto.

Se empleó al final del tratamiento y luego de 3 meses de concluido.<sup>(17)</sup>

Los niveles de significación estadística fueron obtenidos luego de procesar los resultados con un 95 % de confiabilidad al ser comparados entre la admisión y tercer mes de tratamiento, se empleó el paquete Statgraphics Centurion XV.1 y como criterios de comparación las pruebas de Mann-Whitney U-Test, Chi-Square y Fisher's Exact Tests (fig.1).



**Fig 1-** (a) Exoesqueleto para rehabilitación del miembro superior. (b) Paciente durante la ejecución de movimiento de abducción.

## Resultados

En el estudio predominaron los hombres 9 (56,2 %), el déficit motor izquierdo y los mayores de 60 años con 11 (68,7 %) para una edad media de 62,5. Prevalció el tiempo de evolución inferior al año; en el grupo estudio un 62,5 % por debajo de los 6 meses, pero 3 investigados fueron los de mayor antigüedad: 1 (12,5 %) con 7 meses y 2 (25 %) por encima del año de evolución (14 meses) a diferencia del control donde el 75 % (6 pacientes) estaban en momentos óptimos de recuperación funcional (1- 3 meses).

Se muestran los resultados en las tablas 1 y 2 de ambos grupos una vez concluida la evaluación.

La tabla 1 refleja que entre las 20- 30 sesiones de entrenamiento robótico se anuló el dolor y las limitaciones de movilidad en todos los sujetos (grado 4), con incremento en la fuerza muscular. Se excluye al paciente R5, sin modificaciones en los valores del MRC = 2, asociado a la cronicidad (14 meses) y SEH severa. El tono muscular mejoró finalizado en 4 pacientes con hipertensión ligera. Prevalció la aceptación en los 8 usuarios del robot que coincidieron puntajes máximos entre 9 y 10 (tabla 1).

**Tabla 1** - Resultados de los índices evaluativos en pacientes atendidos con terapia robótica

Paciente	Grado de Severidad dolor <sup>1</sup>		MRC <sup>2</sup>		MAS <sup>3</sup>		GMA <sup>4</sup>		Grado de satisfacción <sup>5</sup>
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
R1	2	4 (20 sesiones)	2	4+	1	0	Funcional	Funcional	10
R2	1	4 (20 sesiones)	0	4+	Flácida	0	No funcional	Funcional	10
R3	0	4 (20 sesiones)	1	4+	0	0	No funcional	Funcional	10
R4	1	4 30 sesiones)	1	3	2	1	No funcional	Funcional	9
R5	2	4 20 sesiones)	2	2	1	1	No funcional	Funcional	9
R6	2	4 (20 sesiones)	2	4	1	1	No funcional	Funcional	10
R7	1	4 (30 sesiones)	3	4	2	1	No funcional	Funcional	9
R8	1	4 20 sesiones)	2	4	0	0	No funcional	Funcional	10

<sup>1</sup>Grado de severidad del dolor del hombro.

<sup>2</sup>Escala MRC (*Medical Research Council*, por sus siglas en inglés)

<sup>3</sup>Escala modificada de Ashworth.

<sup>4</sup>Grado de funcionalidad activa del movimiento del hombro.

<sup>5</sup>Grado de satisfacción.

La TENS mostró buenos resultados, finalizaron sin dolor 4 pacientes; el grado 1 y 2 de severidad permaneció en 2 casos. La espasticidad no se presentó en uno de los investigados; de cinco individuos admitidos con grados discretos, tres disminuyeron el tono en un grado y otro no sufrió cambios. De los tres casos restantes dos desarrollaron o mantuvieron espasticidad significativa (grado 3).

Según el MRC 2 pacientes con dolor e hipertensión reducidos mejoraron el balance muscular (grado 4), sumados al caso T1 con este grado desde el principio. Los niveles de recuperación del resto del grupo fueron más discretos (tabla 2).

**Tabla 2-** Resultados de los índices evaluativos en pacientes atendidos con TENS

Paciente	Grado de Severidad dolor <sup>1</sup>		MRC <sup>2</sup>		MAS <sup>3</sup>		GMA <sup>4</sup>		Grado de satisfacción <sup>5</sup>
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
T1	2	4	4	4	0	0	Funcional	Funcional	9
T2	1	4	2	4	1	0	Funcional	Funcional	10
T3	0	4	2	4	1	1	Funcional	Funcional	7
T4	1	4	1	3	2	1	No funcional	Funcional	8
T5	2	3	2	3	1	1	No funcional	No funcional	5
T6	2	2	1	2	3	3	No funcional	No funcional	3
T7	1	3	1	3	2	1	No funcional	Funcional	7
T8	1	2	0	2	2	3	No funcional	No funcional	5

Las tablas 1 y 2 muestran las principales características clínicas de los pacientes. Al comparar el dolor de hombro inicial en los 2 grupos vemos que en el de intervención un sujeto presentaba un grado 0 o severo; el 50 % de la casuística (4 casos) registraron dolor moderado (grado 1) y 3 un grado 2; Los incluidos para electroterapia presentaban menos gradaciones del dolor (1 paciente con grado severo y otro moderado). La evaluación muscular fue similar (notas inferiores a 2); en el grupo B un sujeto presentaba fuerza muscular buena (grado 4).

Para la inclusión constatamos espasticidad de diferentes grados en 13 sujetos, no se comprobó en 3 hemipléjicos, 2 del grupo estudio y 1 del control. Presentaron hombro no funcional 12 pacientes que representó el 75 % de la muestra, 7 del grupo A.

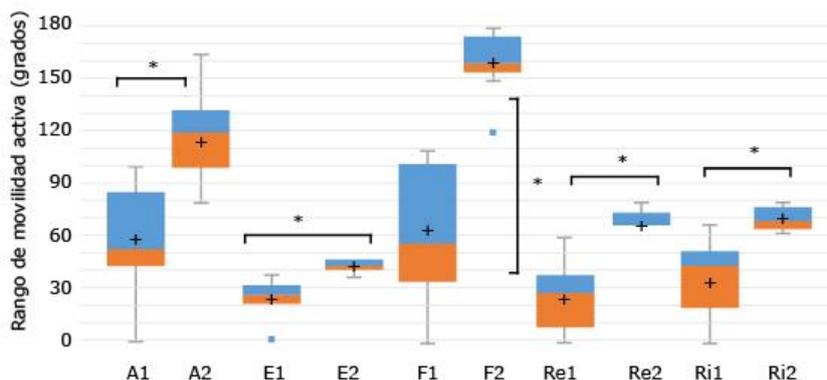
Se muestra un resumen estadístico entre la admisión y fin de la intervención de ambos grupos, así como la diferencia estadística entre ellos en términos de severidad del dolor, tono muscular y espasticidad al inicio y fin de ambos tratamientos.

**Tabla 3 -** Resumen estadístico de ambos grupos entre la admisión y fin del tratamiento

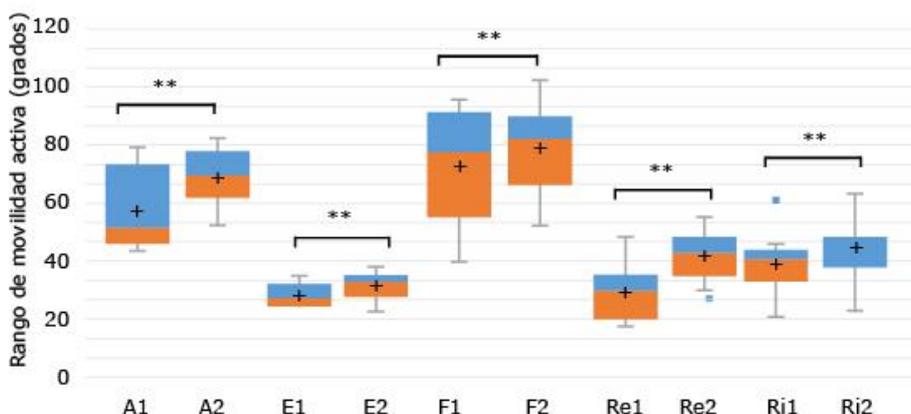
Índice	Terapia robótica (n = 8)			Grupo de Control (n = 8)			Entre grupos
	Admisión	Final	p- value	Admisión	Final	p- value	p- value
Severidad dolor	1 ± 0,7	0,00	0,0006*	2 ± 0,99	3 ± 0,88	0,02*	0,003*
MRC	1 ± 0,9	4 ± 0,7	0,01*	2 ± 1,18	3 ± 0,83	0,02*	0,08
MAS	1 ± 0,75	0 ± 0,8	0,02*	1 ± 0,92	1 ± 1,16	0,54	0,02*

\*Significación estadística.

En cuanto a los rangos de movilidad articular las figuras 2 y 3 muestran los cambios entre la admisión y fin del tratamiento en ambos grupos.



**Fig. 2** - Rangos de movilidad activa inicial y final en pacientes atendidos con terapia robótica (A1-A2 Abducción admisión y fin, E1-E2-Extensión admisión y fin, F1-F2-flexión admisión y fin, Re1-Re2-Rotación externa admisión y fin, Ri1-Ri2-rotación interna admisión y fin; \*  $p < 0,05$ ; con significación estadística.



**Fig. 3** - Rangos de movilidad activa inicial y final en pacientes tratados con TENS y cinesiterapia ((A1-A2 Abducción admisión y fin, E1-E2-Extensión admisión y fin, F1-F2-flexión admisión y fin, Re1-Re2-Rotación externa admisión y fin, Ri1-Ri2-rotación interna admisión y fin, \*\*  $p > 0,05$ ; sin significación estadística.

Se presenta un resumen de la amplitud del rango de movilidad articular previo al estudio y con posterioridad a este en ambos grupos de terapia. Se incluyen la significación estadística del cambio hacia el interior de ambos grupos y entre ambos grupos (tabla 4).

**Tabla 4** - Rangos de movilidad articular (ROM) observados en los grupos experimental y de control después de la intervención

Movimiento	Terapia robótica (n = 8)			Grupo de control (n = 8)			Entre grupos
	Admisión	Final	p - value	Admisión	Final	p - value	p - value
Flexión	62,5 ± 39,5	160 ± 19	0.00002*	72 ± 20,7	86 ± 16,5	0,2	0,0008*
Extensión	23,2 ± 11	41,6 ± 3,5	0.0004*	28 ± 4,4	33 ± 5,17	0,07	0,004*
Abducción	57,5 ± 33	118,7 ± 26	0.004*	59,3 ± 14,7	71,8 ± 10,6	0,07	0,02*
Rot.int	37,6 ± 23	78,3 ± 7	0.0002*	38 ± 11,5	46 ± 11,5	0,14	0,008*
Rot. ext.	26 ± 20	75,2 ± 11	0.00002*	31 ± 10,3	41 ± 8,4	0,07	0,001*

Rot. int: rotación interna. Rot. ext: rotación externa.

\*significación estadística.

El análisis de las figuras 2 y 3 evidenció un incremento sostenido y significativo de los rangos óptimos funcionales conseguidos con el robot, se alcanzó los valores de la escala MAS = 2. En el grupo B (figura 3) la mejoría fue menos discreta y sin significación estadística. Se alcanzó la funcionalidad en 3 pacientes.

Se produjeron respuestas terapéuticas tangibles y satisfactorias en el 75 % de la casuística estudiada (12) incluyendo los 8 (100 %) integrantes del grupo estudio. En el grupo B la respuesta terapéutica fue (no satisfactoria en un 25 %), constatada en 4 investigados; en un paciente no fue posible modificar el tono muscular y en 3 no se alcanzó la funcionalidad en dos de los cuales se presentó espasticidad grado 3.

## Discusión

Arango Maury y otros,<sup>(18)</sup> en su revisión sistemática sobre la eficacia de la rehabilitación robótica *versus* convencional para la recuperación funcional y motora *pos stroke* referían limitaciones por: escasez de estudios existentes; no estandarización de dispositivos, ni tiempo estipulado de tratamiento para evaluar los efectos a corto y largo plazo, al ser un tema de innovación tecnológica, aún hay mucha discusión y controversia en cuanto a la eficacia como monoterapia o en combinación con la fisioterapia convencional.

El análisis inicial precedente evidenció la heterogeneidad de respuestas a los instrumentos evaluativos. La prevalencia de accidente cerebrovascular es más frecuente a partir de los 55 años y su riesgo aumenta proporcionalmente con la edad.<sup>(9)</sup> Concordamos, pues se observó predominio en mayores de 60 años.

Uno de los aspectos más importantes para el pronóstico rehabilitador es el tiempo de evolución. Los usuarios de la terapia robótica, comparativamente, contaban durante la admisión con una más larga evolución luego del ictus; sin embargo, la influencia de este factor negativo pudo ser minimizada, se obtuvo promisorios índices de rehabilitación.

Varias investigaciones han asociado la aparición del HDH con la espasticidad, es posible entonces postular la hipótesis que, al controlar la espasticidad pueden mejorar los índices de rehabilitación del HDH. Nos resulta claro que, coincidentemente, al disminuir el dolor del hombro como consecuencia de la contención y disminución del tono muscular se facilitó una más rápida y efectiva recuperación del movimiento articular,<sup>(19,20,21)</sup> con arreglo a los criterios

establecidos en este estudio, más evidentes con la robótica, con incrementos estadísticamente significativos. ( $p = 0,00062$ ).

De forma general, esta recuperación muscular está relacionada en mayor medida con los pacientes que alcanzaron los mayores incrementos del rango de movilidad articular activa, como sugieren otros autores.<sup>(21,22)</sup>

En la práctica clínica el uso de TENS no está generalizado como terapia excitomotriz en el HDH pero si disminuye la hipertonia por mecanismos de acción no confirmados; se presupone que estimula las fibras gruesas aferentes inervadas por mecanorreceptores que potencia la inhibición pre sináptica medular<sup>(19,23)</sup> estudios clínicos sostienen que aplicada después de una ECV mejora en gran medida la función motora, el rendimiento en las actividades de la vida diaria y reduce la espasticidad a largo plazo, concordamos parcialmente con este criterio al comparar los resultados de ambos grupos

Los autores de este estudio catalogan de interesante la muy satisfactoria recuperación del paciente (R2) con flacidez inicial de 4 semanas de duración.

El dolor a la sollicitación activa representa en la mayoría de los casos una lesión de los tejidos blandos.<sup>(24)</sup> Como parte de la evaluación fisiátrica integral realizamos las mediciones del recorrido pasivo articular y aunque no fueron objeto de análisis del estudio, se confirmaron ganancias en los rangos del movimiento de extensión, pero sin modificaciones importantes en la rotación interna ni externa.

El exoesqueleto ha mostrado efectividad en la ganancia del movimiento articular, y puede desempeñar un rol significativo en la recuperación motora resultante de la rehabilitación, concebida como uno de los componentes más importantes en la atención del paciente sobreviviente al ictus, y puede catalogarse como muy promisorio ( $p < 0,0014$ ).

Por las respuestas obtenidas del grado de satisfacción, se puede afirmar que la robótica pasiva elevó el nivel de motivación de los participantes reforzando el compromiso en el entrenamiento.

Se debe destacar que este estudio piloto y preliminar, acorde a los datos obtenidos, permite catalogar como positivos sus resultados, independientemente de la heterogeneidad de las respuestas iniciales a las herramientas evaluativas y lo más importante es, su sostenibilidad en el tiempo, que apunta hacia una potencialidad del método propuesto en la atención del hombro doloroso del paciente hemipléjico.

Se concluye que en ambas terapias y en diferente medida, mostraron efectividad en el tratamiento del HDH sustentadas en minimizar la espasticidad y por consiguiente el dolor, resultó una mayor funcionalidad. Desde la perspectiva, la terapia robótica disminuye la espasticidad con resultados funcionales mejorados, se aumenta el uso de la extremidad afectada y posiblemente previene complicaciones, dada sus posibilidades de individualizar la progresión de la intensidad del entrenamiento en el hombro, con movimientos anti-gravitatorios precisos y repetitivos. En la estimulación eléctrica transcutánea, los mejores índices de rehabilitación están asociados con la disminución del tono muscular por la vía de la inhibición recíproca.

## Referencias bibliográficas

1. Artech Prior M, Peña Sánchez M, Fernández Concepción O, González García S, Mendoza Álvarez SF, Rodríguez Palacios R. Relación de las deficiencias físicas con la calidad de vida de pacientes pos ictus isquémico. *Rev Cuban Neurol y Neurocir.* 2018 [acceso 12/09/20220];8(2):1-15. Disponible en: <http://www.ecimed.sld.cu>
2. Vasu S, Guada L, Yavagal DR. Global Epidemiology of Stroke and Access to Acute Ischemic Stroke Interventions. *Neurology.* 2021;97(20 Supplement 2):S6-S16. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000012781>
3. Ministerio de Salud Pública. Anuario Provincial Estadístico de Salud. Edición 2020. [acceso 12/09/20220]. Santiago de Cuba. Disponible en: <http://www.sld.cu/sitios/dne/>
4. Lamas Sayáns S. Revisión sistemática sobre el empleo de robots en la rehabilitación del miembro superior tras un accidente cerebrovascular. Tesis de Grado en Fisioterapia. Universidad de Coruña. 2015 [acceso 14/07/2020]. Disponible en <http://hdl.handle.net/2183/15145>
5. Lombillo Laferté LM, Martínez Segón S, Serra Valdés Y, Rodríguez Mutuberría L. Complicaciones en pacientes hemipléjicos por ictus. *Rev. Cuban Medic.* 2014 [acceso 12/09/20220];53(2):134-43. Disponible en: <https://revmedicina.sld.cu>
6. Lauretti C, Cordella F, Ciancio AL, Trigili E, Catalan JM, Badesa FJ, *et al.* Learning by Demonstration for Motion Planning of Upper-Limb Exoskeletons. *Frontiers in neurorobotics.* 2018;12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnbot.2018.00005>.
7. Masashi H, Matsubara T, Noda T, Teramae T, Morimoto J. Learning assistive strategies for exoskeleton robots from user-robot physical interaction. *Pattern Recognition Letters.* 2017:67-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2017.04.007>
8. Veerbeek J, Langbroek-Amersfoort A, Van Wegen E, Meskers C, Kwakkel G. Effects of robot-assisted therapy for the upper limb after Stroke: A systematic review and meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair.* 2017;31(2):107-21. DOI: <https://doi.org/10.1177/154596831666695>
9. Rodríguez Serrezuela R; Torres Quezada M, Hernández Zayas M, Montoya Pedrón A, Milanés Hermosilla D, Sagaro Zamora R. Robotic therapy for the hemiplegic shoulder pain: a pilot study. *J Neuroeng Rehabilitation.* 2020;17:54. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00674-6>
10. Amelia ES, Ioannou A, Gail C, Levy C, Brady M, Morton S, *et al.* Properties of Pain Assessment Tools for Use in People living with Stroke: systematic review. *Frontiers in Neurology.* 2020;11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00792>.
11. Fernández M, Carmona M, Gnanakumar V, Meyer M, Foley N, Teasell R. Hombro doloroso hemipléjico en pacientes con ictus: causas y manejo. *Sociedad Española de Neurología. Neurología.* 2012 [acceso 12/09/20220];27(4):234-44. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org>
12. Belgin PB. Spasticity Measurement. *Noro Psikiyats Ars.* 2018;55(Supplement 1): S49-S53. DOI: <https://doi.org/10.29399/npa.2339>
13. Roldan A, Henríquez M, Iturricastillo A, Castillo D, Yanci J, Reina R. To What Degree Does Limb Spasticity Affect Motor Performance in Para-Footballers with Cerebral Palsy? *Front. Physiol.* 2022;12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.807853>.

14. Lee Ya- Y, Lin KC, Wu Ching Y, Hsieh Yu-W, Chih-Kuang C. Effects of combining robot-assisted therapy with neuromuscular electrical stimulation on motor impairment, motor and daily function, and quality of life in patients with chronic stroke: a double-blinded randomized controlled trial. *J NeuroEng Rehabilitation*. 2015;12:96 DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-015-0088-3>
15. Dohle C, Rykman A; Chang J, Volpe B. Pilot study of a robotic protocol to treat shoulder subluxation in patients with chronic stroke. *J NeuroEng Rehabilitation*. 2013;10:88. DOI: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-88>
16. Coscia M, Wessel M, Ujwal C, Millan J, Micera S, Guggisberg A, *et al.* Neurotechnology-aided interventions for upper limb motor rehabilitation in severe chronic stroke. *Brain*. 2019;142(8):2182-97. DOI: <https://doi.org/10.1093/brain/awz181>.
17. Abdullah HA, Cole T, Lambert C, Barreca S, O'Allen B. Results of clinicians using a therapeutic robotic system in an inpatient stroke rehabilitation unit. *J NeuroEng Rehabilitation*. 2011;8:50. DOI: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-8-50>
18. Arango M, Bornacelly Márquez JD, Latorre Pinto MJ, Uribe Navas AM. Revisión sistemática sobre la eficacia de la rehabilitación robótica en comparación con rehabilitación fisioterapéutica convencional para la recuperación funcional y motora en pacientes con accidente cerebrovascular. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. 2019 [acceso 12/09/2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10584/9093>
19. Ramos-Valero AB, Meseguer H. Tratamientos fisioterápicos para pacientes con hombro doloroso tras un accidente cerebrovascular. Revisión sistemática. *Rev. Española Fisioterapia* 2013;35(5):214-23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ft.2013.01.005>
20. Cerasa A, Pignolo L, Gramigna V, Serra S, Olivadese G, Rocca F, *et al.* Exoskeleton-Robot Assisted Therapy in Stroke Patients: A Lesion Mapping Study. *Frontiers in Neuroinformatics*. 2018;12. DOI: <https://doi.org/10.3389/fninf.2018.00044>.
21. Bucelli S, Tessari F, Fanin F, De Guglielmo L, Capitta G, Piezzo C, *et al.* A Gravity-Compensated Upper-Limb Exoskeleton for Functional Rehabilitation of the Shoulder Complex *Appl Sci*. 2022;12. DOI: <https://doi.org/10.3390/app12073364>.
22. Toigo M, Flück M, Riener R, Klamroth-Marganska, V. Robot-assisted assessment of muscle strength. *J NeuroEng Rehabilitation*. 2017;14:103. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0314-2>
23. Noa Pelier BY, Vila García JM. Estimulación eléctrica funcional en el miembro superior de pacientes hemipléjicos después de sufrir una enfermedad cerebrovascular. *Rev Cuban Med Fís Rehabilitación* 2019 [acceso 14/07/2020];11(1):e362 [https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es_ES)
24. Torres Parada M. Hombro doloroso post-ictus: estudio epidemiológico en el área sanitaria del Complejo Hospitalario Universitario de la Coruña. *Fisioterapia*. 2019. Tesis doctoral. UDC – 2019.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### Contribuciones de los autores

*Conceptualización:* Marcia Sandra Hernández Zayas, Roberto Sagaró Zamora.

*Curación de datos:* Roberto Sagaró Zamora, Jorge Bonzon Regalado, Marcia Sandra Hernández Zayas, Orlando Argote Chacón.

*Análisis formal:* Roberto Sagaró Zamora, Jorge Bonzon Regalado, Marcia Sandra Hernández Zayas.

*Investigación:* Marcia Sandra Hernández Zayas, Roberto Sagaró Zamora.

*Metodología:* Marcia Sandra Hernández Zayas, Roberto Sagaró Zamora.

*Administración del proyecto:* Marcia Sandra Hernández Zayas, Roberto Sagaró Zamora.

*Software:* Mauricio Torres Quezada, Ruthber Rodríguez Serrezuela, Daily Milanés Herмосilla, Jorge Bonzon Regalado.

*Supervisión:* Marcia Sandra Hernández Zayas, Roberto Sagaró Zamora.

*Validación:* Marcia Sandra Hernández Zayas, Roberto Sagaró Zamora.

*Visualización:* Marcia Sandra Hernández Zayas, Roberto Sagaró Zamora.

*Redacción del borrador original:* Marcia Sandra Hernández Zayas, Roberto Sagaró Zamora, Jorge Bonzon Regalado.

*Redacción, revisión y edición:* Marcia Sandra Hernández Zayas, Roberto Sagaró Zamora, Jorge Bonzon Regalado, Ruthber Rodríguez Serrezuela, Mauricio Torres Quezada, Daily Milanés Herмосilla, Orlando Argote Chacón.

.