




Artículo original

## Efecto de la aplicación del Armeo Spring para el aumento de la amplitud articular de miembros superiores

*Effect of the use of the Armeo Spring in increasing the articulate amplitude of the superior limbs*

Tania Francia González<sup>1</sup>   
Jenny Nodarse<sup>1</sup>  
Maydané Torres Aguilar<sup>1</sup>  
Odalys Boys Lam<sup>1</sup>  
Estela Quesada Rodríguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN). La Habana, Cuba.

Recibido: 19/11/2021  
Aceptado: 24/2/2022

### RESUMEN

**Introducción:** En los últimos años se han desarrollado nuevas tecnologías encaminadas al apoyo de la rehabilitación de los miembros superiores para el logro de una mayor y más rápida recuperación de funciones perdidas en pacientes con secuelas de accidente vascular encefálico. Dentro de estas se encuentra el uso de sistemas robóticos que han demostrado ser una herramienta eficaz para este fin.

**Métodos:** Se estudiaron 42 pacientes con hemiparesia como secuela de accidente vascular encefálico, con una edad promedio de 47,2 años, a los que se le aplicó tratamiento con uso del Armeo Spring tres veces a la semana por espacio de 45 minutos, combinado con la terapia convencional. Como protocolo de evaluación se utilizó la medición goniométrica de las articulaciones y la aplicación de la prueba estadística de Wilcoxon para muestras pareadas.

**Resultados:** El análisis de los resultados permitió apreciar el grado de mejoría de la muestra objeto de estudio.

**Conclusiones:** Se apreció una mejoría significativa en la amplitud articular de los miembros superiores después de empleado el Armeo Spring en el proceso de rehabilitación, lo que permitió una mayor funcionalidad de los mismos.

**Palabras clave:** Armeo Spring; amplitud articular; miembros superiores; accidente vascular encefálico.



## ABSTRACT

**Introduction:** In recent years, new technologies have been developed aimed at supporting the rehabilitation of the upper limbs to achieve greater and faster recovery of lost functions in patients with sequelae of cerebrovascular accident. Among these is the use of robotic systems that have proven to be an effective tool for this purpose.

**Methods:** 42 patients with hemiparesis as a sequela of cerebrovascular accident were studied, with an average age of 47.2 years, who received treatment with the use of the Armeo Spring three times a week for 45 minutes, combined with conventional therapy. The evaluation protocol used was the goniometric measurement of the joints and the application of the Wilcoxon Matched Pairs test.

**Results:** The analysis of the results allowed to appreciate the degree of improvement of the sample under study.

**Conclusions:** A significant improvement in the joint width of the upper limbs was observed after using the Armeo Spring in the rehabilitation process, which allowed a greater functionality of the same.

**Key words:** Armeo Spring; articulate amplitude; superior limbs; cerebrovascular accidents.

## Introducción

El accidente vascular encefálico, representa la tercera causa de muerte a nivel mundial y constituye la primera causa de discapacidad funcional en el adulto. Dentro de las secuelas que aparecen después de un evento de este tipo se encuentran la alteración del tono muscular, la amplitud articular, la movilidad, entre otras. En el caso de pacientes mayores de 65 años se ha encontrado que 6 meses después de presentar el evento, el 26 % son dependientes en actividades de la vida diaria y el 46 % presentan déficits cognitivos.

Para disminuir estos efectos se realizan acciones encaminadas al mejoramiento de las funciones perdidas y la calidad de vida de las personas que los padecen. El proceso de rehabilitación con sus diversos métodos, y procedimientos, ha demostrado ser efectivo, si se hace con prontitud luego de ocurrido un accidente vascular encefálico. Con el devenir de los años, y acorde con el desarrollo científico tecnológico, se han incorporado nuevas técnicas al proceso con el fin de aumentar la calidad del mismo y minimizar el tiempo de recuperación.

Existen varios tipos de rehabilitación: física, sensorial, cognitiva, musicoterapia, práctica mental y rehabilitación virtual. Todas estimulan diferentes funciones mentales necesarias para la realización de secuencias motoras complejas y la combinación de algunas resulta ventajosa para los pacientes.

Los ambientes virtuales han servido como medio para la realización de ejercicios de rehabilitación.<sup>1</sup> Dichos ambientes son escenarios gráficos en los cuales el usuario interactúa en tiempo real



ISSN: 1995-9427RNPS: 2162

<http://revcimeq.sld.cu/index.php/imq>

Vol. 14 No. 2 | 2022



haciendo uso de dispositivos sensoriales para visión, audición y propiocepción.<sup>2</sup> El empleo de la terapia robótica es de mucha utilidad para la rehabilitación de miembros superiores.

Los sistemas robóticos para la rehabilitación de miembros superiores varían en función de consideraciones técnicas, del segmento del brazo que se entrene o incluso sobre la base de los diferentes modelos de rehabilitación en que se apoye el sistema, entre otros. Así pues, se han publicado distintos estudios clínicos con robots para el trabajo proximal del miembro superior, para el trabajo distal, para el abordaje global o destinados al entrenamiento bilateral, entre otros. A nivel técnico, según el movimiento que se entrene y la forma de dirigir la trayectoria, es posible distinguir entre sistemas «exoesqueléticos», que engloban y dirigen de forma completa el miembro superior, y dispositivos tipo «efector final», que controlan distalmente el movimiento, dejando libre la organización global del miembro. Finalmente, según el tipo de asistencia al movimiento que proporcionan, se han diseñado robots de movilización pasiva y los sistemas para movilización activa.<sup>3</sup>

El Armeo Spring es un dispositivo destinado a la recuperación motora del miembro superior, trabaja en tres dimensiones y consta de un soporte superior para el brazo, un soporte inferior para el antebrazo y una empuñadura sensible a la presión.<sup>4</sup> La longitud de cada módulo es ajustable para alinear el exoesqueleto con las articulaciones del brazo. Un programa informático interactivo controla el dispositivo y aporta retroalimentación visual a través de una pantalla.<sup>5</sup>

El equipo brinda información cuantitativa referida a: un informe general que registra horas de entrenamiento, sesiones de entrenamiento, pacientes entrenados y número de ejecuciones de cada ejercicio. También se almacena un informe específico con el tiempo de entrenamiento por paciente, número de sesiones por paciente, alcance del paciente: refleja el área y los planos que el paciente ha cubierto en el ejercicio en relación con el espacio de trabajo evaluado (los valores se muestran del 0 al 100%, cuanto mayor sea el valor, mayor será el área cubierta durante el ejercicio), soporte de peso y los valores de calidad (fácil, intermedio y difícil) en la realización de cada ejercicio y en cada segmento trabajado.

En el Centro Internacional de Restauración Neurológica se han incorporado una serie de sistemas robóticos para la rehabilitación de pacientes con secuelas de afecciones neurológicas, que combinados con la terapia tradicional han venido dando resultados halagüeños en las diferentes áreas de rehabilitación.

Nos ocupa la utilización del Armeo Spring para el aumento de la amplitud articular de miembros superiores.

## Métodos

Se seleccionó una muestra de manera intencional de 42 pacientes, compuesta por 15 pacientes del sexo femenino y 27 del sexo masculino, con un promedio de edad de 47,2 años. Todos los sujetos investigados presentaban como secuela de un accidente vascular encefálico, hemiparesia como defecto motor, disminución en la amplitud articular y un tiempo de evolución de la entidad de 6 meses a 5 años.

Se le aplicó a toda la muestra el programa convencional de defectología, con una frecuencia de una hora diaria en un período de dos ciclos de tratamiento (8 semanas) y tratamiento con uso del Armeo Spring (Fig. 1) tres veces a la semana por espacio de 45 minutos.



**Fig. 1.** Armeo Spring.

Se realizaron pruebas goniométricas iniciales y finales en el laboratorio de evaluación psicomotriz (L.E.I.S), referidas a los movimientos del hombro y codo, además del evaluador del propio sistema computarizado.

Se analizaron los resultados determinando la media de mejoría en cada variable controlada y se utilizó la prueba de muestras pareadas de Wilcoxon para determinar el grado de significación de los resultados finales en cada articulación.

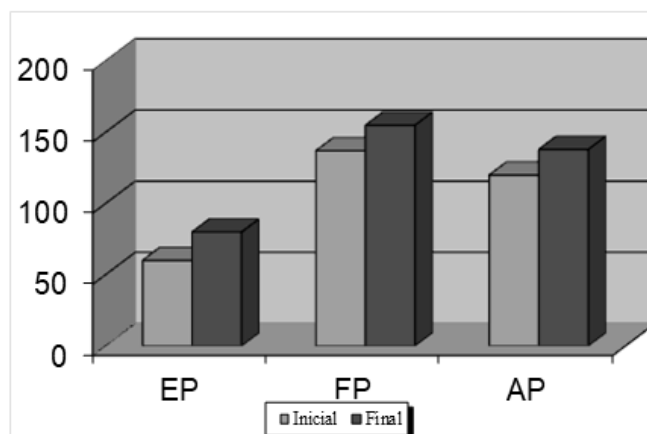
## Resultados

En la muestra estudiada todos presentaban disminución en la amplitud articular pasiva y activa de cada variable controlada.

En la figura 2 se observan los resultados de la medición obtenidos en los movimientos pasivos de extensión, flexión y abducción de hombro; se aprecia una mejoría en todas las variables y un



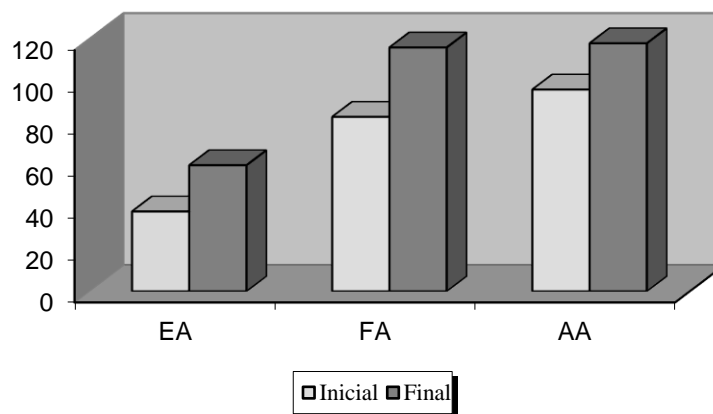
aumento como promedio en cada caso de más de 20 grados aproximadamente. Observándose las mayores dificultades en los movimientos de extensión.



EP: extensión pasiva, FP: flexión pasiva, AP: abducción pasiva.

**Fig. 2.** Media de movimientos pasivos del hombro al inicio y final del tratamiento.

En cuanto al promedio de amplitud articular activa de cada variable, se observaron las mayores dificultades también en la extensión. Aumentó el grado en todas las variables controladas (Fig. 3).

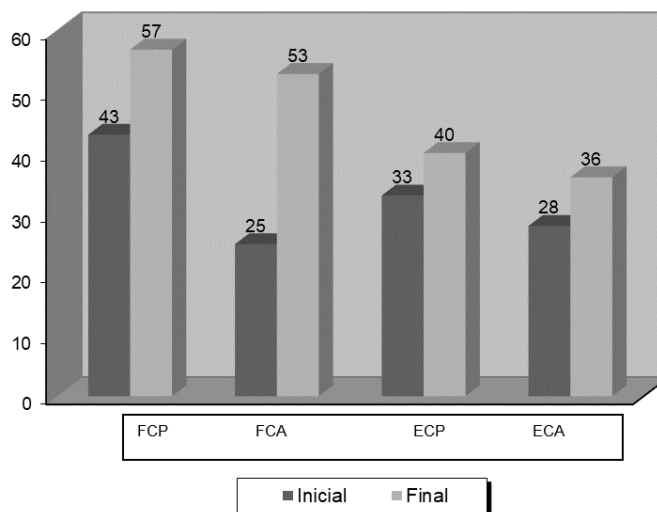


EA: extensión activa, FA: flexión activa, AA: abducción activa.

**Fig. 3.** Movimientos activos del hombro.



En la articulación del codo, en la flexión se observaron mejores promedios en las evaluaciones finales, fundamentalmente en los movimientos activos en tanto la mayor afectación estuvo en la variable extensión. (Figura 4). FCP: flexión codo pasiva, FCA: flexión codo activa, ECP: extensión codo pasiva, ECA: extensión codo activa



FCP: flexión codo pasiva, FCA: flexión codo activa, ECP: extensión codo pasiva, ECA: extensión codo activa.

**Fig. 4.** Media de los movimientos del codo al inicio y final del tratamiento.

Al aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon se obtuvo un grado de significación final menor a 0.005, para todas las comparaciones analizadas, lo que nos hace deducir la positividad de la terapia aplicada a los pacientes (Tabla1).

**Tabla 1.** Resultados de la prueba de muestras pareadas de Wilcoxon

Par de variables	n	t	Z	p
EHPI & EHPF	42	0,00	3,621365	,000354
FHPI & FHPF	42	0,00	3,823007	,000122
AHPI & AHPF	42	0,00	3,092075	,000345
EHAI & EHAF	42	0,00	3,919930	,000078
FHAI & FHAF	42	0,00	3,823007	,000123
AHAI & AHAF	42	0,00	3,919930	,000097
ECAI & ECAF	42	0,00	3,919930	,000034
FCAI & FCAF	42	0,00	3,919930	,000034



## Discusión

La terapia combinada aplicada con el empleo del Armeo Spring tuvo un efecto favorable en los pacientes, lo cual se puede comprobar una vez realizado el análisis de los resultados de las pruebas aplicadas. Estos efectos se revierten en un mejor desempeño en la ejecución de actividades prefuncionales y funcionales, y de la vida diaria.

Es un hecho aceptado por todos que la rehabilitación física en sentido general, ejerce un efecto modulador sobre las propiedades plásticas del sistema nervioso; y que la utilización de determinadas técnicas puede en algunos pacientes reportar beneficios adicionales a la terapia convencional.<sup>6</sup>

Es posible que la práctica de determinados movimientos con el uso de estas técnicas novedosas, induzca cambios plásticos a corto plazo. Estos elementos constituyen evidencias sobre el efecto modulador de la rehabilitación física en la recuperación de la función motora.<sup>7</sup>

Cuando ocurre un accidente vascular encefálico uno de los segmentos más afectados en la ejecución de los movimientos es el miembro superior, comprometiéndose en gran medida: los movimientos en cada articulación del mismo, la fuerza y el tono muscular.

La recuperación de las funciones perdidas o disminuidas, es variable en cada paciente, aunque suele suceder, en ocasiones, que los pacientes sometidos a terapia física después de un corto período de tiempo de padecer el accidente vascular encefálico tienden a tener una recuperación más rápida.

La amplitud articular del hombro es una de las secuelas que con más frecuencia observamos en nuestros servicios. El grado de afección del hombro no corresponde al grado de evolución ni de recuperación de la lesión estática. Su participación en las diferentes etapas de evolución no es uniforme y su presencia en los estadios de mejoría es variable. El grado de recuperación y su respuesta a la terapia también son impredecibles.<sup>8</sup> A pesar de esto observamos que durante la terapia realizada tanto la amplitud articular pasiva y activa del hombro fueron mejorando, siendo más evidente en la pasiva.

El resto de las articulaciones obtuvieron beneficios con la terapia; en el codo la flexión se vio más favorecida, mientras que la extensión mejoró, pero no con el mismo nivel. Esto pudo estar dado por el grado de espasticidad y las sinergias flexoras en la mayoría de los pacientes.

En sentido general, la terapia combinada del programa tradicional y el uso de nuevas tecnologías, en este caso el Armeo Spring, indujo una mejoría en la muestra utilizada, apareciendo evidencias de esto en otros aspectos no evaluados en esta investigación.

Una vez concluida la terapia se pudo constatar que el uso del Armeo Spring en combinación con la terapia convencional fue beneficiosa para el aumento de la amplitud articular del miembro superior en pacientes con secuelas de accidente vascular encefálico, lo que se tradujo en una mayor funcionalidad del miembro afecto.



## Referencias bibliográficas

1. Koenig S., Dunser A., Bartneck C., Dalrymple-Alford J., and Crucian G. "International conference on virtual rehabilitation (icvr)," in Development of Virtual Environments for Patient- Centered Rehabilitation, 2011.
2. Levin M., Sveistrup H., and Subramanian S. Feedback and virtual environments for motor learning and rehabilitation/Rétroaction et environnement virtuel pour l'apprentissage moteur et la rééducation, F. G. L. (Ed), Ed., 2010.
3. Duret, Christophea; Mazzoleni, Stefanoc. Armeo: rehabilitación del miembro superior tras DCA. Neurorehabilitación. 2017;41(1):5-15.
4. Yáñez-Sánchez A, Cuesta-Gómez A. Efectividad del dispositivo Armeo® en la rehabilitación del miembro superior en pacientes que han sufrido un ictus. REV NEUROL. 2020;70:93-102.
5. Perry BE, Evans EK, Stokic DS. Weight compensation characteristics of Armeo ® Spring exoskeleton: implications for clinical practice and research. J Neuroeng Rehabil. 2017;14:14.
6. Grafman J, Litvan I. Evidence for four forms of neuroplasticity. En: Grafman J, Christen Y Eds. Neuronal plasticity building a bridge from the laboratory to the clinic. Springer- Verlag. Berlin. 1999. Pp. 131-139.
7. Gómez Fernández L., Álvarez González E., Macías Betancourt R., Galvizu Sánchez R., Palmero R., Padilla Puentes E., Vizcay Y., Quesada Rodríguez E. Modificaciones en las proyecciones córtico-motoneuronales que van a la mano en pacientes que reciben rehabilitación intensiva. Rehabilitación (Madr). 2006;40(2):79-85.
8. Nodarse RJ, Torres AM, Francia GT, et al. Tratamiento defectológico para el aumento de la amplitud y movilidad articular de los movimientos del hombro en pacientes con secuelas de lesiones estáticas encefálicas. Rev Mex Neuroci. 2005;6(2):141-4.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.