

Efectividad de la terapia robótica Armeo spring en la funcionalidad de extremidad superior de niños con parálisis cerebral unilateral espástica inyectados con toxina botulínica. Ensayo clínico aleatorio de grupos paralelos, simple ciego

ANA ABURTO OJEDA¹, BELÉN QUIERO EBNER^{1,3},
LORENA LLORENTE DOBBS².

ABSTRACT

Effectiveness of Armeo spring robotic therapy on upper limb functionality in children with spastic unilateral cerebral palsy injected with botulinum toxin. Randomized clinical trial of parallel groups, single blind

Objective: To evaluate the effectiveness of the robotic therapy Armeo spring (AS) in comparison with Occupational Therapy (OT) to improve the functionality of the upper limb of children between 4-10 years of age with unilateral cerebral palsy (CP) and injected with botulinum toxin type A in Instituto Teletón Concepción-Chile. **Patients and Methods:** Randomised controlled clinical trial of parallel groups: conventional AS and OT. Twenty-three children classified with MACS I, II, III were randomised, twenty being analysed, corresponding to those who finished the intervention (10 from each group). Fifteen treatment sessions were carried out, three times per week. QUEST and ABILHAND-kids tests were applied at baseline (T1), post intervention (T2) and six-month follow-up (T3) by an Occupational Therapist who was unaware of the group assignment. **Results:** In both groups there are no significant differences in their subdimensions and total QUEST score, however in the OT group differences are observed between T1-T3 in the subdimensions dissociated movement, grip, weight bearing and total QUEST score. There are also differences between T2-T3 for dissociated movement, weight bearing, and total QUEST score. In the AS group there were differences between T1 - T2 in dissociated movement and total QUEST score, and between T1-T3 only in dissociated movement. In ABILHAND-kids, there were no differences between both groups, only in AS group, there were only significant differences in evaluation in T1-T3 and T2 -T3. **Discussion:** AS and OT robotic therapy can improve upper limb functionality in children with unilateral CP, not finding differences between both groups.

Key words: Daily Activities, Armeo Spring robotic therapy, Upper limb function, Unilateral cerebral palsy, Occupational therapy.

¹Terapeuta Ocupacional,
Instituto Teletón
Concepción.

²Médico Fisiatra,
Directora Instituto Teletón
Concepción.

³Docente Escuela de Terapia
Ocupacional, Universidad
San Sebastián.

Correspondencia a:
Ana Aburto Ojeda
anaburto@gmail.com

Recibido: 18 de marzo de
2022

Aceptado: 05 de mayo de
2022

RESUMEN

Objetivo: Comparar la efectividad de la terapia robótica Armeo spring (AS) con la Terapia Ocupacional (TO) para mejorar la funcionalidad de extremidad superior de niños/as entre 4-10 años con Parálisis cerebral (PC) unilateral e inyectados intramuscularmente con toxina botulínica tipo A en Instituto Teletón Concepción-Chile. **Pacientes y métodos:** Ensayo clínico controlado aleatorio de grupos paralelos AS y TO con una muestra de veinte niños clasificados con MACS I, II, III (10 paciente por grupo). Se realizaron 15 sesiones de tratamiento, 3 veces/semana. Se aplicó escala QUEST y ABILHAND-kids, en tiempos basal, post intervención y seguimiento a 6 meses por Terapeuta Ocupacional que desconocía la asignación de los grupos. **Resultados:** No hay diferencias significativas en subdimensiones y puntaje total QUEST en ambos grupos. En grupo TO se observan diferencias entre los tiempos T1 y T3 en las subdimensiones movimiento disociado, agarre, carga de peso y puntaje total QUEST; y entre los tiempos T2 y T3 para movimiento disociado, carga de peso y puntaje total QUEST. En el grupo AS hubo diferencias entre T1 y T2 en movimiento disociado y puntaje total QUEST, y entre el T1 y T3 en puntaje disociado. En ABILHAND-kids no hay diferencias significativas entre ambos grupos y sólo en el grupo AS hay diferencias significativas entre los tiempos T1-T3 y T2-T3. **Discusión:** La terapia robótica AS y la TO logran mejorar la funcionalidad de extremidad superior en niños con PC unilateral, no encontrándose diferencias entre ambos grupos.

Palabras clave: Actividades de la vida diaria, Terapia robótica Armeo Spring, función de la extremidad superior, Parálisis cerebral unilateral y Terapia ocupacional.

Introducción

La Parálisis Cerebral (PC) es un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y la postura, provoca limitaciones de la actividad y se atribuye a alteraciones no progresivas durante el desarrollo del cerebro fetal o infantil. Los trastornos motores de la PC son acompañados por alteración de la sensación, percepción, cognición, comunicación y comportamiento, epilepsia y trastornos musculoesquélitos secundarios¹.

Entre los subtipos de PC, la PC unilateral espástica se manifiesta clínicamente en el compromiso del movimiento en un lado del cuerpo, alteraciones en la coordinación y habilidades motoras finas, movimientos en espejo, reacciones asociadas, espasticidad y déficits sensoriales asociados^{2,3}. A temprana

edad puede verse desuso de la extremidad superior parética, lo que provoca alteraciones funcionales en la realización de actividades de la vida diaria (AVD)^{1,4}.

En niños con PC los niveles de función motora fina se clasifican con la ayuda del *Manual Ability Classification System* (MACS)⁵⁻⁷, el cual describe cómo niños/as usan sus manos para manipular objetos en actividades cotidianas. Clasifica en cinco niveles desde el más funcional (nivel I) al de mayor dificultad (nivel V) según sea la capacidad del niño para auto-iniciar las habilidades de manipular objetos y su necesidad de asistencia o adaptación para realizar dichas actividades. Este Manual puede complementarse con instrumentos como el Quality of Upper Extremity Skills Test (QUEST) y el ABILHAND-kids.

El QUEST evalúa la funcionalidad de ambas

extremidades superiores (EESS) en niños con PC y consta de 36 ítems divididos en cuatro dominios: movimientos disociados, agarres, descarga de peso y extensión protectora⁸. El dominio de movimientos disociados evalúa 6 áreas: hombro, codo, muñeca, dedos, agarrar y lanzar (64 puntos total). El ítem agarres incorpora postura (típica/atípica) de cabeza, tronco y hombros durante diferentes agarres (cubo, cereal y lápiz) con un total normal de 3 puntos. El ítem descarga de peso evalúa la acción en posición prono, cuatro apoyos, con alcance de mano derecha e izquierda y en posición sedente con apoyo anterior, lateral y posterior (50 puntos total). El dominio extensión protectora mide las reacciones posturales en posición sedente con carga anterior, lateral y posterior (36 puntaje total)⁶. Cada puntaje total obtenido equivale a un porcentaje en donde mientras más cercano al 100% mayor es la funcionalidad. El ABILHAND-kids, en tanto, mide la capacidad manual que evalúa el uso espontáneo de las EESS durante la ejecución de 21 actividades cotidianas orientadas principalmente a higiene, vestuario y alimentación. Los padres están encargados de valorar la facilidad o dificultad con que se realiza la actividad, indicando si es fácil (2 puntos), difícil (1 punto) o imposible (0 punto). La puntuación máxima es de 42 puntos⁹. Ambas herramientas son válidas, confiables y están diseñadas para evaluar niños con PC o con disfunción neuromotora con espasticidad, siendo simples de aplicar y sin costo asociado⁸.

Para mejorar las funciones de las EESS en PC se utilizan fármacos, fisioterapia, terapias neurodesarrollantes, terapia ocupacional (TO), órtesis, cirugías, entre otras¹⁰, siendo la intervención farmacológica con toxina botulínica tipo A (TBA) efectiva en el manejo de la espasticidad local¹⁰⁻¹² y en la mejora de funcionalidad de EESS al combinarse con TO o terapia robótica Armeo spring (AS)^{10,13}.

La TBA utilizada corresponde a Botox OnabotulinumtoxinA 100U Allergan polvo para solución inyectable, aplicada en músculos bíceps braquial, pronador redondo, flexor carpis ulnaris y aductor corto del pulgar para disminuir la espasticidad que interviene en la función del hombro, codo y mano.

La terapia AS utiliza un exoesqueleto que combina asistencia robótica con realidad virtual en un espacio de trabajo 3D^{10,14}. Se utiliza en usuarios con afecciones neurológicas que requieren de rehabilitación en EESS¹⁴ y funciona con un soporte gravitacional del segmento que magnifica cualquier movimiento activo residual del brazo, informando así sobre parámetros de resistencia, fuerza, rango de movimiento y coordinación^{6,14}. Evidencia disponible describe efectos positivos de AS en términos de fluidez y coordinación del movimiento¹⁵, funcionalidad y motivación¹⁶, además de considerarse seguro para el paciente^{6,10}.

Sin embargo, aun cuando existe esta evidencia^{6,7,10,13,15,17-21}, la mayoría de los estudios no incorporan un grupo control, tienen una muestra pequeña o no refieren específicamente a la funcionalidad de EESS en niños con PC unilateral. Por esto, el objetivo de este estudio es evaluar la efectividad de la terapia AS en comparación a TO convencional en la mejora de la funcionalidad de EESS de niños con PC unilateral espástica e inyectados con TBA atendidos en el Instituto Teletón Concepción (ITC), Chile.

Pacientes y Métodos

Estudio aprobado por el Comité Ético Científico de la SPANL (99/2018), adherido a la declaración de Helsinki y con protocolo registrado en Clinical Trials (NCT04554238), de tipo ensayo clínico controlado aleatorio de grupos paralelos en fase III realizado en el ITC durante el año 2018.

En AS se utilizó el exoesqueleto y los juegos disponibles en el sistema. En TO se utilizó juegos disponibles acorde a la edad y que permitieran actividades bimanuales.

Criterios de inclusión

- Usuarios entre 4-10 años.
- Diagnóstico de PC unilateral espástica, clasificación MACS niveles I, II y III.
- Inyectados intramuscularmente con TBA hasta 3 semanas previo al inicio del estudio.
- Derivación de médico fisiatra a TO.

- Lectura y firma del consentimiento informado de tutores legales.
- Lectura y firma del asentimiento informado de usuarios/as.

Criterios de exclusión:

- Flexión de codo menor a 90°.
- Dificultad para seguir instrucciones.
- Presencia de comorbilidades.
- Inestabilidad en las funciones vitales.
- Dificultades para asistir a 15 sesiones.

Muestra

- 20 usuarios/as

Instrumentos

- QUEST
- ABILHAND-kids
 - Se utilizó la versión de inglés traducida al español obtenida de unidad de rehabilitación y medicina física de la Université catholique de Louvain²³.
 - El análisis utiliza el modelo de Rasch para convertir las puntuaciones brutas en una medida lineal (Logits). La puntuación siempre aumenta con la habilidad manual. Cuenta con formularios *online* para obtener los resultados

Tratamiento

- Clasificación de participantes según el MACS.
- Aleatorización de participantes en grupos AS o TO mediante el sitio web nosetup.org²².
- Ocultación de designación mediante el uso de sobres sellados guardados por la investigadora principal.
- Apertura de sobres posterior a que el tutor legal del usuario/a consintiera participar en el estudio.
- Evaluación basal con instrumentos.
- 15 sesiones personalizadas de 40 minutos c/u durante 5 semanas (Tabla 1).
- En cada sesión se consideró la motivación y los períodos de atención de los usuarios, brindándose opciones de actividades. Para favorecer la adherencia y motivación al tratamiento del grupo TO, sus actividades estaban relacionadas con la etapa de juego según ciclo vital del usuario.

- Evaluación de seguimiento con instrumentos a los 3 meses de concluido el tratamiento.
- Evaluación final con instrumentos a los 6 meses de concluido el tratamiento.

Enmascaramiento

- Estudio simple ciego:
 - El evaluador desconocía la asignación de los pacientes a la intervención en los tiempos inicial, 3 y 6 meses.
 - El paciente y el terapeuta ocupacional tratante conocían el tratamiento a realizar.
 - El analista estadístico desconocía la intervención realizada en cada grupo de estudio.

Tratamiento de datos

- Almacenamiento:
 - Tabulación en planilla Microsoft Office Excel®.
 - Exportación a Software estadístico STATA v.15.
- Análisis estadístico:
 - Estadística descriptiva para variables clínicas y demográficas, obteniéndose medidas de resumen de tendencia central y dispersión.
 - Pruebas estadísticas no paramétricas por ser una muestra pequeña:
 - o Prueba de U-Mann Whitney para el contraste de los valores de edad basal, QUEST y ABILHAND-kids entre los grupos AS y TO, con un nivel de significancia del 5%.
 - o Prueba de Friedman para k-muestras dependientes para el análisis intragrupo de QUEST en la evaluación basal, 3 y 6 meses. Cuando hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) se realizó comparaciones mediante la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, considerando un nivel de significancia del 5%.

Resultados

La investigación se realizó entre noviembre 2018 y julio 2019, con una fase de evaluación en noviembre 2018, fase de intervención entre

Tabla 1. Descripción de los protocolos utilizados en cada grupo de estudio

Grupos de estudio	Grupo experimental: Terapia robótica Armeo®Spring	Grupo de control: Terapia ocupacional convencional
Sesiones (n)	15	15
Frecuencia	3 veces/semana	3 veces/semana
Duración de la sesión	40 minutos (10 minutos por juego)	40 minutos
Duración del tratamiento	5 semanas	5 semanas
Administrador de sesión	Terapeuta ocupacional	Terapeuta ocupacional
Objetivos	Facilitar la movilidad activa del hombro, codo, muñeca y mano	Facilitar la movilidad activa del hombro, codo, muñeca y mano. Mejorar la función de agarre Mejorar la coordinación bimanual
Tipo de ejercicios realizados	Actividad lúdica jugando 4 juegos por sesión en Armeo®Spring. Juegos usados: Gran viajero, Salva a los monstruos, Rompe ladrillos, Piratas, Rueda la pelota, Buceo, Supermercado, Globos, Portero, La isla del tesoro y el frisbee	Ejercicios de estiramiento para trapecio, pectorales, bíceps braquial, pronador redondo y flexor corto del pulgar. 3 actividades lúdicas con materiales didácticos, de construcción y de mecanoterapia
Equipamiento	Exoesqueleto de Armeo Spring y juegos disponibles en plataforma	Canicas, pelotas magnéticas, frutas y verduras cortadas en madera, bolos de madera, lanzar aros, solitario de cilindros de madera, enhebradores cuentas de madera, tuercas y tornillos, conos apilables, anillos en árbol terapéutico horizontal, vástago (barras de sujeción con ventosa y ancla) pinzas y masas terapéuticas con diferentes resistencias y pelota con ventosas

noviembre 2018 y enero 2019, una primera reevaluación 3 meses post intervención (abril 2019) y una segunda reevaluación 6 meses post la intervención (julio 2019).

El estudio comenzó con 23 niños que cumplieron los criterios de inclusión y que fueron aleatorizados. Sin embargo, 3 desistieron previo inicio del protocolo. Los 20 niños restantes completaron el protocolo sin referir eventos adversos (Figura 1).

Características de la población de estudio

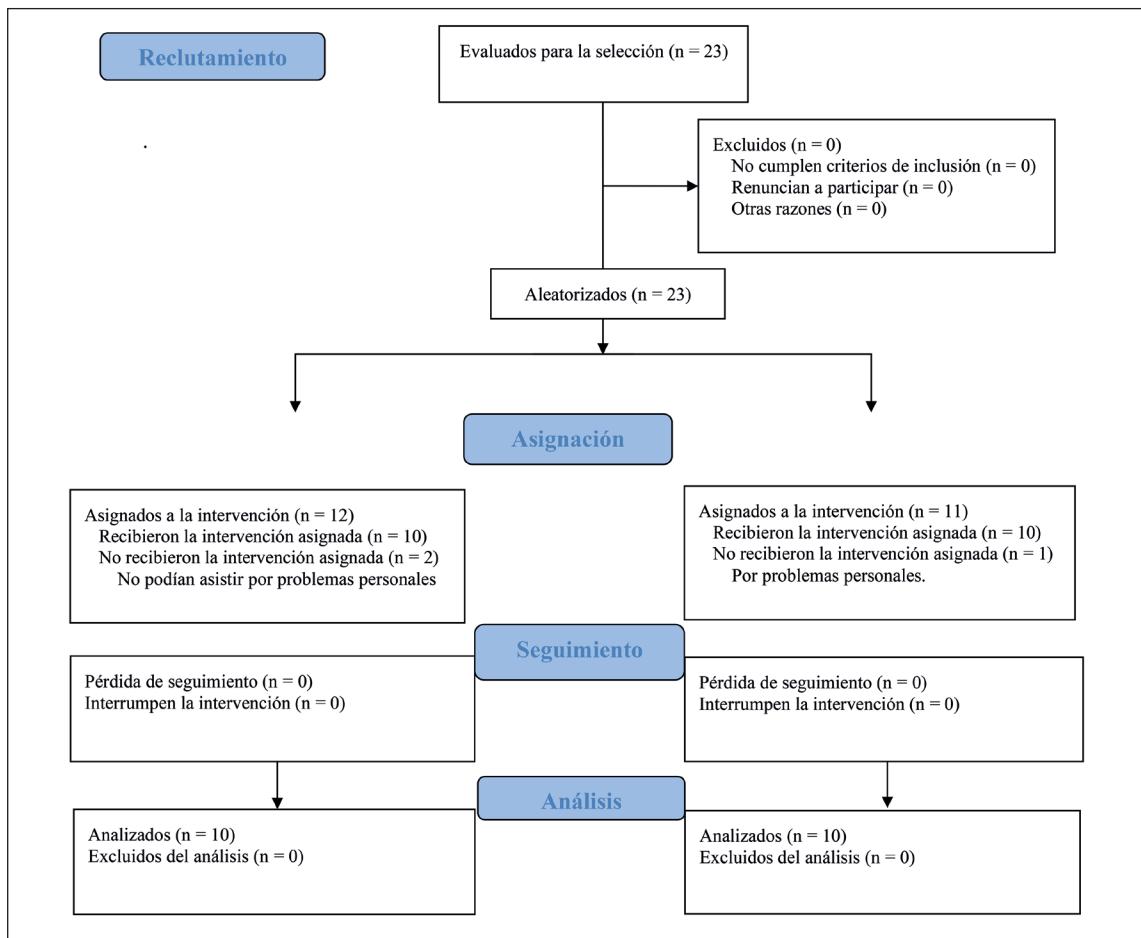
Los participantes fueron inyectados previamente con TBA en los músculos Bíceps braquial (3 U/K), pronador teres (1 a 2 U/K), flexor ulnar del carpo (1 a 2 U/K) y flexor corto del pulgar (0,5 a 1 U/K).

La edad varió entre 4-10 años, con una distribución homogénea entre los grupos de estudio (grupo AS: 6,92 años ± 1,78 años y grupo TO: 6,27 años ± 2,05 años; $p < 0,37$).

Según sexo, el 65,22% fueron hombres y un 34,78% mujeres, presentándose mayor diferencia de la distribución en el grupo AS (Tabla 2). La procedencia de los pacientes fue de la provincia de Concepción en un 73,91%, sin embargo, hubo mayor diversidad en el grupo AS, que presentó también pacientes provenientes de Arauco, Bío-Bío y Diguillín, a diferencia del grupo TO que sólo hubo participación de residentes de Concepción y Arauco (Tabla 2). Con respecto a la funcionalidad de EESS, medida a través de MACS, en ambos grupos el nivel II fue el nivel más frecuente (Tabla 2).

Evaluación de la funcionalidad de extremidades superiores

La funcionalidad de las EESS fue evaluada de manera basal (T1), 3 meses post intervención (T2) y a los 6 meses de seguimiento (T3) a través de las escalas QUEST y ABILHAND-kids.

**Figura 1.** Diagrama de flujo CONSORT.**Tabla 2. Caracterización clínica y demográfica de la población de estudio**

Variable de estudio	Grupo experimental: Terapia Robótica Armeo®Spring (n = 12)	Grupo control: Terapia ocupacional convencional (n = 11)
Sexo (Hombres/mujeres)	10/2	5/6
Edad (promedio ± desviación estándar)*	6,92 ± 1,78	6,27 ± 2,05
Lugar de residencia (n (%))		
Arauco	2 (16,67%)	1 (9,09%)
Bío Bío	2 (16,67%)	0 (0%)
Concepción	7 (58,33%)	10 (90,91%)
Diguillín	1 (8,33%)	0 (0%)
Diagnóstico médico	Parálisis Cerebral tipo unilateral espástico	Parálisis Cerebral tipo unilateral espástico
Niveles de Manual Ability Classification System (MACS)	MACS I: 5 MACS II: 6 MACS III: 1	MACS I: 4 MACS II: 6 MACS III: 1
Adherencia al tratamiento	100% (15/15 sesiones)	100% (15/15 sesiones)

*Se evaluó la homogeneización de los grupos a través de la edad, usando la prueba U de Mann Whitney, obteniendo un p value: 0,37.

En la escala QUEST no hubo diferencias estadísticamente significativas entre AS y TO tanto en las dimensiones como en los valores totales de la escala en los tiempos de evaluación, aunque la media en ambos grupos sí aumentó (Tabla 3).

En el grupo AS hubo diferencias significativas entre los tiempos de evaluación en la subdimensión de movimiento disociado (χ^2 de Friedman: 9,80; $p < 0,007$), específicamente

entre los tiempos T1-T2 y T1-T3 (Tabla 4) y en el puntaje total QUEST (χ^2 de Friedman: 7,55; $p < 0,02$) entre los tiempos T1-T2 (Tabla 4); sin cambios en las subdimensiones de agarre (χ^2 de Friedman 5,6; $p < 0,06$), carga de peso (χ^2 de Friedman 4,65; $p < 0,097$) y extensión protectora (χ^2 de Friedman 0,60; $p < 0,74$).

En el grupo TO hubo diferencias significativas entre los tiempos de evaluación en las subdimensiones de movimiento disociado (χ^2 de

Tabla 3. Resultados de la prueba QUEST entre grupos de estudio

QUEST subdimensiones	Grupo Armeo spring		Grupo Terapia ocupacional		p value*
	Mediana	IQR	Mediana	IQR	
Movimiento disociado					
T1	66,41	10,16	64,84	19,44	0,73
T2	78,91	27,80	75,78	22,27	0,27
T3	77,34	19,92	81,25	19,92	0,51
Sujetar					
T1	68,52	37,97	66,67	28,71	0,49
T2	74,07	21,23	74,07	11,11	0,64
T3	70,37	17,59	83,34	14,82	0,07
Carga de peso					
T1	80,00	25,13	77,00	34,50	0,79
T2	89,87	15,50	90,00	12,84	0,73
T3	93,00	9,00	98,00	13,73	0,70
Extensión protectora					
T1	83,33	25,00	83,33	27,08	0,64
T2	83,33	33,33	81,95	25,69	0,54
T3	83,33	12,85	90,28	30,56	0,28
QUEST					
T1	70,89	19,07	67,39	19,16	0,40
T2	79,27	15,77	79,03	10,19	0,70
T3	79,79	8,75	88,51	21,29	0,25

*Resultados de la prueba de U Mann Whitney entre grupos en cada momento de evaluación, considerando un valor de $p < 0,05$ como cambio significativo.

Tabla 4. Resultados de QUEST a lo largo del tiempo dentro de cada grupo de estudio

Grupo de estudio	Movimiento disociado		Sujetar		Carga de peso		Extensión protectora		QUEST		
	Comparación	z	p value	z	p value	z	p value	z	p value	z	p value
Grupo armeo spring®	T1 - T2	-2,66	0,007*	-1,68	0,092	-2,19	0,028*	-1,21	0,226	-2,59	0,009*
	T1 - T3	-2,65	0,008*	-0,96	0,332	-1,98	0,047*	0,21	0,835	-1,88	0,059
	T2 - T3	0,92	0,358	2,06	0,039	-0,71	0,474	0,61	0,539	0,51	0,609
Grupo terapia ocupacional	T1 - T2	-1,95	0,051	-2,55	0,011	-1,58	0,114	-1,51	0,132	-2,19	0,028*
	T1 - T3	-2,80	0,005*	-2,81	0,004*	-2,45	0,014*	-1,75	0,081	-2,80	0,005*
	T2 - T3	-2,44	0,014*	-2,25	0,024	-2,25	0,024*	-0,51	0,610	-2,29	0,022*

*Resultados con diferencias estadísticas en la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, considerando un valor de $p < 0,05$. #En esta variable no hubo diferencia estadística en la prueba de Friedman.

Tabla 5. Resultados de la prueba de Abilhand entre grupos de estudio

Abilhand	Grupo armeo spring®				Grupo terapia ocupacional				U Mann Whitney	p value
	Media	SD	Mediana	IQR	Media	SD	Mediana	IQR		
T1	0,79	0,67	0,68	0,52	0,99	1,45	1,11	2,26	-0,37	0,70
T2	1,39	0,83	1,29	1,45	1,29	1,48	1,47	2,29	0,15	0,87
T3	1,97	0,85	1,28	1,01	1,67	1,52	1,86	0,76	0,68	0,49

Resultados de la prueba de U Mann Whitney entre grupos en cada momento de evaluación, considerando un valor de p < 0,05 como cambio significativo.

Tabla 6. Resultados de Abilhand a lo largo del tiempo dentro de cada grupo de estudio

Grupo de estudio	Friedman	P value	Abilhand		
			Tiempo de comparación	w	p value
Grupo armeo spring®	12,80	0,002*	T1 - T2	-1,98	0,046
			T1 - T3	-2,80	0,005*
			T2 - T3	-2,25	0,002*
Grupo terapia ocupacional	4,55	0,102	T1 - T2	-1,37	0,168
			T1 - T3	-1,53	0,125
			T2 - T3	-0,71	0,475

*Resultados con diferencias estadísticas en la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, considerando un valor de p < 0,05, w: Wilcoxon.

Friedman: 13,40; p < 0,001), específicamente entre los tiempos T1-T3 y T2-T3 (Tabla 4); de agarre (χ^2 de Friedman: 14,45; p < 0,0007) entre los tiempos T1-T3 (Tabla 4); de carga de peso (χ^2 de Friedman: 9,15; p < 0,01) entre los tiempos T1-T3 y T2-T3 (Tabla 4); y en el puntaje total QUEST (χ^2 de Friedman: 14,60; p < 0,0007) comparando entre todos los tiempos (Tabla 4). No hubo diferencias significativas en la subdimensión de extensión protectora (χ^2 de Friedman: 3,15; p < 0,20).

En la valoración con el ABILHAND-kids no hubo diferencias significativas entre los grupos en los diferentes tiempos de medición (Tabla 5). Y en el análisis intragrupo sólo el grupo AS registró diferencias significativas entre los tiempos de evaluación T1-T3 y T2-T3 (Tabla 6).

Discusión

Los resultados sugieren que la falta de diferencias significativas al comparar las terapias

AS y TO viene dada porque ambas mejoran la funcionalidad de extremidad superior de los usuarios estudiados.

La mejora de movimientos disociados en el grupo AS pudo deberse a que el exoesqueleto logra bloquear selectivamente algunas articulaciones de las EESS, facilitando el entrenamiento de patrones de movimiento de acuerdo al objetivo de la sesión¹¹. Por otro lado, la mejora funcional en los usuarios entrenados con TO en una mayor cantidad de dimensiones puede atribuirse a una mayor variedad de experiencias entregadas durante la sesión, combinando actividades realizadas en diferentes rangos de movimiento, cargas de peso, alcances, diferentes tipos de agarre, coordinación bimanual y motricidad fina.

Las mejoras en el grupo AS a 3 meses post tratamiento en agarres y movimiento disociados, y a los 6 meses en carga de peso y en puntaje total QUEST, coincide con el momento de mayor efecto de la TBA en el control de la espasticidad¹¹. En el caso del grupo TO, las mejoras en todas las áreas, principalmente a

los 6 meses post intervención, puede atribuirse a que las actividades funcionales de EESS pueden ser replicadas en el hogar²⁴, logrando mayor continuidad en el tratamiento y beneficiando el desempeño en tareas cotidianas que, según Lammi y Law, están influenciadas por el contexto en el que se insertan²⁵.

Respecto al cuestionario ABILHAND-kids, las mejoras observadas en el grupo AS a lo largo del tiempo pueden atribuirse al trabajo intensivo de movimientos selectivos que permite esta estrategia²; aunque también puede atribuirse a la mayor independencia en AVD que adquiere el niño al crecer, según reportaron los padres. Este aspecto es questionable desde la TO, ya que la disciplina busca mejorar la funcionalidad en pro de la mejoría en la realización de AVD, lo que en este caso no ocurrió.

La similar efectividad que tienen AS y TO difiere de lo descrito por El-Shamy, quien afirma que la terapia AS es significativamente más efectiva que TO para mejorar la calidad del movimiento de las EESS en niños con PC hemipléjica⁶. Esto podría deberse a que El-Shamy contempla más sesiones en su tratamiento intensivo, permitiendo que el terapeuta controle parámetros de ejercicios, duración, intensidad, tipo de retroalimentación en función de los objetivos de tratamiento.

La importancia de considerar una adecuada intensidad y frecuencia de tratamiento en el periodo de mayor impacto de la TBA fue relevante respecto a la efectividad de ambas estrategias terapéuticas, tal como lo señala Martínez et al.¹². Los resultados obtenidos también coinciden con lo señalado por Garreta-Figuera et al., a saber, que el efecto máximo de la TBA ocurre aproximadamente al mes post infiltración y mantiene su efectividad entre 3-4 meses¹¹. Debido a esto, consideramos fundamental la creación de protocolos para mejorar la función de la extremidad superior posterior a la infiltración de TBA.

Al igual que las intervenciones intensivas a corto plazo, otro aspecto relevante es que el tratamiento debe ser a edades tempranas. Esto favorece los principios del aprendizaje motor y neuroplasticidad, ambos factores importantes para la neurorrehabilitación^{2,16,17}.

Se observó también que la motivación de usuario/as es un factor que influye en el desempeño durante la terapia. En el caso de la TO, el juego es una herramienta que permite comprometer e involucrar al niño de una manera sencilla²⁶. Es por esto que realizar tratamientos y estrategias innovadores como la terapia robótica, permite a los usuarios experimentar una mayor cantidad de movimientos repetitivos y retroalimentados sensorialmente, mejorando así la función motora en pacientes con PC²⁷.

Por último, para continuar con estudios sobre la materia abordada aquí es necesario considerar el uso de instrumentos de valoración válidos, adaptados transculturalmente para Chile, evitando así variaciones en el lenguaje o en la interpretación los padres, como es el caso del ABILHAND-kids, o del QUEST, que ha sido utilizado por profesionales en Chile anteriormente²⁸.

Agradecimientos

Nos gustaría mostrar agradecimiento a todas las personas que, de una u otra forma, nos han ayudado a lo largo de la investigación.

Agradecemos al Instituto Teletón Concepción por brindar la posibilidad de realizar el estudio y todo lo que esto conlleva.

A la Subdirección de investigación Teletón Chile, que nos orientó en aspectos metodológicos, especialmente a Natalia Pérez por su asesoría y guía constante.

A HOCOMA, por capacitarnos en el uso de Armeo spring y en especial a Jorge Briceño y Silvia Diez, por su colaboración y asesoría.

A nuestros usuarios que participaron en el proyecto y sus familias, por comprometerse durante todo el estudio.

Por último, al Terapeuta Ocupacional Gabriel Mansilla, quien colaboró en la investigación realizando evaluaciones a los usuarios.

Referencias Bibliográficas

- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006.

- Dev Med Child Neurol Suppl. 2007;109:8-14. Epub 2007/03/21. PubMed PMID: 17370477.
2. Cohen-Holzer M, Sorek G, Kerem J, Schless S, Freedman R, Rotem H, Schweitzer M, Katz-Leurer M. The Influence of Intense Combined Training on Upper Extremity Function in Children With Unilateral Cerebral Palsy: Does Initial Ability Matter? *Phys Occup Ther Pediatr*. 2016;36(4):376-87. Epub 2016/01/07. doi: 10.3109/01942638.2015.1108379. PubMed PMID: 26734890.
 3. Gulati S, Sondhi V. Cerebral Palsy: An Overview. *The Indian Journal of Pediatrics*. 2018;85(11):1006-16. doi: 10.1007/s12098-017-2475-1.
 4. Raouafi S, Achiche S, Begon M, Sarcher A, Raison M. Classification of upper limb disability levels of children with spastic unilateral cerebral palsy using K-means algorithm. *Med Biol Eng Comput*. 2018;56(1):49-59. Epub 2017/07/02. doi: 10.1007/s11517-017-1678-y. PubMed PMID: 28667591.
 5. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Ohrvall AM, Rosenbaum P. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(7):549-54. Epub 2006/06/20. doi: 10.1017/s0012162206001162. PubMed PMID: 16780622.
 6. El-Shamy SM. Efficacy of Armeo® Robotic Therapy Versus Conventional Therapy on Upper Limb Function in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2018;97(3):164-9. Epub 2017/10/24. doi: 10.1097/phm.0000000000000852. PubMed PMID: 29059068.
 7. Gilliaux M, Renders A, Dispă D, Holvoet D, Sapin J, Dehez B, Detrembleur C, Lejeune TM, Stoquart G. Upper limb robot-assisted therapy in cerebral palsy: a single-blind randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2015;29(2):183-92. Epub 2014/07/13. doi: 10.1177/1545968314541172. PubMed PMID: 25015650.
 8. DeMatteo C, Law M, Russell D, Pollock N, Rosenbaum P, Walter S. QUEST: quality of upper extremity skills test manual. Hamilton, ON: Neurodevelopmental Research Unit, Chedoke Campus, Chedoke-McMasters Hospital. 1992.
 9. Arnould C, Penta M, Renders A, Thonnard JL. ABILHAND-Kids: a measure of manual ability in children with cerebral palsy. *Neurology*. 2004;63(6):1045-52. Epub 2004/09/29. doi: 10.1212/01.wnl.0000138423.77640.37. PubMed PMID: 15452296.
 10. Lin YC, Huang CY, Lin IL, Shieh JY, Chung YT, Chen KL. Evaluating Functional Outcomes of Botulinum Toxin Type A Injection Combined with Occupational Therapy in the Upper Limbs of Children with Cerebral Palsy: A 9-Month Follow-Up from the Perspectives of Both Child and Caregiver. *PLoS One*. 2015;10(11):e0142769. Epub 2015/11/26. doi: 10.1371/journal.pone.0142769. PubMed PMID: 26599003; PMCID: PMC4657995.
 11. Garreta-Figuera R, Chaler-Vilaseca J, Torrequebrada-Giménez A. [Clinical practice guidelines for the treatment of spasticity with botulinum toxin]. *Rev Neurol*. 2010;50(11):685-99. Epub 2010/06/02. PubMed PMID: 20514641.
 12. Martinez-Castrillo JC, Pena-Segura JL, Sanz-Cartagena P, Alonso-Curco X, Arbelo-Gonzalez JM, Arriola-Pereira G, Coll-Bosch MD, Conejero-Casares JA, Garcia-Ribes A, Jauma-Classen S, Pagonabarraga J, Vidal-Valls J, Garcia-Ruiz PJ. [Myths and evidence on the use of botulinum toxin: spasticity in adults and in children with cerebral palsy]. *Rev Neurol*. 2017;64(10):459-70. Epub 2017/05/13. PubMed PMID: 28497442.
 13. Wallen M, O'Flaherty SJ, Waugh MC. Functional outcomes of intramuscular botulinum toxin type a and occupational therapy in the upper limbs of children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(1):1-10. Epub 2007/01/09. doi: 10.1016/j.apmr.2006.10.017. PubMed PMID: 17207668.
 14. Cimolin V, Vagnini A, Germiniasi C, Galli M, Pacifici I, Negri L, Beretta E, Piccinini L, editors. The Armeo Spring as training tool to improve upper limb functionality in hemiplegic Cerebral Palsy: A pilot study. 2016 IEEE 2nd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry Leveraging a better tomorrow (RTSI); 2016 7-9 Sept. 2016.
 15. Chen YP, Howard AM. Effects of robotic therapy on upper-extremity function in children with cerebral palsy: A systematic review. *Dev Neurorehabil*. 2016;19(1):64-71. Epub 2014/04/15. doi: 10.3109/17518423.2014.899648. PubMed PMID: 24724587.
 16. Aisen ML, Kerkovich D, Mast J, Mulroy S, Wren TA, Kay RM, Rethlefsen SA. Cerebral palsy: clinical care and neurological rehabilitation. *Lancet Neurol*. 2011;10(9):844-52. Epub 2011/08/19. doi: 10.1016/s1474-4422(11)70176-4. PubMed PMID: 21849165.
 17. Falzarano V, Marini F, Morasso P, Zenzeri J. Devices and protocols for upper limb robot-assisted rehabilitation of children with neuromotor disorders. *Applied Sciences*. 2019;9(13):2689.
 18. Karaca B, Ünlü E, Köse G, Gönen E, Çakci A.

- Outcomes of Botulinum Toxin Type A Injection Followed by Rehabilitation in Cases of Cerebral Palsy With Upper Extremity Involvement. *J Child Neurol.* 2016;31(3):357-63. Epub 2015/08/05. doi: 10.1177/0883073815596609. PubMed PMID: 26239492.
19. Molteni F, Gasperini G, Cannaviello G, Guanziroli E. Exoskeleton and End-Effecter Robots for Upper and Lower Limbs Rehabilitation: Narrative Review. *Pm r.* 2018;10(9 Suppl 2):S174-s88. Epub 2018/10/03. doi: 10.1016/j.pmrj.2018.06.005. PubMed PMID: 30269804.
 20. Keller JW, van Hedel HJA. Weight-supported training of the upper extremity in children with cerebral palsy: a motor learning study. *J Neuroeng Rehabil.* 2017;14(1):87. Epub 2017/09/01. doi: 10.1186/s12984-017-0293-3. PubMed PMID: 28854939; PMCID: PMC5577664.
 21. Scarpinella K. Comment on “Efficacy of Armeo Robotic Therapy Versus Conventional Therapy on Upper Limb Function in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy”. *Am J Phys Med Rehabil.* 2019;98(2):e13. Epub 2018/07/12. doi: 10.1097/phm.0000000000001000. PubMed PMID: 29994795.
 22. NoSetup.org. Generador de números aleatorios, sin repetición. Available from: http://noseup.org/php_on_line/numero_aleatorio_2.
 23. Université Catholique de Louvain. ABILHAND: a measure of manual ability for adults with upper limb impairment 2007 [cited 2021]. Available from: <http://rssandbox.iescagilly.be/abilhand.html>.
 24. Castillo S, Toloza M, Vargas K. Participación de la familia en la intervención de terapia ocupacional: Experiencias de madres y padres de niñas y niños con parálisis cerebral de la ciudad de Valdivia. *Revista Chilena de Terapia Ocupacional.* 2016;16(2):93-106.
 25. Lammi BM, Law M. The effects of family-centred functional therapy on the occupational performance of children with cerebral palsy. *Can J Occup Ther.* 2003;70(5):285-97. Epub 2004/02/03. doi: 10.1177/000841740307000505. PubMed PMID: 14753071.
 26. Ballesteros MdPB, Ucedo LM-S, Redondo LG. Terapia Ocupacional Pediátrica: Algo más que un juego. *Revista electrónica de terapia ocupacional Galicia, TOG.* 2015;2(7):7.
 27. Picelli A, La Marchina E, Vangelista A, Chemello E, Modenese A, Gandolfi M, Ciciri EFM, Bucci A, Zoccatelli G, Saltuari L. Effects of robot-assisted training for the unaffected arm in patients with hemiparetic cerebral palsy: a proof-of-concept pilot study. *Behavioural neurology.* 2017;2017.
 28. García J, Rolle G, Huerta V, Lavanchy J, San Martín P, Fuentes M. Eficacia de la terapia restrictiva sobre funcionalidad de la extremidad superior en niños de 3 a 8 años con parálisis cerebral hemiparética. Un ensayo clínico experimental. 2014. *Rehabilitación. Integral;* 9 (1): 8-16. Available from: <https://www.teleton.cl/wp-content/uploads/2014/11/Teleton-1-2014.pdf>