

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN TERAPIA OCUPACIONAL

EN NEUROLOGÍA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Control motor orientado a actividades y utilización de órtesis dinámicas en la rehabilitación del miembro superior tras DCA: revisión bibliográfica.

AUTOR: García Pérez, Patricia.

Nº expediente: 107

TUTOR: Sánchez Durán, Elena.

Departamento y Área: Patología y Cirugía.

Curso académico: 2017 - 2018

Convocatoria de: Junio.

Índice

RESUMEN/ABSTRACT.....	5
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
3. RESULTADOS.....	13
4. DISCUSIÓN.....	18
5. CONCLUSIÓN.....	19
6. ANEXOS.....	20
- TABLA 1. Información sobre los artículos incluidos en la revisión bibliográfica.....	20
- TABLA 2. Datos sobre las órtesis dinámicas utilizadas en los estudios incluidos.....	23
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24



“When we touch our clients’ hands, we touch their lives...

it is important not to lose sight of the whole person whose extremity we are treating”.

Cooper, 2007

RESUMEN

Introducción: Entre el 75% y el 90% de los pacientes que sufren un ACV presentan limitaciones en el miembro superior, las cuales interfieren negativamente en las AVD y calidad de vida. Dado que los nuevos estudios sugieren que el aprendizaje orientado a tareas es más eficaz que las terapias tradicionales, nos parece interesante comprobar si el uso de una férula dinámica que estabilice el miembro superior permitiendo el movimiento puede conllevar resultados positivos en el tratamiento.

Objetivo: revisar la evidencia científica existente para valorar la eficacia del tratamiento con órtesis dinámicas y actividades propositivas en pacientes que han sufrido una lesión cerebral.

Metodología/Método: la búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed, PEDro, Cochrane, OTseeker y Google Scholar, en inglés y en español. Se obtuvieron un total de 166 artículos, de los cuales 16 se ajustaron a los criterios de inclusión y exclusión.

Resultados: se analizaron los resultados obtenidos en los estudios incluidos, teniendo en cuenta las pruebas de evaluación, tipos de férulas y actividades realizadas en las sesiones. En esta revisión, se aprecia que más de la mitad de los estudios incluidos concluyen con una mejoría significativa en la capacidad funcional.

Conclusiones: existen escasos estudios sobre los resultados del tratamiento con órtesis dinámicas y un enfoque orientado a tareas para la rehabilitación del miembro superior. Tras nuestra revisión observamos que esta combinación puede mejorar la capacidad funcional, pero se necesitan más estudios para confirmar nuestros resultados.

Palabras Clave: daño cerebral, rehabilitación, órtesis dinámica, miembro superior y control motor orientado a tareas.

ABSTRACT

Introduction/Fundamentals: Between 75% and 90% of patients who suffer a stroke develop limitations in the paretic upper limb which interfere negatively in their ADLs and quality of life. Given the new studies that suggest that task-oriented approach is more effective than traditional therapies, we find it interesting to check whether the use of a dynamic orthosis that stabilizes the upper limb but allows the movement can lead to positive results in the treatment.

Objective: to review the existing scientific evidence to evaluate the results after the treatment with dynamic orthoses and purposeful activities in patients who have suffered a brain injury.

Methodology / Method: the search was carried out in PubMed, PEDro, Cochrane, OTseeker and Google Scholar databases, in English and Spanish. A total of 166 articles were obtained, but only 16 adjusted to the inclusion and exclusion criteria.

Results: the results obtained in the included studies were analyzed, taking into account the evaluation tests they used, types of orthosis and activities carried out in the sessions. This review shows that more than half of the included studies concluded with a significant improvement in functional capacity.

Conclusions: there are few studies about the results of treatment with dynamic orthosis and a task-oriented approach for the rehabilitation of the upper limb. After our review, we observed that this combination may improve functional capacity, but more studies are needed to confirm our results.

Key Words: brain damage, rehabilitation, dynamic orthosis, upper limb and task-oriented approach.

INTRODUCCIÓN

Cuando hacemos referencia al término de daño cerebral adquirido (DCA), en realidad estamos delimitando a un grupo de pacientes que tienen en común el haber sufrido un evento que ha interrumpido su desarrollo vital, en este caso, una lesión en el cerebro. Esta lesión, de naturaleza no degenerativa ni congénita, suele aparecer de forma súbita dando lugar a una determinada limitación o dificultad en las actividades de la vida diaria (AVD) y a una disminución de la calidad de vida de las personas que lo sufren. Dentro de este grupo heterogéneo de pacientes, destacan por su frecuencia aquellos que han padecido un accidente cerebrovascular (ACV) o un traumatismo craneoencefálico (TCE), aunque también podemos encontrar aquellos que sufren tumores cerebrales, agresiones, encefalitis y múltiples causas de anoxia cerebral.

Los ictus o ACV se caracterizan por tratarse de cuadros clínicos generados por la interrupción, más o menos repentina, del flujo sanguíneo en una región del cerebro que da lugar a una isquemia y una pérdida de la función de la que es responsable esa área del cerebro y que puede concluir en alteraciones motoras y sensitivas, sensoriales y neuropsicológicas. (1) Según el último censo del instituto nacional de estadística (INE), sólo en el año 2015 hubo aproximadamente un total de 130.198 altas hospitalarias tras DCA en España, de las cuales casi un 92% correspondían a pacientes que habían ingresado con ACV. (2)

La rehabilitación de este colectivo debe ser entendida como un enfoque integral que comienza en la fase aguda, ante una situación médica estable, y continúa en el período de máxima recuperación: el 80% de los pacientes alcanza su máximo nivel de autonomía en actividades de la vida diaria (AVD) a las seis semanas del ictus y el 95% completa su recuperación funcional a las 13 semanas. La rehabilitación puede aportar asistencia o solución a los problemas del paciente y su familia en la fase subaguda de tratamiento y busca en todo momento la reinserción del paciente en la comunidad. (3) Entre el 75% y el 90% de los pacientes que sufren un ACV presentan hemiplejía, hemiparesia y otras limitaciones en el miembro superior parético en la fase crónica de la enfermedad, incluyendo pérdida de fuerza y destreza, espasticidad, contracturas

musculares, dolor y edemas; las cuales interfieren negativamente en las AVD, disminuyendo la calidad de vida de estos individuos. (3) (4)

Ya en el año 1982, Greene indicó la necesidad de una teoría que explicase cómo los circuitos neuronales operaban para lograr una acción, lo que proporcionaría la base para una imagen más coherente del sistema motor. En el año 1984, dos fisioterapeutas llamadas Janet Carr y Roberta Shepherd, basándose en los avances producidos en la ciencia del movimiento, la neurofisiología y la teoría del aprendizaje, propusieron una nueva forma de abordar la reeducación del ictus. Según Carr y Shepherd, el objetivo del tratamiento debe ser un reaprendizaje orientado a tareas específicas, es decir, enseñar al paciente estrategias eficaces para conseguir realizar un movimiento útil funcionalmente, considerando así al paciente un participante activo en su recuperación. Según este enfoque, se recomienda forzar la utilización del lado parético evitando el desarrollo de estrategias compensadoras inadecuadas y se propone que los métodos de entrenamiento deben ser similares a los que se han demostrado eficaces para adquirir nuevas habilidades en gente sana, “entrenando” al paciente en lugar de “tratarlo”. El terapeuta ocupacional ha de tener en cuenta la biomecánica del movimiento, las características de los músculos implicados en la acción, el contexto ambiental en el que se desarrolla y la naturaleza de los déficits asociados ya que la adquisición de una nueva habilidad implica la capacidad de realizarla de diferentes formas y poder adaptarse a las demandas ambientales. (5)

En definitiva, el método orientado a la actividad defiende que el objetivo del control motor es el dominio del movimiento para realizar una acción particular, no para efectuar movimientos por el simple hecho de moverse. Por lo tanto, el control del movimiento se organizaría alrededor de comportamientos funcionales dirigidos a objetivos. Actualmente, muchos estudios sugieren que el reaprendizaje orientado a tareas es más eficaz que las terapias tradicionales y que el efecto es específico de la actividad entrenada. (6)

Entre otros dispositivos para la rehabilitación de miembro superior, se encuentran las órtesis. La eficacia del uso de órtesis en el miembro superior ha sido estudiada durante muchos años, pero a pesar de ello, parece seguir habiendo una controversia en cuanto al uso de estas y el

tiempo de utilización. Una órtesis es un dispositivo externo que restringe o facilita el movimiento y que permite transferir peso de un lado a otro. Las órtesis de miembro superior se indican para suplir las funciones de alcance, acarreo, prensión y liberación, colocar en reposo parcial o total la extremidad, prevenir las contracturas, corregir las deformidades y promover la función de músculos débiles. Los objetivos funcionales de las órtesis de muñeca y mano (WHFO en la terminología internacional) son la búsqueda de una posición fisiológica, el estiramiento mantenido de los músculos espásticos (habitualmente los flexores de muñeca y dedos), la protección de la mano y, en última instancia, la prevención de las contracturas y el dolor. (3)

En cambio, una férula u órtesis dinámica de miembro superior generalmente consiste en una base de férula con bandas, un soporte alargado que alinea correctamente la fuerza aplicada con las estructuras afectadas, presillas o hebillas para los dedos que conectan la fuerza con el dedo o la articulación y un empalme de fuerza como una banda de goma. Las férulas dinámicas se usan comúnmente tras intervenciones quirúrgicas para proteger las estructuras en curación o para mejorar la prensión y la función, así como para aumentar la función de los músculos débiles, para impedir deformidades recurrentes y para controlar y guiar el movimiento articular, pero no controla el movimiento en las articulaciones. (7) (8) Por lo tanto, las órtesis dinámicas son dispositivos externos que dan apoyo pero permiten la movilización de una o varias articulaciones, asistiendo al usuario con el movimiento deseado para poder conseguir el propósito de una actividad. Por ello, se abre un mundo de posibilidades en cuanto al uso de órtesis dinámicas en actividades funcionales, y así podría extrapolarse a la utilización de estas durante una rehabilitación basada en un enfoque de control motor orientado a tareas.

Los parámetros normalmente empleados para asesorar la eficacia del uso de órtesis son el rango de movimiento (activo o pasivo), tono muscular y función del miembro superior. El rango de movimiento es comúnmente medido con un goniómetro, el tono muscular con la escala Asworth modificada y la escala Tardieu, y la función del miembro superior con la escala Fugl Meyer de miembro superior, entre otros. Además, los efectos en los componentes de las AVDs han sido estudiados usando la escala canadiense COPM. (4)

MATERIAL Y MÉTODOS

a) Objetivo

Comprobar si el uso de órtesis dinámicas durante la rehabilitación del miembro superior de pacientes que han sufrido DCA tendrá efectos positivos en el tratamiento.

b) Diseño

Este texto se trata de una revisión bibliográfica de los estudios realizados por profesionales de la salud para la comprobación de la evidencia científica, tanto en inglés como español.

c) Bases de datos

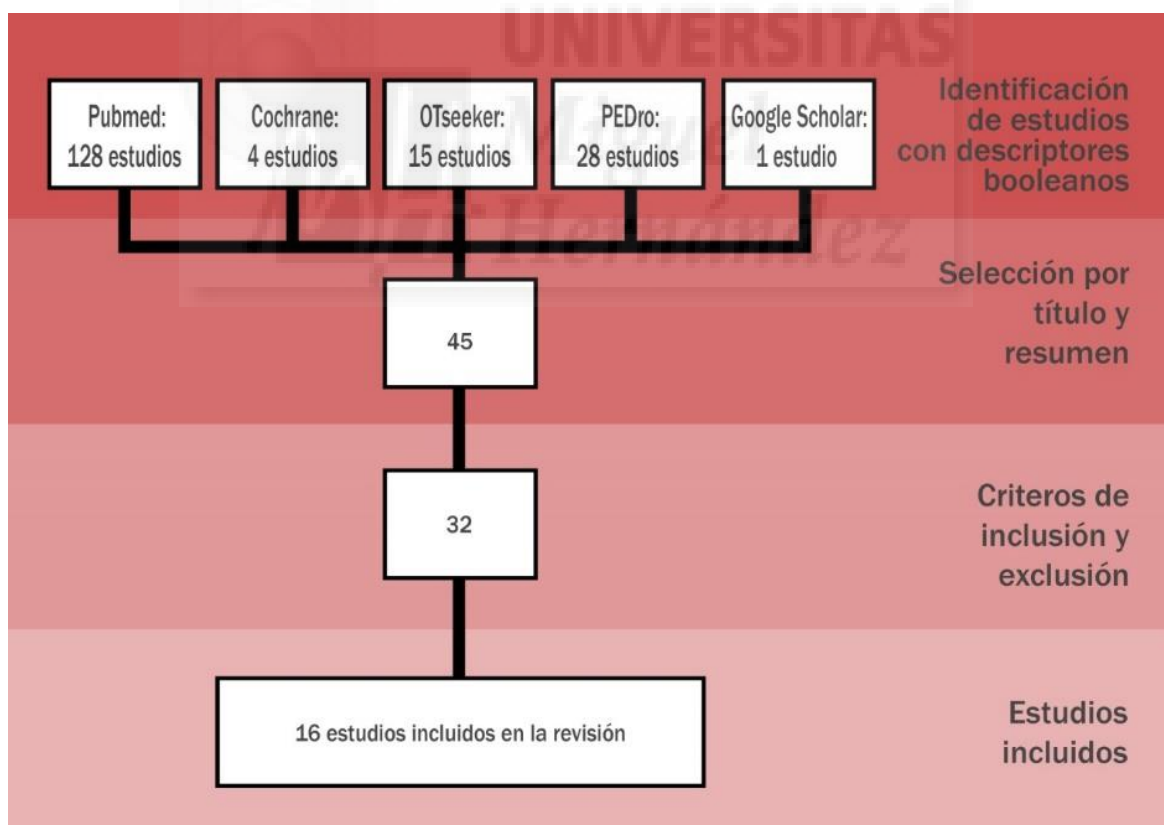
Pubmed, OTseeker, Cochrane, PEDro y Google Scholar.

d) Estrategia de búsqueda

Fueron dedicados a la búsqueda de información y artículos científicos los meses de Diciembre, Enero y Febrero del curso 2017-2018.

En primer lugar, se realizó la búsqueda de estudios en la base de datos Pubmed, en la que se utilizaron diferentes términos y operadores booleanos, así como “(dynamic orthosis OR dynamic orthoses OR spring-assisted) AND (upper limb OR upper extremity OR hand) AND (functional OR task oriented OR purposeful activities) AND (brain damage OR stroke)” y sus variantes. Se tuvo en cuenta que el plural de ortesis en inglés es diferente al singular “orthoses”. Tras una selección por título y resumen obtuvimos 16 estudios, de los cuales 14 fueron aceptados por los criterios de inclusión y fueron añadidos al estudio. En segundo lugar, se utilizó la búsqueda avanzada de la base de datos Cochrane para encontrar los términos MEHs que utilizamos en nuestra búsqueda: “orthotic devices”, “upper extremity” y “splints”. También añadimos el término MEHS “stroke”, “neurological rehabilitation”, “upper extremity”, “splints” y “task performances”, junto con el descriptor booleano AND, y probamos todas las

combinaciones. Así obtuvimos un resultado de 4 artículos, pero tras una selección por título descartamos los 4, por lo que no añadimos ninguna selección de Cochrane. En tercer lugar, se hizo una búsqueda en PEDro, utilizando los términos “spring assisted orthosis”, “Dynamic orthosis” y “brain damage” obtenemos 20 resultados de los cuales aceptamos solo 2 estudios, pero ambos habían sido incluidos desde Pubmed. Bajo el título de “splint and stroke” obtuvimos 8 estudios, de los cuales sólo incluimos 1 en la revisión. Posteriormente, se llevó a cabo una búsqueda en OTseeker utilizando los términos “Dynamic splinting”, “Dynamic orthosis/orthosis” y “spring assisted orthosis/orthosis”, que nos da lugar a 15 artículos de los cuales sólo 3 son válidos, pero ya han sido incluidos en la búsqueda Pubmed. Por último, se llevó a cabo una búsqueda en Google Scholar de documentos y estudios experimentales publicados en los últimos diez años. Así, añadimos a la bibliografía un estudio más que fue publicados en “Technology and Disability”.



En el apartado de anexos se expone un resumen informativo de los estudios incluidos y datos relevantes (Tabla 1).

d) Criterios de selección

En nuestro estudio hemos entendido férula u órtesis dinámica como dispositivo externo que permite el movimiento de una o varias articulaciones proporcionando estabilidad al miembro superior con el fin de facilitar la realización de actividades propositivas.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	<ul style="list-style-type: none">- Documentos en inglés o español.- Estudios experimentales.- Uso de órtesis dinámicas durante actividades propositivas como método de rehabilitación. Sólo se admitieron estudios en los que las férulas dinámicas eran una parte esencial en el tratamiento.- Estudios realizados en población adulta que ha sufrido un DCA.- Incluyen información sobre el tipo de actividades realizadas y su propósito para el paciente.
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	<ul style="list-style-type: none">- Estudios que incluían el uso de férula con intención de “FORCEUSE” o CIMT, ya que nuestra hipótesis implica que la férula dinámica se utiliza para mejorar el movimiento y/o facilitar la acción propositiva.- Artículos previos al 2007 (se buscan los artículos publicados en los últimos 10 años al comienzo de esta revisión).

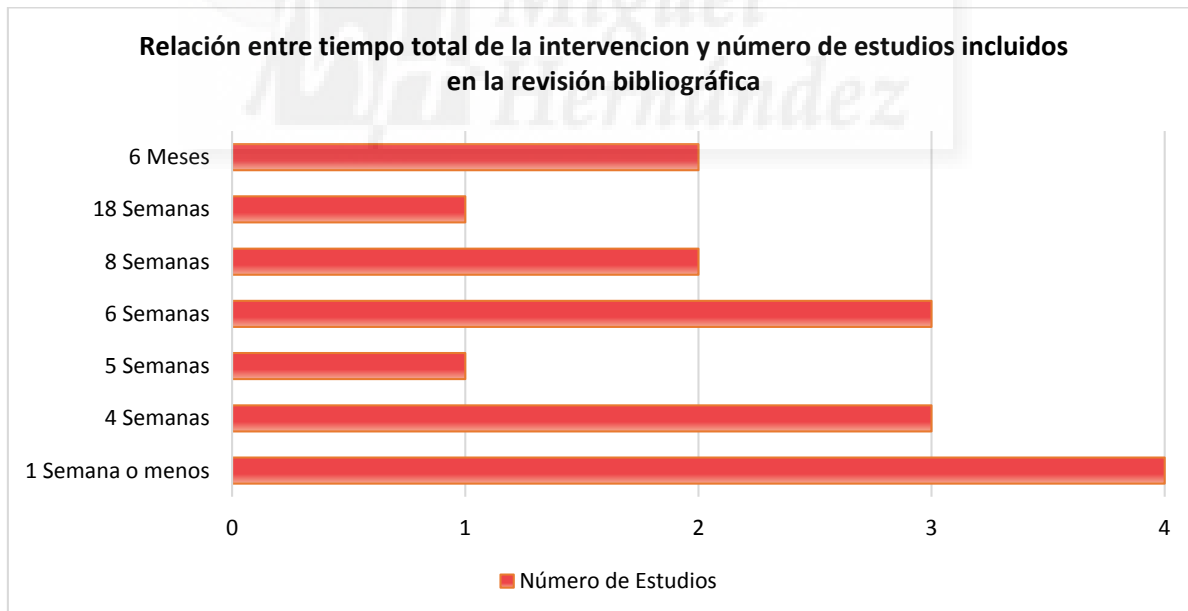
e) Extracción y análisis de datos

Tras la búsqueda, un total de 32 estudios fueron sometidos a los criterios de inclusión y exclusión, de los cuales 16 fueron incluidos en la revisión bibliográfica.

RESULTADOS

Características de los participantes: El colectivo que forma parte de los estudios incluidos en mi revisión es de adultos que han sufrido ACV, y que en su mayoría se encuentran en la fase subaguda/crónica del tratamiento. Sólo dos de los estudios incluidos han sido realizados con pacientes en su fase aguda (como máximo 6 meses después de la lesión), que suponen un total de 22 pacientes (20, 21). En total, todos los estudios incluidos suponen una “n” de 204 pacientes que han sido tratados y evaluados según nuestros criterios de inclusión.

Características de la intervención: Las intervenciones realizadas en los estudios son muy variables, al igual que el número de sesiones realizadas y el tiempo total de participación en el estudio. La duración de la intervención varía de entre 1 sola sesión (13, 22) a 6 meses de seguimiento (11, 14) y todas las sesiones son mínimo de 45 minutos (10) y máximo de seis horas diarias (23). En el siguiente gráfico se puede observar la relación de tiempo y número de estudios incluidos en la revisión:



Lannin y colaboradores, realizaron el único estudio incluido en la revisión con pacientes aún hospitalizados tras haber sufrido un ACV. Este se trata de un estudio de 8 semanas con férula dinámica SaebFlex. Además de la rehabilitación habitual, el grupo de intervención recibió 8 semanas de entrenamiento motor diario con el dispositivo anteriormente citado y con un enfoque

orientado a la tarea. Tras la evaluación final, se obtuvieron resultados variables con tendencias positivas observadas en la destreza y capacidad funcional de la mano (21).

Uno de los estudios más prolongados en el tiempo fue el de AS Andriga et al que evaluaron la tolerancia de una nueva órtesis dinámica de mano y muñeca, y la efectividad de esta en la prevención de contracturas y espasticidad durante seis meses. Los seis pacientes incluidos en el estudio habían probado antes una férula estática y no habían podido tolerarla. Al terminar el tratamiento, documentaron que cinco de seis pacientes incluidos toleraron la nueva órtesis durante al menos 6 horas diarias, lo que redujo significativamente las contracturas de muñeca, y la extensión pasiva máxima de la muñeca aumentó. Aunque no se midió ningún cambio significativo en la espasticidad, el uso de inyecciones de toxina botulínica disminuyó para dos pacientes (14). Del mismo modo, el estudio más reciente incluido en la revisión, llevado a cabo por Gonzalez-Bernal y colaboradores y que se trata de un estudio longitudinal de casos y controles, incluyó una muestra de 40 pacientes que fueron tratados durante 6 meses. De forma aleatoria los pacientes fueron distribuidos en un grupo de casos que utilizaron ortesis dinámicas, y un grupo de control. Las escalas Fugl Meyer Assessment Scale y Wolf Motor Function mostraron mejoría de la función motora en ambos grupos, pero se asoció a un incremento adicional de la fuerza en el grupo de casos. (11)

Además, uno de los estudios incluidos añade un entorno de juego motivacional en el hogar. Este estudio fue realizado con 24 pacientes durante seis semanas (dos meses de seguimiento) y todos ellos presentaban deterioro de la función de brazo y/o mano. Los investigadores decidieron combinar el uso de una férula dinámica para la muñeca y mano con un entorno de juego motivacional para el entrenamiento autoadministrado en el hogar. Este estudio demostró que es posible mejorar la capacidad funcional del miembro superior parético y la calidad de vida del paciente a través de esta combinación de tratamiento, permitiendo un aumento en la dosis de entrenamiento en el hogar sin depender de la disponibilidad del terapeuta, aunque especifica que no se prescinde de la guía de este ni de su tratamiento (19).

Pruebas de evaluación: Las evaluaciones más utilizadas en los estudios incluidos en nuestra revisión, y que han sido utilizadas para demostrar la posible eficacia del uso de férulas dinámicas en la rehabilitación del miembro superior parético son las siguientes: Graded Wolf Motor Function Test (GWMFT), Test Box and Blocks (B&B), Action Research Arm Test (ARAT), Stroke Impact Scale (SIS), Escala Fugl Meyer, Escala AVILHAND, TEMPA (Test d'évaluation des Membres Supérieurs de Personnes), EMG de superficie, Ashworth modified Scale, Rango de movimiento activo (goniómetro), distancia de la yema del dedo a la mano, prueba de fuerza de agarre y de pinza y cinemática (análisis de movimiento tridimensional).

Tipos de férulas: Los estudios seleccionados para nuestra revisión han utilizado diferentes férulas, todas ellas dinámicas que permiten el movimiento de las articulaciones del miembro superior, ya sea gracias a un mecanismo de muelles, sistema de elásticos o al material de licra. Iwauro et al, puntualizan en su estudio la importancia de que el material de la férula dinámica debería ser reducida al mínimo para facilitar la interacción real de la mano con los objetos promoviendo el feedback sensoriomotor y, por lo tanto, el entrenamiento terapéutico del miembro superior (12).

TIPOS DE FÉRULAS DINÁMICAS UTILIZADAS SEGÚN LOS AUTORES	Órtesis dinámica SaeboFlex (10) (16) (17) (21) (23) (24)
	Guante ortopédico (X-Glove) (12) (20)
	Dispositivo HandSOME y HandSOME II (13) (22)
	Férula de muñeca dinámica (15)
	Órtesis dinámica de muñeca y mano junto a juego motivacional (19)
	Órtesis dinámica de miembro superior (18)
	Férula dinámica de licra (9)
	Órtesis dinámica de muñeca y mano (14)
Órtesis dinámica de miembro superior de licra (11)	

Para más información sobre las férulas dinámicas de estos estudios diríjase al anexo, tabla 2.

Eficacia de la intervención: En cuanto a los resultados más importantes a tener en cuenta, la mayoría de los estudios aportaron resultados positivos tras la evaluación final de rango articular activo (9, 12, 13, 14) y capacidad funcional del miembro superior parético (10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 11). Algunos estudios demuestran además un aumento de la fuerza en este miembro tras el uso de las férulas dinámicas (11, 20), así como una mejora en la capacidad de escritura (9) y una disminución del tono muscular en el miembro espástico (14, 23). Johan A. Frank et al investigaron los efectos del uso de órtesis dinámicas con resorte (también de la casa comercial SaeboFlex) junto con la terapia convencional en pacientes con ACV subagudo moderado o grave. Estos autores documentaron que, tras 6 semanas de tratamiento, los pacientes que en la fase subaguda temprana después del ACV muestran solo una pequeña o modesta mejoría en su capacidad para realizar actividades o su nivel percibido de rendimiento diario parecen beneficiarse más del entrenamiento con una órtesis dinámica del brazo, y además mostraron un cambio positivo en cuanto a la motivación y adherencia al tratamiento. Sin embargo, debido a que este estudio carecía de un grupo de control, se considera que la mejoría de estos pacientes puede ser en parte debida a los diferentes factores de la recuperación normal de un paciente de ACV (10). Del mismo modo, JG. Barry, S.A. Ross y J. Woehrl realizaron un estudio piloto de casos y controles con pacientes con ACV crónico en el que se comparó el tratamiento con una férula dinámica SaeboFlex, y el tratamiento con asistencia manual de un terapeuta. A las 6 semanas se realizó una reevaluación de los pacientes con los test ARAT, SIS y B&B, no mostrando una ventaja definida en el grupo que usó la férula. Sin embargo, este estudio se suma a la evidencia de que las personas con ACV crónico pueden mejorar el uso del miembro superior parético con terapia que incorpore entrenamiento funcional, y que existe una relación entre la calidad de cambio y la cantidad de práctica (24).

Tras la revisión de los artículos incluidos, apreciamos que su mayor parte (un 87,5%) aporta una conclusión positiva en cuanto al uso de férulas dinámicas en actividades propositivas para la rehabilitación del miembro superior parético, aunque algunos de ellos concluyen con la necesidad de realizar más estudios que aporten evidencia científica (9, 10, 11).



Gracias a este gráfico, podemos comprobar visualmente que 11 de 16 estudios incluidos en la revisión bibliográfica recogen en sus resultados un aumento de la capacidad funcional del miembro superior parético tras el tratamiento orientado a tareas con férula dinámica, así como cinco de ellos reportan un aumento del rango de movimiento activo. Es importante añadir, además, que en el gráfico no ha sido incluida una categoría para resultados negativos tras el tratamiento, porque ninguno de los estudios concluye con un empeoramiento significativo en ninguno de estos aspectos. Sin embargo, algunos investigadores no parecen convencidos de los beneficios de las férulas dinámicas, ya sea por falta de un grupo de control en el estudio o por la recuperación espontánea que se da en el paciente de daño cerebral (10, 24). Y es que un importante elemento de confusión a la hora de analizar los resultados de estos estudios es determinar la mejoría intrínseca por plasticidad neuronal debido al propio proceso evolutivo de recuperación tras un ACV y la mejoría adicional proporcionada por la órtesis dinámica (11).

DISCUSIÓN

A pesar de que la búsqueda de artículos se centró en pacientes con daño cerebral, el colectivo total que forma parte de los estudios incluidos es de adultos que han sufrido un ACV, lo que se debe a una ausencia de estudios que se centren en otros tipos de DCA. Se demuestra así la necesidad de realizar más estudios con pacientes neurológicos que difieran del ACV.

Según citan los autores de los estudios incluidos, la mayor dificultad encontrada a la hora de analizar los resultados de los estudios y de suma importancia, consistía en determinar si la mejoría del miembro superior tratado se debía por la recuperación normal como proceso tras un daño cerebral, o si era una mejoría adicional producida gracias a la utilización de órtesis dinámicas junto a un enfoque orientado a actividades.

Con respecto a esta revisión bibliográfica, una de las grandes limitaciones es la variabilidad en cuanto al tipo de intervención, duración del estudio y de las sesiones. Además, la diversidad en cuanto a los tipos de férulas dinámicas dificulta enormemente encontrar suficiente evidencia sobre un modelo concreto para demostrar su posible eficacia en el tratamiento.

Recientemente, han aparecido en el mercado las órtesis dinámicas Saebo. Múltiples estudios han pretendido demostrar la eficacia de estas órtesis dinámicas funcionales para pacientes neurológicos. La casa comercial Saebo incluye en su página web 33 estudios que demuestran su evidencia científica en el uso de órtesis dinámicas durante actividades propositivas. Debido a que estos corresponden a una empresa privada, sus estudios encontrados únicamente en su página web no han sido incluidos por limitada veracidad en cuanto a la probabilidad de que el estudio haya sido subjetivamente sesgado o la información haya sido positivamente modificada debido al interés comercial. Sin embargo, dos de los seis estudios que han sido incluidos en la revisión y que utilizan las férulas dinámicas de esta compañía comercial, no presentan conclusiones de evidencia en relación con la efectividad de su uso, lo cual puede arrojar veracidad a sus estudios.

También han aparecido en el mercado otras órtesis como las DMO rehabilitation glove (Dynamic Movement Orthosis) que intentan dar estabilidad externa al miembro superior para facilitar la realización actividades funcionales, pero por falta de estudios objetivos que lo avalen no ha sido añadido a la revisión.

CONCLUSIONES

Como se ha demostrado en el apartado anterior de resultados, la mayoría de los estudios incluidos en nuestra revisión concluyen con una observación positiva en cuanto al uso de férulas dinámicas y relatan que se aprecian pocos resultados que puedan contraindicar su uso, así como que no se documentan molestias o dolor por parte de los participantes. Es de enfatizar que 11 de 16 estudios presentan resultados significativos en cuanto a la mejoría de la capacidad funcional del miembro superior. Los resultados confirman nuestra hipótesis de que un enfoque orientado a tareas junto al uso de férulas dinámicas mejorará su funcionalidad, abriendo un mundo de posibilidades a la Terapia Ocupacional.

Tras esta revisión, se considera que es necesario realizar más investigaciones que corroboren nuestra hipótesis ya que, dado los resultados positivos en los estudios encontrados, las órtesis dinámicas podrían llegar a formar parte de las guías de práctica clínica para la rehabilitación de personas con DCA en un futuro no muy lejano. Por el momento, y hasta que más estudios se lleven a cabo, queda en manos del terapeuta ocupacional y de su razonamiento clínico la decisión de en qué situación y paciente, siempre según su patología clínica e individualidad, utilizar una órtesis dinámica junto a un enfoque orientado a actividades en su tratamiento.

ANEXOS


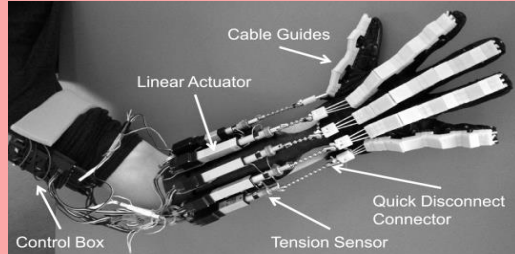

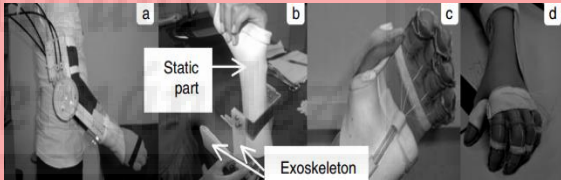

Tabla 1: Información sobre los artículos incluidos en la revisión bibliográfica

TÍTULO, AUTOR Y AÑO	OBJETIVOS	TIPO DE ESTUDIO Y METODOLOGÍA	RESULTADOS Y CONCLUSIONES
An evaluation of the effects of a dynamic lycra orthosis on arm function in a late stage patient with acquired brain injury (9) MJ Watson et al. 2007	Evaluar efecto de una órtesis dinámica de lycra en el tratamiento de paresia en extremidad superior en un paciente que sufrió un ACV en etapa subaguda.	- Estudio de un caso (n=1). - 18 semanas de tratamiento. - Batería de pruebas de miembro superior. - Órtesis dinámica de lycra hecha a medida se usaba diariamente durante la fase intermedia de la prueba.	- Resultados: mejoras en el rango de movimiento activo, la función de autoevaluación y en escritura. Cambios positivos en las puntuaciones de la mayoría de las evaluaciones utilizadas a lo largo del período de tratamiento. - Conclusión: una órtesis dinámica puede conllevar beneficios en cuanto a la función de la extremidad superior después de una lesión cerebral. Más estudios son necesarios.
Effects of a dynamic hand orthosis for functional use of the impaired upper limb in sub-acute stroke patients: A multiple single case experimental design study (10) Johan A. Frank et al. 2013	Investigó los efectos del uso de órtesis dinámica con resorte, junto con la terapia convencional, sobre el uso funcional de la mano afectada en pacientes con ACV subagudo moderado/grave.	- Estudio de casos (n=8). - 6 semanas de tratamiento, 5 días a la semana + terapia convencional. - Órtesis (SaebotFlex). - Los resultados fueron medidos con las escalas ARAT y AVILHAND.	- Resultados: los pacientes que en la fase subaguda temprana después del ACV muestran solo una pequeña o modesta mejoría en su capacidad para realizar actividades o su nivel percibido de rendimiento diario, parecen beneficiarse más del entrenamiento con una órtesis dinámica del brazo. - Conclusión: al no contar con un grupo de control, no se descarta que la mejoría pudo ser en parte debida a la recuperación normal de un paciente tras ACV.
Efficacy of a dynamic orthosis on the upper limbs in the chronic phase of strokes (11) Gonzalez-Bernal y colaboradores 2017	Valorar la eficacia de las órtesis dinámicas en la rehabilitación del miembro superior en pacientes que han presentado un ictus	- Estudio longitudinal de casos y controles (n=40). - Uso de órtesis dinámica en el miembro superior durante 6 meses. - Se utilizaron las escalas Fugl-Meyer Assessment Scale y Wolf Motor Function.	- Resultados: Las escalas mostraron mejoría de la función motora en ambos grupos, y se asoció a un incremento adicional de la fuerza en el grupo que utilizó las órtesis dinámicas de miembro superior. - Conclusión: el uso de una órtesis dinámica durante actividades puede adicionalmente mejorar la fuerza en este miembro, pero se necesitan más estudios para confirmar resultados.
A pilot study to assess use of passive extension bias to facilitate finger movements for repetitive task practice after stroke (12) Iwauro y colaboradores 2011	Investigar si el rango activo del movimiento del dedo podría aumentarse mediante la introducción de torques pasivos externos de la articulación de la extensión en los pacientes que habían sufrido un ACV.	- Estudio experimental (n=5). - 2 sesiones con pacientes crónicos de apoplejía con deterioro severo de la mano usando guante ortopédico personalizado (X-Glove). - Medidas de resultado: rango de movimiento activo, distancia de la yema del dedo a la mano, Graded Wolf Motor Function Test y test Box and Blocks.	- Resultados: mejora en el rango de movimiento activo y la distancia de la yema del dedo desde la articulación metacarpofalángica aumentó en un promedio de 2.2 cm para 4 de ellos. No se observaron diferencias significativas en el BB o GWMFT con y sin el X-Glove. - Conclusión: la introducción del torque de extensión pasivo puede mejorar el rango de movimiento activo para los dedos en este tipo de pacientes, facilitando el entrenamiento terapéutico de la mano incluso en el entorno doméstico (aunque el material debería reducirse al mínimo para facilitar la interacción con objetos reales).
Hand spring operated movement enhancer (HandSOME): a portable, passive hand skeleton for stroke rehabilitation (13) EB. Brokaw et al. 2011	Desarrollar un dispositivo pasivo, liviano y portátil para ayudar con la función de la mano durante la realización de actividades de la vida diaria.	- Estudio experimental (n=8). - Uso de dispositivo HandSOME en pruebas iniciales.	- Resultados: aumentó significativamente el rango de movimiento y la capacidad funcional. Hubo cierta disminución en la fuerza de agarre, sin embargo, esto no fue estadísticamente significativo y no pareció tener un efecto en la función. - Conclusión: HandSOME es prometedor como herramienta para facilitar la práctica de tareas repetitivas y así mejorar la función de la mano en pacientes con ACV.
Tolerance and effectiveness of a new dynamic hand-wrist orthosis in chronic stroke patients (14)	Evaluar la tolerancia de una nueva órtesis dinámica de mano y muñeca y la efectividad en la	- Estudio de casos y controles (n=6). - Tratamiento de 6 meses: los usuarios no habían sido capaces de soportar una	- Resultados: 5 pacientes podían soportar la órtesis dinámica sin molestias durante 6 horas diarias. La espasticidad autoinformada y el dolor disminuyeron significativamente, la extensión pasiva máxima de la muñeca aumentó significativamente y aunque no

<p>AS Andriga y colaboradores 2013</p>	<p>prevención de la contractura progresiva de la muñeca y la espasticidad tras un ACV.</p>	<p>órtesis estática y recibieron una órtesis dinámica personalizada. - La tolerancia y efectividad se evaluó por el tiempo de uso diario, el dolor autoinformado, la espasticidad y la contractura de los músculos flexores.</p>	<p>se midió ningún cambio significativo en la espasticidad, el uso de inyecciones de Toxina Botulínica disminuyó para dos pacientes. - Conclusión: 5/6 pacientes toleraron la nueva órtesis dinámica durante al menos 6 horas diarias y el uso redujo significativamente las contracturas de la muñeca en un período de 6 meses.</p>
<p>Effectiveness of dynamic wrist splint on deltoid muscle activity using functional task practice along with straightening exercises in post stroke patients (15) J. Prakash y colaboradores 2013</p>	<p>Analizar la efectividad de la férula dinámica de muñeca en la actividad del deltoides mediante la práctica de tareas funcionales y ejercicios de fortalecimiento en pacientes de ACV.</p>	<p>- Estudio experimental (n=30). - Intervención de 4 semanas. - Medidas de resultado: EMG de superficie para deltoides y Escala Fugl-Meyer.</p>	<p>- Resultados: nivel significativo de mejora en la función y aumento de la actividad muscular deltoidea en comparación con los sujetos que no usaron la férula.</p>
<p>Kinematics variations after spring-assisted orthosis training in persons with stroke (16) Youngkeun Woo et al. 2013</p>	<p>Evaluar la eficacia de un entrenamiento con órtesis dinámica SaebFlex en pacientes con ACV utilizando parámetros cinemáticos.</p>	<p>- Estudio experimental (n=5). - Intervención de 4 semanas con órtesis SaebFlex. - Medidas de resultado: test Fugl-Meyer, test Box and Blocks (BB), Action Research Arm Test (ARAT) y la cinemática usando un sistema de análisis de movimiento tridimensional.</p>	<p>- Resultados: se incrementaron significativamente la puntuación de Fugl-Meyer y B&B test. El puntaje de espasmos de las articulaciones de hombro y codo en el plano sagital disminuyó significativamente durante la tarea de alcance-agarre a la altura del acromion, al igual que los de muñeca. - Conclusión: el uso de una órtesis de mano dinámica asistida por resorte se considera una opción de tratamiento eficaz para proporcionar repetición, entrenamiento orientado a tareas y actividades funcionales para la extremidad superior hemiparética.</p>
<p>Effect of intensive training with a spring-assisted hand orthosis on movement smoothness in upper extremity following stroke: a pilot clinical trial (17) Hye-son Jeon y colaboradores 2014</p>	<p>Evaluar la viabilidad de un entrenamiento intensivo utilizando una órtesis manual asistida por resorte en la extremidad superior en individuos con ACV hemiparético crónico.</p>	<p>- Estudio piloto con grupo de control (n=10). - Intervención de 4 semanas con órtesis SaebFlex. - Medidas de resultado: evaluación de Fugl-Meyer, Box and Block Test y Action Research Arm Test (ARAT).</p>	<p>- Resultados: se incrementó significativamente la puntuación de Fugl-Meyer y de B&B test. La velocidad para la tarea de alcance de la muñeca y hombro disminuyó significativamente. - Conclusión: el entrenamiento dinámico de órtesis de mano asistida por resorte para recuperar el movimiento de la extremidad superior hemiparética da buenos resultados.</p>
<p>The influence of Dynamic orthosis training on upper extremity function after stroke: a pilot study (18) Rodrigo Cappato de Araújo y colaboradores 2014</p>	<p>Evaluar el uso de una órtesis dinámica en la función de la extremidad superior en pacientes con ACV crónico.</p>	<p>- Estudio piloto (n=6). - Programa de capacitación de 8 semanas. - Medidas de resultado: la capacidad funcional se evaluó mediante TEMPA (Test d'Évaluation des Membres Supérieurs de Personnes).</p>	<p>- Resultados: mejora significativa de la función de la extremidad superior en la realización de una tarea bilateral (p = 0,01) y tres tareas unilaterales (p = 0,04). - Conclusión: Este estudio piloto sugiere que las órtesis dinámicas asociadas a la realización de tareas funcionales pueden tener resultados positivos con respecto a la mejora de la capacidad funcional de la extremidad superior.</p>
<p>Feasibility study into self-administered training at home using an arm and hand device with motivational gaming environment in chronic stroke (19) Nijenhuis y colaboradores 2015</p>	<p>Evaluar la viabilidad y los posibles cambios clínicos asociados con un sistema de entrenamiento autoadministrado en el hogar con un entorno de juego motivacional, combinado con el uso de una órtesis dinámica para muñeca y mano.</p>	<p>- Estudio experimental (n=24). - Intervención de 6 semanas. - La evaluación de la viabilidad involucró la duración del entrenamiento, la usabilidad y la motivación. - Los resultados se evaluaron antes/después del entrenamiento y a los 2 meses.</p>	<p>- Resultados: La función de la extremidad superior y la calidad de vida mejoraron después del entrenamiento, aunque la destreza no lo hizo. - Conclusión: Estos hallazgos indicaron que el entrenamiento en el brazo y la mano desde el hogar con soporte físico de una órtesis dinámica es una herramienta factible para permitir la práctica autoadministrada en el hogar. Tal enfoque permite la práctica sin depender de la disponibilidad del terapeuta, lo que permite un aumento en la dosis de entrenamiento con respecto al tratamiento en entornos supervisados.</p>
<p>Use of a portable assistive glove to facilitate rehabilitation in stroke</p>	<p>Demostrar que la combinación de estiramiento cíclico pasivo impuesta por el</p>	<p>- Estudio experimental (n=13). - Los participantes sufrieron un ACV 2-6 meses antes de</p>	<p>- Resultados: mejoría global en las puntuaciones posteriores al entrenamiento en todas las medidas de resultado, incluida Graded Wolf Motor Function Test, Action Research Arm Test, y la prueba de</p>

<p>survivors with severe hand impairment (20)</p> <p>HC Fischer y colaboradores</p> <p>2016</p>	<p>dispositivo con entrenamiento activo asistido y orientado a tareas mejora el control motor y el rendimiento de la tarea del miembro superior tras ACV.</p>	<p>la inscripción y completaron 5 semanas de tratamiento. - Cada sesión incluyó el estiramiento cíclico de los flexores largos de los dedos (30 min) seguido de la práctica de movimiento orientado a tareas con ayuda activa (60 min).</p>	<p>fuerza de agarre y pellizco, excepto la fuerza de extensión del dedo. No se observó ningún cambio significativo en la espasticidad.</p> <p>- Conclusión: la mejora en las habilidades de las extremidades superiores es posible para los pacientes que han sufrido un ACV incluso con deterioro severo de la mano a través de una nueva intervención que combina estiramiento cíclico pasivo y la práctica de tareas propositivas asistidas.</p>
<p>Upper limb motor training using a Saebo™ orthosis is feasible for increasing task-specific practice in hospital after stroke (21)</p> <p>Lannin y colaboradores</p> <p>2016</p>	<p>Investigar la viabilidad del uso de Saebo-Flex en pacientes de ACV subagudo con poco/ningún movimiento activo de la mano para aumentar la práctica específica de tareas y recopilar datos que comparen con el grupo de control (rehabilitación habitual).</p>	<p>- Estudio piloto: diseño aleatorio de pre y post evaluación y evaluación de resultados cegada (n=9).</p> <p>- Participaron 9 pacientes hospitalizados (con una media de tres meses después del ACV) que recibieron 8 semanas de entrenamiento motor diario con el dispositivo Saebo-Flex™.</p>	<p>- Resultados: El estudio tuvo resultados variables en los resultados, con tendencias positivas observadas en la función de la mano, particularmente la destreza.</p> <p>- Conclusión: este estudio piloto de factibilidad mostró que el uso de la tecnología de asistencia, específicamente el dispositivo Saebo-Flex™, podría usarse con éxito en una muestra de pacientes con ACV con poco o ningún movimiento activo de la mano.</p>
<p>Hand rehabilitation after stroke using a wearable, high DOF, spring powered exoskeleton (22)</p> <p>Tianyao Chen y Lum PS</p> <p>2016</p>	<p>Probar que la rehabilitación con el dispositivo HandSOME II es efectiva.</p>	<p>- Pruebas iniciales (n=7).</p> <p>- Participaron 7 sujetos con ACV que presentaban deterioro en la función de la mano.</p>	<p>- Resultados: HandSOME II aumentó significativamente los ángulos de extensión máxima y el rango de movimiento en todas las articulaciones del dedo índice.</p> <p>- Conclusión: este dispositivo permite el rendimiento de todos los patrones de agarre utilizados en las AVD y se puede utilizar como parte de programas de terapia en el hogar.</p>
<p>Orthotic aided training of the paretic upper limb in chronic stroke: results of a phase 1 trial (23)</p> <p>Farrel, Hoffman y colaboradores</p> <p>2007</p>	<p>Valorar los resultados de un programa de entrenamiento de miembro superior que usa la órtesis dinámica SaeboFlex para mejorar la habilidad motora.</p>	<p>- Investigación de fase 1 (n=13).</p> <p>- Intervención de 5 días de entrenamiento (6 horas al día) que consistió en actividades repetitivas orientadas a tareas con SaeboFlex, ejercicios y estimulación eléctrica funcional.</p>	<p>- Resultados: mejoras en el movimiento en el hombro y el codo. La extensión de la muñeca también mejoró, pero la flexión de la muñeca y el movimiento de los dedos no. El tono muscular disminuyó y no se reportó dolor.</p> <p>- Conclusión: Según los autores, un programa que usa la órtesis Saeboflex puede presentar más consecuencias beneficiosas que adversas.</p>
<p>Therapy incorporating a Dynamic wrist-hand orthosis versus manual assistance in chronic stroke: a pilot study (24)</p> <p>JG. Barry, SA. Ross y J. Woehrle</p> <p>2012</p>	<p>Comparar el efecto de la terapia con una ortesis dinámica de muñeca y mano (WHO) versus terapia asistida manualmente (MAT) para individuos con hemiparesia crónica moderada a grave. La relación entre las repeticiones durante la terapia y el cambio funcional también se examinó.</p>	<p>- Estudio piloto (n=19).</p> <p>- Intervención de 6 semanas. Los participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo de la WHO (n = 10) que realizó la terapia con una férula dinámica (SaeboFlex), o al grupo de MAT (n = 9) que realizó la terapia con asistencia manual de un terapeuta.</p> <p>- Medidas de evaluación: fuerza de agarre, ARAT, B&B test y Stroke Impact Scale (SIS).</p>	<p>- Resultados: No hubo diferencias significativas entre grupos para ninguna de las medidas. Las diferencias dentro del grupo mostraron que el grupo de la WHO tuvo una mejoría significativa en la puntuación de ARAT y el grupo MAT tuvo una mejora significativa en el SIS y se acercó a una mejora significativa en el ARAT. Se observaron pequeñas mejorías en la función y la percepción de la recuperación en ambos grupos, sin una ventaja definida de la WHO.</p> <p>- Conclusión: las personas con ACV crónico pueden mejorar el uso del brazo con la terapia que incorpora entrenamiento funcional con la mano. No demuestra que utilizar una férula dinámica en la rehabilitación es más efectivo, pero sí que existe relación entre la cantidad de cambio y la cantidad de práctica.</p>

Tabla 2: Datos sobre las férulas dinámicas utilizadas en los estudios incluidos

FÉRULAS DINÁMICAS Y SUS CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
<p>Órtesis dinámica SaebFlex (10) (16) (17) (21) (23) (24):</p>  <p>Órtesis dinámica de muñeca, mano y dedos, que incluye un sistema de muelles para la facilitación del uso del miembro superior en actividades propositivas. El grupo Saebó también cuenta con una órtesis llamada SaebóReach que incluye apoyo en antebrazo.</p>	<p>Guante ortopédico (X-Glove) (12) (20):</p>  <p>Guante ortopédico que suministra torques de extensión pasiva a las articulaciones de los dedos. X-Glove permite el movimiento libre de cada articulación y la interacción con objetos reales. Los cables que sirven como tendones extensores externos pasan a través de guías de cable unidas al lado dorsal de un guante.</p>
<p>Dispositivos HandSOME I y II (13) (22):</p> <ul style="list-style-type: none"> - HandSOME ayuda a abrir la mano del paciente mediante una serie de cordones elásticos que aplican pares de extensión a las articulaciones de los dedos y compensa la hipertonía de los flexores. - Handsome II, ayuda a abrir la mano utilizando 11 actuadores elásticos que aplican pares de extensión a las articulaciones de los cinco dedos. 	<p>Férula de muñeca dinámica (15):</p> <p>La férula sostiene el pulgar de los sujetos en abducción y la muñeca en ligera extensión por lo que ayuda a la acción de agarre. La férula impide excesiva pronación del antebrazo manteniendo así la posición funcional deseada para realizar actividades. También tiene un apoyo en codo que lo mantiene en extensión.</p>
<p>Órtesis dinámica de muñeca y mano junto a juego motivacional (19):</p>  <p>Consta de un soporte de brazo móvil (SaebMAS) y órtesis de muñeca y mano dinámica SCRIPT. El SaebMAS se usó para la compensación de gravedad del brazo proximal. La órtesis de es un exoesqueleto diseñado a medida que se adapta al antebrazo y mano y que proporciona fuerzas de extensión a la muñeca y los dedos a través de muelles pasivos y cordones de tensión elásticos. Esta combinación permitió los movimientos del miembro superior dentro de los rangos funcionales durante el entrenamiento.</p>	<p>Órtesis dinámica de miembro superior (18):</p>  <p>La órtesis dinámica consiste en un exoesqueleto, órtesis estática, guante funcional, unidad de control y actuadores electromecánicos. El exoesqueleto es una estructura mecánica formada por dos segmentos de nylon colocados a lo largo del brazo y conectado por un eje de pivote. Una sola polea fue fijada en la estructura mecánica del exoesqueleto con el centro coincidiendo con el eje de rotación de la articulación del codo. Las órtesis estáticas se fabricaron con material termoplástico y se usaron para estabilizar y posicionar el brazo y el antebrazo del participante, así como la muñeca en posición funcional. Se fijó con velcro. Para la flexión y la extensión de los dedos, los guantes de licra fueron hechos individualmente con un sistema de material no elástico y tendones artificiales.</p>
<p>Férula dinámica de licra (9):</p> <p>Órtesis de licra de compresión hecha a medida para los participantes del estudio. Fueron individualmente adaptados para corregir el movimiento y el posicionamiento de las extremidades superiores.</p>	<p>Órtesis dinámica de muñeca y mano (14):</p> <p>Estas férulas fueron hechas a medida para cada participante, de manera individual.</p>
<p>Órtesis dinámica de miembro superior de licra (11):</p> <p>Esta órtesis dinámica cubre desde los dedos al tercio proximal del brazo y está fabricada a medida para cada paciente con material de licra.</p>	

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez Cabeza Á. *Terapia Ocupacional para la intervención del Control Motor*. Alemania: Editorial Académica Española; 2011. 358 p.
2. Instituto Nacional de Estadística. *Encuesta de morbilidad hospitalaria: Altas hospitalarias causadas según el sexo y el diagnóstico principal*. 2015.
3. Conejero Casares A. Prescripción de ortesis y otro material de adaptación en pacientes con hemiparesia. *Elsevier*. 2000;34: Rehabilitación 2000;34:438-46.
4. Gambhir PK. Evidence Base of Stroke and Hand Splinting. 2013;5(2):4.
5. Flórez García MT. *Intervenciones para mejorar la función motora en el paciente con ictus*. 2000.
6. Cano-de-la-Cuerda R, Molero-Sánchez A, Carratalá-Tejada M, Alguacil-Diego IM, Molina-Rueda F, Miangolarra-Page JC, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. *Aplicaciones clínicas en neurorehabilitación*. Soc Esp Neurol. 2011;
7. Crepeau EB, Willard HS, Spackman CS, Cohn (OTR.) ES, Schell BAB. *Terapia ocupacional*. Ed. Médica Panamericana; 2005. 1096 p.
8. Kisner C, Colby LA. *Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas*. Paidotribo; 2005.
9. Watson MJ, Crosby P, Matthews M. An evaluation of the effects of a dynamic lycra orthosis on arm function in a late stage patient with acquired brain injury. *Brain Inj*. Junio de 2007;21(7):753-61.
10. Franck JA, Timmermans AAA, Seelen HAM. Effects of a dynamic hand orthosis for functional use of the impaired upper limb in sub-acute stroke patients: A multiple single case experimental design study. *Technol Disabil*. 1 de enero de 2013;25(3):177-87.
11. Gonzalez-Bernal J, de la Fuente-Anuncibay R, Gonzalez-Santos J, Cuesta-Gomez JL, Cubo E. [Efficacy of a dynamic orthosis on the upper limbs in the chronic phase of strokes. A longitudinal study]. *Rev Neurol*. 1 de septiembre de 2017;65(5):209-15.
12. Iwamuro BT, Fischer HC, Kamper DG. A pilot study to assess use of passive extension bias to facilitate finger movement for repetitive task practice after stroke. *Top Stroke Rehabil*. Agosto de 2011;18(4):308-15.
13. Brokaw EB, Black I, Holley RJ, Lum PS. Hand Spring Operated Movement Enhancer (HandSOME): a portable, passive hand exoskeleton for stroke rehabilitation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc*. Agosto de 2011;19(4):391-9.
14. Andringa AS, Van de Port IGL, Meijer J-WG. Tolerance and effectiveness of a new dynamic hand-wrist orthosis in chronic stroke patients. *NeuroRehabilitation*. 2013;33(2):225-31.
15. Prakash J, Mondam S, Srinivasan M, Abbina A. Effectiveness of dynamic wrist splint on deltoid muscle activity using functional task practice along with strengthening exercises in post stroke patients [Internet]. 2013 [citado 23 de abril de 2018]. Disponible en: <http://search.pedro.org.au/search-results/record-detail/35987>

16. Woo Y, Jeon H, Hwang S, Choi B, Lee J. Kinematics variations after spring-assisted orthosis training in persons with stroke. *Prosthet Orthot Int*. Agosto de 2013;37(4):311-6.
17. Jeon H, Woo Y-K, Yi C, Kwon O, Jung M, Lee Y, et al. Effect of intensive training with a spring-assisted hand orthosis on movement smoothness in upper extremity following stroke: a pilot clinical trial. *Top Stroke Rehabil*. Agosto de 2012;19(4):320-8.
18. De Araújo RC, Rocha DN, Pitangui ACR, Pinotti M. The influence of dynamic orthosis training on upper extremity function after stroke: a pilot study. *J Healthc Eng*. 2014;5(1):55-66.
19. Nijenhuis SM, Prange GB, Amirabdollahian F, Sale P, Infarinato F, Nasr N, et al. Feasibility study into self-administered training at home using an arm and hand device with motivational gaming environment in chronic stroke. *J Neuroengineering Rehabil*. 9 de Octubre de 2015;12:89.
20. Fischer HC, Triandafilou KM, Thielbar KO, Ochoa JM, Lazzaro EDC, Pacholski KA, et al. Use of a Portable Assistive Glove to Facilitate Rehabilitation in Stroke Survivors With Severe Hand Impairment. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc*. Marzo de 2016;24(3):344-51.
21. Lannin NA, Cusick A, Hills C, Kinnear B, Vogel K, Matthews K, et al. Upper limb motor training using a Saebo™ orthosis is feasible for increasing task-specific practice in hospital after stroke. *Aust Occup Ther J*. Diciembre de 2016;63(6):364-72.
22. Tianyao Chen null, Lum PS. Hand rehabilitation after stroke using a wearable, high DOF, spring powered exoskeleton. *Conf Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc IEEE Eng Med Biol Soc Annu Conf*. 2016;2016:578-81.
23. Farrell JF, Hoffman HB, Snyder JL, Giuliani CA, Bohannon RW. Orthotic aided training of the paretic upper limb in chronic stroke: results of a phase 1 trial. *NeuroRehabilitation*. 2007;22(2):99-103.
24. Barry JG, Ross SA, Woehrle J. Therapy incorporating a dynamic wrist-hand orthosis versus manual assistance in chronic stroke: a pilot study. *J Neurol Phys Ther JNPT*. Marzo de 2012;36(1):17-24.