

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SECCIÓN DE FISIOTERAPIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

*Efectos de diferentes técnicas de fisioterapia en el
tratamiento de la espasticidad. Revisión bibliográfica*

*Effects of different physiotherapy techniques in
spasticity treatment. Bibliographic review*

Emilio Pérez Gámez y Olmo Hernández Rodríguez

CURSO ACADÉMICO 2019-2020
CONVOCATORIA DE JUNIO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SECCIÓN DE FISIOTERAPIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

*Efectos de diferentes técnicas de fisioterapia en el
tratamiento de la espasticidad. Revisión bibliográfica*

*Effects of different physiotherapy techniques in
spasticity treatment. Bibliographic review*

Emilio Pérez Gámez y Olmo Hernández Rodríguez

CURSO ACADÉMICO 2019-2020
CONVOCATORIA DE JUNIO



Grado en Fisioterapia
Asignatura: Trabajo de Fin de Grado

Centro: Universidad de La Laguna
Titulación: Grado de fisioterapia

DATOS ALUMNO/A:

Apellidos: Pérez Gámez _____ Nombre: Emilio _____
DNI/Pasaporte _____ Dirección _____ C.P. _____
Localidad: Santa Cruz de Tenerife _____ Provincia: Santa Cruz de Tenerife
Teléfono _____ Email _____

DATOS ALUMNO/A:

Apellidos: Hernández Rodríguez _____ Nombre: Olmo _____
DNI/Pasaporte _____ Dirección _____ C.P. _____
Localidad: La Laguna _____ Provincia: Santa Cruz de Tenerife
Teléfono _____ Email _____

TÍTULO TRABAJO DE FIN DE GRADO

Efectos de diferentes técnicas de fisioterapia en el tratamiento de la espasticidad. Revisión bibliográfica.

LOS/LAS TUTORES:

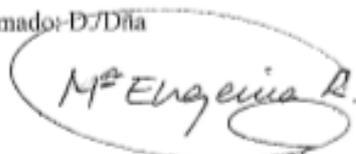
Apellidos: Rodríguez de la Sierra Galán _____ Nombre: María Eugenia _____
Apellidos _____ Nombre _____

AUTORIZACIÓN DE LOS TUTORES

D./Dña María Eugenia Rodríguez de la Sierra Galán _____ Profesor/a del Departamento de Medicina Física
y Farmacología de la Facultad de Ciencias de la Salud ULL

AUTORIZA A D./Dña Emilio Pérez Gámez y Olmo Hernández Rodríguez a presentar la propuesta de
TRABAJO DE FIN DE GRADO, que será defendido en La Universidad de la Laguna
La Laguna a 14 de Junio de 2020.

Firmado: D./Dña



SR./SRA. PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

RESUMEN

Introducción: La espasticidad es un signo clínico, que se manifiesta en múltiples patologías del sistema nervioso central, y afectan en gran medida a la calidad de vida de los pacientes. Comprende un tratamiento integral, que abarca farmacología, cirugía y rehabilitación. El tratamiento fisioterapéutico de este signo, combina el uso de diferentes técnicas entre las que se incluyen las ondas de choque, la hidroterapia, la electroterapia, crioterapia, vendaje neuromuscular y punción seca.. El objetivo de este trabajo es comprobar la evidencia más recientes de las terapias que se combinan al tratamiento convencional de la fisioterapia neurológica en la espasticidad.

Metodología: Se realizó una búsqueda bibliográfica sobre el efecto de las ondas de choque, la electroterapia, la hidroterapia, el vendaje neuromuscular, la punción seca y la crioterapia; para el tratamiento de la espasticidad. Por medio de las bases de datos PubMed, PEDro y Punto Q.

Resultados: Una vez realizada la búsqueda se obtuvo un total de 588 resultados. Después de aplicar los criterios de inclusión y descartar los artículos repetidos, se redujeron a 129. Por último, tras un análisis más profundo se hizo una selección final de 48 artículos.

Conclusión: Las ondas de choque, el kinesiotape y la electroterapia (TENS y FES), demostraron ser las más efectivas para el tratamiento de la espasticidad. Sin embargo, la falta de homogeneidad en la aplicación de las distintas terapias, no aporta suficiente evidencia científica como para incluirlas en la práctica clínica, sin suscitar dudas en su eficacia.

Palabras clave: “espasticidad”, “eficacia”, “ondas de choque”, “kinesiotape”, “TENS”, “FES”, “punción seca”, “hidroterapia”, “crioterapia”, “ACV”.

ABSTRACT

Introduction: Spasticity is a clinical sign present in multiple pathologies of the central nervous system, which greatly affect the quality of life of patients. Its englobe an integral treatment of pharmacology, surgery and rehabilitation. Physical therapist combine the use of differents techniches, including shock waves, hydrotherapy, electrotherapy, cryotherapy, kinesiotape and deep dry needling. The aim of this work is to verify the most recent evidence of the therapies combined with the conventional treatment of physical therapy in spasticity.

Methodology: A bibliographic review was carried out using PeDRO, PubMed and Punto Q databases, about ;effects of shockswave, electrotherapy, hydrotherapy, kinesiotape, dry needling and cryotherapy for the treatment of spasticity

Resultsts: Once the search was done, a total of 588 results were obtained. After applying the inclusion criteria and discarding the repeated articles, they were reduced to 129. Finally, after further analysis, a final selection of 48 papers was made.

Conclusion: Shock waves, kinesiotape and electrotherapy (TENS and FES), proved to be the most effective for the treatment of spasticity. However, the lack of homogeneity in the application of the differents therapies does not provide enough scientific evidence to include them in clinical practice, without raising doubts about their efficacy.

Keywords: “*spasticity*”, “*effects*”, “*shock wave*”, “*kinesiotape*”, “*TENS*”, “*FES*”, “*dry needling*”, “*hydrotherapy*”, “*cryotherapy*”, “*stroke*”.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1 Fisiopatología.....	4
1.2 Valoración y cuantificación de la espasticidad.....	6
1.3 Patologías neurológicas.....	8
1.4 Tratamiento de la espasticidad.....	11
2. Objetivos.....	18
3. Estrategia de búsqueda y selección de artículos.....	18
4. Resultados.....	21
4.1 Ondas de choque.....	21
4.2 Transcutaneous electrical nerve stimulation.....	28
4.3 Functional electric stimulation.....	33
4.4 Hidroterapia	37
4.5 Vendaje neuromuscular.....	39
4.6 Punción seca.....	46
4.7 Crioterapia.....	49
5. Discusión.....	51
5.1 Ondas de choque.....	51
5.2 Transcutaneous electrical nerve stimulation.....	54
5.3 Functional electric stimulation.....	55
5.4 Hidroterapia	56
5.5 Vendaje neuromuscular.....	57
5.6 Punción seca.....	58
5.7 Crioterapia.....	58
6. Conclusión.....	59
7. Bibliografía.....	60
8. Anexo.....	84

1. Introducción

La espasticidad es un signo clínico que se manifiesta en múltiples patologías del Sistema nervioso central, como la esclerosis múltiple (EM), accidentes cerebrovasculares (ACV), traumatismos craneoencefálicos (TCE), lesiones medulares, esclerosis lateral amiotrófica, etc. No existe un consenso sobre la definición de este signo, aunque la más referenciada en la literatura científica es la descrita por Lance en 1980, “es un trastorno motor caracterizado por un aumento dependiente de la velocidad de los reflejos tónicos de estiramientos (tono muscular), con reflejos osteotendinosos exagerados, que resulta de la hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento y es uno de los componentes del síndrome de la motoneurona superior”(1), hoy en día no es ampliamente aceptada ya que se limita únicamente abordar el hecho de que sea un factor de daño de las motoneuronas superiores sin incidir en las características que generan la discapacidad. Sin embargo, la espasticidad interfiere y limita diferentes funciones y actividades como la deambulación, la manipulación, el equilibrio, el habla o la deglución. Así, acaba afectando, de forma significativa, a la calidad de vida del paciente, de sus familiares y de sus cuidadores(2).

En este sentido, en pacientes adultos afectados por daño cerebral adquirido, la espasticidad suele aparecer mediante un desarrollo gradual, entre las 2-8 semanas en TCE, y las 6-8 semanas tras un ACV. Por otro lado, aquellos pacientes que padecen una lesión medular, la presencia de espasticidad varía entorno al 68-75% al año de evolución (3).

En lo que respecta a las manifestaciones clínicas de la espasticidad, estas difieren según la motoneurona afectada:

- La afectación de la motoneurona inferior, suele manifestar espasticidad en patrones clínicos atípicos
- La afectación de la motoneurona superior, tiende a presentar patrones clínicos similares en la mayoría de las afecciones neurológicas: En miembro inferior; pies equinos, equinovaros; garra digital; Hiperextensión del primer dedo del pie; aducción de muslo y flexo de rodillas/extensión de rodillas. En cuanto a miembro superior, los patrones espásticos se presentan como; aducción y

rotación interna del hombro; flexo de codo; flexo de muñeca; dedos en garra y pulgar incluido en palma. A pesar de la similitud en los patrones clínicos, el abordaje será diferente según el origen de la disfunción (3).

La espasticidad es un problema sociosanitario de primer nivel, ya que afecta en gran medida a las capacidades funcionales de los pacientes y altera su calidad de vida, dificultando aspectos básicos de la vida diaria cómo conciliar el sueño, la retención de orina, o alterar los patrones de la marcha, favoreciendo lesiones traumáticas por aumentar del riesgo de caída. Estas son algunas de las razones por las que se puede ver afectada la autonomía de los pacientes(4).Sin embargo, debemos tener en cuenta que, en ausencia de actividad voluntaria o de control motor, la presencia de cierto grado de espasticidad puede tener una utilidad funcional. Por ejemplo, la hipertonia de cuádriceps puede facilitar la bipedestación; en los músculos abdominales podría facilitar la función ventilatoria, mientras que en los músculos del periné puede permitir la continencia de esfínteres (3).

En España, los últimos datos epidemiológicos obtenidos en el año 2007 revelan que hay una cifra estimada de 300.000-400.000 personas afectadas de espasticidad, es decir, que 100 de cada 100.000 habitantes tienen que convivir con dicho problema de salud. La prevalencia de la espasticidad nos permitiría valorar las dimensiones sociales del problema, pero no existen datos específicos debido a que se trata de un signo, que aunque vaya estrechamente unido a determinadas patologías, es muy variable en su manifestación y no siempre es un problema que necesite de tratamiento. Sin embargo, existe una aproximación epidemiológica de la espasticidad según su etiología, en nuestro país.(3)

Tabla 1. Aproximación a la epidemiología de la espasticidad en función de su etiología.a (3)

Patología	Prevalencia	% espasticidad en la patología	Personas afectadas en España
Ictus	2-3 por cada 10 habitantes	20-30 %	180-230.000 personas con espasticidad post-ictus
TCE	1-2 por cada 1000 habitantes (moderado-grave)	13-20 % (moderado-grave)	6-12.000 personas con espasticidad post-TCE
Lesiones medulares	Prevalencia: 27 por 100.000 habitantes. Incidencia 1,6 por 100.000 habitantes	60-78%	8-10.000 personas con espasticidad tras lesión medular
EM	60 por 100.000 habitantes	84%	20-25.000 personas con EM-espasticidad
PCI	2 de cada 1.000 nacidos vivos	70-80%	70-80.000 personas con PCI-espasticidad

El objetivo de este trabajo es revisar y comparar en la literatura científica la eficacia del tratamiento de la espasticidad por medios físicos en la rehabilitación del paciente. Hemos tratado de incluir un amplio número de artículos sobre el tema e incorporar los agentes físicos más utilizados y que, además, fuesen de fácil acceso para el fisioterapeuta.

Siguiendo esta línea, es necesario aclarar, tanto el mecanismo fisiopatológico de este signo, como la valoración y cuantificación del mismo, así como las patologías asociadas más comunes. Finalmente, abordaremos el tratamiento desde el punto de vista farmacológico, quirúrgico y rehabilitador.

1.1 Fisiopatología

Hay que considerar que la espasticidad se trata de un signo complejo y multifactorial, que aparece como resultado de una lesión neurológica en las vías piramidales encargadas de los movimientos voluntarios del cuerpo. La fisiopatología se relaciona con dos mecanismos: mecanismos espinales de procesamiento intraespinal anormal; y mecanismos supraespinales y suprasegmentarios(5):

- Mecanismos espinales de procesamiento intraespinal anormal

Este mecanismo tiene dos orígenes distintos, el primero se produce por un incremento de las entradas sensoriales a la médula espinal. Por ejemplo, cuando un paciente sufre una lesión medular, se produce una interrupción de los impulsos descendentes, haciendo que sus motoneuronas espinales activen corrientes dependientes de voltaje por un desbalance del calcio y el sodio. De esta manera se amplifica la respuesta de las motoneuronas a las sinapsis excitatorias, provocando potenciales de descarga espontáneos en respuesta a un impulso transitorio, que altera el estiramiento pasivo (6).

El segundo origen, se desarrolla por alteraciones en los circuitos de los reflejos interneuronales. En condiciones normales, el reflejo de estiramiento se produce cuando al estirar un músculo pasivamente se estimula los husos musculares, transmitiendo una señal neurológica por fibras aferentes, hasta las α - motoneuronas situada en el cuerno anterior de la médula espinal. Esto origina impulsos por fibras eferentes de conducción rápida Ia (mielinizadas) provocando una contracción muscular inmediata, corta e involuntaria como respuesta a dicho estiramiento (7). Este reflejo se inhibe por el tracto reticuloespinal dorsal mediante circuitos espinales inhibitorios(8). Dentro de estos, incluimos:

La inhibición recíproca, por la cual, se estimulan interneuronas inhibitorias por medio de las fibras aferentes sensoriales, impidiendo de esta forma que se desencadene el reflejo de estiramiento en las fibras antagonistas.

La inhibición Ib, en la que las fibras Ib envían impulsos inhibitorios a las motoneuronas de la musculatura homónima e impulsos excitatorios a las motoneuronas de la musculatura antagonista, provocan el llamado reflejo miotático invertido(7).

La inhibición recurrente, mediada por las células de Renshaw (asta ventral de la médula), donde reciben impulsos colaterales excitatorios desde los axones motores y vuelven a la motoneurona, así como a las interneuronas inhibitorias Ia. (9).

Además, hay otros circuitos que también inhibirán este reflejo de forma pre-sináptica, actuando sobre las fibras Ia mediante sinapsis axo-axanales gabaérgicas. De esta manera se consigue una disminución en la liberación de neurotransmisores entre la sinapsis de las interneuronas Ia y las alfa-motoneuronas (10)(11).

Las alteraciones en estos sistemas inhibitorios se vinculan con la hiperexcitabilidad neuronal que se registra en la espasticidad. La literatura describe tres fenómenos que aparecen posteriormente a la lesión neurológica y que originan la espasticidad:

1. Disminución de la depresión post-sináptica.

Un paciente después de sufrir una lesión aguda (traumatismos o accidentes cerebrovasculares), iniciará una etapa de flacidez que precederá a una etapa espástica. Esta se origina por cambios intrínsecos en neuronas debido a la activación repetida de las fibras Ia produciendo una menor liberación de sus neurotransmisores y provocando, de esta manera, el aumento en el tono de la musculatura (10).

2. Formación de brotes neuronales

Se produce una liberación de factores locales de crecimiento por una pérdida en el control de las vías motoras descendentes, apareciendo un nuevo grupo de interneuronas que por sinapsis con las α -motoneuronas provocan un reflejo anormal (12).

3. Hipersensibilidad postdenervación.

Debido a la denervación total o parcial, se origina un aumento en la sensibilidad de las membranas postsinápticas causando la hiperexcitabilidad de las α -motoneuronas (11).

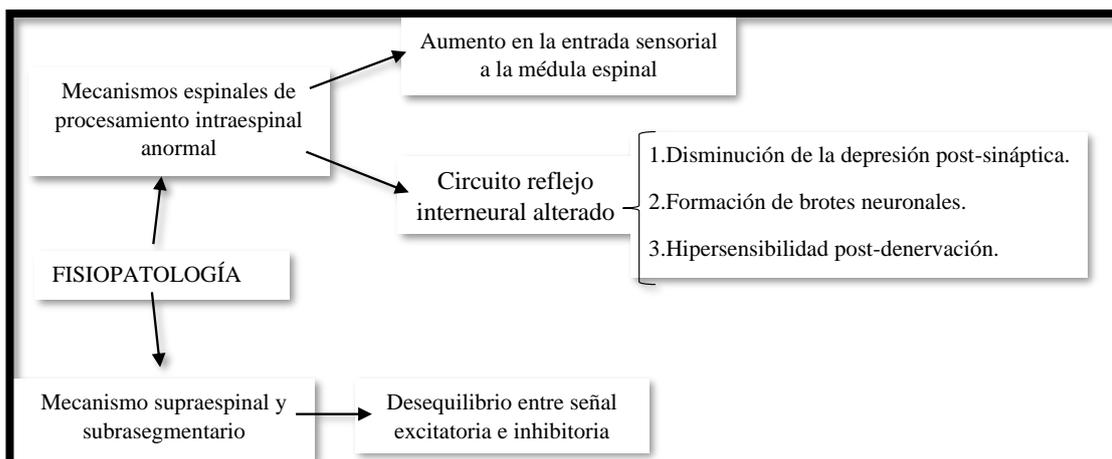
- Mecanismo supraespinal y suprasegmentario

El origen de la espasticidad también puede producirse de forma supramedular y suprasegmentario. El reflejo de estiramiento está regulado principalmente por vías excitatorias e inhibitorias a niveles supraespinosos, por lo que un daño a nivel de las motoneuronas superiores puede alterar el equilibrio que existe entre ambas vías (13). Como se nombró anteriormente, el tracto reticuloespinal dorsal es el responsable de

inhibir dicho reflejo. Este tracto está originado por la formación reticular bulbar ventromedial en la médula, conectado con la corteza promotora por medio de las vías corticobulbares del brazo anterior de la cápsula interna. Se ha demostrado que, cuando el brazo anterior de la cápsula interna se lesiona, se pierde la conexión entre la corteza cerebral y el tracto reticuloespinal. Desapareciendo de esta manera los impulsos inhibitorios, y por lo tanto originándose la espasticidad (14).

Por otro lado, el tracto vestíbulo-espinal es el responsable del efecto excitatorio, al contrario de las vías inhibitorias, se ha evidenciado que tiene una relación muy limitada con la aparición de este signo (8).

Esquema 1. Resumen de la fisiopatología



1.2 Valoración y cuantificación de la espasticidad

Múltiples escalas se han utilizado para valorar y cuantificar la espasticidad, como se resume en la tabla 2 (Anexo 1). A continuación, tratamos las escalas más utilizadas en la literatura científica(15):

- Escala de Ashworth (AS), escala de Ashworth modificada (MAS) y escala de Ashworth modificada modificada (MMAS)

En la práctica clínica, y en la investigación científica, la escala de Ashworth (AS) y la escala de Ashworth modificada (MAS) son los métodos más utilizados a la

hora de medir la espasticidad (14). La escala original nació en el año 1964 con el objetivo de clasificar los efectos de un fármaco antiespástico en la esclerosis múltiple (Tabla 3, Anexo 2) (16).

Este método de medición cualitativo de la espasticidad consiste en movilizar la extremidad a valorar de forma pasiva por el examinador, tratando de percibir la resistencia producida por el estiramiento de un músculo específico. En la escala original (AS) se valora esto en un rango del 0-4.

Posteriormente, con el objetivo de mejorar la fiabilidad de este método, Bohannon y Smith crearon la escala de Ashworth modificada. El grado 1 es dividido en 2 subcategorías diferentes, en función de la resistencia producida al final del arco de movimiento (Grado 1) o durante la mitad final de este (Grado +1)(15)(17)(Tabla 4.Anexo 3)

Estudios recientes discuten la validez de MAS. Estos, afirman que no existe una correlación significativa con las medidas neuromecánicas de la espasticidad (Hslp/Mslp). Se ha demostrado que es inconsistente con las medidas cuantitativas de los componentes neuronales y musculares de la rigidez dinámica de la articulación. Por esta razón, Ansari et al 2006 (185) modificó MAS, eliminando el ‘‘1+’’ y redefiniendo la calificación ‘‘2’’ . Esta escala, es una nueva herramienta clínica para medir la espasticidad muscular con bajos niveles de variabilidad inter e intra evaluador. La fiabilidad de la versión persa del MMAS se ha establecido previamente. (Tabla 5.Anexo 4)

- Escala de Tardieu (TS) y escala modificada de Tardieu (MTS)

Una de las mayores críticas hacia AS y MAS, es no tener en cuenta las características dependientes de velocidad a la hora de valorar la espasticidad. Por ello, se creó la escala de Tardieu (19). Desarrollada por Guy Tardieu entre 1950 y 1960 (20), esta escala mide la intensidad de la reacción del músculo ante diferentes velocidades de estiramiento muscular. Teniendo en cuenta cuatro variables en la evaluación: intensidad, duración, velocidad y ángulo (21).

En la realización de la prueba se medirá la resistencia al estiramiento muscular a una velocidad rápida (R1) y a una velocidad lenta (R2). Se toma la relación entre R1 y R2 como referencia, dando una puntuación que oscile entre 0 y 4 . Una diferencia

grande entre las dos mediciones indica un componente muscular dinámico, por el contrario, una pequeña diferencia revela una contractura muscular predominantemente fija (15).

La versión modificada de esta escala fue diseñada en 1999 (MTS), para incluir posiciones y velocidades conjuntas estandarizadas, pero manteniendo la puntuación numérica establecida por la original.(22) (Tabla 6.Anexo 5)

- Composite spasticity scale (CSS)

La escala de espasticidad compuesta (CSS) fue desarrollada para reflejar más fielmente el estado del tono del flexor plantar del tobillo, ya que la escala de Ashworth tiene una confiabilidad menor. Por el contrario, la validez y fiabilidad de CSS en la evaluación de la espasticidad se demostró en estudios con ACV (194).

1.3 Patologías neurológicas

Para alcanzar una comprensión mayor del cuadro clínico del paciente con espasticidad, desarrollaremos brevemente las patologías más frecuentes que pueden manifestar espasticidad en el adulto:

- Accidente cerebro vascular

La OMS define accidente cerebrovascular o ictus (ACV) como un accidente con “aparición rápida de signos clínicos de alteración focal o global de la función cerebral, con síntomas que duran 24 horas o más.”

Se clasifican en 2 grupos principales: Isquémicos, causados por una interrupción de la irrigación sanguínea; y hemorrágicos, producidos por la rotura de un vaso.

Aproximadamente el 80% de las ACV son isquémicos. Las causas principales son; Trombosis, embolia, hipoperfusión sistémica o trombosis de un seno venoso cerebral.

Por otro lado, el ictus hemorrágico puede ser intracerebral o intracraneal. El primero, tiene lugar cuando la sangre se vierte directamente sobre el tejido encefálico,

formando un hematoma. Mientras que una hemorragia intracraneal, es la acumulación de sangre en cualquier zona dentro del cráneo. Las causas más frecuentes de este tipo de accidente son hipertensión, traumatismos, coagulopatías, drogadicción y malformaciones vasculares.

Durante un ictus isquémico, parte del encéfalo sufre falta de sangre, esto desencadena la cascada isquémica. Sin sangre, el tejido encefálico deja de recibir oxígeno, que, si perdura en el tiempo, puede conducir a la muerte del tejido.

Las arterias que irrigan el encéfalo están organizadas en una especie de círculo denominado polígono de Willis. Todas las arterias principales del polígono emiten vasos secundarios que llevan sangre a las distintas secciones encefálicas. Dada su organización, es posible la presencia de circulación colateral. Por ello, parte del tejido puede morir de inmediato, mientras que otras regiones sufren una lesión parcial con posibilidad de recuperación.

En un ictus hemorrágico, se produce daño tisular mediante la compresión del tejido por un hematoma expansivo o por la acumulación de sangre.

En cuanto al objetivo de la fisioterapia después de un ACV, está orientado a favorecer la recuperación del movimiento y la independencia en la vida cotidiana. El tratamiento comprende el uso de técnicas para facilitar el reaprendizaje de los movimientos, el uso de estrategias para aumentar la adaptación, la prevención de complicaciones secundarias y el mantenimiento de la capacidad y la función.

- Traumatismos craneoencefálicos

La lesión cerebral traumática sucede cuando la cabeza recibe un golpe directo de alta energía o cuando el cerebro entra en contacto con el interior del cráneo a raíz de una aceleración o desaceleración repentina.

La lesión cerebral traumática no siempre presenta rotura de cráneo, puede ser causa de un impacto local, una rotura, un desgarró, un daño axónico o de los vasos sanguíneos.

Por otro lado, el cráneo se puede fracturar de forma lineal y simple, deprimiéndose sobre el tejido cerebral. Las lesiones penetrantes pueden complicarse

por los fragmentos óseos, la piel y el pelo que pueden haber arrastrado, lo que aumenta el daño y el riesgo de infección. Desde el momento de la lesión, el daño tisular y la muerte celular, desencadenan un proceso patológico que conduce a la afectación química del tejido cerebral adyacente y a la formación de edema.

Los accidentes deportivos y las caídas son los principales factores causales entre los menores de 20 años, mientras que los accidentes de tráfico suponen entre el 50%-60% en una población adulta, junto a caídas y agresiones.

La gravedad de los traumatismos craneoencefálicos varía, desde una conmoción leve con síntomas transitorios, hasta una lesión grave que lleva al fallecimiento del paciente. Los indicadores de gravedad de la lesión son el coma (profundidad y duración) y la amnesia postraumática.

- Lesión medular

La lesión de la médula espinal refiere un daño en la red nerviosa compleja implicada en la transmisión, modificación y coordinación del control motor, sensitivo y neurovegetativo. Esta disfunción da lugar a importantes déficits, que variarán en función de la patología concreta. La causa más común es la no traumática, causada mayoritariamente por discopatías degenerativas y estenosis del conducto vertebral; anomalías del desarrollo y congénitas; inflamación; isquemia y presión sobre la médula por lesiones expansivas.

Por otro parte, las lesiones traumáticas producen contusión o ruptura de la médula subyacente por estructuras desplazadas. Esto, se traduce en una pérdida de axones debido al daño en la sustancia blanca. Además, se produce un daño secundario desencadenado por cambios en la permeabilidad de la membrana celular, fuga de contenido celular y los procesos implicados en la respuesta inflamatoria.

La clasificación de la lesión es de vital importancia para el diagnóstico y el pronóstico. En la clínica, el paciente puede ser funcionalmente incompleto si conserva alguna función motora o sensitiva por debajo del nivel de la lesión medular. La escala ASIA integra los criterios para valorar y clasificar los niveles funcionales de LME.

- Esclerosis Múltiple

La esclerosis múltiple pertenece a un grupo de trastornos a los que denominamos ‘‘enfermedades desmielinizantes’’, en las se produce una destrucción inmunitaria de la mielina por encima de otros elementos del tejido nervioso. Cuando se pierde la mielina, la conducción disminuye, por lo que el potencial de acción no puede transmitirse con la velocidad normal a lo largo del nervio. Por esta razón, la función se encuentra afectada, aunque el axón esté intacto.(23)

1.4 Tratamiento de la espasticidad

Como se ha comentado antes, el tratamiento de la espasticidad debe abordarse desde un punto de vista multidisciplinar, por ello, hablamos de aspectos farmacológico, quirúrgico y rehabilitador del tratamiento.

- Tratamiento farmacológico

- Medicación oral

Baclofeno: El baclofeno es un agente GABA (ácido gamma amino butírico) agonista al que se recurre en el tratamiento de la espasticidad generalizada. Este posee un efecto antiespástico al actuar sobre los receptores gabaérgicos del asta posterior medular. En adultos la dosis inicial es de 15 mg/día (en 3 dosis) y se debe incrementar progresivamente. No suele haber efecto terapéutico con dosis inferiores a 30 mg/día. La retirada debe ser progresiva, en caso contrario podría ocasionar efectos secundarios graves como convulsiones, alucinaciones y rebote de la espasticidad (24).

Diazepam: Son agentes GABA agonistas. La dosis inicial en adultos es de 2 mg/día, con aumento progresivo hasta un máximo de 60 mg/ día.

Tizanidina: El clorhidrato de tizanidina es un agonista de los receptores alfa-2-adrenérgicos. En los adultos la dosis inicial es de 2 mg/noche en dosis única, que se incrementa gradualmente hasta obtener beneficio o aparición de efectos secundarios.

Dantroleno Sódico: El dantroleno inhibe la liberación de calcio del retículo sarcoplasmático, por lo que resulta efectivo para disminuir las contracciones clónicas y los espasmos musculares involuntarios. La dosis inicial recomendada es de 25 mg/día, aumentando progresivamente hasta 100 mg cuatro veces al día (dosis máxima de 400 mg/día) (24).

Durante la administración tanto de Tizanidina como de Dantroleno debe controlarse la función hepática del paciente a causa de la hepatotoxicidad.

➤ Medicación no oral

Baclofeno intratecal: Para aquellos pacientes que manifiestan espasticidad, y no son candidatos al tratamiento oral.

Mediante una bomba de infusión intratecal continua, se consiguen concentraciones de baclofeno eficaces en el líquido cefalorraquídeo (LCR), reduciendo la concentración plasmática hasta 100 veces menores que las producidas por su administración oral, disminuyendo así los posibles efectos secundarios. El tratamiento con baclofeno intratecal está indicado, mayoritariamente, en pacientes con espasticidad generalizada de origen medular. Se trata de un procedimiento reversible que permite una dosificación muy precisa del fármaco mediante una bomba subcutánea programable.

La toxina botulínica es una neurotoxina producida por la bacteria *Clostridium botulinum*, que elabora ocho exotoxinas distinguibles antigénicamente (A, B, C1, C2, D, E, F y G)(25). En 1981 fue utilizada por primera vez con motivos sanitarios como un método de tratamiento para el estrabismo(26). Posteriormente, comenzó a utilizarse como una herramienta para el tratamiento del trastorno espástico.(25)

El tipo A destaca por ser la toxina más potente(27). Todas las neurotoxinas botulínicas se producen como cadenas de polipéptidos individuales relativamente inactivas. Están constituidas por una cadena pesada, (H) y una cadena ligera (L), unidas por un enlace disulfuro (28).

Todos los serotipos bloquean la liberación de acetilcolina, sustancia química que actúa como neurotransmisor principal en la unión neuromuscular. Por lo que al administrarla a nivel intramuscular, conseguimos causar una parálisis muscular, inhibiendo la liberación de la acetilcolina en las neuronas motoras presinápticas (29).

Las cadenas pesadas (H) se une en la superficie presináptica de las neuronas colinérgicas con los receptores de alta afinidad de forma específica e irreversible. El enlace disulfuro entre las dos cadenas se rompe y la toxina se escapa al citoplasma. La cadena ligera (L) interactúa con las proteínas sinaptosómicas asociadas (SNAP) 25, proteínas de membrana asociada a la vesícula y sintaxinas en los terminales nerviosos para evitar la fusión de las vesículas de acetilcolina con la membrana celular.(30)(31)

La toxina requiere de 42 a 72 horas en surtir efecto(25), además, el pico más alto de efectividad de parálisis muscular aparece entre el cuarto y el séptimo día después de la inyección(32).

En las terminaciones nerviosas sobre las que actúa, provoca un bloqueo irreversible en la liberación de neurotransmisores, para poder restablecer la función se forman nuevas conexiones sinápticas con el brote de nuevas terminaciones nerviosas; esto generalmente tarda entre dos y tres meses en producirse (25).

- Tratamiento quirúrgico

La cirugía está indicada cuando la espasticidad no mejora tras un tratamiento rehabilitador, bloqueos neuromusculares y fármacos orales.

El tratamiento quirúrgico presenta diversos abordajes según los objetivos del paciente. Sin embargo, estos procedimientos están indicados siempre y cuando; no interrumpa el tratamiento rehabilitador; no anule todos los músculos de un componente o función; no requiera colocar inmovilizaciones con yeso; ayude a impedir la evolución hacia las deformidades osteoarticulares y a restablecer el equilibrio muscular.

Las cirugías que más se emplean actualmente son, cirugía del sistema nervioso, técnicas neurolesivas y neuromodulación; y cirugía ortopédica, cirugía de partes blandas y cirugía ósea.(3)

- Tratamiento rehabilitador

- Ondas de choque

Las ondas de choque son ondas sonoras o acústicas de alta frecuencia y energía (ultrasonidos de alta frecuencia).

Los primeros estudios en la literatura científica sobre el uso de estas ondas en el ámbito sanitario datan de 1970, valorando su capacidad para la desintegración de cálculos renales. En 1976 se publicó el primer estudio clínico en pacientes, como herramienta para destruir estos cálculos(33)(34).

Las terapias con ondas de choque consisten en la aplicación de un pulso de ondas mecánicas en la zona lesional provocando efectos mecánicos y biológicos en los tejidos, y promoviendo la regeneración y reparación(35). Normalmente, su uso en el campo de la fisioterapia se emplea en la reagudización de algunas lesiones, como puede ser el caso de una tendinitis calcificante. Con estas ondas lo que se pretende, en este caso, es romper la calcificación activando de nuevo los procesos de regeneración y reparación(36).

En los últimos años, han aparecido estudios en el que se expone su uso en la neurorrehabilitación. Las conclusiones a la que se alcanza en los estudios recientes muestran que estas ondas se pueden usar como un agente físico útil para el tratamiento de la espasticidad (35).

En los tratamientos músculo-esqueléticos se utilizan 2 tipos de ondas de choque:

1. Las radiales (rESWT): en las que un proyectil golpea un aplicador, impulsado por aire comprimido, generando las ondas que se proyectan al cuerpo. Se caracterizan por propagarse de forma radial (divergentes).
2. Las focales (fESWT): son ondas generadas en agua que pueden ser producidas por tres fuentes diferentes; la electrohidráulica, electromagnética y piezoeléctrica. A diferencia de las anteriores se propaga de forma focal (lineal).

Estas ondas de choque tienen como objetivo producir una gran compresión y descompresión en cortos periodos de tiempo. Se pueden distinguir dos fases. La primera es la fase positiva, en la cual la presión aumenta consiguiendo un alto pico de presión positiva de 100 MPa. Posteriormente, la presión decrece exponencialmente

entrando en la fase negativa, en la cual la presión llega a los -10 MPa; todo esto en un tiempo inferior a 10 ns.

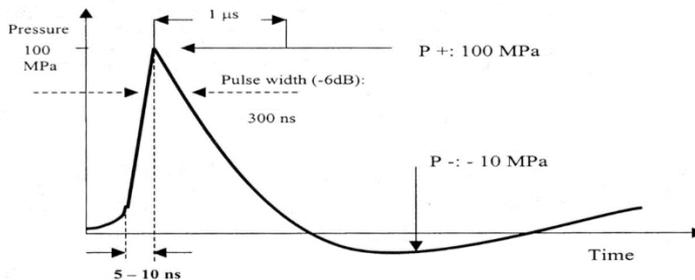


Figura 1. Fundamentos físicos de una onda de choque.(Rassweiler,2011)(38).

Con este cambio tan brusco de presión, se forman burbujas de aire, ya que como el líquido es un gas a baja presión, al disminuir la presión a los -10 MPa se produce un cambio de estado de líquido a gaseoso. Después, al desaparecer la presión negativa las burbujas implosionan, generando nuevas ondas de choque que serán las responsables de producir estímulos mecánicos en el tejido(37)(33).

La forma en la que estas ondas acústicas actúan sobre la espasticidad aún se desconoce. Se piensa que esto se puede deber a que se produce una inducción de óxido nítrico, que actúa como un neuromodulador del sistema nervioso; o bien, a la denervación o lesión de nervios periféricos.

El hecho de que no se detecten cambios en la excitabilidad espinal, sugiere que las ondas de choque podrían actuar sobre la rigidez pasiva de la musculatura, por inactividad del tejido conectivo o, por acción directa sobre la fibrólisis del músculo hipertrofiado.

Además, tampoco podemos descartar que la presión intermitente sobre el tendón disminuye la excitabilidad espinal. Por último, también se puede considerar el posible efecto mecánico sobre los vasos y fibras musculares periféricas(35).

➤ Electroterapia

TENS (transcutaneous electrical nerve stimulation). El TENS convencional por medio de corrientes de alta frecuencia y baja intensidad, se utiliza principalmente para el tratamiento del dolor. Asimismo, aunque en la práctica clínica no está generalizado, esta técnica también puede tener efecto sobre la espasticidad(39)(40)(41).

Sin embargo, los mecanismos de acción de la estimulación tipo TENS no están confirmados. Una hipótesis es que la estimulación de las fibras gruesas aferentes inervadas por los mecanorreceptores, puede potenciar la inhibición presináptica medular(43). Por otra parte, el TENS también ha demostrado mejorar el déficit de control motor voluntario que suelen presentar los pacientes espásticos (40).

FES (functional electric stimulation). A pesar de que esta técnica no se suele emplear con el objetivo de reducir la espasticidad, sí puede llegar a conseguirlo de una forma indirecta al permitir determinados movimientos o al mejorar la marcha del paciente(41).

La aplicación de la electroterapia requiere que los médicos consideren numerosos parámetros, incluidos el posicionamiento del electrodo, la forma de onda, la frecuencia y el ancho del pulso, la intensidad de la corriente, así como la duración y la frecuencia de la sesión.

Optimizar estos parámetros es esencial para lograr los efectos deseados(42). Sin embargo, una de las principales razones de la controversia sobre la efectividad de las corrientes eléctricas en el tratamiento de la espasticidad, es la gran variabilidad de parámetros que se han utilizado. A pesar de la falta de consenso, las ventajas que presentan el uso de las corrientes hacen de esta técnica un complemento interesante para la rehabilitación; los dispositivos son económicos, portátiles, fáciles de usar y el tratamiento no causa reacciones adversas(41).

➤ Hidroterapia

Los efectos que proporciona el agua durante la inmersión facilitan la regulación del tono de los músculos antigravitatorios. Al disminuir la activación de los receptores propioceptivos musculares y a al inhibir el sistema vestibuloespinal(44). La cinesiterapia pasiva y activa acuáticas pueden ser beneficiosos para el tratamiento de la espasticidad (44).

➤ Vendaje neuromuscular

El Kinesiotape (KT) es una técnica que consiste en estimular mecánicamente, tanto la piel, como los tejidos subcutáneos, mediante el uso de una cinta elástica aplicada con una dirección y un porcentaje de tensión específico(45). Los efectos terapéuticos de KT incluyen: disminución del dolor, aumento de la fuerza muscular, y, mejorar la circulación sanguínea y linfática.

La aplicación de vendaje neuromuscular puede "facilitar" o "inhibir" la función muscular a través de diferentes niveles de activación de mecanorreceptores. Estos efectos pueden atribuirse a estimulaciones táctiles que provocan una reacción en el sistema nervioso central(46). Las aferencias sensitivas pueden facilitar la función del músculo extensor mediante estiramientos pasivos de baja intensidad de los músculos flexores.

Estudios previos defienden que, la aplicación de KT en la misma dirección que las fibras musculares puede facilitar la función muscular, y modificar los patrones de reclutamiento de fibras debido a una mejor propiocepción(47). Además, el KT puede proporcionar retroalimentación sensorial para promover la recuperación motora en las extremidades superiores afectadas (134).

➤ Punción seca

La punción seca es una intervención utilizada para tratar puntos gatillo y deficiencias asociadas(48). Se administra insertando una aguja filiforme delgada y sólida directamente en el punto gatillo palpable. La aguja se manipula gradualmente dentro del tejido para provocar una respuesta de contracción localizada(49). La respuesta de espasmo local se caracteriza por una contracción rápida e involuntaria de las fibras musculares, que contienen el punto gatillo miofascial(50).

La punción seca puede tener un efecto prolongado, estudios postulan que en pacientes con espasticidad, la estimulación sensorial mecánica de la técnica evoca una transducción sensorial que no solo afecta las áreas de punción, sino también el sistema nervioso(51). La hipótesis de la utilidad de la punción seca sostiene una regeneración de la estructura muscular, de las propiedades contráctiles del músculo y un efecto positivo sobre la actividad nerviosa local. Además, los puntos gatillo miofasciales

pueden ser responsables de las restricciones del rango articular y las alteraciones de los patrones de activación muscular (52).

➤ **Crioterapia**

La aplicación de frío sobre la musculatura espástica, reduce la amplitud del potencial de acción motor, enlentece la conducción nerviosa y disminuye la actividad del huso muscular. Su aplicación puede ser local (geles fríos), o general (bañera). Aunque tiene un efecto de corta duración, 15-30 minutos (3).

2. Objetivos

En este trabajo realizaremos una revisión bibliográfica de la evidencia más recientes de las terapias que se combinan al tratamiento convencional de la fisioterapia neurológica en la espasticidad. Además de establecer una referencia en la literatura científica para futuras investigaciones.

3. Estrategia de búsqueda y selección de artículos

Se realizó una búsqueda bibliográfica de artículos en inglés y en español, sobre el efecto de las ondas de choque, la electroterapia, la hidroterapia, el vendaje neuromuscular, la punción seca y la crioterapia; para el tratamiento de la espasticidad. Por medio de las bases de datos PubMed, PEDro y Punto Q.

Se utilizaron los siguientes términos de búsqueda: “Spasticity and shock wave”, “Espasticidad y ondas de choque”, “Spasticity and cryotherapy”, “Espasticidad y crioterapia”, “Spasticity and hydrotherapy”, “Espasticidad y hidroterapia”, “Spasticity and Taping”, “Spasticity and TENS”, “Spasticity and FES”, y “Spasticity and dry needling”.

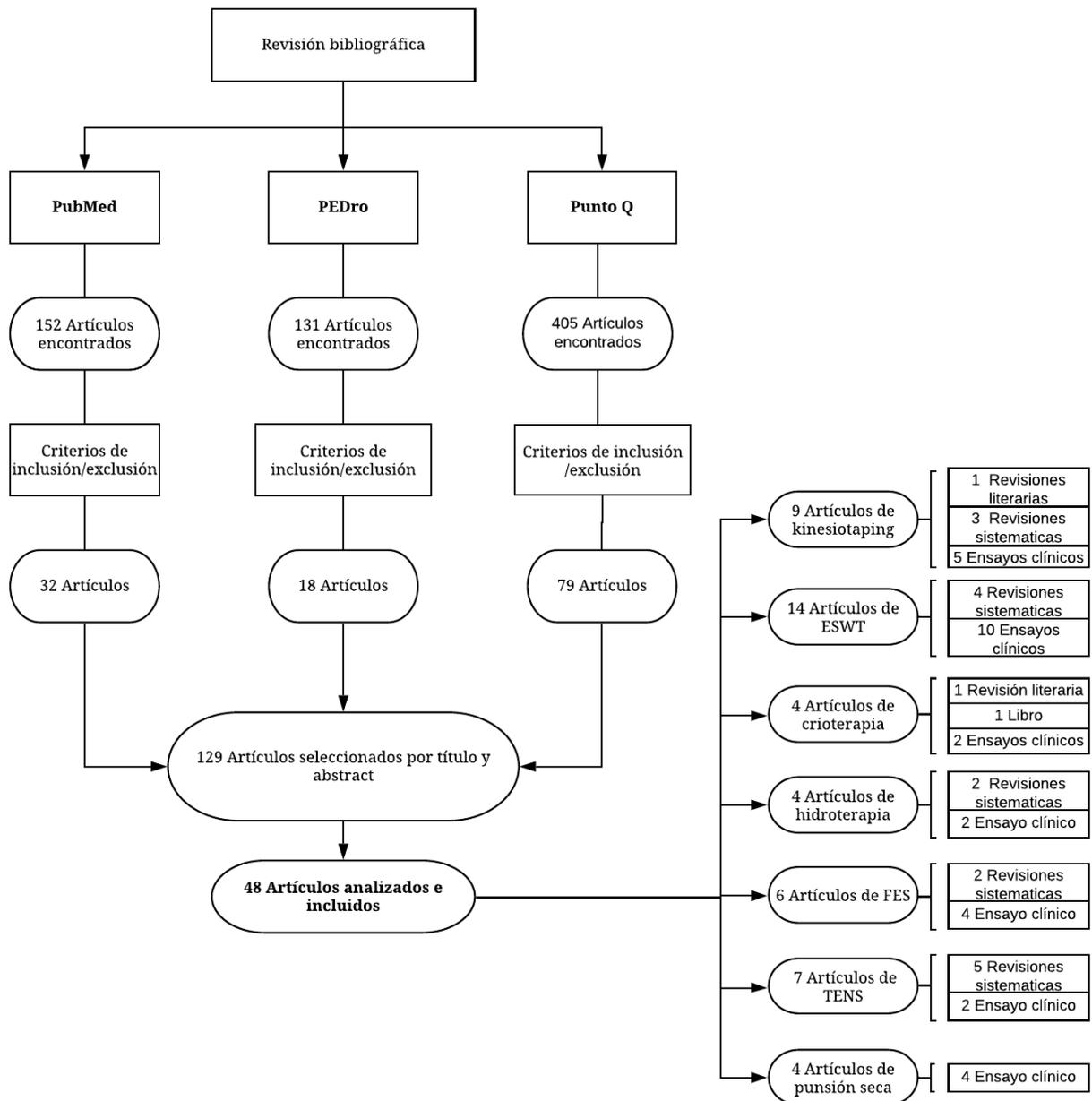
Una vez finalizada la búsqueda bibliográfica se realizó la selección de los artículos en base a los siguientes criterios:

- Criterios de inclusión
 1. Que hayan sido publicados entre el año 2015 y 2020.
 2. Que se centre en el tratamiento de la espasticidad en la rehabilitación.
 3. Tratamiento de la espasticidad en adultos.
 4. Idioma español e inglés.
- Criterios de exclusión
 1. Artículos sobre estudios de un caso.
 2. Que el acceso al artículo completo esté limitado.
 3. Tratamiento de la parálisis cerebral infantil.
 4. Tratamiento de la espasticidad en niños.
 5. Artículos repetidos.

En cuanto al método de búsqueda, no se realizó bajo un criterio universal debido a la variedad de evidencia existente respecto a las distintas terapias objeto de estudio. En la búsqueda de los artículos sobre crioterapia e hidroterapia, se estableció un marco temporal desde 2010 a la actualidad con el objetivo de ampliar el rango de búsqueda debido a la escasez de publicaciones. Por el contrario, la búsqueda de artículos que relacionaban el TENS y el FES se acotó a los últimos 2 años debido al elevado número de publicaciones.

Una vez realizada la búsqueda de términos en las distintas bases de datos , se obtuvieron un total de 588 resultados. 152 corresponden a PubMed, 131 a PEDro y 405 al Punto Q.

Después de aplicar los criterios de inclusión, y descartar artículos repetidos, se obtuvieron 129 en total. Después de leer con mayor profundidad los, se hizo una selección final de 48 publicaciones.



4. Resultados

4.1 Ondas de choque

De los 14 artículos que fueron seleccionados, se incluyeron 4 revisiones sistemáticas y metaanálisis, en las que se valoraron un total de 39 estudios. El resto de los artículos incluidos se tratan de 10 ensayos clínicos que incluyen a 587 pacientes, de los cuales 9 son ensayos clínicos controlados aleatorizados y 1 es ensayo clínico controlado.

Existen dos tipos de ondas de choque “extracorporeal shock wave therapy” (ESWT) que se podrían aplicar a la hora de tratamiento, las focales (fESWT) y las radiales (rESWT). Dymarek R et al 2020 (53), realizó una búsqueda sistemática y un metaanálisis, con el objetivo de examinar los estudios de intervención que utilizan la aplicación de terapia de ESWT en la espasticidad muscular por ACV. Con énfasis particular en la comparación de dos tipos diferentes de ondas de choque. Revisaron un total de 17 artículos, de una muestra total de 303 pacientes. Los datos analizados reflejan una mejora objetiva de la espasticidad. Los pacientes a los que se les aplicó fESWT, tenían una valoración media de la espasticidad según MAS de 2’97. Después de la aplicación del tratamiento, la media pasó a ser de 1’91, habiendo una mejoría media del 34’45% en la espasticidad. Los pacientes a los que se les aplicó rESWT, contaban con una valoración media previa de MAS de 2’29. Posteriormente a la terapia, esta media disminuyó al 1’42, con una mejoría media del 34’97%. Concluyeron, que esta comparación indica un efecto clínico similar en la reducción de la espasticidad para ambas modalidades, aunque ligeramente mejor para rESWT, sin llegar a ser estadísticamente significativo.

Wu Y et al 2018 (56), también trata de hacer una comparación de los efectos entre los tipos de ESWT, para el tratamiento del pie equino espástico en pacientes con ACV, mediante un ensayo de control aleatorizado con 32 pacientes. Aplicó a una mitad las rESWT y a la otra fESWT, realizando 3 sesiones de tratamiento a intervalos de una semana. Evaluando la espasticidad en el músculo gastrocnemio, mediante la MAS y la TS; además mide el rango de movimiento pasivo de tobillo y área de contacto

plantar durante la marcha. Estas evaluaciones se realizaron al inicio, a la 1^a, 4^a y 8^a semana. Los resultados mostraron una disminución progresiva, y similar en ambos grupos de los valores medios de las escalas. De la 4^a a la 8^a semana, no se realizó ningún tipo de tratamiento con ESWT, los valores medios de las escalas se mantuvieron similares. La única diferencia que hubo, fue en el rango de movimiento pasivo y el área de contacto plantar durante la marcha. Donde la terapia de rESWT produjo una mejoría significativamente mayor que la terapia de fESWT.

Otra cuestión, es dónde será más eficaz la aplicación de las ondas de choque a la hora de aplicarlas en el tratamiento, si en el vientre del músculo o en la unión miotendinosa. Este es el objetivo del artículo de Yoon SH et al 2017 (57), en el que se realiza un ensayo clínico con una muestra de 151 pacientes, los cuales son divididos en dos grupos. En el primer grupo, formado por 84 pacientes, se les aplicará el tratamiento enfocado a la espasticidad en los flexores del codo, y en el segundo, 54 pacientes fueron tratados para la espasticidad en los flexores de rodilla. Posteriormente, para el tratamiento, los pacientes fueron asignados aleatoriamente al subgrupo de control (aplicación de ESWT falsas), al subgrupo en el que las ESWT se aplicaban en el vientre muscular o al subgrupo que se aplicaba en la unión miotendinosa. Para la valoración de la espasticidad, se evaluó el músculo semitendinoso en los pacientes a los que se le trataba la espasticidad en los flexores de rodilla, y el bíceps braquial en los que se pretendía tratar la espasticidad en los flexores de codo, según la MTS y la MAS. Se realizaron 3 sesiones, cada una de ellas espaciadas por 1 semana, las evaluaciones se realizaron una semana después de cada sesión. Como resultado, obtuvieron que después de las intervenciones, el MAS y el MTS de los subgrupos donde se aplicaron ESWT en el vientre muscular y la unión miotendinosa, mostraron efectos positivos del ESWT sobre la espasticidad en los flexores del codo y la rodilla, en contraposición al grupo de control. Además, también tendieron a mejorar después de cada sesión. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre la aplicación de las ESWT en el vientre muscular y la unión miotendinosa.

Robert Dymarek et al, realizaron dos estudios (59)(64) que se centran, en observar los resultados de la aplicación de una única sesión de ESWT en pacientes con

espasticidad por ACV. En el primero(59), se les aplicó rESWT en una sola sesión para la espasticidad, en el flexor radial del carpo y el flexor cubital del carpo. La espasticidad se evaluó usando la MAS, antes de comenzar con el tratamiento, inmediatamente después, al pasar 1 hora y a las 24 horas . Como resultado los valores medios de MAS del flexor radial del carpo paso de 1'60 al 1'30 después del tratamiento, y se mantuvo en 1'50 en las otras dos mediciones que se realizaron. En el flexor cubital, se produjo una disminución considerable de los valores medios después del tratamiento, pasando de 2'00 a 1'40, para luego seguir disminuyendo hasta el 1,30 y, finalmente en la última medición, ascendió a un valor medio de MAS de 1,60.

Posteriormente, llevaron a cabo un segundo estudio similar (64), con el que trataban de continuar la investigación de los efectos en una sola sesión. En este estudio, se aumentó la muestra a 60 pacientes, y se estableció un grupo de control con la mitad de los pacientes a los que se les aplicó rESWT placebo. Los resultados muestran una disminución en los valores medios de MAS, menos en el grupo de control, que los valores no cambiaron. Hay que tener en cuenta que estos dos estudios presentan múltiples limitaciones, como el reducido tamaño de las dos muestras o la ausencia de un grupo de control en el primer estudio.

Otros estudios, tratan de conocer si las ESWT son una herramienta, que realmente nos vaya a ser útil durante el tratamiento de los pacientes con espasticidad, más allá de una sola sesión. Este es el caso del artículo (58), en el que se divide de forma aleatoria en dos grupos a 28 pacientes con espasticidad en los flexores de tobillo con ACV. Uno actuaba como grupo de control con ESWT placebo y el otro fue sometido a 1 sesión de ESWT por semana durante 3 semanas. Una de las particularidades de este estudio es que ambos grupos, además recibieron sesiones de estiramientos y fueron tratados con fármacos antiespásticos orales. Se realizaron evaluaciones de la espasticidad en el gastrocnemio según MAS, además de medir el rango articular del tobillo, todo esto antes del inicio del estudio y en las semanas 1^a, 3^a y 12^a, después del inicio. Con respecto a los valores medios de MAS, en el grupo de control se mantuvieron más o menos estables, pasando de un 2'5 inicial a un 2'1 en las dos últimas mediciones. En cambio, el grupo que recibió las sesiones reales

disminuyó el valor medio de un 2'6 a 1'5. En cuanto a los grados de flexión de tobillo el grupo al que se le aplicó ESWT ganó 11'3 grados más que el de control.

Un ensayo controlado aleatorizado con el mismo objetivo es (60). En este estudio, una muestra de 70 pacientes con espasticidad por ACV, en las articulaciones de la muñeca y los dedos fue dividida en 3 grupos: el grupo A que recibió 1 sesión por semana durante 3 semanas de rESWT, el grupo B que recibió una sola sesión y el grupo C que actuó como grupo de control. Las evaluaciones se realizaron, mediante la escala MAS; antes de la primera sesión con rESWT; al finalizar el período de tratamiento; y, 1, 4, 8, 12 y 16 semanas después de la última sesión. La disminución de las puntuaciones medias de MAS en el grupo A, fueron significativamente mayores que los del grupo C en todos los puntos de tiempo observados. Mientras que con el grupo B, las valoraciones se mantienen más o menos similares, hasta la medición que se realiza en la 8ª semana, donde la evaluación muestra unos valores medios de MAS en el grupo A mucho más bajos.

En el metaanálisis que se realiza en (54), se incluyen 8 ensayos cruzados aleatorizados integrados por 385 pacientes con espasticidad post ACV. Como resultado, siete estudios, que incluyeron un total de 14 grupos, utilizaron MAS para comparar el grado de espasticidad entre el grupo de experimento y el grupo de control. Los resultados sugieren que el grado de MAS disminuyó significativamente después de ESWT. Con respecto a la puntuación MTS, un total de 2 estudios que incluían un total de 6 grupos, proporcionaron datos analizables para MTS. La estimación combinada del tamaño del efecto sugirió que, en comparación con el grupo control, la puntuación MTS mejoró significativamente después de ESWT. Otro metaanálisis es (61), que incluye seis estudios que constan de 9 grupos con pacientes con espasticidad por ACV. Obtuvieron que los efectos de ESWT en la mejora de la espasticidad ,inmediatamente después de su aplicación indujo una reducción de grado de MAS estadísticamente significativa. Por otro lado, los datos de 4 semanas mostraron una diferencia significativa en la mejora de los grados de MAS entre los resultados de la línea de base.

En el estudio (63), trataron de realizar un estudio en el cual con una muestra de 40 pacientes con espasticidad en la articulación del tobillo por accidente cerebrovascular isquémico divididos en 2 grupos: el grupo I fue sometido al programa de fisioterapia seleccionado y la terapia de ondas de choque, mientras que el grupo II recibió el programa de fisioterapia seleccionado, así como la onda de choque placebo durante seis semanas. Ambos grupos fueron sometidos a una evaluación previa y posterior al tratamiento del rango de movimiento activo de dorsiflexión y el tiempo de caminata de diez metros. Después del tratamiento, hubo una diferencia muy significativa entre ambos grupos con respecto a los grados de espasticidad, según los parámetros de rango de movimiento activo de la dorsiflexión y el tiempo de la prueba de caminata de diez metros.

Como alternativa en la medición de la espasticidad, el MyotonPRO es un dispositivo capaz de medir las propiedades mecánicas de los músculos, como el tono, la rigidez y la elasticidad. En (66) realizan un estudio, con una muestra de 30 pacientes con espasticidad en flexores de la muñeca y la mano por ACV, dividiéndolos en un grupo de control (Grupo II) y otro que recibía dos sesiones por semana durante 8 semanas de ESWT (Grupo I). Se realizaron mediciones de las propiedades mecánicas del flexor radial del carpo, el flexor cubital del carpo y el flexor común profundo de los dedos ; con el MyotonPRO antes del inicio del estudio y después de la última sesión de ESWT. Según los resultados de las comparaciones entre los grupos después de la intervención, las propiedades mecánicas de los músculos evaluados, fueron significativamente mayores en el grupo I que en el grupo II.

Un tema no tratado hasta ahora, son los efectos a largo plazo de la aplicación de ESWT. Jia G et al 2020 (65), realiza un metaanálisis con esta intención, para lo que fueron seleccionados 8 ensayos cruzados aleatorizados que incluían a 301 paciente, tomando como referencia las evaluaciones de la espasticidad según MAS y el rango articular. En el seguimiento a largo plazo, ESWT redujo significativamente los valores medios MAS, además de mostrar claras mejoras en los rangos articulares.

Por último, vamos a tratar la combinación de otras terapias, más allá del tratamiento fisioterapéutico rutinario para el tratamiento de la espasticidad. En el

estudio (55), investigan el efecto terapéutico de la combinación de la terapia con ondas de choque y terapia espejo, en la espasticidad de las extremidades superiores en pacientes con ACV. Se asignaron al azar a 120 pacientes en 4 grupos: el A realizó terapia en espejo, el B recibió sesiones de ESWT, el C terapia en espejo y ondas de choque; y el D ninguna de las dos. Todos los grupos recibieron entrenamiento de rehabilitación convencional durante 30 minutos por día, cinco veces a la semana, durante 4 semanas. La medición se realizó con la escala MAS, antes de las intervenciones y 1, 3, 6 y 12 meses después de las últimas intervenciones. Las puntuaciones MAS posteriores al tratamiento, fueron estadísticamente más bajas en el grupo C que en el grupo D, en todos los puntos de tiempo observados, después del tratamiento, y fueron significativamente mayores que en los grupos A y B, especialmente a los 6 y 12 meses. Además, las diferencias en las puntuaciones de MAS entre los grupos A y B se vio a los 6 meses donde los valores del grupo A son menores que en el B.

En el (62), 36 pacientes con espasticidad en el tríceps braquial por ACV, se dividieron en dos grupos. En ambos grupos recibieron rehabilitación de rutina y la inyección de BoNT-A localmente. Además, uno de ellos recibió ESWT mientras que el otro que actuaba de control, recibió ESWT placebo. Las mediciones, se llevaron a cabo con MAS antes del tratamiento, 2 semanas y 4 semanas después del mismo. Hubo una diferencia significativa después de 2 y 4 semanas de tratamiento entre los dos grupos, donde los valores eran significativamente más alto en el grupo de control que el que fue sometido a sesiones de ESWT.

Autor y año	Tipo de estudio	Nº de pacientes/artículos	Patología	Valoración	Intervención	Resultados
Dymarek R et al (2020)	Revisión sistemática y metaanálisis	17 artículos	ACV	MAS	rESWT y fESWT	Poca diferencia significativa entre radiales y focales.

Xiang J et al (2018)	Revisión sistemática y metaanálisis	8 artículos	ACV	MAS y MTS	ESWT	Favorable
Guo J et al (2019)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	120 pacientes	ACV	MAS	ESWT, terapia en espejo y rehabilitación convencional.	Mejor resultado con la combinación de las terapias.
Wu Y et al (2018)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	32 pacientes	ACV	MAS, TS, ROM y área de contacto plantar durante la marcha.	rESWT y fESWT.	Favorable . Poca diferencia significativa entre radiales y focales.
Yoon SH et al (2017)	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	151 pacientes	ACV	MTS y MAS	ESWT	Favorable
Taheri P et al (2017)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	28 pacientes	ACV	MAS y ROM	ESWT, estiramientos y fármacos antiespásticos orales	Favorable
Dymarek R et al (2016)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	20 pacientes	ACV	MAS	rESWT	Favorable
Li T et al (2016)	Ensayo controlado aleatorizado	70 pacientes	ACV	MAS	rESWT	Favorable

Guo P et al (2017)	Revisión sistemática y metaanálisis	6 artículos	ACV	MAS	ESWT	Favorable
Duan H et al (2018)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	36 pacientes	ACV	MAS	ESWT, rehabilitación convencional y BoNT-A	Favorable
Sawan S et al (2017)	Ensayo clínico controlado	40 pacientes	ACV	ROM y tiempo de caminata de diez metros	ESWT y rehabilitación convencional	Favorable
Dymarek R et al (2016)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	60 pacientes	ACV	MAS	rESWT	Favorable
Jia G et al (2020)	Revisión sistemática y metaanálisis	8 artículos	ACV	MAS y ROM	ESWT	Favorable
Park SK et al (2018)	Ensayo clínico controlado	30 pacientes	ACV	MyotonPRO	ESWT	Mejora de las propiedades mecánicas de los músculos

4.2 Transcutaneous electrical nerve stimulation

Realizamos una búsqueda bibliográfica con el objetivo de reunir la evidencia sobre los efectos del TENS para el tratamiento de la espasticidad. Tras aplicar los criterios establecidos, finalmente seleccionamos 7 artículos. 4 revisiones sistemáticas (70-73), donde analizan un total de 23 publicaciones en las que desarrollan los efectos

del uso del TENS en la rehabilitación neurológica , y 3 ensayos clínicos aleatorizados (67-69).

Hwi Young-Cho et al (67) investiga los efectos del TENS combinado con terapia convencional sobre la espasticidad y el equilibrio en los músculos gastrocnemios. 42 pacientes se dividen en 2 grupos El experimental, con TENS, y el control, con placebo. Para la evaluación se utilizó MAS, test de equilibrio y un dinamómetro manual. Los datos fueron recogidos antes y después de la terapia, y al día siguiente. No se encontró diferencias significativas entre el grupo con TENS real y el grupo con TENS-placebo. En un inicio, los dos grupos disminuyeron la espasticidad tras la aplicación de la terapia, aunque el grupo experimental tuvo un grado significativamente mayor que el grupo placebo. Sin embargo, al día siguiente, todos los valores de los dos grupos se igualaron a los basales. Este ensayo confirma que la aplicación del TENS puede reducir la espasticidad de manera inmediata, aunque los efectos a medio y largo plazo no se han podido determinar.

Otro ensayo clínico aleatorizado, Junhyuck Park et al 2014 (68) , investiga los efectos del TENS junto con el ejercicio sobre la espasticidad, el equilibrio y la marcha en pacientes con ACV. 34 pacientes fueron divididos en grupo con TENS y grupo placebo. Los grupos recibieron 30 minutos de ejercicio terapéutico junto con TENS, en el grupo experimental, y TENS-placebo, en el grupo control. Se utilizó MAS para medir la espasticidad y el TUG para el equilibrio dinámico, también se evaluó el equilibrio estático y el análisis de la marcha. El grupo TENS mostró más reducciones de MAS que el grupo placebo, también encontraron diferencias significativas en el TUG, en las pruebas de equilibrio estático y en el análisis de la marcha. Dados los hallazgos de este estudio, podemos suponer lógicamente que la terapia de ejercicio con TENS mejora la espasticidad, el equilibrio y la marcha en pacientes con ACV.

Shamay S.M. et al 2007 (69) investigan los efectos de TENS combinado con ‘‘Task related training’’ (TRT) en la funcionalidad de la extremidad inferior tras un ACV. 88 pacientes fueron asignados aleatoriamente en 4 grupos y se les aplicó lo siguiente; Terapia con un programa de TENS (1); TENS + TRT (2); Placebo TENS + TRT (3) y sin tratamiento (4). 5 sesiones a la semana durante 1 mes. Los 3 grupos de

intervención mostraron un significativamente mayor porcentaje de reducción en la espasticidad del flexor plantar en comparación con el grupo control en la semana 4. Asimismo, comparando con el grupo placebo, tanto el grupo TENS como TENS + TRT muestran, en menor tiempo, un significativamente mayor grado de disminución de la espasticidad en los flexores plantares en CSS a la segunda semana. De la misma manera el grupo TENS + TRT muestra un incremento significativamente mayor en la velocidad de marcha respecto a los demás grupos tanto en la semana 2 como en la 4. Este estudio demuestra que la combinación de TENS con TRT resulta superior a las otras intervenciones para mejorar la motricidad funcional en sujetos con ACV crónico.

Por otro lado, Fary Khan et al 2019 (70) presenta una visión general de la evidencia publicada en distintas revisiones sistemáticas referentes a la efectividad de tratamientos no farmacológicos para la mejora de la espasticidad. Se recogen 18 revisiones sobre el manejo no farmacológico de la espasticidad en diferentes desórdenes neurológicos (EM, ACV y LM). La estimulación eléctrica neuromuscular, combinada con otras intervenciones, mostró una reducción significativa de la espasticidad (MAS, Tardieu) y un aumento en el ROM en comparación con los grupos de control (74). Dos revisiones evaluaron diferentes formas de estimulación eléctrica para la espasticidad (75,76). Intiso et al. 2016 (76) investigó la efectividad de la estimulación eléctrica como un complemento de la inyección de BoNT-A para la reducción de la espasticidad en adultos (76). Comprobando que la estimulación eléctrica reduce la espasticidad y puede potenciar la acción de BoNT-A. Otra revisión resume los efectos del TENS para el manejo de la espasticidad de las extremidades. Desgraciadamente, a pesar de los resultados positivos en diversos estudios, la evidencia fue insuficiente para apoyar TENS como un complemento que debamos tener presente en la rehabilitación neurológica (77,74,78, 75, 76).

Otra de las publicaciones incluidas en este estudio (72), intenta aclarar también los efectos de TENS sobre la espasticidad. Se seleccionaron 10 artículos, 7 describen los efectos en pacientes con lesión medular y 3 en pacientes post-ACV. Ching-Chen et al. 1998(79) tuvo éxito en aliviar la espasticidad mediante la colocación un electrodo en la unión del tendón del tríceps sural (extremo distal del tendón de Aquiles). Según esta revisión, la estimulación parece ser más efectiva en la disminución de la

espasticidad cuando se aplica sobre los nervios que inervan los músculos espásticos, en comparación con otros lugares como los dermatomas, en 5 estudios (80-82,83,84) se posicionaron los electrodos en estas áreas y lograron resultados positivos en la espasticidad a corto y largo plazo. Sólo un estudio (79) tuvo éxito en la mejora de la espasticidad aplicando TENS / SES en una ubicación diferente al nervio. Con respecto a otros parámetros de estimulación, los estudios que aplicaron un ancho de pulso estrecho ($\leq 125 \mu\text{s}$) (85) y altas frecuencias ($\geq 99 \text{ Hz}$) (86,87,88) pudieron aliviar la espasticidad además de una disminución del reflejo H en comparación con los que usaron anchos de pulso grandes ($250 \mu\text{s}$) (89) y frecuencias más bajas (50 Hz). Los resultados en MAS apoyan esta intervención como una alternativa prometedora en el tratamiento de la espasticidad.

E. Fernández et al (73) realizaron una búsqueda sistemática sobre la evidencia de la efectividad del TENS para el tratamiento de la espasticidad y los síntomas asociados. Se recogieron 10 artículos, con una muestra total de 330 pacientes (207 ACV, 84 EM, 39 LM). Los electrodos se ubican con mayor frecuencia a lo largo de la trayectoria del nervio, siendo el nervio peroneo común el más frecuente (81,85,86). La mayoría de los estudios evaluaron la efectividad de la técnica basada en variables clínicas (81,84,85,87). Aunque otros estudios han reportado resultados positivos con la estimulación directa el músculo espástico (83,82,89). Tres estudios evaluaron los efectos de TENS después de una sola sesión, con resultados contradictorios (85,86,88). Otros estudios aplicaron programas de intervención de 15 (81,84) o 20 sesiones (83,82,87), demostrando efectos positivos para diferentes variables. Todos los artículos utilizan MAS o CSS para la medición subjetiva de la espasticidad. Ping Ho Chung et al 2005 (89), anunciaron puntuaciones CSS más bajas en pacientes tratados con TENS que en aquellos que recibieron el tratamiento simulado. Otros estudios que utilizan la Escala Ashworth o su versión modificada han demostrado que TENS tiene efectos similares (84) o más beneficiosos (82) que el baclofeno. Se encontró que TENS era superior al tratamiento simulado en 3 (81,85,87) de los 5 estudios que usaban CSS. En un estudio de Ng y Hui-Chan, las puntuaciones de CSS disminuyeron más rápido en pacientes tratados con TENS que en los controles. La mayoría de los estudios analizados muestran la efectividad de TENS para mejorar la mayoría de las variables

registradas. Dado el bajo costo, facilidad de uso y ausencia de reacciones adversas, TENS debe ser considerado como una opción de tratamiento para reducir la espasticidad en pacientes neurológicos. Aunque la eficacia de TENS para mejorar algunas variables son controvertidas, probablemente se deba a la variabilidad en los parámetros de estimulación.

Autor y año	Tipo de estudio	Nº de pacientes/ artículos	Patología	Valoración	Intervención	Resultados
Fary Khan et al (2018)	Revisión sistemática	18 artículos	EM, Lesión medular, ACV, Lesión	IB, AS, MAS, Tardieu,	ESWT, TDCS, TENS, VT, MS	Favorable . Mejor resultado con la combinación de las terapias.
Hwi-young Cho et al (2013)	Ensayo clínico aleatorizado	42 pacientes	ACV	Dinamómetro de mano y MAS	TENS y Terapia convencional	Favorable a corto plazo.
Shuqin LIN et al (2018)	Revisión sistemática y metanálisis	7 artículos	ACV	MAS	TENS y Terapia convencional	Favorable
Marco Antonio Cavalcanti Garcia et al (2019)	Revisión sistemática	10 artículos	ACV y Lesión medular	AS, MAS, Dinamómetros	TENS y Terapia convencional	Favorable
Junhyuck Park et al (2014)	Ensayo clínico aleatorizado	34 pacientes	ACV	MAS, TUG	TENS y Ejercicio terapéutico	Favorable
Shamay S.M. et al (2017)	Ensayo clínico aleatorizado	88 pacientes	ACV	CSS	TENS y TRT	Favorable . Mejor resultado con la combinación de las terapias.

E. Fernández-Tenorio et al (2018)	Revisión sistemática	10 artículos	ACV y lesión medular	CSS, MAS, TUG	TENS y Terapia convencional	Resultados contradictorios y favorables
-----------------------------------	----------------------	--------------	----------------------	---------------	-----------------------------	---

4.3 Functional electric stimulation

Tras introducir los términos de búsqueda y aplicar los criterios de inclusión y exclusión, finalmente consideramos 6 publicaciones sobre los efectos de FES. Encontramos 1 revisiones sistemáticas, en las que se recogen un total de 35 artículos. Un estudio retrospectivo, integrado por 180 sujetos post-ACV que considera el uso de FES, combinado con ejercicio asistido en la cinta de correr y 3 ensayos clínicos en el que se observa la evolución de 40 pacientes ante distintos abordajes.

Anjali Sivaramakrishnan et al 2018 (90), realizan un ensayo clínico cruzado en que se compara los efectos del TENS y del FES sobre la espasticidad en 10 sujetos con lesión medular. Cada participante, recibió una sesión única de TENS y de FES en días distintos. Las evaluaciones clínicas se realizaron al inicio del estudio, al terminar la terapia, una hora, cuatro horas y 24 horas post intervención. Se proporcionó un intervalo de 24 horas en la administración para minimizar la variación diurna en la espasticidad (período de lavado para la estimulación eléctrica) (91). Al inicio del estudio, diez pacientes presentaban espasticidad en aductor de cadera, seis en cuádriceps y dos en flexores plantares. Se observó, una disminución en los valores de espasticidad de la cadera, abductores y extensores de rodilla hasta cuatro horas después de ambas intervenciones. La espasticidad del cuádriceps, mostró mejoría significativamente mayor en las evaluaciones de una y cuatro horas con TENS en comparación con FES. Aunque ambas intervenciones, mejoraron la espasticidad de los flexores plantares, FES mostró mayor reducción en estos. Los valores de “ Spinal Cord Assessment Tool for Spastic Reflexes” (SCATS) mostraron mejor efecto, después de la aplicación de FES pasadas las 24 horas desde la intervención. En el aductor de cadera, la espasticidad y los valores de SCATS mejoraron

significativamente en siete participantes en la evaluación inmediata post FES en comparación con TENS. Esta reducción se mantuvo hasta cuatro horas en aproximadamente 5–6 participantes. La espasticidad del extensor de rodilla, pareció responder mejor a TENS ya que las reducciones de espasticidad duraron 24 horas en cuatro participantes. FES mostró una tendencia de mayor efecto en la espasticidad del aductor de cadera y valores SCATS, mientras que TENS parecía producir mayores reducciones en la espasticidad del extensor de rodilla. Este estudio, se encuentra con limitaciones severas, examina los efectos de una sesión única de TENS y FES sobre una muestra pequeña, además, la ausencia de un grupo de control impide una comparación correcta de los resultados.

Mayo T. et al 2016 (92) ,comprueba la efectividad de la terapia de FES controlado por EMG combinado, con TBX-A en la funcionalidad de la mano espástica 15 sujetos, mediante un ensayo clínico prospectivo. Tras recibir la inyección de TBX-A, todos los pacientes se sometieron a terapia ocupacional junto con EMG-FES durante 4 meses. Las evaluaciones de funcionalidad y espasticidad fueron tomadas antes de recibir la inyección, 10 días después, y una vez concluida la terapia. Los parámetros se obtuvieron mediante; MAS, tono muscular, fuerza de agarre, ‘‘simple test for evaluating hand function’’ (STEF) y ROM. La puntuación media en la escala de Ashworth modificada, disminuyó de 2 al inicio a 1 en 10 días y 4 meses. El valor de STEF disminuyó a los 10 días, y luego mejoró enormemente después de 4 meses. Esta investigación, aporta evidencia en la efectividad del tratamiento de TBX-A, junto con EMG-FES en la mejora de la espasticidad y funcionalidad en la mano. Sin embargo, el estudio presenta limitaciones importantes, debido a que no se desarrolló a simple ciego y se obtuvo los resultados de una escasa cantidad de pacientes.

Camilla Sköl et al (94), realiza un estudio sobre los efectos del entrenamiento con FES en el tejido y en la espasticidad de 15 pacientes con lesión medular completa a nivel cervical. Para evaluar los resultados, se utilizó técnica de imagen (topografía computarizada), MAS y EMG. El grupo experimental, se sometió a 3 sesiones semanales de bicicleta con FES durante 6 meses. Cada sujeto fue evaluado, antes del período de entrenamiento, después de 6 meses de FES

entrenamiento, y después de 6 meses mediante MAS y EMG. Se empleó una bicicleta estática con FES incorporado. Tras el entrenamiento, no se observó ningún efecto sobre la espasticidad en el grupo de FES, en comparación con el grupo de control para MAS. La evaluación objetiva y subjetiva del movimiento provocado por resistencia muscular activa y viscoelástica pasiva no mostró cambio alguno tras la intervención con FES.

Xiao Bao et al (93), realizan un estudio retrospectivo en pacientes post-ACV sobre el efecto del FES junto con el entrenamiento con peso asistido en la cinta de caminar (BWSTT) para la rehabilitación de la marcha. Se recogen los datos de 180 pacientes, 90 de ellos recibieron BTWSTT exclusivamente, como grupo control, mientras que el grupo experimental recibió FES en conjunto con BTWSTT. Se tomaron valores de funcionalidad de extremidades inferiores (LL-FMA, 10mWT), análisis de la marcha y espasticidad (CSS) al inicio del tratamiento y a las 8 semanas. Comparando los resultados, el grupo experimental mostró mayor grado de mejora en todos los parámetros. Por lo que, se observó una mayor efectividad en la aplicación combinada de FES y BTWSTT para el tratamiento de la espasticidad y de la funcionalidad. A pesar de los pacientes no fueron aleatorizados y el evaluador conocía el tratamiento de cada paciente, este estudio presenta una muestra de pacientes suficiente para comprobar la efectividad del tratamiento.

Takatoshi Hara et al 2019 (96) efectúa una revisión, en la que se incluyeron 26 estudios, un total de 1307 pacientes recibieron BoNT-A y rehabilitación. El tamaño de muestra va desde 15 a 332 pacientes. 12 ensayos abordan las extremidades superiores, 12 los miembros inferiores y 2 ambas. Además de la rehabilitación, nueve estudios, utilizaron tratamiento adyuvante para mejorar la espasticidad y función motora, tres utilizaron FES o TENS como tratamiento adyuvante, tres estudios usaron terapia con robot, dos emplean vendajes, y uno utiliza la terapia de movimiento inducida por restricciones (CIMT) (97-117). En las extremidades superiores, dos de los 14 artículos indicaron una mejora significativa en la función motora de la extremidad superior, en comparación con el grupo control. En cuanto a las extremidades inferiores, siete de 14 artículos observaron una mejora significativa en la función motora de las extremidades inferiores, en comparación con el grupo de control. En 23 de los 24 estudios, el grupo

de intervención mostró mejoría en la espasticidad (118–122,123-125, 97–103, 105–109,112–117). Sin embargo, no hubo diferencias significativas respecto al grupo control que recibió la BoNT-A exclusivamente (119,120,108,112). En (104) el MAS, no mejoró significativamente en comparación con el grupo control. Con respecto al tratamiento adyuvante, en estudios donde el grupo de control fue BoNT-A y rehabilitación regular, no hubo diferencia significativa en la espasticidad entre los grupos comparados (111-116).

La revisión de Jennifer B. Scallya et al (95), recoge la evidencia sobre la efectividad del entrenamiento en bicicleta con FES, sobre el sistema cardiovascular, musculoesquelético y funcional en adultos con EM. Se seleccionaron 9 artículos en total. en los que se utilizan diversos métodos para medir la funcionalidad y capacidad aeróbica. Asimismo, varios artículos, utilizan MAS para valorar la efectividad sobre la espasticidad, esta fue la medida más comúnmente registrada. Mediante el ciclo de FES, el entrenamiento parece mejorar de manera aguda la espasticidad. Sin embargo, los efectos no se mantienen a medio plazo (hasta 48 h después del entrenamiento) (124). Ningún artículo evaluó los efectos a largo plazo del ciclo de FES y, por lo tanto, el efecto del entrenamiento del ciclo FES en la reducción de la espasticidad mayor a 48 h permanece poco claro.

Autor y año	Tipo de estudio	Nº de pacientes/ artículos	Patología	Valoración	Intervención	Resultados
Takatoshi Hara et al (2019)	Revisión sistemática	26 estudios	ACV	MAS, FMA, 6MWT y BI	FES, robot, taping, casting y CIMT	Favorable
Anjali Sivaramakrishnan et al (2017)	Ensayo clínico cruzado aleatorizado	10 pacientes	Lesión medular	MAS y SCATS	TENS y FES	Favorable. Poca diferencia significativa entre TENS y FES.

Mayo Tsuchiya et al (2016)	Ensayo clínico abierto	15 pacientes	ACV y lesión medular	MAS	FES y BTX-A	Favorable.
Xiao B et al (2020)	Estudio retrospectivo	180 pacientes	ACV	CSS, LL-FMA y 10MWT	FES y BWSTT	Favorable
Camilla Sköld et al (2002)	Ensayo clínico aleatorizado	15 pacientes	Lesión medular	MAS, ROM y EMG	FES	No se observó ningún efecto sobre la espasticidad.
Jennifer B. Scally (2020)	Revisión sistemática	9 artículos	EM	LLSMS, MAS, 10MWT y TUG	FES	Favorable a corto plazo.

4.4 Hidroterapia

En relación con el uso de la hidroterapia, para el tratamiento de la espasticidad, se seleccionaron un total de 4 artículos, que incluían 2 revisiones sistemáticas y 2 ensayos controlados.

En el estudio (128), fueron seleccionados 14 pacientes con espasticidad post ACV, para tratar de demostrar que los baños de pies proporcionan una terapia térmica beneficiosa. El tratamiento, se realizó según las pautas marcadas por “*Japanese Association of Physical Medicine, Balneology and Climatology*”, por la que los pacientes introducían las piernas en agua a 41° ,hasta debajo de la rodilla durante 15 minutos. Se realizaron valoraciones de la espasticidad mediante la escala MAS en el tríceps sural , antes del inicio del tratamiento, inmediatamente después de la sesión y 30 minutos después de finalizar. Como resultado, los valores medios de MAS disminuyeron notablemente después de la sesión, pasando de un 2’1 a un 0’9.Después de pasar la primera media hora, los valores comenzaron a subir otra vez obteniendo una valoración media de 1’4.

El otro ensayo clínico, es el (129), que trata de evaluar la efectividad del tratamiento de hidroterapia para aumentar la funcionalidad de pacientes con parálisis espástica hereditaria. Para ello, una muestra de 9 pacientes participó en un programa de hidroterapia de 10 semanas. La espasticidad en aductores, flexores de rodilla, extensores de rodilla y flexores plantares; se midió utilizando la Escala de Ashworth modificada por un solo observador, un fisioterapeuta capacitado y familiarizado con la escala. Los valores de MAS, no superaron el valor de 1'00 en ninguno de los pacientes después de la intervención

En la revisión sistemática (127), se analiza 15 estudios, para comprobar los beneficios que proporciona las sesiones de hidroterapia para pacientes con lesiones de la médula espinal. En este artículo, incluyen la búsqueda de estudios que traten la respuesta de espasticidad a la hidroterapia. En el artículo *“The use of hydrotherapy for the management of spasticity”*, que está incluido en la revisión, se consigue una reducción significativa de la espasticidad muscular con una dosis baja de baclofeno por hidroterapia. Además, en el estudio *“Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications.”* se informa que la razón fisiológica detrás de la eficacia de la hidroterapia en la espasticidad, el dolor muscular y el rango de movimiento articular es una incógnita.

Por último, en el artículo (130) se realiza una revisión de la literatura científica para resumir los desarrollos más recientes e importantes en el tratamiento de la esclerosis lateral amiotrófica (ELA). En el apartado que se habla del tratamiento de la espasticidad, se señala que las pautas marcadas por *“The European Federation of Neurological Societies”* (EFNS), menciona que se debe considerar la hidroterapia para el tratamiento de la espasticidad en pacientes con ELA.

Autor y año	Tipo de estudio	Nº de pacientes / artículos	Patología	Valoración	Intervención	Resultados
Ellapen TJ et al (2018)	Revisión sistemática	15 artículos	Lesión medular	-	Hidroterapia	Favorable

Matsumoto S et al (2010)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	14 pacientes	ACV	MAS	Hidroterapia	Desfavorable
Zhang Y et al (2014)	Ensayo clínico controlado	9 pacientes	Parálisis espástica hereditaria	MAS	Hidroterapia	Desfavorable.
Dorst J et al (2018)	Revisión literaria	-	ELA	-	Hidroterapia	Terapia a tener en cuenta.

4.5 Vendaje neuromuscular

9 artículos sobre el uso del kinesiotape (KT) en pacientes con espasticidad fueron incluidos finalmente. Se recogieron los resultados de 3 revisiones sistemáticas, dos de ellas metaanálisis, revisándose 44 estudios, con una muestra total 2.307 pacientes. 1 revisión de literatura, y 5 ensayos clínicos aleatorizados en los que se investigan los efectos del KT en un total de 141 pacientes.

Un ensayo clínico investiga la efectividad de esta terapia en el tratamiento del pie espástico (131). Se comparan los efectos de la electroestimulación, vendaje neuromuscular y estiramientos tras la aplicación de toxina botulínica. 23 pacientes fueron divididos en 3 grupos. Se evaluó durante 90 días, los parámetros de MAS, passive range of motion (PROM) del tobillo, análisis neurofisiológico del gemelo (MAP) y análisis de la marcha, en 4 momentos (Tx). A los 10 días (T1) todos los grupos presentaron una mejoría en el PROM, y, en el grupo de la ES, se observó un cambio significativo en MAS. A los 20 días (T2), el grupo stretching reveló PROM inferior respecto a los demás grupos, el grupo de ES mejoro significativamente más que el de stretching en la puntuación MAS y MAP mientras que el grupo de Taping mostró resultados en MAS significativamente mejores que el grupo stretching. En T3, el grupo de ES y taping mostraron mejoras significativas en MAS y MAP respecto a T0. El grupo de taping también obtuvo mejoras importantes en el análisis de la marcha.

No hubo ningún cambio en la medida de PROM respecto a T0 en ninguno de los grupos, y en el grupo de stretching los datos del análisis de la marcha resultó peor que los de T0.

En (132,133,134), se observa la efectividad del vendaje neuromuscular en el miembro superior; (132) investiga los efectos del tratamiento de KT en combinación con la toxina botulínica en la espasticidad, 32 pacientes fueron separados en 1 grupo de control, sin KT, y un grupo experimental. Ambos fueron valorados mediante MAS al principio de la investigación y una vez a la semana durante 6 semanas. La mejora del grupo al que fue aplicado KT mostró una mejoría significativa respecto al grupo control. Otro estudio (133), valora el impacto del KT sobre el hombro hemipléjico en 44 sujetos. Todos los pacientes recibieron KT, rehabilitación convencional y terapia ocupacional, aunque al grupo control le fue administrado una simulación de KT. Se evaluó la funcionalidad de los pacientes mediante el índice de Barthel modificado y el Stroke-Specific Quality of Life (SSQOL). También se recoge el PROM, MAS, subluxación del hombro, escala Fugl Meyer (FMA-UE) para la extremidad superior y VAS para el dolor del hombro hemipléjico (hemiplegic shoulder pain,HSP), todo antes y después del tratamiento. No se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos. La subluxación y espasticidad del hombro medido antes y después del tratamiento no presentaron alteraciones significativas. Se encontró un aumento significativo en la flexión del hombro después del tratamiento en el grupo experimental, pero no se observaron diferencias en otros planos de movimiento. Una diferencia significativa se observó en la prevalencia de HSP entre el grupo control y los experimentales después del tratamiento. Tampoco se encontraron diferencias entre los dos grupos tras la comparación de la puntuación VAS asociada con HSP. El FMA-UE, BI modificado, y las escalas SSQOL mejoraron significativamente después del tratamiento en ambos grupos. No había diferencias significativas en MAS y en las tasas de hallazgos anormales en la ecografía del hombro antes y después del tratamiento en el control y en el experimental. El programa KT puede reducir el desarrollo de HSP y aumentar significativamente la flexión del hombro en pacientes con accidente cerebrovascular subagudo. Esta investigación también se encuentra limitada por la cantidad de muestra y la ausencia de un grupode control. En (134)

defienden que la aplicación de KT puede proporcionar retroalimentación sensorial para promover la recuperación motora en las extremidades superiores afectadas. Se hizo un seguimiento de 31 pacientes, divididos en un grupo control y un grupo KT, todos fueron evaluados al inicio, al finalizar el tratamiento (3ª semana) y 2 semanas después. MAS, FMA-UE, Brunnstrom, y Simple Test for Evaluating Hand Function (STEF) fueron las herramientas utilizadas. No se encontraron diferencias significativas en los resultados de sensación de discapacidad, mejora en la etapa de Brunnstrom, FMA-UE y MAS. Sin embargo, en la quinta semana, los pacientes con la intervención KT tuvieron un mejor rendimiento de la mano (la parte distal de FMA-UE) que el grupo de control. Por tanto, a pesar de que no se encuentra un efecto determinante en la mejora de la espasticidad, el KT puede jugar un papel complementario en la mejora de la función motora de la mano, durante la rehabilitación en pacientes con accidente cerebrovascular en etapa subaguda. Se debe tener en cuenta que este estudio presenta varias limitaciones; el tamaño de la muestra es pequeño y todos los participantes fueron reclutados de un solo centro médico, y el período de intervención fue muy corto y hay una falta de seguimiento a largo plazo.

Los artículos (135-138) muestran revisiones bibliográficas, también metaanálisis de los resultados recogidos (136,137). En (135), se analizaron 8 artículos sobre la aplicación de KT en el tratamiento de fisioterapia en pacientes con ACV, una muestra total de 193 pacientes. En 5 de los estudios analizados el enfoque terapéutico se centra en la mejora del equilibrio y la marcha, para la recogida de datos, encontramos la escala de Berg (139) (140), prueba de equilibrio de Romberg (141), la prueba del Get up & go, la escala modificada de ashworth (MAS) y la de velocidad de marcha en diez metros (142). Estos recogen conclusiones diversas debido a las distintas metodologías. En conclusión, este estudio recoge resultados interesantes en la aplicación de KT en el ámbito del daño cerebral en la edad adulta. Sin embargo, tanto la muestra cómo el tiempo de terapia debe ser más amplio para tener una mayor certeza de la efectividad del KT en este tipo de pacientes y hay que ampliar las muestras de estudio para poder afirmar con mayor rotundidad los efectos beneficiosos de esta técnica.

Los artículos (136,137) realizan una búsqueda sistemática de la evidencia en rehabilitación con KT de extremidades inferiores (136) y del equilibrio (137) en pacientes que han sufrido un ACV.

En el primero (136), se realiza un metaanálisis de 14 ensayos clínicos aleatorizados con un total de 783 participantes sobre el uso del KT en la rehabilitación de extremidades inferiores en pacientes post-ACV. Dos de los estudios (149) y (150) presentan baja calidad metodológica y ninguno de los demás superan la calidad moderada según ‘‘Risk of bias summary’’ (151,149) investigan el efecto sobre la espasticidad de 5 días de KT combinado con Rehabilitación convencional (RC) en la extremidad inferior, aquellos en el grupo de tratamiento muestran puntuaciones significativamente mejores en MAS que el grupo que recibió RC exclusivamente. Además, (152) sugiere que los resultados de MAS en el grupo experimental fueron significativamente mejores que los del grupo con RC después de un período de 3 meses. Por otro lado, en cuanto a la funcionalidad, 8 estudios (152-159) exploraron la utilidad del KT en mejorar la puntuación de FMA-LE. El grupo experimental, que recibió KT junto con RC, alcanzó mayor puntuación en el FMA-LE que el grupo control después de 4, 8, y 12 semanas de tratamiento. Asimismo, el estudio (149) no encontró diferencias significativas en Brunnstrom Recovery Stage (BSR) entre los grupos en los días 1, 3, y 5. Mientras que (156) muestra mejora de BRS en el grupo experimental después de 4 semanas desde la intervención. En esta revisión también se recoge los efectos del KT sobre el equilibrio, tras el análisis realizado (160,150) no muestran diferencias significativas entre los grupos en la escala de Berg (BBS). (151,161) muestran que tanto 5 días, y 8 semanas de KT puede mejorar la puntuación en BBS en mayor medida que tras la RC en pacientes post-ictus. Los estudios incluidos examinan de la misma manera la deambulación mediante el FAC (functional ambulation categories) (156,158,159), el TUGT (time up and go test) (153,154,157), la prueba de 10 metros (154,157,152,161) y el análisis de la marcha (162,159). Por último, (149,156) comparan los cambios en el índice de Barthel. Los resultados de esta revisión reseñan que el KT es un método a tener en cuenta en la rehabilitación de pacientes post-ictus para el tratamiento de la extremidad inferior, a pesar de los beneficios sobre la espasticidad, funcionalidad, equilibrio, etc que se muestran en esta

revisión es necesario investigaciones de mayor calidad. El metaanálisis muestra que los beneficios de KT se incrementan con la mayor duración del tratamiento, aunque no se puede determinar la relación entre duración y efectividad de la aplicación con un número tan reducido de estudios incluidos.

También se incluye un metaanálisis de 22 ensayos clínicos aleatorizados (137), con un total de 1331 pacientes, 667 en el grupo experimental y 664 en el grupo control. En los que se investiga los efectos y seguridad de la aplicación de KT para mejorar el equilibrio en pacientes con ACV. El KT en los grupos experimental se aplica tanto individualmente como en conjunto con terapia convencional (TC), el grupo control recibió rehabilitación convencional, falso KT y placebo. La evaluación se realiza mediante Balance Berg Scale (BBS), TUGT, functional ambulation category scale (FAC), Fugl-Meyer assessment (FMA-L) y MAS. 8 de los estudios que comparan el KT con rehabilitación convencional (RC) muestran una diferencia significativa en los valores de BBS favorable al grupo de kinesio (133-170). En 2 de los RCT que utilizaron falso KT en el grupo de control no mostró diferencias significativas. El análisis del tiempo de terapia mostró que había una mejora significativa cuando el tiempo de terapia era superior a 4 semanas. Por otro lado, en 6 de los ensayos con terapia convencional, se observan mejoras significativas en el TUGT tras la administración del vendaje con respecto a RC (165, 171, 168, 170, 172, 173). En 5 de ellos se encontró diferencias significativas en el FAC (174, 167, 175, 176, 166). En 9 artículos llevados a cabo con KT y TC mostraron diferencias significativas en FMA-L entre los dos grupos. (166, 171, 174, 168, 175, 172, 176, 177). En 5 de estos (178, 179, 168, 169, 170), hubo diferencias significativas en MAS entre kinesio y rehabilitación convencional. También se encontró diferencias significativas en 10mMVS, MMT, AROM y Brunnstrom. No se encontró diferencias en los resultados del 10Mmwt entre los grupos. También se destaca los resultados de L. Xu et al 2016 (180) descubrió que KT era más eficaz que la TC en la hinchazón de las extremidades inferiores en pacientes con accidente cerebrovascular. El (181) concluyó que KT puede disminuir efectivamente el pie varo era seguro sin efectos adversos. (182) encontró que KT tuvo un efecto positivo en mejorar la marcha y la capacidad de caminar. (183) encontraron que la aplicación de KT con fisioterapia puede ser favorable para mejorar

el resultado funcional de la sentada y la transferencia en pacientes con accidente cerebrovascular y mejorar la funcionalidad en ambos lados. Los resultados de este metaanálisis mostraron que KT era más eficaz que CR para la capacidad de equilibrio, la función de las extremidades inferiores, y la función de caminar en pacientes con accidente cerebrovascular. Pero no se encontraron diferencias significativas entre KT y KT simulado en BBS. Las posibles causas pueden ser solo dos estudios incluidos. Sin embargo, los resultados de BBS no fueron consistentes con respecto a la duración del tratamiento. En el análisis de subgrupos, encontramos que, en comparación con CR, KT fue más efectivo con más de 4 semanas de duración del tratamiento. Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre KT y CR con una duración del tratamiento ≤ 4 semanas, lo que sugiere que el KT a largo plazo puede ser más efectivo que el KT a corto plazo. Excepto 10mMWT, hubo una diferencia significativa entre KT y CR en TUGT, FMA, FAC, MAS y otros resultados. En cuanto a las limitaciones, la duración del tratamiento de KT fue inconsistente, desde tratamiento inmediato hasta 12 semanas, lo que indica una amplia variación en los diseños. En segundo lugar, las ubicaciones de KT no estaban estandarizadas, además, varios resultados incluyeron sólo 2 estudios, que pueden conducir a resultados poco confiables.

En (131) se recogen aquellos estudios que investigan la efectividad de distintas terapias físicas junto con la toxina botulínica (TBX-A) para el tratamiento de la espasticidad. Se trata de una revisión de literatura que recoge los datos sobre las maneras en que la rehabilitación puede potenciar el efecto de la TBX-A. Distintos efectos de estiramientos, vendajes, ortesis, enyesados, ondas de choques, ultrasonidos, terapia de vibración, TENS y ES, en la espasticidad son recogidos en esta revisión. El estudio concluye que el vendaje adhesivo mejora efectivamente el efecto de TBX-A en la extremidad superior e inferior en términos de espasticidad, discapacidad y actividad muscular. Muestra evidencia de que el escayolado es mejor que vendaje, y el vendaje es mejor que estirar para mejorar MAS, ROM y la marcha. También concluye que las ondas de choque radiales producen un mayor beneficio que la ES para la frecuencia de espasmos, el MAS y el dolor tras la inyección de TBX.A. Desgraciadamente, no es posible determinar la terapia adyuvante más apropiada a la TBX-A debido a la calidad y variabilidad de la literatura en este ámbito.

Por último, un estudio de diseño cruzado (184) compara los efectos de KT y vendaje no elástico (ST), en 11 lesionados medulares crónicos. Al grupo A (n=6) le fue aplicado KT durante 48h, una semana de descanso, y 48h de ST. El grupo B (n = 5) recibió 48 h de ST, 1 semana de descanso y 48h de KT. Las evaluaciones se realizaron antes (T0) e inmediatamente después del tratamiento (T48), se utilizaron la ASIA Impairment Scale para medir el estado neurológico, ROM y MAS para la espasticidad. También se evaluó el clonus, espasmos, dolor, equilibrio, y marcha. KT y ST fueron aplicados bilateralmente en; flexor plantar, tobillo, sóleo y gemelos. 48 h de KT mejoró los resultados de MAS, BBS y 6MWT (6 meters walking test), indicando una mejoría funcional significativa tras su uso en clínica. Mientras que no se observó ningún cambio en el grupo ST. Al igual que en otros estudios, la pequeña cantidad de muestra es una limitación importante a la hora de establecer la validez de la terapia con absoluta certeza. Futuros estudios de mejor calidad son necesarios para confirmar estos resultados.

Autor y año	Tipo de estudio	Nº de pacientes/ artículos	Patología	Valoración	Intervención	Resultados
Ortiz-Ramírez J et al (2017)	Revisión sistemática	8 artículos	ACV	MAS	KT, FNP , Rehabilitación convencional y BoNT-X	Favorable
Alessio Baricich et al (2008)	Ensayo clínico Controlado aleatorizado	23 pacientes	ACV	MAS, PROM y MAP	KT, estiramiento , ES y BoNT-X	Favorable
Alexander Balbert et al (2016)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	32 pacientes	ACV	MAS	KT y Terapia convencional	Favorable
Yu-Chi Huang et al (2016)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	44 pacientes	ACV	PROM, MAS, subluxación del	KT, Terapia convencional y Terapia ocupacional	Desfavorable

				hombro, FMA-UE y VAS		
Yu-Chi HUANG et al (2019)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	31 pacientes	ACV	MAS, FMA-UE, Brunnstrom y STEF	KT y Terapia convencional	Desfavorable
Alessandro Picelli et al (2019)	Revisión literaria	-	-	-	-	Favorable
Yijuan Hu et al (2019)	Revisión sistemática y metaanálisis	22 ensayos	ACV	BBS, TUGT, FMA-L y MAS	KT y Terapia convencional	Favorable
Mian Wang et al (2019)	Revisión sistemática y metaanálisis	14 artículos	ACV	MAS, FMA-L, Brunnstrom y BBS	KT y Terapia convencional	Favorable. Mejor resultado con la combinación de las terapias.
Federica Tamburella et al (2014)	Ensayo clínico cruzado controlado aleatorizado	11 pacientes	Lesión medular	ASIA Impairment Scale, ROM, MAS y BBS	KT y Vendaje no elástico	Favorable

4.6 Punción seca

Se seleccionaron finalmente 4 artículos sobre la efectividad de la punción seca en el tratamiento de la espasticidad. Consisten en 4 ensayos clínicos compuestos por un total de 83 participantes que presentan espasticidad tras haber sufrido un ACV.

En este ensayo clínico, Zahra Fakharia et al 2017 (186) exploran los efectos de la punción seca (PS), para el tratamiento de la espasticidad en los flexores de muñeca de 29 pacientes post-ACV. Agruparon a los candidatos en un solo grupo, se les evaluó mediante; la escala de Ashworth modificada modificada (MMAS), fuerza de la

resistencia pasiva y PROM Y AROM de la muñeca; antes de la terapia (T0), inmediatamente después (T1), y una hora tras la aplicación de PS (T2). La media de la evaluación MMAS era una puntuación ≥ 2 en todos los pacientes. Tras realizar las evaluaciones se observaron mejoras significativas tras la aplicación de la PS, de 2'0 puntos en T0, a 1'0 en T1 y T2. Igualmente, tanto en el PROM como en el AROM de la muñeca se observó una mejoría significativa. Estos resultados sugieren que se puede usar PS para reducir la espasticidad y mejorar la neurona motora alfa excitabilidad en pacientes con accidente cerebrovascular. Una de las mayores limitaciones del estudio, es la ausencia de un grupo al que se aplique una simulación de PS a modo de control, ya que impide que se puede descartar el efecto placebo de la intervención.

Zhiyuan Lu et al 2020 (187), lleva a cabo un estudio sobre la evidencia electromiográfica de los efectos de la punción seca en la espasticidad de los flexores de los dedos. Participaron 10 pacientes post-ACV, todos ellos a la espera de recibir inyección de TBX-A. La punción se realizó en el músculo flexor superficial de los dedos (FDS) guiada por ecografía. La aguja utilizada, estaba conectada a una máquina EMG donde se registró la actividad nerviosa (spontaneous motor unit potential, MUAPs). MAS, PROM, AROM y la posición de reposo de los dedos, mediante un goniómetro, se utilizaron para la recogida de datos antes, e inmediatamente después de la aplicación. Los pacientes reportaron un alivio inmediato después de la PS, además, las articulaciones interfalángicas proximales presentaron una posición de reposo menos flexionada. El músculo FDS se sentía menos tenso a la palpación y mostró una disminución en MAS junto con el FDP. No se observaron cambios en PROM, ya que la mayoría de los pacientes no tenían limitado el movimiento pasivo, aunque aquellos participantes que conservaban la actividad voluntaria de los extensores experimentaron un aumento del AROM. Cabe destacar que el EMG recogió una disminución del 84% en los picos de MUAPs post PS. Sin embargo, la frecuencia de estos picos no está correlacionada con MAS ni con la posición de reposo de la articulación. Tras observar los resultados obtenidos, se puede concluir que la aplicación de PS, conduce a una pérdida significativa de la espasticidad, una mejora del AROM y de la reducción de la frecuencia de MUAPs.

También se incluyó el ensayo clínico cruzado aleatorizado de Mendigutia Gómez et al 2016 (188), que investiga la eficacia de la PS para el tratamiento del hombro espástico en 20 pacientes post-ictus. Se formaron dos grupos, uno recibió terapia convencional, y el otro, rehabilitación junto con la punción seca en trapecio superior, infraespinoso, subescapular y pectoral mayor. Los sujetos recibieron ambas intervenciones separadas, al menos con 15 días de diferencia. Cada intervención se aplicó una vez por semana durante tres semanas. Fueron recogidos los datos de puntos de presión dolorosos, MMAS y ROM del hombro una semana antes y después de cada intervención. Los resultados no mostraron diferencias significativas en MMAS tras las intervenciones. En cambio, se observa una disminución importante de los puntos de presión dolorosos y cierta mejora en varios planos de movimiento de la articulación del hombro. Se concluye, que la inclusión de PS en un programa de rehabilitación multimodal fue efectiva para disminuir la sensibilidad a la presión localizada y mejorar el rango de movimiento del hombro en individuos post-ACV. Sin embargo, no observamos diferencias significativas en la espasticidad muscular. En cuanto a las limitaciones del estudio, los resultados recopilados son a corto plazo, tampoco contempla comprobar si los cambios observados duraron por más tiempo, además de no incluir ninguna escala que evalúe el rendimiento motor y la funcionalidad.

Por último, el estudio (189) explora la eficacia de la punción seca en la disfunción de extremidad inferior en pacientes neurológicos que hayan sufrido un Ictus. Se efectuó un ensayo clínico aleatorizado con 24 participantes, se asignaron 2 grupos: grupo de punción seca (intervención) y grupo de simulación de punción seca (control). Las evaluaciones se realizaron mediante la MMAS, TUG y 10mWT. Todas las mediciones fueron tomadas al inicio (T0), 1 semana después del inicio del tratamiento (T1), y 1 mes después de la finalización de este.

En el grupo experimental, el MMAS se redujo de, 2.58 al inicio del estudio, a 1.83 después del tratamiento, y se mantuvo igual una semana después, demostrando una reducción en la espasticidad. Por el contrario, el grupo de control no experimentó ningún cambio significativo. Los resultados del TUG y del 10mWT, mostraron que los dos grupos respondieron de manera diferente a la intervención. Se redujo el tiempo

cronometrado de 33.82 a 25.06 segundos en el TUG, y de 19'1 a 12'2 en el 10mWT después de la primera intervención.

Autor y año	Tipo de estudio	Nº de pacientes/ artículos	Patología	Valoración	Intervención	Resultados
Zahra Fakhari et al (2017)	Ensayo clínico	29 pacientes	ACV	MMAS, AROM, H reflexes	Punción seca	Favorable
Zhiyuan Lu et al (2020)	Ensayo clínico	10 pacientes	ACV	MAS, EMG, ROM	Punción seca	Favorable
Ana Mendigutia-Gómez et al (2016)	Ensayo clínico	20 pacientes	ACV	MAS	Punción seca y Terapia convencional	Favorable
Shima Ghannadi et al (2020)	Ensayo clínico	24 pacientes	ACV	MAS, TUG, 10mWT, AROM, PROM	Punción seca	Favorable

4.7 Crioterapia

Se seleccionaron 4 estudios relacionados con el uso de la crioterapia para el tratamiento de la espasticidad. De estos , 2 se tratan de ensayos clínicos controlados aleatorizados, un revisión sistemática y un libro.

En el estudio (190), 17 pacientes con espasticidad posterior a ACV, fueron seleccionados y divididos de forma aleatoria en 2 grupos. En el primero, se realizaron 15 días de intervención con crioterapia, y 15 días con una intervención placebo, el otro grupo, primero realizo el periodo con intervención placebo y luego con crioterapia. Para ambas intervenciones, la pierna se envolvió en una película de plástico para evitar el contacto directo entre la piel, colocando una bolsa sobre el área definida (control: Arena/Crioterapia: 1000 g de hielo picado) y se dejó durante 20

minutos. El grado de espasticidad, en los músculos dorsiflexores del tobillo y los músculos flexores plantares, se evaluó utilizando el MAS antes y después de la intervención (control / crioterapia). Como resultado, se observaron en ambos grupos valores más bajos, después de la crioterapia, que antes de la intervención. Además, no se observaron diferencias antes y después de la intervención de control.

Para el artículo (191), 20 pacientes con espasticidad fueron evaluados durante tres días. Un día, se usó para procedimientos de control y los dos restantes para intervención mediante TENS y crioterapia. El TENS se utilizó de manera convencional, con una frecuencia de 100 Hz y una duración del pulso de 60 μ s durante 30 minutos. La crioterapia (compresas de hielo), se aplicó sobre los músculos gastrocnemio y sóleo durante 30 minutos. Como método de valoración, se realizó la electromiografía del músculo tibial antes y después de las sesiones. Los valores de la electromiografía en el músculo tibial anterior, no mostraron diferencias significativas después de la intervención con TENS, crioterapia o control.

En la publicación (192), tratan de hacer una sinopsis sobre la aplicación de la crioterapia y la realización de terapias de frío y de calor. Destacan, que una de las indicaciones que tiene la crioterapia, es el tratamiento de pacientes con espasticidad de origen neurológico.

Por otro lado, en el libro (193) tratan de exponer la actualidad del tratamiento en la rehabilitación y el uso de agentes físicos en la medicina. En el apartado enfocado a exponer el tratamiento por medio de crioterapia, señala que su uso está indicado para edemas en tejido blando, inflamación aguda, espasmos musculares y espasticidad.

Autor y año	Tipo de estudio	Nº de pacientes / artículos	Patología	Valoración	Intervención	Resultados
Garcia L et al (2019)	Ensayo clínico controlado	17 pacientes	ACV	MAS	Crioterapia	Favorable

	aleatorizado					
Martins FL et al (2012)	Ensayo clínico controlado aleatorizado	20 pacientes	ACV	EMG	Crioterapia, rehabilitación convencional y TENS	Desfavorable
Preisinger E (2016)	Revisión literaria	-	-	-	Crioterapia y termoterapia	Indicado para la espasticidad
Yang AJ et al (2017)	Libro	-	-	-	Agentes físicos.	Indicado para la espasticidad

5. Discusión

5.1 Ondas de choque

Las ondas de choque son una herramienta terapéutica utilizada en la fisioterapia con múltiples usos. En los últimos años, se han llevado a cabo diferentes estudios que tratan de validar su uso como terapia complementaria para el tratamiento de la espasticidad. Por ello, hemos tratado de seleccionar el mayor número de artículos posibles, de acuerdo a los criterios establecidos previamente, para abordar esta incógnita.

Lo primero a tener en cuenta, es que existen dos tipos de ESWT válidas para el tratamiento de la espasticidad. En pocos de los artículos seleccionados se indica cuál es utilizado, únicamente, en tres de ellos (59,60,64) se especifica el empleo de rESWT. Los resultados, que muestran los estudios (53,56), hacen una comparación entre las fESWT y rESWT, concluyendo que la aplicación de cualquiera de los dos tipos en el tratamiento, reflejaba resultados prometedores. Sin embargo, en el metaanálisis (53) muestra una ligera diferencia entre ambas, ya que las rESWT conseguía una mejora de los valores medios de la escala MAS, un 0'52% más de lo que se conseguía con la aplicación de fESWT. En el estudio (56), al aplicar estas dos ondas de choque en

pacientes con el pie equino espástico, se vió que el grupo de terapia rESWT experimentó una mayor mejora en el rango de movimiento pasivo del tobillo y el área de contacto plantar durante la marcha. De acuerdo a estos estudios, existen indicios de que las rESWT consigue mejores resultados, pero debido al reducido número de estudios que tratan el tema, no se puede afirmar que exista suficiente evidencia que confirme esta hipótesis.

Con respecto al lugar del músculo en el que se deben de aplicar las ESWT, en el estudio (57) se sostiene que independientemente de que se aplique en la unión miotendinosa o en el vientre muscular, los resultados en la disminución de la espasticidad son los mismo. En los artículos seleccionados se especifica en casi todos ellos, en que músculo o grupo muscular se está aplicando las ondas de choque, pero en ninguno se determina en qué parte del mismo. Por lo que, al igual que ocurre con el tema anterior, aunque este estudio muestra que los resultados parecen similares en la aplicación de esta terapia en la unión miotendinosa o en el vientre muscular, no existe evidencia suficiente para afirmar este hecho.

En los estudios del grupo de investigación formado por Robert Dymarek, Jakub Taradaj y Joanna Rosińczuk (59,64). Los resultados demuestran que, incluso la aplicación de una sola sesión rESWT, puede tener efectos positivos en la reducción del nivel de hipertonia espástica de los músculos en pacientes con ACV. Sin embargo, la atención sanitaria a este tipo de pacientes, no se va a limitar a periodos cortos de tratamiento que implique una sola sesión. En los metaanálisis (54,61) se trata de hacer una selección de artículos que muestran los resultados de la aplicación de ESWT en varias sesiones. Usando como referencia los valores medios de MAS de estos artículos, concluyeron que para la espasticidad de los pacientes después de un ACV, la aplicación de ESWT condujo a una reducción de grado de MAS estadísticamente significativa, sin que se observen efectos secundarios en ningún paciente después de la terapia. Un ejemplo de estos tipos de estudio es el (60), que realiza un ensayo clínico aleatorizado donde se muestra que el efecto de las rESWT sobre la espasticidad de la mano y la muñeca en pacientes post ACV es bastante positivos, además de mantener estos efectos durante 16 semanas.

Como un método alternativo de medición, en el artículo (66) se utiliza el MyotonPRO, dispositivo capaz de medir las propiedades mecánicas de los músculos. Mostrando una mejora en estas propiedades en los pacientes en los que se les había aplicado ESWT en comparación con un grupo de control.

La rehabilitación de pacientes neurológicos en fisioterapia, se suele realizar acorde a un protocolo que incluye la combinación de diferentes técnicas. En los artículos (58,63) realizan un estudio en el que se compara dos grupos a los que se les ha tratado de igual manera, con programas de fisioterapia, con la diferencia de incluir la aplicación de ESWT en uno de ellos. En ambos los resultados mostraron que en los pacientes a los que el tratamiento fisioterapéutico más convencional se le unía a la aplicación de las ondas de choque, los resultados en la mejora de la espasticidad según los valores MAS era mucho mayor, además de lograr ganar un mayor rango articular. Por otro lado, los efectos de las ondas de choque, se mantienen en el tiempo, como se vio en los estudios (65,60), donde las ESWT mostró efectos a largo plazo en el alivio de la espasticidad, al tiempo que reduce el dolor, mejora en el rango articular y la función motora en pacientes con ACV.

Como muestran los artículos (55,62), a las ESWT se le pueden sumar otras terapias como las terapias espejo(55) o la inyección de toxina botulínica (62). Mostrando en ambas publicaciones, mejores resultados en la combinación de las ESWT, que su efecto en solitario para aliviar la espasticidad en los pacientes.

Analizando lo expuesto, existen evidencias que confirman las ESWT como una terapia no invasiva válida en el tratamiento en la espasticidad. Sin embargo, se debe llevar a cabo más investigaciones para su integración en un protocolo de tratamiento, ya que no existe un consenso claro en su forma de aplicación; y de la manera en la que se pueda incluir en los programas de rehabilitación. Además, se deben llevar a cabo estudios que traten de hacer comparaciones con su eficacia en los distintos grupos musculares.

5.2 Transcutaneous electrical nerve stimulation

La mayor parte de los estudios e investigaciones presentes en esta revisión sistemática, observan una relación directa entre la mejoría de las evaluaciones físicas y funcionales y la aplicación de TENS.

Sin embargo, la baja calidad metodológica de la mayoría publicaciones, como; la poca cantidad de muestra; la corta duración de las intervenciones la necesidad de grupos de control para comparar resultados; etc., dificulta obtener resultados de calidad. Además, la rehabilitación en fisioterapia en pacientes con alteraciones neurológicas exige desarrollar estrategias terapéuticas mucho más complejas.

Aquellos estudios que combinan al menos 2 terapias han demostrado mayor valor terapéutico que en otros en los que se aplican terapias únicas de forma exclusiva (Fary Khan 2019, Shamay S.M. et al). Sin embargo, es necesario realizar estudios más enfocados hacia los efectos en el medio y largo plazo.

Los parámetros de frecuencia y de intensidad, así como el área de aplicación difieren entre los estudios. Se ha observado que, cuando el TENS se aplica directamente sobre el músculo espástico se obtienen resultados positivos (84,83,90), por otro lado, aquellas intervenciones en la que los electrodos son colocados sobre el recorrido del nervio, se manifiesta un mayor índice de mejora en la espasticidad (81,85,86).

La evaluación del grado de espasticidad resulta complicado debido a la subjetividad de las escalas. Tanto MAS como CSS no reflejan con exactitud la realidad neurofisiológica del paciente, por lo que es necesario complementar los informes involucrando al paciente en la medida de lo posible mediante VAS (visual analogic scale).

Igualmente, el tratamiento de la espasticidad es integral, por lo que no debemos olvidar la importancia de los valores de las escalas, herramientas y test funcionales (BBS, dinamómetros, TUG, BI, STEF, etc) , ya que, aunque el tratamiento

esté orientado a recuperar la funcionalidad mediante la disminución del tono. Debemos tener en mente que esto puede suceder sin que encontremos un cambio significativo en MAS o CSS. El tratamiento combinado de BoNT-A con TENS y TENS con TRT, mostraron muy buenos resultados en la mejora de la espasticidad. Por ello, es necesario realizar más investigaciones al respecto con una mayor cantidad muestral y calidad metodológica.

5.3 Functional electric stimulation

En esta revisión, hemos recogido publicaciones sobre el empleo de la estimulación eléctrica funcional en pacientes con un cuadro de espasticidad.

El estudio de Anjali Sivaramakrish et al 2018 (90), es un ejemplo de la versatilidad del uso de corrientes eléctricas en rehabilitación. A pesar de obtener resultados similares, la musculatura extensora de la rodilla respondió mejor a la aplicación de TENS, mientras que, los flexores plantares mostraron mejores resultados tras la aplicación de FES.

Por otro lado, el uso combinado de FES y TBX-A también reveló ventajas importantes en la mejora de la función de la mano. Debemos señalar la posibilidad de una pequeña regresión en la funcionalidad al inicio del tratamiento, aunque fue superada con creces tras continuar con la intervención (92).

Takatoshi Hara et al 2019 (96), recoge evidencia de varias combinaciones terapéuticas de TBX-A y otras terapias para incrementar el efecto sobre espasticidad. Sin embargo, ningún grupo mostró diferencias significativas con el grupo de control al que le fue administrada la inyección de TBX-A exclusivamente. El estudio retrospectivo, igualmente resulta prometedor, a pesar de que no fue posible aleatorizar los participantes y evitar el sesgo de los evaluadores, posee una muestra importante y resultados interesantes. Además, emplear sesiones de reeducación de la marcha activa-asistidas, no sólo facilitan la funcionalidad y disminuye la espasticidad, también implica una serie de estímulos propioceptivos y psicológicos muy beneficiosos para el paciente.

La aplicación de FES en el tratamiento neurológico resulta beneficiosa, tanto para la mejora de la funcionalidad, como de la disminución de la espasticidad. Sin embargo, es necesario realizar investigaciones de mayor calidad para concluir y confirmar los efectos sobre estas patologías.

5.4 Hidroterapia

El uso del agua como un agente físico para el tratamiento está muy arraigado en la fisioterapia. Gracias a su efecto antigravitatorio facilita la movilidad, a la vez que ofrece cierta resistencia al desplazamiento. Además, su uso como medio de aplicación de frío y calor está muy extendido por sus efectos sobre la musculatura.

En la búsqueda bibliográfica que se realizó, fue muy difícil encontrar artículos que aborden su uso como un medio de tratamiento para la espasticidad. Únicamente se seleccionaron 4 estudios que cumplieran los criterios de inclusión, los cuales no tenían como objetivo principal comprobar los beneficios de las sesiones de hidroterapia sobre la espasticidad, a excepción del artículo (128). Sin embargo, los resultados de este estudio que trataba de comprobar sus efectos sobre la espasticidad en el tríceps sural, no fueron positivos, ya que, aunque los valores medios de la escala MAS mostraron tendencia a aumentar con el tiempo, se mantuvieron significativamente por debajo los valores medios iniciales. Esto mismo ocurrió en el estudio (129), donde 9 pacientes fueron sometidos a 10 semanas de sesiones de hidroterapia, no se consiguió que la espasticidad disminuyera en ninguno de ellos.

La falta de investigaciones que se hayan desarrollado en los últimos años, se refleja en los resultados de la revisión sistemática realizada por el estudio (127), en la cual trataban de recopilar en la literatura científica las aplicaciones de la hidroterapia en los pacientes con lesiones en la médula espinal. Lo único que encontraron fue un estudio que avala su eficacia para disminuir la espasticidad junto al tratamiento farmacológico. Además, remarca que aún se desconocen los mecanismos fisiológicos por los que la hidroterapia disminuye la espasticidad, el dolor muscular y aumentar el rango de movimiento articular.

Sin embargo, los estudios seleccionados, muestran muchas limitaciones. La falta de grupo de control o el reducido número de mediciones, no permite considerar la hidroterapia válida para disminuir la espasticidad. Por otro lado, en el artículo (130), nos exponen que la EFNS, la considera una terapia a tener en cuenta para el tratamiento de la espasticidad en el ELA. Por lo que se podría señalar que hace falta una mayor investigación sobre los efectos que pueda llegar a tener en los pacientes neurológicos en su lucha contra la espasticidad.

5.5 Vendaje neuromuscular

El KT es una herramienta que actúa sobre la piel enviando información constantemente. La aplicación de KT ha mostrado efectos significativos sobre la espasticidad y la mejora de la funcionalidad en pacientes neurológicos, ya que sus efectos pueden tener una incidencia interesante sobre la regulación del tono.

En (131,132,133,136) los resultados muestran una mejoría significativa en MAS respecto a otros grupos. También, observamos que en (134), provoca una disminución del dolor y un aumento del ROM en la articulación del hombro. Debemos tener en cuenta que los beneficios de KT se incrementan con la mayor duración del tratamiento (136,137), por lo que es difícil determinar su efectividad a corto plazo.

Por otro lado, en lo referente al equilibrio y a la marcha se han manifestado resultados inmediatos(135,142),y mejoría significativa en numerosos estudios (135, 178, 179, 168, 169, 170,181,182,183,137) .

En la práctica clínica los fisioterapeutas debemos conocer el mayor número de herramientas posible. Para adaptar los tratamientos a cada paciente, es interesante conocer la evidencia científica, las propiedades y las aplicaciones de cualquier técnica que esté a nuestro alcance. Tras la revisión, podemos afirmar que no existe riesgo alguno en el uso del vendaje neuromuscular para el paciente, más allá que provocar una reacción alérgica. Tras su aplicación, es frecuente notar mejoría a nivel de equilibrio, rango articular, facilitación de la marcha, e incluso leves efectos sobre la espasticidad.

La aplicación de KT en el ámbito de la rehabilitación neurológica puede potenciar los resultados del tratamiento rehabilitador. A pesar de la variabilidad en los resultados, no podemos concluir con certeza el grado de influencia de este agente dentro del progreso de los pacientes con espasticidad. Esto se debe a la escasa calidad metodológica y muestral de investigaciones respecto a este tema.

5.6 Punción seca

En esta revisión sistemática, hemos reunido las publicaciones que investigan el efecto de la PS en la espasticidad. Únicamente, 4 artículos se ajustaron a nuestros criterios. A pesar de la escasa cantidad de publicaciones, hemos observado resultados diferentes entre ellos.

La punción seca se trata de una técnica común, dentro del ámbito de la fisioterapia. No obstante, su aplicación en afecciones neurológicas implica un mayor nivel de complejidad en los mecanismos neurofisiológicos. Dentro de los artículos incluidos en la revisión, podemos observar resultados contradictorios, en cuanto al efecto de la punción seca sobre la espasticidad. Desde el punto de vista neurológico, (186,187 y 189) hablan de un efecto inhibitorio sobre las alfa-motoneuronas y la reducción de la espasticidad. Por el contrario, Mendigutia et al 2016 (188), observa una disminución de la sensibilidad a la presión localizada, aunque sin alterar de ninguna manera las puntuaciones de espasticidad. Todos los estudios referenciados, presentan diversas y restrictivas limitaciones, por lo que resulta difícil determinar la eficacia de este procedimiento, sin investigaciones más exhaustivas a nuestro alcance.

5.7 Crioterapia

La crioterapia ha demostrado conseguir reducir la amplitud del potencial de acción motor, enlentecer la conducción nerviosa y disminuir la actividad del huso muscular. Por lo que se considera una terapia válida para el tratamiento de la espasticidad, tal y como reflejan las publicaciones (192,193).

Entre el año 2010 y 2020, no se han publicado muchos artículos que traten su integración, dentro de la rehabilitación de pacientes neurológicos con espasticidad. En

la búsqueda bibliográfica realizada se pudieron encontrar dos ensayos (190,191), que traten de demostrar su eficacia. Ambos estudios mostraron limitaciones, como el reducido número de participantes, o la falta de una intervención que trate de comprobar sus efectos a largo plazo.

Sin embargo, en el artículo (190) se demuestra que se puede reducir la espasticidad de los flexores plantares sin influir en la propiocepción. Mientras que en el (191), la valoración mediante el uso de la electromiografía expone que no se registran cambios después de su aplicación.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, podemos concluir que en los últimos 10 años no se han realizado muchos estudios que validen el uso de la crioterapia para el tratamiento de la espasticidad. Aunque las publicaciones (192) (193), señalen la espasticidad neurológica como una de las indicaciones de la crioterapia, no existe suficiente evidencia para sacar conclusiones sobre su eficacia en el tratamiento.

6. Conclusión

A lo largo de esta revisión, hemos comprobado que el tratamiento de la espasticidad se limita, en la mayoría de los casos, al tratamiento farmacológico combinado con técnicas de fisioterapia convencional.

También hemos constatado que en las guías de práctica clínica se mencionan varios agentes físicos efectivos en el manejo de la espasticidad, como las ondas de choque, el kinesiotape y la electroterapia. Sin embargo, observamos que en muchas ocasiones dichas guías no proporcionan evidencia científica, métodos, ni protocolos de aplicación constantes. A partir de esta constatación concluimos, la necesidad de llevar a cabo una investigación exhaustiva con una buena base metodológica y muestral, sobre los posibles beneficios de estas terapias. De tal manera, que se pueda obtener la suficiente evidencia empírica fiable de su aplicación efectiva, en el ámbito de los protocolos de tratamiento neurológicos.

Todo ello con el objetivo final de mejorar la calidad asistencial de los profesionales y, sobre todo, lograr mejores resultados tras la intervención terapéutica. Lo cual va a incidir directamente en una mayor funcionalidad y calidad de vida de los pacientes afectados.

7. Bibliografía

1. Lance JW. The control of muscle tone, reflexes, and movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology* 1980; 30: 1303-13.
2. Dressler D, Bhidayasiri R, Bohlega S, Chana P, Chien H, Chung T, et al. Defining spasticity: a new approach considering current movement disorders terminology and botulinum toxin therapy. *J Neurol* 2018;265(4):856-862.
3. Vivancos Matellano F, Pascual SI, Nardi Vilardaga J, Miquel Rodríguez F, de Miguel León I, Martínez Garre MC, et al. Guía del tratamiento integral de la espasticidad. *Revista de Neurología* 2007;45(6):365.
4. Bensmail D, Vermersch P. Épidémiologie et évaluation clinique de la spasticité dans la sclérose en plaques. *Rev Neurol* 2012;168(3):S45-S50.
5. Sepúlveda P, Bacco JL, Cubillos A, Doussoulin A. Espasticidad como signo positivo de daño de motoneurona superior y su importancia en rehabilitación. *Revista CES Medicina* 2018;32(3):259-269.
6. Heckman CJ, Mottram C, Quinlan K, Theiss R, Schuster J. Motoneuron excitability: The importance of neuromodulatory inputs. *Clinical Neurophysiology* 2009;120(12):2040-2054.
7. García-Alix A. Reflejos miotáticos o tendinosos profundos. : Ediciones Díaz de Santos; 2012.
8. Li S. Spasticity, Motor Recovery, and Neural Plasticity after Stroke. *Frontiers In Neurology* 2017;8.
9. Nielsen, J. B., C. Crone, and H. Hultborn. "The Spinal Pathophysiology of Spasticity – from a Basic Science Point of View." *Acta Physiologica* 189.2 (2007): 171-80. Web.

10. Carlo Trompetto, Lucio Marinelli, Laura Mori, Elisa Pelosin, Antonio Currà, Luigi Molfetta, et al. Pathophysiology of Spasticity: Implications for Neurorehabilitation. *BioMed research international* 2014;2014:354906-8.
11. Bar-On L, Molenaers G, Aertbeliën E, Van Campenhout A, Feys H, Nuttin B, et al. Spasticity and Its Contribution to Hypertonia in Cerebral Palsy. *BioMed Research International* 2015;2015.
12. Maier IC, Baumann K, Thallmair M, Weinmann O, Scholl J, Schwab ME. Constraint-induced movement therapy in the adult rat after unilateral corticospinal tract injury. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience* 2008;28(38):9386.
13. Li S, Francisco GE. New insights into the pathophysiology of post-stroke spasticity. *Frontiers in Human Neuroscience* 2015;9.
14. Fries W, Danek A, Scheidtmann K, Hamburger C. Motor recovery following capsular stroke. Role of descending pathways from multiple motor areas. *Brain*. 1993;116 (Pt 2):369-82. Epub 1993/04/01.
15. Cano de la Cuerda, Roberto, Muñoz Hellín E, Gómez Soriano J, Taylor J, Ortiz Gutiérrez R. Valoración y cuantificación de la espasticidad: revisión de los métodos clínicos, biomecánicos y neurofisiológicos. *Revista de neurología* 2012;55(4):217-226.
16. Ashworth B. Preliminary trial of carisoprodol in multiple sclerosis. *Practitioner* 1964; 192: 540-2.
17. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987; 67: 206-7.
18. Quiñones Aguilar Sandra, Paz Claudia, Delgado César, Jiménez Gil Francisco Javier. Espasticidad en adultos.

19. Paulis WD, Horemans HLD, Brouwer BS, Stam HJ. Excellent test–retest and inter-rater reliability for Tardieu Scale measurements with inertial sensors in elbow flexors of stroke patients. *Gait Posture* 2011;33(2):185-189
20. Tardieu G, Shentoub S, Delarue R. Research on a technic for measurement of spasticity. *Rev Neurol (Paris)*. 1954;91(2):143-4. French.
21. Garreta Figuera R, Torrequebrada Giménez A, en representación del Grupo de Est. Evaluación del tratamiento de la espasticidad en España: estudio 5E. *Revista de Neurología* 2016;63(7):289.
22. Glinsky J. The Tardieu Scale. *Journal of Physiotherapy* 2016;62(4):229.
23. Stokes, Maria., and Stack, Emma. *Fisioterapia En La Rehabilitación Neurológica*. 3ª ed. Amsterdam [etc.]: Elsevier, 2013. Print. *Fisioterapia Esencial*.
24. Garreta Figuera R, Chaler Vilaseca J, Torresquebrada Giménez A. Guía de práctica clínica del tratamiento de la espasticidad con toxina botulínica. *Revista de neurología* 2010;50(11):685-699.
25. Nigam P, Nigam A. Botulinum toxin. *Indian J Dermatol* 2010;55(1):8-14.
26. Scott AB. Botulinum toxin injection of eye muscles to correct strabismus. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1981;79:734-770.
27. Ellenhorn MJ, Barceloux DG, editors. *Medical Toxicology. Diagnosis and Treatment of Human Poisoning*. New York: Elsevier; 1988. p.1185-7.
28. Brin MF. Botulinum toxin: Chemistry, pharmacology, toxicity, and immunology. *Muscle Nerve Suppl* 1997;20:146:68.
29. Burgen ASV, Dickens F, Zatman LJ. The action of botulinum toxin on the neuro-muscular junction. *J Physiol (Lond)* 1949;109(1-2):10.

30. Sellin LC. The pharmacological mechanism of botulism. *Trends Pharmacol Sci* 1985;6:80.
31. Stanley EF, Drachman DB. Botulinum toxin blocks quantal but not non-quantal release of ACh at the neuro-muscular junction. *Brain Res* 1983;261:172-5.
32. Hoffman RO, Helveston EM. Botulinum in the treatment of adult motility disorders. *Int Ophthalmol Clin* 1986;26:241-50.
33. Fernández González D. Efectividad de la terapia de ondas de choque en pacientes que presentan espasticidad: una Revisión sistemática. 2016.
34. Chaussy, C., Eisenberger, F., Wanner, K., Forssmann, F., Hepp, W., Schmiedt, E., & Brendel W. Use of shock-waves for destruction of renal calculi without direct contact. *Urol Res.* 1976;4(4):181–181.
35. Cano de la Cuerda, Roberto. Nuevas tecnologías en neurorrehabilitación : aplicaciones diagnósticas y terapéuticas. Madrid: Madrid : Panamericana; 2018.
36. Kim E, Kwak K. Effect of extracorporeal shock wave therapy on the shoulder joint functional status of patients with calcific tendinitis. *Journal of Physical Therapy Science* 2016;28(9):2522-2524.
37. Vidal Novellas X. Eficacia de las ondas de choque radiales en comparación con la toxina botulínica tipo A para el tratamiento de la espasticidad en las extremidades inferiores en pacientes con parálisis cerebral. ensayo clínico cruzado aleatorizado. 2017.
38. Rassweiler J, Knoll T, Köhrmann K, McAteer J, Lingeman J, Cleveland R, et al. Shock wave technology and application: an update. *Eur Urol.* 2011;59(5):784–96.

39. Walker JB. Modulation of spasticity: Prolonged suppression of a spinal reflex by electrical stimulation. *Science*. 1982;216: 203–4.
40. Levin MF, Hui-Chan CW. Relief of hemiparetic spasticity by TENS is associated with improvement in reflex and voluntary motor functions. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1992;85: 131–42.
41. Goulet C, Arsenault AB, Bourbonnais D, Laramee MT, Lepage Y. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on Hreflex and spinal spasticity. *Scand J Rehabil Med*. 1996;28: 169–76.
42. Nielsen JB, Crone C, Hultborn H. The spinal pathophysiology of spasticity— from a basic science point of view. *Acta Physiol (Oxf)*. 2007;189:171–80
43. Potisk KP, Gregoric M, Vodovnik L. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in patients with hemiplegia. *Scand J Rehabil Med*. 1995;27:169–74.
44. Pagliaro P, Zamparo P. Quantitative evaluation of the stretch reflex before and after hydro kinesy therapy in patients affected by spastic paresis. *J Electromyogr Kinesiol*. 1999;9: 141–8.
45. K. Kase, J. Wallis, T. Kase *Clinical Therapeutic Applications of the Kinesio Taping Method* (second ed.), Kinesio Taping Association, Tokyo (2003)
46. Kase K, Tatsuyuki H, Tomoki O. Development of Kinesio™ tape. In: *Kinesio Taping™ Perfect Manual*. Kinesio Taping Association; 1996:6–10, 117–118.
7. Yasukawa A, Patel P, Sisung C.
47. Qafarizadeh, F., Kalantari, M., Ansari, N.N., Baghban, A.A., Jamebozorgi, A., The effect of kinesiотaping on hand function in stroke patients: A pilot study, *Journal of Bodywork & Movement Therapies* (2017), doi: 10.1016/j.jbmt.2017.09.015.

48. Shah JP, Danoff JV, Desai MJ, Parikh S, Nakamura LY, Phillips TM, et al. . Biochemicals associated with pain and inflammation are elevated in sites near to and remote from active myofascial trigger points. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(1):16–23.
49. The APTA Public Policy, Practice, and Professional Affairs Unit Description of dry needling in clinical practice: an educational resource paper. APTA. 2013;:1–7.
50. Boyles, Robert, Rebecca Fowler, Derek Ramsey, and Erin Burrows. "Effectiveness of Trigger Point Dry Needling for Multiple Body Regions: A Systematic Review." *Journal of Manual & Manipulative Therapy* 23.5 (2015): 276-93. Web.
51. Cruz-Montecinos, C., Núñez-Cortés, R., Bruna-Melo, T., Tapia, C., Becerra, P., Pavez, N., & Pérez-Alenda, S. (2018). Dry needling technique decreases spasticity and improves general functioning in incomplete spinal cord injury: A case report. *The Journal of Spinal Cord Medicine*, 1–5.
52. Tang, Li, Yan Li, Qiang-Min Huang, and Yang Yang. "Dry Needling at Myofascial Trigger Points Mitigates Chronic Post-stroke Shoulder Spasticity." *Neural Regeneration Research* 13.4 (2018): 673-76. Web.
53. Dymarek R, Ptaszkowski K, Ptaszkowska L, Kowal M, Sopol M, Taradaj J, et al. Shockwaves as a treatment modality for spasticity reduction and recovery improvement in post-stroke adults – current evidence and qualitative systematic review. *Clinical Interventions in Aging* 2020;15:9-28.
54. Xiang J, Wang W, Jiang W, Qian Q. Effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in post-stroke patients: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Rehabil Med* 2018;50(10):852-859.
55. Guo J, Qian S, Wang Y, Xu A. Clinical study of combined mirror and extracorporeal shock wave therapy on upper limb spasticity in poststroke

- patients. *International Journal of Rehabilitation Research* 2019 Mar;42(1):31-35.
56. Wu Y, Chang C, Chen Y, Hu G. Comparison of the effect of focused and radial extracorporeal shock waves on spastic equinus in patients with stroke: a randomized controlled trial. *European journal of physical and rehabilitation medicine* 2018 Aug;54(4):518.
57. Yoon SH, Shin MK, Choi EJ, Kang HJ. Effective Site for the Application of Extracorporeal Shock-Wave Therapy on Spasticity in Chronic Stroke: Muscle Belly or Myotendinous Junction. *Annals of rehabilitation medicine* 2017 Aug;41(4):547-555.
58. Taheri P, Vahdatpour B, Mellat M, Ashtari F, Akbari M. Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Lower Limb Spasticity in Stroke Patients. *Archives of Iranian medicine* 2017 Jun;20(6):338.
59. Dymarek R, Taradaj J, Rosińczuk J. Extracorporeal Shock Wave Stimulation as Alternative Treatment Modality for Wrist and Fingers Spasticity in Poststroke Patients: A Prospective, Open-Label, Preliminary Clinical Trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2016 Jul 18;2016:4648101-10.
60. Li T, Chang C, Chou Y, Chen L, Chu H, Chiang S, et al. Effect of Radial Shock Wave Therapy on Spasticity of the Upper Limb in Patients With Chronic Stroke: A Prospective, Randomized, Single Blind, Controlled Trial. *Medicine* 2016 May;95(18):e3544.
61. Guo P, Gao F, Zhao T, Sun W, Wang B, Li Z. Positive Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Spasticity in Poststroke Patients: A Meta-Analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2017;26(11):2470-2476.

62. Duan H, Li Z, Liu F. The effects of botulinum toxin type A combined with extracorporeal shock wave therapy on triceps spasticity in stroke patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 2018;61:e365.
63. Sawan S, Abd-Allah F, Hegazy MM, Farrag MA, El-Den N. Effect of shock wave therapy on ankle plantar flexors spasticity in stroke patients. *NeuroRehabilitation* 2017;40(1):115.
64. Dymarek R, Taradaj J, Rosińczuk J. The Effect of Radial Extracorporeal Shock Wave Stimulation on Upper Limb Spasticity in Chronic Stroke Patients: A Single-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Study. *Ultrasound Med Biol* 2016;42(8):1862-1875.
65. Jia G, Ma J, Wang S, Wu D, Tan B, Yin Y, et al. Long-term Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Poststroke Spasticity: A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 2020;29(3).
66. Park SK, Yang DJ, Uhm YH, Yoon JH, Kim JH. Effects of extracorporeal shock wave therapy on upper extremity muscle tone in chronic stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science* 2018;30(3):361-364.
67. Hwi. Young-Cho, Tae Sung In, Ki Hun Cho, and Chang Ho Song. A single trial (TENS) improves spasticity and balance in patients with chronic stroke. *Tohoku J. Exp. Med.*, 2013, 229, 187-193.
68. Junhyuck Park, Dongkwon Seo, Wonjae Choi, Seungwon Lee. The Effects of Exercise with TENS on Spasticity, Balance, and Gait in Patients with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Med Sci Monit*, 2014; 20: 1890-1896
69. Shamay S.M. Ng, PhD; Christina W.Y. Hui-Chan, PhD. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Combined With Task-Related Training Improves Lower Limb Functions in Subjects With Chronic Stroke. *Stroke*. 2007;38;2953-2959

70. Fary Khan, Bhasker Amatya, Djamel Bensmail, Alain Yelnik. Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: An overview of systematic reviews. *Annals of physical and Rehabilitation Medicine* 62. 2019; 265-273
71. Shuqin LIN, MD, Qi SUN, MD, Haifeng WANG, MD and Guomin XIE, Influence of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity, balance, and walking speed in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med* 2018; 50: 3–7
72. Marco Antonio Cavalcanti Garcia, Claudia Domingues Vargas. Is somatosensory electrical stimulation effective in relieving spasticity? A systematic review. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2019; 19(3):317-325
73. E. Fernández-Tenorioa, D. Serrano-Muñoz, J. Avendano-Coy, J. Gómez-Soriano. Transcutaneous electrical nerve stimulation for spasticity: A systematic review. *Neurología*. 2019;34(7):451—460
74. Stein C, Fritsch CG, Robinson C, Sbruzzi G, Plentz RD. Effects of electrical stimulation in spastic muscles after stroke: systematic review and metaanalysis of randomized controlled trials. *Stroke* 2015;46:2197–205
75. Mills PB, Dossa F. Transcutaneous electrical nerve stimulation for management of limb spasticity: a systematic review. *Am J Phys Med Rehabil* 2016;95:309–18.
76. Intiso D, Santamato A, Di Rienzo F. Effect of electrical stimulation as an adjunct to botulinum toxin type A in the treatment of adult spasticity: a systematic review. *Disabil Rehabil* 2016;1–11.
77. Elsner B, Kugler J, Pohl M, Mehrholz J. Transcranial direct current stimulation for improving spasticity after stroke: a systematic review with meta-analysis. *J Rehabil Med* 2016;48:565–70

78. Korzhova J, Sinitsyn D, Chervyakov A, Poydasheva A, Zakharova M, Suponeva N, et al. Transcranial and spinal cord magnetic stimulation in treatment of spasticity. A literature review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med* 2016.
79. Ching-Chen S, Chen Y, Handa Y. The therapeutic effect of surface electrical stimulation on spasticity. *Proceedings of the 3th Annual Conference of IFESS and INS; 1998 Luzern, Switzerland.*
80. Levin MF, Hui-Chan CW. Relief of hemiparetic spasticity by TENS is associated with improvement in reflex and voluntary motor functions. *Electroencephalogram Clin Neurophysiol* 1992;85(2):131-42.
81. Levin MF, Hui-Chan CW. Relief of hemiparetic spasticity by TENS is associated with improvement in reflex and voluntary motor functions. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1992;85:131-4
82. Shaygannejad V, Janghorbani M, Vaezi A, Haghighi S, Golabchi K, Heshmatipour M. Comparison of the effect of baclofen and transcutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of spasticity in multiple sclerosis. *Neurol Res.* 2013;35:636—41.
83. Miller L, Mattison P, Paul L, Wood L. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2007;13:527—33.
84. Aydin G, Tomruk S, Keles I, Demir SO, Orkun S. Transcutaneous electrical nerve stimulation versus baclofen in spasticity: clinical and electrophysiologic comparison. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84:584—92.
85. Ping Ho Chung B, Kam Kwan Cheng B. Immediate effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on spasticity in patients with spinal cord injury. *Clin Rehabil.* 2010;24:202—10.

86. Tekeoglu Y, Adak B, Goksoy T. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on Barthel Activities of Daily Living (ADL) index score following stroke. *Clin Rehabil.* 1998;12:277—80.
87. Tekeoglu Y, Adak B, Goksoy T. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on Barthel Activities of Daily Living (ADL) index score following stroke. *Clin Rehabil.* 1998;12:277—80
88. Martins FL, Carvalho LC, Silva CC, Brasileiro JS, Souza TO, Lindquist AR. Immediate effects of TENS and cryotherapy in the reflex excitability and voluntary activity in hemiparetic subjects: a randomized crossover trial. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16:337—44.
89. Chen SC, Chen YL, Chen CJ, Lai CH, Chiang WH, Chen WL. Effects of surface electrical stimulation on the muscle-tendon junction of spastic gastrocnemius in stroke patients. *Disabil Rehabil.* 2005;27:105—10.
90. Anjali Sivaramakrishnan , John M. Solomon , Natarajan Manikandan. Comparison of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and functional electrical stimulation (FES) for spasticity in spinal cord injury - A pilot randomized cross-over trial. *The Journal of Spinal Cord Medicine.* 2018; VOL. 41, NO. 4, 397
91. Vodovnik L, Bowman BR, Hufford P. Effects of electrical stimulation on spinal spasticity. *Scand J Rehabil Med.* 1984;16(1):29–34.
92. Mayo Tsuchiya, Akio Morita and Yukihiro Hara. Effect of Dual Therapy with Botulinum Toxin A Injection and Electromyography-controlled Functional Electrical Stimulation on Active Function in the Spastic Paretic Hand. *J Nippon Med Sch* 2016; 83 (1)
93. Xiao BAO, Jin-Ning LUO, Yu-Chun SHAO, Zhou-Quan TANG, Hui-Yu LIU, Howe LIU, Jie-Wen T. Effect of functional electrical stimulation plus body weight-supported treadmill training for gait rehabilitation in patients with

- poststroke: a retrospective case - matched study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2020 February;56(1):34-40
94. Camilla Sköl, Lars Lönn, Karin Harms-Ringdahl, Claes Hultling, Richard Levi, Mark Nash, and Ake Seiger. Effects of functional electrical stimulation training for six months on body composition and spasticity in motor complete tetraplegic spinal cord-injured individuals. *J Rehabil Med* 2002; 34: 25–32
95. Jennifer B. Scallya, Julien S. Bakera, Jean Rankina, Linda Renfrewb, Nicholas Sculthorpea. Evaluating functional electrical stimulation (FES) cycling on cardiovascular, musculoskeletal and functional outcomes in adults with multiple sclerosis and mobility impairment: A systematic review. *Multiple Sclerosis and Related Disorders* 2020; 37
96. Takatoshi Hara, Ryo Momosaki, Masachika Niimi, Naoki Yamada, Hiroyoshi Hara 3 and Masahiro Abo. Botulinum Toxin Therapy Combined with Rehabilitation for Stroke: A Systematic Review of Effect on Motor Function. *Toxins* 2019, 11, 707;
97. Pimentel, L.H.; Alencar, F.J.; Rodrigues, L.R.; Sousa, F.C.; Teles, J.B. Effects of botulinum toxin type A for spastic foot in post-stroke patients enrolled in a rehabilitation program. *Arq. Neuropsiquiatr.* 2014, 72, 28–32.
98. Rosales, R.L.; Kong, K.H.; Goh, K.J.; Kumthornthip, W.; Mok, V.C.; Delgado-De Los Santos, M.M.; Chua, K.S.;
99. Abdullah, S.J.; Zakine, B.; Maisonobe, P.; et al. Botulinum toxin injection for hypertonicity of the upper extremity within 12 weeks after stroke: A randomized controlled trial. *Neurorehabil. Neural Repair* 2012, 26, 812–821.
100. Hesse, S.; Mach, H.; Fröhlich, S.; Behrend, S.; Werner, C.; Melzer, I. An early botulinum toxin A treatment in subacute stroke patients may prevent a disabling finger flexor stiffness six months later: A randomized controlled trial. *Clin. Rehabil.* 2012, 26, 237–245.

101. Wolf, S.L.; Milton, S.B.; Reiss, A.; Easley, K.A.; Shenvi, N.V.; Clark, P.C. Further assessment to determine the additive effect of botulinum toxin type A on an upper extremity exercise program to enhance function among individuals with chronic stroke but extensor capability. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2012, 93, 578–587.
102. Shaw, L.C.; Price, C.I.; van Wijck, F.M.; Shackley, P.; Steen, N.; Barnes, M.P.; Ford, G.A.; Graham, L.A.; Rodgers, H. BoTULS Investigators. Botulinum Toxin for the Upper Limb after Stroke (BoTULS) Trial: Effect on impairment, activity limitation, and pain. *Stroke* 2011, 42, 1371–1379
103. Shaw, L.; Rodgers, H.; Price, C.; van Wijck, F.; Shackley, P.; Steen, N.; Barnes, M.; Ford, G.; Graham, L. BoTULS investigators. BoTULS: A multicentre randomised controlled trial to evaluate the clinical effectiveness and cost-effectiveness of treating upper limb spasticity due to stroke with botulinum toxin type A. *Health Technol. Assess.* 2010, 14, 1–113.
104. Meythaler, J.M.; Vogtle, L.; Brunner, R.C. A preliminary assessment of the benefits of the addition of botulinum toxin a to a conventional therapy program on the function of people with longstanding stroke. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2009, 90, 1453–1461.
105. Lim, J.Y.; Koh, J.H.; Paik, N.J. Intramuscular botulinum toxin-A reduces hemiplegic shoulder pain: A randomized, double-blind, comparative study versus intraarticular triamcinolone acetonide. *Stroke* 2008, 39, 126–131.
106. Suputtitada, A.; Suwanwela, N.C. The lowest effective dose of botulinum A toxin in adult patients with upper limb spasticity. *Disabil. Rehabil.* 2005, 27, 176–184.
107. Burbaud, P.; Wiart, L.; Dubos, J.L.; Gaujard, E.; Debelleix, X.; Joseph, P.A.; Mazaux, J.M.; Bioulac, B.; Barat, M.; Laguény, A. A randomised, double blind, placebo controlled trial of botulinum toxin in the treatment of spasticfoot

- in hemiparetic patients. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1996, 61, 265–269.
- Toxins 2019, 11, 707 24 of 25
108. Fujita, K.; Miaki, H.; Hori, H.; Kobayashi, Y.; Nakagawa, T. How effective is physical therapy for gait muscle activity in hemiparetic patients who receive botulinum toxin injections? *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2019, 55, 8–18.
 109. Weber, D.J.; Skidmore, E.R.; Niyonkuru, C.; Chang, C.L.; Huber, L.M.; Munin, M.C. Cyclic functional electrical stimulation does not enhance gains in hand grasp function when used as an adjunct to onabotulinumtoxinA and task practice therapy: A single-blind, randomized controlled pilot study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2010, 91, 679–686.
 110. Johnson, C.A.; Wood, D.E.; Swain, I.D.; Tromans, A.M.; Strike, P.; Burridge, J.H. A pilot study to investigate the combined use of botulinum neurotoxin type a and functionalelectrical stimulation, with physiotherapy, in the treatment of spastic dropped foot in subacutestroke. *Artif. Organs* 2002, 26, 263–266
 111. Johnson, C.A.; Burridge, J.H.; Strike, P.W.; Wood, D.E.; Swain, I.D. The effect of combined use of botulinum toxin type A and functional electric stimulation in the treatment of spastic drop foot after stroke: A preliminary investigation. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2004, 85, 902–909.
 112. Erbil, D.; Tugba, G.; Murat, T.H.; Melike, A.; Merve, A.; Cagla, K.; Mehmetali, Ç.C.; Akay, Ö.; Nigar, D. Effects of robot-assisted gait training in chronic stroke patients treated by botulinum toxin-a: A pivotal study. *Physiother. Res. Int.* 2018, 23, e1718.
 113. Picelli, A.; Bacciga, M.; Melotti, C.L.A.; Marchina, E.; Verzini, E.; Ferrari, F.; Pontillo, A.; Corradi, J.; Tamburini, S.; Saltuari, L.; et al. Combined effects of robot-assisted gait training and botulinum toxin type A on spastic equinus foot in patients with chronic stroke: A pilot, single blind, randomized controlled trial. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2016, 52, 759–766.

114. Pennati, G.V.; Da Re, C.; Messineo, I.; Bonaiuti, D. How could robotic training and botulinum toxin be combined in chronic post stroke upper limb spasticity? A pilot study. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2015, 51, 381–387.
115. Carda, S.; Invernizzi, M.; Baricich, A.; Cisari, C. Casting, taping or stretching after botulinum toxin type A for spastic equinus foot: A single-blind randomized trial on adult stroke patients. *Clin. Rehabil.* 2011, 25, 1119–1127.
116. Karadag-Saygi, E.; Cubukcu-Aydoseli, K.; Kablan, N.; Ofluoglu, D. The role of kinesiotaping combined with botulinum toxin to reduce plantar flexors spasticity after stroke. *Top. Stroke Rehabil.* 2010, 17, 318–322.
117. Sun, S.F.; Hsu, C.W.; Sun, H.P.; Hwang, C.W.; Yang, C.L.; Wang, J.L. Combined botulinum toxin type A with modified constraint-induced movement therapy for chronic stroke patients with upper extremity spasticity: A randomized controlled study. *Neurorehabil. Neural Repair* 2010, 24, 34–41.
118. Uchiyama, Y.; Koyama, T.; Wada, Y.; Katsutani, M.; Kodama, N.; Domen, K. Botulinum Toxin Type A Treatment Combined with Intensive Rehabilitation for Gait Poststroke: A Preliminary. Study. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* 2018, 27, 1975–1986. *Toxins* 2019, 11, 707 23 of 25
119. Prazeres, A.; Lira, M.; Aguiar, P.; Monteiro, L.; Vilasbôas, Í.; Melo, A. Efficacy of physical therapy associated with botulinum toxin type A on functional performance in post-stroke spasticity: A randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Neurol. Int.* 2018, 10, 7385.
120. Umar, M.; Masood, T.; Badshah, M. Effect of botulinum toxin A & task-specific training on upper limb function in post-stroke focal dystonia. *J. Pak. Med. Assoc.* 2018, 68, 526–531.
121. Devier, D.; Harnar, J.; Lopez, L.; Brashesr, A.; Graham, G. Rehabilitation plus OnabotulinumtoxinA Improves Motor Function over OnabotulinumtoxinA

- Alone in Post-Stroke Upper Limb Spasticity: A Single-Blind, Randomized Trial. *Toxins (Basel)* 2017, 11, 9.
122. Roche, N.; Zory, R.; Sauthier, A.; Bonnyaud, C.; Pradon, D.; Bensmail, D. Effect of rehabilitation and botulinum toxin injection on gait in chronic stroke patients: A randomized controlled study. *J. Rehabil. Med.* 2015, 47, 31–37.
 123. Tao, W.; Yan, D.; Li, J.H.; Shi, Z.H. Gait improvement by low-dose botulinum toxin A injection treatment of the lower limbs in subacute stroke patients. *J. Phys. Ther. Sci.* 2015, 27, 759–762.
 124. Demetrios, M.; Gorelik, A.; Louie, J.; Brand, C.; Baguley, I.J.; Khan, F. Outcomes of ambulatory rehabilitation programmes following botulinum toxin for spasticity in adults with stroke. *J. Rehabil. Med.* 2014, 46, 730–737.
 125. Pimentel, L.H.; Alencar, F.J.; Rodrigues, L.R.; Sousa, F.C.; Teles, J.B. Effects of botulinum toxin type A for spastic foot in post-stroke patients enrolled in a rehabilitation program. *Arq. Neuropsiquiatr.* 2014, 72, 28–32
 126. Johann Szecsi., Cornelia Schlick, Martin Schiller, Walter Pöllmann, Nikolaus Koenig, and Andreas Straube. Functional electrical stimulation-assisted cycling of patients with multiple sclerosis: biomechanical and functional outcome – a pilot study. *J Rehabil Med* 2009; 41: 674–680
 127. Ellapen TJ, Hammill HV, Swanepoel M, Strydom GL. The benefits of hydrotherapy to patients with spinal cord injuries. *African journal of disability* 2018;7(0):450.
 128. Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Shimozono Y, Tanaka N, Kawahira K. Beneficial effects of footbaths in controlling spasticity after stroke. *Int J Biometeorol* 2010;54(4):465-473.
 129. Zhang Y, Roxburgh R, Huang L, Parsons J, Davies TC. The effect of hydrotherapy treatment on gait characteristics of hereditary spastic paraparesis patients. *Gait Posture* 2014;39(4):1074-1079.

130. Dorst J, Ludolph AC, Huebers A. Disease-modifying and symptomatic treatment of amyotrophic lateral sclerosis. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders* 2018;11.
131. Alessio Baricich, Stefano Carda, Michele Bertoni, Luca Maderna, and Carlo Cisari. A single blinded, randomized pilot study of botulinum toxin type a combined with non-pharmacological treatment for spastic foot. *J Rehabil Med* 2008; 40: 870–872.
132. Alexander Balbert , Victor Myakotnykha, Boris Bruk, Oksana Strizhakova, Ekaterina Moroshek, Elena Aronskind. Integrated management of upper-limb spasticity with botulinum toxin type a injections and kinesio taping. *Toxicon* (2016) S2eS90.
133. Yu-Chi HUANG, Chau-Peng LEONG, Lin WANG, Lin-Yi WANG , Yu-Chien YAN G 1, Chien-Yi CHUANG , Yi-Jung H. Effect of kinesiology taping on hemiplegic shoulder pain and functional outcomes in subacute stroke patients: a randomized controlled study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2016 December;52(6):774 81
134. Yu-Chi HUANG, Po-Cheng CHEN, Hui-Hsin TSO, Yu-Chien YANG 1, 2, Tzai-Lun HO 1, 2, Chau-Peng LEONG. Effects of kinesio taping on hemiplegic hand in patients with upper limb post-stroke spasticity: a randomized controlled pilot study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2019 October;55(5):551-7.
135. Ortiz-Ramírez J, Pérez-De la Cruz S. Eficacia de la aplicación del vendaje neuromuscular en accidentes cerebrovasculares. *Rev Neurol* 2017; 64: 175-9.
136. Mian Wanga, Zi-wen Peic, Bei-dou Xiong, Xian-mei Menga, Xiao-li Chena, Wei-jing Liao. Use of Kinesio taping in lower-extremity rehabilitation of post-stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Clinical Practice* 35 (2019) 22-32

137. Yijuan Hu, Dongling Zhong, Qiwei Xiao, Qiang Chen, Juan Li, and Rongjiang Jin. Kinesio Taping for Balance Function after Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Volume 2019.
138. Alessandro Picelli, Andrea Santamato, Elena Chemello, Nicoletta Cinone, Carlo Cisari, Marialuisa Gandolfi, Maurizio Ranieri, Nicola Smania, Alessio Baricich. Adjuvant treatments associated with botulinum toxin injection for managing spasticity: An overview of the literature. *Annals of physical and rehabilitation Medicine* 62 (2019) 291-296.
139. Kim WI, Choi YK, Lee JH, Park YH. The effect of muscle facilitation using kinesio taping on walking and balance of stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2014; 26: 1831-4.
140. Choi YK, Nam CW, Lee JH, Park YH. The effects of taping prior to PNF treatment on lower extremity proprioception of hemiplegic patients. *J Phys Ther Sci* 2013; 25: 1119-22.
141. Yang SR, Heo SY, Lee HJ. Immediate effects of kinesio taping on fixed postural alignment and foot balance in stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 3537-40.
142. Karadag-Saygi E, Cubukcu-Aydoseli K, Kablan N, Ofluoglu D. The role of kinesiotaping combined with botulinum toxin to reduce plantar flexors spasticity after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2010; 17: 318-22.
143. Kim YR, Kim JI, Kim YY, Kang KY, Kim BK, Park JH, et al. Effects of ankle joint taping on postural balance control in stroke patients. *J Int Acad Phys Ther Res* 2012; 3: 446-52
144. Lee DH, Kim WJ, Oh JS, Chang M. Taping of the elbow extensor muscle in chronic stroke patients: comparison between before and after three-dimensional motion analysis. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 2101-3.

145. Kalichman L, Frenkel-Toledo S, Vered E, Sender I, Galinka T, Alperovitch-Najenson D, et al. Effect of kinesio tape application on hemiplegic shoulder pain and motor ability: a pilot study. *Int J Rehabil Res* 2016; 39: 272-6.
146. Heo SY, Kim KM. Immediate effects of kinesio taping on the movement of the hyoid bone and epiglottis during swallowing by stroke patients with dysphagia. *J Phys Ther Sci* 2015; 27: 3355-7
147. American Speech-Language-Hearing Association. National Outcomes Measurement System (NOMS): adult speech language pathology user's guide. Rockville: American Speech Language-Hearing Association; 2003.
148. Jung SH, Lee KJ, Hong JB, Han TR. Validation of clinical dysphagia scale: based on videofluoroscopic swallowing study. *J Korean Acad Rehabil Med* 2005; 29: 343-50.
149. J.M. Lu, T.H. Gao, J. Jia, C. Wu, R.R. Lu, J. Zhao, Y.Z. Xue, Effects of Kinesio taping on lower extremity function in stroke patients, *Chin. J. Rehabil. Med.* 29 (12) (2014) 1165–1167,
150. Z. Rojhani-Shirazi, S. Amirian, N. Meftahi, Effects of ankle kinesio taping on postural control in stroke patients, *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* 24 (11) (2015) 2565–2671
151. C. Wu, Y.L. Zhu, Q. Liu, R.R. Lu, Effects of Kinesio taping combined with physical training on lower extremity function in patients post stroke with hemiplegia, *Chin. J. Rehabil.* 32 (2) (2017) 131–132.
152. Y. Chen, F. Xu, The effect of Kinesio taping combined with functional training on rehabilitation in patients post stroke, *Neural. Inj. Funct. Reconstr.* 13 (5) (2018) 265–266.
153. X. Zhang, L.L. Du, B. Zhao, R.C. Song, Effects of Kinesio taping on ambulation dysfunction in hemiplegic stroke patients, *Medinfo* 28 (47) (2015) 81–82.

154. D.P. Jia, L. Li, Z.Q. Wu, P.B. Ji, Effects of lower-extremity Kinesio taping on improving ambulation function in patients post stroke, *Chin. Med. Device.* 31 (Suppl) (2016) 80.
155. Q. Liu, B. Yu, Q. Qi, Q. Tian, M. Jiang, W.H. Chen, Clinical effects of Kinesio taping for treating stroke patients with knee instability and degeneration, *Geriatr. Health. Care.* 22 (5) (2016)
156. W. Song, D.Q. Wang, Observation of therapeutic effect of Kinesio taping combined with rehabilitation training on stroke patients with foot drop, *Chin. Foreign. Med. Res.* 16 (4) (2018) 14–16
157. J D.J. Xia, T. Peng, H.T. Wei, J. Yang, X.Y. Jiao, Y. Chen, Effects of Kinesio taping on ambulation function in patients post stroke with hemiplegia, *Chin. J. Phys. Med. Rehabil.* 37 (6) (2015) 427–429.
158. Z.L. Xie, S.W. Feng, Q.R. Cao, T.B. Deng, Y.C. Chen, J.W. Lin, S.Y. Huang, Z.B. Li, P. Liu, Application of Kinesio taping in the prevention of knee extension in patients with hemiplegia after stroke, *Chin. J. Rehabil.* 31 (2) (2016) 122–124,
159. J. Xu, S.H. Hu, Y.F. Zhou, Q.Z. Chen, Q. Lin, Clinical observation of Kinesio taping with physical therapy on the lower limb function and walking ability in hemiplegic stroke patients, *Chin. J. Rehabil.* 31 (6) (2016) 446–449
160. Y.H. Bae, H.G. Kim, K.S. Min, S.M. Lee, Effects of lower-leg kinesiology taping on balance ability in stroke patients with foot drop, *Evid. Based. Complement. Alternate. Med.* 1 (2015) 125629.
161. Y.K. Choi, Y.H. Park, J.H. Lee, Effects of Kinesio taping and McConnell taping on balance and walking speed of hemiplegia patients, *J. Phys. Ther. Sci.* 28 (4) (2016) 1166–1169,
162. T. Tan, X. Ye, Y. Yu, Y. Shao, Effects of Kinesio taping on gait in patients post stroke with hemiplegia, *Chin. J. Rehabil. Med.* 31 (6) (2016) 686–688,

163. W. I. Kim, Y. K. Choi, J. H. Lee, and Y. H. Park, “The effect of muscle facilitation using kinesio taping on walking and balance of stroke patients,” *Journal of Physical Therapy Science*, vol. 26, no. 11, pp. 1831–1834, 2014
164. Y.-K. Choi, Y.-H. Park, and J.-H. Lee, “Effects of kinesio taping and McConnell taping on balance and walking speed of hemiplegia patients,” *Journal of Physiotherapy Science*, vol. 28, no. 4, pp. 1166–1169, 2016.
165. Z. Rojhani-Shirazi, S. Amirian, and N. Mefahi, “Effects of ankle kinesio taping on postural control in stroke patients,” *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, vol. 24, no. 11, pp. 2565–2571, 2015.
166. Y. Chen, *Effects of kinesio taping on lower limb function in patients with hemiplegia after early stroke*, Southwestern Medical University, 2018.
167. Z. Lu, Y. Tang, and FD. Hu, “Effect of triggered functional electrical stimulation training combined with kinesio taping on walking ability of stroke patients with hemiplegia,” *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 33, no. 9, pp. 1102–1104, 2018.
168. H. X. Shao, L. Ma, X. M. Liu et al., “Effect of Intramuscular Combined with Rehabilitation Training on Lower Limb Motor Function, Walking Parameters and Quality of Life in Stroke Patients with Hemiplegia,” *Progress in Modern Biomedicine*, vol. 19, no. 2, pp. 342–345, 2019.
169. L. Y. Sun, X. M. Gao, N. Sun et al., “Clinical observation of different intramuscular patching methods in patients with hemiplegia after stroke,” *Medical Information*, vol. 28, no. 8, pp. 104-105, 2015.
170. C. Wu, YL. Zhu, and Q. Liu, “Effect of kinesio taping-assisted lower limb training on lower extremity motor function in stroke patients with hemiplegia,” *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 32, no. 2, pp. 131-132, 2017

171. D. P. Jia, L. Li, Z. Q. Wu et al., “Effect of intramuscular effect on the walking function of stroke patients with hemiplegia,” *China Medical Equipment*, vol. 31, no. 80, p. S1, 2016.
172. D. J. Xia, T. Peng, H. T. Wei et al., “Effect of kinesio taping of lower limbs on walking function in stroke patients with hemiplegia,” *Chinese Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 37, no. 6, pp. 427–429, 2015.
173. X. Zhang, Du. LL, B. Zhao et al., “Therapeutic effect of kinesio taping on walking dysfunction in stroke patients with hemiplegia,” *Medical Information*, vol. 28, no. 47, pp. 81-82, 2015.
174. HB. Liu, P. Cai, and Y. Xiong, “Efficacy of kinesio taping in the improvement on walking ability of stroke patients with knee hyperextension,” *Chinese Journal of Trauma and Disability Medicine*, vol. 25, no. 13, pp. 15–17, 2017
175. W. Song and DQ. Wang, “Observation of therapeutic effect of kinesio taping combined with rehabilitation training on stroke patients with foot drop,” *Chinese and Foreign Medical Research*, vol. 16, no. 4, pp. 14–16, 2018.
176. ZL. Xie, SW. Feng, and QR. Cao, “Application of kinesio taping in the prevention of knee extension in patients with hemiplegia after stroke [J],” *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 31, no. 2, pp. 122–124, 2016
177. J. Xu, Hu. SH, and YF. Zhou, “Clinical observation of kinesio taping with physical therapy on the lower limb function and walking ability in hemiplegics stroke patients,” *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 31, no. 6, pp. 446–449, 2016.
178. Q. Liu, Q. Tian, B. Yu et al., “Clinical observation of kinesio taping with physical therapy for improving functional outcome of stroke patients,” *Geriatrics & Health Care*, vol. 21, no. 5, pp. 284–286, 2015.

179. J. M. Lu, T. H. Gao, J. Jia et al., “Effect of kinesiio taping on lower extremity function after stroke,” *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 29, no. 12, pp. 1165–1167, 2014.
180. L. Xu, X. P. Li, and M. X. Gao, “Therapeutic effect of kinesiio taping on lower extremity swelling in stroke patients,” *Journal of Huaihai Medicine*, vol. 34, no. 6, pp. 683-684, 2016.
181. Z. Chen, XQ. Chen, and WJ. Che, “Clinical observation of kinesiio taping on the treatment of post-stroke foot inversion, *Journal of Bengbu Medical College*, vol. 42, no. 12, pp. 1650–1652, 2017
182. TC. Tan, Ye. XM, and Yu. YM, “Effect of kinesiio taping on gait in stroke patients with hemiplegia,” *Chinese Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 31, no. 6, pp. 686–688, 2016.
183. Y. Tang, J. Lin, and XA. Huang, “Kinesiio taping on bilateral gluteus improves sit-to-stand transfer function in stroke patients,” *Zhejiang Medical Journal*, vol. 39, no. 11, pp. 878–881, 2017.
184. Federica Tamburella, Giorgio Scivoletto and Marco Molinari. Somatosensory inputs by application of KinesiioTaping: effects on spasticity, balance, and gait in chronic spinal cord injury. *Frontiers in Human Neuroscience* 2014, vol. 8: no 367; 1.
185. Nouredin Nakhostin Ansari, Soofia Naghdi, Hoda Moammeri, and Shohreh Jalaie. Ashworth Scales are unreliable for the assessment of muscle spasticity. *Physiotherapy Theory and Practice*, 200622(3):119125
186. Zahra Fakharia, Nouredin Nakhostin Ansaria, Soofia Naghdia, Korosh Mansourib, and Hojjat Radinmehr. A single group, pretest-posttest clinical trial for the effects of dry needling on wrist flexors spasticity after stroke. *NeuroRehabilitation* 40 (2017) 325–336

187. Zhiyuan Lu, Amy Briley ,Ping Zhou and Sheng Li. Are There Trigger Points in the Spastic Muscles? Electromyographical Evidence of Dry Needling Effects on Spastic Finger Flexors in Chronic Stroke. *Front. Neurol.* (2020) 11:78.
188. Ana Mendigutia-Gómez, PT, PhD, a Carolina Martín-Hernández, PT, a Jaime Salom-Moreno, PT, PhD and César Fernández-de-las-Peñas, PT, PhD. *Journal of Manipulative and Physiological* 349. 2016; Volume 39, Number 5.
189. Shima Ghannadi, Ardalan Shariat, Nouredin Nakhostin Ansari, Zahra Tavakol, Roshanak HonarpisheJan Dommerholt Pardis Noormohammadpour, and Lee Ingle. The Effect of Dry Needling on Lower Limb Dysfunction in Poststroke Survivors. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2020 Vol. 29, No. 6 (June).
190. Garcia L, Alcântara C, Santos G, Monção JV, Russo T. Cryotherapy Reduces Muscle Spasticity But Does Not Affect Proprioception in Ischemic Stroke: A Randomized Sham-Controlled Crossover Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 2019 Jan;98(1):51-57.
191. Martins FL, Carvalho LC, Silva CC, Brasileiro JS, Souza TO, Lindquist ARR. Immediate effects of TENS and cryotherapy in the reflex excitability and voluntary activity in hemiparetic subjects: a randomized crossover trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy* 2012;16(4):337-344.
192. Preisinger E. Cryo-, cold, and heat therapy. *Manuelle Medizin* 2016;54(6):387-393.
193. Yang AJ, Castoro R, Jain NB. *Physical medicine and rehabilitation: Physical modalities, orthoses, assistive devices, and manipulation.* ; 2017.
194. Tiebin Yan, Christina W. Y. Hui-Chan, Leonard S. W. Li. Functional Electrical Stimulation Improves Motor Recovery of the Lower Extremity and Walking Ability of Subjects With First Acute Stroke A Randomized Placebo-Controlled Trial *Stroke*. 2005;36:80-85

8. ANEXO

Anexo 1. Tabla 2. Escalas clínicas para la valoración de la espasticidad.(15)

Escalas clínicas para la valoración de la espasticidad.	Escala de Ashworth y escala de Ashworth modificada
	Escala de Tardieu
	Escala de Oswestry
	Escala del tono aductor de caderas
	Australian Spasticity Assessment
	Escala de frecuencia de espasmos
	Escala de NINDS
	Escala que miden el impacto sobre las actividades funcionales
Escalas específicas en función de la patología presente.	
Valoración biomecánica de la espasticidad	Dinamometría isocinética
	Dinamómetros de mano o miómetros
	Técnicas del péndulo o de Wartenberg
	Métodos funcionales
Valoración neurofisiológica de la espasticidad (Electromiografía)	Reflejo H
	Onda F
	Reflejo tendinoso
	Reflejo de estiramiento

Anexo 2.Tabla 3.Escala Ashworth (18)

ESCALA DE ASHWORTH	
Grado 0	No hay aumento del tono.
Grado 1	Ligero aumento del tono.
Grado 2	Incremento moderado del tono. Se completa el arco de movimiento.
Grado 3	Incremento marcado. Difícil completar el movimiento.
Grado 4	Contractura permanente con fijación en flexión o extensión.

Anexo 3.Tabla 4.Escala de Ashworth modificada (18)

ESCALA DE ASHWORTH MODIFICADA (18)	
Grado 0	Ningún aumento del tono muscular
Grado 1	Aumento discreto del tono con resistencia mínima al movimiento pasivo.
Grado 1+	Aumento discreto del tono con resistencia en todo el movimiento pasivo
Grado 2	Disminución del rango de movimiento mayor de 50% y menor del 100%
Grado 3	Rango de movilidad limitada en menos del 50%.
Grado 4	Limitación severa a la movilidad

Anexo 4.Tabla 5.Escala de Ashworth modificada modificada (185)

ESCALA DE ASHWORTH MODIFICA MODIFICADA	
Grado 0	No hay aumento del tono.
Grado 1	Ligero aumento del tono.
Grado 2	Aumento marcado en el tono, manifestado por un contracción en el rango medio y resistencia en el resto del rango de movimiento, pero miembro fácilmente móvil.
Grado 3	Incremento marcado. Difícil completar el movimiento.
Grado 4	Contractura permanente con fijación en flexión o extensión.

Anexo 5. Tabla 6. Escala de Tardieu y escala de Tardieu modificada (18)

ESCALA DE TARDIEU Y ESCALA DE TARDIEU MODIFICADA	
Grado 0	No resistencia a través del curso del estiramiento.
Grado 1	Resistencia escasa a un ángulo específico a través del curso del estiramiento sin evidente contracción muscular.
Grado 2	Evidente contracción muscular a un ángulo específico, seguido de relajación por interrupción del estiramiento.
Grado 3	Clonus que aparece a un ángulo específico que dura menos de 10 segundos cuando el evaluador está haciendo presión contra el músculo
Grado 4	Clonus que aparece a un ángulo específico que dura más de 10 segundos cuando el evaluador está haciendo presión contra el músculo.