



Universidad
de La Laguna

Escuela Universitaria de
Enfermería y Fisioterapia



Trabajo Fin de Grado

Grado en Fisioterapia

Efectividad de las técnicas fisioterápicas empleadas en el tratamiento de la espasticidad post-ictus. Revisión bibliográfica.

Effectiveness of the physiotherapeutic techniques used in the treatment of post-stroke spasticity. Review of the literatura.

Iván García Expósito

Curso 2016/2017 - Junio



Universidad
de La Laguna

Escuela Universitaria de
Enfermería y Fisioterapia



Trabajo Fin de Grado

Grado en Fisioterapia

Efectividad de las técnicas fisioterápicas empleadas en el tratamiento de la espasticidad post-ictus. Revisión bibliográfica.

Effectiveness of the physiotherapeutic techniques used in the treatment of post-stroke spasticity. Review of the literatura.

Iván García Expósito

Curso 2016/2017 – Junio

AUTORIZACIÓN DEL TUTOR PARA LA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO

Centro:	FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD SECCIÓN DE MEDICINA, ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA
Titulación:	GRADO EN FISIOTERAPIA

DATOS ALUMNO:

Apellidos	GARCÍA EXPÓSITO	Nombre	IVÁN
DNI	43834910-S	Dirección	Ctra. Gral. SANTA BARBARA 147
C. Postal	38430		
Localidad	ICOD DE LOS VINOS	Provincia	SANTA CRUZ DE TENERIFE
Teléfono	649950231	E-mail	ivangexp@gmail.com

TÍTULO DE TRABAJO DE FIN DE GRADO:

Efectividad de las técnicas fisioterápicas empleadas en el tratamiento de la espasticidad post-ictus. Revisión bibliográfica.

TUTOR:

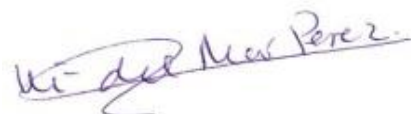
Apellidos: PEREZ DELGADO

Nombre: M^a DEL MAR

AUTORIZACIÓN DEL TUTOR

D^a MARIA DEL MAR PEREZ DELGADO, profesor del Departamento de CIENCIAS MEDICAS BASICAS con docencia en la Sección de Medicina, Enfermería y Fisioterapia de la Facultad de Ciencias de la Salud, **AUTORIZA** a D **IVAN GARCIA EXPOSITO** a presentar la propuesta de **TRABAJO FIN DE GRADO**, que será defendida en JUNIO de 2017.

En La Laguna, a 31 de mayo de 2017



Fdo.: M^a del Mar Pérez Delgado

SR. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

RESUMEN

Los accidentes cerebrovasculares (ACV) o ictus son la primera causa de discapacidad física, principalmente debido a la presencia de espasticidad. La fisioterapia ha adquirido un papel importante en la neurorrehabilitación de los pacientes con esta patología.

El objetivo de este estudio es realizar una revisión y una comparación de la eficacia de técnicas fisioterápicas clásicas y otras de mayor vanguardia empleadas en la actualidad para el tratamiento de la espasticidad como son la vibración, la electroestimulación, los estiramientos y la punción seca.

Se ha realizado una búsqueda de ensayos clínicos y revisiones bibliográficas en las principales bases de datos (desde el año 2000 hasta 2017): Pubmed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Medline (EBSCO) y el Punto Q de la Universidad de La Laguna. Según los criterios de inclusión y exclusión, un total de 17 artículos fueron elegidos para la presente revisión, de los cuales 1 es una revisión bibliográfica y 16 son ensayos clínicos. Los estudios confirman que las técnicas fisioterápicas estudiadas han reportado ciertos efectos beneficiosos a corto y largo plazo sobre la espasticidad post ictus que suponen una mejoría de la sintomatología de los pacientes. Los estudios realizados hasta el momento resultan insuficientes para establecer una comparación sobre la eficacia obtenida entre las diversas técnicas, y se precisa la realización de investigaciones futuras, que aporten mayor evidencia científica, sobre los resultados de las mismas en la recuperación a corto y largo plazo de los pacientes.

Palabras Clave: ictus, espasticidad, fisioterapia, punción seca, electroestimulación, vibración, estiramientos.

ABSTRACT

Stroke is the leading cause of physical disability, mainly due to the presence of spasticity. Physiotherapy has acquired an important role in neurorehabilitation of patients with this pathology.

The purpose of this study is to perform a review of the literature and a comparison of the efficacy of classic and other advanced techniques for the treatment of spasticity such as vibration, electrical stimulation, stretching and dry needling.

A search of clinical trials and bibliographic reviews has been carried out in the main databases (from 2000 to 2017): Pubmed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Medline (EBESCO) and the Punto Q of La Laguna University. According to the inclusion and exclusion criteria, a total of 17 articles were chosen for the present review, of which 1 is a bibliographic review and 16 are clinical trials. The studies confirm that physiotherapy techniques have reported certain short-term and long-term beneficial effects on post-stroke spasticity, which implies an improvement in patients' symptoms. The studies carried out so far are insufficient to establish a comparison of the efficiency obtained between the different techniques and it is necessary to carry out future research that contributes more scientific evidence on the results of the same in the short and long term recovery of patients.

Key words: stroke, spasticity, physiotherapy, dry needling, electrical stimulation, vibration, stretching.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ACCIDENTES CEREBROVASCULARES (ACV)	1
1.1.1. CONCEPTO	1
1.1.2. ETIOLOGIA	1
1.1.3. CLASIFICACIÓN	2
1.1.4. REHABILITACIÓN DEL ICTUS	2
1.2. ESPASTICIDAD:	2
1.2.1. DEFINICION DE ESPASTICIDAD	3
1.2.2. SINTOMAS CLÍNICOS	4
1.2.3. FENÓMENOS ASOCIADOS	4
1.2.4. EVALUACIÓN DE LA ESPASTICIDAD	5
1.2.5. EL DOLOR EN LA ESPASTICIDAD	7
1.3. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO DE LA ESPASTICIDAD.	9
1.4. TRATAMIENTO NO FARMACOLÓGICO DE LA ESPASTICIDAD	9
1.4.1. ESTIRAMIENTO MUSCULAR	10
1.4.2. ESTIMULACIÓN ELECTRICA	11
1.4.3. VIBRACIÓN	12
1.4.4. PUNCIÓN SECA	14
2. MATERIALES Y MÉTODOS	15
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
3.1. VIBRACIÓN	17
3.2. ELECTROESTIMULACIÓN	22
3.3. ESTIRAMIENTOS	28
3.4. PUNCIÓN SECA	32
4. CONCLUSIONES	38
5. BIBLIOGRAFÍA	39

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ACCIDENTES CEREBROVASCULARES (ACV)

1.1.1. CONCEPTO

Los accidentes cerebrovasculares (ACV) o ictus están causados por un trastorno circulatorio cerebral que altera transitoria o definitivamente el funcionamiento de una o varias partes del encéfalo.¹ Su clínica es muy variada pues se encuentra condicionada por la zona, la extensión y la respuesta del paciente a la lesión.²

La incidencia del ictus estimada en España es de 118 casos por cada 100.000 habitantes.³ En cuanto a la prevalencia, se ha estimado en el 7% de la población urbana mayor de 65 años.^{4, 5} Una revisión sistemática encontró que los hombres sufren ictus con más frecuencia que las mujeres; sin embargo, se observaron grandes variaciones entre la población.⁶

Es importante tener en cuenta que existen diversos factores de riesgo relacionados con los ACV que podemos clasificar como no modificables: edad, sexo, historia familiar de ACV y la raza o etnia; o como modificables: hipertensión, tabaquismo, diabetes mellitus, hiperlipidemia, obesidad, consumo de alcohol, sedentarismo y abuso de drogas.⁷⁻⁹

Aunque el ictus ha pasado de ser la tercera causa principal de muerte a la cuarta causa,¹⁰ sigue siendo la principal causa de discapacidad física, particularmente debido a la presencia de espasticidad, pues los sujetos con espasticidad muestran un menor rendimiento motor.¹¹ Es indudable la relevancia psicológica, médica y social de los ACV, ya que es responsable de un elevado número de hospitalizaciones, provocando grandes daños psicológicos y económicos en las familias.¹²

1.1.2. ETIOLOGIA

Según la naturaleza de la lesión podemos clasificar los accidentes cerebrovasculares en:

- Hemorrágicos: aquéllos donde existe una extravasación de sangre intracranialmente como consecuencia de la rotura de un vaso.
- Isquémicos: aquéllos donde se produce una importante disminución del flujo sanguíneo cerebral, lo que da lugar a la necrosis tisular por daño neuronal irreversible

(infarto cerebral).¹³ A su vez los ictus isquémicos los podemos clasificar en trombóticos (aproximadamente el 85% del total) o embólicos (el 15% restante).¹⁴

La proporción aproximada de casos de ictus isquémico es del 85-90% y del hemorrágico 10-15%. El ictus hemorrágico presenta una mayor mortalidad que el isquémico en fase aguda (30 - 50% / 5% respectivamente).¹⁴

1.1.3. CLASIFICACIÓN

El ictus isquémico se puede clasificar en accidente isquémico transitorio (AIT), cuando la duración es inferior a 24 horas y en infarto isquémico cerebral cuando la duración es superior a 24 horas y ha existido necrosis tisular.

El ictus hemorrágico puede ser debido a una hemorragia intracerebral (parenquimatosa o ventricular), hemorragia subaracnoidea, hemorragia epidural y hemorragia subdural.¹

1.1.4. REHABILITACIÓN DEL ICTUS

La rehabilitación es un proceso limitado en el tiempo que tiene como objetivo prevenir complicaciones y reducir el déficit neurológico, a fin de conseguir la máxima capacidad funcional posible para facilitar la autonomía personal y la reintegración familiar y sociolaboral. La rehabilitación ha de iniciarse de forma precoz y coordinada y mantenerse durante las diferentes fases de la atención sanitaria.

Tras la fase aguda, la neurorrehabilitación representa la única oportunidad de mejora para los pacientes que presentan una discapacidad residual tras el ictus.

Es esencial estimar los objetivos funcionales para cada paciente y programar las intervenciones adecuadas de tratamiento que sean relevantes y eficaces en coherencia con dichos objetivos. El proceso de recuperación ha de reevaluarse periódicamente y, si es preciso, reajustarlo a la situación actual.¹⁵

1.2.ESPASTICIDAD:

Una de las características de los déficits motores más comunes después de un accidente cerebrovascular es la espasticidad. En un estudio prospectivo con un período de seguimiento de 16 semanas, se descubrió que uno de cuatro pacientes desarrolló espasticidad dentro de las primeras 2 semanas del ictus.¹⁶ La incidencia de la

espasticidad aumenta con el tiempo y en 12 semanas está presente en el 39% de los pacientes con ACV.¹⁷

Se ha descrito que los pacientes que tuvieron espasticidad en las primeras 2 semanas después del ictus reportaron más dolor muscular, fueron menos independientes con respecto a las actividades de la vida diaria (según el índice de Barthel) y tenían una mayor tasa de admisión a las residencias de ancianos que aquellos con tono muscular normal.¹⁶

La espasticidad post-ictus también se asocia con morbilidad más grave y mayores costos de atención. En un estudio, Lundström et al.¹⁸ encontraron que los costos directos de atención, es decir, los costos de hospitalización, rehabilitación, atención primaria y medicación, y los costes de los servicios multidisciplinarios, durante los primeros 12 meses después del ictus fueron cuatro veces más altos para los pacientes con espasticidad que para aquellos sin espasticidad.

1.2.1. DEFINICION DE ESPASTICIDAD

La espasticidad fue definida por Lance¹⁹ en 1980 como “un trastorno motor caracterizado por un aumento dependiente de la velocidad en los reflejos tónicos de estiramiento (tono muscular) con tirones exagerados del tendón, resultantes de la hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento.” Sin embargo, la espasticidad (según esta definición) suele ser transitoria y rara vez persiste (en su forma pura) durante más de unas semanas después del inicio del accidente cerebrovascular.

En realidad, lo que se observa en la práctica clínica es la hipertonía muscular que resulta de una combinación de espasticidad “verdadera”, tixotropía y cambios secundarios en las propiedades visco-elásticas y mecánicas de los músculos afectados.

Una definición más actual de espasticidad es la propuesta por Pandyan et al. (2005) Podría resumirse de la siguiente manera: la espasticidad es un fenómeno de perturbación del control sensorio-motor del tono muscular asociado al daño de la neurona motora superior que resulta en una hiperactividad intermitente o sostenida e involuntaria del tono muscular.²⁰

La espasticidad también se acompaña de una disminución del rango de movimientos, posturas anormales, problemas de higiene, vestirse, movilidad, transporte y dolor. Si no se trata, se produce acortamiento muscular, fibrosis, calcificaciones y contracturas fijas.

1.2.2. SINTOMAS CLÍNICOS

En cuanto a la sintomatología clínica, los pacientes pueden o no reportar síntomas que se deben propiamente a la espasticidad. Frecuentemente, el dolor en los músculos espásticos y/o los espasmos musculares son los síntomas más característicos y ocasionalmente los pacientes buscan consejo médico debido a la apariencia estética del miembro o miembros espásticos. Sin embargo, más a menudo, los pacientes son referidos por sus terapeutas para el tratamiento de la espasticidad debido al efecto de la hipertonía en la función motora.²¹

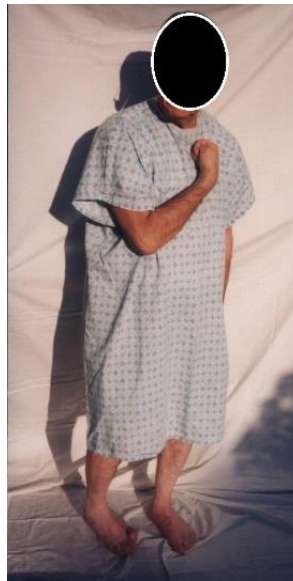


Figura 1.2.2.1. Espasticidad en paciente con ACV.
Fuente: <http://handtherapybcn.com/2012/08/23/uso-de-ferulage-en-espasticidad-rompiendo-mitos/>

1.2.3. FENÓMENOS ASOCIADOS

Existen una serie de fenómenos asociados que frecuentemente coexisten con la espasticidad establecida y a menudo requieren tratamiento:²³

- Espasmos de flexores y extensores: son contracciones musculares repentinas, breves e involuntarias debido al disparo espontáneo de las neuronas motoras alfa. La extremidad puede entrar en flexión o extensión como resultado del espasmo. Aunque suelen ocurrir en reposo, a veces son desencadenados por un intento de mover la extremidad afectada o por estímulos sensoriales, como el tacto o ruido fuerte.
- Distonía espástica: se caracteriza por la presencia de contracción muscular tónica en reposo, en ausencia de estiramiento pasivo o de esfuerzo voluntario. Es un fenómeno

que produce alteraciones de la postura y contribuye al desfiguramiento y la alteración pasiva de la función.

- Sincinesias o reacciones asociadas de miembros superiores e inferiores: son movimientos involuntarios e intermitentes. Su gravedad generalmente se correlaciona con la de la espasticidad, y generalmente ocurren durante un movimiento voluntario de los miembros no afectados, especialmente cuando se requiere esfuerzo excesivo para iniciar o mantener el movimiento.²² También pueden desencadenarse bostezando, estornudando o tosiendo. Las reacciones asociadas suelen ser a menudo leves y no requieren tratamiento. Sin embargo cuando son graves por lo general afectan a la función motora. Por ejemplo, una reacción en el miembro superior puede causar una perturbación grave del equilibrio durante la marcha.²³

1.2.4. EVALUACIÓN DE LA ESPASTICIDAD

En la práctica clínica se puede confirmar que exista espasticidad por la presencia de resistencia al estiramiento rápido y pasivo del músculo. Sin embargo, se encuentra mayor dificultad a la hora de cuantificar la gravedad de ésta. Existen métodos clínicos, neurofisiológicos y biomecánicos para diagnosticar la espasticidad y evaluar su gravedad.

Dentro de los métodos clínicos, los más utilizados para la evaluación de la espasticidad son la escala modificada de Ashworth (MAS), (Figura 4.1) la escala de Tardieu (Figura 4.2) y la medición, con un goniómetro, de la amplitud de movimiento articular en el estiramiento muscular activo y/o pasivo.

En el caso de la escala modificada de Ashworth consiste en una escala jerárquica ordinal de 6 grados que registra la gravedad de la espasticidad de 0 (sin aumento del tono muscular) a 4 (existe rigidez en la flexión o extensión de la parte del cuerpo afectada) pero se subdivide el segundo grado en 1 y 1+.²⁴

0	No aumento de tono
1	Ligero aumento de tono al final del movimiento
1+	Ligero aumento. Resistencia en menos de la mitad del rango de movimiento
2	Aumento moderado de tono. Se completa el arco de movimiento
3	Aumento marcado. Difícil completar el arco
4	Contractura permanente con fijación en flexión o extensión

Figura 1.2.4.1. Escala Modificada de Ashworth

La escala Tardieu es una escala que incluye 3 variables (velocidad de estiramiento, calidad de la reacción muscular y rango dinámico) y que se basa en una evaluación subjetiva del grado de resistencia que experimenta el examinador durante el desplazamiento pasivo de miembros. Los desplazamientos por parte del examinador se realizan a velocidades lentas y rápidas para distinguir si el aumento observado en el tono muscular se debe a cambios secundarios en las propiedades mecánicas del músculo o a una hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento.²⁵

V Velocidad de estiramiento	V1 velocidad lenta V2 velocidad intermedia V3 velocidad rápida
X Calidad de la reacción muscular	0: sin resistencia al movimiento pasivo 1: discreto aumento de la resistencia 2: resorte franco distinguible de un ángulo determinado 3: clonus agotable (<10s) en un ángulo preciso. 4: clonus inagotable (>10s) en un ángulo preciso.
Y Rango dinámico	R2: rango de movimiento pasivo lento. Angulo de la reacción muscular. R1: velocidad de movimiento en todo el rango.

Figura 1.2.4.2. Variables de la escala Tardieu.

La electromiografía puede ser utilizada como método para la evaluación de la espasticidad mediante la medición del tamaño de la onda F. Éste podría ser un indicador de la excitabilidad motora-neuronal y las alteraciones de los parámetros de la onda F en la espasticidad se han confirmado en animales de experimentación. Se ha encontrado que la onda F es "más fácil" de generar en condiciones de espasticidad. Varios autores han reportado un aumento del tamaño de las ondas F en la espasticidad. La relación entre la amplitud de la onda F y la amplitud de la respuesta M (relación F / M) se correlaciona con un aumento del tono muscular en los casos de espasticidad por accidente cerebrovascular. (Figura 4.3)

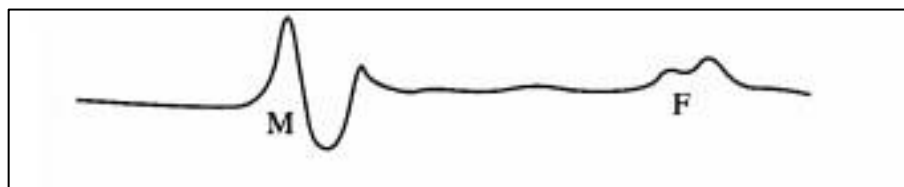


Figura 1.2.4.3. Representación gráfica de electromiografía de contracción muscular.

Fuente:

<http://www.bioingenieria.edu.ar/academica/catedras/bioingenieria2/archivos/apuntes/tema%205%20-%20electroneurografia.pdf>

Existen varias pruebas neurofisiológicas y medidas biomecánicas de la resistencia al estiramiento del músculo pasivo con un dinamómetro isocinético u otros dispositivos, pero no son adecuados para la práctica clínica rutinaria.²⁶

1.2.5. EL DOLOR EN LA ESPASTICIDAD

El dolor es uno de los síntomas más frecuentes en el campo de la neurorehabilitación. En el caso de los pacientes con ACV, la prevalencia varía entre 19% y 74%.²⁷ El dolor conduce a un empeoramiento de la discapacidad física, causa una limitación de la actividad y participación, e incrementa la espasticidad, creando un bucle de más dolor y discapacidad.

La patofisiología del dolor en la espasticidad no se conoce bien.²⁸ Ward y Kadies²⁸ señalan que la espasticidad es una parte del síndrome de la motoneurona superior que implica tanto la hipertonia como los cambios estructurales secundarios periféricos de los músculos, incluyendo la alteración en la estructura del tendón y los cambios en las propias fibras musculares. Los efectos clínicos de la espasticidad, por lo tanto, podrían resumirse en la interacción entre el deterioro neurológico y los cambios biomecánicos. Esta combinación podría dar lugar al dolor y se pueden describir las tres principales manifestaciones clínicas siguientes: anomalías en la movilidad y la postura, espasmos tónicos y dolor cortical.²⁸

En cuanto a la movilidad y las anomalías de la postura, el trastorno del movimiento espástico causa fuerzas biomecánicas aberrantes en los miembros y el tronco.

Esto provoca posturas anormales caracterizadas por un desequilibrio en las contracciones musculares, dando lugar a una pérdida progresiva del rango de movilidad activa y/o pasiva. Por lo tanto, el daño al tejido blando (acortamientos musculares, tendinopatías, etc.) y la patología de las articulaciones (capsulitis adhesivas) pueden ser una causa de dolor.

Por otra parte, la contracción anormal del músculo y la activación del músculo tónico podrían conducir a un sellado de los vasos musculares, reduciendo la disponibilidad de oxígeno, cuando por otro lado, la hiperactividad de los músculos hace que el nivel de consumo de oxígeno sea mayor de lo normal. La hipoxia conduce a la liberación de sustancias inflamatorias y luego a la activación de los receptores nociceptivos de los músculos, aumentando el dolor.²⁹

Con respecto a los espasmos tónicos, el síndrome de la neurona motora superior puede producir posturas distónicas y espasmos musculares que por sí mismos pueden generar dolor.

El síndrome del dolor central es otro síntoma que frecuentemente afecta a pacientes con daño en el sistema nervioso central.³⁰ Se cree que se genera principalmente por una alteración de la transmisión tálamo-cortical o lesiones en las vías ascendentes nociceptivas con consecuentes disturbios sensoriales generalizados.³¹ Las disestesias y parestesias resultantes pueden ser muy angustiosas y conducir a un aumento indirecto de la tensión muscular y la espasticidad.³²

El tratamiento de los pacientes con dolor debido a la espasticidad va enfocado a tratar la afección subyacente, pues ésta está relacionada con el dolor²⁸, pudiendo, además, ser el mecanismo desencadenante. En este tipo de condición se requiere un tratamiento multiprofesional que incluya procedimientos físicos y médicos.²⁹ Disminuir los estímulos nociceptivos será el primer objetivo a cumplir, seguido de la mejora, en la medida de lo posible, de la funcionalidad activa del paciente y proporcionar estrategias cognitivas y conductuales con el fin de reanudar la actividad de la vida diaria lo antes posible.³³ Podemos encontrar dos enfoques principales para el manejo del dolor, uno centrado en el propio dolor y otro centrado en la espasticidad como mecanismo desencadenante.

El enfoque centrado en el dolor consiste en intervenciones tanto médicas, como son la administración de antiinflamatorios, fármacos, antidepresivos, etc., como físicas,^{28, 33, 34} tales como TENS, electroterapia, hidroterapia o terapia de frío/calor. Con este enfoque se buscará conseguir un mejor control del dolor por parte del paciente, lo cual, por sí mismo, puede contribuir a disminuir el tono muscular.³²

Por otra parte, el enfoque centrado en la espasticidad como mecanismo desencadenante consiste también en intervenciones médicas y físicas, pero en este caso

enfocadas a disminuir la espasticidad y los espasmos dolorosos, con la consecuente mejora de la postura y del rango articular.³⁵

1.3. TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO DE LA ESPASTICIDAD.

Los tratamientos farmacológicos, dirigidos a inhibir la hiperexcitabilidad refleja, han sido los procedimientos más comúnmente utilizados para el tratamiento de la espasticidad.³⁶ Dentro de estas intervenciones médicas pueden diferenciarse una serie de modalidades de tratamiento, usadas tanto de forma individual como en combinación, contra la espasticidad. Se incluyen inyecciones de toxina botulínica, Baclofeno intratectal, relajantes musculares orales, algunos anticonvulsivos y bloqueos nerviosos periféricos con fenol o alcohol.

La introducción de las inyecciones de toxina botulínica hace más de una década ha revolucionado el manejo de la espasticidad localizada después de un ACV. La ventaja de este tratamiento es que la reducción del tono muscular se limita en gran medida a los músculos en los cuales se administra la neurotoxina y no tiene ningún efecto perjudicial en los segmentos musculares colindantes. La toxina botulínica es una sustancia anticolinérgica, es decir, inhibe la liberación de acetilcolina y da lugar a parálisis muscular.³⁶

Es importante señalar que la eficacia de la toxina botulínica va a depender también de que la infiltración sea seguida de un tratamiento físico, que incluya tanto un tratamiento postural adecuado, como programas de ejercicios personalizados y lo más funcionales posibles. Sin un adecuado abordaje multidisciplinar el efecto de la toxina botulínica será menor.³⁶

1.4. TRATAMIENTO NO FARMACOLÓGICO DE LA ESPASTICIDAD

En los últimos años se han presentado varios procedimientos no farmacológicos para el tratamiento de la espasticidad, incluyendo el estiramiento muscular, tratamientos con agentes físicos como la electroestimulación o la vibración y otras técnicas como la punción seca. Estos procedimientos pueden tener efectos neurofisiológicos y biomecánicos sobre el trastorno del movimiento espástico. Además, pueden combinarse con intervenciones farmacológicas clásicas para abordar el problema de forma más completa y más eficaz.

1.4.1. ESTIRAMIENTO MUSCULAR

El estiramiento muscular es un enfoque de ejercicio muy popular en los programas de entrenamiento atlético.³⁷ Esta principalmente dirigido a la mejora de las propiedades viscoelásticas de las estructuras miotendinosas con el fin de reducir el riesgo de lesión de las mismas.

En la actualidad, este enfoque se ha convertido en una práctica muy común en el manejo de la rehabilitación de la espasticidad. Se incluyen varios tipos de procedimientos dentro de esta modalidad,³⁸ los cuales pueden aplicarse moviendo la articulación a través del rango de movilidad de forma manual o mediante dispositivos mecánicos para normalizar el tono muscular, mantener o aumentar la extensibilidad de los tejidos blandos, reducir la contractura dolorosa y mejorar la función motora.^{38,39} El estiramiento muscular puede aumentar la extensibilidad de los tejidos blandos por un mecanismo que involucra la deformación viscosa y adaptaciones estructurales del musculo y otros tejidos blandos. Las estructuras sometidas a tensión pueden consistir en músculo, tendón, tejido conectivo, vascular, dérmico y neural.^{38,40}

Los ejercicios de estiramiento se pueden ejecutar en diferentes modalidades³⁸, tales como:

- Estiramiento pasivo: es un estiramiento realizado por otra persona y en el que el paciente no participa activamente.
- Estiramiento activo:⁴¹ el paciente inicia y/o mantiene el estiramiento
- Posicionamiento prolongado⁴²: el posicionamiento prolongado se usa para lograr un estiramiento de mayor duración de un músculo particular o grupo muscular.
- Estiramiento isotónico⁴³: en el estiramiento isotónico el segmento se mueve lentamente hasta su máximo rango articular y luego se mantiene esa posición durante un tiempo variable.
- Estiramiento isocinético⁴³: el miembro se mueve continuamente con una fuerza y velocidad constantes, por lo tanto, la posición de estiramiento no se mantiene.

En todas las modalidades de estiramiento se deben tener en cuenta una serie de variables, de las cuales dependerá el efecto del ejercicio, tales como la intensidad del estiramiento, la velocidad a la que ocurre el elongamiento, el número de repeticiones, la duración del propio estiramiento y la frecuencia con la que se realizan estos ejercicios.³²

El efecto neurofisiológico del estiramiento sobre la espasticidad no está del todo demostrado. Algunos estudios sugieren que el estiramiento puede inducir una reducción en la excitabilidad de las motoneuronas que inervan el músculo espástico. Sin embargo, los estudios presentes hasta ahora no son suficientes para sustentar claramente esta hipótesis.³²

1.4.2. ESTIMULACIÓN ELECTRICA

La estimulación eléctrica terapéutica es una de las herramientas más utilizadas para reducir la espasticidad o para el tratamiento de las contracturas que resultan de la misma. Esta terapia tiene ventajas como la posibilidad de modulación de la intensidad de la intervención, y por lo tanto del efecto, y por otra parte la posibilidad de una aplicación local. Sin embargo, hay que destacar una serie de inconvenientes como la incomodidad para el paciente durante la estimulación y la duración limitada del efecto.³² Dentro de esta terapia podemos diferenciar distintas técnicas:

- Estimulación eléctrica funcional (FES)

La estimulación eléctrica funcional es la aplicación clínica de corriente eléctrica a los nervios intactos del cuerpo, con el fin de generar una contracción muscular.⁴⁴ Integra la estimulación eléctrica a los nervios sensoriales y motores periféricos con movimiento funcional repetitivo de la extremidad parética en personas con hemiplejía o tetraplejía.⁴⁵⁻⁴⁸ En la terapia FES, la estimulación eléctrica programada y el movimiento articular manual asistido por un terapeuta son utilizados para ayudar al paciente a mejorar la movilidad voluntaria y la funcionalidad. La terapia FES combinada con la asistencia manual por parte del terapeuta ayudan al paciente a sentir las contracciones musculares deseadas. Simultáneamente, las señales sensoriales pueden ser generadas por la excitación de las vías aferentes en los nervios periféricos estimulados.⁴⁹ En teoría, esta actividad neuronal promueve el reaprendizaje motor.⁵⁰

- Estimulación eléctrica transcutánea (TENS)

La terapia TENS es una forma de estimulación eléctrica para modular la percepción del dolor. Pero desde la última década, se ha utilizado para tratar la espasticidad en diversas condiciones con lesiones de la neurona motora superior. Se ha propuesto que la aplicación de TENS puede inducir efectos inhibitorios a corto plazo sobre la actividad de reflejo de estiramiento en espasticidad de origen cerebral, disminución de la contracción de antagonistas espásticos y

facilitar los comandos voluntarios descendentes a las neuronas motoras de los músculos paréticos.^{51, 52}

1.4.3. VIBRACIÓN

Se entiende vibración como una oscilación mecánica de forma sinusoidal y que, por lo tanto, se caracteriza por tener amplitud, frecuencia y ángulo de fase.⁵³ Actualmente se distinguen dos amplias categorías de dispositivos vibratorios: vibración de todo el cuerpo (wbv) y la vibración local aplicada a un solo músculo o grupo de músculos sinérgicos.⁵⁴

La estimulación vibratoria activa varios receptores: los corpúsculos de Meissner son los más sensibles alrededor de 40 Hz, mientras que los corpúsculos de Vater-Pacini se activan alrededor de los 100 Hz. Ambos se conocen como receptores cutáneos de adaptación rápida. Por el contrario, las células de Merkel-Ranvier y los corpúsculos de Ruffini se denominan receptores cutáneos de adaptación lenta y se describen como sensibles a la presión sostenida.^{55, 56} Tanto los receptores rápidos como los de adaptación lenta son sensibles a la vibración, aunque los receptores de adaptación rápida dejan de generar estímulo por encima de cierta frecuencia.⁵⁴

La vibración muscular es útil en el tratamiento de trastornos motores. La vibración estimula las terminaciones del huso muscular primario, haciendo que los impulsos aferentes de las fibras Ia sean conducidos a las neuronas motoras alfa y a las interneuronas inhibitoras Ia en la medula espinal.⁵⁷

En el caso de la vibración muscular local, (Figura 1.4.3.1.) esta vía aferente produce una contracción involuntaria en el músculo diana de la vibración,⁵⁸ es decir, produce un reflejo tónico de vibración, e inhibe el músculo antagonista. Por este motivo la estimulación vibratoria es tradicionalmente aplicada al antagonista del músculo espástico, con el fin de disminuir la espasticidad de una extremidad hemipléjica.^{59, 60} Por otra parte, se encontró que la estimulación vibratoria aplicada directamente al músculo espástico de los pacientes post-ictus con hemiplejía produjo una contracción

inicial intensa, seguida de una supresión de la espasticidad después de la estimulación continua durante varios minutos.²⁶

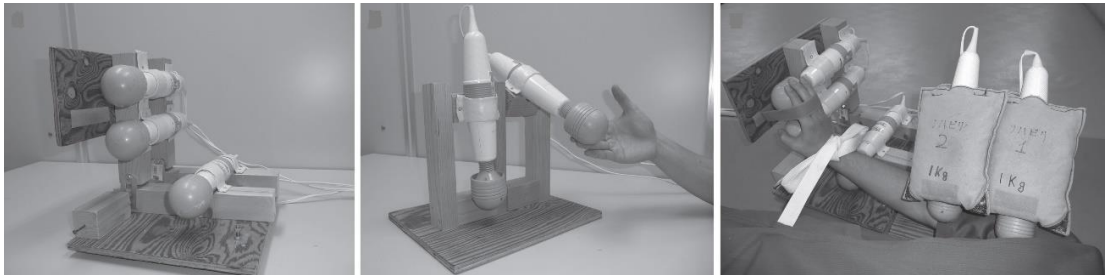


Figura 1.4.3.1. Dispositivo de vibración local

Fuente: Tomakazu Noma et al.²⁶

El entrenamiento con la vibración de cuerpo entero (wbv) (Figura 1.4.3.2.) incluye la realización de movimientos estáticos o dinámicos sobre una plataforma vibratoria⁶¹ y es un método que ha atraído mucha atención tanto en la práctica clínica como en la investigación.^{62, 63} Se cree que las vibraciones inician contracciones musculares al estimular los husos musculares y las neuronas motoras alfa, dando como resultado un efecto similar al de entrenamiento convencional de resistencia.⁶⁴ Recientes metanálisis han revelado que la vibración de cuerpo entero tiene efectos terapéuticos significativos sobre el equilibrio, fuerza y movilidad en los adultos mayores, aunque se desconoce el protocolo óptimo de esta técnica.^{65, 66}

Se pueden diferenciar dos tipos principales de wbv: las vibraciones sincrónicas y las vibraciones alternadas laterales.⁶⁷ En el primer tipo las vibraciones de la plataforma son generadas en una dirección predominantemente vertical y, por lo tanto, la amplitud de las vibraciones recibidas serán las mismas.⁶⁷ En cambio, en las vibraciones alternas laterales, la plataforma gira alrededor de un eje horizontal anteroposterior. Por lo tanto, una mayor distancia del eje de rotación daría lugar a vibraciones de mayor amplitud. Se ha demostrado que el uso de wbv sincrónico o de alternancia lateral durante el ejercicio aumenta el nivel de activación muscular en adultos jóvenes, medido con electromiografía de superficie.⁶⁸⁻⁷⁰



Figura 1.4.3.2. *Dispositivo de vibración de cuerpo entero (WBV)*

Fuente: Kodai Miyara et al.⁶¹

1.4.4. PUNCIÓN SECA

La punción seca es una técnica relativamente nueva utilizada por los fisioterapeutas para tratar puntos gatillo miofasciales y una variedad de síndromes dolorosos.⁷¹⁻⁷⁴ Es una intervención que utiliza una aguja de monofilamento delgada, sin el uso de inyectables, para penetrar en el músculo y estimular los tejidos subyacentes neurales, musculares y conectivos con el propósito de manejo del dolor y mejora funcional.⁷¹

Se cree que la técnica de punción seca posee efectos mecánicos que incluyen la ruptura de los nudos de contractura, el estiramiento localizado de las estructuras citoesqueléticas contracturadas y la reducción de la superposición entre filamentos de actina y miosina.^{75, 76} Se ha demostrado que las bandas tensas contracturadas tienen mayor rigidez que el tejido circundante⁷⁷ y que la punción seca es capaz de reducir la rigidez muscular según se ha evaluado mediante elastografía con ultrasonido.⁷⁸ Por lo tanto, es posible que ésta técnica pueda disminuir la espasticidad tras un ictus. Por otra parte, se sugiere que la punción seca tenga también un efecto neural pudiendo modular el sistema nervioso central a través de un efecto antinociceptivo.⁷⁹ Por lo tanto, la punción seca también puede inducir cambios sensoriales en pacientes con ACV.⁸⁰

El objetivo de este estudio es realizar una revisión bibliográfica y una comparación de la eficacia de las técnicas de tratamiento fisioterápico más empleadas y de vanguardia en el campo de la neurorrehabilitación para la espasticidad en pacientes con ACV, como son las anteriormente descritas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo se ha hecho una búsqueda de información en las principales bases de datos científicas, como son: Pubmed, PEDro (Physiotherapy Evidence Database), Medline (EBSCO) y el Punto Q de la Universidad de la Laguna.

Se ha realizado la búsqueda en las principales bases de datos utilizando las siguientes palabras claves o key words: “stroke”, “spasticity”, “physiotherapy”, “dry needling”, “electrical stimulation”, “vibration”, “stretching”. Estas palabras fueron combinadas de diferentes maneras en el motor de búsqueda.

La búsqueda se limitó a artículos publicados desde el año 2000 hasta el año 2017, de acceso gratuito y no se hizo ninguna restricción en cuanto al idioma.

Los criterios de inclusión que los artículos debían cumplir para su selección fueron pacientes adultos con espasticidad, tras sufrir un ACV, que recibieran un tratamiento fisioterápico dentro de las técnicas consideradas en el presente trabajo.

Con los criterios de exclusión se descartaron todos los artículos sobre espasticidad en niños y adolescentes menores de 18 años, estudios sobre tratamientos farmacológicos u otro tipo de tratamiento para la espasticidad que no fuera fisioterápico y artículos sobre la espasticidad de patología causante diferente al ACV.

En la primera búsqueda realizada en las bases de datos se utilizaron las palabras claves “spasticity” y “physiotherapy”, las cuales nos proporcionaron un total de 2.112 resultados. Para realizar una búsqueda más específica añadimos otras palabras claves como “stroke”, “dry needling”, “vibration”, “stretching” o “electrical stimulation”. Por otra parte, se aplicaron filtros para acotar el rango de tiempo de las publicaciones (2000-2017) y la disponibilidad de texto completo. Un total de 43 artículos fueron seleccionados, de los cuales, según los criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente, 17 artículos fueron elegidos para el presente trabajo, todos ellos escritos en inglés. Los 17 artículos citados pueden dividirse según la terapia aplicada de la siguiente forma:

- Vibración: 5 ensayos clínicos^{26, 54, 61, 85, 86}
- Punción seca: 3 ensayos clínicos^{80, 81, 82}
- Estimulación eléctrica: 5 ensayos clínicos^{44, 49, 87, 88, 89} y 1 revisión bibliográfica⁹⁰
- Estiramientos: 3 ensayos clínicos^{39, 83, 84}

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras realizar la búsqueda combinando las palabras claves o key words y aplicando los criterios de inclusión y exclusión citados anteriormente, un total de 17 artículos han sido seleccionados y considerados de interés para el presente estudio. Los trabajos elegidos han sido divididos en cuatro grupos de estudio, en función de la técnica de tratamiento fisioterápico utilizada en cada caso.

3.1. VIBRACIÓN (ver tablas 3.1)

Joachim Liepert et al.⁸⁶ hicieron un estudio piloto en el que han descrito una mejoría, tanto de la espasticidad como de la destreza de la mano, en los pacientes crónicos de ictus con hemiparesia espástica, tras la aplicación de vibración en los músculos extensores del antebrazo, manteniéndose el efecto durante 10-15 minutos, si bien no pudieron establecer una correlación de la mejoría en ambos parámetros.

Tomokazu Noma et al.²⁶ hicieron un estudio controlado aleatorizado, en el que se ha descrito una mayor eficacia de la aplicación directa del estímulo vibratorio (DAVS) en pacientes con espasticidad en el miembro superior hemipléjico a consecuencia de un ictus, con respecto a otro grupo sometido a estiramientos, tras aplicar la escala modificada de Ashworth y este efecto además se mantuvo 30 minutos después de la finalización de la intervención.

M. Y. C. Pang et al.⁸⁵ realizaron un estudio controlado aleatorizado en el que se describió un efecto beneficioso de la aplicación de vibración de cuerpo entero (WBV), en combinación con un programa de ejercicios, sobre la espasticidad y la fuerza muscular de las extremidades inferiores. Además el efecto descrito se mantuvo, aunque a menor escala, tras un mes de seguimiento posterior a la intervención.

Kodai Miyara et al.⁶¹ llevaron a cabo un estudio piloto con el que, tras la aplicación de vibración de cuerpo entero (WBV) en los miembros inferiores hemipléjicos, encontraron una mejora significativa de la espasticidad y la función motora, reflejada en la reducción de parámetros estudiados con la escala modificada de Ashworth, la mejora de la amplitud de movimiento, tanto activa como pasiva, para la dorsiflexión de tobillo y la capacidad de elevación de la pierna estirada, y del mismo modo, de la mejora tanto en la velocidad como en la cadencia de la marcha tras 5 minutos de intervención.

Cosimo Costantino et al.⁵⁴ realizaron un estudio controlado aleatorizado con simple ciego, con el que han descrito también una mejora estadísticamente significativa tras 4 semanas de tratamiento con vibración local mecano-acústica de alta frecuencia, sobre el miembro superior espástico de pacientes con ACV, en la fuerza de agarre de la mano, dolor y calidad de vida del paciente, así como una disminución de la espasticidad.

Tabla 3.1. Tabla de resultados de ensayos clínicos de la técnica de vibración

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
Joachim Liepert et al. 2010 ⁸⁶	10 pacientes con ACV	Estudio piloto	Hubo un único grupo muestral en el que se aplicó la terapia de vibración sobre los músculos extensores del antebrazo.	<ul style="list-style-type: none"> - Destreza de la mano mediante el Box and Block Test (BBT). - Espasticidad mediante la medición del periodo de silencio cortical. 	Se describió una mejoría de la destreza y la espasticidad que duró 10-15 minutos. No se encontró una correlación en la mejoría de ambos parámetros.
Tomokazu Noma et al. 2012 ²⁶	36 pacientes con ACV	Estudio controlado aleatorizado	<p>La muestra se dividió en tres grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo reposo - Grupo estiramientos - Grupo de aplicación directa del estímulo vibratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad mediante la escala MAS - Excitabilidad neuronal mediante medición de la onda F. 	Mayor eficacia de la terapia con la aplicación directa del estímulo vibratorio sobre la espasticidad frente a los otros grupos estudiados.

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
M. Y. C. Pang et al. 2013 ⁸⁵	82 pacientes con ACV crónico	Estudio controlado aleatorizado	<p>La muestra se divido en dos grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo control con terapia convencional - Grupo experimental con terapia convencional y terapia WBV 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza muscular isocinética de la rodilla - Espasticidad mediante escala MAS - Función motriz de la extremidad inferior 	<p>Mayor efecto conseguido tras la aplicación de la terapia WBV sobre la espasticidad y la fuerza muscular en las extremidades inferiores. El efecto se mantuvo, aunque a menor escala, pasado 1 mes tras la intervención.</p>
Kodai Miyara et al. 2014 ⁶¹	25 pacientes con espasticidad en miembros inferiores tras ACV.	Estudio piloto	<p>Hubo un único grupo muestral sobre el que se aplicó terapia WBV durante 5 minutos sobre los músculos isquiotibiales, gastrocnemios y sóleo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad mediante la escala MAS - Rango de movilidad articular - Test de los 10m marcha 	<p>Se encontró una mejora significativa de la espasticidad y la función motora, así como en la velocidad y en la cadencia de marcha.</p>

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
Cosimo Cotantino et al. 2017	32 pacientes con espasticidad de extremidad superior tras ACV crónico	Estudio controlado aleatorizado con simple ciego.	<p>La muestra se dividió en dos grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo A tratado con vibración local - Grupo B tratado con una terapia impostora 	<ul style="list-style-type: none"> - Fuerza de agarre de la mano - Espasticidad mediante escala MAS - Nivel de discapacidad - Nivel de independencia - Función sensorio-motriz - Funcionalidad de la mano - Dolor 	Se describió una mejora estadísticamente significativa en la fuerza de agarre de la mano, dolor y calidad de vida del paciente, así como de la espasticidad.

3.2. ELECTROESTIMULACIÓN (ver tablas 3.2.1. y 3.2.2.)

L. Sonde et al.⁸⁸ realizaron un ensayo clínico cuasi-experimental, con un solo grupo de pacientes con ictus evaluado antes y después de la intervención. En este estudio se describió una reducción significativa de la espasticidad de los músculos extensores de la rodilla, de los flexores plantares así como una mejora de la velocidad de la marcha tras la aplicación de electroestimulación transcutánea (TENS). Sin embargo no se encontró mejora en la función motriz. Además el efecto conseguido sobre la espasticidad se mantuvo durante 2 semanas.

Sukanta K. Sabut et al.⁴⁴ llevaron a cabo un estudio prospectivo de intervención con el que, tras la aplicación de 20-30 minutos de electroestimulación funcional (FES) sobre el músculo tibial anterior de pacientes con pie caído tras un ACV, se describió, una reducción significativa, de la espasticidad y un aumento de la fuerza muscular, así como un aumento del rango de movilidad del tobillo en comparación con el grupo control.

Noritaka Kawashima et al.⁵⁵ aplicó un tratamiento mediante terapia FES en un único paciente, y, aunque los resultados carecen de validez estadística al tratarse de un ensayo clínico cuasi-experimental simple, observó una disminución de la espasticidad en la musculatura flexora de la muñeca, una mejora de la coordinación de las articulaciones del hombro y el codo. Del mismo modo, la habilidad para iniciar y detener la contracción muscular fue recuperada en varios músculos de la extremidad superior. No obstante no se mostró una mejora significativa del nivel de contracción máxima voluntaria.

Guoqing You et al.⁸⁹ realizaron un ensayo controlado aleatorizado con simple ciego con el que, tras la aplicación de 30 minutos de electroestimulación funcional (FES), se describió una mejora significativa de la espasticidad en los músculos plantiflexores del tobillo, el equilibrio y la capacidad funcional para las actividades de la vida diaria.

Cinara Stein et al.⁹⁰ Realizaron una revisión sistemática y un meta-análisis sobre tratamiento con estimulación eléctrica neuromuscular (NMES) en la que los resultados muestran que la terapia NMES proporciona una mayor reducción de la espasticidad y un aumento de la amplitud de movimiento en comparación con el grupo control tras un ACV. Los autores del estudio concluyen que la terapia NMES combinada con otras modalidades de intervención puede ser considerada como una opción de tratamiento que provee mejoras en la espasticidad y en el rango de movilidad en pacientes con ictus.

Darshan Laddha et al.⁸⁷ Hicieron un estudio prospectivo, controlado y aleatorizado, en el que se realizó una intervención de 30 minutos de TENS y otra de 60 minutos, las cuales fueron comparadas con un grupo de ejercicios orientados a la realización de tareas de la vida cotidiana. Los resultados muestran una reducción significativa de la espasticidad y del clonus en la articulación del tobillo tras ambas intervenciones aunque se describió un mayor efecto tras la aplicación de 60 minutos de TENS.

Tabla 3.2.1. Tabla de resultados de ensayos clínicos de la técnica de electroestimulación

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
L. Sonde et al. 2000 ⁸⁸	16 pacientes con ACV crónico	Ensayo clínico cuasi-experimental	Un Único grupo de pacientes en los que se aplicó la terapia TENS en la extremidad inferior parética durante 30 minutos diarios en un periodo de 3 meses.	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad mediante la escala MAS. - Test de los 10m marcha - Función motriz 	Se describió una reducción significativa de la espasticidad de los músculos extensores de la rodilla y de los flexores plantares, así como una mejora de la velocidad de la marcha.
Sukanta K. Sabut et al. 2011 ⁴⁴	51 pacientes con pie caído tras un ACV	Estudio prospectivo de intervención	La muestra se dividió en dos grupos: <ul style="list-style-type: none"> - Rehabilitación convencional + FES - Rehabilitación convencional 	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad mediante escala MAS - Fuerza muscular de los dorsiflexores - Rango de movilidad articular activo y pasivo del tobillo - Recuperación motora 	Se encontró una reducción significativa de la espasticidad y un aumento de la fuerza muscular, así como un aumento del rango de movilidad del tobillo.

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
Noritaka Kawashima et al. 2013 ⁴⁹	1 paciente. Mujer de 22 años con ACV crónico	Ensayo clínico cuasi-experimental simple	Se aplicó la terapia FES durante 1 hora, dos veces al día, durante 12 semanas, en un total de 108 sesiones.	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel de parálisis motora - Espasticidad mediante escala MAS - Excitabilidad refleja - Máxima contracción voluntaria - Rango de movilidad articular activo - Destreza de la mano mediante el Circle-drawing test 	Se observó una disminución de la espasticidad de la musculatura flexora de la muñeca, una mejora de la coordinación de las articulaciones del hombro y codo, y una mejora de la habilidad para iniciar y detener la contracción muscular.
Guoqing You et al. 2014 ⁸⁹	37 pacientes con ACV	Ensayo controlado aleatorizado con simple ciego	<p>La muestra se dividió en dos grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rehabilitación estándar - Rehabilitación estándar + FES 	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad mediante escala compuesta de la espasticidad (CSS) - Función motriz - Equilibrio - Realización de actividades de la vida diaria (AVD) 	Se encontró una mejora significativa de la espasticidad en la musculatura plantiflexora, el equilibrio y la capacidad funcional para las AVD

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
Darshan Laddha et al. 2016 ⁸⁷	30 pacientes con ACV crónico	Ensayo prospectivo, controlado y aleatorizado	<p>La muestra se dividió en 3 grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios orientados a tareas de la vida diaria (TOE) - TENS 30 minutos + TOE - TENS 60 min + TOE 	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad de los músculos flexores plantares del tobillo - Rango de movilidad pasivo del tobillo - Clonus - Velocidad de reacción con el timed up and go test 	<p>Los resultados mostraron una reducción significativa de la espasticidad y del clonus en la articulación del tobillo tras ambas intervenciones con TENS, aunque se describió un mayor efecto tras 60 minutos de aplicación.</p>

Tabla 3.2.2. Tabla de resultados de revisión bibliográfica de la técnica de electroestimulación

Autores	Título	Tipo de estudio	Objetivo	Método	Resultados
Cinara Stein et al. 2015 ⁹⁰	<i>“Effects of electrical stimulation in spastic muscles after stroke. Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.”</i>	Revisión bibliográfica	Evaluar el efecto del tratamiento con NMES, con o sin la asociación de otra terapia, sobre musculatura espástica tras un ACV, en comparación con placebo u otra intervención	Búsqueda en bases de datos: Medline (PubMed), EMBASE, Cochrane Central Register of Controlled Trials, PEDro.	Los resultados mostraron que la terapia NMES proporciona una mayor reducción de la espasticidad y un aumento de la amplitud de movimiento en comparación con el grupo control tras un ACV

3.3. ESTIRAMIENTOS (ver tablas 3.3.1)

Kuen-Horng Tsai et al.⁸⁴ llevaron a cabo un estudio cuasi-experimental sobre estiramiento muscular prolongado (PMS) sobre la musculatura espástica en el que se observó una mejora de la espasticidad, reflejada en un aumento del rango de movilidad tanto activa como pasiva para la dorsiflexión de tobillo y en una reducción significativa de la excitabilidad neuronal.

Ruud W. Selles et al.³⁹ realizaron un ensayo cuasi-experimental no controlado en el que el estiramiento en la musculatura del tobillo, mediante un dispositivo programado y controlado con retroalimentación, sobre pacientes con espasticidad en la extremidad inferior tras un ACV, (Figura 3.1) aportó mejoras significativas en el rango de movilidad pasiva, en la contracción máxima voluntaria, en la rigidez articular y la velocidad de la marcha. Además obtuvo una valoración positiva en la escala visual analógica en términos de comodidad y efecto conseguido.

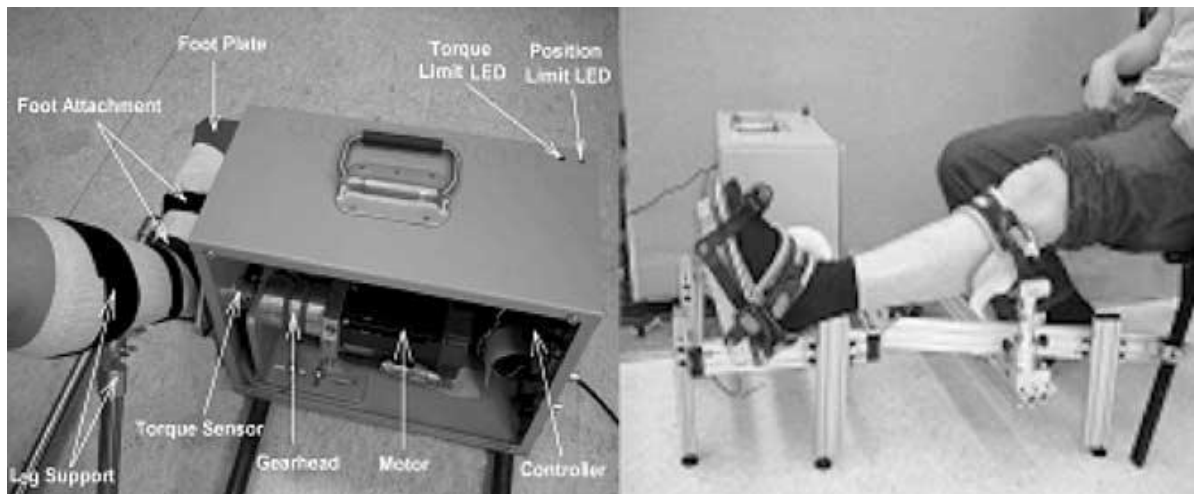


Figura 3.1. Dispositivo inteligente de estiramiento

Fuente: Ruud W. Selles et al.³⁹

Young Youl You et al.⁸³ llevaron a cabo un ensayo controlado aleatorizado en el que se comparó la terapia de estiramientos, con la terapia de estiramientos junto a ejercicios de propiocepción articular sobre pacientes con espasticidad en miembros superiores. En dicho estudio se describió una mayor mejora en la

funcionalidad del hombro y una mayor disminución en el grosor patológico de los tendones en el grupo de estiramientos junto con ejercicios de propiocepción frente a los otros grupos. El hecho de que el estudio se haya realizado comparando la técnica de estiramientos por si sola con la combinación de estiramientos y ejercicios de propiocepción articular, nos aporta datos de utilidad sobre la mayor efectividad de los estiramientos en combinación con otra terapia y no como estrategia única de tratamiento para la espasticidad.

Tabla 3.3.1. Tabla de resultados de ensayos clínicos de la técnica de estiramientos

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
Kuen-Horng Tsai et al. 2001 ⁸⁴	17 pacientes con hemiplejía espástica tras ACV	Estudio cuasi-experimental	Hubo un único grupo experimental sobre el que se aplicó la técnica PMS sobre el músculo tríceps sural durante 30 minutos.	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad mediante escala MAS - Rango de movilidad pasiva de la articulación del tobillo - Excitabilidad refleja y neuronal 	Se observó una mejora de la espasticidad, reflejada en un aumento del rango de movilidad tanto activa como pasiva para la dorsiflexión de tobillo y en una reducción significativa de la excitabilidad neuronal.
Ruud W. Selles et al. 2005 ³⁹	10 pacientes con ACV	Estudio cuasi-experimental no controlado	Se aplicaron estiramientos de la musculatura flexora plantar y dorsal del tobillo durante 45 minutos.	<ul style="list-style-type: none"> - Rango de movilidad articular pasivo y activo - Fuerza muscular - Rigidez articular - Excitabilidad refleja - Velocidad de marcha - Experiencia subjetiva del paciente 	Se encontraron mejoras significativas en el rango de movilidad pasiva, en la contracción máxima voluntaria, rigidez articular y la velocidad de la marcha.

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
Young Youl You et al. 2014 ⁸³	41 pacientes con hemiplejía tras ACV.	Ensayo controlado aleatorizado	Se dividió la muestra en tres grupos: - Terapia convencional para la espasticidad - Estiramientos - Estiramientos + ejercicios de propiocepción articular	- Espasticidad mediante escala MAS - Grosor patológico de los tendones - Funcionalidad del hombro	Se describió una mayor mejora en la funcionalidad del hombro y una mayor disminución en el grosor patológico de los tendones en el grupo de estiramientos junto con ejercicios de propiocepción frente a los otros grupos.

3.4.PUNCIÓN SECA (ver tablas 3.4.1)

Jaime Salom-Moreno et al.⁸⁰ realizaron un ensayo controlado aleatorizado que aplicó la punción seca (DDN) sobre los músculos gastrocnemios y tibial anterior de la extremidad parética de pacientes con ACV. Se mostró una reducción significativa de la espasticidad, un aumento de los umbrales de dolor, un aumento de la superficie de apoyo del antepié y del retropié, y una reducción de la presión plantar en la extremidad espástica.

Noureddin Nakhostin Ansari et al.⁸² llevaron a cabo un estudio prospectivo de caso único en el que se describe una mejoría de la espasticidad, al igual que una disminución de la excitabilidad refleja una paciente de ACV tras la aplicación de punción seca. Del mismo modo hubo una mejoría en la capacidad de extender la muñeca y los dedos de forma voluntaria, así como una mejora de la supinación pasiva respecto al estado inicial. Igualmente este estudio carece de valor estadístico al tratarse de muestra única, pero puede servir como guía y referencia para estudios posteriores sobre la utilización de esta novedosa técnica en el tratamiento de espasticidad post-ictus.

Ana Mendigutia-Gómez et al.⁸¹ hicieron un ensayo clínico cruzado, controlado, aleatorizado, con mediciones repetidas y doble ciego en el que se describió una reducción significativa de la espasticidad en el músculo infraespinoso tras la aplicación de punción seca (DDN) en pacientes con espasticidad de hombro tras un ACV. Sin embargo no se encontró una diferencia significativa en la reducción de la espasticidad en los músculos pectoral mayor, trapecio y subescapular entre el grupo intervenido con punción seca y el grupo control con rehabilitación convencional.

Tabla 3.4.1. Tabla de resultados de ensayos clínicos de la técnica de punción seca

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
Jaime Salom-Moreno et al. 2014 ⁸⁰	34 pacientes con ACV	Ensayo controlado aleatorizado	<p>La muestra se dividió en dos grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo experimental al que se le aplicó DDN. - Grupo control que no recibió intervención 	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad mediante la escala MAS - Presencia de puntos gatillos miofasciales - Presión plantar mediante baropodometría 	<p>Se describió una reducción significativa de la espasticidad, un aumento de los umbrales de dolor, un aumento de la superficie de apoyo del antepié y del retropié, y una reducción de la presión plantar en la extremidad espástica</p>
Noureddin Nakhostin Ansari et al. 2015 ⁸²	1 paciente mujer de 53 años con ACV crónico	Ensayo clínico cuasi-experimental simple	Se aplicó una única sesión de punción seca de 1 minuto de duración sobre los músculos diana.	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad mediante una modificación de la escala MAS - Excitabilidad refleja 	<p>Se mostró una mejoría de la espasticidad, al igual que una disminución de la excitabilidad refleja de la paciente. Del mismo modo hubo una mejora en la capacidad de extender la muñeca y los dedos de forma voluntaria, y de la supinación pasiva</p>

Autores	Muestra	Tipo de estudio	Diseño del estudio	Variables a medir	Resultados
Ana Mendigutia-Gómez et al. 2016 ⁸¹	20 pacientes con ACV	Ensayo clínico cruzado, controlado, aleatorizado, con mediciones repetidas y doble ciego.	<p>La muestra fue dividida en dos grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rehabilitación - Rehabilitación + DDN <p>Tras un periodo de 15 días tras la intervención, los tratamientos se intercambiaron entre los grupos de pacientes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Espasticidad mediante escala MAS - Presencia de puntos gatillo miofasciales - Rango de movilidad articular del hombro 	<p>Se describió una reducción significativa de la espasticidad en el músculo infraespinoso tras la aplicación de DDN. Sin embargo no se encontró una diferencia significativa en la espasticidad para los músculos pectoral mayor, trapecio y subescapular.</p>

El objetivo principal del presente trabajo es realizar una revisión bibliográfica y una comparación de la eficacia de las técnicas de tratamiento fisioterápico más empleadas y de vanguardia en el campo de la neurorrehabilitación para la espasticidad en pacientes con ACV. Todos los artículos incluidos en esta revisión tienen como objetivo comprobar la eficacia de cada una de las terapias aplicadas en cada caso, principalmente, sobre la espasticidad muscular y el rango de movilidad articular, dos de los factores más importantes de la discapacidad física en los pacientes que han sufrido un ACV.

Los parámetros de espasticidad muscular y rango de movilidad articular, junto a la excitabilidad refleja, fueron las variables más comúnmente estudiadas en los artículos expuestos con el fin de cuantificar el efecto y la mejora de la terapia utilizada en cada intervención.

Las estrategias de medición utilizadas con cada variable fueron: en el caso de la espasticidad muscular, la escala modificada de Ashworth (MAS), o alguna de sus variables, como en el caso del estudio realizado por Nouredin Nakhostin Ansari et al.⁸⁸ que utilizaron una modificación de la escala modificada de Ashworth (MMAS); para el rango de movilidad articular, la estrategia utilizada fue la goniometría; por último, la excitabilidad refleja estudió mediante pruebas electromiográficas.

Los trabajos descritos parecen confirmar la efectividad de la técnica de vibración, tanto de vibración local como de la vibración de cuerpo entero, como tratamiento para la espasticidad en pacientes que han sufrido un ictus. Sin embargo, no es una técnica comúnmente empleada por los fisioterapeutas debido a la necesidad de utilizar material para su aplicación y al coste del mismo. Por otra parte, encontramos diferencias entre los parámetros de la vibración aplicados en cada uno de los estudios incluidos en esta revisión, lo cual no permite establecer unos valores de referencia para frecuencia y amplitud de onda. Existe constancia de una durabilidad relativamente prolongada, entendiendo como prolongada una duración más allá de la finalización de la intervención, pudiendo ser desde pasados 10-15 minutos, hasta un mes después, de los efectos conseguidos con la terapia de vibración, tanto de la vibración local^{26, 60, 92} como de la vibración de cuerpo

entero,^{67,91} debido a la presencia de mediciones tras un periodo de reposo entre la intervención y una nueva medición.

Dentro de la electroestimulación se pueden diferenciar dos modalidades, por un lado la electroestimulación neuromuscular (NMES), dentro de la cual, a su vez, se puede diferenciar la modalidad de electroestimulación funcional (FES), y, por otra parte, la electroestimulación transcutánea (TENS). Todos los artículos expuestos sobre esta disciplina demuestran la efectividad de la técnica para el tratamiento de la espasticidad.

No se tiene constancia de la durabilidad de los efectos conseguidos tras la aplicación de FES pues en todos los estudios realizados únicamente se hicieron mediciones inmediatamente después de la finalización de la intervención.

Por el contrario, en la modalidad de TENS, L. Sonde et al. en su estudio realizaron mediciones tras un periodo de seguimiento de 2 semanas tras la aplicación del tratamiento, en la que se comprobó que la espasticidad se mantuvo a un nivel menor que el nivel previo a la intervención.

En los estudios sobre FES expuestos en la presente revisión se utilizan unos parámetros de frecuencia y amplitud de onda similares, lo cual permite establecer unos valores de referencia que son 30-40 Hz y 200-280 μ s respectivamente. Del mismo modo ocurre en el caso de la terapia con TENS, en la que el valor de referencia para la frecuencia es de 100 Hz.

Darshan Laddha et al. en su estudio compararon la aplicación de TENS con terapia consistente en la realización de ejercicios orientados a la realización de tareas de la vida cotidiana. Además, a su vez compara la aplicación de TENS durante 30 minutos con la aplicación durante 60 minutos. Recomiendan una duración más prolongada en la aplicación de TENS para la reducción de la espasticidad ya que obtuvieron mejores resultados.

En el caso de los estiramientos, existe constancia de su efecto beneficioso sobre la espasticidad, aunque cabe destacar que en los artículos sobre esta técnica expuestos en la presente revisión, solo incluyen mediciones de los parámetros inmediatamente después del tratamiento, y no se han realizado mediciones tras un

periodo de descanso entre la finalización y una nueva toma de medidas, lo cual no aporta evidencia acerca de la perdurabilidad de los efectos conseguidos.

En el estudio llevado a cabo por Tomokazu Noma et al.²⁶ se realiza una comparación entre la técnica de vibración con la técnica de estiramientos. En dicho ensayo se hacen varias mediciones en distintos periodos de tiempo, una de ellas 30 minutos después de la finalización del tratamiento, con la cual podemos comprobar que el efecto conseguido se limita a un efecto a corto plazo cuando se trata de la técnica de estiramientos como estrategia única.

Los resultados de los artículos expuestos en el apartado de punción seca corroboran la efectividad de la técnica en el tratamiento de la espasticidad en pacientes con ictus. Sin embargo es una alternativa poco utilizada en el campo de la neurorrehabilitación y de la fisioterapia en general, debido a que es una técnica nueva y aún está en estudio. Además, la técnica requiere un alto conocimiento de la misma y titulación adicional para aplicarla de forma oficial. La técnica de punción seca muestra una duración del efecto más allá de la finalización de la intervención, tal y como se puede comprobar en los artículos expuestos en el presente trabajo.^{86, 87, 88} En el estudio llevado a cabo por Nouredin Nakhostin Ansari et al.⁸⁸ se realizaron mediciones 15 minutos después de la aplicación de la técnica; Jaime Salom-Moreno et al.⁸⁶ hicieron mediciones 10 minutos después de la intervención; y Ana Mendigutia-Gómez et al.⁸⁷ tras una semana de reposo.

4. CONCLUSIONES

- Existe más de una estrategia de tratamiento para la espasticidad en pacientes con ictus, tal y como muestra la literatura consultada, y todas ellas parecen llevar a resultados beneficiosos.
- La vibración es una técnica con efectos beneficiosos sobre la espasticidad a corto y largo plazo, aunque no se tiene certeza sobre valores de referencia para frecuencia y amplitud de onda.
- Tanto la aplicación de electroestimulación funcional (FES) como de electroestimulación transcutánea (TENS) conducen a una disminución de la espasticidad. En el caso de la terapia FES se desconoce la duración del efecto a largo plazo, en cambio, la terapia TENS consigue efectos beneficiosos duraderos más allá del momento de finalización del tratamiento.
- La aplicación de estiramientos en combinación con otras técnicas fisioterápicas reporta un mayor beneficio que la terapia empleada como estrategia única de tratamiento para la espasticidad.
- La mejoría conseguida con la técnica de estiramientos sólo se ha registrado a corto plazo.
- La punción seca como alternativa para el tratamiento de pacientes con ACV ha mostrado efectos beneficiosos en la espasticidad y la capacidad funcional. Sin embargo es una técnica novel en el campo de la neurorrehabilitación, por lo que se necesitan realizar investigaciones futuras sobre su aplicación en pacientes con patologías neurológicas que aporten una mayor evidencia sobre su viabilidad.
- Sólo uno de los trabajos analizados establece una comparación entre técnicas, concretamente entre estiramiento versus vibración, reportando un mayor efecto de la segunda sobre la espasticidad post ACV.

Se precisa la realización de investigaciones futuras sobre la aplicación de la fisioterapia para el tratamiento de la espasticidad en pacientes con ictus, que aporten una mayor evidencia científica, y que además comparen resultados entre las diversas técnicas disponibles y/o qué combinación de terapias aportan un mejor resultado a corto y largo plazo para el paciente.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Díaz F, Cano J.C, Vázquez P, Gil A. Enfermedad cerebrovascular. *Medicine* 2011; 10 (89):6016-22.
2. Díaz, M.J. Tratamiento fisioterápico en pacientes con lesión en el sistema nervioso central: cuando la vía corticoespinal presenta mejora activación que otras vías implicadas en el movimiento. *Fisioterapia* 2005; 27 (5): 266-73.
3. Díaz-Guzmán J, Egido JA, Gabriel-Sánchez R, Barberá-Comes G, Fuentes-Gimeno B, Fernández-Pérez C, IBERICTUS Study Investigators of the Stroke Project of the Spanish Cerebrovascular Diseases Study Group. Stroke and transient ischemic attack incidence rate in Spain: the IBERICTUS study. *Cerebrovasc Dis* 2012; 34:272-81.
4. M.J. Medrano, R. Boix, E. Cerrato, M. Ramírez. Incidencia y prevalencia de cardiopatía isquémica y enfermedad cerebrovascular en España: revisión sistemática de la literatura. *Rev Esp Salud Publica*, 80 (2006), pp. 5–15.
5. J. Díaz-Guzmán, J.A. Egido-Herrero, B. Fuentes, C. Fernández-Pérez, R. Gabriel-Sánchez, G. Barberà, et al. Proyecto Ictus del Grupo de Estudio de Enfermedades Cerebrovasculares de la Sociedad Española de Neurología. Incidencia de ictus en España: estudio Iberictus. Datos del estudio piloto. *Rev Neurol*, 48 (2009), pp. 61–65.
6. Appelros P, Stegmayr B, Terent A. Sex differences in stroke epidemiology: a systematic review. *Stroke* 2009; 40: 1082-90.
7. Adams. Principios de neurología. Editorial McGraw-HillInteramericana. Sexta Edición. 674-751.
8. Stephen JM, Maxine AP. Diagnóstico clínico y tratamiento. Editorial McGraw-Hill-Interamericana. 47ª edición, 2008; pp:850-855.
9. Villanueva JA. Enfermedad vascular cerebral: factores de riesgo y prevención secundaria. *An Med Interna (Madrid)* 2004;21:159-160.
10. Burke JF, Lisabeth LD, Brown DL, Reeves MJ, Morgenstern LB. Determining stroke's rank as a cause of death using multicause mortality data. *Stroke* 2012;43:2207-11.
11. Sommerfeld DK, Eek EU, Svensson AK, et al. Spasticity after stroke: its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. *Stroke* 2004;35:134-9.

12. Evans RL, Bishop DS, Ousley RT. Providing care to persons with physical disability. Effect on family caregivers. *J Phys Med Rehabil* 1992;71:140-4.
13. Máximo N, Pérez M, Gutiérrez M. Atención en el hogar de personas mayores: Manual de Terapia Ocupacional. Salamanca: Ediciones Témpera SA; 2004.
14. Domínguez M, García F.J, Lago F.I. Enfermedad cerebrovascular (I): prevención primaria y diagnóstico. *FMC* 2005; 12 (1): 11–28.
15. Murie M, Irimia P, Martínez-Vila E, John M, Teasell R. Neurorehabilitación tras el ictus. *Neurología* 2010; 25(3):189-196.
16. Wissel J, Schelosky LD, Scott J, Christe W, Faiss JH, Mueller J. Early development of spasticity following stroke: a prospective, observational trial. *J Neurol.* 2010;257:1067–72.
17. Watkins CL, Leathley MJ, Gregson JM, Moore AP, Smith TL, Sharma AK. Prevalence of spasticity post stroke. *Clin Rehabil.* 2002;16:515–22.
18. Lundström E, Smits A, Borg J, Terént A. Four-fold increase in direct costs of stroke survivors with spasticity compared with stroke survivors without spasticity—the first year after the event. *Stroke.* 2010;41:319–24.
19. Lance JW. Symposium synopsis. In: Feldman RG, Young RR, Koella WP, editors. *Spasticity: disordered motor control.* Chicago: Year Book Medical Publishers; 1980. p. 485–94.
20. Pandyan A.D., Gregoric S.C., Barnes M.P., et al. Spasticity: clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disabil Rehabil* 2005; 27: 2-6.
21. Royal College of Physicians of London, British Society of Rehabilitation Medicine, Chartered Society of Physiotherapy, Association of Chartered Physiotherapists Interested in Neurology. *Spasticity in adults: management using botulinum toxin. National guidelines.* London: Royal College of Physicians; 2009.
22. Dvir Z, Panturin E, Prop I. The effect of graded effort on the severity of associated reactions in hemiplegic patients. *Clin Rehabil.* 1996;10:155–8.
23. Abdel Magid O. Bakheit. The Pharmacological Management of Post-Stroke Muscle Spasticity. *Drugs & Aging* (2012); 29:941-947
24. Michał Schinwelski, Jarosław Sławek. Prevalence of spasticity following stroke and its impact on quality of life with emphasis on disability in activities

- of daily living. Systematic review. *Neurologia i Neurochirurgia Polska* 2010; 44, 4: 404–411.
25. Sermeef, Sociedad Española de Rehabilitación y Medicina Física. Ed. Médica Panamericana, 2009.
26. Tomokazu Noma, Shuji Matsumoto et al. Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study. *J Rehabil Med* 2012; 44: 325–330.
27. Jönsson AC, Lindgren I, Hallström B, Norrving B, Lindgren A. Prevalence and intensity of pain after stroke: a population based study focusing on patients' perspectives. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006;77:590-5.
28. Ward AB, Kadies M. The management of pain in spasticity. *Disabil Rehabil* 2002;24:443-53.
29. Wissel J, Müller J, Dressnandt J, Heinen F, Naumann M, Topka H, et al. Management of spasticity associated pain with botulinum toxin A. *J Pain Symptom Manage* 2000;20:44-9.
30. Ofek H, defrin R. The characteristics of chronic central pain after traumatic brain injury. *Pain* 2007;131:330-40.
31. Kendel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Principles of Neural Science*. New York: Appleton & Lange; 2000.
32. N. Smania, A. Picelli, D. Munari, C. Geroin, P. Ianes, M. Gandolfi, et al. Rehabilitation procedures in the management of spasticity. *Eur J Phys Rehabil Med* 2010; 46:423-38
33. Umphred DA, Burton GU, Lazaro TR. *Neurological Rehabilitation*. ST Louis, Mo: Mosby Elsevier 2007.
34. Smania N, Corato E, Fiaschi A, Pietropoli P, Aglioti SM, Tinazzi M. Repetitive magnetic stimulation: a novel therapeutic approach for myofascial pain syndrome. *J Neurol* 2005; 252:307-14.
35. Solaro C, Messmer Uccelli M. Pharmacological management of pain in patients with multiple sclerosis. *Drugs* 2010; 70:1245-54.
36. Abdel Magid O. Bakheit. The Pharmacological Management of Post-Stroke Muscle Spasticity. *Drugs Aging* 2012;29:941-947.

37. Heuser M, Pincivero D. The effects of stretching on knee flexor fatigue and perceived exertion. *J Sports Sci* 2010; 28:219-26.
38. Bovend'Eerd TJ, Newman M, Barker K, Dawes H, Minelli C, Wade DT. The effects of stretching in spasticity: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89:1395-406
39. Selles RW, Li X, Lin F, Chung SG, Roth EJ, Zhang LQ. Feedback-controlled and programmed stretching of the ankle plantarflexors and dorsiflexors in stroke: effects of a 4-week intervention program. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86:2330-6
40. Harvey L, Herbert R, Crosbie J. Does stretching induce lasting increases in joint ROM? A systematic review. *Physioter Res Int* 2002; 7:1-13.
41. Woodford H, Price C. EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2007;2:CD004585.
42. Lourenção MI, Battistella LR, de Brito CM, Tsukimoto GR, Miyazaki MH. Effect of biofeedback accompanying occupational therapy and functional electrical stimulation in hemiplegic patients. *Int J Rehabil Res* 2008;31:33-41.
43. Manganotti P, Amelio E. Long-term effect of shock wave therapy on upper limb hypertonia in patients affected by stroke. *Stroke* 2005;36:1967-71.
44. Sukanta K, Sabut, Manjunatha Mahadevappa, et al. Functional electrical stimulation of dorsiflexor muscle: effects on dorsiflexor strength, plantarflexor spasticity, and motor recovery in stroke patients. *NeuroRehabil* 29(2011):393-400.
45. Popovic MR, Thrasher TA, Zivanovic V, et al. Neuroprosthesis for restoring reaching and grasping functions in severe hemiplegic patients. *Neuromodulation*. 2005;8(1):58-74.
46. Popovic MR, Thrasher TA, Adams ME, et al. Functional electrical therapy: retraining grasping in spinal cord injury. *Spinal Cord*. 2006;44(3):143-51.
47. Thrasher TA, Zivanovic V, McIlroy W, et al. Rehabilitation of reaching and grasping function in severe hemiplegic patients using functional electrical stimulation therapy. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(6):706-14.
48. Popovic MR, Kapadia N, Zivanovic V, et al. Functional electrical stimulation therapy of voluntary grasping versus only conventional rehabilitation for

- patients with subacute incomplete tetraplegia: a randomized clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(5):433–42.
49. Noritaka Kawashima, Milos R. Popovic. Effect of intensive functional electrical stimulation therapy on upper-limb motor recovery after stroke: case study of a patient with chronic stroke. *Phys Canada* 2013;65(1):20-28.
50. Nudo RJ, Milliken GW. Reorganization of movement representations in primary motor cortex following focal ischemic infarcts in adult squirrel monkeys. *J Neurophysiol*. 1996;75(5):2144–9.
51. Ng SS, Christina WY, Hui-Chan CW. Transcutaneous electrical nerve stimulation combined with task-related training improves lower limb functions in subjects with chronic stroke. *Stroke* 2007; 38: 2953–2959.
52. Potisk KP, Gregoric M, Vodovnik L. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in patients with hemiplegia. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine* 1995; 27(3): 169–74.
53. Rittweger J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur J Appl Physiol* 2010;108:877-904.
54. Cosimo Constantino, et al. Short-term effect of local muscle vibration treatment versus sham therapy on upper limb in chronic post-stroke patients: a randomized controlled trial. *Euro Journal of Physic and Rehabil Med* 2017;53(1):32-40.
55. Collins DF, Refshauge KM, Todd G, Gandevia SC. Cutaneous receptors contribute to kinesthesia at the index finger, elbow, and knee. *J Neurophysiol* 2005;94:1699-706.
56. Abbruzzese G, Hagbarth KE, Homma I, Wallin U. Excitation from skin receptors contributing to the tonic vibration reflex in man. *Brain-Res* 1978;150:194-7.
57. De Gail P, Lance JW, Neilson PD . Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1966; 29: 1–11.
58. Hagbarth KE , Eklund G. Tonic vibration reflexes (TVR) in spasticity. *Brain Res* 1966; 2: 201–203.
59. Bishop B. Vibratory stimulation. Part II. Vibratory stimulation as an evaluation tool. *Phys Ther* 1975; 55: 28–34.

60. Ageranoti SA, Hayes KC . Effects of vibration on hypertonia and hyperreflexia in the wrist joint of patients with spastic hemiparesis. *Physiother Can* 1990; 42: 24–33.
61. Kodai Miyara, Tomohiro Uema, Yakuya Hirokawa, et al. Feasibility of using whole body vibration as a means for controlling spasticity in post-stroke patients: A pilot study. *Complementary Therapies in Clinical Practice* 20 (2014);70-73.
62. Luo J, McNamara B, Moran K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. *Sports Med.* 2005;35: 23-41.
63. Cochrane DJ. The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *Sports Sci Med.* 2011;10:19-30.
64. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration training compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35(6):1033-41.
65. Lam FMH, Lau RWK, Chung RCK. Pang MY. The effect of whole body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas.* 2012;72:206 -213.
66. Lau RWK, Liao LR, Yu F, et al. The effects of whole body vibration therapy on bone mineral density and leg muscle strength in older adults: a systematic review and metaanalysis. *Clin Rehabil.* 2011;25:975-988.
67. Abercromby AFJ, Amonette WE, Layne CS, et al. Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39: 1794-1800.
68. Ritzmann R, Gollhofer A, Kramer A. The influence of vibration type, frequency, body position and additional load on the neuromuscular activity during whole body vibration. *Eur / Appl Physiol.* 2013; 113:1 - 11.
69. Pollock RD, Woledge RC, Mills KR, et al. Muscle activity and acceleration during whole body vibration: effect of frequency and amplitude. *Clin Biomech.* 2010;25: 840-846.
70. Abercromby AF, Amonette WE, Layne CS, et al. Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39:1642-1650.

71. Dunning, J., Butts, R., Mourad, F., Young, I., Flannagan, S., & Perreault, T. (2014). Dry needling: A literature review with implications for clinical practice guidelines. *Physical Therapy Reviews*, 19, 252-265.
72. Vulfsons, S., Ratmansky, M., & Kalichman, L. (2012). Current Pain and Headache Reports, 16, 407-412.
73. Casanueva, B., Rivas, P., Rodero, B., Quintial, C., Llorca, J., & Gonzalez-Gay, M. A. Short-term improvement following dry needle stimulation of tender points in fibromyalgia. (2014). *Rheumatology International*, 34, 861-866.
74. Osborne, N. J., & Gatt, I. T. (2010). Management of shoulder injuries using dry needling in elite volleyball players. *Acupuncture in Medicine*, 28, 42-45.
75. Chou LW, Kao MJ, Lin JG. Probable mechanisms of needling therapies for myofascial pain control. *Evid Based Complement Alternat Med* 2012.
76. Cagnie B, Dewitte V, Barbe T, Timmermans F, Delrue N, Meeus M. Physiologic effects of dry needling. *Curr Pain Headache Rep* 2013;17(9):348.
77. Chen Q, Bensamoun S, Basford JR, Thompson JM, An K-N. Identification and quantification of myofascial taut bands with magnetic resonance elastography. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:1658-61.
78. Maher RM, Hayes DM, Shinohara M. Quantification of dry needling and posture effects on myofascial trigger points using ultrasound shear-wave elastography. *Arch Phys Med Rehabil* 2013;94:2146-50.
79. Srbely JZ, Dickey JP, Lee D, Lowerison M. Dry needle stimulation of myofascial trigger points evokes segmental anti-nociceptive effects. *J Rehabil Med* 2010;42:463-8.
80. Jaime Salom-Moreno, Zacarías Sánchez-Mila, Ricardo Ortega-Santiago, et al. Changes in spasticity, widespread pressure pain sensitivity, and baropodometry after the application of dry needling in patients who have had a stroke: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2014; 37:569-579.
81. Ana Mendigutia-Gómez, Carolina Martín-Hernández, Jaime Salom-Moreno, et al. Effect of dry needling on spasticity, shoulder range of motion, and pressure pain sensitivity in patients with stroke: A crossover study. *J Manipulative Physiol Ther* 2016; 39:348-358.

82. Nouredin Nakhostin Ansari, Soofia Naghdi, Zahra Fakhari, Hojjat Radinmehr, et al. Dry needling for the treatment of poststroke muscle spasticity: A prospective case report.
83. Young Youl You, Jin Gang Her, et al. The effects of stretching and stabilization exercise on the improvement of spastic shoulder function in hemiplegic patients. *J Phys Ther Sci* 2014; 26:491-495.
84. Kuen-Horng Tsai, Chun-Yu Yeh, Hui-Yi Chang, Jia-Jin Chen. Effects of a single session of prolonged muscle stretch on spastic muscle of stroke patients. *Proc Natl Sci Counc ROC(B)* 2001;25(2):76-81.
85. M. Y. C. Pang, R. W. K. Lau, S. P. Yip. The effects of whole-body vibration therapy on bone turnover, muscle strength, motor function, and spasticity in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2013;49:439-50.
86. Joachim Liepert, et al. Vibration-induced effects in stroke patients with spastic hemiparesis-a pilot study. *Restorative Neurology and Neuroscience* 28 (2010): 729-735.
87. Darshan Laddha, G. Shankar Ganesh, et al. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on plantar flexor muscle spasticity and walking speed in stroke patients. *Physiother Res Int* 21 (2016):247-256.
88. L. Sonde, H. Kalimo, M. Viitanen. Stimulation with high-frequency TENS – Effects on lower limb spasticity after stroke. *Advances in Physiotherapy* 2000; 2:183-187.
89. Guoqing You, Huiying Liang, Tiebin Yan. Functional electrical stimulation early after stroke improves lower limb motor function and ability in activities of daily living. *NeuroRehabilitation* 35 (2014):381-389.
90. Cinara Stein, Carolina Gassen Fritsch, Caroline Robinson, et al. Effects of electrical stimulation in spastic muscles after stroke. Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Stroke* 2015;46:2197-2205.

