

Efectividad del ultrasonido terapéutico en el tratamiento de la espasticidad del miembro superior pléjico

Effectiveness of Therapeutic Ultrasound in The Spastic and Paretic Upper Limb Treatment

Maikel Azaharez Rodríguez

Residente de Medicina Física y Rehabilitación. Policlínico Jorge Fernández Arderí. Sagua de Tánamo. Holguín. Cuba.

RESUMEN

El ultrasonido terapéutico es un agente físico empleado en el tratamiento de la espasticidad secuela de una lesión de la vía piramidal por isquemia o hemorragia. Su efectividad es documentada en pocos estudios realizados a nivel de los miembros inferiores, no así en el miembro superior pléjico. Por lo cual se realizó una revisión documental en bases de datos como: PubMed, Scielo, Ebsco, Medline, con apoyo de potentes motores de búsqueda como el Clinical Key, así como, en tesis doctorales cubanas y revistas científicas nacionales. Finalmente se logró una fundamentación teórica coherente que permitió crear una metodología de tratamiento con ultrasonido para la reducción de la espasticidad en el miembro superior pléjico.

Palabras clave: ultrasonido terapéutico, espasticidad, hemiplejia, miembro superior, enfermedad cerebrovascular.

ABSTRACT

Therapeutic ultrasound is a physical agent used in the spasticity treatment secondary to pyramidal

tract lesions by ischemia or haemorrhage. Its effectiveness has been documented in non numerous paretic inferior limb studies, and none one in the superior limbs. For that, a document search was done in databases like PubMed, SciELO, Ebsco, Medline, also using the powerful searcher ClinicalKey, and in others Cuban doctoral investigations and scientific national reviews. Finally, a coherent argument theory was obtained, bringing an important ultrasound treatment methodology for reduction spasticity in the paretic upper limb.

Keywords: therapeutical ultrasound, spasticity, hemiplegia, upper limb, cerebrovascular disease.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cerebrovascular (ECV) es definida según la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la afectación de un área del encéfalo de forma transitoria o permanente por isquemia o hemorragia, en la que están implicados uno o más vasos sanguíneos cerebrales por un proceso patológico que afecta la calidad o la cantidad de la sangre que estos aportan, que trae aparejado un déficit motor, trastornos cognitivos, de comunicación y emocionales que interfieren en la capacidad funcional del individuo¹.

Fuentes señalan que en Europa ocurren alrededor de 250 ECV por cada 100 000 habitantes anualmente y en los Estados Unidos fallecen entre 50 y 100 personas /100 000 habitantes cada año^{2, 3}. Además, se conoce que cada 53 segundos ocurre un evento cerebrovascular o *stroke* como también se puede leer en inglés⁴. En Cuba, las cifras más altas por ECV ocurren en el año 1999 cuando la tasa bruta reportada es de 75,4 por cada 100 000 habitantes. En los últimos cinco años constituye la tercera causa de muerte en este país, sólo superada por la enfermedad cardiovascular y el cáncer. Esto es debido a que la isla incrementa la expectativa de vida de los cubanos, que se acerca ya a los 80 años de edad⁵.

En la provincia de Holguín específicamente la tasa bruta por esta enfermedad en el año 2013 es de 70,9 por 100 000 habitantes⁶. Como se demuestra y teniendo en cuenta que la ECV constituye dentro de las enfermedades neurológicas, una de las más frecuentes en el archipiélago, el síndrome hemipléjico es uno de los más discapacitantes. Hipócrates lo describió hace 2400 años como "el inicio repentino de parálisis". La hemiplejia es el síndrome característico de la ECV, y se identifica por la pérdida de la motilidad voluntaria en una mitad vertical del cuerpo, debido a una alteración funcional u orgánica en la vía piramidal, cuyos síntomas más frecuentes son: parálisis,

trastornos de la sensibilidad, desfasamiento sensitivo motor, alteración del esquema corporal, trastornos de la percepción de la vertical, trastornos posturales, del lenguaje, psicológicos y de las funciones mentales.

Esta problemática médica y social persiste en el 35% de los pacientes que sobreviven al ECV según se plantea, dejándoles severas dificultades motoras y marcadas limitaciones de orden físico, que provocan dependencia para la realización de las actividades de la vida diaria y de autocuidado. Se estima que alrededor del 20% de estos pacientes no recuperaran del todo la actividad funcional del miembro superior afecto y que sólo el 85% la recupera de manera parcial⁷,⁸. Factores tales como la edad (mayores de 65 años), la presencia de dolor y de espasticidad en el miembro parético inciden negativamente y de manera significativa en la recuperación del movimiento funcional de la mano⁹. De estos tres, la espasticidad está presente en el 16,9% de las afectaciones motrices del miembro superior por ECV y constituye además un síndrome de instalación progresiva que reta a los fisioterapeutas y crea verdaderas dificultades a los pacientes. Aunque justamente emanen de ella algunas ventajas que puedan ser bien aprovechadas por un experto¹⁰.

El manejo de la espasticidad se hace más difícil con el paso del tiempo¹¹. Muchos prejuicios terapéuticos todavía existen en torno a la recuperación del paciente con miembro superior espástico que prolonga su estadía en los servicios de rehabilitación, o se incorpora a los mismos en una fase tardía después de haber sufrido *el stroke*, o en el peor de los casos, con aquellos que quedan recluidos en sus hogares cuando todavía se pueden obtener importantes logros en su capacitación funcional¹².

Ante este incremento de pacientes con secuelas motoras por ECV en las salas de rehabilitación integral instaladas en los barrios y comunidades de Cuba, donde confluyen otras personas con otros tipos de necesidades de capacitación especial o de tratamiento, que agotan el recurso tiempo, y el limitado acceso a tecnologías de vanguardia, se hace necesario diseñar métodos terapéuticos más eficientes y efectivos que engrosen la evidencia existente en la bibliografía de la Medicina física y Rehabilitación, y dentro de ella, de la Neurorrehabilitación, para resolver la disfunción del miembro superior espástico¹³.

DESARROLLO

La neurorrehabilitación se fundamenta en la neuroplasticidad, que es la capacidad que tiene el sistema nervioso central (SNC) de recuperar funciones perdidas, incluso años después de un daño neurológico, es suficientemente demostrada en animales de experimentación y en humanos

adultos. Además de los enfoques farmacológicos tradicionales, también se apoya en terapias no farmacológicas como los injertos celulares de células madres, la robótica, la realidad virtual, la estimulación magnética y otros avances científicos y tecnológicos, que han permitido revolucionar este campo de la medicina y crear novedosos tratamientos para la reducción de la espasticidad¹⁴. Lógicamente sus altos costos¹⁵ y el acceso limitado de Cuba a tecnologías¹⁶⁻¹⁹ de vanguardia hacen imposible su aplicación en la Atención Primaria de Salud. Se espera en un futuro no muy distante comenzar a desarrollar propios prototipos. Mientras, se decide explotar al máximo la tecnología de que disponen nuestras salas de rehabilitación integral. Se responde así, a uno de los retos planteados a la Medicina Física y la Rehabilitación en nuestro país²⁰.

Precisamente es lo que se pretendió con esta revisión sobre tratamiento con ultrasonido en la particularidad de la rehabilitación del miembro superior espástico: se conocieron cuáles eran los parámetros de las variables independientes involucradas a la terapia *per se* más efectivos, que permitían disminuir el grado de espasticidad en el miembro superior pléjico como un todo con el organismo. El resultado, una nueva metodología de tratamiento con ultrasonido para la espasticidad, contribuyendo así a la recuperación de toda la funcionalidad posible de la mano. En tal sentido los beneficios de esta revisión, los cuales deberán ser evaluados a través de la experimentación, repercutirán en un incremento de la calidad de vida del paciente afectado.

Estado actual de la temática *per se*

La espasticidad, que viene etimológicamente del griego *spao*, que significa tirar o contraer, fue definida –clásicamente- por Lance²¹ desde 1980 como "un trastorno motriz caracterizado por un aumento del reflejo tónico de estiramiento, con reflejos tendinosos exagerados, debido a una hiperexcitabilidad del reflejo miotático", que se percibe en las manos del examinador o del fisioterapeuta, como una sensación de resistencia aumentada al movimiento pasivo que se realiza a un segmento articulado de una extremidad.

Delwaide complementa lo dicho por Lance, a la vez que añade elementos clínicos y fisiológicos, como la concepción de "tratamiento anómalo de la información sensitiva" ²². Propicia así la introducción del concepto plasticidad espinal, desarrollado muy recientemente, a pesar del término "plasticidad neuronal" que es tratado en las neurociencias por Ernesto Lugaro en 1906. Estos dos científicos se enfocan desde una liberación de los reflejos espinales. Lance explica la aparición de la espasticidad desde la perspectiva de una exacerbación del reflejo miotático y Delwaide lo hace desde el supuesto tratamiento anómalo de la información sensitiva en la médula espinal.

Otra postura, teóricamente distinta, explica la espasticidad dentro de las manifestaciones del automatismo medular, donde todos sus reflejos según el diseño filogenoevolutivo de la especie, retornan a la archiautonomía. Esta teoría se apoya en la nueva distinción que adquiere la sensibilidad frente a algunos agentes terapéuticos, como por ejemplo el frío, o a medicamentos como el baclofeno, es identificada por Denny-Brown con el término «distonía espástica», y puede conducir a posturas anómalas de los miembros. Sus características fisiológicas son totalmente distintas a las del reflejo de estiramiento, e involucra solo a los músculos flexores cuya integración es netamente espinal en un circuito reflejo polisináptico²³. Los patrones más comunes según Bobaht se ponen en la [tabla I](#)²⁴.

Tabla I. Patrones sinérgicos más comunes en la hemiplejía según Bobaht

Cabeza	La cabeza está inclinada lateralmente hacia el lado hemipléjico y rotado hacia el lado sano.
Miembro superior	La escápula está retraída y la cintura escapular deprimida. El hombro aducido y rotado internamente. El codo flexionado con pronación del antebrazo (en algunos casos la supinación es dominante). La muñeca flexionada con una ligera desviación cubital. Los dedos flexionados y aducidos. El pulgar flexionado y aducido.
Miembro inferior	En el lado hemipléjico la pelvis está rotada hacia atrás y desplazada cranealmente. La cadera extendida, aducida y rotada internamente.

Tomado de: Davies, P.M. Pasos a seguir Tratamiento integrado de pacientes con hemiplejía. 2^{da} Ed. Ciudad de La Habana, 2006. Cap (3):68:2.

Otras teorías le dan un mayor protagonismo al incremento de las descargas que por desinhibición y no por facilitación tienen lugar en las motoneuronas Alfa provocando la hipertonia²⁵. Se ha podido determinar que en ciertas lesiones puede haber desaparición de algunos botones dendríticos y germinación ("sprouting") de otros, a la vez que cambian las propiedades de la membrana celular de estas neuronas, haciéndolas mucho más excitables. Pero estos cambios plásticos de la médula espinal ocurren simultáneamente con los trastornos mecánicos que acontecen en las fibras musculares.

Nuevos enfoques fisiopatológicos reflejan la asociación de estos trastornos mecánicos (atrofia, alteraciones de la visco elasticidad), con el mantenimiento de la espasticidad²⁶, sobre todo y más en las fibras musculares tipo II que en las fibras musculares tipo I, donde incluso producto de los cambios degenerativos que ocurren en el músculo espástico, se da de manera mediata una sustitución del tejido muscular por tejido fibroso, que modifica la calidad de la contracción y el movimiento²⁷. Estos cambios pueden aparecer tan tempranamente entre el cinco y los siete días y pueden hacerse crónicos en pacientes que sufren un encamamiento prolongado²⁸ o en los que ha

decrecido los niveles de actividad física.

Según algunos autores no involucran a las fibras tipo I²⁹, lo que pudiera estar en relación con los planos de ubicación de estos tipos de fibras y su capacidad de resistencia ante las modificaciones cualitativas y cuantitativas que ocurren en el proceso de nutrición de la célula muscular en un entorno de inmovilidad relativa y persistente. Si un músculo es mantenido de forma crónica en una postura de acortamiento, las fibras musculares y el tejido conjuntivo también se acortarán debido a la contracción de las fibras de colágeno. Ocurrirá también una disminución de las sarcómeras, y si esta postura persiste más de tres semanas, el tejido conjuntivo laxo que rodea a los músculos se sustituirá por tejido conjuntivo denso, provocando la contractura.

Estos componentes teóricos sobre el surgimiento de la espasticidad en el miembro superior pléjico producto de una ECV inciden de manera decisiva en su aparición y están estrechamente vinculados con otros factores como son la extensión y envergadura del daño isquémico cerebral³⁰. Por lo cual se coincide con otros autores que tienen una visión holística de este fenómeno y que plantean que la espasticidad como secuela neurológica de la ECV es resultado de múltiples factores involucrados en su fisiopatología, donde los trastornos mecánicos musculares y propioceptivos, derivados de la inmovilidad o disminución del movimiento en el miembro superior como un todo con el organismo, tienen una gran importancia en su origen y desarrollo ulterior³¹.

Desde el descubrimiento el sonar en siglo XIX y del efecto piezoeléctrico por los investigadores franceses Paul-Jacques y Pierre Curie³², hasta las primeras aplicaciones terapéuticas del ultrasonido en la medicina hubo de pasar mucho tiempo. Al principio solo se conocían los efectos térmicos que producía este agente físico sobre determinados tejidos como músculos, huesos y tendones. Pero después nuevos efectos no térmicos, como la corriente acústica, la microcorriente y la cavitación, fueron descubiertos e incorporados de manera inmediata al tratamiento y al diagnóstico³³ de múltiples enfermedades somáticas. Sobre todo estos últimos efectos vienen teniendo mucho auge en la ultrasonoterapia moderna por los cambios que producen en la permeabilidad de la célula y por consiguiente en su actividad metabólica. Normalmente estos cambios no pueden obtenerse con frecuencias de sonido en el orden de los 16 a 20.000 Hz; sino que deben superar los 20 KHz y colocarse en el rango de 0,7 a los 3,3 MHz para que puedan obtenerse efectos terapéuticos. Es en este rango de frecuencia, donde la absorción maximizada de la energía que se da en las partes blandas logra penetrar a una profundidad de entre 2 cm y 5 cm.

Tanto los efectos térmicos como no térmicos le dan una gran ventaja al ultrasonido sobre otros

agentes físicos y le abren un gran futuro dentro de la fisioterapia³⁴. Los efectos térmicos del ultrasonido, como la aceleración del metabolismo, la reducción o el control del dolor³⁵ y del espasmo muscular, la aceleración de la velocidad de conducción nerviosa, el aumento del flujo de sangre y el aumento de la extensibilidad de partes blandas pueden ser bien aprovechados en el tratamiento de la espasticidad del miembro superior pléjico. Específicamente el aumento en la longitud de partes blandas, que guarda una estrecha relación con la amplitud del movimiento articular (ADM)³⁶, se mantiene de una forma más eficaz si se aplica una fuerza de estiramiento al mismo tiempo que se eleva la temperatura. Este aumento en la facilidad de estiramiento parece ser el resultado de una alteración de la viscosidad del colágeno y de la alteración de su matriz.

En el tejido muscular espástico hay una mayor presencia de colágeno debido a la fibrosis inducida por la degeneración. En tales condiciones el coeficiente de absorción de la energía ultrasónica³⁷ se incrementa, por lo que el ultrasonido se convierte en la terapia adecuada para aumentar su longitud. Aunque la ubicación de las uniones miotendinosas, que juegan un papel esencial en el acortamiento y en el desarrollo de la fuerza muscular, aun no están bien esclarecidas. En la actualidad no hay datos anatómicos exhaustivos sobre su disposición en cada músculo y según la posición de las articulaciones adyacentes³⁸.

Los tendones son más deformables con bajos niveles de estiramiento pero absorben mayor cantidad de energía, por tanto, menos eficaces en la transmisión de las fuerzas. Por el contrario, con altos grados de estiramiento los tendones son menos deformables y, en consecuencia, más eficaces en la transmisión de las fuerzas³⁹. Lógicamente existe una relación directa y proporcional entre la deformación del tendón(es) y la fuerza elástica que desarrolla el complejo músculo tendinoso(s).

En la patología que estudiamos al haber acortamiento y menor capacidad de deformación tendinosa, se produce un aumento de la resistencia en oposición al movimiento. Conocer estas minuciosidades de la física y la biomecánica implícita en la actividad fisiológica de la mano es muy útil para el diseño de una metodología de tratamiento ultrasónico y refuerza el papel determinante de los cambios mecánicos y de la viscoelasticidad de músculos y tendones, en la fisiopatología de la espasticidad. Se sabe que los parámetros de tratamiento ultrasónico con mayores probabilidades de ser eficaces para esta aplicación son a una frecuencia de 1 a 3 MHz. Dependiendo de la profundidad de los tejidos, una intensidad de entre 0,5 y 1W/cm² cuando se utilice una frecuencia de 3 MHz, y entre 1,5 y 2,5 W/cm² cuando se utilice una frecuencia de 1 MHz, aplicada durante 5-10 minutos⁴⁰.

Para conseguir un efecto óptimo, se recomienda que se realice el estiramiento -que debe ser

suave y lento- durante el calentamiento con ultrasonido, y se mantenga durante 5-10 minutos después de la aplicación mientras se enfría el tejido. Quizás los resultados de otros investigadores que aplican el ultrasonido en el tratamiento de la espasticidad en el miembro inferior no son congruentes con este planteamiento por la metodología aplicada⁴¹. No obstante, los resultados de otros estudios similares encontraron que el tratamiento con ultrasonido puede reducir el índice Hmax/MMax como medida de la excitabilidad de la motoneurona alfa y puede reducir la espasticidad, en pacientes que sufrieron un ECV y presentaron espasticidad a nivel de los músculos flexores plantares del tobillo⁴². La diferencia al parecer está en el número de sesiones recibidas (15 sesiones), lo cual se considera es importante a la hora de inducir los cambios en el empaquetamiento de la proteínas longitudinales de músculos y tendones.

Picelli y colaboradores, demuestran que la aplicación de toxina botulínica tipo A suele ser más efectiva para el tratamiento de la espasticidad que la terapia con agentes físicos con ultrasonido y corriente TENS, sin hallar incluso diferencias sustanciales entre estas dos últimas modalidades terapéuticas⁴³. La debilidad que muestran estas referencias para nuestra investigación es que no especifican los detalles referentes a la metodología ultrasónica empleada. Sin embargo, los estudios realizados en tejido no vivo y la aplicación de otros agentes físicos cuyo efecto terapéutico se fundamenta en la acción mecánica, brinda aliento sobre su posible utilidad y efectividad en el tratamiento de esta secuela neurológica a partir del aprovechamiento de sus efectos no térmicos⁴⁴.

Según Jorge Martin el ultrasonido estimula la fibra gruesa aferente con inhibición posexcitatoria de la actividad ortosimpática, reduciendo el tono y relajando el músculo. Además, disminuye la velocidad de conducción de los nervios periféricos, por lo que se pueden producir bloqueos temporales, incrementando la temperatura a 3 °C por encima de la basal normal, se elimina el espasmo muscular, se inhibe la función del uso muscular y se abren los canales linfáticos. En el tejido muscular el aumento de temperatura puede ser tan rápido como 0,07 °C/s, para un ultrasonido continuo de 1 W/cm². A frecuencias de 3 MHz el incremento de la temperatura es de tres veces mayor⁴⁵. Se recomienda que para afecciones crónicas se emplee el modo de emisión continuo con baja intensidad.

En el modo de emisión continuo la forma de aplicación mantiene su emisión sin pausas de reposo y se trabaja al 100%. La intensidad máxima ajustable es de 3 w/cm² y provoca sensación térmica⁴⁶. La superficie a tratar debe ser menor de 15 cm. Se debe utilizar el cabezal de 1 MHz

para tratar zonas profundas y el de 3 MHz para tratar zonas superficiales. Mientras que la frecuencia de tratamiento puede ser diaria o en días alternos, aunque por lo revisado, a sabiendas que el ejercicio físico continuado induce un catabolismo a nivel del músculo y el tendón, no es así con períodos de reposo intermedio, consideramos que las sesiones son más ajustadas si se realizan en días alternos, a razón de tres sesiones por semana durante cinco semanas.

Los métodos de aplicación según Capote pueden ser directos o indirectos⁴⁷. Aunque para futuras experimentaciones será más práctico y factible el método de aplicación por contacto directo. Muchos autores plantean que se debe contraindicar el ultrasonido en situaciones que pueden ser absolutas y otras que a valoración del facultativo pueden entenderse como relativas. Las mismas están bien documentadas, al igual que los requisitos de aplicación de la técnica, a los que se enriquece según la peculiaridad de la terapia con ultrasonido en el miembro superior pléjico.

CONCLUSIONES

Dentro de los *Requisitos de aplicación de la técnica* del ultrasonido en el tratamiento del miembro superior pléjico constituyen un aporte novedoso:

Empleo de una técnica semiestacionaria asociada a movimientos circulares del cabezal en las áreas a tratar (zonas de ubicación presumible de las uniones miotendinosas), modificándola a dinámica longitudinal, paralela al vientre de los músculos espásticos, en un sólo pase, hasta alcanzar la próxima área de tratamiento, retomando la técnica inicial. Durante toda la ejecución de la técnica simultáneamente otro fisioterapeuta o el familiar acompañante realizará un estiramiento suave y permanente en el miembro a tratar.

Tratamiento integral del miembro superior.

Aplicación de la técnica en sentido centrífugo (de la escápula a la mano).

Áreas de tratamiento que no excedan los 15 cm², seleccionadas según las características de las sinergias flexoras instaladas. Localizaciones presumibles de las uniones miotendinosas de los músculos espásticos involucrados: Palma de la mano, cara medial y posterior de la muñeca, 1/3 superior y anterior del antebrazo, hombro y región escapular bojeando el borde interno y ángulo inferior de la escápula.

Duración del tratamiento: 1 minuto en palma de la mano, cara medial y posterior de la muñeca y 2 minutos en 1/3 superior y anterior del antebrazo, hombro, y región escapular.

Modo de emisión continuo e intensidad de 1 W/cm².

Área de irradiación efectiva (ERA) dependiente del cabezal ultrasónico de 1 MHz.

Frecuencia de emisión de 1 MHz.

El ultrasonido terapéutico es efectivo para tratar la espasticidad. La efectividad de la metodología de tratamiento con ultrasonido para reducir la espasticidad del miembro superior pléjico debe ser probada a través de estudios experimentales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Martín Piñero B, Álvarez Vargas JM, Rivas Salcedo M, Triana Guerra I, Argota Claro R. Tratamiento postural en el síndrome hemipléjico agudo. CCM. 2013 [citado 20 ene 2015]; 17(3): 320-330. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812013000300009&lng=es
2. Torres Ardila GF. El reto de la neurología en las enfermedades cerebro vasculares. Acta Neurol Colombiana. 2011 [citado 8 ene 2015]; 27(4): 193-194. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-87482011000400001&lng=en
3. Fuentes de la Rosa Y, Rodríguez Ramos JF, Bofill Corrales A, Rodríguez Ramos I, Carbó Ordaz A. Impacto social de las salas de rehabilitación en el Municipio de Pinar del Río. Rev Cien Méd. 2012 [citado 8 ene 2015]; 16(5): 44-55. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942012000500007&lng=es
4. Vives Medina OT, Quintana Pereda R, Soto Páez N. Protocolo de actuación de Enfermería para pacientes con enfermedad cerebrovascular. Rev Cien Méd. 2014 [citado 20 ene 2015]; 18(3): 414-429. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942014000300006&lng=es
5. Pérez Pupo RD, Leyva Rojas KM. Mortalidad por enfermedades cerebro vasculares. Hospital Vladimir Ilich Lenin. CCM. 2010 [citado 20 ene 2015]; 14(2). Disponible en: <http://www.cocmed.sld.cu/no142/no142ori12.htm>

6. Cuba. Ministerio de Salud Pública. Anuario estadístico de Cuba. La Habana: MINSAP; 2013.
7. Lombillo Laferté LM, Martínez Segón S, Serra Valdés Y, Rodríguez Mutuberría L. Complicaciones en pacientes hemipléjicos por ictus. Rev Cubana Med. 2014 [citado 21 ene 2015]; 53(2): 134-143. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232014000200004&lng=es
8. Estévez Perera A, Estévez Perera A, Coll Costa JL, Hardy Martínez Y. Grado de discapacidad en pacientes hemipléjicos del "Policlínico Docente Universitario del Cerro". Rev Cubana Med Gen Integr. 2012 [citado 21 ene 2015]; 28(4): 682-693. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252012000400011&lng=es
9. Doussoulin A, Saiz JL, Blanton S. Propiedades psicométricas de una versión en castellano de la escala Motor Activity Log-30 en pacientes con extremidad superior parética por accidente cerebro vascular. Rev Chilena Neuro-Psiquiatr. 2013 [citado 21 ene 2015]; 51(3): 201-210. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92272013000300007>
10. Rodríguez Mutuberría L, Serra Valdés Y, Pérez Parra S, Palmero Camejo R. La espasticidad como secuela de la enfermedad cerebrovascular. Rev Cubana Med. 2004 [citado 21 ene 2015]; 43(2-3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75232004000200008&lng=es
11. Ríos García M, Solís de la Paz D, Oviedo Bravo A, Boza Santos I, Valdés González AA. Comportamiento de los pacientes con enfermedad cerebrovascular en el Servicio de Rehabilitación del Hospital Militar de Matanzas. Rev Med Electrón. 2013 [citado 21 ene 2015]; 35(4): 331-339. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1684-18242013000400003&lng=es
12. Arce Morera E, Hernández Méndez A, Meralla Machado JE. Resultados del tratamiento fisioterapéutico mediato en pacientes con enfermedad cerebrovascular. Rev Cubana Med Gen Integr. 2010 [citado 21 ene 2015]; 26(4): 617-623. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252010000400004&lng=es
13. Pérez Parra JE, Henao Lema CP. Efecto de la movilización articular sobre la amplitud del Reflejo H en personas con espasticidad. Rev Cienc Salud. 2011 [citado 21 ene 2015]; 9(2): 125-140. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-72732011000200003&lng=en

14. Oliva Martínez DB. Satisfacción y retención de los contenidos del Curso Agentes Físicos del Diplomado en Rehabilitación. Educ Med Super. 2013 [citado 21 ene 2015]; 27(3): 160-175. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412013000300002&lng=es
15. Tedesco AP, Martins JS, Nicolini Panisson RD'. Focal treatment of spasticity using botulinum toxin A in cerebral palsy cases of GMFCS level V: evaluation of adverse effects. Rev Brasileira Ortop. 2014[citado 22 ene 2015]; 49 (4): 359-363. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-36162014000400359
16. Curt Nuño F, Pérez Díaz MA, López Rodríguez M, González Cabano M, Rodríguez Bello C, Camba Rodríguez A. Tratamiento de espasmos musculares en el paciente con ataxia de Friedreich con bomba de infusión intratecal de Baclofeno: a propósito de un caso. Rev Soc Española Dolor. 2014 [citado 4 feb 2015]; 21(2): 118-119. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-80462014002200110
17. Santana L, Quintero M. Manejo del síndrome de abstinencia por interrupción del Baclofeno. Rev Colombiana Anestesiol. 2012 [citado 4 feb 2015]; 40(2): 158-161. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120334712700333>
18. Andrés Nogales F, Morell A, Aracil J, Torres C, Oyagüez I, Casado MA. Análisis de costes del uso de toxina botulínica A en España. Farm Hosp. 2014 [citado 22 ene 2015]; 38(3): 193-201. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432014003300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
19. Criollo Paredes CA, López Pantoja DE, Jojoa Acosta MF. Diseño e implementación de un módulo electromecánico para la rehabilitación física de la mano derecha afectada como secuela de un ataque cerebrovascular. Rev Univ Salud. 2011 [citado 28 ene 2015]; 13(2): 60-67. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-71072011000200007&lng=en.
20. Martin Cordero J. Agentes Físicos Terapéuticos. La Habana: Ciencias Médicas; 2008.
21. Le carvorzin P. Espasticidad muscular: situación actual y perspectivas. Kinesiterap Med Físic.2013 [citado 22 ene 2015]; 34(2):1-16. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1293296513646599>

22. Delwaide PJ. Spasticity. Motor control course #145. Presented at 1993 American Academy of Neurology Annual Meeting. Minneapolis: American Academy of Neurology; 1993.
23. Denny Brown D. The cerebral control of movement. Liverpool: Liverpool University Press; 1966.
24. Davies PM. Pasos a seguir Tratamiento integrado de pacientes con hemiplejia. 2^{da} ed. La Habana: Ciencias Médica; 2006.
25. Estañol B, Senties-Madrid H, Téllez-Zenteno JF, Elías Y, Aguilar R, Hernández G, et al. Increase of the H reflex amplitude and absence of long latency reflexes in the intrinsic hand muscles in patients with spasticity. Arch Neurocién. 2007; 12(1): 37-44.
26. Gómez Soriano J, Taylor J. Espasticidad después de la lesión medular: revisión de los mecanismos fisiopatológicos, técnicas de diagnóstico y tratamientos fisioterapéuticos actuales. Fisioterapia. 2010[citado 9 feb 2015]; 32(2):89-98. Disponible en: <http://www.elsevier.es/es-revista-fisioterapia-146-articulo-espasticidad-despues-lesion-medular-revision-S0211563809001722>
27. Richard Winn H. Youmans Neurological Surgery. 6^{ta} Ed. New York: Elsevier; 2011.
28. Bierbrauer J, Koch S, Olbricht C, Hamati J, Lodka D, Schneider J, et al. Early type II fiber atrophy in intensive care unit patients with nonexcitable muscle membrane. Crit Care Med. 2012[citado 9 feb 2015];40(2); 647-650. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Early+type+II+fiber+atrophy+in+intensive+care+unit+patients+with+nonexcitable+muscle+membrane>
29. Cermak NM, Snijders T, McKay BR, Parise G, Verdijk LB, Tarnopolsky MA, et al. Eccentric exercise increases satellite cell content in type II muscle fibers. Med Sci Sports Exerc .2013[citado 9 feb 2015]; 45(2); 230-237. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Eccentric+exercise+increases+satellite+cell+content+in+type+II+muscle+fibers>
30. Veverkaa T, Hluštík P, Tomášová Z, Hok P, Pavel Otruba P, Král M, et al. BoNT-A related changes of cortical activity in patients suffering from severe hand paralysis with arm spasticity following ischemic stroke. J Neurol Sci .2012 [citado 9 feb 2015]; 319 (1-2): 89-95. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022510X12002195>

31. Serratrice G. Contracturas musculares. Kinesiterap Med Físic. 2011[citado 9 feb 2015]; 32(2):1-11. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1293296511710519>
32. Hagen-Ansert SL. Textbook of Diagnostic Sonography: Vol.1. 7^{ta} ed. California: Elsevier Mosby; 2012[citado 9 feb 2015]. Disponible en: https://books.google.com/cu/books?hl=es&lr=&id=LrrJCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Sandra+L.+Hagen-Ansert.Foundations+of+Sonography.Textbook+of+Diagnostic+Sonography.2012%3B1:+2-20&ots=wXMU109G5N&sig=PL0vX0cT2_3igHor4kswi8VbHe4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
33. Michelle H. Cameron. Agentes físicos en rehabilitación: De la investigación a la práctica. España: Elsevier; 2014.
34. Schencke C, del Sol M. Cambios Morfológicos en la Regeneración del Tendón Calcáneo de Rata (Sprague Dawley) por la Aplicación de Ultrasonido Continuo. Int J Morphol. 2010 [citado 19 feb 2015]; 28(2): 601-608. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022010000200043&lng=en&nrm=iso&tlng=en
35. Salinas Bueno I, Moreno Gómez C, Velasco Roldán O, Aguiló Pons A. Terapia manual y terapia combinada en el abordaje de puntos gatillo. Fisioterapia. 2009[citado 9 feb 2015]; 31 (1): 17-23. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211563808000904>
36. Pacheco Arajol L, García Tirado JJ. Sobre l'aplicació d'estiraments en l'esportista sa i lesionat. Stretching exercises in the healthy and injured athlete. Apunts Medicina de l'Esport. 2010[citado 9 feb 2015]; 45 (166): 109-125. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1886658110000198?np=y>
37. Wessling KC, DeVane DA, Hylton CR. Effects of static stretch versus static stretch and ultrasound combined on triceps surae muscle extensibility in healthy women. Phys Ther. 1987[citado 10 abr 2015]; 67(5):674-679. Disponible en: <http://ptjournal.apta.org/content/67/5/674.short>
38. Wavreille G, Fontaine C. Tendón normal: anatomía y fisiología. Aparat Locomot. 2009[citado 30 mar 2014]; 42(1):1-12. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1286935X09709098>

39. Wang JH. Mechanobiology of tendon. J. Biomech. 2006[citado 25 ene 2014]; 39(9): 1563-1582. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021929005002265>
40. Martín Cordero, Jorge E. Agentes Físicos Terapéuticos. La Habana: ECIMED; 2010.
41. Sahin N, Ugurlu H, Karahan AY .Efficacy of therapeutic ultrasound in the treatment of spasticity: a randomized controlled study. Neuro Rehabilitation.2011 [citado 25 dic 2013]; 29 (1): 61-66. Disponible en: <http://content.iospress.com/articles/neurorehabilitation/nre00678>
42. Ansari NN, Naghdi S, Bagheri H, Ghassabi H. Therapeutic ultrasound in the treatment of ankle plantarflexor spasticity in a unilateral stroke population: a randomized, single-blind, placebo-controlled trial. Electromyogr Clin Neurophysiol. 2007[citado 29 jun 2014]; 47 (3): 137-143. Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/med/17557646>
43. Picelli A, Dambruoso F, Bronzato M, Barausse M, Gandolfi M, Smania N. Efficacy of therapeutic ultrasound and transcutaneous electrical nerve stimulation compared with botulinum toxin type A in the treatment of spastic equinus in adults with chronic stroke: a pilot randomized controlled trial. Top Stroke Rehabil. 2014[citado 25 ene 2015];21(Sup1):8-16.Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1310/tsr21S1-S8>
44. Casale R, Damiani C, Maestri R, Fundarò C, Chimento P, Foti C. Localized 100 Hz vibration improves function and reduces upper limb spasticity: a double-blind controlled study. Eur J Phys Rehabil Med. 2014[citado 29 ene 2015]; 50 (5): 495-504. Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/med/24651209>
45. Prentice WE. Therapeutic modalities in rehabilitation. 3ª Ed. New York: McGraw-Hill; 2005.
46. Capote Cabrera A. Agentes físicos. La Habana: Ciencias Médicas; 2009.

Recibido: 31 de marzo de 2015

Aprobado: 21 de octubre de 2016

Dr. *Maikel Azaharez Rodríguez*. Policlínico Jorge Fernández Arderí. Sagua de Tánamo. Holguín. Cuba.

Correo electrónico: azaharez@sagua.hlg.sld.cu.