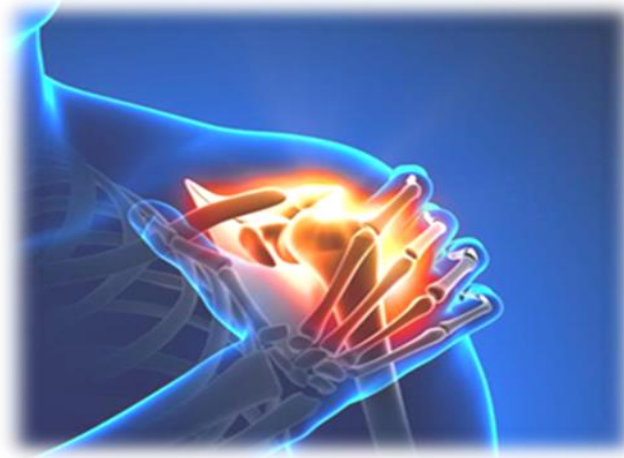




Centro de Neurociencias de Cuba

Tesis para optar por el título de Diplomado en Neurociencias.



Título: Estimulación eléctrica funcional en la recuperación del hombro hemipléjico,
en pacientes post Enfermedad Cerebrovascular.

Autora: Bárbara Yumila Noa Pelier.

Tutora: Teresa Serrano Sánchez.

Especialista en 2do Grado de Inmunología.

Doctor en Ciencias Médicas.

Investigador Auxiliar.

Profesor Titular.

La Habana

2018

RESUMEN

Introducción: La Enfermedad Cerebrovascular (ECV) es causada por una alteración a nivel circulatorio en el cerebro. Aproximadamente el 75% de los sobrevivientes tiene algún tipo de discapacidad, son habituales alteraciones del habla, deglución, problemas faciales, psicológicos, trastornos nerviosos, de la sensibilidad y déficit motor, entre el 55-75% de los sobrevivientes presenta paresia del miembro superior. La Estimulación Eléctrica Funcional (EEF) es una tecnología de rehabilitación que utiliza corriente eléctrica aplicada a músculos con nervios periféricos indemnes, generando estimulación neuronal de manera artificial, la misma mejora en gran medida la función motora y el rendimiento en las actividades de la vida diaria y reduce la espasticidad a largo plazo. **Objetivos:** Demostrar la eficacia de la estimulación eléctrica la recuperación del hombro hemipléjico, en pacientes post Enfermedad Cerebrovascular. **Material y Métodos:** Tipo de estudio: Se realizó un estudio experimental de corte explicativo, longitudinal, cualitativo-cuantitativo de casos y controles. Se incluyeron 30 pacientes con diagnóstico de Enfermedad Cerebrovascular isquémica, se seleccionaron 15 que conformaron el grupo control y 15 el grupo experimental, quienes recibieron como tratamiento la terapia física convencional y estímulo eléctrico funcional, respectivamente, en el período comprendido entre enero de 2018 a junio de 2018. **Conclusiones:** La atención de rehabilitación en el paciente hemipléjico debe ser lo más tempranamente posible en relación a la enfermedad cerebrovascular. La electroestimulación funcional en el hombro hemipléjico debe ser parte fundamental en el tratamiento neurorestaurativo.

Palabras Claves: Enfermedad cerebrovascular, estimulación eléctrica funcional, fisioterapia, hombro hemipléjico.

INTRODUCCIÓN

La Enfermedad Cerebrovascular (ECV) es un problema de salud a nivel mundial, causado por una alteración a nivel circulatorio en el cerebro. Se refleja con un déficit neurológico de inicio agudo, que persiste al menos 24 horas, con reducción de las funciones del sistema nervioso central, puede ser consecuencia de una hemorragia, disminución de flujo, trombosis o embolia. Su causa es isquémica en un 80 % y hemorrágica en un 20% de los casos, sigue siendo una de las principales preocupaciones de la salud pública y la tercera causa de muerte luego de las enfermedades cardíacas y el cáncer. La ECV es considerado principal causa de discapacidad a largo plazo.¹⁻³

En Estados Unidos surgen 795.000 nuevos casos o casos recurrentes por año^{1,3,4}. En Cuba anualmente mueren un promedio 7,900 personas por esta causa. Así, en el año 2008 la mortalidad total para todas las edades fue 9,249 defunciones, de ellas aproximadamente 85 % tenían 60 años o más, lo cual indica que en esta edad hay mayor riesgo de muerte por ECV. Dichas cifras ubican a esta patología, también en nuestro medio, como la tercera causa de muerte, a pesar de que en los últimos años ha existido una tendencia favorable en la detección, tratamiento y control de la hipertensión arterial (HTA), como causa principal de este tipo de patología. ⁵

Es importante destacar que, dado el enorme problema médico que constituyen las ECV en Cuba, en junio del 2000 se instituyó el Programa Nacional de Prevención y Control de la ECV que contempla un esquema de grupo y está implementado a nivel nacional. ^{5,6}

Son además, una de las principales causas no traumática de discapacidad física, de manera tal que los pacientes no sólo deben ser ingresados por la afección como tal, sino también para su reinserción en la comunidad; todo lo cual las convierte en un proceso patológico costoso para el Ministerio de Salud Pública, la familia y la sociedad. ^{5,7}

Aproximadamente el 75% de los sobrevivientes tiene algún tipo de discapacidad, son habituales alteraciones del habla, deglución, problemas faciales, psicológicos, trastornos nerviosos, de la sensibilidad y déficit motor, entre el 55-75% de los sobrevivientes presenta paresia del miembro superior, lo que limita la función del brazo y de la mano, haciendo las tareas bimanuales difíciles o imposibles. Sólo el 5% de los pacientes con parálisis completa recuperan la función total del brazo y mano y entre el 30 a 66% nunca pueden utilizar el brazo afectado correctamente de nuevo y los que recuperan el movimiento intencional del miembro superior tienen un control motor fino o destreza deficiente, debido a la pérdida de sensibilidad y a las deficiencias en la integración sensorio motora. ^{1,2,4}

La paresia del miembro superior se ve agravada por el desuso y las fuertes contracciones involuntarias (patrones de sinergia) de los músculos flexores y pronadores que se oponen a los movimientos voluntarios de largo alcance, dejando como consecuencia una mano sin función, en la típica posición de flexión de muñeca, desviación radial y flexión de dedos en puño con marcada espasticidad. ^{1,4,8}

La recuperación de las extremidades superiores es mucho más lenta que la de los miembros inferiores. Las secuelas de la ECV tienen un gran impacto en las actividades de la vida diaria de la persona y conlleva una gran carga para las familias de los sobrevivientes y para la sociedad en general. Las actividades de la vida diaria se ven reducidas en las personas con moderada a severa debilidad muscular o espasticidad, lo que provocó la necesidad de tratamientos que contribuyan a aumentar la función de prensión de la mano durante la realización de tareas orientadas a la recuperación motora. ^{1,2}

El hombro se considera la articulación más móvil del cuerpo humano, pero también la más inestable. Posee tres grados de libertad, permitiendo orientar el miembro superior con relación a los tres planos del espacio, en disposición a los tres ejes ⁸.

El eje transversal incluye el plano frontal, lo cual permite al hombro movimientos de flexo-extensión realizados en el plano sagital; en el eje anteroposterior, que incluye el plano sagital, se permiten los movimientos de abducción y aducción los cuales se realizan en el plano frontal; finalmente, en el eje vertical, determinado por la intersección del plano sagital y del plano frontal, se producen los movimientos de flexión y extensión realizados en el plano horizontal, con el brazo en abducción de 90°. ^{1,8}

El eje longitudinal del húmero permite la rotación externa e interna del brazo en dos formas diferentes: la rotación voluntaria y la automática. La voluntaria utiliza el tercer grado de libertad y la rotación automática, que se realiza sin ninguna acción voluntaria en las articulaciones de dos o tres ejes, se explica por la paradoja de Codman. ^{1,8}

Los estabilizadores secundarios o dinámicos son los músculos del manguito rotador: supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular ^(1,9). La contracción de sus fibras musculares crea fuerzas compresivas que estabilizan la cabeza glenohumeral en la cavidad glenoidea. La cápsula articular tiene múltiples terminaciones nerviosas propioceptivas que captan posiciones extremas de la articulación, y a través de un mecanismo reflejo, provoca una contracción del manguito de los rotadores, estabilizando la articulación glenohumeral. ^{1,9}

La movilidad gleno-humeral se produce por la acción sinérgica de dos grupos musculares, el deltoides y el manguito de los rotadores. El deltoides genera la palanca del movimiento, elevando la cabeza del humero hacia arriba, lo que ocasiona un pinzamiento de los tendones rotadores en el espacio subacromial. El manguito rotador deprime y estabiliza la cabeza humeral, comprimiéndola hacia la glenoides, mejorando así la acción del deltoides. ^{1,9,10,11}

Los estudios clínicos han demostrado que la estimulación eléctrica aplicada después de una ECV mejora en gran medida la función motora y el rendimiento en las actividades de la vida diaria y reduce la espasticidad a largo plazo. ¹

La Estimulación Eléctrica Funcional (EEF) es una tecnología de rehabilitación que utiliza corriente eléctrica aplicada a músculos con nervios periféricos indemnes, generando estimulación neuronal de manera artificial, se aplica EEF a tejidos excitables para complementar o sustituir la función que se pierde en personas con déficit motor por parálisis de la motoneurona superior. La EEF genera cambios en la excitabilidad actuando sobre la neuroplasticidad del cerebro maduro, dando lugar a la reorganización cortical y se utiliza en el tratamiento de personas con espasticidad causada por lesiones medulares, hemiplejía después de un ECV o parálisis cerebral. ^{1,9}

Situación Problemática

En la clínica de Lesiones Estáticas Encefálicas del Adulto, del CIREN, ingresan anualmente gran cantidad de pacientes con diagnóstico de hombro hemipléjico post enfermedad cerebrovascular isquémica y la no existencia de un protocolo para la aplicación de estímulo eléctrico funcional, como parte de la rehabilitación física en la recuperación de la funcionabilidad del hombro hemipléjico, hace ineludible la necesidad de estudio de la problemática actual.

Problema científico: Los pacientes con enfermedad cerebrovascular isquémica presentan como secuela paresia del miembro superior, que limita la funcionabilidad del hombro, de ahí la necesidad de estimulación eléctrica funcional como tratamiento alternativo que contribuya a la recuperación funcional del hombro hemipléjico, en pacientes que ingresan al CIREN.

Objeto de Estudio: proceso de rehabilitación física del hombro hemipléjico en pacientes post enfermedad cerebrovascular isquémica.

Campo de Estudio: la estimulación eléctrica funcional en pacientes con hombro hemipléjico, post enfermedad cerebrovascular isquémica.

Hipótesis: La aplicación de estimulación eléctrica funcional, alivia el dolor y mejora la funcionabilidad articular en pacientes con hombro hemipléjico post

enfermedad cerebrovascular isquémica, que reciben como tratamiento el Programa Neurorestaurativo en CIREN.

OBJETIVOS

Objetivo general:

Demostrar la eficacia de la estimulación eléctrica funcional en la recuperación del hombro hemipléjico, en pacientes post enfermedad cerebrovascular isquémica.

Objetivos específicos:

1. Caracterizar a los pacientes con hombro hemipléjico post enfermedad cerebrovascular isquémica atendiendo a las variables clínicas y sociodemográficas.
2. Comprobar si la aplicación de la estimulación eléctrica funcional alivia el cuadro de dolor de hombro hemipléjico post enfermedad cerebrovascular isquémica.
3. Evaluar si la aplicación de la estimulación eléctrica funcional aumenta el rango de movimiento y mejora la funcionabilidad articular del hombro hemipléjico, en pacientes post enfermedad cerebrovascular isquémica.

MARCO TEÓRICO

La ECV, se producen por un trastorno vascular que consiste en la interrupción del flujo sanguíneo en un vaso cerebral. El tejido nervioso, perteneciente a un área del encéfalo se daña debido a la reducción de sangre, oxígeno y glucosa. Los ictus se clasifican en función de la causa que los produce. Por tanto, pueden ser isquémicos o hemorrágicos. Las técnicas de neuroimagen, como la Tomografía Computarizada (TC) y la Resonancia Magnética (RM) permiten diagnosticar ambos tipos de lesiones y diferenciarlas. ¹²

La ECV isquémico se debe a una interrupción del flujo sanguíneo en un vaso cerebral. Representa el tipo más frecuente de ECV (70-80% de los casos). Se produce una obstrucción mediante vaso-espasmo cerebral, quistes, tumores, trombos (formación de un coágulo en las arterias que irrigan el cerebro) o émbolos (coágulo formado en otra parte del cuerpo y que se desprende hasta llegar al cerebro, donde causa la obstrucción). Las últimas dos alteraciones están favorecidas por el proceso de aterosclerosis y son las más frecuentes.

La ECV hemorrágico es consecuencia de la ruptura de un vaso sanguíneo encefálico. Tiene una mayor tasa de mortalidad que la ECV isquémico. Este proceso priva de riego sanguíneo al área cerebral que se encontraba irrigado por el vaso que sufre la rotura; además, la sangre extravasada comprime las estructuras cerebrales, aumentando el área afectada. Por tanto, el resultado es un cuadro de edema, compresión del contenido cerebral y espasmo de los vasos sanguíneos vecinos. Las causas más frecuentes de hemorragia cerebral son la hipertensión arterial y los aneurismas cerebrales. ¹²

Factores de riesgo de ECV

Existen factores que aumentan la probabilidad de sufrir una ECV. Algunos de ellos son modificables y otros no. El control o la eliminación de aquellos que sean modificables, permiten evitar o reducir el riesgo de padecerlo. Entre los factores de riesgo no modificables, se encuentran la edad, el sexo y la raza. A edades avanzadas, el riesgo de padecer ECV se incrementa en un 1% al año desde los 65

años en adelante. Los hombres son más susceptibles que las mujeres a la hora de sufrir una ECV, además las personas de raza negra tienen mayor riesgo de muerte y discapacidad, concretamente un 60% más. ¹²

Entre los factores modificables, destacan la hipertensión arterial, las enfermedades cardíacas y el consumo de sustancias de abuso, tales como: el tabaco, la cocaína o el alcohol. El factor más relevante es la hipertensión arterial, ya que acelera el proceso de aterogénesis. Las enfermedades cardíacas, como la fibrilación auricular, son el principal factor de embolia cerebral. En cuanto a las sustancias de abuso, el alcohol puede provocar hipertensión, agravamiento de trastornos de coagulación y disminución del flujo sanguíneo cerebral. El tabaco acelera la aterogénesis, aumentando la agregación plaquetaria. Por último, la cocaína, induce al vaso-espasmo, aumenta la actividad plaquetaria y la presión arterial. Por último, es importante reconocer la sintomatología producida por un ictus, para identificarlo como tal y tratarlo lo antes posible. Estos incluyen debilidad o entumecimiento de la cara, brazo o pierna (por lo general en un lado del cuerpo), confusión, dificultad para hablar o entender el lenguaje y para ver con uno o ambos ojos, fuerte dolor de cabeza, mareos y problemas para caminar. ^{12,13,14}

Diagnóstico de Hombro hemipléjico

El hombro doloroso hemipléjico es una complicación frecuente en pacientes con ECV. La incidencia varía según estudios (34%- 84%; 53% en nuestro entorno). Interfiere negativamente en el proceso de rehabilitación, limita las actividades de la vida diaria y se asocia con una escasa recuperación funcional del brazo. ¹⁵

Puede ocurrir precozmente en las dos primeras semanas tras la ECV pero es más común que se inicie una vez transcurridos 2-3 meses, sobre todo durante la fase espástica de recuperación. El hallazgo predictivo más significativo para el desarrollo, es la limitación de la rotación externa del hombro. Es más frecuente en pacientes con hemiparesia izquierda. ^{15,16}

El dolor de hombro hemipléjico post ECV puede estar causado por diferentes patologías. Algunas entidades clínicas son relativamente únicas para pacientes

con ECV: espasticidad de los músculos del hombro (especialmente del subescapular), síndrome de dolor regional complejo (también conocido como síndrome hombro-mano), subluxación de la cabeza humeral. Otras condiciones a tener en cuenta en el diagnóstico diferencial son: capsulitis adhesiva (hombro congelado), síndrome subacromial, bursitis, lesiones del manguito de los rotadores, plexopatía braquial, neuropatía axilar o supraescapular y dolor miofascial. ¹⁶

Complejo articular de hombro

El hombro es una estructura compleja conformada por la parte proximal del húmero, la clavícula, la escápula, y las uniones de estos huesos con el esternón, la caja torácica, y tejidos blandos. Está constituido por varias articulaciones: esternoclavicular, acromioclavicular, glenohumeral y escapulotorácica, las cuales trabajan juntas a un ritmo sincrónico, para permitir el movimiento. ¹⁷ Esta complejidad le confiere la característica de ser una de las articulaciones más móviles del cuerpo, por lo tanto un sitio de múltiples lesiones y patologías inflamatorias, traumáticas, así como degenerativas. ¹⁸

Vírseda-García señala: el síndrome de hombro doloroso presenta un importante desafío diagnóstico y terapéutico para el profesional, ya que corresponde a una unidad funcional compleja que incluye numerosos tejidos capaces de causar disfunción articular. Por ello es necesario un conocimiento completo de la anatomía funcional neuromuscular normal con el fin de realizar una exploración física pertinente y una revisión de la historia clínica veraz, para llegar al diagnóstico diferencial correcto. ¹⁹

El complejo articular del hombro posee 3 ejes de movimientos, lo que implica que sea una articulación de gran movilidad. Sin embargo, para lograr esa gran movilidad debe ser poco estable, siendo esto una potencial causa para distintos daños y lesiones en todos los grupos etarios. ¹⁷

La cintura escapular es la estructura anatómica con mayor movilidad del cuerpo, siendo a su vez la estructura más compleja, formada por un grupo de articulaciones que en su conjunto se denomina articulación toraco-escapulo-humeral o complejo del cinturón escapular. Incluye las articulaciones: gleno-humeral, la acromio-clavicular, la escápulo-torácica, subacromial y la esternoclavicular. ¹⁹

La articulación gleno-humeral, es la articulación más importante. Es una articulación poco congruente, lo que permite una mayor movilidad, pero causa a su vez una inestabilidad articular. Presenta una cavidad glenoidea poco profunda y una cápsula articular laxa y extensa, tolerando una gran amplitud en los movimientos, por lo que los músculos y tendones que movilizan la cabeza humeral deben darle también estabilidad. ¹⁹

La articulación acromio-clavicular está formada por dos superficies de contacto, casi planas, separadas por un menisco o disco fibrocartilaginoso inconstante. Los elementos estáticos están representados por los ligamentos acromio-claviculares superior e inferior, que refuerzan la cápsula articular y aportan estabilidad anteroposterior, el ligamento coraco-clavicular conformado por el ligamento conoideo (posteromedial y más potente) y trapezoideo (antero lateral), los cuales se originan en la apófisis coracoides y el extremo distal de la clavícula, que aportan estabilidad vertical. ¹⁷

Medialmente la clavícula forma parte de la articulación esterno-clavicular cuyas superficies articulares están cubiertas de fibrocartílago, separadas por un menisco o disco articular que divide la articulación en dos recesos separados, lo cual aumenta su estabilidad. ¹⁷

La articulación escápulo-humeral es una articulación esférica o enartrosis. La superficie articular glenoidea es más gruesa en la periferia, formando el rodete glenoideo. Esta articulación tiene el mayor grado de libertad de movimiento, pero

se consigue a expensas de la estabilidad. Existen restricciones estáticas y dinámicas del movimiento articular; entre las estáticas se incluye la anatomía articular, el labrum de la glenoides, la presión negativa, la cápsula y los ligamentos. Entre las limitaciones dinámicas se encuentra el manguito de los rotadores, el tendón del músculo bíceps braquial, y la movilidad escápulo-torácica.

17

La articulación escápulo-torácica permite el movimiento escapular contra la parrilla costal posterior, se fija primariamente por las uniones musculares escapulares. El movimiento gleno-humeral supone una relación de 2:1 en comparación con el movimiento escápulo-torácico. ¹⁸

El análisis y exploración de los tejidos blandos del hombro se pueden analizar desde 4 zonas, el Manguito Rotador (MR), las bolsas sinoviales (subacromial y subdeltoidea), la axila, y los músculos prominentes de la articulación del hombro.

19

Los músculos del aparato tronco-escapular forman el elemento activo encargado de mover toda la articulación, favoreciendo así la colocación de la mano en cualquier lugar del espacio. Estos estabilizadores dinámicos son principalmente el manguito de los rotadores. ¹⁹ El manguito rotador está formado por cuatro músculos escapulo-humerales cortos que se insertan en las tuberosidades del húmero. Los tendones del supraespinoso (Se), infraespinoso (I) y redondo menor (Rm) se insertan conjuntamente en el troquíter, mientras que el tendón subescapular (SE) lo hace en el troquín. El músculo supraespinoso es el componente principal del manguito rotador. Se origina en la fosa supraespinosa de la escápula y en la fascia supraespinosa. Las 4 fibras convergen y pasan por debajo del espacio subacromial, donde está situada la bolsa subacromial. ¹⁹

Este espacio subacromial está formado por un arco coraco-acromial, constituido por el acromion, ligamento coraco-acromial y la apófisis coracoides. Estos

elementos, junto con la articulación acromio-clavicular forman el desfiladero del supraespinoso. Esta zona suele ser un sitio de compromiso o pinzamiento. ¹⁹ Las fibras de este músculo acaban en un tendón íntimamente unido a la cápsula fibrosa de la articulación del hombro, finalizando en la carilla del supraespinoso, en la parte superior del tubérculo mayor del húmero. Estas inserciones le confieren un carácter estabilizador a la articulación, semejante a un ligamento activo. ¹⁹

Se considera que existen dos tipos de estabilizadores en el hombro. Por un lado tenemos los estabilizadores estáticos, que son los elementos óseos. Esta estabilidad se considera muy escasa debido a que la cabeza humeral es redondeada y la glenoides casi plana, con una superficie mucho más pequeña, por lo tanto los verdaderos estabilizadores se consideran los elementos dinámicos. Como se ha mencionado antes, el verdadero estabilizador dinámico es el manguito de los rotadores. ¹⁹

La función del manguito de los rotadores es centrar la cabeza humeral en la glenoides (principalmente el supraespinoso) y participar en la abducción y movimientos de rotación externa. Estos músculos comprimen la cabeza humeral contra la glena, generando un punto fijo o de apoyo para la palanca originada por los otros músculos. Si la función del manguito rotador está alterada, se producirá un desplazamiento de la cabeza humeral y afectará de forma negativa a los tejidos interpuestos, produciéndose daño sobre la bolsa sinovial y fibras de colágeno de los tendones del manguito, llevándolos a cambios inflamatorios y edema. ¹⁹

El músculo supraespinoso es el principal músculo que inicia el movimiento y el cambio funcional del brazo en abducción, flexión y rotación externa dentro de la fosa glenoidea, actuando conjuntamente con el deltoides en los primeros 90° de abducción. Es el principal apoyo estático del húmero dentro de la articulación gleno-humeral. Mantiene la cabeza del húmero junto a la cavidad glenoidea de la escápula, siendo principal para resistir la luxación inferior del húmero. ¹⁹

La articulación del hombro se mueve en tres planos del espacio: ¹⁹

- ✓ En un plano frontal (eje anteroposterior), se consideran los movimientos de aducción y abducción.
- ✓ En un plano sagital (eje transversal), se realizan movimientos de flexión y extensión.
- ✓ En un plano horizontal (eje vertical), se realizan las rotaciones, interna y externa.

Tratamiento del hombro hemipléjico

El tratamiento del hombro hemipléjico post enfermedad cerebrovascular se basa en los siguientes pilares:

- **Posicionamiento del miembro:** tradicionalmente se coloca el miembro en fase aguda en posición de abducción, rotación externa y flexión, para prevenir contracturas. Sin embargo, no existe consenso en relación a la postura idónea ni se ha demostrado su eficacia en el alivio del dolor, reducción de la subluxación y riesgo de lesión de tejidos periarticulares. ¹⁵

- **Cabestrillos y dispositivos de soporte:** se emplean con el objetivo de reducir el efecto de la gravedad sobre el miembro. Sin embargo, su uso es controvertido, ya que favorece el tono flexor, inhibe el braceo y el uso del miembro. Una revisión Cochrane sobre este tema concluye que no se han encontrado evidencia que sostengan una prevención de la subluxación, disminución del dolor o incremento de la función. ¹⁵

- **Movilizaciones pasivas:** se han observado mejoras positivas en relación a la estabilidad gleno-humeral, pero no se encontraron mejoras en relación al déficit motor, dolor o tono. ¹⁵

- **Ejercicios activos:** los estudios sugieren que los ejercicios activos son preferibles a los ejercicios pasivos. Su objetivo es el de aumentar la movilidad del brazo, especialmente la rotación externa de hombro. Hecho que se ha asociado a

mejoras del dolor. Cabe destacar, que los ejercicios agresivos y de rango amplio se encuentran desaconsejados por aumento de la sintomatología.¹⁵

•**Kinesiotape**: se suelen utilizar para reducir la subluxación humeral, además puede proporcionar estimulación sensorial. La ventaja que presenta respecto al cabestrillo es que no inmoviliza el miembro en una posición fija permitiendo su uso. Mientras que su principal desventaja es que requiere un recolocado cada 2-3 días. Se han demostrado efectos positivos sobre el dolor mientras se encuentra colocado, sin mantenimiento de los efectos tras su retirada. ¹⁵

•**Estimulación eléctrica transcutánea (TENS)**: los estudios muestran mejoras en el dolor como intervención asociada al tratamiento convencional. ¹⁵

•**Estimulación eléctrica funcional (EEF)**: se trata de una de las técnicas más empleadas y estudiadas para el hombro doloroso hemipléjico. Normalmente, se estimulan los músculos supraespinoso y deltoides posterior con una frecuencia entre 10-50 Hz. Una revisión sistemática y meta-análisis observa que el empleo de EEF temprano de manera preventiva reduce el nivel de subluxación. Mejorando la fuerza del brazo, movimiento, funcionalidad y calidad de vida.¹⁵

Para restablecer la funcionalidad motora se recurre a ejercicios fisioterapéuticos adaptados a las necesidades de cada paciente. Éstos ofrecen una progresión tanto en la dificultad de los ejercicios empleados como en los objetivos de las actividades y se fundamentan en la repetición. Las terapias se realizan cuando existe un buen nivel de seguridad para el paciente y están dirigidas al desempeño de tareas motoras importantes como prensiones, transferencias o marcha. ²⁰

Una de las terapias utilizadas para rehabilitar los miembros superiores es la terapia del movimiento inducido por restricción del lado sano, que consiste en estimular movimiento en el miembro afectado impidiendo el del miembro no lesionado. ²⁰

El uso de robots en las terapias de rehabilitación neurológica de pacientes con ECV ha demostrado mejorar la funcionalidad motora de los mismos. Estas

técnicas ofrecen ventajas comparadas con las técnicas tradicionales, como la evaluación cuantitativa y objetiva de las mejoras de cada paciente (tienen sensores que miden diferentes parámetros) y la posibilidad de obtener una terapia intensiva y repetitiva de ejercicios con opciones de variación para mejorar el sistema neuromuscular del paciente. ²¹

Los estudios neurofisiológicos sobre estimulación cerebral no invasiva han demostrado cambios en la excitabilidad neuronal, reorganización espontánea dendrítica y axonal. En humanos se ha utilizado estimulación transcraneal de corriente directa (tDCS) y estimulación magnética transcraneal para promover la recuperación funcional. Estas técnicas no son invasivas, por tanto reducen las complicaciones que se pudieran desarrollar durante la rehabilitación. Además inducen efectos a largo plazo sobre la excitabilidad cortical que duran meses después de la intervención. Son técnicas que promueven la recuperación de las funciones cognitivas y motoras, especialmente en combinación con otros tipos de intervenciones de rehabilitación, como la terapia física y ocupacional. ^{20,21}

Varios estudios demuestran que la coordinación entre rehabilitación y tratamiento farmacológico aumenta la recuperación funcional de los individuos frente al uso de cualquiera de estas técnicas por separado. ²¹

Algunos de los fármacos que han demostrado ejercer efectos positivos de recuperación de funcionalidad son los siguientes: ²⁰

- Fluoxetina: Fármaco que inhibe la recaptación de serotonina. Ejerce un papel neuroprotector. Promueve la neurogénesis del hipocampo, mejorando los déficits cognitivos. Además tiene efectos antiinflamatorios.
- Anfetamina: Induce la liberación neuronal de norepinefrina, dopamina y serotonina aumentando la plasticidad y fomentando la formación de nuevas conexiones este fármaco es relativamente ineficaz a dosis más bajas y más altas de las necesarias. En un estudio reciente ha quedado de manifiesto que la administración de 10mg dos días por semana antes de las sesiones de fisioterapia mejora la recuperación funcional. Este fármaco

incrementa los niveles de neurotransmisores y la producción de factores de crecimiento que estimulan la formación de sinapsis.

- Levodopa: Es precursora de la dopamina, que se convierte más tarde en norepinefrina. En combinación con fisioterapia mejora la recuperación funcional.
- Niacina: Ejerce efectos sobre la angiogénesis, arteriogénesis y aumenta el crecimiento y la plasticidad sináptica, además del crecimiento del axón. En estudios con ratas se ha demostrado que mejoran la restauración funcional tras administrarlo 24 horas después del daño neuronal.
- Inosina: Nucleótido que mejora la capacidad de las neuronas para formar conexiones en el lado contralateral.

La estimulación eléctrica funcional, se utiliza para tratar hemiplejía crónica desde 1960, siendo eficaz en la recuperación en pacientes con parálisis, ha demostrado ser útil en la rehabilitación de la marcha, recuperación cardiopulmonar, y en la recuperación de la función del hombro hemipléjico. Es un tratamiento habitual y reconocido entre los agentes de fisioterapia. ¹

La aplicación de EEF se realiza a través de electrodos de manera transcutánea o percutánea, se utilizan generalmente duraciones cortas de impulsos eléctricos aplicados a través de la piel para producir la activación de músculos paréticos, con una serie de pulsos que pueden ser monofásicos o bifásicos, variando la amplitud, intensidad del pulso, frecuencia y duración o tren de impulso. Los trenes de estimulación tienen diferentes combinaciones de frecuencia e intensidad, separados por rampas de ascenso, donde la intensidad es máxima y rampa de descenso, donde no se envía impulso eléctrico. Se pueden utilizar para generar la fuerza muscular necesaria para realizar una tarea funcional durante la aplicación de EEF. La intensidad se alcanza de manera progresiva para que la contracción y relajación también lo sean. ^{1,2,8}

Cuando se aplica una corriente estimulante a los electrodos colocados sobre la piel se genera un potencial de acción que viaja a lo largo del axón del músculo paralizado y las contracciones musculares se coordinan de forma que

proporcionan una contracción funcionalmente útil. Se realizan diferentes combinaciones de frecuencia e intensidad para generar la contracción muscular requerida. La mayoría de los sistemas de EEF clínicos utilizan el mínimo de frecuencia que puede generar una contracción tetánica y varían la intensidad para producir la fuerza deseada. El uso habitual de frecuencias menores de 30 Hertz (HZ) se basa en que frecuencias mayores de 30-40 HZ causan fatiga muscular.
1,8,9,22

Con un tratamiento de EEF que se ajuste a las necesidades del paciente hemipléjico post ECV, se puede disminuir el tiempo de rehabilitación y el paciente recibe menos intervenciones que generan menos costos para los Sistemas de Salud. Generando una integración más rápida y económicamente productiva del paciente en la sociedad. ^{13,14}

Efectos de EEF a nivel cortical

Wenjuan Wei y col. ² investigaron los cambios producidos mediante la aplicación de EEF a nivel cortical. Wenjuan consideró la neuroplasticidad como papel fundamental para la recuperación post ECV. El objetivo fue evaluar los cambios estructurales producidos luego de la lesión y los encontrados durante la aplicación de la estimulación eléctrica. En la investigación de Wenjuan fueron incluidos 14 pacientes. Trabajaron en el estadio subagudo de la patología (considerado como tal, el periodo comprendido entre la segunda semana y los 6 meses post ictus). Se aplicaron electrodos de superficie durante 4 semanas. Los resultados de Wenjuan mostraron una clara correlación entre la actividad cerebral relacionada con las tareas motoras solicitadas a los pacientes, además de un aumento de la actividad motora contra-lesional. Los autores coinciden en que existe organización cortical durante la recuperación. Reconocieron aumento de la excitabilidad del hemisferio afectado con mejoras perdurables en la actividad motora de la mano en el seguimiento realizado a los pacientes a los 6 meses desde la primera aplicación.
1,2

Neuroplasticidad

La plasticidad neuronal es un proceso continuo que se mantiene durante toda la vida del individuo, es decir, no es un proceso exclusivo del cerebro en desarrollo, sino que tiene lugar también en el cerebro adulto ²⁵. Puede definirse como la capacidad que posee nuestro cerebro para adaptarse a los cambios internos o externos ²⁶. Esta capacidad implica cambios neuronales a nivel estructural y funcional ²⁵ que pueden ponerse de manifiesto observando los cambios sensoriales, motores o el rendimiento cognitivo de los individuos. Así, gracias a esta capacidad, los mapas corticales se pueden modificar como consecuencia de la información sensorial, el aprendizaje o la experiencia; o como respuesta a lesiones cerebrales. Los tres primeros procesos se engloban dentro de la plasticidad fisiológica y el último dentro de la plasticidad patológica, la cual puede ser adaptativa o mal adaptativa ²⁶. La plasticidad patológica puede tener lugar en respuesta a una malformación congénita, en respuesta a un daño adquirido, o en respuesta a algún tipo de enfermedad metabólica. En esta revisión nos centraremos en la plasticidad neuronal en pacientes adultos que sufren daño adquirido. Por tanto, en este marco, el término plasticidad se describiría como el conjunto de cambios anatómicos y funcionales que se producen en el cerebro con el fin de mejorar (recuperación parcial) o recuperar totalmente la funcionalidad del mismo tras un daño adquirido. ^{26,27}

La reorganización neuronal que se produce para intentar compensar o restaurar la función perdida comienza en las áreas alrededor de la lesión y más tarde se expande a otras áreas secundarias pertenecientes al mismo hemisferio o zonas análogas del hemisferio contralateral ^{25,28}. El hemisferio contralateral puede compensar en ciertos casos los déficits haciéndose cargo de las funciones del área dañada ^{25,29-33}. A esta capacidad del cerebro se le llama plasticidad neuronal.

Plasticidad adaptativa y mal adaptativa: después de una lesión o noxa neurológica puede aparecer una plasticidad favorable que induzca una recuperación funcional, la plasticidad adaptativa es la habilidad de sobrevivir y reproducirse en un ambiente donde se presenta un daño y la plasticidad no adaptativa incluye

cualquier respuesta a una condición ambiental que no aumente la adaptación de éste ³⁴⁻³⁸.

La neuroplasticidad que se da durante la ontogenia, para la elaboración de nuevos circuitos inducidos por el aprendizaje y mantenimiento de las redes neuronales tanto en el adulto como en el anciano, se denomina plasticidad natural. Posterior a lesiones periféricas y/o centrales del sistema nervioso hay remodelación o cambios que subyacen a la recuperación clínica parcial o completa, y se denomina plasticidad post lesional ^{39,40}.

Plasticidad extraneuronal

Los fenómenos neuroplásticos no solo ocurren a nivel del ambiente intraneuronal e intersináptico (no es un asunto solo entre neuronas), sino que al parecer también hay procesos en el ambiente extracelular, tipo inducción de moléculas de adhesión celular ^{41,42} y procesos plásticos asociados al astrocito (célula principal que compone la matriz extracelular). ^{43,44}

La plasticidad que obedece más al orden de la biología neuronal e interneuronal, requiere participación de la neuroglia que ejecuta acciones de neovascularización, regulación energética, modulación metabólica ⁴⁵, regulación astrocítica de la corriente de calcio para sinaptogénesis y señalización neuronal. Por lo tanto, existen procesos neuroplásticos de orden extraneuronal ⁴⁶.

Los recientes adelantos en las neurociencias han confirmado que el cerebro tiene la capacidad de reorganizarse después de una ECV. Varios estudios han asociado elementos de la estimulación aferente con un cambio beneficioso en la actividad cerebral, incluidos: la repetición, la actividad dirigida hacia una meta funcional y la electroestimulación. Estos indicios de las neurociencias coinciden con observaciones menos sistemáticas de la bibliografía de fisioterapia que indican que la repetición e intensidad, la actividad funcional y la electroestimulación podrían promover la recuperación del movimiento y la capacidad funcional después del accidente cerebrovascular. Por consiguiente, la evidencia científica indica que la recuperación motora puede mejorar con la administración de una

dosis apropiada de estimulación aferente, que surgiría normalmente de las actividades funcionales. Sin embargo, muchas personas con parálisis o incluso con paresia después del accidente cerebrovascular no podrían participar en el entrenamiento funcional. En los casos en que la parálisis o la paresia impidieran la activación voluntaria suficiente del músculo para producir actividad funcional, la electroestimulación podría ser beneficiosa. Además, podría esperarse que la falta de uso produjera cambios en las propiedades del músculo esquelético después del accidente cerebrovascular debido a la alteración de la transmisión neuromuscular descendente. En efecto, estas expectativas están apoyadas por los hallazgos de una reducción general de la capacidad funcional de los músculos esqueléticos después del accidente cerebrovascular no relacionada con el tiempo transcurrido desde la ECV ni con la gravedad de la paresia, pero sí con la ausencia de ejercicio físico diario. Las expectativas también están avaladas por el hallazgo que los comandos descendentes desde la corteza dañada hacia el lado parético no logran activar a las neuronas motoras alfa de umbral alto que estimulan las fibras Tipo II. La posibilidad que la electroestimulación mejore la capacidad para contraer el músculo esquelético después del accidente cerebrovascular se ejemplifica en un estudio en el cual la fuerza máxima de dorsiflexión del tobillo después de la estimulación eléctrica del nervio peroneo común fue igual en los lados parético y no parético, aunque la dorsiflexión voluntaria máxima en el lado parético fue mucho menor con respecto al lado no parético. Por consiguiente, los hallazgos de la investigación indican que la electroestimulación, proporcionada en la dosis apropiada, puede promover la recuperación del movimiento o la capacidad funcional después de la ECV en mayor medida que el paquete de fisioterapia convencional. ^{47,48}

Las tecnologías de apoyo son la clave para mejorar la calidad de vida de personas con problemas de movilidad ⁴⁹. Pacientes que sufren parálisis cerebral, derrame cerebral, daños en la columna vertebral u otros problemas neuromusculares pueden, actualmente, disfrutar de dispositivos que les ayudan tanto a paliar algunos déficits en sus actividades de la vida diaria como en la rehabilitación de los miembros paralizados ^{50,51,52}. La imposibilidad para interactuar con el medio

físico y social tiene un impacto muy negativo en estos pacientes en situación de discapacidad ^{51,53-58}.

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO METODOLÓGICO

Tipo de estudio: Se realizó un estudio experimental de corte explicativo, longitudinal, cualitativo-cuantitativo con grupo control.

Población y muestra: De 45 pacientes que ingresaron a la clínica de Lesiones Estáticas encefálicas de Adulto del CIREN, con el diagnóstico de ECV isquémica, con motivo de realizar programa neurorestaurativo, se seleccionaron 30 pacientes según los criterios de inclusión, que recibieron como tratamiento la terapia física convencional y estímulo eléctrico funcional, en el período comprendido entre enero de 2018 a junio de 2018.

Criterios de inclusión:

- Pacientes con sistema nervioso periférico indemne.
- Ausencia de limitaciones o alteraciones articulares en las articulaciones implicadas.
- La piel donde se van a aplicar los electrodos debe estar indemne.
- Pacientes motivados con el proceso de rehabilitación del hombro hemipléjico.
- Pacientes deben mostrar facultades cognitivas adecuadas y capacidad de aprendizaje para manejar el sistema EEF.
- Pacientes que no padezcan disreflexias autonómicas o crisis vegetativas frecuentes.

Criterios de exclusión:

- Presencia de osteoporosis severa o fracturas recientes en sitio de aplicación de EEF.
- No cooperación de los pacientes, por trastornos de conducta, psicológicos o psiquiátricos.

- Pacientes que no estén de acuerdo a formar parte del estudio.

Grupo control: estuvo conformado por 15 pacientes de diferentes grupos étnicos, que acudieron al CIREN con diagnóstico de ECV isquémica, con motivo de realizar Programa Neurorestaurativo, a los que se aplicó el tratamiento convencional (Tratamiento medicamentoso y Ejercicios físicos).

Grupo experimental: estuvo conformado por 15 pacientes de diferentes grupos étnicos, que acudieron al CIREN con diagnóstico de ECV isquémica, con motivo de realizar Programa Neurorestaurativo, a los que se aplicó el tratamiento experimental (Tratamiento medicamentoso, físico y Estimulación Eléctrica funcional).

Procedimiento ético de la investigación

La investigación se sustenta en los principios de la ética, resguardando el derecho de los sujetos a proteger su integridad, registrados en la declaración de Helsinki de 1964, y enmendados por las Asambleas Mundiales de Hong Kong en 1983; Edimburgo 2000; Tokio 2004; Seúl 2008 y Fortaleza, Brasil, 2013; los cuales se tuvieron presente durante el desarrollo de la misma. Se solicitó a los pacientes incluidos, su aprobación para participar en la investigación, mediante la firma del consentimiento informado. (Anexo I)

El estudio tiene una finalidad puramente científica, sin afectaciones del medio ambiente, ni riesgos predecibles. La información obtenida no se empleará para otros fines fuera del marco de la investigación. Se realizó una solicitud a la dirección del Centro y del Servicio para realizar la investigación y el proyecto fue aprobado por el Consejo Científico de la Institución antes de su ejecución.

No se publicará ninguna información que pueda dañar física ni emocionalmente a las personas estudiadas. Así mismo se mantendrá la confidencialidad sobre los datos personales de las pacientes.

Metodología

Métodos teóricos

- ✓ Histórico-lógico: se utilizó en la búsqueda de los antecedentes del tema a investigar para reproducir en el plano teórico a través de la evolución histórica lo aspectos más importantes sobre el objeto de estudio planteado.
- ✓ Analítico-Sintético: permitió analizar la información estudiada para luego llegar a la síntesis, vincularla como un todo y poder establecer criterios y conclusiones sobre la problemática a investigar.
- ✓ Hipotético-Deductivo: se utilizó para inferir sobre el objeto de estudio, campo de acción y objetivos para sobre la base de la lógica deducir y llegar a confeccionar una solución desde la teoría sobre el problema científico formulado.

Métodos empíricos

- ✓ Consulta a documentos oficiales: permitió poder tener acceso a las historias clínicas de los pacientes para establecer una caracterización minuciosa de los mismos. Además efectuar el análisis sobre las formas de tratamiento físico más común para el hombro hemipléjico, post Enfermedad Cerebrovascular isquémico.
- ✓ Sistémico estructural-funcional: se utilizó al establecer las relaciones funcionales que deben existir entre los elementos que conforman el sistema de ejercicios físico y a partir de sus características establecer una sinergia entre sus propiedades.

- ✓ Experimento: permitió poder confeccionar dos grupos de investigación (control y experimental) para tener un control de sus variables durante todo el proceso de medición.
- ✓ Medición: permitió poder aplicar en todo momento la Escala de Constant y la Ecografía, a la muestra objeto de estudio para conocer su estado antes, durante y después de aplicados los protocolos de tratamientos.
 - Escala de Constant: Evalúa dolor, movilidad articular activa, movilidad corriente y fuerza muscular, en los pacientes con afección de hombro.

El estudio ecográfico se realizó por personal calificado con experiencia en el aparato locomotor, en consulta de Imagenología del CIREN, siendo indicado realizarse para el diagnóstico y el seguimiento.

Método estadístico

Se emplearon las medidas descriptivas para las variables de estudio. Se efectuó un análisis de varianza de medidas repetidas (Anova) de un factor para contrastar el efecto de las variables Potencia y Resultado Global en los diferentes momentos de medición.

Se efectuó la prueba *pot-hoc* de Games–Howell (no asumiendo varianzas iguales, siendo la homocedasticidad $p=0,001$ para el Grupo Experimental y $p=0,002$ para el Grupo Control) ya que no existe homogeneidad de varianza en la variable Potencia y la prueba *pot-hoc* de Bonferroni (asumiendo varianzas iguales, siendo la homocedasticidad $p=0,513$ para el Grupo Experimental y $p=0,113$ para el Grupo Control) ya que existe homogeneidad de varianza en la variable Resultado Global.

Tabla 1. Prueba de homogeneidad de varianza para las variables de estudio Potencia y Resultado Global

| Grupo | Variabes | Estadístico de Levene | Sig. |
|--------------|------------------|------------------------------|-------------|
| Experimental | POTENCIA | 6,556 | 0.001 |
| | RESULTADO GLOBAL | ,774 | 0.513 |
| Control | POTENCIA | 5,774 | 0.002 |
| | RESULTADO GLOBAL | 2,080 | 0.113 |

Nivel de significación * ($p \leq 0,05$)

Se comprende para los resultados de la Tabla 1 como no existe homogeneidad de varianza en la variable POTENCIA ($p=0.001$) en el GE y ($p=0.002$) en el GC, no sucediendo así en la variable RESULTADO GLOBAL ($p=0.513$) en el GE y ($p=0.113$) en el GC que si presenta homogeneidad de varianza.

Tabla 2. Prueba de análisis de varianza de medidas repetidas Anova de un factor para contrastar el efecto entre las variables Potencia y Resultado Global

| Grupo | Variabes | F | Sig. |
|--------------|---------------------------|----------|-------------|
| Experimental | MOMENTOS-POTENCIA | 236,480 | 0.000 |
| | MOMENTOS-RESULTADO GLOBAL | 155,587 | 0.000 |
| Control | MOMENTOS-POTENCIA | 172,722 | 0.000 |
| | MOMENTOS-RESULTADO GLOBAL | 156,090 | 0.000 |

Nivel de significación * ($p \leq 0,05$)

La Tabla 2 muestra la interrelación que se establece entre las variables (Momentos vs Potencia y Momentos vs Resultado Global) en los dos grupos de investigación con un $F= 236,480$ y $F= 155,587$ para el grupo experimental y con un $F= 172,722$ y $F= 156,090$, donde el Anova para las parejas de variables cotejadas evidencia resultados ($p=0,000$).

Procedimiento metodológico de la investigación

La metodología seguida para esta investigación consistió en que a 30 pacientes, que ingresaron a la clínica de Lesiones Estáticas Encefálicas del CIREN, con diagnóstico de ECV isquémica, que presentaban como secuela hombro hemipléjico, en el período de estudio de enero de 2018 a junio 2018, y que cumplieron con los criterios de inclusión se les aplicó el Consentimiento informado (Anexo 1).

Posteriormente se realizó la evaluación clínica inicial, que consistió en la realización de la historia clínica por personal especializado, que recogió los aspectos clínicos y socio demográficos, examen físico con maniobras de exploración específicas para la entidad en estudio. (Anexo 2)

A continuación se aplicó a ambos grupos de pacientes la Escala de Constant (Anexo 3) y seguidamente se realizó la evaluación por la técnica Ecografía articular del hombro hemipléjico.

Posteriormente se aplicó el sistema de ejercicios físicos o terapia física convencional del Programa Neurorestaurativo (Anexo 4) a los pacientes del Grupo Control y Estimulación Eléctrica Funcional a los pacientes del Grupo Experimental, durante 3 meses para finalmente volver a ser evaluados, con la realización del Escala de Constante y la Ecografía.

Técnica del examen de la articulación del hombro con ultrasonido

Se requiere del empleo del Ultrasonido de Alta Resolución (USAR), así como de gran experiencia por parte del técnico explorador. Para este examen, el paciente debe de estar sentado preferentemente en una silla giratoria con el explorador colocado por detrás o lateralmente, los brazos en posición anatómica funcional, el hombro en posición neutra o ligera rotación externa, el antebrazo flexionado formando un ángulo de 90° con respecto al brazo y la mano en supinación.

Se comienza con el hombro sintomático, el contralateral es evaluado para establecer comparaciones con el fin de distinguir posibles peculiaridades anatómicas de verdaderas lesiones.

Se realiza además un estudio dinámico de ésta articulación que incluye movimientos de rotación externa e interna del brazo, lo que favorecerá una mejor visualización de las estructuras blandas, especialmente del Manguito Rotador dado que parte de este, está cubierto por el acromión con el hombro en posición neutra.

El hombro se estudia sucesivamente, por los planos anteriores, anterolateral y posterolateral, realizándose cortes transversales y longitudinales o sagitales en cada uno de estos planos, con barrido en sentido céfalo-caudal y latero-medial, tomando como puntos de referencias estructuras óseas tales como la coracoides, acromión, cabeza humeral y corredera bicipital.

La exploración se realiza por este orden:

- 1) El tendón de la (PLB)
- 2) Tendón del subescapular (SE)
- 3) Articulación acromioclavicular (AC)
- 4) Bursa subacromio-deltaidea (BSAD), tendón del supraespinoso (Se), infraespinoso (Le) y redondo menor (Rm)
- 5) Receso glenohumeral posterior y rodete glenoideo posterior
- 6) Todas estas estructuras se estudian en situación estática y dinámica con cortes transversales y longitudinales

Mediciones mediante ultrasonido en los diferentes planos

Plano anterior: el estudio se inicia realizando un corte transversal en la región antero-superior del hombro, realizándose un barrido céfalo-caudal, sobre el eje

longitudinal del húmero, buscando visualizar al tendón de la PLB dentro del canal bicipital, el cual se verá como una estructura circular. Desplazando el transductor al más craneal y medial se aprecia como este tendón penetra al espacio articular teniendo. A continuación se gira el transductor 180° para visualizar el tendón de la PLB en cortes longitudinales y aparece este como una estructura de baja ecogenicidad, de 2 mm de diámetro, recubierto por una vaina hiperecogénica que contacta con la superficie rugosa del surco bicipital, lo que provoca una gruesa interfase.

Posteriormente se explora el tendón de Subescapular para lo cual transductor se sitúa de nuevo en posición transversa en la porción antero-superior del hombro. En este corte se identificar la superficie cortical de la coracoides que aparece como una imagen ecorrefringente de 10 mm de largo y que provoca una gran sombra acústica y lateral a esta se visualiza la porción anterior del músculo deltoides, el tendón Subescapular y la superficie cortical del húmero que incluye a la tuberosidad menor, a la corredera bicipital y a la tuberosidad mayor, en esta región, y cuando está distendida, se puede ver la Bursa Subacromio-deltoidea.

El tendón Subescapular se localiza entre la coracoides y el tendón de la PLB, cubriendo la superficie anterior de la cabeza humeral y se inserta en la tuberosidad menor. Algunas de sus fibras se continúan sobre el canal bicipital formando el ligamento humeral transverso. Se le pide al paciente que realice la máxima rotación externa del hombro con el brazo en ligera abducción, con esta maniobra se expone el tendón del Subescapular desde su inserción en el troquín.

Para el diagnóstico de una luxación de la porción larga del bíceps es aconsejable realizar inicialmente su estudio en posición neutra y luego en máxima rotación externa, demostrándose que en los casos positivos el surco bicipital está vacío con el tendón luxado medialmente y por detrás del tendón del Subescapular.

Luego se explora la articulación Acromio-clavicular que en el corte transversal aparece como una superficie ecorrefringente lineal y simétrica constituida por el extremo lateral de la clavícula y el acromión, interrumpida por una zona sin eco que se corresponde con el espacio articular.

Plano supero-lateral: se coloca el transductor en la posición supero externa del hombro iniciándose con cortes transversales, identificándose el acromión la superficie cortical de la cabeza humeral y por encima de esta al tendón del supraespinoso (Se), cuya morfología normal es en “pico de loro” insertándose en el troquiter. Además se visualizará la porción lateral del músculo deltoides, y entre este y el Supraespinoso, la bursa subacromio-deltoidea.

Es aconsejable el palpar con la mano libre el extremo del acromión, mientras se maneja el transductor con la otra mano para estar seguro de realizar un examen correcto del Supraespinoso. La posición ideal es colocar el transductor inmediatamente por debajo del borde lateral del acromión. El tendón del supraespinoso se extiende sólo unos pocos milímetros por debajo de la extremidad del acromión.

De ahí la necesidad de colocar el transductor medialmente para confirmar la ausencia del tendón en caso de ruptura completa. Es aconsejable que el paciente realice la máxima rotación interna del hombro, lo que logra poner en evidencia la mayor parte del tendón que aparece en cortes transversales como una banda continua y en cortes corónales toma un aspecto triangular.

El tendón es muy homogéneo y cualquier alteración de su aspecto nos debe hacer sospechar una lesión del manguito, por lo que siempre deben realizarse otros cortes para ver si persiste el aspecto patológico. En el mismo plano se coloca el transductor en la línea media del tercio proximal del brazo, orientado en sentido longitudinal, lo que permite estudiar la porción lateral del músculo deltoides y cuando está distendida, a la Bursa subacromio-deltoidea por debajo del mismo.

Plano postero-lateral. Se inicia con un corte transversal colocándose el transductor en una posición postero-externa del hombro, que permite visualizar el acromión, la cabeza humeral, el tendón del Se así como la porción posterior del músculo deltoides y la Bursa subacromio-deltaidea (BSAD), cuando esta distendida (patológica).

En el mismo plano posterior se realiza un corte oblicuo girando el transductor desde la posición previa en sentido contrario a las manecillas del reloj hasta dejar de visualizar el acromión apareciendo entonces los tendones de Infraespinoso y del Redondo menor, y en situación más profunda el rodete glenoideo postero-inferior. Estas estructuras al igual que el cartílago articular son se definen mejor pidiéndole al paciente que se palpe la parte anterosuperior del hombro contralateral con la palma de la mano del hombro afecto.

La morfología normal del Le es algo aplanada en comparación con el Supraespinoso y ecográficamente no se individualiza del tendón del Redondo menor en la mayoría de los individuos. La porción posterior del rodete glenoideo aparece como una estructura triangular hiperecólica que separa al tendón del infraespinoso de la glenoides. Este plano posterior es el ideal para el diagnóstico de los pequeños derrames articulares, realizando para ello un corte longitudinal que permite visualizar la distensión del receso glenohumeral posterior en los casos de sinovitis.

Plano axilar: con el brazo del paciente abducido a 90° se coloca el transductor en el plano axilar y en situación longitudinal (corte longitudinal), identificándose la cabeza humeral, el cartílago y la cápsula articular. El cartílago articular es anecóico y se sitúa entre la cabeza humeral y la capsular articular que son estructuras hiperecólicas y que delimitan el espacio articular. Cuando la distancia entre la cabeza humeral y la cápsula articular es mayor de 3.5 mm o una

diferencia de 1 mm entre derecha e izquierda es considerado signo de efusión articular.

Terapia Física Convencional

Primera Etapa. (Preparación General).

1. Movilizaciones pasivas de las articulaciones del hemicuerpo afecto.
2. Movimientos activos asistidos.
3. Ejercicios activos: Libres y Resistidos.
4. Ejercicios activos para el cuello, tronco y extremidades superiores sanas.
-Flexiones, extensiones, torsiones, rotaciones y círculos. Estos se realizarán en sedestación o bipedestación de acuerdo con las posibilidades del paciente.
5. Aplicar tratamientos con aditamentos correctores en caso que lo requiera.
6. Masajes locales.
7. Estiramientos pasivos y activos.
8. Termoterapia.

Segunda Etapa (Preparación Especial)

Para la extremidad superior afectada con integración de la sana:

1. Realizar movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción, rotación y círculos del hombro de forma activa y luego resistida.
2. Realizar ejercicios activos-resistidos de flexión y extensión del antebrazo.
3. Trabajar los movimientos activos-resistidos de pronosupinación, flexión-extensión y laterales del brazo.
- Se incorporarán a los ejercicios diferentes implementos de forma gradual tales como sobrepesos, tensores, poleas de pared y hérocles.

Trabajo en la rueda de hombro.

Se irá aumentando gradualmente la amplitud de trabajo en la rueda con la extremidad afectada.

Realizar movimientos libres con sobrepesos en la extremidad superior.

Trabajo en la piscina terapéutica.

En los casos que el paciente utilizara aditamentos u ortésis se continuará el trabajo con las mismas.

Dosificación de la Estimulación Eléctrica Funcional

Tipos de intervención

La electroestimulación, aplicada al sistema neuromuscular periférico a través de electrodos externos o internos y diseñada para mejorar el control del movimiento voluntario (deterioro motor y normalidad del movimiento), la capacidad motora funcional y las actividades de la vida diaria (AVD). Esta aplicación de la electroestimulación se ha denominado "reentrenamiento neuromuscular".

Tipo de electrodo

(1) Externo

(2) Interno

Tipo de electroestimulación

(1) Canal único

(2) Canales múltiples

(3) Canales múltiples con patrón

(4) Estimulación eléctrica funcional (EEF; activada por EMG)

(5) Estimulación eléctrica neuromuscular transcutánea (TENS).

En nuestro estudio se utilizó la corriente farádica bifásica 1/20, Pulso rectangular o triangular; los trenes de impulsos y reposo están en dependencia de las características individuales de cada paciente al igual que la rampa. Intensidad hasta lograr el movimiento funcional deseado. Se aplica 5 minutos por cada grupo muscular, frecuencia entre 10-50 Hz.

Colocación de Electrodo por grupos musculares.

Músculos a estimular:

- Trapecios.
- Deltoides fibras anteriores, medias y posteriores.
- Subescapular, infraespinoso y supraespinoso.
- Bíceps y tríceps.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 3. Distribución según edad y sexo los pacientes con hombro hemipléjico post Enfermedad Cerebrovascular Isquémica.

| Grupos Etáreos | Grupo Experimental (GE) | | Grupo Control (GC) | |
|----------------|-------------------------|---|--------------------|---|
| | F | M | F | M |
| 20-39 años | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 40-59 años | 3 | 6 | 3 | 4 |
| Más de 60 años | 1 | 2 | 1 | 5 |

Fuente: Historia clínica

En la **Tabla 3** se muestran la distribución de los pacientes según grupos etáreos, donde predomina un total de 6 pacientes con edades comprendidas entre 40-59 años del sexo masculino en el grupo experimental en comparación con 5 pacientes mayores de 60 años del sexo masculino en el grupo control.

Tabla 4. Factores de riesgo modificables en los pacientes con hombro hemipléjico post Enfermedad Cerebrovascular Isquémica.

| Factor de Riesgo | Grupo Experimental (GE) | | Grupo Control (GC) | |
|-----------------------------|-------------------------|----------|--------------------|----------|
| | Artritis | Artrosis | Artritis | Artrosis |
| Hipertensión arterial | 4 | | 2 | |
| Cardiopatía Isquémica | 2 | | 1 | |
| Enfermedad Reumáticas | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | 3 | | 6 | |
| Diabetes Mellitus | 3 | | 6 | |
| Obesidad | 2 | | 1 | |
| Hábito de fumar | 6 | | 7 | |
| Consumo habitual de Cocaína | 0 | | 0 | |
| Consumo habitual de Alcohol | 4 | | 5 | |

| | | | | |
|------------------------|------|-------|------|-------|
| Enfermedad de Tiroides | Hipo | Hiper | Hipo | Hiper |
| | 0 | 0 | 1 | 2 |

Los factores de riesgo en los pacientes con hombro hemipléjico post Enfermedad Cerebrovascular se presentan en la Tabla 4, donde encontramos 4 HTA GE y 2 GC con Cardiopatía Isquémica 2 GE y 1 GC. Las enfermedades reumáticas que prevalecieron fueron: artritis y artrosis 2 casos GE y 1 caso para ambas enfermedades en el GC. El GC presentó más casos de diabéticos 6 y solamente el GE presentó 3 casos. La enfermedad de la Tiroides se manifestó con prevalencia para el GC distribuidas en 1 caso con Hipotiroidismo y 2 casos con Hipertiroidismo. Sin embargo para el GE no se reportaron casos.

Tabla 5. Tipos de lesión del hombro hemipléjico post enfermedad cerebrovascular isquémica diagnosticada por Ultrasonido de Alta Resolución.

| Pacientes | Grupo Experimental (GE) | Grupo Control (GC) |
|-----------------|-------------------------|--------------------|
| Supraespinoso | 6 | 4 |
| Subescapular | 2 | 1 |
| SLAB | 2 | 1 |
| BSASD | 3 | 5 |
| B.Subcoracoidea | 2 | 4 |
| Mixtos | 5 | 3 |

La Tabla 5 presenta los diferentes tipos de lesión diagnosticada por Ultrasonido de Alta Resolución en el hombro hemipléjico post enfermedad cerebrovascular isquémica para los grupos investigados. Podemos observar como el GE existe un predominio en lesión del Supraespinoso 7 casos para 4 GC, no comportándose así para la lesión del Subescapular, GE 2 y 1 casos GC. La lesión de labrum glenoideo (SLAB en inglés) fue reportado de 2 casos para GE y un caso para GC. La Bursitis subacromio-subdeltoidea (BSASD) existió predominancia en el GC con 5 casos y el GE solo 3 casos. La Bursitis Subcoracoidea (B. Subcoracoidea) fue prevalente en el GC con 4 casos y para el GE con 2 casos. Hubo una mayoría de lesiones concomitantes con 5 casos en el GE con respecto 3 casos en el GC.

Tabla 6. Escala de Constant. Variable Dolor

| Grupo/Momentos | Al inicio | Al mes | A los dos meses | A los tres meses |
|-----------------------|------------------|---------------|------------------------|-------------------------|
| Experimental (GE) | 0 | 5 | 10 | 15 |
| Control (GC) | 0 | 0 | 5 | 10 |

En la Tabla 6 muestra la evolución de la percepción del dolor durante los diferentes momentos de medición observándose una mejoría absoluta en el alivio en el GE con respecto al GC. El ambos tratamientos fueron efectivos, pero podemos decir que el tratamiento (estimulación eléctrica funcional) alivió más rápido el dolor que el tratamiento convencional, la diferencia se encuentra en el punto alcanzado al mes GE 5 puntos (dolor medio) GC 0 puntos (dolor intenso).

Tabla 7. Medidas descriptivas. Escala de Constant. Variable Movilidad Activa Movimiento de Abducción.

| Grupo/Momentos | Al inicio | Al mes | A los dos meses | A los tres meses |
|-----------------------|------------------|---------------|------------------------|-------------------------|
| Experimental (GE) | 0 | 4 | 8 | 10 |
| Control (GC) | 0 | 2 | 4 | 8 |

La funcionabilidad del movimiento Abducción se ve reflejado en los resultados que se muestran en la Tabla 7. Existe mejora funcional en ambos grupos evaluados para los diferentes momentos de evaluación. Sin embargo el GE alcanzó más pronta la mejoría de movilidad articular que el GC al mes del tratamiento GE 4 puntos GC 2 puntos como al final del mismo GE 10 puntos y GC 8 puntos. Esto afirma que el tratamiento (estimulación eléctrica funcional) restablece la función articular más rápido que el tratamiento convencional.

Tabla 8. Medidas descriptivas. Escala de Constant. Variable Movilidad Activa Movimiento de Flexión.

| Grupo/Momentos | Al inicio | Al mes | A los dos meses | A los tres meses |
|-----------------------|------------------|---------------|------------------------|-------------------------|
| Experimental (GE) | 0 | 4 | 8 | 10 |
| Control (GC) | 0 | 2 | 4 | 8 |

La funcionabilidad del movimiento Flexión se ve reflejado en los resultados que se muestran en la Tabla 8. Existe mejora funcional en ambos grupos evaluados para los diferentes momentos de evaluación. Sin embargo el GE alcanzó más pronta la mejoría de movilidad articular que el GC al mes del tratamiento GE 4 puntos GC 2 puntos como al final del mismo GE 10 puntos y GC 8 puntos. Esto afirma que el tratamiento (estimulación eléctrica funcional) restablece la función articular más rápido que el tratamiento convencional.

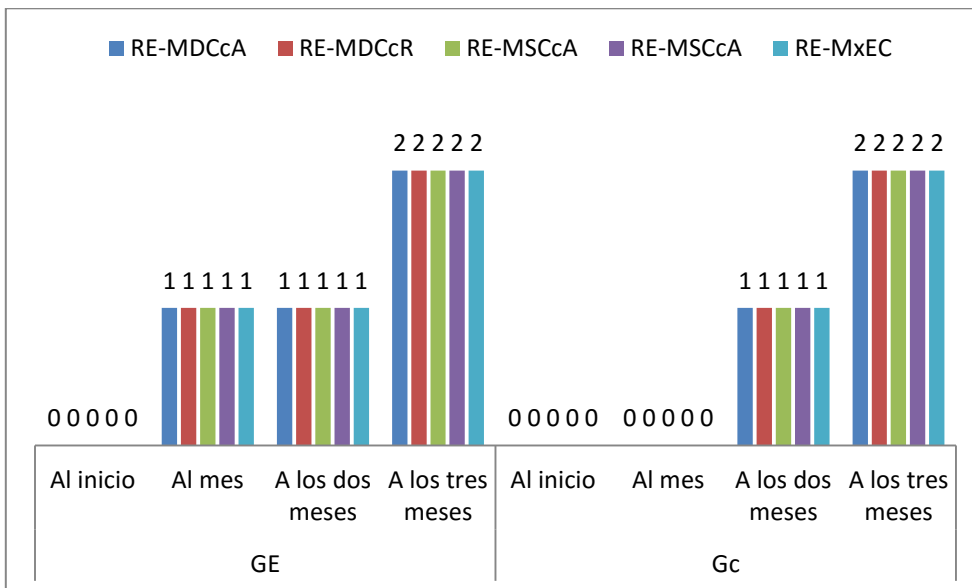


Gráfico 1. Resultados de la Escala de Constant. Variable Movilidad Activa Movimiento de Rotación Externa

El gráfico 1 muestra los resultados de la Escala de Constant para la variable Movilidad Activa en el movimiento de rotación externa para ambos grupos evaluados. La medición inicial muestra limitación en la funcionalidad del movimiento del hombro para las tareas asignadas en ambos grupos. No obstante el GE al mes tuvo mejor desempeño funcional en los movimientos evaluados que el GC, siendo meritorio destacar la influencia que ejerció el tratamiento (estimulación eléctrica funcional aplicado al GE) lográndose restablece la función articular más rápido que el tratamiento convencional en el GC. Tanto para el GE como para el GC a los dos y tres meses de culminar con sus respectivos tratamientos se evidenció una notable mejoría en el logro de habilidades para

realizar los movimientos: Mano detrás de la cabeza con codo adelantado, Mano detrás de la cabeza con codo retrasado, Mano sobre la cabeza con codo adelantado, Mano sobre la cabeza con codo retrasado y Mano por encima de la cabeza alcanzando puntuaciones entre 1 y 2 notas buenas y excelentes para la prueba.

Tabla 9. Resultados de la Escala de Constant. Variable Movilidad Activa. Movimiento de Rotación Interna.

| GE | Al inicio | Al mes | A los dos meses | A los tres meses | GC | Al inicio | Al mes | A los dos meses | A los tres meses |
|----------|-----------|--------|-----------------|------------------|----------|-----------|--------|-----------------|------------------|
| RI-MHm | NT | 0 | 0 | 0 | RI-MHm | NT | NT | 0 | 0 |
| RI-MHg | NT | 2 | 2 | 2 | RI-MHg | NT | NT | 2 | 2 |
| RI-MHrls | NT | 4 | 4 | 4 | RI-MHrls | NT | NT | 4 | 4 |
| RI-MHt | NT | 6 | 6 | 6 | RI-MHt | NT | NT | 6 | 6 |
| RI-Mhuvt | NT | 8 | 8 | 8 | RI-Mhuvt | NT | NT | 8 | 8 |
| RI-MH7vt | NT | 10 | 10 | 10 | RI-MH7vt | NT | NT | 10 | 10 |

Leyenda: **NT:** No Toca, **RI-MHm:** Rotación interna con la orden de Mano homolateral tocando con su cara dorsal el Muslo, **RI-MHg:** Rotación interna con la orden de Mano homolateral tocando con su cara dorsal el Glúteo, **RI-MHrls:** Rotación interna con la orden de Mano homolateral tocando con su cara dorsal la Región lumbosacra, **RI-MHt:** Rotación interna con la orden de Mano homolateral tocando con su cara dorsal el Talle, **RI-Mhuvt:** Rotación interna con la orden de Mano homolateral tocando con su cara dorsal la Última vértebra torácica y **RI-MH7vt:** Rotación interna con la orden de Mano homolateral tocando con su cara dorsal la Séptima vértebra torácica.

La Tabla 9 muestra los resultados de la Escala de Constant para la variable Movilidad Activa en el movimiento de rotación interna para ambos grupos evaluados. La medición inicial muestra limitación en la funcionalidad del movimiento del hombro para las tareas asignadas en ambos grupos, no tocan la

zona asignada, manteniéndose así en el GC durante la evaluación al mes. Existió mejor desempeño funcional en el tiempo de evolución para el GE en los movimientos evaluados. Para ambos grupos, a los dos y tres meses de culminar con sus respectivos tratamientos se evidenció una notable mejoría en el logro de habilidades para realizar los movimientos de rotación interna con la orden de Mano homolateral tocando con su cara dorsal: Muslo, Glúteo, Región lumbosacra, Talle, Última vértebra torácica y Séptima vértebra torácica, facilitando el desempeño para las diferentes actividades de la vida diaria.

Tabla 10. Medidas descriptivas y prueba Pot-Hoc Games-Howell. Variable Potencia.

| Momento | Media | Desviación típica | Coefficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo | Prueba Games-Howell (p=0.05) |
|---------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|
| Grupo Experimental | | | | | | |
| Inicial | 1,60 | 0,502 | 31,4 | 1,10 | 2,74 | 1.000 |
| Al mes | 12,50 | 2,702 | 21,6 | 6,69 | 18,69 | 0.000 |
| A los dos meses | 18,08 | 2,461 | 13,6 | 13,36 | 21,32 | 0.000 |
| A los tres meses | 22,07 | 2,535 | 11,4 | 18,16 | 24,98 | 0.000 |
| Grupo Control | | | | | | |
| Inicial | 1,00 | 0,423 | 42,3 | 0,33 | 1,58 | 1.000 |
| Al mes | 12,50 | 2,702 | 21,6 | 6,69 | 18,69 | 0.000 |
| A los dos meses | 15,75 | 3,077 | 19,5 | 10,36 | 20,32 | 0.000 |
| A los tres meses | 20,18 | 2,530 | 12,5 | 17,17 | 24,23 | 0.000 |

La Tabla 10 evidencia las medidas descriptivas y prueba Pot-Hoc Games-Howell para la variable Potencia en ambos grupos evaluados. Se evidencia disminuida la capacidad de potencia en el GE y GC en la evaluación inicial (p=1,000) no significativos, lo que afirma, desfavorable condición discapacitante en el desarrollo muscular y de fuerza para la articulación del hombro. El grupo tuvo un incremento marcado en las mediciones posteriores, lo que muestra una tendencia a una más

rápida funcionalidad articular. La homogeneidad en los resultados tiende a mejorar en la medida que transcurre el tiempo de tratamiento, como bien lo refleja el coeficiente de variación. El GE presentó mejores resultados en la potencia que el GC entre el segundo y tercer mes de tratamiento ($p=1,000$). Ambos grupos al final alcanzaron resultados muy significativos en el desarrollo de la fuerza muscular, favoreciéndoles levantar mayor peso.

Tabla 11. Medidas descriptivas y prueba Pot-Hoc Bonferroni. Variable Resultado Global.

| Momento | Media | Desviación típica | Coeficiente de variación | Valor mínimo | Valor máximo | Prueba Bonferroni ($p=0.05$) |
|---------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|--|
| Grupo Experimental | | | | | | |
| Inicial | 27,47 | 6,664 | 24.2 | 18 | 41 | 1.000 |
| Al mes | 54,47 | 9,273 | 17.0 | 40 | 66 | 0.000 |
| A los dos meses | 76,67 | 8,217 | 10.7 | 59 | 88 | 0.000 |
| A los tres meses | 84,53 | 7,405 | 8.7 | 68 | 95 | 0.000 |
| Grupo Control | | | | | | |
| Inicial | 23,67 | 7,432 | 31.3 | 10 | 38 | 1.000 |
| Al mes | 50,67 | 9,656 | 19.0 | 33 | 66 | 0.000 |
| A los dos meses | 68,80 | 7,203 | 10.4 | 55 | 78 | 0.000 |
| A los tres meses | 79,60 | 5,435 | 6.8 | 68 | 87 | 0.000 |

La Tabla 11 muestra las medidas descriptivas y prueba Pot-Hoc Bonferroni para la variable Resultado Global, donde en ambos grupos existió mejorías considerables. En los grupos se observa un marcado incremento en los puntos alcanzados, evidenciando una tendencia a una más rápida dependencia funcional para la articulación del hombro. En ambos grupos la homogeneidad en los resultados tiende a mejorar en la medida que transcurre el tiempo de tratamiento, como bien lo refleja el coeficiente de variación. El GE presentó mejores resultados que el GC en todos los momentos de medición ($p=1,000$) y ($p=0,000$). Ambos grupos al final

alcanzaron resultados muy significativos en el desarrollo de la fuerza muscular, favoreciéndoles una funcionalidad articular que le permitieron estar listos para realizar las diferentes actividades de la vida diaria.

CONCLUSIONES

Las características de los pacientes permitió conformar la muestra objeto de estudio según: predominando el sexo masculino, en edades comprendidas entre 40-59 años en el grupo experimental, y mayores de 60 años en el grupo control, predominaron además, la Diabetes Mellitus en el grupo control y la Hipertensión arterial en el grupo experimental como factores de riesgo o comorbilidades asociadas.

La estimulación eléctrica funcional aplicada a los pacientes del grupo experimental, influyó positivamente en la evolución de los mismos, toda vez que mejoró la evolución de los pacientes, constatándose objetivamente con la aplicación de la Escala de Constant, antes y después del experimento (alivió el dolor y mejoró la funcionabilidad articular), favoreciendo el proceso de rehabilitación física del hombro hemipléjico post enfermedad cerebrovascular isquémica, aspectos que permiten aceptar la hipótesis científica planteada en la investigación.

RECOMENDACIONES

Divulgar los resultados de la investigación en la comunidad científica nacional e internacional.

Conformar un tercer grupo experimental que incluye pacientes con ECV + EEF solamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López, Y. Efectos de la estimulación eléctrica funcional sobre la función de la mano espástica post ACV. Revisión Bibliográfica Sistemática. 2014. Disponible en: <http://www.barcelo.edu.ar/greenstone/collect/tesis/index/assoc/HASH1f06.dir/TFI%20Lopez%20Yanina.pdf>
2. Wenjuan wei LB, Jun Wang. A longitudinal study of hand motor recovery after subacute stroke a study combined FMRI with diffusion tensor imaging.pdf. Plos One. 2013;8(5):12.
3. Yan T, Hui-Chan CW, Li LS. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: a randomized placebo-controlled trial. Stroke; a journal of cerebral circulation. 2005;36(1):80-5.
4. Makowski N, Jayme Knudson Ph.D., Jhon Chae M.D.,. Interaction of post stroke voluntary effort and functional neuromuscular electrical stimulation.pdf. National Institute of Health. 2013;50(1):85-98.
5. García de la Rosa, RD; García Rodríguez, Y; González Ramírez, JC; Fernández Benítez, D. La enfermedad cerebrovascular isquémica, prioridad en Esmeralda. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, vol. 52, núm. 1, enero-abril, 2014, pp. 58-67. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223237142006>
6. Buergo Zuaznabar MA, Fernández Concepción O. Guías de práctica clínica Enfermedad cerebrovascular [Internet]. La Habana: Ciencias Médicas; 2009 [citado 30 ene 2013]. Disponible en: <http://files.sld.cu/enfermedadcerebrovascular/files/2011/06/quias-practica-clinica-ecv-cuba.pdf>
7. Blanco Aspiazu MA MGH, Suárez Bergado R, Canelles Pupo M. La Propedeútica Clínica y el aprendizaje de la clínica cerebro Vasculares. Rev haban cienc méd [Internet]. 2009 Mar [citado 30 ene 2013];8(1). Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2009000100006&lng=es

8. Nebojsa M.Malesevic LZPM, Vojin Ilic,. A multi pad electrode based functional electrical stimulation system for restoration of grasp.pdf. J Neuroengineering and rehabilitation. 2012:12.

9. Lindenberg R, Zhu LL, Schlaug G. Combined central and peripheral stimulation to facilitate motor recovery after stroke: the effect of number of sessions on outcome. Neurorehabilitation and neural repair. 2012;26(5):479-83.

10. Anderson CV, Fuglevand AJ. Probability-based prediction of activity in multiple arm muscles: implications for functional electrical stimulation. Journal of neurophysiology. 2008;100(1):482-94.

11. Suárez Sanabria N, Osorio Patiño AM. Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. Rev CES Med. 2013; 27(2):205-217. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cesm/v27n2/v27n2a08.pdf>

12. Márquez Noriego BE. Proceso de plasticidad cerebral en pacientes con daño cerebral adquirido. 2016. Disponible en: <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/48594/Blanca%20Esther%20M%20C3%A1rquez%20Noriego.pdf?sequence=1>

13. Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU (NIH). MedlinePlus [en línea]. [Consultado en Abril 2016a]. Disponible en: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ischemicstroke.html>

14. Arboix A. Cardiovascular risk factors for acute stroke: Risk profiles in the different subtypes of ischemic stroke. World J Clin Cases. 16 de mayo de 2015;3(5):418-29.

15. Mateos Montalban S. Hombro Hemipléjico “Doloroso”. Causas, síntomas y tratamiento. 2017. Disponible en: <http://www.cuidate-murcia.com/hombro-doloroso-hemiplejico-causas-sintomas-y-tratamiento/>

16. Painful Hemiplegic Shoulder | EBRSR - Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation [Internet]. [citado 14 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://www.ebrsr.com/evidence-review/11-painful-hemiplegic-shoulder>
17. Ugalde-Ovares, C.E., Zúñiga-Monge, D. y Barrantes-Monge, R. Actualización del Síndrome de hombro doloroso: lesiones del manguito rotador. Revisión Bibliográfica. 2013. Vol. 30 (1), ISSN 1409-0015.
18. Standring, S et al. Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice, Expert Consult. 2008. (40º ed). España: Elsevier.
19. Vírseda-García, A. Efectividad del tratamiento mediante ultrasonido y ejercicios terapéuticos en la tendinitis del supraespinoso sin calcificar. Alcalá de Henares. 2011.
20. García-Hernández JJ, Mediavilla-Saldaña L, Pérez-Rodríguez M, Pérez-Tejero J, González-Altred C. Análisis del efecto de las actividades físicas grupales en pacientes con daño cerebral adquirido en fase subaguda. Rev Neurol. 2013; 57: 64-70.
21. Caleo M. Rehabilitation and plasticity following stroke: insights from rodent models. Neuroscience. 2015; 311: 180-194.
22. Knutson JS, Harley MY, Hisel TZ, Hogan SD, Maloney MM, Chae J. Contralaterally controlled functional electrical stimulation for upper extremity hemiplegia: an early-phase randomized clinical trial in subacute stroke patients. Neurorehabilitation and neural repair. 2012;26(3):239-46.
23. Makowski NS, Knutson JS, Chae J, Crago P. Variations in neuromuscular electrical stimulation's ability to increase reach and hand opening during voluntary effort after stroke. Conference proceedings : Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Conference. 2012;2012:318-21.
24. Schuhfried O, Crevenna R, Fialka-Moser V, Paternostro-Sluga T. Non-invasive neuromuscular electrical stimulation in patients with central nervous system

lesions: an educational review. *Journal of rehabilitation medicine*. 2012;44(2):99-105.

25. Demey I, Allegri R, Barrera-Valencia M. Bases Neurobiológicas de la Rehabilitación. *CES Psicología*. 2014; 7(1): 130-140.

26. Garcés-Vieira MV, Suárez-Escudero JC. Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos. *Rev CES Med*. 2014; 28(1): 119-132.

27. García-Hernández JJ, Mediavilla-Saldaña L, Pérez-Rodríguez M, Pérez-Tejero J, González-Altred C. Análisis del efecto de las actividades físicas grupales en pacientes con daño cerebral adquirido en fase subaguda. *Rev Neurol*. 2013; 57: 64-70.

28. Urazan J, Palacios J. Validación de un programa de estimulación neuropsicológico NEUROPROTENIC en pacientes con daño cerebral adquirido. *Rev. Chil. Neuropsicol*. 2014; 9 (1-2): 12-15.

29. Valentin LSS, Fregni F, Carmona MJC. Effects of the Transcranial Direct Current Stimulation on prevention of postoperative cognitive dysfunction after cardiac surgery: prospective, randomized, double-blind study. *J Neurol Stroke*. 2015; 3(1): 78-85.

30. Elizondo G, Pinales R, Campos MA. Diagnóstico por imagen en neurología o neuroimagen. En: Muñiz CL, coordinador y autor. *Neurología clínica de Rangel Guerra*. 1ª ed. México, D.F.: El Manual Moderno; 2015. p.69-83.

31. Biblioteca Nacional de Medicina de EEUU (NIH). MedlinePlus [en línea]. [Consultado en Abril 2016a]. Disponible en: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ischemicstroke.html>.

32. Siegelbaum SA, Kandel ER. Overview of Synaptic Transmission. En Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ. *Principles of Neural Science*. 5ª ed. USA: McGraw Hill; 2013. p.177-188.

33. García-Molina A, López-Blázquez R, García-Rudolpha A, Sánchez-Carrión R, Enseñat-Cantalops A, Tormos JM et al. Rehabilitación cognitiva en daño cerebral adquirido: variables que median en la respuesta al tratamiento. *Rehabilitación (Madr)*. 2015; 49(3): 144-149.
34. Grossberg S. Adaptive Resonance Theory: how a brain learns to consciously attend, learn, and recognize a changing world. *Neural Netw*. 2013 Jan;37:1-47.
35. Raynaud F, Janossy A, Dahl J, Bertaso F, Perroy J. Shank3-Rich2 interaction regulates AMPA receptor recycling and synaptic long-term potentiation. *J Neurosci*. 2013 Jun 5; 33(23): 9699-715.
36. Coba MP, Pocklington AJ, Collins MO, Kopanitsa MV, Uren RT, Swamy S, Croning MD, Choudhary JS, Grant SG. Neurotransmitters drive combinatorial multistate postsynaptic density networks. *Sci Signal*. 2009 Apr 28;2(68):ra19.
37. Collins MO, Yu L, Coba MP, Husi H, Campuzano I, Blackstock WP, Choudhary JS, Grant SG. Proteomic analysis of in vivo phosphorylated synaptic proteins. *J Biol Chem*. 2005 Feb 18;280(7):5972-82.
38. Jin DZ, Guo ML, Xue B, Mao LM, Wang JQ. Differential Regulation of CaMKII α Interactions with mGluR5 and NMDA Receptors by Ca²⁺ in Neurons. *J Neurochem*. 2013 Aug 24.
39. Rogawski MA. AMPA receptors as a molecular target in epilepsy therapy. *Acta Neurol Scand Suppl*. 2013;(197):9-18.
40. Newton SS, Fournier NM, Duman RS. Vascular growth factors in neuropsychiatry. *Cell Mol Life Sci*. 2013 May;70(10):1739-52.
41. Chowdhury D, Marco S, Brooks IM, Zanduetta A, Rao Y. Tyrosine phosphorylation regulates the endocytosis and surface expression of GluN3A-containing NMDA receptors. *J Neurosci*. 2013 Feb 27;33(9):4151-64.

42. Koch G, Ponzo V, Di Lorenzo F, Caltagirone C, Veniero D. Hebbian and anti-Hebbian spike-timing-dependent plasticity of human cortico-cortical connections. *J Neurosci*. 2013 Jun 5;33(23):9725-33.
43. Zhou Y, Tanaka T, Sakurai H. [Regulation of receptor tyrosine kinases by Ser/Thr phosphorylation]. *Seikagaku*. 2013 Jun;85(6):462-8.
44. D'Antonio G, Macklin P, Preziosi L. An agent-based model for elasto-plastic mechanical interactions between cells, basement membrane and extracellular matrix. *Math Biosci Eng*. 2013 Feb 1;10(1):75-101.
45. Volman V, Bazhenov M, Sejnowski TJ. Divide and conquer: functional segregation of synaptic inputs by astrocytic microdomains could alleviate paroxysmal activity following brain trauma. *PLoS Comput Biol*. 2013;9(1):e1002856.
46. Selemon LD. A role for synaptic plasticity in the adolescent development of executive function. *Transl Psychiatry*. 2013 Mar 5;3:e238.
47. Pomeroy VM, King L, Pollock A, Baily-Hallam A, Langhorne P. Electroestimulación para promover la recuperación del movimiento o la capacidad funcional después del accidente cerebrovascular (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus 2013 Número 5* ISSN 1745-9990. Disponible en: <http://www.biblioteca-cochrane.com/BCPGetDocumentForPrint.asp?DocumentID=C0003241>
48. Inobe J, Kato T. Effectiveness of finger-equipped electrode (FEE)-triggered electrical stimulation improving chronic stroke patients with severe hemiplegia. *Brain injury : [BI]*. 2013;27(1):114-9.
49. Cook, M.A., Hussey, S. *Assistive Technologies*. Mosby Elsevier, 1995. EEUU.
50. Hortal, E., Iañez, E., Úbeda, A., Planelles, D., Azorín, J.M. Online classification of two mental tasks using a SVM-based BCI system. *Neural Engineering (NER) 6th International IEEE/EMBS Conference, San Diego*. 2013. (California, EEUU).

51. Rosenberg,D.E., Bombardier,C.H., Artherholg, S., Jensen,M.P., Motl,R.W., Self-reported depression and physical activity in adults with motor impairments. Archives of physical medicine and rehabilitation, 2013. (EEUU).
52. Van der Linden ML, Hooper JE, Cowan P, Weller BB, Mercer TH. Habitual functional electrical stimulation therapy improves gait kinematics and walking performance, but not patientreported functional outcomes, of people with multiple sclerosis who present with footdrop. PLoS One. 2014 Aug 18;9(8):e103368. doi: 10.1371/journal.pone.0103368. eCollection 2014.
53. Scott SM, van der Linden ML, Hooper JE, Cowan P, Mercer TH. Quantification of gait kinematics and walking ability of people with multiple sclerosis who are new users of functional electrical stimulation. J Rehabil Med. 2013 Apr;45(4):3649. doi: 10.2340/165019771109.
54. Taylor P, Humphreys L, Swain I. The longterm costeffectiveness of the use of Functional Electrical Stimulation for the correction of dropped foot due to upper motor neuron lesion. J Rehabil Med. 2013 Feb; 45(2):15460. doi: 10.2340/165019771090.
55. van der Linden ML, Scott SM, Hooper JE, Cowan P, Mercer TH. Gait kinematics of people with multiple sclerosis and the acute application of functional electrical stimulation. Gait Posture. 2014 Apr; 39(4):10926. doi:10.1016/j.gaitpost.2014.01.016. Epub 2014 Feb 6.
56. Downing A, Van Ryn D, Fecko A, Aiken C, McGowan S, Sawers S, McInerny T, Moore K, Passariello L,Rogers H. Effect of a 2week trial of functional electrical stimulation on gait function and quality of life in people with multiple sclerosis. Int J MS Care. 2014;16(3):14652. doi: 10.7224/15372073.2013032.
57. Neurología clínica de Rangel Guerra [coordinador y autor] Claudio Ernesto Muñiz Landeros. 1ª edición – México, D.F. Editorial El Manual Moderno, 2015.
58. Lori Mayer, MSN, MSCN, CCRP; Tina Warring, PT; Stephanie Agrella, ANPBC, MSCN; Helen L. Rogers, PT, PhD; Edward J. Fox, MD, PhD. Effects of

Functional Electrical Stimulation on Gait Function and Quality of Life for People with Multiple Sclerosis Taking Dalfampridine. *Int J MS Care*. 2015;17:35–41. DOI: 10.7224/15372073.201303.

ANEXOS

Anexo 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nuestro estudio tiene como objetivo demostrar la eficacia de la estimulación eléctrica funcional en pacientes con hombro hemipléjico post Enfermedad cerebrovascular . Inicialmente le realizaremos una historia clínica que incluye una serie de preguntas para conocer algunos aspectos personales que pueden influir en su problema y que pueden ser modificables, un examen físico. Pueden ser necesarias además pruebas complementarias (Ultrasonido articular de hombro). Luego de tener todos estos datos y basados en el diagnóstico le propondremos un tratamiento que consistirá en la realización de un programa estimulación eléctrica funcional.

Todos los datos recogidos serán personales y confidenciales. La consulta y el posterior tratamiento se realizarán por personal especializado, en un local con las debidas condiciones de confort y privacidad.

Es conveniente que usted comunique al personal que le va a atender si padece alguna enfermedad crónica y el tratamiento que habitualmente usa.

Si tiene alguna duda o preocupación consultar a cualquier personal del equipo que le atiende en cualquier momento durante todo el tiempo que se mantenga en nuestro servicio.

Si está de acuerdo en aceptar todos los requerimientos técnico-profesionales referidos que nos ayudan a conocer y tratar su problema y cooperar en todo el proceso es necesaria su aceptación escrita.

Nombre y Apellidos: _____

Firma: _____ Fecha:_____

Anexo 2. Exámen físico con maniobras de exploración específicas para articulación del hombro.

Signo de Neer: pedimos que suba el brazo para explorar el choque de la cabeza con el acromion-

Signo de Hawkins: con separación del brazo rotamos internamente y colisionamos el troquíter con la cabeza humeral.

Signo de Jobe (“lata vacía y lata llena”): el brazo elevado y separado. El médico se opone a la fuerza de separar el brazo (según la forma del puño del paciente será de lata vacía –pulgar hacia abajo- o llena-pulgar hacia arriba).

Signo de Gerber: le llevas la mano detrás de la espalda y debe separa las manos, usado para comprobar el subescapular.



Inspección: se debe observar ambos hombros para detectar asimetría, deformidades, signos inflamatorios, lesiones en piel, atrofas musculares, y prominencias óseas.

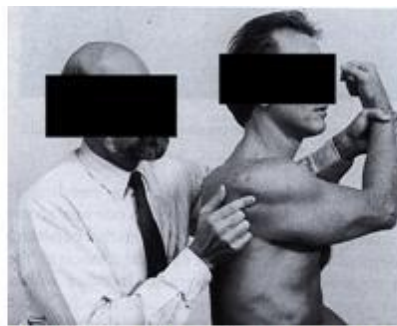
Palpación: se debe palpar la totalidad del hombro, cada una de las articulaciones descritas, troquíter, corredera bicipital, así como la interlínea articular glenohumeral.

Movilidad: el hombro es la articulación más móvil del cuerpo humano, posee tres grados de libertad. Una extensión de 45-50 grados, flexión de 180 grados, y

abducción de 180 grados. La aducción no es posible en posición anatómica; debe asociarse una extensión para obtener una aducción leve, o una flexión para alcanzar una aducción de 30-45 grados. Rotación interna de 50-55 grados y la externa de 45-50 grados, con el brazo paralelo al tronco y el codo flexionado a 90 grados. Se debe valorar tanto de forma activa y pasiva.



Palpación supraesp.



Palpación de infraespinoso y redondo menor



Fuerza infras. redondo m.



Fuerza de subescapular

Bravo-Acosta, T., Hernández-Tápanes, S., López-Pérez, Y.M., Pedroso-Morales, I. (2012). Actualización en el diagnóstico y rehabilitación en el hombro doloroso. Medicina de Rehabilitación. Libro AMLAR. Editorial EdiReh-Latina, ISBN: 978-3-9815273-0-8. Pág 15-27.

Anexo 3. Escala de Constant

DOLOR (15 puntos)

| | | |
|---------|----|--|
| Ninguno | 15 | |
| Ligero | 10 | |
| Medio | 5 | |
| Intenso | 0 | |

MOVILIDAD CORRIENTE (20 puntos)

| | | |
|---------------------------------|----|--|
| Trabajo pleno rendimiento | 4 | |
| Deporte sin limitación | 4 | |
| Sueño normal | 2 | |
| Amplitud de movimiento indoloro | | |
| Hasta talle | 2 | |
| Hasta apófisis xifoides | 4 | |
| Hasta cuello | 6 | |
| A tocar la cabeza | 8 | |
| Por encima de la cabeza | 10 | |

MOVILIDAD ACTIVA (40 puntos)

| | | |
|---|----|--|
| Abducción | | |
| 0° a 30° | 0 | |
| 30° a 60° | 2 | |
| 60° a 90° | 4 | |
| 90° a 120° | 6 | |
| 120° a 150° | 8 | |
| 150° a 180° | 10 | |
| Flexión | | |
| 0° a 30° | 0 | |
| 30° a 60° | 2 | |
| 60° a 90° | 4 | |
| 90° a 120° | 6 | |
| 120° a 150° | 8 | |
| 150° a 180° | 10 | |
| Rotación externa | | |
| Mano detrás de la cabeza con codo adelantado | 2 | |
| Mano detrás de la cabeza con codo retrasado | 2 | |
| Mano sobre la cabeza con codo adelantado | 2 | |
| Mano sobre la cabeza con codo retrasado | 2 | |
| Mano por encima de la cabeza | 2 | |
| Rotación interna (Mano homolateral tocando con su cara dorsal) | | |
| Muslo | 0 | |
| Gluteo | 2 | |
| Región lumbosacra | 4 | |
| Talle | 6 | |
| Última vértebra torácica. | 8 | |
| Séptima vértebra torácica | 10 | |

POTENCIA (25 puntos)

| | | |
|---|--|--|
| 2,27 puntos por Kg. de peso elevado y con un máximo de 11 kg. | | |
|---|--|--|

RESULTADO GLOBALES

| | | |
|-------------------|---------------------------|--|
| EXCELENTES | 80 puntos o más | |
| BUENOS | 65-79 puntos | |
| MEDIOS | 50-64 puntos | |
| MALOS | Menos de 50 puntos | |

- ❖ El balance articular se realiza con el paciente sentado. La flexión y la abducción se mide con goniómetro

Anexo 4. Terapia Física Convencional del Programa Neurorestaurativo.

Terapia Física Convencional

Primera Etapa. (Preparación General).

1. Movilizaciones pasivas de las articulaciones del hemicuerpo afecto.
2. Movimientos activos asistidos.
3. Ejercicios activos: Libres y Resistidos.
4. Ejercicios activos para el cuello, tronco y extremidades superiores sanas.
-Flexiones, extensiones, torsiones, rotaciones y círculos. Estos se realizarán en sedestación o bipedestación de acuerdo con las posibilidades del paciente.
5. Aplicar tratamientos con aditamentos correctores en caso que lo requiera.
6. Masajes locales.
7. Estiramientos pasivos y activos.
8. Termoterapia.

Segunda Etapa (Preparación Especial)

Para la extremidad superior afecta con integración de la sana:

1. Realizar movimientos de flexión, extensión, abducción, aducción, rotación y círculos del hombro de forma activa y luego resistida.
2. Realizar ejercicios activos-resistidos de flexión y extensión del antebrazo.
3. Trabajar los movimientos activos-resistidos de prono-supinación, flexión-extensión y laterales del brazo.
- Se incorporarán a los ejercicios diferentes implementos de forma gradual tales como sobrepesos, tensores, poleas de pared y hérocles.

Trabajo en la rueda de hombro.

Se irá aumentando gradualmente la amplitud de trabajo en la rueda con la extremidad afecta.

Realizar movimientos libres con sobrepesos en la extremidad superior.

Anexo 5. Dosificación de la Estimulación eléctrica Funcional.

Tipo de electrodo

(1) Externo

(2) Interno

Tipo de electroestimulación

(1) Canal único

(2) Canales múltiples

(3) Canales múltiples con patrón

(4) Estimulación eléctrica funcional (EEF; activada por EMG)

(5) Estimulación eléctrica neuromuscular transcutánea (TENS)

Se utiliza la corriente farádica bifásica 1/20, Pulso rectangular o triangular; los trenes de impulsos y reposo están en dependencia de las características individuales de cada paciente al igual que la rampa. Intensidad hasta lograr el movimiento funcional deseado. Se aplica 5 minutos por cada grupo muscular.

Colocación de Electroodos por grupos musculares.

Músculos a estimular:

- Trapecios.
- Deltoides fibras anteriores, medias y posteriores.
- Subescapular, infraespinoso y supraespinoso.
- Bíceps y tríceps.