

Universidad Abierta Interamericana

**Presentación**



**TEMA**

Utilización del FES en subluxación escapulohumeral de pacientes con hemiplejía en estadio flácido.

Evaluación Subjetiva.

**AUTOR**

Paula Agostina Giosa

LICENCIATURA EN KINESIOLOGIA Y FISIATRIA

**TUTORES**

Dr. Juan Alberto Terrazino

Lic. Andrés Bosso

**ASESOR METODOLOGICO**

Ps. Cappelletti, Andrés

**Año 2005**

## 1. RESUMEN

Este trabajo de tesis, evaluó la eficacia de FES, en la disminución del dolor y el aumento del movimiento voluntario en pacientes con estas características.

Dicha investigación se realizó en el Instituto de Lucha Antipoliomielítica y Rehabilitación del Lisiado (ILAR) situado en la ciudad de Rosario durante los meses de Septiembre de 2004 a Enero 2005.

Los datos fueron registrados a través de:

- Tabla de Límite de Dolor
- Tabla de Valoración Muscular según el Método de Daniels

Se registraron los datos de once (11) pacientes de los cuáles ocho (8) además de terapia física convencional, recibieron FES. Los tres (3) pacientes restantes solo fueron trabajados con terapia física convencional a cargo de los profesionales de ILAR.

Al cabo de quince sesiones, fueron evaluados nuevamente con las tablas antes mencionadas.

A través de este trabajo se pudo llegar a los siguientes resultados:

➤ En relación al dolor, la flexión de hombro obtuvo el mayor promedio de ganancia de movimiento indoloro ( $33,1^\circ$ ), los demás movimientos también manifestaron mejorías. En la extensión la ganancia fue de  $18,7^\circ$ , la abducción  $11,2^\circ$ , la rotación externa  $10,6^\circ$  y la rotación interna  $0,62^\circ$ .

## Universidad Abierta Interamericana

➤ En relación al aumento del movimiento voluntario, la rotación externa fue el movimiento que mayor rendimiento obtuvo, siendo este de un 17,5%. La flexión, extensión y rotación interna tuvieron una ganancia de un 16,2% y finalmente la abducción un 15%.

Con los resultados obtenidos se concluye que la Electroestimulación Funcional (FES) resulta de gran utilidad en cuanto a la disminución del dolor y el aumento de movimiento voluntario del hombro en pacientes con hemiplejía en estadio flácido con subluxación escapulohumeral.

**2. PALABRAS CLAVES**

Accidente Cerebrovascular (ACV)

Hemiplejía Fláccida

Subluxación Escapulo humeral

Electroestimulación Funcional (FES)

**3. INDICE**

<b>1. Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Palabras claves .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Índice .....</b>	<b>5</b>
<b>4. Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>5. Problemática .....</b>	<b>9</b>
<b>6. Fundamentación .....</b>	<b>10</b>
<b>6.1. Reseña Anatómica .....</b>	<b>10</b>
<b>6.2. Bases Fisiológicas del Tejido Excitable .....</b>	<b>12</b>
<b>6.3. Fisiología de la Electroestimulación Funcional .....</b>	<b>15</b>
<b>6.3.1. Excitación del Tejido Nervioso por Estimulación Eléctrica .....</b>	<b>15</b>
<b>6.3.2. Alteraciones Musculares inducidas por la Estimulación eléctrica .....</b>	<b>15</b>
<b>6.3.3. Plasticidad Sináptica y Aprendizaje .....</b>	<b>16</b>
<b>6.3.4. Neurorehabilitación del Hemipléjico Adulto .....</b>	<b>17</b>
<b>6.4. Hemiplejía y Flaccidez .....</b>	<b>17</b>
<b>6.4.1. Patrones de Recuperación Neurológica .....</b>	<b>19</b>
<b>6.4.2. Modelos Neurofisiológicos de Recuperación .....</b>	<b>20</b>
<b>6.4.3. Posibles causas de subluxación .....</b>	<b>22</b>
<b>6.5. Electroestimulación Funcional .....</b>	<b>26</b>
<b>6.6. Antecedentes de Trabajos con FES .....</b>	<b>37</b>
<b>7. Objetivos .....</b>	<b>43</b>
<b>8. Hipótesis .....</b>	<b>44</b>
<b>9. Métodos y Procedimientos .....</b>	<b>45</b>
<b>9.1. Tipo de Estudio .....</b>	<b>45</b>
<b>9.2. Universo .....</b>	<b>45</b>

## Universidad Abierta Interamericana

<b>9.3. Muestra</b> .....	<b>45</b>
<b>9.4. Área de Estudio</b> .....	<b>46</b>
<b>9.5. Instrumento de Recolección de Datos</b> .....	<b>46</b>
<b>9.6. Variables</b> .....	<b>47</b>
<b>10. Desarrollo</b> .....	<b>48</b>
<b>10.1 Resultados</b> .....	<b>50</b>
<b>11. Conclusión</b> .....	<b>58</b>
<b>12. Recomendaciones</b> .....	<b>60</b>
<b>13. Referencias</b> .....	<b>61</b>
<b>14. Bibliografía</b> .....	<b>65</b>
<b>15. Glosario</b> .....	<b>71</b>
<b>16. Anexos</b> .....	<b>73</b>

#### 4. INTRODUCCIÓN

La hemiplejía se produce como consecuencia de un ACV, es decir una enfermedad que afecta a los vasos sanguíneos que irrigan al cerebro.

Esta se traduce como la pérdida de control del hemicuerpo y se caracteriza por un estadio inicial en el cual se desarrolla flaccidez (disminución del tono) seguida de un estadio espástico (aumento del tono). En ambos estadios el paciente carece de control voluntario de su hemicuerpo, y pierde la capacidad de sentirlo. Esta parte del cuerpo, no reconocida como propia, podría ser movilizada libremente en forma pasiva, ya que no ofrece límites estructurales, de no ser por el dolor.

En la primera etapa de la enfermedad, la flaccidez ocurre por que los centros exitatorios de la medula espinal se encuentran deprimidos o ausentes. No existe actividad interneuronal. En esta etapa los músculos que deberían estabilizar la articulación del hombro no pueden cumplir con su función por lo que las superficies articulares (cavidad glenoidea y cabeza del humero) se separan deslizándose el humero hacia abajo y lateralmente. De esta forma es como se produce la subluxación o dislocación parcial de hombro.

“De las más de 100.000 víctimas de ACV admitidas en el hospital cada año en el Reino Unido, un 80% reportaron subluxación y hasta el 72% han experimentado dolor en algún grado.”<sup>1</sup> “La mayoría de los estudios concluyen que el dolor de hombro esta directamente relacionado con la subluxación.”<sup>2</sup>

La subluxación no es responsabilidad absoluta de la flaccidez. Son también factores influyentes, la gran inestabilidad articular y la fuerza de gravedad que tracciona al miembro superior hacia el suelo, ayudado por la posición obligada de extensión de codo, quedando suspendido al costado del cuerpo tal como péndulo de reloj. Por ser una

## Universidad Abierta Interamericana

afección de difícil resolución, carente de consenso de criterios en el tratamiento<sup>3</sup> fue que se generó la inquietud que motivó a investigar sobre FES para tal fin.

La necesidad de profundizar acerca de la aplicación de FES como alternativa de tratamiento para reducir el dolor y aumentar el movimiento voluntario en pacientes con subluxación escapulohumeral, llevó a buscar en distintas fuentes bibliográficas, Internet y revistas científicas con el fin de construir un marco conceptual que respalde éste trabajo.

FES es una terapéutica aplicada actualmente, son muchos los investigadores que se encuentran trabajando con FES, intentando desarrollar criterios con la finalidad de determinar para quien podría ser indicado y exitoso.

La eficacia de FES, en cuanto a la disminución del dolor y el aumento del movimiento voluntario, fue evaluada de manera subjetiva, a través de dos evaluaciones: goniométrica y de valoración funcional según Daniels.

En éste trabajo se pretende entonces determinar la eficacia de FES, en cuanto a la disminución del dolor y el aumento de movimiento voluntario, en pacientes con diagnóstico de hemiplejía en estadio flácido y subluxación escapulohumeral que se hallaban internados durante los meses de septiembre del 2004 a enero del 2005 en ILAR. La aplicación de FES fue a nivel de hombro pléjico, por el termino de quince sesiones.



## 5. PROBLEMÁTICA

El propósito de la investigación es evaluar la relación existente entre FES aplicada sobre la subluxación escapulohumeral en pacientes con hemiplejía en estadio flácido y la disminución del dolor y el aumento del movimiento voluntario. Los pacientes internados en ILAR, ubicado en la ciudad de Rosario, durante los meses de septiembre de 2004 y enero de 2005 recibieron FES, sobre los músculos deltoides posterior y supraespinoso, con los siguientes parámetros: pulsos rectangulares descompensados a 30 Hz de frecuencia, con 300 useg. de ancho de pulso y con intensidad suficiente como para provocar contracción visible y palpable. El estímulo generado sobre dichos músculos, fue suficiente como para elevar la cabeza del húmero acercándola a la cavidad glenoidea durante su aplicación.

Los resultados se evaluaron de manera subjetiva mediante tablas de limitación del dolor, utilizando como herramienta un goniómetro, y tablas de valoración muscular según Daniels.

## **6. FUNDAMENTACIÓN**

La subluxación escapulohumeral es una secuela frecuente en las hemiplejías, la misma se debe a la parálisis de los músculos del manguito rotador, y si no es tratada correctamente puede dejar secuelas permanentes como: dolor crónico de hombro, lesiones de cápsula y ligamentos y alteraciones simpáticas.

La falta de protocolos de rehabilitación que tengan por objeto tratar esta secuela nos obliga a implementar nuevas estrategias terapéuticas. Según Kottke y Lehmann<sup>4</sup>, siguiendo un protocolo de al menos seis semanas de electroestimulación funcional se puede reducir la separación entre la cavidad glenoidea y la cabeza humeral en estos pacientes.

Los hemipléjicos tienen una sobrevida normal gracias a los adelantos médicos y las secuelas instaladas necesitan ser mejoradas para poder hacer esta sobrevida aceptable. Esto significa una mayor incumbencia de la kinesiología cuya tarea sería conseguir una reinervación colateral en la zona del accidente cerebro vascular y, mediante estímulos repetidos, conseguir una revascularización de la zona enferma.

### **6. 1. Reseña Anatómica**

La articulación escapulo o gleno humeral consta de superficies esféricas características de una enartrosis con tres ejes y sentidos de libertad de movimiento La cabeza humeral orientada hacia arriba, adentro y atrás no es exactamente regular ya que su diámetro vertical es entre 3-4 mm más largo que su diámetro antero posterior. La

## Universidad Abierta Interamericana

cavidad glenoidea del omóplato (superficie articular cóncava que se corresponde con la cabeza del húmero) se orienta hacia fuera, delante y arriba. Su superficie articular es de menor diámetro que la de la cabeza humeral y su cavidad es ligera por lo que no se adapta a la cabeza humeral. Para ello, se halla rodeada por el rodete glenoideo, que profundiza la superficie de la cavidad glenoidea, acentuando la concavidad y congruencia de las superficies articulares antes mencionadas. Como las únicas estructuras que mantienen la articulación son la cápsula y los ligamentos coracohumeral, glenohumeral y el coracoglenoideo, el dolor generalmente se sitúa allí. Las bolsas serosas periarticulares facilitan el movimiento, los cuales pueden ser ampliados gracias a la funcionalidad del complejo articular del hombro (articulación esternocleidaviclar, acromioclaviclar, escapulohumeral, interescapulotorácica de Gilis y articulación de Sezé).<sup>5-6-7-8-9</sup>

Cuando la parte superior de la cabeza humeral está en contacto con la glenoides (abducción de 90°) es cuando la zona de apoyo es mayor por ende, la articulación gana mayor estabilidad. Pablo Bordoli<sup>10</sup> agrega como definición de estabilidad a mantener los mismos puntos de contacto tanto en la posición cero, como en todos los recorridos de movimiento.

Otros medios de unión son los músculos periarticulares de dirección transversal. Se insertan por un extremo en el omóplato y por el otro en el húmero actuando como verdaderos ligamentos activos de la articulación, asegurando así la coaptación de sus superficies articulares. Estos músculos son:

- el supra e infraespinoso: inervados por el nervio supraescapular,
- el subescapular: inervado por ramas colaterales del plexo braquial,

- el redondo menor: inervado por el nervio circunflejo
- y el tendón de la porción larga del bíceps: inervado por el nervio musculocutáneo.

## **6. 2. Bases fisiológicas del tejido excitable**

La unidad básica del tejido nervioso, que es responsable de la comunicación entre las células del cuerpo, es la célula nerviosa consistente en un cuerpo celular y sus axones y dendritas. Este argumento se refiere sobre todo a las fibras nerviosas periféricas, especialmente a aquellas encargadas de las funciones motoras y sensitivas. Tres tipos de fibras nerviosas han sido identificadas (A, B y C).

Generalmente las fibras de mayor diámetro son asociadas con una velocidad de conducción más rápida, un umbral más alto de conducción sináptica pero un umbral mas bajo de excitabilidad a un estímulo periférico aplicado, un potencial de acción más largo, una duración más corta de estímulos exitatorios, y un periodo refractario más corto.

Las fibras A y B son mielinicas, lo cual incrementa la velocidad de conducción, mientras que las fibras C son amielinicas. Como promedio un tronco nervioso contiene aproximadamente el doble de fibras amielinicas que de mielinicas. <sup>11</sup>Las fibras A son mas largas (2- 20 micrómetros de diámetro), y por lo tanto tienen una velocidad de conducción más rápida (12-20 m /seg). Estas tienen función sensitiva y motora y pueden ser subdivididas de acuerdo a su velocidad de conducción en fibras Alpha, Beta, Gamma, y Delta. Las fibras B son mas chicas, (1-3 micrómetros) y las más lentas (3-15 m /seg.) en comparación con las fibras A y tienen función autónoma.

Las fibras C, las menores, (menos de 1 micrómetro de diámetro) y las más lentas (2

m / seg o menos) de los principales tipos de fibras, se encuentran en nervios viscerales, y están asociadas con la información dolorosa, respuestas reflejas, y funciones autónomas.

Los nervios A, B y C viajan juntos entre la medula espinal y la periferia formando filetes de fibras de diferentes tamaños y funciones. Cuando un estímulo eléctrico es aplicado a un nervio periférico las fibras A más largas (alfa motoras y grupos sensoriales I y II) serán estimuladas primero. Entonces las fibras motoras serán estimuladas junto con las fibras sensitivas, si el parámetro de los estímulos alcanza o excede el umbral de excitación (Ley del todo o nada). De hecho, debido a que las fibras sensitivas están localizadas en la piel, cercanas a los electrodos, ellas casi siempre serán activadas por un estímulo periférico aplicado primero, mucho antes que la activación motora ocurra. La probabilidad de activación de las fibras A-gamma, B y C es muy infrecuente debido al pequeño diámetro de sus fibras, cuando un estímulo (pulso) corto es usado con niveles normales de activación terapéutica. Esto sucede independientemente a la proximidad de algunas de estas fibras a los electrodos estimulantes.

El potencial de acción del nervio (PA) es la unidad mensajera usada por el sistema nervioso para transmitir información a través de una distancia. Se producen dos tipos de modificaciones fisicoquímicas: potenciales locales no propagados que reciben, de acuerdo a su localización, el nombre de *potenciales sinápticos*, *generadores* o *electrónicos*; y cambios propagados, llamados *potenciales de acción* o *impulsos nerviosos*. Estas son las únicas respuestas eléctricas de las neuronas y de otros tejidos excitables y constituyen el lenguaje principal del SN. Se deben a cambios en la conducción de iones a través de la membrana celular, producidos por alteraciones en los conductos iónicos.

## Universidad Abierta Interamericana

La primera manifestación de un potencial de acción es la despolarización inicial de la membrana. Después de una despolarización inicial de 15 mV aumenta la velocidad de despolarización. El punto en el cuál se produce este cambio se denomina *nivel de disparo o umbral*. Justo detrás del impulso nervioso que va avanzando, hay una neurona en periodo refractario con excitabilidad nula y no permite que se cambie la dirección del impulso nervioso.

El contenido de información de un estímulo depende de la frecuencia de impulsos transmitidos por una fibra nerviosa, el número de fibras activadas y la conexión sináptica que un nervio realiza. Cada PA es fundamentalmente idéntico dentro del nervio, aunque leves variaciones ocurren entre diferentes nervios. El PA puede estar caracterizado como un evento eléctrico de aproximadamente 1 useg. de duración, y de más de 120 milivoltios de diferencia de potencial a través de la membrana nerviosa. El PA es propagado entre el sistema nervioso periférico y central (SNC) y dentro del SNC por axones aferentes y eferentes. A pesar de que no todas las acciones dentro de la membrana son totalmente comprendidas, un PA, una vez generado se mantiene por sí mismo a través de su pasaje a lo largo del proceso nervioso.

La continuidad de la vaina de Mielina que rodea a las fibras periféricas largas es interrumpida regularmente por cortas distancias a lo largo de la fibra, formando áreas de nervio expuestas llamadas “Nódulos de Ranvier”. La base lipídica de la vaina de Mielina es una modificación estructural alrededor de la fibra nerviosa y no altera el mecanismo de excitación de membrana, esto le permite al impulso nervioso saltar entre nódulos, un fenómeno conocido como “conducción saltatoria”. El efecto de la conducción saltatoria puede ser el de aumentar la velocidad de conducción.

### **6. 3. Fisiología de la electroestimulación funcional:**

#### **6. 3. 1. Excitación del tejido nervioso por estimulación eléctrica**

Un pulso corto de corriente eléctrica aplicado a la membrana de una neurona puede causar la generación de un potencial de acción en esa neurona. El potencial de acción producido por estimulación eléctrica es idéntico al potencial de acción que puede ser generado por medios naturales y responde también a la ley del “todo o nada”. El potencial de acción se propaga en ambas direcciones a lo largo del axon. Un potencial de acción se inicia en una neurona por un estímulo (pulso) que tenga una carga suficiente (la apropiada combinación de duración de pulso y amplitud de corriente). El nivel mínimo de carga que va a generar un potencial de acción se define como estímulo umbral.

El umbral de un estímulo de una neurona es inversamente proporcional al diámetro de esa neurona. Por lo tanto las neuronas de largo diámetro (como las motoneuronas alfa) tienen el mínimo umbral de estimulación. Las neuronas de menor diámetro (como las fibras C que transmiten estímulos de dolor) tienen los más altos umbrales de estimulación.

#### **6. 3. 2. Alteraciones musculares inducidas por la estimulación eléctrica**

Las fibras musculares resistentes a la fatiga son probablemente las más apropiadas para aplicaciones de estimulación eléctrica. Las actividades tales como pararse, caminar, la presión palmar, etc. no necesariamente tienen que ser realizadas rápidamente.

*Peckham*<sup>12</sup> demostró que la estimulación eléctrica crónica (8 a 24 horas diarias) resulta en cambios en la conformación metabólica de las fibras musculares.

El objetivo principal del programa (FES) es proporcionar un estímulo periférico basado sensitivamente en programas Electromiográficos que estimulen y activen al sistema nervioso central en un intento de reorganizar el trabajo de las neuronas motoras para compensar la lesión cerebrovascular causada por el ACV. Joel A; De Lisa y Bruce M. Gans (1998) han propuesto que copiando el patrón electromiográfico asociado con movimiento voluntario de la extremidad no afectada, el tratamiento provisto por el equipo de FES reactivaría neuronas no lesionadas en el centro neuromotor. Siguiendo patrones de FES en el miembro afectado, fue postulada la hipótesis que porque el “bombardeo” del sistema nervioso es seguido como patrón, el cerebro se puede adaptar y re-aprender a formar nuevas conexiones interneuronales que serían capaces de organizar programas efectores, que podrían generar movimientos voluntarios renovados.

### 6. 3. 3. Plasticidad sináptica y aprendizaje

Los cambios a largo plazo en la función sináptica pueden aparecer como consecuencia de la historia previa de descarga en una sinapsis, es decir, que la conducción sináptica puede reforzarse o debilitarse sobre la base de la experiencia anterior. Estos cambios tienen gran interés porque es obvio que representan formas de aprendizaje y memoria.<sup>13</sup>



6. 3. 4. Neurorehabilitación del hemipléjico adulto

Existen dos aspectos fundamentales a tener en cuenta:

- La situación deficitaria del cerebro y la imposibilidad actual de reemplazo de los tejidos dañados. Esto nos lleva a buscar tratamientos que estimulen la reorganización de programas y redes neuronales a partir de áreas indemnes, lo que es sinónimo de facilitar al máximo la neuroplasticidad del neuroeje.
- Las anormalidades de las estructuras periféricas, si las hay. El estado musculoesquelético y de la piel deben preservarse en condiciones que puedan responder a esa reorganización neuronal.

Cualquier intervención de rehabilitación debe tener en cuenta estos aspectos.

**6. 4. Hemiplejía y Flaccidez**

Accidente cerebrovascular (ACV) y enfermedad cerebrovascular son términos que se emplean para definir alteraciones encefálicas secundarias al compromiso de los vasos que irrigan al cerebro. El modo más común de presentación del ACV es la aparición brusca de un déficit focal con o sin alteración de la conciencia; este comienzo abrupto, en cuestión de segundos, minutos y horas, es el que sugiere la etiología vascular. Se puede presentar de dos formas: ACV isquémico o hemorrágico.<sup>14</sup>

“...Hay aproximadamente 400000 casos nuevos de ACV por año en EEUU, y sigue siendo aun una causa importante de muerte. Dentro de los 30 días posteriores al ACV la mortalidad es del 17 al 25 % por infartos y del 40 al 60 % por ACV hemorrágicos.

## Universidad Abierta Interamericana

Después de este periodo inicial de alta mortalidad la posibilidad de supervivencia es buena...”<sup>15</sup>

Cuando evaluamos una pérdida funcional después de un ACV debemos tener en cuenta la diferencia entre secuela neurológica (hemiplejía, afasia) e incapacidad (habilidad para realizar actividades de la vida diaria, comunicación, etc.)

Estudios han demostrado que luego de una semana de la aparición del ACV del 68% al 88% de los pacientes son dependientes en algún aspecto de las AVD y movilidad.

A los 6 meses el porcentaje de pacientes que necesitan de asistencia es del 40 al 53%...”<sup>15</sup>

En las etapas iniciales de la hemiplejía el paciente desarrolla flaccidez en las extremidades del lado afectado. Pierde contacto con el miembro afectado de manera que no puede sentir la extremidad y no puede moverla. El miembro puede ser movilizado pasivamente en todos los rangos de movimiento y no ofrece resistencia estructural aunque se ve limitado por el dolor. No existe espasticidad. A pesar de que el lado no afectado debería funcionar normalmente, no puede compensar por la pérdida de función, el lado afectado. El paciente generalmente asume una posición de flexión lateral de la cabeza hacia el lado afectado, y el tronco también se flexiona lateralmente hacia ese lado. “El equilibrio en sedestación no es posible o es deficiente. La mano y los dedos asumen una posición de flexión y el hombro toma una posición de retracción y depresión. Cuando se recupera algún grado de tono muscular en el brazo, el codo asume una posición de flexión y pronación. El estado flácido ocurre porque los centros excitatorios de la médula espinal se encuentran deprimidos o ausentes. No existe actividad interneuronal. Aunque exista cualquier movimiento activo del lado no afectado, no hay usualmente movimientos asociados del lado pléjico. Durante la etapa

flácida, la posición del paciente para prevenir daño tisular secundario está indicado (cuidados posturales)”<sup>2</sup>

Las siguientes posiciones deben ser evitadas:

- Retracción (flexión posterior del hombro)
- Depresión de la cintura escapular
- Aducción del brazo
- Rotación interna del brazo
- Flexión del codo
- Pronación del antebrazo
- Desviación cubital de la muñeca
- Flexión de muñeca y dedos
- Aducción del pulgar

#### 6. 4. 1. Patrones de recuperación neurológica

Según Twitchell,<sup>15</sup> la recuperación de las hemiparesias sigue un patrón secuencial. La etapa inicial es flácida. Después de ésta hay una recuperación de reflejos y se desarrolla espasticidad. La recuperación del movimiento voluntario sigue usualmente un patrón de proximal a distal. El movimiento voluntario inicial ocurre en un patrón sinérgico, las sinergias flexoras generalmente aparecen primero, seguidas de las sinergias extensoras. Según la persona sea más capaz de controlar y aislar un movimiento existe generalmente una disminución de la espasticidad. Estas etapas (así como el grado de recuperación) varían de persona a persona. Algunos pacientes nunca evolucionan más allá de la etapa flácida. Otros desarrollan espasticidad severa y nunca desarrollan movimientos sinérgicos. Si el movimiento voluntario no se presenta dentro

de los primeros 15 días o la fuerza en la prensión no aumenta a lo largo de un mes las posibilidades de recuperación funcional del brazo son pocas.

La recuperación motora llega a un máximo a los 3 meses. El grado de recuperación varía dependiendo del tipo de ACV. Las hemorragias intracerebrales tienen un alto grado inicial de mortalidad, pero hay un gran potencial para una recuperación posterior. El brazo es generalmente más afectado y se recupera menos que la pierna.<sup>15</sup>

#### 6. 4. 2. Modelos neurofisiológicos de recuperación

Los mecanismos neurofisiológicos de recuperación después de un ACV no han sido comprendidos en su totalidad. Existe más de un mecanismo que actúa durante el proceso de recuperación, los mismos pueden ser clasificados en resolución de los efectos agudos de la lesión y secuelas funcionales, así como también reorganización anatómica del cerebro.

La mejoría clínica que existe durante las primeras semanas después del ACV se atribuye en parte a la reabsorción del edema y recuperación del área isquémica circundante.

Otro efecto de la lesión cerebral aguda es la depresión funcional que involucra la parte no afectada del cerebro. Este fenómeno se relaciona con la actividad de neurotransmisores noradrenérgicos. Las partes no afectadas del cerebro se pueden adaptar y realizar funciones de las partes lesionadas.

El paciente con flaccidez de la extremidad superior está en riesgo de sufrir lesiones (como estiramiento del plexo braquial). El hombro usualmente se retrae posteriormente con rotación interna y flexión del codo, muñeca y dedos.

Una de las complicaciones más invalidantes de la hemiplejía es la subluxación de la

articulación glenohumeral. Pedrosa y Casanova<sup>16</sup>, definen subluxación como la existencia de cierto grado de aposición entre las superficies articulares. Puede ser detectada en una etapa temprana en el hombro flácido, ser diagnosticada en las etapas iniciales de la espasticidad, o puede complicar el cuadro crónico de espasticidad de la extremidad. Ha sido vinculada a la deficiencia sensorial pero ha sido también diagnosticada en pacientes sin déficit sensorial. Puede o no cursar con dolor, aunque es más frecuente que lo presente.

“De los más de 100.000 víctimas de ACV admitidas en el hospital cada año en el Reino Unido, un 80% reportaron subluxación y hasta el 72% han experimentado dolor de hombro en algún grado.”<sup>1</sup> La mayoría de los estudios concluyen que el dolor de hombro esta relacionado directamente con la subluxación.

En 1952, Bierman y Licht consideraron que la subluxación del hombro era la causa de dolor, invalidez y en última instancia, hombro congelado. Esto fue corroborado por Tobis quién afirmó que el estiramiento de la cápsula y de los músculos del manguito rotador eran factores contribuyentes. (René Cailliet, 1980).<sup>2</sup>

La estabilidad de la articulación glenohumeral es mantenida mecánicamente por:

- El ángulo de la cavidad glenoidea: presenta una inclinación anterior, hacia abajo y hacia atrás
- El soporte propio de la escápula sobre la parrilla costal
- El asentamiento mecánico de la cabeza del húmero dado por el supraespinoso
- Soporte desde la porción superior de la cápsula
- Contracción del deltoides y los músculos del manguito cuando el soporte pasivo es eliminado por una abducción ligera del húmero

Cualquier cambio en estos factores puede causar una subluxación. El diagnóstico de la subluxación es clínico: el espacio suprahumeral puede ser palpado y detectarse, observándose desde todos los ángulos (anterior, posterior y lateral), mayor elongación que en el lado sano. También se pone de manifiesto a través del signo del surco. Existe además, prominencia de la apófisis coracoides y abultamiento en la parte posterior del hombro.

### 6. 4. 3. Posibles causas de subluxación:

- Durante la etapa flácida especialmente cuando hay una alteración propioceptiva, los músculos del manguito (supraespinoso) pueden estar elongados. La función de estabilización de los músculos del manguito se pierde y la cabeza del húmero puede desplazarse hacia abajo y lateralmente.
- En las etapas tempranas de la hemiplejía, la escápula asume una posición de depresión, esto hace que se cambie la angulación de la cavidad glenoidea y por lo tanto la posición de la cabeza humeral.
- Con la posición funcional de escoliosis que ocurre en la hemiplejía (el tronco se desplaza hacia el lado pléjico) la escápula se encuentra en posición de depresión y rotación. Esto cambia la angulación de la cavidad glenoidea.
- La espasticidad del dorsal ancho deprime la escápula y ejerce

tracción así como también fuerzas de rotación interna sobre el húmero.

- La paresia del serrato puede contribuir a cambiar el ángulo escapular
  
- La espasticidad de la musculatura escapular, como el romboides o el elevador de la escápula, puede influir en la subluxación glenohumeral por la depresión y la rotación de la escápula hacia abajo.
  
- La lesión del plexo braquial como complicación de la hemiplejía, puede causar paresia en los músculos del manguito y la musculatura escapular con potencial subluxación.

Los aductores y rotadores internos (pectoral mayor, dorsal largo) así como los flexores laterales del tronco, refuerzan el patrón de flexión y depresión de la cintura escapular.

La subluxación no produce dolor de hombro al elevar el brazo del paciente pasivamente, mientras la escápula está móvil y no existe resistencia a su movilización hacia delante y arriba.

El supraespinoso es el principal músculo que resiste la luxación de hombro hacia abajo (y en menor grado las fibras del deltoides que corren horizontalmente). A pesar de la dirección vertical del deltoides, bíceps y tríceps, no muestran actividad en gran parte e incluso cuando del brazo se suspenden pesos importantes. La tracción horizontal del supraespinoso asociada con un ajuste extremo de la parte superior de la cápsula cuando el brazo pende a lo largo del tronco, impide la subluxación inferior de la cabeza humeral. (Bertha Bobath 1993).<sup>17</sup>

## Universidad Abierta Interamericana

“...El dolor de hombro es una complicación común de la hemiplejía con un 34% a 84% de prevalencia...”<sup>18</sup> Una de las causas más comúnmente citadas de dolor de hombro en hemiplejías es la subluxación de hombro resultado de la parálisis de limitación activa, la cual juega un rol crítico en el mantenimiento integral de la articulación glenohumeral.

A pesar de la relación entre la subluxación de hombro y el dolor de hombro en hemiplejías, esta se halla en discusión. El tratamiento de la subluxación continúa siendo el estándar de preocupación en muchas destrezas de rehabilitación por varias razones. La primera es que la subluxación de hombro puede ser dolorosa en muchos casos. Segundo, la subluxación puede predisponer a los pacientes con hemiplejía a desarrollar otro tipo de dolor. Tercero, la subluxación puede inhibir la recuperación funcional mediante la limitación del ROM glenohumeral. Desafortunadamente las opciones disponibles para prevenir y tratar la subluxación son limitadas.

El hombro doloroso y la disfunción en el lado afectado son muy comunes después de un ACV. Debido a la compleja función y anatomía del hombro es especialmente muy vulnerable a las secuelas del ACV (músculos débiles, déficit sensorial, espasticidad e inmovilidad). Van Ouweneller<sup>15</sup> encontró que un 72 % de los pacientes con ACV sufrían de hombro doloroso. La causa no está bien establecida, serían necesarios más estudios para conocerla. La distrofia simpática refleja o síndrome hombro-mano-dedo puede ocurrir en la extremidad superior del hemipléjico en un 25% de los casos. La inmovilidad prolongada puede llevar a una capsulitis adhesiva u hombro congelado. Posicionar el miembro en una postura adecuada, realizar ejercicios de movilidad articular, y reducir el tono muscular puede prevenir estas complicaciones.

Otras condiciones que pueden contribuir al hombro doloroso y la disfunción del mismo pueden ser las enfermedades degenerativas de la articulación, inflamación o



ruptura de los músculos del manguito rotador, bursitis subacromial y tendinitis bicipital.

La lesión del plexo braquial puede darse en pacientes con un patrón poco habitual de recuperación de la extremidad superior (ejemplo: cuando no hay movimientos proximales en un paciente con buena funcionalidad de la mano o falta de flexión de los dedos en un paciente con buena extensión de muñeca y dedos), ausencia o reducción de los reflejos, atrofia o patrones de pérdida sensitiva.

“...La presencia de dolor en el hombro parético varía entre un 15% y un 85% dependiendo de la fase de hemiparesia flácida o espástica respectivamente. El uso adecuado de un cabestrillo en la fase flácida y cuando el paciente está incorporado puede liberar al hombro del peso de la extremidad y puede mejorar la subluxación inferior glenohumeral. Al reaparecer el tono el riesgo de subluxación disminuye y no sería precisa su utilización. No obstante, el uso de un cabestrillo es cuestionable. Existe controversia en la relación entre la presencia de subluxación glenohumeral y la aparición de dolor en el hombro...”<sup>19</sup>

El uso de un cabestrillo, además, puede originar complicaciones: facilita la sinergia flexora, inhibe el balanceo de la extremidad, contribuye a la formación de contracturas en aducción y rotación interna, empeora la imagen corporal, interfiere en la actividad funcional y en el proceso de rehabilitación contribuyendo a los efectos dañinos de inmovilización articular.

El empleo de un cabestrillo bien colocado, empuja al húmero hacia arriba impidiendo la subluxación. Como el brazo dentro del cabestrillo se halla en flexión, aducción, pronación y rotación interna, se refuerza la espasticidad flexora, que es la causa principal de la subluxación. Además no se puede evitar la inactividad y atrofia de los músculos que debieran contrarrestar dicha espasticidad y hacer posible la elevación del brazo. El edema de la mano que se encuentra flexionada en el cabestrillo se

convierte en otro problema a tener en cuenta.

“Antes de que el paciente pueda elevar y sostener el brazo en alto contra la gravedad se puede aplicar un apoyo temporario de la cintura escapular para prevenir el estiramiento prolongado de la parte superior de la cápsula y del supraespinoso. El paciente necesitará este apoyo al estar derecho hasta poder utilizar el supraespinoso y el deltoides y así lograr mantener la cabeza humeral en la cavidad glenoidea.”<sup>17</sup>

Podemos encontrar una variedad de cabestrillos disponibles, pero ninguno ha demostrado una reducción uniforme de la subluxación o del dolor de hombro. Una alternativa sería utilizar un almohadón blando de goma espuma debajo de la axila que abduce ligeramente el brazo pero que puede desplazar lateralmente la cabeza humeral. El apoyo del brazo lo mantiene móvil y debajo el codo libre para ser extendido. La falta de una intervención efectiva para el tratamiento de subluxación de hombro nos indujo a evaluar la eficacia de FES.

## **6. 5. Electroestimulación Funcional**

El uso de electricidad para tratar enfermedades tiene una larga y colorida historia, datado al menos de 2000 años atrás. Los antiguos romanos usaron la descarga eléctrica para tratar la gota y aliviar dolores de cabeza. Alrededor del año 1900, en EE.UU., FES se usaba para tratar pies fríos, piedras en el riñón y angina de pecho.

En 1952, Zool<sup>20</sup> desarrollo el primer marcapaso cardíaco artificial exitoso, usando la estimulación eléctrica cardíaca externa. Esto marcó una de las primeras aplicaciones terapéuticas de la electricidad con efectivas demostraciones. El primer marcapaso completamente implantado seguido unos años más tarde por su desarrollo, despertó un nuevo interés por los usos terapéuticos de la electricidad.

## Universidad Abierta Interamericana

Desde principios de los 50, la estimulación eléctrica ha sido usada como una herramienta de rehabilitación en personas con daños neurológicos, lesión medular, escoliosis y otros problemas médicos. El más grandioso impulso para la electroterapia ha sido la “teoría de la puerta de modulación del dolor” propuesta inicialmente por Melzack y Wall<sup>20</sup> en 1965. Esta teoría coloca el campo para la estimulación con transcutáneos para controlar el dolor

Liberson<sup>4,20</sup> y colaboradores descubrieron en 1960 un estimulador del nervio peroneo que fue empleado para contrarrestar el pie péndulo del hemipléjico. Esto marco el comienzo de la actual FES. En 1961 Liberson introdujo el concepto de electroterapia funcional y se denominó Electroestimulación funcional en 1962. Ésta técnica fue utilizada en un principio para el tratamiento del pie equino secundario a la lesión de la neurona motora superior.

Si bien con el correr de los años se ha producido un importante avance tecnológico, el concepto sigue siendo el mismo: usar la estimulación eléctrica para permitir el desarrollo de actividades que de otra manera serían imposibles.

Pero aun hoy, se sigue discutiendo si puede mejorar ciertas condiciones en las lesiones del SNC y especialmente de la hemiplejía del adulto.

“La denominación FES se aplica cuando la corriente eléctrica logra contraer el músculo con la fuerza necesaria y el momento adecuado para que éste pueda cumplir alguna función (agarrar, soltar, pararse, caminar, etc.) a diferencia de la estimulación eléctrica terapéutica (EET) en la cuál se busca mejorar alguna condición intrínseca de los músculos y articulaciones (fuerza, espasticidad, contracturas)”<sup>21</sup>

FES es una técnica usada para activar músculos u órganos sensoriales que no están funcionando correctamente debido a una lesión, enfermedad o una anomalía física

## Universidad Abierta Interamericana

por estimulación del músculo con pequeños impulsos eléctricos. El término FES puede ser usado para describir una variedad de técnicas terapéuticas y aproximación al tratamiento experimental.

Por ejemplo, fue desarrollado un dispositivo llamado implante coclear para el oído que posibilita al individuo con sordera neurosensorial escuchar cierto tipo de sonidos y así interpretar la palabra hablada. Los estimuladores del nervio frénico son dispositivos implantados que ayudan a la gente a respirar sin un respirador. Los hombres con lesión medular quienes experimentan disfunción sexual pueden usar la técnica FES para inducir la eyaculación. Muchos investigadores están también usando estimulación eléctrica para asistir individuos inmovilizados para recuperar el control de la función perdida de la vejiga.<sup>22</sup>

Todas las investigaciones y tratamientos que se describieron hasta ahora son ejemplos de clínica e investigación que usaron la estimulación eléctrica para mejorar la función física y la calidad de vida.

Entre otros de sus beneficios, podemos utilizar FES:

➤ Para incrementar el ROM: proporciona una elongación regular similar a la elongación pasiva pero durante un lapso más prolongado. Debemos tener cuidado de que algunas articulaciones no sean hiperextendidas al intentar aumentar el rango de otras. La estimulación eléctrica puede ser usada para mantener el ROM en presencia de una fuerza deformante, o para aumentar el ROM de la articulación cuando existen limitaciones débiles. Un aumento en el número de repeticiones estimuladas para aumentar el tiempo de estiramiento es requerido cuando la meta es expandir el ROM.

➤ Para la reeducación del movimiento: cuando se produce una contracción muscular por un estímulo eléctrico, una amplia gama de estímulos sensoriales es producida. Esto incluye la sensación directa del estímulo y la respuesta propioceptiva de articulaciones, músculos, tendones y mecanorreceptores. Todo esto causará un significativo aumento de la actividad a lo largo de los caminos restantes hacia la corteza y otros centros estimulando la producción de nuevas conexiones sinápticas. La excitación de las vías aferentes (neuronas que llevan información del exterior hacia el sistema nervioso central) causará el mismo efecto que activar los husos musculares mediante su estiramiento causando excitación de la motoneurona, para causar contracción muscular. Sin embargo éste incremento de excitación de la motoneurona también facilitará los estímulos de descenso débil para activar la motoneurona y por ende producir una contracción voluntaria. Es de buena práctica pedir que el paciente intente y asista a la acción del estimulador con movimiento voluntario para realzar el efecto. Sin embargo éste esfuerzo voluntario no debe ser demasiado grande, para evitar el aumento de la espasticidad y la inhibición del movimiento deseado.

➤ Para desarrollar el conocimiento sensorial: según lo antes mencionado la estimulación sensorial estimulará nuevas conexiones sinápticas en la corteza y aumentará el conocimiento sensorial. Encontramos mejoras en la discriminación de 2 puntos y la reducción del SME. de negación.

➤ Reducción del dolor asociado a espasticidad o subluxación escapulohumeral: mejorando la posición de descanso de la articulación, el dolor

puede reducirse o eliminarse. Ésta misma estimulación también tendrá efectos similares al TENS, ya que la forma de onda es similar, lo que varía es la intensidad. No se ha encontrado que la frecuencia de estímulo sea muy exacta en la práctica, pero 30 Hz. ha sido el valor de mayor elección, como para producir una contracción suave y confortable. Parece que los pacientes tienen una mayor reeducación si tienen cierta habilidad motora antes de comenzar el tratamiento. Aquellos pacientes con menos o ninguna capacidad motora, aún pueden beneficiarse con el uso de la estimulación para uso cosmético, disminuir el dolor, o asistencia para las AVD tales como vestirse y disminución de la subluxación.

Como regla general el número de grupos musculares ejercitados debería ser mínimo. La mayoría de los pacientes encontrará difícil trabajar con más de 2 grupos musculares.

➤ El fortalecimiento muscular: durante la fase de recuperación, FES puede ayudar a mantener la integridad estructural del músculo y frecuentemente, impide o revierte la atrofia rápida como resultado del desuso. Como con cualquier ejercicio repetido, el volumen y la fuerza del músculo aumentan. Esto conduce a mayor densidad capilar, por lo tanto mejora la irrigación local y la calidad de los tejidos

El tratamiento con FES no está indicado para todos los pacientes discapacitados motrices. Así mismo, en aquellos en que la técnica puede ser usada, los resultados serán variables en función de las patologías.

Según la 9ª edición de Salisbury FES<sup>1</sup>, FES es una forma de producir movimiento funcional en músculos paralizados mediante la aplicación de impulsos eléctricos en los nervios de dichos músculos. Este agente fisioterapéutico, se utiliza cada vez más en la

## Universidad Abierta Interamericana

rehabilitación neuromuscular para mejorar la movilidad y la función del miembro superior. El uso más común es para la corrección del pie caído en la marcha del hemipléjico, una intervención, ahora recomendada por el Colegio Real de Médicos en su publicación “Pautas clínicas nacionales para el movimiento”. Entre otras aplicaciones de FES encontramos:

- Gente con lesión cerebral secundaria a un AVC, parálisis cerebral o trauma cerebral;
- Gente con deformidades progresivas de la columna, de causa ideopática o neuromuscular;
- Gente con artritis que han recibido prótesis, aquellos quienes han recibido reparación del cartílago o tendón, pacientes fracturados cuyos miembros estarían inmovilizados con un yeso por varias semanas; y
- Pacientes que sufren incontinencia urinaria.

En pacientes con lesión de la motoneurona superior, la musculatura se encuentra sana y la inervación indemne, la kinesiología (a través de la Electroestimulación Funcional) busca hacerlos funcionar. En estos pacientes la vía piramidal (que actualmente se considera una interneurona) se encuentra interrumpida. La motoneurona superior tiene que ver con grupos musculares no con músculos en particular, es decir, que si el deltoides es incapaz de abducir el miembro superior esta motoneurona puede enviar estímulos aferentes al supraespinoso para realizar ese movimiento ya que la corteza cerebral aplica el principio de representación (o sea la ideación de movimiento). Es importante destacar el concepto de plasticidad, como la capacidad de cambiabilidad de función dentro de los centros nerviosos. Existe una capacidad de adaptación por unas zonas del cerebro que reemplazarían la función de otras zonas lesionadas o enfermas.

## Universidad Abierta Interamericana

La retroalimentación sensorial es esencial para reestablecer patrones específicos de movimiento y coordinación. Esta retroalimentación puede ocurrir desde la propiocepción articular, observación visual, actividad muscular, comando verbal por parte del terapeuta o estimulación cutánea.

La electroestimulación funcional provee un impulso aferente capaz de estimular y activar al Sistema Nervioso Central para reorganizar su red interneuronal, reactivando las funciones indemnes, para ello es necesaria que una gran cantidad de información aferente sea enviada al mismo para ser procesada. Se generaría en el cerebro un proceso de adaptación y reaprendizaje para formar nuevas conexiones interneuronales, facilitando así la producción del movimiento voluntario.

La electroterapia exitomotriz constituye la parte posiblemente más importante de la electroterapia. Por el hecho mismo de que tiende a sustituirse al comando nervioso de la musculatura para realizar la unidad elemental de la función motriz, se concibe todo su valor y toda la ayuda que se puede esperar.

En efecto, la estimulación eléctrica de los músculos puede encontrar su aplicación en un dominio muy vasto, yendo desde la simple reeducación funcional elemental hasta la realización de movimientos complejos con vistas a hacer al órgano por la función. Las corrientes exitomotoras encuentran su aplicación mientras el comando voluntario sea imposible, pero la segunda motoneurona esté intacta. Esto se observa en los casos de secuelas de hemiplejía.

El estímulo eléctrico simula al que genera el cerebro produciendo contracción controlada de un músculo o grupo de músculos que han perdido la movilidad voluntaria por lesiones del Sistema Nervioso Central. La excitabilidad eléctrica del nervio y el músculo provee las bases para su uso terapéutico. En un individuo normal, los movimientos en las extremidades se originan en el área motora del cerebro. Por varias



razones, como un trauma, hemorragia cerebral, deficiencias congénitas, o tumores, el camino neural entre el centro cerebral y los músculos pueden estar rotos o dañados. Como una lesión causa pérdida total o parcial del control voluntario de los músculos, produce parálisis.

La premisa básica de FES es que un músculo viable, sin embargo atrofiado, puede todavía ser activado y controlado por medio de estimulación eléctrica aplicada debajo del nivel de la lesión.

Las lesiones de la motoneurona superior producen una importante atrofia difusa de los músculos paralizados. La estimulación muscular, en combinación con otras medidas farmacológicas y fisioterapéuticas, pueden evitar este tipo de alteración mediante el fortalecimiento de los músculos apropiados. La electroterapia contribuye a la reprogramación funcional de la actividad motriz, por el hecho de que la propia contracción inducida produce un aumento de la entrada neurosensorial y el paciente percibe y observa la contracción muscular.

Los pulsos llegan por medio de electrodos superficiales a los puntos motores de los músculos obteniendo la tetanización de los mismos.

Los músculos de alrededor del hombro, pueden ser divididos en 2 grupos: aquellos tales como el supraespinoso y redondo menor, cuya función principal es ubicar la cabeza del humero en la glena; y aquellos tales como deltoides y pectorales los cuales primordialmente, mueven el miembro completo. El deltoides es fácil de estimular ya que es el músculo más superficial, pero es útil trabajar sobre el supraespinoso por su rol central en ubicar la cabeza del humero. Si no hay rotación interna, Paul Taylor<sup>1</sup> propone ubicar un electrodo sobre el deltoides medio y el segundo sobre el supraespinoso. Se elige cual electrodo será el activo, según cual desee que tenga el efecto más fuerte. Por ejemplo, si se ubica el activo sobre el deltoides, produce demasiada abducción, una

## Universidad Abierta Interamericana

opción es invertirla polaridad. Si el brazo está en rotación interna, se puede ubicar el electrodo del deltoides sobre el deltoides posterior. Si se requiere una rotación externa más grande, se puede intentar la estimulación del redondo menor y el infraespinoso. La estimulación del supraespinoso puede ser difícil de lograr sin la activación de las fibras superiores del trapecio, resultando en la elevación de la arista del hombro. Si éste es el caso, a menudo es mejor estimular el deltoides medio y posterior. Se pueden usar 2 canales de estimulación, alternando entre las posiciones de los electrodos.

La frecuencia de tratamiento varia según las necesidades de cada paciente, pero podrá variar entre: el uso diario y 2/3 sesiones por semana en consultorio.

La Bioingeniera Carolina Taberig<sup>23</sup> diseñó un sistema de FES, marca Dorsiflex, el cual posee las siguientes características:

- Forma de onda cuadrada, son pulsos rectangulares descompensados que evitan el efecto galvánico
- Frecuencia de 30 Hz
- Ancho de pulsos de 300 useg.
- Intensidad alta capaz de provocar la contracción muscular visible

La posibilidad de variar la amplitud de estimulación permite lograr una contracción gradual de los músculos que provoca suaves movimientos con mínimas molestias y poca fatiga muscular.

El término "*funcional*" significa que busca restablecer / mejorar una función perdida o disminuida. El tratamiento persigue la funcionalidad a la vez que es utilizado como

## Universidad Abierta Interamericana

una forma de reeducación. De hecho el paso previo al logro de un objetivo funcional es el fortalecimiento y reeducación de los músculos necesarios para conseguir dicho objetivo.

Esta técnica debe ser utilizada dentro de un programa integral de rehabilitación como complemento de las terapéuticas convencionales (terapia física, FNP, etc.) y no así como única estrategia terapéutica. Deben considerarse las siguientes precauciones:

### No colocar los electrodos sobre:

- Marcapasos (la interferencia del estimulador puede evitar la detección de bradicardias)
- Endoprótesis (implantes metálicos, siliconas)
- Útero grávido
- Glándulas endocrinas
- Heridas
- Lesión de nervios periféricos
- Espasticidad severa

### Contraindicaciones:

- Osteoporosis
- Osificaciones heterotópicas
- Contracturas

## Universidad Abierta Interamericana

- Atrofia muscular severa y no respuesta al entrenamiento
- Obesidad (por la reducción de accesibilidad a los puntos motores)
- Dificultad de comprensión

### Prestar especial atención en los casos de:

- Alteraciones de la sensibilidad
- Procesos cancerígenos
- Alteraciones en la comunicación
- Gran movilidad articular evocada por la estimulación eléctrica
- Incorrecto contacto electrodo / piel.
- Patología tumoral
- Insuficiencia cardiaca severa
- Epilepsia pobremente controlada
- Convulsiones

### Ventajas de la FES:

- El paciente emplea sus propios músculos, articulaciones y soporte óseo de manera funcional
- La inervación periférica intacta puede ser usada
- Previene la atrofia muscular y las osificaciones
- Mejora el trofismo
- Retarda la aparición de osteoporosis
- Mejora el flujo sanguíneo local

## Universidad Abierta Interamericana

- Mejora la capacidad cardiaca, respiratoria y circulatoria
- Puede reducir la espasticidad
- Puede mejorar la evacuación intestinal
- Reduce el periodo de internación hospitalaria
- Puede rehabilitar al paciente con un nivel funcional superior
- Es rápidamente aplicada a la extremidad
- Es cosméticamente aceptable
- Es de bajo peso y tamaño reducido
- No necesita ser confeccionado a medida
- No depende del tamaño de la extremidad
- Gama creciente de movimiento y función
- Mejora la fuerza muscular

### **6.6. Antecedentes de Trabajos con FES**

“Se realizaron investigaciones para desarrollar sistemas diseñados con el propósito de ayudar a la gente con parálisis a caminar nuevamente. Estas investigaciones se realizan actualmente en todo el mundo, incluyendo Japón y Canadá. En USA muchos de los sitios investigados de FES incluyen:

Hospital Rancho los Amigos en California, Universidad Reservada de la Parte Occidental de Ohio, Universidad Estatal de Luisiana en Luisiana, Proyecto Miami en Florida, Instituto Pritzker en Illinois y el Hospital de Shriner en Pensylvania”<sup>24</sup>

La estimulación fue aplicada a pacientes con diagnóstico de subluxación de hombro, radiografías tomadas con y sin estimulación eléctrica demostraron una reducción en la subluxación cuando era aplicada la misma. No fueron apreciadas

diferencias radiológicas en comparación con un sujeto normal.

Un estudio realizado en Ohio<sup>24</sup> se llevó a cabo con el propósito de evaluar la efectividad de un programa de tratamiento con electroestimulación funcional (FES) diseñado para prevenir el estiramiento de la articulación glenohumeral y la consecuente subluxación y dolor de hombro en pacientes con ACV. Veintiséis pacientes hemipléjicos que padecían accidentes cerebrovasculares con flaccidez en los músculos del hombro fueron asignados en forma randomizada a un grupo control (13 pacientes: 5 mujeres y 8 hombres) a un grupo experimental (13 pacientes: 6 mujeres y 7 hombres). Ambos grupos recibieron tratamientos convencionales de terapia física. El grupo experimental recibió además un tratamiento con electroestimulación funcional (FES) en el cual dos grupos de músculos del hombro paralizado o flácido (supraespinoso y deltoides posterior) fueron inducidos a contraerse continuamente hasta seis horas por día durante seis semanas. La duración de la sesión de FES y el periodo de contracción / relajación fueron aumentando progresivamente a medida que los resultados mejoraban. El grupo experimental demostró mejorías significativas en cuanto a la función del brazo, actividad electromiográfica del deltoides posterior, rango de movimiento, y reducción de la subluxación (según estudios radiológicos) comparado con el grupo control. La conclusión final es que el programa de FES fue efectivo en la reducción de la severidad del hombro subluxado y el dolor ya que facilita la recuperación de la función del brazo.

“La utilización de FES en hombro se aplica en los músculos supraespinoso y deltoides. No hay acuerdo en el tiempo de aplicación. Tiene buenos resultados en subluxación siempre que sea de corta evolución, menos de un año y preferentemente

## Universidad Abierta Interamericana

flácidos. Se observa significativa reducción del dolor a la movilización pasiva, notable mejoría de la subluxación, mejoría de la función motora (121 trabajos realizados) y de las actividades funcionales<sup>21</sup>

En un estudio a cargo de las Bioingenieras Carolina Tabernig y Silvina Horovitz<sup>23</sup>, realizado en la UNER (Universidad Nacional de Entre Ríos) se trabajó con personas hemipléjicas entrenándolas en el uso de sus miembros afectados en el acto de comer con ortesis eléctricas. También se desarrolló un equipo de FES de tres canales de estimulación para cuadripléjicos C5-C6 comandado por medio de un acople ubicado en el hombro menos afectado del paciente. Para el caso de empleo de la FES como herramienta terapéutica se trabajó en un programa de rehabilitación en personas con lesiones en la neurona motora superior para el tratamiento de la subluxación de hombro y apertura de la mano afectada. Se demostró la viabilidad de la FES como alternativa terapéutica al observarse notables mejorías en la reducción de la subluxación del hombro afectado y la recuperación de algunos valores de movilidad articular en mano

Los investigadores de la Universidad Reservada del lado Oeste en Cleveland Ohio<sup>22</sup> tienen desarrollado un programa de estimulación para extremidades superiores que permite a las personas con cuadriplejía recuperar bastante la función del brazo y mano para sujetar un sándwich o alimentarse a ellos mismos. Como regla general, FES para miembro superior permite suministrar su uso con un nivel de función neurológico adicional. En otras palabras, alguien con una lesión medular C5/C6 puede ser capaz de funcionar usando FES a un nivel C5/C6. La mayoría de las personas con lesión medular pueden beneficiarse con los programas de FES.

Estimulación neuromuscular terapéutica es definida como el uso de estimulación eléctrica de músculos paralizados para mejorar el rango de movimiento, debilidad motora, espasticidad, y/o desacondicionamiento cardiovascular. La estimulación eléctrica no mejora directamente el funcionamiento. La Estimulación Neuromuscular Funcional (FES) es definida como el uso de estimulación eléctrica para activar músculos paralizados o paréticos en secuencias e intensidad precisas para asistir en el desempeño de movilidad y actividades de la vida diaria. Artefactos o sistemas que proveen FES también son llamados neuroprotesis.

Los componentes de una neuroprotesis pueden ser externos usando estimulación con electrodos superficiales, interno usando componentes implantados o una combinación de ambos. Sistemas implantados ofrecen la ventaja de situar el electrodo estimulador en proximidad de la estructura neural, incrementando inmensamente la selectividad y eficiencia de activación mientras simultáneamente se reduce la corriente requerida.

Aplicaciones adicionales de estimulaciones neuromusculares funcionales como la hemiplejía, daños traumáticos al cerebro y esclerosis múltiple representan una frontera abierta para investigaciones y desarrollos futuros.

Distintos estudios<sup>18,24</sup> comparan las molestias asociadas a la estimulación eléctrica percutánea con la estimulación eléctrica transcutánea o superficial en la subluxación escapulohumeral de pacientes con ACV. Con la estimulación eléctrica neuromuscular superficial fue mostrada una disminución de la subluxación escapulohumeral y del dolor asociado. No obstante, el dolor, el trabajo intensivo de la estimulación superficial y la incapacidad de estimular músculos profundos sin dejar de estimular músculos superficiales, limita la clínica implementada de esta promisoriosa técnica. La estimulación



## Universidad Abierta Interamericana

intramuscular percutánea puede ser mejor tolerada desde fibras dolorosas en la piel no estimulada. Los electrodos percutáneos llevan dos semanas de estabilización y deben ser removidos al primer año de la intervención. Algunos de estos pueden romperse dejando fragmentos retenidos.

En los músculos supraespinoso, deltoides posterior y medio se implantan los electrodos percutaneos (en sus respectivos puntos motores). La amplitud y frecuencia eran mantenidas a 20 MA y 16 HZ respectivamente. La intensidad de estimulación fue modulada con variación de ancho de pulso de 0 a 200 useg.

Para la estimulación superficial se utilizó gel en los electrodos de 31,7 mm. Con forma de onda bifásica simétrica y una duración de pulso de 300mseg. aplicado a 25 hz. La intensidad de estimulación era modulada con una amplitud de 0 a 100 MA.

El tratamiento fue de seis semanas con seis horas de estimulación diaria. Las medidas de dolor fueron tomadas con una escala análoga visual de 10cm y con el Índice de Rating de Dolor. El grado de luxación fue medido con RX simples antero posteriores según método Prevost y asociados. Los sujetos fueron entrevistados para describir la naturaleza de su dolor con cada tipo de electrodo. Como resultado, se obtuvo que la estimulación neuromuscular superficial causó molestias más significativas que la estimulación percutánea. Los sujetos describieron las molestias asociadas a la estimulación percutánea como “dolor, dolor insulso, calambre muscular, o ningún dolor”. El dolor de la estimulación superficial fue descripta como “agudo, quemante, o punzante”. 9 de 10 sujetos prefirió percutáneos a la estimulación superficial, por largo tiempo de estimulación.

Riesgos de la estimulación eléctrica percutánea:

- Posibilidades de pinchazos en vasos sanguíneos
  - Irritación de un nervio
  - Dolor temporario
  - Magulladuras en el lugar de la inserción
  - Individuos que toman anticoagulantes pueden sufrir hemorragias
  - El electrodo puede fallar entre un 56 % y 80% luego de un año post implantación
- 
- Formación de granulomas desde fragmentos de electrodos retirados
  - Infecciones de electrodos retirados

7. **OBJETIVOS**

General

-Determinar la eficacia de la electroestimulación funcional aplicada en la subluxación escapulo humeral de pacientes con hemiplejía en estadio flácido.

Específicos:

-Analizar si disminuye el dolor

-Verificar si aumenta el ROM voluntario

-Verificar si se facilita la funcionalidad del miembro superior afectado

## **8. HIPÓTESIS**

Mediante la aplicación de FES en la articulación escapulohumeral de pacientes con hemiplejía en estadio flácido, se logra una notable disminución del dolor y aumento del movimiento voluntario, haciendo posible el incremento de la independencia para las AVD.

Universidad Abierta Interamericana  
**9. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS**

**9.1. Tipo de Estudio**

La presente investigación es de carácter cuantitativo, longitudinal, siguiendo la organización de un diseño experimental y un tipo de estudio exploratorio de intervención. La fuente de datos es primaria.

**9.2. Universo:**

La población en riesgo o universo concuerda con las siguientes especificaciones:

- accidentes cerebrovasculares con secuela de hemiplejía
- Subluxación escapulo humeral
- Tono flácido al nivel de miembros superiores
- Pacientes de 45 a 80 años de edad

**9.3. Muestra:**

El total de la muestra quedó determinado por once pacientes con hemiplejía en estadio flácido y subluxación escapulo humeral, debido a la falta de ingresos de pacientes con estas características a la institución durante los meses en que la investigación se llevó a cabo.

Entre los pacientes se encontraron tres mujeres y ocho hombres cuyas edades oscilaron entre los 45 y 80 años. Del total de 11 pacientes, ocho conformaron un grupo experimental y tres compusieron el grupo control.

#### **9.4. Área de estudio**

La investigación fue desarrollada en ILAR, (Instituto de Lucha Antipoliomielítica y de Rehabilitación del Lisiado) durante los meses de Septiembre del 2004 a Enero de 2005.

#### **9.5. Instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de datos se recurrió a:

##### Goniómetro

Al centro del goniómetro se lo hizo coincidir con el eje articular, el brazo fijo se superpuso paralelo al segmento corporal que quedó inmóvil, el brazo móvil, superpuesto al segmento distal, lo acompañó en toda la amplitud del arco de movimiento. El segmento a medir se dispuso desprovisto de vestimenta. El paciente se colocó alineado, y el goniómetro no contactó con la superficie corporal.

##### Los movimientos evaluados fueron:

- Flexión
- Extensión
- Abducción
- Rotación interna
- Rotación externa

Tablas

Para cuantificar la disminución de dolor y el aumento del movimiento voluntario, se utilizaron las siguientes tablas:

- Valoración de límite de dolor
- Valoración de valoración muscular según Daniels

**9.6. Variables:**

Las variables estudiadas son de relación asimétrica, constituidas por:

- Variable independiente: FES
- Variable dependiente, cuantitativa y continua:
  - dolor
  - movimiento voluntario

## **10. DESARROLLO**

Se tomó un grupo experimental de ocho (8) pacientes, los que fueron tratados con electroestimulación funcional, sumado a terapia física, y un grupo control de tres (3) pacientes quienes solo recibieron terapia física.

Se efectuaron cinco (5) sesiones semanales, durante tres (3) semanas (15 sesiones en total), con una duración de dos (2) horas cada una.

Los tratamientos fueron llevados a cabo con equipos de electroestimulación funcional de fabricación nacional. Es importante establecer una programación adecuada ya que de lo contrario, no solo no se aportarán las ventajas esperadas, sino que implica una mejora de distintas cualidades, tal vez opuestas a las deseadas, y, por lo tanto, provocará un resultado negativo. Los parámetros seleccionados, teniendo en cuenta los elegidos en investigaciones antes mencionadas<sup>23</sup> fueron los siguientes: pulsos eléctricos de 30 Hertz, con un ancho de 300 microsegundos, de forma rectangular, descompensada para no producir efecto galvánico. Los equipos son portátiles, de pequeño tamaño y de bajo peso. Esto permite al paciente continuar con otros aspectos de su rehabilitación (por ejemplo: trabajar la marcha) mientras recibe corriente eléctrica. El aparato se mantuvo sujeto al cuerpo del paciente a través de 2 correas regulables.

Fueron utilizados electrodos marca AMRA, uno activo (de 5 x 5 cm.) y uno dispersivo de mayor tamaño (5 x 9 cm). Ambos electrodos poseen las cualidades de ser flexibles, por lo cual se adaptan al contorno del cuerpo y proveen una distribución de corriente en toda la superficie, permitiendo bajar los niveles de corriente, no irritando la piel del paciente. Al ser estos electrodos adhesivos, se evita el empleo de gel y cinta para pegar o elásticos con abrojo, aumentando así la calidad terapéutica, la practicidad y la funcionalidad.



## Universidad Abierta Interamericana

Una vez ubicados los puntos motores del movimiento que se busca estimular, se colocaron allí los electrodos activo y dispersivo según la técnica del “Rancho Los Amigos National Rehabilitation Center”<sup>25</sup>. El electrodo activo fue colocado sobre el músculo supraespinoso (fosa supraespinosa) dispuesto allí para minimizar la acción del trapecio superior (ya que este músculo elevaría el hombro al ser estimulado) y para evitar la estimulación sobre la espina de la escapula, lo cual puede resultar molesto para el paciente. El dispersivo fue colocado sobre el músculo deltoides posterior. Se aumenta la intensidad hasta conseguir una contracción visible capaz de elevar el miembro superior, reubicando así la cabeza humeral dentro de su glena.

## 10. 1. RESULTADOS

En la tabla de limitación del dolor (N°1), se enumeran los pacientes del grupo experimental del 1 al 8 aclarando el valor inicial, final y el promedio total de progreso obtenido en grados para cada paciente, testeado mediante goniómetro. Los resultados fueron evaluados en la primera y última sesión. En la tabla N° 2 de limitación del dolor, se observan los resultados del grupo control.

La limitación del ROM fue dada por el dolor manifestado en forma subjetiva por cada paciente. En la última fila se refiere el promedio de ganancia (+) o pérdida (-) de grados de movimiento (en cada movimiento en particular). Los valores de referencia para cada movimiento fueron los descriptos según Kapandji.<sup>26</sup>

En la tabla N°3 de valoración muscular se registran los resultados obtenidos en cuanto a la fuerza ganada para cada movimiento en particular expresado en porcentajes del grupo experimental. En la tabla N°4 se muestran los resultados en cuanto a la valoración muscular del grupo control.

Los resultados fueron cuantificados según Daniels<sup>27</sup> en grados que se registran en forma de puntuación numérica que oscila entre cero (0), que representa la ausencia de actividad, y cinco (5), que representa una respuesta normal al test.

## Universidad Abierta Interamericana

A continuación se describe la graduación numérica:

GRADO 5. FUERZA NORMAL: realiza movimiento en contra de la gravedad y de la resistencia “completa”

GRADO 4. FUERZA BUENA: realiza movimiento en contra de la gravedad con solo una resistencia moderada.

GRADO 3. FUERZA DEBIL: movimiento completo solo en contra de la gravedad.

GRADO 2. FUERZA POBRE: se logra el arco completo de movimiento si la fuerza de gravedad no actúa como resistencia.

GRADO 1. FUERZA RESIDUAL: la contracción del músculo se puede ver o palpar, pero la fuerza es insuficiente para producir movimiento.

GRADO 0. FUERZA NULA: parálisis completa. No hay contracción visible o palpable.

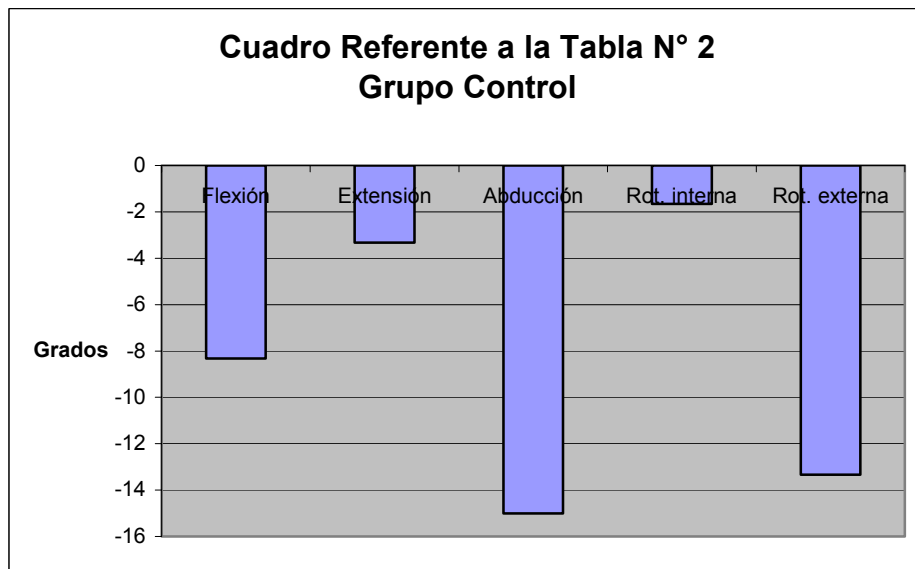
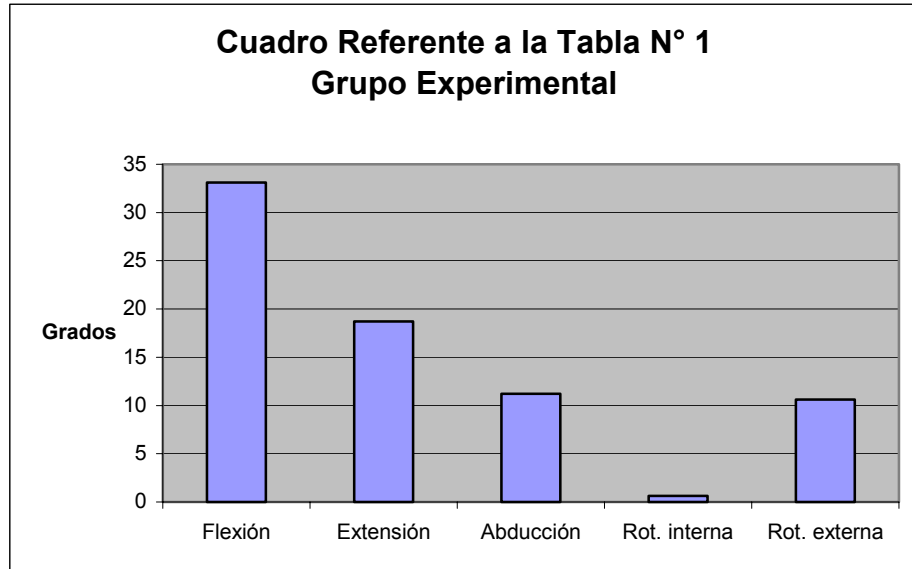
**TABLA N°1**

	Flexión V.R. 180°			Extensión V.R. 45°			Abducción V.R. 180°		
Paciente	V.I.	V.F.	Ganancia	V.I.	V.F.	Ganancia	V.I.	V.F.	Ganancia
1	130°	145°	15°	30°	50°	20°	130°	145°	15°
2	85°	130°	45°	20°	45°	25°	85°	100°	15°
3	130°	150°	20°	45°	50°	5°	90°	100°	10°
4	85°	165°	80°	35°	45°	10°	45°	90°	45°
5	90°	100°	10°	10°	30°	20°	90°	90°	---
6	90°	130°	40°	20°	30°	10°	90°	90°	---
7	90°	90°	---	20°	55°	35°	90°	95°	5°
8	90°	145°	55°	20°	45°	25°	110°	110°	---
<b>% Total</b>	33,1°			18,7°			11,2°		
	Rot. interna V.R. 100°			Rot. externa V.R. 80°					
Paciente	V.I.	V.F.	Ganancia	V.I.	V.F.	Ganancia			
1	80°	85°	5°	75°	80°	5°			
2	85°	85°	---	20°	20°	---			
3	85°	85°	---	45°	60°	15°			
4	80°	85°	5°	75°	80°	5°			
5	90°	85°	-5°	10°	20°	10°			
6	85°	85°	---	85°	85°	---			
7	80°	80°	---	45°	80°	35°			
8	85°	85°	---	30°	45°	15°			
<b>% Total</b>	0,62°			10,6°					

**Tabla N° 2:**

Paciente	Flexión V.R. 180°			Extensión V.R. 45°			Abducción V.R. 180°		
	V.I.	V.F.	Perdida	V.I.	V.F.	Perdida	V.I.	V.F.	Perdida
1	90°	85°	-5°	30°	20°	-10°	130°	110°	-20°
2	85°	85°	0°	20°	20°	0°	90°	85°	-5°
3	100°	80°	-20°	45°	45°	0°	110°	100°	-10°
<b>% Total</b>	-8,33°			-3,33°			-11,6°		

Paciente	Rot. interna V.R. 100°			Rot. externa V.R. 80°		
	V.I.	V.F.	Perdida	V.I.	V.F.	Perdida
1	80°	80°	0°	75°	60°	-15°
2	85°	80°	-5°	30°	20°	-10°
3	85°	85°	0°	60°	45°	-15°
<b>% Total</b>	-1,66°			-13,33°		



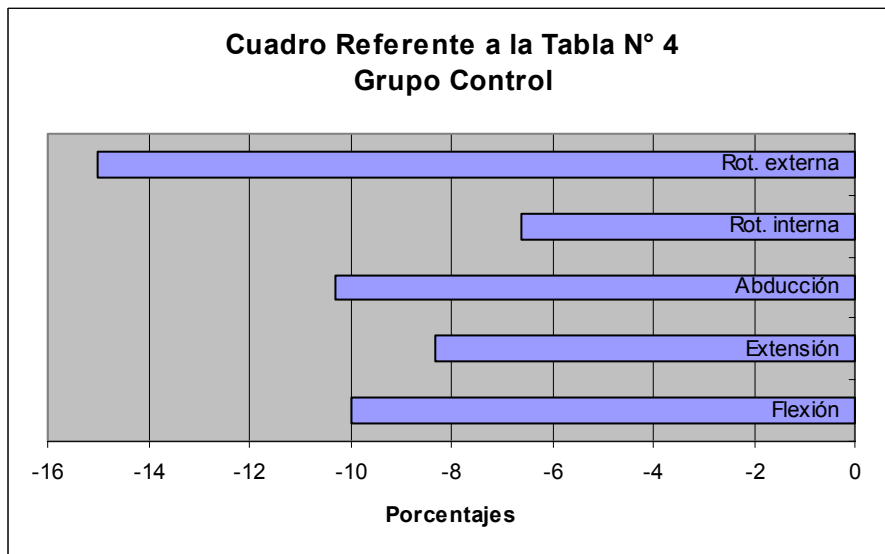
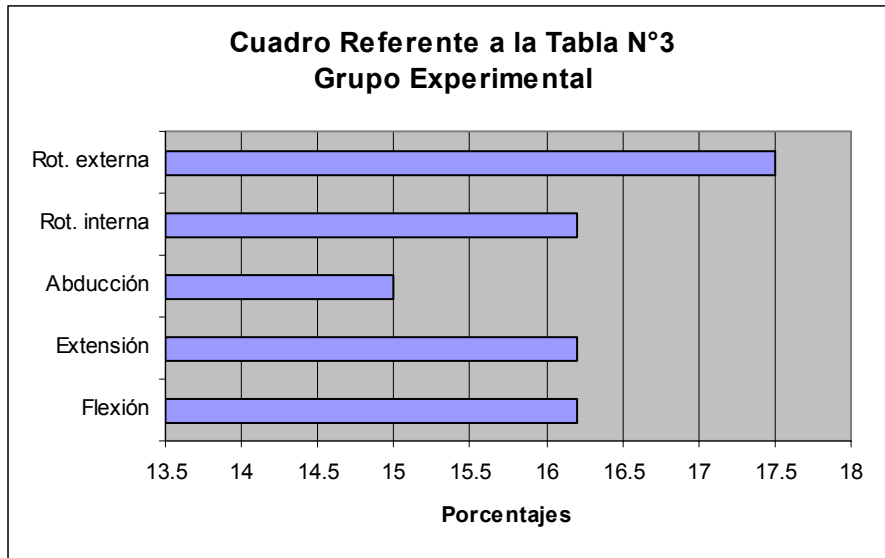
**Tabla N° 3:**

Pacientes grupo experimental	Flexión	Extensión	Abducción	Rotación interna	Rotación externa
1	20%	40%	20%	20%	40%
2	---	---	---	---	---
3	40%	40%	40%	40%	20%
4	10%	10%	10%	10%	10%
5	20%	---	10%	---	10%
6	10%	10%	20%	40%	40%
7	10%	10%	---	----	---
8	20%	20%	20%	20%	20%
<b>Promedio</b>	16.2%	16.2%	15%	16.2%	17.5%

**TABLA N°4**

<b>Pacientes grupo control</b>	<b>Flexión</b>	<b>Extensión</b>	<b>Abducción</b>	<b>Rotación interna</b>	<b>Rotación externa</b>
<b>1</b>	<b>-10%</b>	<b>-10%</b>	<b>-5%</b>	<b>-10%</b>	<b>-15%</b>
<b>2</b>	<b>-8%</b>	<b>---</b>	<b>-16%</b>	<b>-10%</b>	<b>-10%</b>
<b>3</b>	<b>-12%</b>	<b>-15</b>	<b>-10</b>	<b>---</b>	<b>-20%</b>
<b>Promedio</b>	<b>-10%</b>	<b>-8.33%</b>	<b>-10.3%</b>	<b>-6.6%</b>	<b>-15%</b>





## 11. CONCLUSION

Según la bibliografía que respalda este trabajo, la aplicación de FES en el hombro del paciente con hemiplejía es efectiva para disminuir el dolor evocado por la subluxación y para aumentar la producción de movimiento voluntario en el hombro pléjico, aunque no hay acuerdo en el tiempo de estimulación

El análisis de los resultados obtenidos posterior a la aplicación de FES en la subluxación de hombro de dichos pacientes arrojó las siguientes conclusiones:

➤ Se comprobó una notable disminución del dolor en el grupo experimental, al ejecutar los movimientos en el hombro pléjico. El promedio de mejoría fue de 33,1° para la flexión, 18,7° en la extensión, 11,2° en la abducción, 0,62° en la rotación interna y 10,6° en la rotación externa. El grupo control mostró los siguientes valores: flexión - 8.33°; extensión -3.33°; abducción -11.6°; rotación externa -13.3°; rotación interna -1.66°.

➤ Se comprobó un aumento del movimiento voluntario en el grupo experimental que fue de un 16.2% en los movimientos de flexión, extensión y rotación interna, 15% en la abducción y finalmente un 17,7% en la rotación externa. El grupo control obtuvo los siguientes valores: flexión -10%; extensión -8.33%; abducción -10.3%; rotación externa -15%; y rotación interna -6.6%.

Estos resultados fueron evaluados de manera subjetiva mediante tablas de limitación del dolor, utilizando como herramienta un goniómetro, y tablas de valoración muscular según Daniels.

Los resultados de la aplicación de FES con pulsos rectangulares descompensados a 30 HZ de frecuencia, 300 useg. De ancho de pulso e intensidad suficiente para provocar

## Universidad Abierta Interamericana

una contracción visible, arrojaron la conclusión de que la técnica FES corrobora la hipótesis planteada en lo referente a la efectividad de la misma.

Se hace mención que los resultados que determinan la presente conclusión se limitan a la población estudiada, la cuál no es lo suficientemente numerosa como para determinar si la tendencia al éxito se relaciona por medio de la aplicación de FES.

## **12. RECOMENDACIONES:**

Luego de finalizar la presente investigación y debido a los resultados obtenidos que confirman la hipótesis planteada, se exponen a continuación las siguientes recomendaciones:

- que los pacientes sean tratados precozmente para obtener óptimos beneficios
- colocar un apoyo temporario del brazo mientras no se aplique la FES (por ejemplo, cabestrillo, mesa escotada)
- realizar nuevas evaluaciones transcurrido cierta cantidad de tiempo, para corroborar si la mejoría es mantenida
- el esfuerzo voluntario no es absolutamente necesario para el éxito del tratamiento

En conclusión, se recomienda difundir y aplicar esta promisorio técnica para el tratamiento de la subluxación escapulo humeral de pacientes con hemiplejía en estadio flácido.

**13. REFERENCIAS**

---

<sup>1</sup> Taylor, P.; Mann, G; J., C; (y otros): Upper limb electrical stimulation exercises. En: Salisbury FES Newsletter. Salisbury District Hospital. Department of Medical Physics and Biomedical Engineering; January 2002

<sup>2</sup> Cailliet, Rene: The Shoulder in Hemiplegia. 1a. ed. , Philadelphia : Davis; 1980

<sup>3</sup> Panza E ; Rossi D. Criterios de Tratamiento en la Subluxación de Hombro en la Hemiplejía [tesis], Rosario: Universidad Abierta Interamericana; 2004

<sup>4</sup> Kottke, Frederic J.;Lehmann, Justus F.. Krusen Medicina Física y Rehabilitación. 4a. Ed. Madrid: Médica Panamericana ,1993.

<sup>5</sup> Rouviere, H: Anatomía Humana Descriptiva y Topográfica. 7ª Ed. España: Bailliere; 1964. Tomo 3.

<sup>6</sup> Moore, Keith L.;Dalley, Arthur F.;Donohoe, Lisa S.; Moore, Marion E. Anatomía: con orientación clínica .4a.ed. Buenos Aires: Panamericana ,2002.

<sup>7</sup> Testut,L.;Jacob,O.;Góngora, J.;Zariquiey, R.. Tratado de anatomía topográfica con aplicaciones médicoquirúrgicas .4a.ed. rev. cor. y aum.Barcelona: Salvat ,1923. tomo 2.

<sup>8</sup> Latarjet, M.;Ruiz Liard, A. Anatomía humana .3a. ed. Buenos Aires: Médica Panamericana 1995.  
Tomo 2.

<sup>9</sup> Williams, Peter L.;Bannister, Lawrence H.;Berry, Martin M.;Collins, Patricia;Dyson, Mary;Dussek, Julian;Ferguson, Mark W. J.. Anatomía de Gray : bases anatómicas de la medicina y la cirugía .38a.Ed. Madrid: Harcourt 1998. Tomo 1

<sup>10</sup>Bordoli, P. D. Manual para el análisis de los movimientos .Buenos Aires: Centro Editor Argentino 1995. Tomo 2

<sup>11</sup>Guyton A., Hall J. Tratado de Fisiología Médica. 10° Edición. Mejico: Ed. McGraw – Hill; 2001

<sup>12</sup> De Lisa, Joel, A. Physical Medicine and Rehabilitación Medicine: Principles and Practice.3ª Ed. Baltimore Lipopincot Williams;2004.

<sup>13</sup> Ganong W. Fisiología Médica. 16° edición. Mexico: Ed. El Manual Moderno;1998

<sup>14</sup> Micheli F; Pardal M. F. Fundamentos de Neurología. Bs. As: Editorial el Ateneo;1992.

<sup>15</sup> Good D. ; Couch J. Handbook of Reabilitation. Ed.Marcel Drekker inc. USA;1994

<sup>16</sup> Pedrosa C.; Casanova R. Diagnostico por Imágenes: Tratado de Radiología Clínica.

2ª Ed. España: Mc. Graw – Hill; 2004.

<sup>17</sup> Bobath B.. Hemiplejía del adulto. 3º ed. Bs. As: Panamericana; Julio 1993.

<sup>18</sup> Chae, John MD, ME; Yu, David MD; Walker, Maria MSE Percutaneous, Intramuscular Neuromuscular Electrical Stimulation for the Treatment of Shoulder Subluxation and Pain in Chronic Hemiplegia: A Case Report. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 80(4):296-301, April 2001.

<sup>19</sup> Casares C.. Prescripción de Ortesis y Otro Material de Adaptación en Pacientes con Hemiparesia. Rehabilitación: Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación. 2000; 34(6):438-446

<sup>20</sup> National Institute on Disability and Rehabilitation Research. Office of Special Education and Rehabilitative Services. Department of Education : Functional Electrical Stimulation. Bringing Research into Effective Focus. En : Rehab Brief .Vol. IX, N° 11 (1986).

<sup>21</sup> Sostelano F. Estimulación Eléctrica Funcional (FES): Estado Actual en el Hemipléjico Adulto. Revista neurológica Argentina .2003;28:137-139

<sup>22</sup> O'Malley Jeanne, Arnold, Philip, Earwood, Jennen : Functional Electrical Stimulation, Clinical Applications in Spinal Cord Injury. En : The National Spinal Cord Injury Association (NSCIA); Factsheet N°9, 2003.

<sup>23</sup> [www.fac.org.ar/fiuner/oficinaVT/grupo\\_18.htm#li](http://www.fac.org.ar/fiuner/oficinaVT/grupo_18.htm#li)

<sup>24</sup> [www.makoa.org/nscia/fact09html](http://www.makoa.org/nscia/fact09html)

<sup>25</sup> Reducción de la Subluxación de Hombro. En: Lucida L. Baker; Cynthia L. Wederick; Donald R. MacNeal; Craig. J. Newsam; Robert L. Water. Neuromuscular Electrical Stimulation. Cuarta edición. California USA. 2000. 120-123

<sup>26</sup> Kapandji I.A. Cuadernos de Fisiología Articular. 2° edición. Barcelona España: Masson Italia Editorial; 1991

<sup>27</sup> Daniels-Worthingham's. Pruebas Funcionales Musculares. 6° edición. Madrid España: Editorial Marbán Libros; 1997



## 14. BIBLIOGRAFÍA

- Allan, R; Marice, V: **Manual de Neurología**. 7ª Ed. Mexico: McGraw-Hill; 2003
- Amrra Electromedicina. Linea Kinesiología, Dolor, Fisiatría, Acupuntura. [www.amrra.com](http://www.amrra.com) [consultada en Enero 2005]
- Baker L;. Wedericl C;. MacNeal D; Newsam N;. Water R. **Reducción de la Subluxación de Hombro**. En: Neuromuscular Electrical Stimulation. 4ª Ed: California USA.; 2000
- Bannister, L; Berry, M; Collins, P; Dyson, M; Dussek, J; Ferguson, M; Williams, P : **Anatomía de Gray: bases anatómicas de la medicina y la cirugía** 38a.ed. Madrid: Harcourt 2001. Tomo 1
- Baptista Lucio P, Fernandez Collado C., Hernandez Sampieri R., **Metodología de la Investigación**. 2ª Ed. México: McGraw-Hill; 1998.
- Berne R; Levi M. **Fisiología**. 2ª Ed. España: Hercourt Brace; 1999.
- Betrand Arsenault, Elisabeth ;Rejean Prevost, A.: Rotation of the scapula and shoulder subluxation in hemiplejia. Centro de investigación, Instituto de readaptación de Montreal, Quebec, Canadá.
- Bobath, B. **Hemiplejía del adulto**. 3º Ed.. Bs. As: Ed. Panamericana; Julio 1993.

- Bordoli, P. D. **Manual para el Análisis de los Movimientos**. Buenos Aires: Centro Editor Argentino; 1995. Tomo 2
- Bruce M., Gans; Joel A; De Lisa: **Rehabilitación Medicine. Principles and Practice**. 3ª Ed. Baltimore; 1998.
- Cailliet, Rene . **Shoulder Pain**. 2ª Ed. Usa: Davis ; 1981.
- Cailliet, Rene. **The Shoulder in Hemiplegia**. 1a. ed. Philadelphia : Davis; 1980.
- Casanova, Rafael; Pedrosa, Cesar : **Diagnóstico por Imagen: Tratado de Radiología Clínica**. 2a Ed. España: Mc. Graw-Hill; 2004.
- Chae, John MD, ME; Yu, David MD; Walker, Maria MSE. Percutaneous, Intramuscular Neuromuscular Electrical Stimulation for the Treatment of Shoulder Subluxation and Pain in Chronic Hemiplegia: A Case Report. En : American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 80(4):296-301, April 2001.
- Chae, John MD; Hart, Ronald MSE . **Comparison of discomfort associated with surface and percutaneous intramuscular electrical stimulation for persons with chronic hemiplegia**. En : American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 77(6):516-522, November/December 1998.
- Chan R.; Tsai M; Wang, R. : **Electroestimulación Funcional en Subluxacion de Hombro en Hemipléjicos : en estado agudo y crónico**. Faculty of Physical Therapy, National Yang-Ming University, Shih-Pai, Taiwan.

- Cingolani H.; Houssay A y otros . **Fisiología Humana** 7ª Ed. Bs. As.: El Ateneo; 2000
- Conejero Casares : **Prescripción de Ortesis y Otro Material de Adaptación en Pacientes con Hemiparesia.** En : Rehabilitación: Revista de la Sociedad Española de Rehabilitación. 2000; 34(6): 438-446
- Couch, James; Good, David. **Handbook of Rehabilitation.** Ed.Marcel Drekker: USA ; 1994
- Dalley, Arthur ;Moore, Keith L.; F.; Donohoe, Lisa S.; Moore, Marion E. Anatomía: con orientación clínica. 4a.ed. Buenos Aires: Panamericana ,2002
- DeLisa, Joel, A.. **Physical Medicine and Rehabilitation Principles and Practice.** 4ª. Ed. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins; 2004
- **Diccionario Mosby Pocket de Medicina y Ciencias de la Salud.** Madrid España: Harcourt; 1998.
- Domulin de Bisschop. **Las corrientes Exitomotoras en la Reeducción Funcional.** Bs. As.: Panamericana; 1974.
- Fernandez Pardal, M; Micheli, F. **Fundamento de Neurología.** Bs. As: el Ateneo; 1992.
- Fustinoni, Pergola. **Neurología en Esquemas.** 2ª Ed. Madrid España: Panamericana; 2001
- Ganong ;William F: **Fisiología Médica.** 16º Ed. México. Manual Moderno; 1998.

- Góngora, J.; Testut, L.; Jacob, O.; Zariquiey, R: **Tratado de Anatomía Topográfica con Aplicaciones Médico-quirúrgicas**. 4a.ed. Barcelona : Salvat; 1923. Tomo 2.
- Guyton A.C, Hall J. E. **Tratado de Fisiología Médica**. 10° Edición. Mexico: McGraHill; 2001
- Ikai, Tetsuo MD; Tei, Kenshaku MD; Yoshida, Koshiro MD; Miyano, Satoshi MD; Yonemoto, Kyozo MD **Evaluation and Treatment of Shoulder Subluxation in Hemiplegia: Relationship Between Subluxation and Pain**. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 77(5):421-426, September/October 1998.
- Kottke, Frederic J.; Lehmann, Justus F. Krusen **Medicina Física y Rehabilitación**. 4a. Ed. Madrid: Panamericana; 1993.
- Latarjet, M, Ruiz L. A. **Anatomía humana**. 3a. Ed. Buenos Aires: Panamericana; 1995. Tomo 2.
- Lutjen-Drecoll, E; Rohen, J. W; Yokochi, C : **Atlas de Anatomía Humana**. 5ª Ed. España: Elsevier; 2003.
- Muller, Fabiola ; O'Rahilly, Ronan: **Anatomía de Gardner**. 5ª Ed. México, DF: McGraw-Hill.
- National Institute on Disability and Rehabilitation Research. Office of Special Education and Rehabilitative Services. Department of Education : **Functional Electrical Stimulation. Bringing Research into Effective Focus**. En : Rehab Brief. Vol. IX, N° 11 (1986).

- O'Malley, Jeanne ; Philip ,Arnold; Earwood, Jennen : **Functional Electrical Stimulation, Clinical Applications in Spinal Cord Injury**. En : The National Spinal Cord Injury Association (NSCIA); Factsheet N°9, 2003.  
<http://www.spinalcord.org/html/factsheets/estimul.php> [Enero 2005]
- Pabst, R ;Putz, R : **Atlas de Anatomia Humana**. 21ª Ed. Madrid : Panamericana; 2001. Tomo 1.
  
- Panza E. Rossi D. **Criterios de Tratamiento en la Subluxación de Hombro en la Hemiplejía** [tesis]. Rosario: Universidad Abierta Interamericana; 2004.
- Peterson, Steve : **Posterior shoulder instability**. En : Universidad de Waine. Departamento de Cirugía Ortopédica. Vol. 31, N°2, Abril del 2000
- Rodriguez M. : **Electroterapia en Fisiología**. España : Panamericana; 2000.
- Rouviere, H. **Anatomía Humana Descriptiva y Topografica**. 7ª Ed. España : Bailliere; 1964. Tomo 3.
- Sostelano, F. : **Estimulación Eléctrica Funcional (FES) : Estado Actual en el Hemipléjico Adulto**. En : Revista neurológica Argentina .2003;28:137-139
- Tabernig, Carolina : **Sistema de Estimulación Electrica Funcional Para Corrección de la Marcha Hemipléjica**. Dorsiflex. (manual de uso).

- Taylor, P. (y otros) : **Upper limb electrical stimulation exercises**. En :  
Salisbury FES Newsletter. Salisbury District Hospital. Department of Medical  
Physics and Biomedical Engineering; January 2002

**PAGINAS DE INTERNET:**

- Federación Argentina de Cardiología: Ingeniería en Rehabilitación.  
[www.fac.org.ar/fiuner/oficinaVT/grupo\\_18.htm#li](http://www.fac.org.ar/fiuner/oficinaVT/grupo_18.htm#li) [Enero 2005]
- National Spinal Cord Injury Association: Resource Center.  
[www.makoa.org/nscia/fact09html](http://www.makoa.org/nscia/fact09html) [Enero 2005]

## 15. GLOSARIO

Accidente encefalovascular constituido o completado: disfunción aguda que se desarrolla rápidamente, no progresa mas allá de un lapso corto (generalmente no más de una hora) y no retrograda en forma franca transcurridas las 24 hs.

Despolarización: proceso o acto de neutralizar el potencial de reposo de la membrana celular.

Frecuencia: es el número de períodos por segundo. Se calcula al dividir un segundo por la duración de un período. La unidad de frecuencia es el Hertzio (HZ).

Goniómetro: Etimológicamente significa: *gonio*: ángulo; y *metro*: medida. Consiste en un transportador en cuyo centro se fijan dos brazos o palancas, una fija y otra móvil. Al centro del transportador se lo hace coincidir con el eje articular, el brazo fijo se superpone paralelo al segmento corporal que quedará inmóvil, el brazo móvil, superpuesto al segmento distal, lo acompaña en toda la amplitud del arco de movimiento.

Hemiplejía: parálisis de una extremidad superior e inferior de un mismo lado. Con frecuencia es causada por enfermedades vasculares y menos a menudo por traumatismos, tumores o un proceso infeccioso o desmielinizante.



Neurotransmisores: sustancia liberada que modifica o produce impulsos nerviosos entre una sinapsis por una neurona y que afecta a otra célula, neurona u órgano efector de manera específica.

Período refractario: intervalo que sigue a la excitación de una neurona o a la contracción de un músculo durante el cuál se produce repolarización de la membrana celular.

Potencial de acción: es el impulso nervioso por excelencia. Es la señal que las neuronas transmiten a través de la membrana del axon a larga distancia. Cambio registrado en el potencial eléctrico entre el interior y el exterior de una célula, resultante en una respuesta.

Receptores sinápticos: son proteínas de membrana que tienen como función el reconocimiento de transmisores específicos y la activación de efectores.

Signo del surco: maniobra que evidencia el grado de laxitud en sentido inferior multidireccional.

Sinapsis química: forma predominante de comunicación en el cerebro. Amplifica las señales y sus acciones son modificables.

**16. ANEXOS**

**ANAMNESIS**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

HC.N\*: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_

Ocupación: \_\_\_\_\_

Motivo de internación: \_\_\_\_\_

Enfermedad actual: \_\_\_\_\_

Hemiplejia: Izq. --- Der.

Fecha del A.C.V.: \_\_\_\_\_

Medicación actual: \_\_\_\_\_

Antecedentes personales:

Médicos:

- Diabetes \_\_\_\_\_
- Cardiopatías \_\_\_\_\_
- Marcapaso \_\_\_\_\_
- Alergias \_\_\_\_\_

- HA: \_\_\_\_\_
- Lesión de nervios periféricos \_\_\_\_\_
- Endoprotesis \_\_\_\_\_
- Osteoporosis \_\_\_\_\_

Quirúrgicos de miembro superior: \_\_\_\_\_

Traumatológicos de miembro superior: \_\_\_\_\_

Hábitos: \_\_\_\_\_

Nivel socioeconómico: \_\_\_\_\_

### Examen físico general

Impresión general: \_\_\_\_\_

Estado de la piel: \_\_\_\_\_

### Neurológico

Lenguaje: \_\_\_\_\_

Equilibrio: \_\_\_\_\_

Sensibilidad superficial: \_\_\_\_\_

Sensibilidad profunda: \_\_\_\_\_

Examen motor: \_\_\_\_\_

Actitud o posición articular: \_\_\_\_\_

Orientación T/E: \_\_\_\_\_

Ejecuta órdenes seriadas: \_\_\_\_\_

Lenguaje: \_\_\_\_\_

Conciencia: \_\_\_\_\_

Control de tronco y cefálico: \_\_\_\_\_

Bipedestación: \_\_\_\_\_

Marcha: \_\_\_\_\_

Actitud: \_\_\_\_\_

### Palpación de la región

Temperatura local: \_\_\_\_\_

Elementos anatómicos: \_\_\_\_\_

### Examen muscular

Tono: \_\_\_\_\_

Trofismo: \_\_\_\_\_

Potencia muscular (según Daniels):    Flexión de hombro:

➤ 1

➤ 2

➤ 3

➤ 4

➤ 5

Extensión de hombro:

➤ 1

➤ 2

➤ 3

➤ 4

➤ 5

Abducción de hombro:

➤ 1

➤ 2

➤ 3

➤ 4

➤ 5

Rotación interna:

➤ 1

➤ 2

➤ 3

➤ 4

➤ 5

Rotación externa:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Maniobras especiales:

Prueba del surco: \_\_\_\_\_

Exámenes complementarios:

Radiología de ingreso: \_\_\_\_\_

Diagnostico: \_\_\_\_\_

***Fecha de inicio:*** \_\_\_\_\_ ***Fecha de evaluación:*** \_\_\_\_\_

**Firma:**