

**EFFECTO INMEDIATO DE LA FÉRULA DE PRESIÓN DE JOHNSTONE  
SUMADA AL ESTIRAMIENTO MANTENIDO SOBRE LA ESPASTICIDAD DE  
LOS FLEXORES DE CODO Y MUÑECA EN LA ENFERMEDAD CEREBRO  
VASCULAR (ECV)**

**MARIA JULIANA GONZALEZ SILVA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE SALUD  
MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA  
BUCARAMANGA  
2022**

**EFFECTO INMEDIATO DE LA FÉRULA DE PRESIÓN DE JOHNSTONE  
SUMADA AL ESTIRAMIENTO MANTENIDO SOBRE LA ESPASTICIDAD DE  
LOS FLEXORES DE CODO Y MUÑECA EN LA ENFERMEDAD CEREBRO  
VASCULAR (ECV)**

**Ft. MARIA JULIANA GONZALEZ SILVA**

**Propuesta trabajo de investigación para optar al  
Título de Magister en Fisioterapia**

**DIRECTORA**

**Ft. MSc. MARÍA SOLANGE PATIÑO SEGURA  
Fisioterapeuta Magíster en Ciencias del Movimiento**

**CODIRECTORA**

**Ft. MSc, PhD. ESPERANZA HERRERA VILLABONA  
Fisioterapeuta Doctora en Ciencias Fisiológicas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE SALUD  
MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA  
BUCARAMANGA**

**2022**

## CONTENIDO

	Pág.
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2. JUSTIFICACIÓN.....	19
3. OBJETIVOS.....	27
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	27
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
4. HIPÓTESIS.....	28
5. MARCO TEÓRICO.....	29
5.1 GENERALIDADES DEL ECV.....	29
5.1.1 Definición ECV.....	29
5.1.2 Lesión de neurona motora superior (NMS) Post-ECV.....	29
5.1.3 Excitabilidad refleja y mecanismos neurofisiológicos.....	33
5.2 COMPROMISO DEL MIEMBRO SUPERIOR PARÉTICO POST-ECV.....	38
5.3 PATRÓN DE ALCANCE FUNCIONAL (PAF).....	42
5.4 INTERVENCIONES PARA EL MIEMBRO SUPERIOR ESPÁSTICO.....	47
5.4.1 Estiramiento manual mantenido (EM).....	48
5.4.2 Férula de presión de johnstone (FPJ).....	53
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	60
6.1 DISEÑO.....	60
6.2 POBLACIÓN.....	60
6.2.1 Criterios de inclusión.....	60
6.2.2 Criterios de exclusión.....	62
6.3 TAMAÑO DE MUESTRA.....	64

6.4 ENMASCARAMIENTO .....	65
6.5 VARIABLES DE ESTUDIO .....	66
6.5.1 Variables explicatorias .....	66
6.5.2 Variables de salida.....	67
6.5.3 Variables sociodemográficas, antropométricas y clínicas .....	69
6.6 LABORATORIO .....	70
6.7 DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y PRUEBAS DE EVALUACIÓN .	71
6.7.1 Escala de Ashworth Modificada .....	71
6.7.2 Reflejo H .....	71
6.7.3 Cinemática articular y PAF.....	72
6.7.4 Índice de Barthel .....	73
6.7.5 Escala Fugl Meyer (EFM) .....	73
6.8 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE INTERVENCIÓN .....	74
6.8.1 Tratamiento con estiramiento mantenido.....	74
6.8.2 Tratamiento con la Férula de Presión de Johnstone.....	74
6.9 FASES DEL ESTUDIO .....	75
6.9.1 Prueba piloto.....	75
6.9.2 Fase experimental .....	76
6.10 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	78
6.11 CONTROL DE SESGOS .....	80
6.11.1 Clasificación.....	80
6.11.2 Selección .....	80
6.11.3 Confusión.....	80
7. CONSIDERACIONES ÉTICAS .....	81

8. RESULTADOS.....	82
8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.....	82
8.2 EXCITABILIDAD REFLEJA, CINEMÁTICA ARTICULAR DEL PAF Y TONO EN LA LÍNEA DE BASE POR GRUPO DE INTERVENCIÓN.....	83
8.3 COMPARACIÓN PRE Y POST INTERVENCIÓN POR GRUPO DE ESTUDIO.....	83
8.4 ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INTERVENCIÓN.....	87
9. DISCUSIÓN.....	89
9.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN.....	91
9.2 HALLAZGOS EN LA LÍNEA DE BASE PARA LAS VARIABLES DE TONO MUSCULAR, EXCITABILIDAD REFLEJA Y CINEMÁTICA ARTICULAR EN EL PAF.....	93
9.3 EFECTO INMEDIATO SOBRE EL TONO MUSCULAR DE LOS FLEXORES DE CODO, MUÑECA Y MANO, LA EXCITABILIDAD REFLEJA DEL FRC Y LA CINEMÁTICA ARTICULAR DEL PAF EN LOS GRUPOS DE INTERVENCIÓN.....	100
9.3.1 Efecto post-intervención sobre el tono muscular.....	100
9.3.2 Efecto post-intervención sobre la excitabilidad refleja del FRC.....	103
9.3.3 Efecto post-tratamiento sobre las variables de la cinemática articular del PAF.....	107
9.4 FORTALEZAS Y LIMITACIONES.....	112
9.5 APORTES E IMPLICACIONES PARA LA FISIOTERAPIA.....	113
6. CONCLUSIONES.....	116
7. RECOMENDACIONES.....	117
BIBLIOGRAFIA.....	118
ANEXOS.....	154

## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Características sociodemográficas y antecedentes clínicos en la línea de base por grupo de intervención.....	83
Tabla 2. Descripción de las variables de la Excitabilidad Refleja, la cinemática articular en el PAF en el MSP y el tono muscular en la línea de base.....	84
Tabla 3. Comparaciones pre y post intervención por grupo de estudio para las variables de la Excitabilidad Refleja, de la cinemática articular en el PAF en el MSP y el tono muscular.....	86
Tabla 4. Tamaño del efecto calculado para las variables de la Excitabilidad Refleja, de la cinemática articular en el PAF en el MSP y el tono muscular.....	87
Tabla 5. Análisis de Covarianza (ANCOVA) para las variables de la Excitabilidad Refleja, la Cinemática Articular y el Tono Muscular.....	88
Tabla 6. Análisis del tamaño del efecto según Cohen.....	88

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Adaptaciones del músculo espástico post-ECV .....	42
Figura 2. Patrón de Alcance Funcional: a. Fase de transporte, b. Fase de manipulación.....	44
Figura 3. Flujograma Fase Experimental del estudio. Grupo Control: Estiramiento Mantenido (GEM), Grupo Experimental Férula de Johnstone más estiramiento mantenido (GFPJ+EM) .....	78
Figura 4. Porcentaje de cambio en el tono muscular post intervención por grupo de estudio .....	85
Figura 5. Duración del PAF pre y post intervención en ambos grupos .....	85

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Evidencia científica relacionada con la Extremidad Superior post ECV .....	155
Anexo B. Estimación y ajuste del tamaño de muestra, y poder estadístico	177
Anexo C. Protocolos de evaluación, de intervención y plan de recomendaciones .....	180
Anexo D. Carta de consentimiento informado .....	2111
Anexo E. Resultados Prueba Piloto .....	2166

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA	Análisis de Varianza
ANCOVA	Análisis de Covarianza
AVD	Actividades de la Vida Diaria
CCI	Coeficiente de Correlación Intraclase
DE	Desviación Estándar
DLB	Dentro de la Longitud del Brazo
EA	Escala de Ashworth
EAM	Escala de Ashworth Modificada
ECV	Enfermedad Cerebro Vascular
ECNT	Enfermedades Crónicas No Transmisibles
MS	Miembro Superior
EFM	Escala Fugl-Meyer
FLB	Fuera de la Longitud del Brazo
FNP	Facilitación Neuromuscular Propioceptiva
FRC	Flexor Radial del Carpo
GED	Grupo de Estudio del Dolor
HM	Huso Muscular
Hmax/Mmax	Hmáxima/Mmáxima
Hz	Hertz
IB	Índice de Barthel
IMC	Índice de Masa Corporal
IA	Inhibición Autógena
InR	Inhibición no Reciproca
IP	Inhibición Presináptica
IR	Inhibición Reciproca
IRe	Inhibición Recurrente
II	Intervalo de Incertidumbre
K	Coeficiente de Kappa

MAV	Movimiento, Armonía y Vida
Mm	Milímetros
MMII	Miembros Inferiores
MMSS	Miembros Superiores
MNs	Motoneuronas
Ms	Milisegundos
mV	Milivoltios
OTG	Órgano Tendinoso de Golgi
PA	Potencial de Acción
PAMC	Potencial de Acción Muscular Compuesto
PC	Parálisis Cerebral
RTE	Reflejo Tónico de Estiramiento
Seg	Segundos
SNC	Sistema Nervioso Central
SNMS	Síndrome de Neurona Motora Superior
TB	Toxina Botulínica
UM	Unidad Motora
V	Voltios

## RESUMEN

**TÍTULO:** Efecto inmediato de la férula de presión de Johnstone sumada al estiramiento mantenido sobre la espasticidad de los flexores de codo y muñeca en la enfermedad cerebro vascular (ECV)\*

**AUTOR:** MARIA JULIANA GONZALEZ SILVA\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Espasticidad, Reflejo H, Férula de Presión de Johnstone, Estiramiento Mantenido, Patrón de Alcance Funcional.

### DESCRIPCIÓN:

**Introducción:** en la rehabilitación del miembro superior espástico post-ECV se emplean el estiramiento mantenido (EM) y la Férula de Presión de Johnstone (FPJ) para controlar la espasticidad, reeducar la sensibilidad, mejorar la movilidad y la funcionalidad. **Objetivo:** evaluar el efecto inmediato de la FPJ sumada al EM, sobre el tono muscular de flexores de codo y muñeca, la excitabilidad refleja y la cinemática articular. **Métodos:** se realizó un estudio experimental con asignación aleatoria al grupo EM (GEM) o FPJ más EM (GFPJ). Se realizó una evaluación pre-intervención (T0) y post-intervención (T1) del tono muscular, el Reflejo H del FRC para latencia, duración (ms), amplitud (mV) de las ondas M y H, y el índice Hmax/Mmax (%), los ángulos de hombro, codo y tronco (grados), el desplazamiento del tronco (cm) y la duración (seg) del patrón de alcance funcional (PAF). Se aplicó estadística descriptiva, *t* de student pareada y no pareada para evaluar las diferencias intra-grupo y entre-grupos; un análisis de Covarianza (ANCOVA) y *d* de Cohen para el tamaño del efecto. **Resultados:** Participaron 29 hombres y 11 mujeres con hemiparesia espástica, 62.5±7.35 años, tiempo de evolución de 30.3±17.4 meses, puntaje total de 45.1[12-65] en la Escala Fugl-Meyer. El tono disminuyó entre el 40% y 85% en todos los segmentos evaluados ( $p<0.0001$ ). Aumentó la latencia de la onda M en el GEM ( $p<0.0001$ ). Disminuyó la duración e incrementó la distancia del PAF en el GEM ( $p<0.0001$ ), aumentó la extensión de codo ( $p=0.01$ ) y disminuyó la duración del PAF ( $p=0.04$ ) en el GFPJ+EM. El ANCOVA mostró efecto sobre la flexión de tronco ( $\beta=3.93$ ;  $p=0,01$ ). **Conclusiones:** Estas intervenciones tienen un efecto inmediato sobre la modulación del tono flexor y el desempeño del PAF, pero no sobre la excitabilidad refleja. La FPJ puede ser una herramienta complementaria en el tratamiento de la espasticidad post-ECV.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Salud, Maestría en Fisioterapia; Directora: MARÍA SOLANGE PATIÑO SEGURA - Fisioterapeuta Magíster en Ciencias del Movimiento; Codirectora: ESPERANZA HERRERA VILLABONA - Fisioterapeuta Doctora en Ciencias Fisiológicas

## ABSTRACT

**TITLE:** Immediate effect of Johnstone's Pressure Splint added to Stretching on the spasticity of elbow flexors and wrist in Cerebrovascular Disease (CVD) \*

**AUTHOR:** MARIA JULIANA GONZALEZ SILVA\*\*

**KEY WORDS:** Spasticity, H Reflex, Johnstone's Pressure Splint, Stretching, Functional Reach.

### DESCRIPTION:

**Introduction:** In the rehabilitation of the spastic upper limb post-CVD to employed stretching (S) and Johnstone's Pressure Splint (JPS), to control spasticity, re-educate sensibility, improve mobility and functionality. **Objective:** to evaluate the immediate effect of JPS added to S on the muscle tone of elbow flexors and wrist, the reflex excitability and the joint kinematics in Stroke. **Methods:** A randomized experimental study to group Stretching (GS) or JPS plus S (GJPS + S) was carried out. Before intervention (T0) and post-intervention (T1) muscle tone of elbow, wrist and hand, H reflex of FCR for latency, duration (ms) and amplitude (mV) of M and H waves, and Hmax/Mmax ratio (%), shoulder, elbow and trunk angles (degrees), trunk displacement (cm) and duration (sec) of the Functional Reach Pattern (FRP) were performed. Descriptive statistics, t-test paired and unpaired were applied to assess intra-group and intergroup differences; an analysis of Covariance (ANCOVA) and Cohen's *d* to assess effect size. **Results:** 29 males and 11 females with spastic hemiparesis participated, 62.5±7.35 years, with evolution time of 30.3±17.4 months, total score on the Fugl-Meyer Scale of 45.1 [12-65]. The tone decreased between 40% and 85% in all the segments evaluated ( $p < 0.0001$ ). The latency of the M wave in the GS increased ( $p < 0.0001$ ). The duration decreased and the distance of the FRP an increased in the GS ( $p < 0.0001$ ) and the elbow extension an increased ( $p = 0.01$ ). The duration of the FRP decreased ( $p = 0.04$ ) in the GJPS + S. ANCOVA showed an effect on the trunk flexion angle ( $\beta = 3.93$ ;  $p = 0.01$ ). **Conclusions:** These interventions have an immediate effect on the flexor tone modulation and the performance of the FRP, but not on reflex excitability. JPS can be a complementary tool for the treatment of post-CVD spasticity.

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Health, Master of Physiotherapy; Director: MARÍA SOLANGE PATIÑO SEGURA - Physiotherapist Master in Movement Sciences; Co-director: ESPERANZA HERRERA VILLABONA - Physiotherapist Doctor in Physiological Sciences

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El compromiso del miembro superior (MS) post-ECV se evidencia en las diversas etapas de la recuperación, ya que los sobrevivientes alcanzan una recuperación máxima a los 6 meses entre el 53.8%<sup>1</sup> y el 59.01%<sup>2</sup>. La incidencia de la paresia del MS es del 27% al mes, 28% a los 3 meses, entre 23% y 43% a los 6 meses, y del 34% a los 18 meses<sup>3</sup>. La espasticidad en el miembro superior parético (MSP) es un problema común; aproximadamente, el 70% de los pacientes desarrollan espasticidad en al menos una articulación<sup>4</sup>, encontrándose una prevalencia del 13% al 25% a los 3 meses post-ECV<sup>5 6</sup> y entre 7.6% y 49% a los 12 meses del evento<sup>7</sup>.

El constructo de la espasticidad en este estudio considera los cambios biomecánicos y neurofisiológicos sobre el músculo esquelético y el tejido conectivo, así como su impacto en la función del MS, por lo que se considera vigente, pertinente y relevante en el ámbito clínico. Dos estudios recientes publicados en 2021 han ratificado que el MSP, a los 3 meses presenta complicaciones asociadas tales como la pérdida de rango de movimiento activo, y retracciones o contracturas en aproximadamente el 28% de los

---

<sup>1</sup> LEE, Kyoung Bo, et al. Six-month functional recovery of stroke patients: a multi-time-point study. *International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation*, 2015, vol. 38, no 2, p. 173.

<sup>2</sup> BRANCO, João P., et al. Assessing functional recovery in the first 6 months after acute ischaemic stroke: a prospective, observational study. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 2019, Feb; 55(1): 1-7.

<sup>3</sup> KUO, Chih-Lin; HU, Gwo-Chi. Post-stroke spasticity: a review of epidemiology, pathophysiology, and treatments. *International Journal of Gerontology*, 2018, vol. 12, no 4, p. 280-284.

<sup>4</sup> SHINER, Christine T., et al. Prevalence of upper-limb spasticity and its impact on care among nursing home residents with prior stroke. *Disability and rehabilitation*, 2020, vol. 42, no 15, p. 2170-2177.

<sup>5</sup> NAM, Kyung Eun, et al. When does spasticity in the upper limb develop after a first stroke? A nationwide observational study on 861 stroke patients. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2019, vol. 66, p. 144-148.

<sup>6</sup> KATOOZIAN, Leila, et al. The onset and frequency of spasticity after first ever stroke. *Journal of the National Medical Association*, 2018, vol. 110, no 6, p. 547-552.

<sup>7</sup> ZENG, Huangling, et al. Prevalence and risk factors for spasticity after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 2021, vol. 11, p. 1884.

casos<sup>8</sup>; y a los 6 meses entre el 36% y el 60%<sup>9</sup>. Las complicaciones derivadas de la espasticidad también se han evidenciado en los cambios macroscópicos y microscópicos en las propiedades del músculo y tejido conectivo<sup>10</sup>, como la reducción del volumen muscular y acortamiento de la fibra muscular<sup>11 12 13</sup>, lo cual lleva a cambios mecánicos relacionados con disminución de la tensión, aumento de la rigidez<sup>14</sup> y reducción en la capacidad para generar fuerza<sup>15 16</sup> así como, cambio del perfil metabólico (fibras tipo I a tipo II)<sup>17 18</sup> y reducción en el número de unidades motoras<sup>19</sup>.

Desde el punto de vista neurofisiológico, esta pérdida de unidades motoras ocurre probablemente por la degeneración trans-sináptica de las motoneuronas alfa; y en la fase crónica puede ocurrir reinervación mediante brotes y ramificaciones colaterales de

---

<sup>8</sup> MATOZINHO, Christine VO, et al. Incidence and potential predictors of early onset of upper-limb contractures after stroke. *Disability and rehabilitation*, 2021, vol. 43, no 5, p. 678-684.

<sup>9</sup> SVANE, Christian; NIELSEN, Jens Bo; LORENTZEN, Jakob. Non-surgical treatment options for muscle contractures in individuals with neurological disorders: a systematic review with meta-analysis. *Archives of rehabilitation research and clinical translation*, 2021, p. 100104.

<sup>10</sup> DIAS, Caroline Pieta, et al. Adaptações morfológicas musculares na espasticidade: revisão da literatura. *Scientia Medica (Porto Alegre)*, 2013, vol. 23, no 2, p. 102-107.

<sup>11</sup> FATURI, Fernanda Maria, et al. Structural muscular adaptations in upper limb after stroke: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 1, p. 73-79.

<sup>12</sup> NELSON, Christa M.; MURRAY, Wendy M.; DEWALD, Julius PA. Motor impairment-related alterations in biceps and triceps brachii fascicle lengths in chronic hemiparetic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2018, vol. 32, no 9, p. 799-809.

<sup>13</sup> THIELMAN, Gregory; YOUREY, Lucas. Ultrasound imaging of upper extremity spastic muscle post-stroke and the correlation with function: a pilot study. *NeuroRehabilitation*, 2019, vol. 45, no 2, p. 213-220.

<sup>14</sup> LI, Le; TONG, Kai Y.; HU, Xiaoling. The effect of poststroke impairments on brachialis muscle architecture as measured by ultrasound. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2007, vol. 88, no 2, p. 243-250.

<sup>15</sup> FATURI, Op. cit.

<sup>16</sup> SILVA-COUTO, Marcela de Abreu, et al. Muscle atrophy, voluntary activation disturbances, and low serum concentrations of IGF-1 and IGFBP-3 are associated with weakness in people with chronic stroke. *Physical therapy*, 2014, vol. 94, no 7, p. 957-967.

<sup>17</sup> DIAS, OP. Cit. p. 102-107.

<sup>18</sup> MONTE ALEGRE, Dalva Cruz, et al. Plasticidade muscular: do músculo sadio ao espástico. *Scire Salutis*, 2012, vol. 2, no 1, pág. 16-34.

<sup>19</sup> KALLENBERG, Laura AC; HERMENS, Hermie J. Motor unit properties of biceps brachii during dynamic contractions in chronic stroke patients. *Muscle & nerve*, 2011, vol. 43, no 1, p. 112-119.

las fibras musculares huérfanas; y en otros casos se ha observado incremento en el tamaño de las unidades motoras del MSP<sup>20 21</sup>.

Las manifestaciones derivadas de la espasticidad pueden ocurrir debido a la alteración en las señales sinápticas que llegan a las motoneuronas espinales<sup>22 23</sup> y la reducción en la tasa de activación por el daño a nivel de los sistemas supraespinales<sup>24 25</sup>. Por lo planteado anteriormente, la espasticidad compromete el control del movimiento y la funcionalidad en las actividades de alcance, agarre y manipulación de objetos<sup>26 27</sup>. Aproximadamente, en el 80% de los casos se presenta alteración de la funcionalidad del MS post-ECV<sup>28 29</sup>; se estima que más del 50% presenta alteración a los 6 meses<sup>30</sup> y cerca del 40% de los sobrevivientes tienen compromiso permanente de la función del MS<sup>31</sup>.

---

<sup>20</sup> KALLENBERG, Laura AC; HERMENS, Hermie J. Motor unit properties of biceps brachii during dynamic contractions in chronic stroke patients. *Muscle & nerve*, 2011, vol. 43, no 1, p. 112-119.

<sup>21</sup> PONTÉN, Eva M.; STÅL, Per S. Decreased capillarization and a shift to fast myosin heavy chain IIX in the biceps brachii muscle from young adults with spastic paresis. *Journal of the neurological sciences*, 2007, vol. 253, no 1-2, p. 25-33.

<sup>22</sup> OKUYAMA, Kohei, et al. Relationship between spasticity and spinal neural circuits in patients with chronic hemiparetic stroke. *Experimental brain research*, 2018, vol. 236, no 1, p. 207-213.

<sup>23</sup> AGUIAR, Stefane A., et al. Effect of central lesions on a spinal circuit facilitating human wrist flexors. *Scientific reports*, 2018, vol. 8, no 1, pág. 1-6.

<sup>24</sup> LI, Sheng; FRANCISCO, Gerard E. New insights into the pathophysiology of post-stroke spasticity. *Frontiers in human neuroscience*, 2015, vol. 9, p. 1-9.

<sup>25</sup> LI, Sheng, et al. A unifying pathophysiological account for post-stroke spasticity and disordered motor control. *Frontiers in neurology*, 2019, vol. 10, pág. 1-8.

<sup>26</sup> BONNEFOY, Alice; LOUIS, Nicolas; GORCE, Philippe. Muscle activation during a reach-to-grasp movement in sitting position: influence of the distance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2009, vol. 19, no 2, p. 269-275.

<sup>27</sup> DEMARTINO, Amanda Magalhães, et al. Hand function and type of grasp used by chronic stroke individuals in actual environment. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 4, p. 247-254.

<sup>28</sup> RODRÍGUEZ-LÁZARO, Álvaro Enrique; ORTIZ-CORREDOR, Fernando. Cambios en la recuperación de la función motora en pacientes con accidente cerebrovascular crónico. *Iatreia*, 2016, vol. 29, no 2, p. 123-132.

<sup>29</sup> DOUSSOULIN, Arlette, et al. Prevalence of spasticity and postural patterns in the upper extremity post stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2020, vol. 29, no 11, p. 105253.

<sup>30</sup> BHATNAGAR, Kavita, et al. Comparing Home Upper Extremity Activity with Clinical Evaluations of Arm Function in Chronic Stroke. *Archives of rehabilitation research and clinical translation*, 2020, vol. 2, no 2, p. 100048.

<sup>31</sup> STROKE, ICSWP Intercollegiate, et al. National Clinical Guideline for Stroke.

Teniendo en cuenta la problemática planteada, el MS requiere especial atención en el proceso de rehabilitación. En la revisión de literatura, pocos estudios han evaluado el efecto inmediato de la Férula de Presión de Johnstone (FPJ)<sup>32 33 34</sup>, y del Estiramiento Mantenido (EM)<sup>35 36</sup>, sobre la espasticidad post-ECV. Además, se identificó un vacío en el conocimiento, porque no se ha estudiado el efecto simultáneo de la FPJ y el EM sobre el tono, la excitabilidad refleja y la cinemática articular del Patrón de Alcance Funcional (PAF). Los estudios que evalúan el efecto de la FPJ sobre la espasticidad en el MS son reducidos y poco concluyentes, debido a las limitaciones metodológicas derivadas de las características de la población, el amplio rango de edad, el tipo de patología y el tiempo de evolución de los participantes<sup>37 38</sup>.

En las publicaciones revisadas a nivel mundial se encontraron estudios con limitaciones metodológicas por los tamaños de muestra reducidos, los diseños observacionales y cuasi experimentales que no siguen el rigor de los ensayos

---

<sup>32</sup> AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>33</sup> KEREM, Mintaze; LIVANELIOGLU, Ayse; TOPCU, Meral. Effects of Johnstone pressure splints combined with neurodevelopmental therapy on spasticity and cutaneous sensory inputs in spastic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 2001, vol. 43, no 5, p. 307-313.

<sup>34</sup> GANDECHA, Kinjal, et al. A Study to find out the Effect of Circumferential Pressure on Flexor Carpi Radialis H-reflex in Post Stroke Patients-An Observational Study. Website: [www.ijpot.com](http://www.ijpot.com), 2016, vol. 10, no 3, p. 122.

<sup>35</sup> HORSLEY, Sally A.; HERBERT, Robert D.; ADA, Louise. Four weeks of daily stretch has little or no effect on wrist contracture after stroke: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 2007, vol. 53, no 4, p. 239-245.

<sup>36</sup> LECHARTE, Thomas, et al. Effect of chronic stretching interventions on the mechanical properties of muscles in patients with stroke: A systematic review. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2020, vol. 63, no 3, p. 222-229.

<sup>37</sup> BIMOL, Naorem, et al. WRIST HAND ORTHOSES IN THE MANAGEMENT OF UPPER LIMB SPASTICITY IN HEMIPLEGIA-A RANDOMISED CONTROLLED TRIAL STUDY. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 2017, vol. 6, no 94, p. 6877-6881.

<sup>38</sup> KONEČNÝ, Petr; SEDLÁČEK, Petr; TARASOVÁ, Martina. The Influence of Combinations Air-splinting and Botulinum Toxin-A Therapy to Changes in Spasticity of the Hand. *environment*, vol. 2, no 10, p. 14-15

clínicos controlados<sup>39 40 41</sup>. Otras limitaciones se derivan de la presentación de datos parciales, la falta de coherencia entre el diseño metodológico y los objetivos planteados, y la carencia de información sobre la estandarización de los protocolos, entre otros<sup>42 43</sup>. En Colombia, se encontraron revisiones de literatura, revisiones sistemáticas y estudios experimentales sobre el uso de nuevas tecnologías<sup>44 45</sup> terapia de restricción de movimiento<sup>46</sup> y trabajos de maestría basados en el aprendizaje y reaprendizaje motor<sup>47 48</sup>; sin embargo, no se encontraron datos publicados sobre el efecto inmediato del EM y la FPJ.

Por lo anterior, surgió la pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto inmediato de la aplicación de la FPJ sumada al EM sobre el tono muscular de los flexores de codo

---

<sup>39</sup> CORTI, Manuela, et al. Differential effects of power training versus functional task practice on compensation and restoration of arm function after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2012, vol. 26, no 7, p. 842-854.

<sup>40</sup> GRIMM, Florian; NAROS, Georgios; GHARABAGHI, Alireza. Compensation or restoration: closed-loop feedback of movement quality for assisted reach-to-grasp exercises with a multi-joint arm exoskeleton. *Frontiers in neuroscience*, 2016, vol. 10, pág. 1-8.

<sup>41</sup> MERCHÁN-BAEZA, José Antonio; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, Manuel; CUESTA-VARGAS, Antonio Ignacio. Comparison of kinematic variables obtained by inertial sensors among stroke survivors and healthy older adults in the Functional Reach Test: cross-sectional study. *Biomedical engineering online*, 2015, vol. 14, no 1, p. 1-15.

<sup>42</sup> KATALINIC, Owen M.; HARVEY, Lisa A.; HERBERT, Robert D. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Physical therapy*, 2011, vol. 91, no 1, p. 11-24.

<sup>43</sup> LECHARTE, Thomas, et al. Effect of chronic stretching interventions on the mechanical properties of muscles in patients with stroke: A systematic review. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2020, vol. 63, no 3, p. 222-229.

<sup>44</sup> CASTELLANOS-RUIZ, Juliaalba; PINZÓN-BERNAL, Mónica Yamile; GIRALDO-SAMBONÍ, Etni Johana. Virtual Reality for Spastic Hand in Stroke Patient. Systematic Review. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 2020, vol. 29, no 2, p. 67-77.

<sup>45</sup> MENESES-CASTAÑO, Cyndi, et al. Aplicación de la terapia robótica para la función motora de la mano del adulto con hemiplejía. Revisión sistemática y metanálisis. *Fisioterapia*, 2018, vol. 40, no 1, p. 36-43.

<sup>46</sup> MORA, Leidy Tatiana Ordoñez, et al. Terapia de restricción del lado sano como opción de manejo de personas con secuelas de enfermedad cerebrovascular. *Archivos de Medicina (Col)*, 2017, vol. 17, no 1, p. 173-184.

<sup>47</sup> ROJAS GALVIS, Lina Johana, et al. Diseño programa de Neurorehabilitación dirigido a adultos con discapacidad del subsistema de salud fuerzas militares. 2018.

<sup>48</sup> PINZÓN BERNAL, Mónica Yamile, et al. Efecto de un programa de intervención basado en reaprendizaje motor sobre el control postural en adultos con hemiparesia. *Fisioterapia*, 2020, vol. 42, no 1, p. 5-16.

y muñeca, la excitabilidad refleja y la cinemática articular en el PAF en personas post-ECV? Para evaluar el efecto inmediato de las intervenciones, el constructo de la espasticidad en este trabajo se planteó desde una perspectiva multidimensional que abarca el componente clínico (evaluación del tono muscular), neurofisiológico (reflejo H) y biomecánico (PAF).

## 2. JUSTIFICACIÓN

La Enfermedad Cerebro Vascular (ECV) es un problema de salud pública a nivel mundial<sup>49</sup>, con una tasa de incidencia bruta en 2019 de 185/100.000 habitantes (II 95% 172-199), y una tasa de prevalencia de 1.083/100.000 habitantes (II 95% 1.002-1.167)<sup>50</sup>. Aunque se presentan variaciones entre países en las cifras epidemiológicas, sigue siendo la primera causa de admisión hospitalaria<sup>51</sup>, de compromiso en la funcionalidad<sup>52</sup>, y de discapacidad con una tasa de 1.575/100.000 (II 507-1.642) de años de vida ajustados por discapacidad (DALYs, en inglés)<sup>53</sup>.

En Colombia (2014-2016) se presentó una tasa de prevalencia de 142/100.000 habitantes<sup>54</sup>, una tasa de incidencia de 85-87/100.000 habitantes<sup>55</sup>, y los sobrevivientes perdieron en promedio 8,12 años de vida óptima libre de discapacidad<sup>56</sup>. En 2019, según el Departamento Administrativo Nacional de

---

<sup>49</sup> BENJAMIN, Emelia J., et al. Heart disease and stroke statistics-2018 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, 2018, vol. 137, no 12, p. e67-e492.

<sup>50</sup> LINDSAY, M. Patrice, et al. World Stroke Organization (WSO): global stroke fact sheet 2019. 2019.

<sup>51</sup> DAGENAIS, Gilles R., et al. Variations in common diseases, hospital admissions, and deaths in middle-aged adults in 21 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. *The Lancet*, 2020, vol. 395, no 10226, p. 785-794.

<sup>52</sup> STINEAR, Cathy M.; SMITH, Marie-Claire; BYBLOW, Winston D. Prediction tools for stroke rehabilitation. *Stroke*, 2019, vol. 50, no 11, p. 3314-3322.

<sup>53</sup> JOHNSON, Catherine Owens, et al. Global, regional, and national burden of stroke, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, 2019, vol. 18, no 5, p. 439-458.

<sup>54</sup> YANEZ, Nicolas, et al. Analyses of mortality and prevalence of cerebrovascular disease in Colombia, South America (2014-2016): a cross-sectional and ecological study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2020, vol. 29, no 5, p. 104699.

<sup>55</sup> MARTINS, Sheila C. Ouriques, et al. Priorities to reduce the burden of stroke in Latin American countries. *The Lancet Neurology*, 2019, vol. 18, no 7, p. 674-683.

<sup>56</sup> MARTÍNEZ-BETANCUR, Octavio; QUINTERO-CUSGUEN, Patricia; MAYOR-AGREDO, Liliana. Estimación de años de vida ajustados por discapacidad según subtipo de ataque cerebrovascular isquémico agudo. *Revista de Salud Pública*, 2016, vol. 18, p. 226-237.

Estadística (DANE), la ECV fue más prevalente en mayores de 60 años<sup>57</sup>, y es la causa más importante de discapacidad a largo plazo<sup>58</sup>.

La discapacidad se presenta entre 30-66% de los sobrevivientes<sup>59</sup>, debido a las deficiencias estructurales, fisiológicas y psicológicas que impactan negativamente la salud, generando limitaciones en la actividad, por lo cual, entre 23% y el 53% de las personas presentan limitación parcial o total en las Actividades de la Vida Diaria (AVD)<sup>60</sup>. Las personas sobrevivientes también presentan restricciones en la participación en los diversos roles dentro de la sociedad, y compromiso variable en la calidad de vida relacionada con salud<sup>61 62</sup>.

Para determinar el compromiso funcional del MSP se ha evaluado el PAF, mediante el uso de herramientas cinemáticas que permiten demostrar, más objetivamente, las alteraciones en personas que han presentado ECV, así como diferencias entre el miembro parético y no parético<sup>63 64</sup>. Los principales cambios encontrados en el PAF se

---

<sup>57</sup> COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - DANE. [en línea]. Estadísticas Vitales - Defunciones DANE 2021-01-15. 2019 [fecha de consulta: 15 enero 2021]. Disponible en: [https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/MICRODATOS/about\\_collection/22/?per\\_page=10](https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/MICRODATOS/about_collection/22/?per_page=10)

<sup>58</sup> GARCÍA, Carolina, et al. Actualización en diagnóstico y tratamiento del ataque cerebrovascular isquémico agudo. *Universitas Medica*, 2019, vol. 60, no 3, p. 1-17.

<sup>59</sup> CHERPIN, Adele, et al. A preliminary study on the relationship between proprioceptive deficits and motor functions in chronic stroke patients. En 2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR). IEEE, 2019. p. 465-470.

<sup>60</sup> DERAKHSHANFAR, Maryam, et al. Sensory interventions on motor function, activities of daily living, and spasticity of the upper limb in people with stroke: A randomized clinical trial. *Journal of Hand Therapy*, 2020.

<sup>61</sup> HREHA, Kimberly, et al. The impact of stroke on psychological and physical function outcomes in people with long-term physical disability. *Disability and health journal*, 2020, vol. 13, no 4, p. 100919.

<sup>62</sup> VAN LIESHOUT, Eline CC, et al. Does upper limb strength play a prominent role in health-related quality of life in stroke patients discharged from inpatient rehabilitation?. *Topics in stroke rehabilitation*, 2020, vol. 27, no 7, p. 525-533.

<sup>63</sup> BHAGUBAI, Miguel MC, et al. Quantifying Pathological Synergies in the Upper Extremity of Stroke Subjects with the Use of Inertial Measurement Units: A Pilot Study. *IEEE journal of translational engineering in health and medicine*, 2020, vol. 9, p. 1-11.

<sup>64</sup> COLLINS, Kathryn C., et al. Kinematic components of the reach-to-target movement after stroke for focused rehabilitation interventions: systematic review and meta-analysis. *Frontiers in neurology*, 2018, vol. 9, p. 472.

relacionan con un excesivo desplazamiento del tronco (post-ECV:43.8±44.6mm sanos:9.1±6.6mm), debido a la disminución del rango de movimiento en la extensión de codo (post-ECV:100.1±13.4° sanos:112.0±11.7°) y/o alteración en la coordinación interarticular entre el hombro y el codo que afectan las respuestas de balance<sup>65</sup>. Estos cambios pueden ser atribuidos a los problemas en la sincronía del movimiento, así como en la coordinación intersegmentaria del MS, la cabeza y el tronco, y los movimientos oculares, para ubicar los objetos en el espacio<sup>66 67</sup>. Por ello, durante la evaluación y el tratamiento en este trabajo se consideraron las características cinemáticas de la velocidad del movimiento, la trayectoria del desplazamiento del centro de gravedad, y las respuestas anticipatorias de balance, dependientes de la posición del participante, la superficie de trabajo, y la ubicación del objeto a alcanzar<sup>68</sup>.

Adicionalmente, en este estudio para determinar los patrones de descarga neuromuscular<sup>69 70</sup> se realizó la medición del reflejo H en personas con hemiparesia espástica crónica. La literatura ha mostrado que las personas post-ECV comparadas con sujetos sanos<sup>71 72</sup>, presentan una amplitud usualmente mayor en el lado parético,

---

<sup>65</sup> LEVIN, Mindy F., et al. Use of the trunk for reaching targets placed within and beyond the reach in adult hemiparesis. *Experimental brain research*, 2002, vol. 143, no 2, p. 171-180.

<sup>66</sup> HAINES, Duane E.; FAAA, PhD Faaas; MIHALOFF, Gregory A. (ed.). *Principios de neurociencia: aplicaciones básicas y clínicas*. Elsevier, 2019.

<sup>67</sup> FELDMAN, Anatol G.; ZHANG, Lei. Eye and head movements and vestibulo-ocular reflex in the context of indirect, referent control of motor actions. *Journal of Neurophysiology*, 2020, vol. 124, no 1, p. 115-133.

<sup>68</sup> VAN CRIEKINGE, Tamaya, et al. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 2019, vol. 33, no 6, p. 992-1002.

<sup>69</sup> MCPHERSON, Laura Miller, et al. Properties of the motor unit action potential shape in proximal and distal muscles of the upper limb in healthy and post-stroke individuals. En *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. IEEE, 2016. p. 335-339.

<sup>70</sup> WANG, Chen, et al. Quantitative assessment of upper-limb motor function for post-stroke rehabilitation based on motor synergy analysis and multi-modality fusion. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 2020, vol. 28, no 4, p. 943-952.

<sup>71</sup> PHADKE, Chetan P., et al. Upper-extremity H-reflex measurement post-stroke: reliability and inter-limb differences. *Clinical neurophysiology*, 2012, vol. 123, no 8, p. 1606-1615.

<sup>72</sup> PHADKE, Chetan P.; ROBERTSON, Christopher T.; PATTEN, Carolynn. Upper-extremity spinal reflex inhibition is reproducible and strongly related to grip force poststroke. *International Journal of Neuroscience*, 2015, vol. 125, no 6, p. 441-448.

así como un incremento en la razón  $H_{max}/M_{max}$ <sup>73 74</sup>, debido a la hiperexcitabilidad de la motoneurona alfa asociada con la presencia de espasticidad, que a su vez se correlaciona con una menor latencia del reflejo de estiramiento y aumento del índice de rigidez del músculo espástico<sup>75 76</sup>.

Estos resultados muestran la importancia de la medición objetiva de la excitabilidad refleja, pues permite comprender el rol de las respuestas de nivel espinal en la modulación del tono post-ECV; en el cual intervienen diversos mecanismos de control determinados por la interacción de los comandos supraespinales, las redes interneuronales espinales, las propiedades intrínsecas de las motoneuronas y el procesamiento de las aferencias sensoriales<sup>77 78</sup>.

Esos hallazgos sustentan la implementación de enfoques terapéuticos, fundamentados en diversas teorías del control y aprendizaje motor, bien sean eclécticos, con incorporación de intervenciones tradicionales, o los más recientes orientados al desempeño de tareas funcionales en un entorno significativo<sup>79 80</sup>. De forma general, las

---

<sup>73</sup> KAWAKAMI, Michiyuki, et al. Change in reciprocal inhibition of the forearm with motor imagery among patients with chronic stroke. *Neural plasticity*, 2018, vol. 2018.

<sup>74</sup> AYMARD, Claire, et al. Presynaptic inhibition and homosynaptic depression: a comparison between lower and upper limbs in normal human subjects and patients with hemiplegia. *Brain*, 2000, vol. 123, no 8, p. 1688-1702.

<sup>75</sup> VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORIČ, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and rehabilitation*, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

<sup>76</sup> TURPIN, Nicolas A.; FELDMAN, Anatol G.; LEVIN, Mindy F. Stretch-reflex threshold modulation during active elbow movements in post-stroke survivors with spasticity. *Clinical Neurophysiology*, 2017, vol. 128, no 10, p. 1891-1897.

<sup>77</sup> AGUIAR, Stefane A., et al. Effect of central lesions on a spinal circuit facilitating human wrist flexors. *Scientific reports*, 2018, vol. 8, no 1, pág. 1-6.

<sup>78</sup> BURKE, David; WISSEL, Jörg; DONNAN, Geoffrey A. Pathophysiology of spasticity in stroke. *Neurology*, 2013, vol. 80, no 3 Supplement 2, p. S20-S26.

<sup>79</sup> MAIER, Martina; BALLESTER, Belén Rubio; VERSCHURE, Paul FMJ. Principles of neurorehabilitation after stroke based on motor learning and brain plasticity mechanisms. *Frontiers in systems neuroscience*, 2019, vol. 13, p. 74.

<sup>80</sup> KAFRI, Michal; ATUN-EINY, Osnat. From motor learning theory to practice: a scoping review of conceptual frameworks for applying knowledge in motor learning to physical therapist practice. *Physical therapy*, 2019, vol. 99, no 12, p. 1628-1643.

investigaciones sobre los efectos de las intervenciones con diversas modalidades del ejercicio terapéutico demuestran que la recuperación funcional del MS en la etapa crónica, puede atribuirse a la plasticidad adaptativa del tejido cortical y subcortical, y el aprendizaje sensoriomotor que implica tanto cambios fisiológicos (sinápticos y en los neurotransmisores), como estructurales (remodelación dendrítica)<sup>81</sup>.

En este estudio se implementaron dos estrategias de intervención fisioterapéutica: El Estiramiento Mantenido y la Férula de Presión de Johnstone, que continúan siendo utilizadas por el fisioterapeuta en el ámbito clínico para el manejo de la hemiparesia espástica. De forma específica, el EM puede tener efecto sobre las propiedades mecánicas del músculo, el tejido conectivo y las articulaciones para manejar las retracciones y contracturas en la fase crónica<sup>82</sup>. Por su parte, los estudios realizados con la FPJ han mostrado efectos en el aumento de las aferencias somatosensoriales<sup>83</sup> así como, la modulación de la actividad refleja anormal<sup>84</sup>, por su acción sobre los mecanorreceptores y propioceptores<sup>85</sup>. Con base en la mejor evidencia disponible, estas estrategias son recomendadas en las guías de la sociedad holandesa de fisioterapia<sup>86</sup>, las recomendaciones de la asociación canadiense de buenas prácticas<sup>87</sup>, el grupo interdisciplinario del Reino Unido<sup>88</sup>, la sociedad alemana de

---

<sup>81</sup> CANO DE LA CUERDA, Roberto; COLLADO VÁZQUEZ, Susana. *Neurorrehabilitación*. Editorial médica Panamericana, 2012. p. 89–96

<sup>82</sup> LECHARTE, Thomas, et al. Effect of chronic stretching interventions on the mechanical properties of muscles in patients with stroke: A systematic review. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2020, vol. 63, no 3, p. 222-229.

<sup>83</sup> DENIZOĞLU KÜLLI, Hilal, et al. Effect of Different Types of Inputs Combined with Contralateral Force Irradiation on Hand Function and Strength in Hemiplegia:(A Pilot study). 2019.

<sup>84</sup> KONEČNÝ, Petr; SEDLÁČEK, Petr; TARASOVÁ, Martina. The Influence of Combinations Air-splinting and Botulinum Toxin-A Therapy to Changes in Spasticity of the Hand. *environment*, vol. 2, no 10, p. 14-15

<sup>85</sup> SHARMA, Nishu; KUMAR, Niraj; UNİYAL, Kshitij. Intermittent Pneumatic Compression and Mirror Therapy Improve Hand Functions after Stroke. *Physiotherapy and Occupational Therapy Journal*, 2018, vol. 11, no 4, p. 141-53.

<sup>86</sup> VEERBEEK, Janne Marieke, et al. KNGF clinical practice guideline for physical therapy in patients with stroke. *Royal Dutch Society for Physical Therapy*, 2014, vol. 12, p. 3.

<sup>87</sup> TEASELL, Robert, et al. Canadian stroke best practice recommendations: rehabilitation, recovery, and community participation following stroke. Part one: rehabilitation and recovery following stroke; Update 2019. *International Journal of Stroke*, 2020, vol. 15, no 7, p. 763-788.

<sup>88</sup> STROKE, ICSWP Intercollegiate, et al. *National Clinical Guideline for Stroke*.

neurorehabilitación<sup>89</sup> y el PANat (PRO-Active approach to neurorehabilitation integrating air splints and other therapy tools)<sup>90</sup>.

El EM ha sido ampliamente usado para controlar la espasticidad y mejorar la movilidad, con un nivel de evidencia B (recomendación favorable)<sup>91</sup>. Los estudios que evalúan el efecto del EM en el MS muestran incremento significativo en la movilidad articular de la mano<sup>92 93</sup>, así como disminución en el reflejo H en personas con hipertonia moderada<sup>94</sup>. La FPJ tiene un nivel de evidencia C (recomendación favorable, pero no concluyente)<sup>95</sup>; y se ha utilizado para el control del tono, la inhibición de los reflejos patológicos, la reeducación sensorial y el aumento del rango articular, mediante el posicionamiento en posturas antagónicas a la espástica<sup>96 97</sup>.

Sin embargo, la aplicación del EM se ha hecho de manera segmentaria, por medio de diversos procedimientos, la mayoría de ellos estáticos (posicionamiento, posturas inhibitorias y órtesis)<sup>98</sup>. Por esa razón, en la presente investigación, el EM fue aplicado mediante un plan de tratamiento dirigido a mejorar la funcionalidad del MS en el

---

<sup>89</sup> MOKRUSCH, Thomas. Deutsche Gesellschaft für NeuroRehabilitation eV (DGNR). 2017.

<sup>90</sup> Steck G. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias@ Johnstone air splints. [Internet]. Solothurn, Switzerland; 2017. [en línea]. Disponible en: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)

<sup>91</sup> STROKE, ICSWP Intercollegiate, et al. National Clinical Guideline for Stroke.

<sup>92</sup> KATALINIC, Owen M.; HARVEY, Lisa A.; HERBERT, Robert D. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Physical therapy*, 2011, vol. 91, no 1, p. 11-24.

<sup>93</sup> LECHARTE, Thomas, et al. Effect of chronic stretching interventions on the mechanical properties of muscles in patients with stroke: A systematic review. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2020, vol. 63, no 3, p. 222-229.

<sup>94</sup> SUZUKI, Toshiaki, et al. Effect of continued stretching of the affected arm in patients with cerebrovascular diseases by examining H-reflex characteristics. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 2003, vol. 43, no 1, p. 51-56.

<sup>95</sup> STROKE, Op. cit.

<sup>96</sup> AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>97</sup> KEREM, Mintaze; LIVANELIOGLU, Ayse; TOPCU, Meral. Effects of Johnstone pressure splints combined with neurodevelopmental therapy on spasticity and cutaneous sensory inputs in spastic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 2001, vol. 43, no 5, p. 307-313.

<sup>98</sup> KATALINIC, Op. cit.

PAF, fundamentado en una visión ecléctica de los enfoques neuromusculares desde una perspectiva contemporánea<sup>99 100</sup>, con énfasis en las etapas del control motor, la estimulación propioceptiva y exteroceptiva, la anteroalimentación y realimentación del movimiento, el manejo de los grados de libertad en diversas posturas, el desplazamiento del centro de gravedad en patrones inhibitorios de movimiento, y la auto-inhibición con la participación activa de la persona post-ECV<sup>101 102</sup>.

Estos aspectos del tratamiento se basan en las teorías del control motor jerárquico-refleja, la programación motora y el modelo de los sistemas; ya que los mecanismos neurofisiológicos y biomecánicos que favorecen la modulación del tono muscular reconocen la importancia de las estructuras de nivel superior (corticales) sobre las estructuras de nivel inferior y el binomio estímulo respuesta; la importancia de la retroalimentación sensorial para guiar y controlar el movimiento; y el rol de los diferentes sistemas corporales en la organización de las sinergias con un objetivo funcional. Por su parte, las evaluaciones del presente proyecto se fundamentan en las teorías jerárquico-refleja (tono muscular y excitabilidad refleja) y la teoría orientada a la acción o la tarea (cinemática articular del PAF), y para su estandarización fue considerada la interacción del ambiente, la tarea y el individuo desde una perspectiva ecológica<sup>103 104</sup>.

---

<sup>99</sup> O'SULLIVAN, Susan B.; SCHMITZ, Thomas J.; FULK, George. Physical rehabilitation. FA Davis, 2019.

<sup>100</sup> KLEYNEN, Melanie, et al. Application of motor learning in neurorehabilitation: a framework for health-care professionals. Physiotherapy theory and practice, 2018.

<sup>101</sup> BACCA, Odair, et al. Enfoques del ejercicio terapéutico sobre la espasticidad en miembro inferior post-Enfermedad Cerebro Vascular: revisión sistemática. Salud UIS, 2017, vol. 49, no 2, p. 364-378.

<sup>102</sup> VAUGHAN-GRAHAM, Julie, et al. Developing a revised definition of the Bobath concept. Physiotherapy Research International, 2019, vol. 24, no 2, p. e1762.

<sup>103</sup> SHUMWAY-COOK, Anne; WOOLLACOTT, Marjorie H. Motor control: translating research into clinical practice. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

<sup>104</sup> CANO DE LA CUERDA, Roberto, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorehabilitación. Neurología, 2015, vol. 30, no 1, p. 32-41.

Este trabajo se articuló con las líneas de investigación: evaluación y análisis del movimiento corporal humano normal y alterado, del grupo Movimiento, Armonía y Vida (MAV); y modalidades del ejercicio y sus efectos sobre el sistema neuromuscular del Grupo de Estudio del Dolor (GED) adscritos a la Escuela de Fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander. Los resultados de este estudio contribuyen con la evidencia del efecto sobre la espasticidad en el MSP post-ECV, de una sesión con EM y FPJ. En estas líneas, previamente se desarrollaron los proyectos: “Efecto inmediato de la férula de presión de Johnstone y las técnicas de inhibición sobre la espasticidad de los plantiflexores en la Enfermedad Cerebro Vascular (ECV)”<sup>105</sup> <sup>106</sup>, y “Efecto inmediato de la crioterapia sobre la excitabilidad refleja en personas con espasticidad post-ECV”<sup>107</sup>.

---

<sup>105</sup> BACCA, Odair; PATIÑO SEGURA, María Solange; HERRERA VILLABONA, Esperanza. Circumferential pressure treatment reduces post-stroke spasticity: a pilot randomized controlled trial. *Physiother Q J.* 2021;108.

<sup>106</sup> BACCA, Odair; PATIÑO SEGURA, María Solange; HERRERA VILLABONA, Esperanza. Immediate effect of Johnstone pressure splint and the inhibition techniques on reflex excitability of plantiflexores muscles in subjects with stroke. Cape Town, Sur África: World Confederation for Physical Therapy Congress 2017; 2017.

<sup>107</sup> ANAYA, Mayerly; HERRERA, Esperanza. Efecto inmediato de la crioterapia sobre la excitabilidad refleja en personas con espasticidad post-ECV. *Revista Salud UIS*, 2016, vol. 48, no 4, p. 496-507.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto inmediato de la aplicación de la FPJ sumada al EM sobre el tono de los flexores de codo y muñeca, la excitabilidad refleja y la cinemática articular.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las características sociodemográficas y clínicas de los participantes en la línea de base en los dos grupos de intervención.
- Determinar los cambios intra grupo en el tono muscular, la excitabilidad refleja y la cinemática articular en cada grupo de intervención.
- Evaluar las diferencias del tono muscular, la excitabilidad refleja y la cinemática articular entre los dos grupos de estudio.

#### **4. HIPÓTESIS**

La aplicación de la FPJ sumada al EM favorecerá la disminución del tono muscular en los flexores de codo, muñeca y dedos, de la excitabilidad refleja en el FRC, así como un mejor desempeño en el PAF del MS.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 GENERALIDADES DEL ECV

**5.1.1 Definición ECV.** La OMS ha definido la ECV como el rápido desarrollo de signos focales o globales que comprometen la función cerebral, con síntomas de duración igual o superior a veinticuatro horas, o que llevan a la muerte sin otra causa de origen vascular<sup>108</sup>. Por otra parte, la Sociedad Americana de Enfermedades Cerebrovasculares (American Stroke Association–ASA, en inglés) actualizó en 2013 la definición de la ECV y la considera como el déficit neurológico atribuido al daño no traumático focal agudo del sistema nervioso central (SNC) por una causa vascular, que incluye infarto cerebral, hemorragia intracerebral y hemorragia subaracnoidea<sup>109 110</sup>. Actualmente, existen controversias acerca de esta definición, pues no se consideran los eventos que no provocan manifestaciones clínicas (silentes) o evidencia objetiva; proponiendo un enfoque sistemático que incluya factores como: nivel de certeza, presencia y naturaleza de los síntomas, duración de los síntomas, tipos de patologías y etiologías con el fin de facilitar el diagnóstico clínico y el aporte a la investigación<sup>111</sup>.

**5.1.2 Lesión de neurona motora superior (NMS) Post-ECV.** La lesión de NMS post-ECV involucra las vías corticales y subcorticales y puede ocurrir a cualquier nivel del SNC (corteza, capsula interna, tronco encéfalo o medula espinal)<sup>112</sup>. La

---

<sup>108</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. [en línea]. Cardiovascular diseases (CVDs) [Fecha de consulta: 11 marzo 2021]. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))

<sup>109</sup> BENJAMIN, Emelia J., et al. Heart disease and stroke statistics-2018 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, 2018, vol. 137, no 12, p. e67-e492.

<sup>110</sup> SACCO, Ralph L., et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 2013, vol. 44, no 7, p. 2064-2089.

<sup>111</sup> CHEUNG, Raymond Tak Fai. A systematic approach to the definition of stroke. *Austin Journal of Cerebrovascular Disease & Stroke*, 2014.

<sup>112</sup> LI, Sheng, et al. A unifying pathophysiological account for post-stroke spasticity and disordered motor control. *Frontiers in neurology*, 2019, vol. 10, pág. 1-8.

lesión de NMS de origen cerebral provoca interrupciones de estas vías, que alteran la conducción aferente y eferente evidenciable en alteraciones del tono postural y muscular, la coordinación de los movimientos, y el sentido de ubicación corporal, entre otros<sup>113 114</sup>. Esta lesión puede comprometer el control postural, y provocar diversos signos clínicos relacionados con la espasticidad, asociados con cambios tanto neurológicos como biomecánicos de los tejidos blandos y del músculo<sup>115 116</sup>. Las manifestaciones de la espasticidad son variadas y algunas tienen un impacto positivo porque favorecen la reeducación del movimiento, ayudan a mantener la masa muscular y la densidad ósea, y disminuyen el riesgo de trombosis venosa profunda. Sin embargo, la espasticidad impacta negativamente cuando se afecta el MS dominante y se presentan contracturas, lo cual puede generar interferencia en las actividades funcionales y restricciones en la participación social<sup>117 118</sup>.

La espasticidad puede ser explicada por alteraciones en el procesamiento central de las aferencias sensoriales, debido a un imbalance entre las señales excitatorias e inhibitorias supraespinales, por compromiso de los sistemas retículoespinal y vestibuloespinal, que causan disminución en las influencias inhibitorias sobre el

---

<sup>113</sup> CHANG, Shuo-Hsiu, et al. Spasticity, weakness, force variability, and sustained spontaneous motor unit discharges of resting spastic-paretic biceps brachii muscles in chronic stroke. *Muscle & nerve*, 2013, vol. 48, no 1, p. 85-92.

<sup>114</sup> DOS SANTOS, Rebecka Borba Costa, et al. Cortical and spinal excitability changes after repetitive transcranial magnetic stimulation combined to physiotherapy in stroke spastic patients. *Neurological Sciences*, 2019, vol. 40, no 6, p. 1199-1207.

<sup>115</sup> TAKAKUSAKI, Kaoru, et al. Brainstem control of locomotion and muscle tone with special reference to the role of the mesopontine tegmentum and medullary reticulospinal systems. *Journal of neural transmission*, 2016, vol. 123, no 7, p. 695-729.

<sup>116</sup> ALLISON, Rhoda, et al. Incidence, time course and predictors of impairments relating to caring for the profoundly affected arm after stroke: a systematic review. *Physiotherapy Research International*, 2016, vol. 21, no 4, p. 210-227.

<sup>117</sup> VELDEMA, Jitka; BÖSL, Kathrin; NOWAK, Dennis Alexander. Cortico-spinal excitability and hand motor recovery in stroke: a longitudinal study. *Journal of neurology*, 2018, vol. 265, no 5, p. 1071-1078.

<sup>118</sup> BAAGØE, Susanne Kirk, et al. Development of muscle contractures and spasticity during subacute rehabilitation after severe acquired brain injury: a prospective cohort study. *Brain injury*, 2019, vol. 33, no 11, p. 1460-1466.

reflejo de estiramiento<sup>119</sup>. Además, se presenta falta de modulación en los sistemas colinérgico y monoaminérgico, que procesan las señales provenientes de neuronas glutamatérgicas, GABAérgicas y peptidérgicas, y regulan la inhibición postsináptica de las motoneuronas<sup>120</sup>. La interrupción de los impulsos descendentes, también altera los circuitos reflejos interneuronales, porque se genera activación de las motoneuronas espinales por descargas espontáneas, y/o una reducción de los mecanismos de inhibición pre y post sinápticos, y formación de brotes neuronales<sup>121</sup>.

Por lo anterior, la espasticidad por lesiones de origen encefálico puede generar complicaciones secundarias tales como: contracturas, debilidad, fatiga y dolor, los cuales interfieren en la movilidad, los traslados, el autocuidado y las AVD<sup>122 123</sup>. Post-ECV en estadio crónico, también se han descrito cambios adaptativos en los tejidos blandos, principalmente en el músculo esquelético, debido a la alteración en la conducción nerviosa y de las unidades motoras<sup>124 125</sup>, a cambios en las

---

<sup>119</sup> LI, Sheng, et al. A unifying pathophysiological account for post-stroke spasticity and disordered motor control. *Frontiers in neurology*, 2019, vol. 10, pág. 1-8.

<sup>120</sup> TAKAKUSAKI, Kaoru, et al. Brainstem control of locomotion and muscle tone with special reference to the role of the mesopontine tegmentum and medullary reticulospinal systems. *Journal of neural transmission*, 2016, vol. 123, no 7, p. 695-729.

<sup>121</sup> LI, Sheng, et al. Op. Cit. pág. 1-8.

<sup>122</sup> HREHA, Kimberly, et al. The impact of stroke on psychological and physical function outcomes in people with long-term physical disability. *Disability and health journal*, 2020, vol. 13, no 4, p. 100919.

<sup>123</sup> ADA, Louise, et al. Profile of upper limb recovery and development of secondary impairments in patients after stroke with a disabled upper limb: an observational study. *Physiotherapy theory and practice*, 2020, vol. 36, no 1, p. 196-202.

<sup>124</sup> MONTE ALEGRE, Dalva Cruz, et al. Plasticidade muscular: do músculo sadio ao espástico. *Scire Salutis*, 2012, vol. 2, no 1, pág. 16-34.

<sup>125</sup> HU, Xiaogang, et al. Altered motor unit discharge patterns in paretic muscles of stroke survivors assessed using surface electromyography. *Journal of neural engineering*, 2016, vol. 13, no 4, p. 046025.

propiedades elásticas, en la distribución y el número de las sarcómeras en serie, así como, el acoplamiento patológico de los puentes cruzados<sup>126 127</sup>.

Además, se han encontrado cambios en el tamaño y la distribución de los tipos de fibras musculares, disminución de la longitud muscular, del área de sección transversa<sup>128</sup>, presentándose una reducción en el volumen muscular<sup>129</sup>, evidenciándose atrofia<sup>130</sup>, bajas concentraciones séricas de IGF-1 y IGFBP-3<sup>131</sup> y reducción del volumen mitocondrial<sup>132</sup>. Así mismo, se presenta proliferación de material de la Matriz Extracelular (MEC), aumento del porcentaje de tejido no contráctil<sup>133</sup> principalmente de tejido graso intramuscular<sup>134</sup>, y aumento de la rigidez de las fibras musculares, incluyendo la unidad miotendinosa (UMT)<sup>135</sup>, con tejido muscular adyacente, que conlleva a una reducción en las propiedades mecánicas del material extracelular, que se refleja en la disminución en el torque pico, el trabajo y la potencia muscular<sup>136 137</sup>.

---

<sup>126</sup> SILVA-COUTO, Marcela de Abreu, et al. Muscle atrophy, voluntary activation disturbances, and low serum concentrations of IGF-1 and IGFBP-3 are associated with weakness in people with chronic stroke. *Physical therapy*, 2014, vol. 94, no 7, p. 957-967.

<sup>127</sup> FORAN, Jared RH, et al. Structural and mechanical alterations in spastic skeletal muscle. *Developmental medicine & Child neurology*, 2005, vol. 47, no 10, p. 713-717.

<sup>128</sup> FATURI, Fernanda Maria, et al. Structural muscular adaptations in upper limb after stroke: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 1, p. 73-79.

<sup>129</sup> DIAS, Caroline Pieta, et al. Adaptações morfológicas musculares na espasticidade: revisão da literatura. *Scientia Medica (Porto Alegre)*, 2013, vol. 23, no 2, p. 102-107.

<sup>130</sup> FATURI, Jared RH. Op. Cit. p. 73-79.

<sup>131</sup> SILVA-COUTO, Op. cit. p. 957-967.

<sup>132</sup> MONTE ALEGRE, Dalva Cruz, et al. Plasticidade muscular: do músculo sadio ao espástico. *Scire Salutis*, 2012, vol. 2, no 1, pág. 16-34.

<sup>133</sup> ALCÂNTARA, Carolina Carmona de. Caracterização do componente não contráctil do tecido muscular e da resistência ao alongamento passivo em indivíduos hemiparéticos crônicos. 2014.

<sup>134</sup> FATURI, Fernanda Maria, Op. Cit. p. 73-79.

<sup>135</sup> CHARDON, Matthieu K., et al. In-Vivo Study of Passive Musculotendon Mechanics in Chronic Hemispheric Stroke Survivors. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 2020, vol. 28, no 4, p. 1022-1031.

<sup>136</sup> SILVA-COUTO, Op. Cit. p. 957-967.

<sup>137</sup> OPHEIM, Arve, et al. Upper-limb spasticity during the first year after stroke: stroke arm longitudinal study at the University of Gothenburg. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 2014, vol. 93, no 10, p. 884-896.

Estos cambios en el músculo espástico del MS, sumados a la paresia, la co-contracción agonista-antagonista, las posturas anormales y la debilidad, conllevan una reducción del control motor selectivo, y alteraciones funcionales para alcanzar, agarrar y manipular objetos<sup>138</sup>. Por la complejidad de los problemas del MSP, en este estudio la espasticidad fue abordada como un constructo multidimensional, enmarcado en tres pilares fundamentales: clínico, neurofisiológico y biomecánico<sup>139</sup>.

**5.1.3 Excitabilidad refleja y mecanismos neurofisiológicos.** El reflejo H, inducido eléctricamente, es análogo al reflejo de estiramiento inducido mecánicamente. Así mismo, es una herramienta útil para evaluar la modulación de la actividad del reflejo monosináptico en la médula espinal. Permite medir la eficacia de la transmisión sináptica de un estímulo que viaja a través de la fibra aferente sensitiva (Ia) hacia un grupo de motoneuronas de un músculo correspondiente hasta las fibras eferentes motoras y estimar la excitabilidad de la motoneurona alfa, cuando los mecanismos presinápticos y la excitabilidad intrínseca de la motoneurona permanecen indemnes<sup>140</sup>.

La excitabilidad refleja es una propiedad específica del tejido muscular y nervioso, ocurre cuando la despolarización excede el nivel umbral en el potencial de acción<sup>141</sup>. La activación eléctrica de las fibras nerviosas aferentes (sensoriales) en un nervio periférico provoca potenciales de acción que viajan hacia la médula espinal para hacer sinapsis con la motoneurona alfa. La porción eferente del circuito reflejo inicia cuando se produce un potencial de acción en la motoneurona alfa, que viaja a través

---

<sup>138</sup> LI, Sheng, et al. A unifying pathophysiological account for post-stroke spasticity and disordered motor control. *Frontiers in neurology*, 2019, vol. 10, pág. 1-8.

<sup>139</sup> GOMEZ-SORIANO, Julio, et al. Evaluation and quantification of spasticity: a review of the clinical, biomechanical and neurophysiological methods. *Revista de neurologia*, 2012, vol. 55, no 4, p. 217-226.

<sup>140</sup> PALMIERI, Riann M.; INGERSOLL, Christopher D.; HOFFMAN, Mark A. The Hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *Journal of athletic training*, 2004, vol. 39, no 3, p. 268.

<sup>141</sup> OH, Shin J. *Clinical electromyography: nerve conduction studies*. Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

de sus axones motores hasta alcanzar la unión neuromuscular, produciendo una respuesta eléctrica en las fibras musculares (onda H). Simultáneamente, la estimulación eléctrica del nervio periférico también activa las fibras motoras, causando una despolarización que viaja de manera directa hacia la unión neuromuscular y la generación de un potencial de acción muscular compuesto (PAMC) que se capta en el sitio de registro (onda M)<sup>142</sup> El registro de la onda M en las fibras musculares da cuenta de la activación directa de los axones motores del nervio periférico, mientras que la onda H representa la activación indirecta o refleja. La onda M se caracteriza por una latencia más corta y un umbral de excitación más alto, en comparación con la onda H<sup>143</sup>.

La **amplitud** es una expresión de la excitabilidad de las motoneuronas alfa a estímulos excitatorios de las fibras aferentes Ia. En personas post-ECV, comparadas con sujetos sanos, la amplitud es usualmente mayor en el lado parético<sup>144</sup>. La **latencia** corresponde al tiempo que tarda en conducirse el estímulo eléctrico desde el sitio de aplicación hasta el sitio de registro, su comportamiento depende de factores como la longitud del segmento y la estatura<sup>145</sup> <sup>146</sup>, contribuyendo a la longitud del arco reflejo; así mismo, con el aumento de la edad, disminuye el tamaño del reflejo H y con ello la latencia cerca de un 32.7%<sup>147</sup>, probablemente por un bajo umbral en las motoneuronas y la disminución de la

---

<sup>142</sup> PALMIERI, Riann M.; INGERSOLL, Christopher D.; HOFFMAN, Mark A. The Hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *Journal of athletic training*, 2004, vol. 39, no 3, p. 268.

<sup>143</sup> VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORIĆ, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and rehabilitation*, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

<sup>144</sup> OH, Shin J. *Clinical electromyography: nerve conduction studies*. Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

<sup>145</sup> CHRISTIE, Anita D., et al. Reliability of the FCR H-reflex. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 2005, vol. 22, no 3, p. 204-209.

<sup>146</sup> FISHER, Morris A. H reflexes and F waves fundamentals, normal and abnormal patterns. *Neurologic clinics*, 2002, vol. 20, no 2, p. 339-360.

<sup>147</sup> VOERMAN, Op. cit. p. 33-68.

conducción en los axones motores<sup>148</sup>. Por otra parte, **la razón Hmax/Mmax** se define como la relación entre el número máximo de unidades motoras que pueden ser activadas a través del reflejo e influenciadas por los estímulos inhibitorios y excitatorios, comparado con el número total de las unidades motoras Mmax<sup>149 150</sup>. El incremento en esta razón se asocia con aumento de la excitabilidad, correlacionándose con la latencia del reflejo de estiramiento y el índice de rigidez<sup>151</sup>. La razón Hmax/Mmax se incrementa post-ECV y tiene menor variabilidad en el tiempo en personas con enfermedades de la NMS<sup>152</sup>. La **duración** muestra el tiempo que permanecen eléctricamente activas las fibras musculares estimuladas de manera indirecta<sup>153 154</sup>.

En adultos saludables se han encontrado diferentes valores de referencia para la amplitud de la onda H que oscilan entre 0.03mV y 1.6mV<sup>155 156</sup> para el FRC la amplitud pico a pico ha mostrado un rango de 0.1-7mV<sup>157</sup>. En relación con la latencia

---

<sup>148</sup> BURKE, David. Clinical uses of H reflexes of upper and lower limb muscles. *Clinical neurophysiology practice*, 2016, vol. 1, p. 9-17.

<sup>149</sup> VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORIČ, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and rehabilitation*, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

<sup>150</sup> PALMIERI, Riann M.; INGERSOLL, Christopher D.; HOFFMAN, Mark A. The Hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *Journal of athletic training*, 2004, vol. 39, no 3, p. 268.

<sup>151</sup> VOERMAN, Op. cit. p. 33-68.

<sup>152</sup> JABRE, Joe F.; STÅLBERG, Erik V. Single-fiber EMG study of the flexor carpi radialis H reflex. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 1989, vol. 12, no 7, p. 523-527.

<sup>153</sup> VOERMAN, Op. cit. p. 33-68.

<sup>154</sup> BHIMANI, Rozina H., et al. Clinical measurement of limb spasticity in adults: state of the science. *Journal of Neuroscience Nursing*, 2011, vol. 43, no 2, p. 104-115.

<sup>155</sup> JABRE, Op. cit. p. 435-438.

<sup>156</sup> INGLIS, James Greig; CHRISTIE, Anita D.; GABRIEL, David A. Practice evoking the flexor carpi radialis H-reflex: A guideline for proficiency. *Perceptual and motor skills*, 2007, vol. 104, no 1, p. 287-297.

<sup>157</sup> FUNASE, Kozo; MILES, Timothy S. Observations on the variability of the H reflex in human soleus. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 1999, vol. 22, no 3, p. 341-346.

de la onda H se han obtenido valores entre 15.76ms y 36.18ms<sup>158</sup>, encontrándose en un rango entre 14 y 19 mseg<sup>159</sup>. Para la onda M, la amplitud varía entre 2.18mV y 7.6±2.5mV<sup>160</sup>; la Mmax oscila en un rango de 4 a 8 mV<sup>161</sup> y una latencia: 3.0±0.5ms<sup>162</sup>; no se encontraron reportes de los valores de la duración en sujetos sanos.

Dentro de los mecanismos fisiológicos que explican el reflejo H se encuentran la inhibición recíproca (IR) de las vías Ia, la inhibición presináptica (IP), la inhibición no recíproca (InR) y la inhibición recurrente (IRe)<sup>163</sup>. El primero de ellos ha sido evaluado por medio de la estimulación sensorial del grupo agonista por contracción simultánea del antagonista<sup>164</sup>; el segundo, la IP, representa el mecanismo por el cual, en el botón presináptico disminuye la liberación de neurotransmisores de predominio inhibitorio (GABA), y consecuentemente se presenta un aumento en la excitabilidad del arco reflejo<sup>165</sup>, o se produce un agotamiento de la transmisión en los terminales cuando son activados repetitivamente<sup>166</sup>.

---

<sup>158</sup> CHRISTIE, Anita D., et al. Reliability of the FCR H-reflex. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 2005, vol. 22, no 3, p. 204-209.

<sup>159</sup> MILLER, Tricia A.; NEWALL, A. R.; JACKSON, D. A. H-reflexes in the upper extremity and the effects of voluntary contraction. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 1995, vol. 35, no 2, p. 121-128.

<sup>160</sup> JABRE, Joe F.; STÅLBERG, Erik V. Single-fiber EMG study of the flexor carpi radialis H reflex. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 1989, vol. 12, no 7, p. 523-527.

<sup>161</sup> CHRISTIE, Op. cit. p. 204-209.

<sup>162</sup> JABRE, Joe F. Op. cit. p. 435-438.

<sup>163</sup> VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORI?, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and rehabilitation*, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

<sup>164</sup> KAWAKAMI, Michiyuki, et al. Change in reciprocal inhibition of the forearm with motor imagery among patients with chronic stroke. *Neural plasticity*, 2018, vol. 2018.

<sup>165</sup> TROMPETTO, Carlo, et al. The effect of age on post-activation depression of the upper limb H-reflex. *European journal of applied physiology*, 2014, vol. 114, no 2, p. 359-364.

<sup>166</sup> NITO, Mitsuhiro, et al. Inhibition of group Ia afferents between brachioradialis and flexor carpi radialis in humans: a study using an electromyogram-averaging method. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 2018, vol. 35, no 2, p. 138-143.

Por otra parte, el efecto sobre las fibras Ib provenientes del OTG, que generan inhibición de los núcleos motores extensores y facilitación de los núcleos motores flexores, denominada inhibición no recíproca<sup>167</sup>. Otro mecanismo, la inhibición recurrente o inhibición de las células de Renshaw, que inhiben las motoneuronas homónimas controladas por centros supraespinales, produciendo una reducción en el disparo de las motoneuronas, causando una disminución del flujo de corriente al músculo y su subsecuente respuesta<sup>168</sup>.

El último mecanismo es la depresión pos-activación (también llamada depresión homosináptica) del reflejo H, indica la depresión causada por la actividad de las fibras aferentes Ia, producto de otro estímulo, el cual puede ser estimulación repetitiva, aplicación de EM, vibración sobre el tendón o contracción voluntaria<sup>169</sup>. La depresión pos-activación depende de la excitabilidad de las interneuronas, teniendo en cuenta que a mayor excitabilidad mayor inhibición<sup>170</sup>. Por lo cual, en pacientes con espasticidad, se constituye en un fenómeno de importancia en la práctica clínica, porque la alta excitabilidad conlleva a un aumento en la activación de este mecanismo, provocando una atenuación en la contracción muscular<sup>171</sup>.

Estos mecanismos se ven alterados post-ECV, la IP se ve disminuida en los terminales Ia del FRC tras la pérdida de conducción corticofugal<sup>172</sup>, así mismo, se

---

<sup>167</sup> AGUIAR, Stefane A., et al. Effect of central lesions on a spinal circuit facilitating human wrist flexors. *Scientific reports*, 2018, vol. 8, no 1, pág. 1-6.

<sup>168</sup> NIELSEN, Jens Bo. Human spinal motor control. *Annual review of neuroscience*, 2016, vol. 39, p. 81-101.

<sup>169</sup> PALMIERI, Riann M.; INGERSOLL, Christopher D.; HOFFMAN, Mark A. The Hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *Journal of athletic training*, 2004, vol. 39, no 3, p. 268.

<sup>170</sup> LAMY, Jean-Charles, et al. Impaired efficacy of spinal presynaptic mechanisms in spastic stroke patients. *Brain*, 2009, vol. 132, no 3, p. 734-748.

<sup>171</sup> BURKE, David. Clinical uses of H reflexes of upper and lower limb muscles. *Clinical neurophysiology practice*, 2016, vol. 1, p. 9-17.

<sup>172</sup> LAMY, Op. cit. p. 734-748.

ha documentado una depresión pos-activación anormal<sup>173</sup>, y en el MS se ha evidenciado un incremento en la IR con el aumento de la amplitud del Reflejo H<sup>174</sup>  
<sup>175</sup>.

## 5.2 COMPROMISO DEL MIEMBRO SUPERIOR PARÉTICO POST-ECV

La espasticidad constituye un problema frecuente en el MS, que afecta tres o más articulaciones, con una prevalencia entre el 7.6-49% a los 12 meses post-ECV.<sup>176</sup> Wissel et al.<sup>177</sup>, encontraron a los 4 meses de evolución una prevalencia discriminada por articulación en codo, mano y hombro (79%, 66% y 58%, respectivamente).

Adicionalmente, en el MSP se presentan cambios en la activación muscular, la generación de fuerza muscular, así como alteraciones en la propiocepción, en las respuestas de balance y el control postural que limitan su participación en las AVD<sup>178</sup>. En el estadio crónico, las personas post-ECV pueden haber experimentado un proceso de recuperación neurológica que en aproximadamente el 70% de los

---

<sup>173</sup> MILANOV, Ivan G. Evaluation of the presynaptic inhibition by comparing the amplitudes of H reflexes and F waves. Is it possible?. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 2000, vol. 40, no 8, p. 491-496.

<sup>174</sup> VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORIĆ, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and rehabilitation*, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

<sup>175</sup> NIELSEN, Jens Bo; CRONE, Clarissa; HULTBORN, H. The spinal pathophysiology of spasticity-from a basic science point of view. *Acta physiologica*, 2007, vol. 189, no 2, p. 171-180.

<sup>176</sup> ZENG, Huangling, et al. Prevalence and risk factors for spasticity after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 2021, vol. 11, p. 1884.

<sup>177</sup> WISSEL, Jörg, et al. Early development of spasticity following stroke: a prospective, observational trial. *Journal of neurology*, 2010, vol. 257, no 7, p. 1067-1072.

<sup>178</sup> TANAKA, Tomoko, et al. Estimation of motor impairment and usage of upper extremities during daily living activities in poststroke hemiparesis patients by observation of time required to accomplish hand dexterity tasks. *BioMed research international*, 2019, vol. 2019.

casos puede ser espontáneo o producto de las intervenciones terapéuticas<sup>179 180</sup>. Sin embargo, se pueden presentar compensaciones en el MSP entre el 80-90%, mediante patrones motores resultantes de la sustitución y de un proceso de aprendizaje motor adaptativo, que permite controlar los grados de libertad del MS, en respuesta a la excesiva coactivación de los músculos antagonistas, las reacciones asociadas, la debilidad muscular y el desuso<sup>181</sup>.

Otros problemas que deben ser considerados son la pérdida de rango de movimiento activo, presencia de retracciones o contracturas entre el 36-60%<sup>182</sup>. Las retracciones se definen como la pérdida parcial del rango de movimiento, en tanto, las contracturas se describen como la pérdida total de rango de movimiento, resultante de cambios en las propiedades estructurales de los tejidos contráctiles y no contráctiles. Estos cambios pueden generar una reducción en la tensión longitudinal en reposo o incrementar la rigidez de los músculos o tendones u otros tejidos como la cápsula articular y los ligamentos, cambios macroscópicos y microscópicos en las propiedades del músculo y tejido conectivo<sup>183</sup>. Además, se produce reducción de la masa muscular, pérdida de las sarcómeras, acumulación de tejido conectivo y grasa en el músculo<sup>184 185</sup> y disminución en la capilarización

---

<sup>179</sup> STINEAR, Cathy M., et al. Bilateral priming accelerates recovery of upper limb function after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke*, 2014, vol. 45, no 1, p. 205-210.

<sup>180</sup> LEVIN, Mindy F.; KLEIM, Jeffrey A.; WOLF, Steven L. What do motor "recovery" and "compensation" mean in patients following stroke?. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2009, vol. 23, no 4, p. 313-319.

<sup>181</sup> SUBRAMANIAN, Sandeep K., et al. Motor-equivalent intersegmental coordination is impaired in chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2020, vol. 34, no 3, p. 210-221.

<sup>182</sup> SVANE, Christian; NIELSEN, Jens Bo; LORENTZEN, Jakob. Non-surgical treatment options for muscle contractures in individuals with neurological disorders: a systematic review with meta-analysis. *Archives of rehabilitation research and clinical translation*, 2021, p. 100104.

<sup>183</sup> PERSSON, Carina U., et al. Increased muscle tone and contracture late after ischemic stroke. *Brain and behavior*, 2020, vol. 10, no 2, p. e01509.

<sup>184</sup> LIEBER, Richard L., et al. Skeletal muscle mechanics, energetics and plasticity. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2017, vol. 14, no 1, p. 1-16.

<sup>185</sup> LENG, Yan, et al. Alterations of elastic property of spastic muscle with its joint resistance evaluated from shear wave elastography and biomechanical model. *Frontiers in neurology*, 2019, vol. 10, p. 736.

de las fibras<sup>186</sup>; así como mayor ángulo de penetración ( $p=0.032$ ) y menor longitud de los fascículos ( $p=0.034$ ) en el bíceps braquial<sup>187</sup>.

En el MSP también se pueden presentar cambios estructurales en el cartílago articular, reducción en la relación longitud-tensión, entre otras, dependientes del tiempo que el segmento se encuentre en una postura de acortamiento<sup>188</sup> y la influencia de la espasticidad sobre la actividad del segmento corporal. Generalmente en el MSP tiende a desarrollarse una sinergia flexora (rotación interna y aducción de hombro, flexión de codo, muñeca y dedos, pronación de antebrazo) y limitación para los movimientos de rotación externa, flexión y abducción de hombro, extensión de codo, supinación del antebrazo y extensión de la muñeca y los dedos<sup>189</sup>. Así mismo, se han identificado otras sinergias post-ECV que se caracterizan por la protracción escapular, la aducción y rotación interna de hombro, extensión de codo, pronación del antebrazo y flexión de muñeca y dedos (sinergia extensora)<sup>190</sup>.

Por otra parte, el dolor de hombro es una complicación frecuente que limita la habilidad del paciente para alcanzar su máxima funcionalidad e interfiere con el proceso de rehabilitación<sup>191</sup>. Mediante la escala Abbey Pain Scale se encontró que las personas con espasticidad post-ECV tienden a presentar intensidades más altas

---

<sup>186</sup> MONTE ALEGRE, Dalva Cruz, et al. Plasticidade muscular: do músculo sadio ao espástico. *Scire Salutis*, 2012, vol. 2, no 1, pág. 16-34.

<sup>187</sup> FATURI, Fernanda Maria, et al. Structural muscular adaptations in upper limb after stroke: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 1, p. 73-79.

<sup>188</sup> BHADANE, Minal Y., et al. Correlation of resting elbow angle with spasticity in chronic stroke survivors. *Frontiers in neurology*, 2015, vol. 6, p. 183.

<sup>189</sup> DOUSSOULIN, Arlette, et al. Prevalence of spasticity and postural patterns in the upper extremity post stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2020, vol. 29, no 11, p. 105253.

<sup>190</sup> O'SULLIVAN, Susan B.; SCHMITZ, Thomas J.; FULK, George. *Physical rehabilitation*. FA Davis, 2019.

<sup>191</sup> O'DONNELL, Martin J., et al. Chronic pain syndromes after ischemic stroke: PROFESS trial. *Stroke*, 2013, vol. 44, no 5, p. 1238-1243.

de dolor (puntaje=3), comparado con aquellos que no desarrollaron espasticidad (puntaje=0) ( $p=0.003$ )<sup>192</sup>.

Finalmente, las alteraciones somatosensoriales se presentan en un alto porcentaje de los pacientes, que tienen problemas exteroceptivos (entre 7–53%), y propioceptivos (entre 34–64%); lo cual puede contribuir en la disminución del uso del MSP en las actividades de manipulación y alcance de objetos<sup>193</sup>.

En la **Figura 1**, se presenta la síntesis de la revisión de la literatura sobre las adaptaciones post-ECV en el músculo y su efecto sobre los procesos fisiológicos.

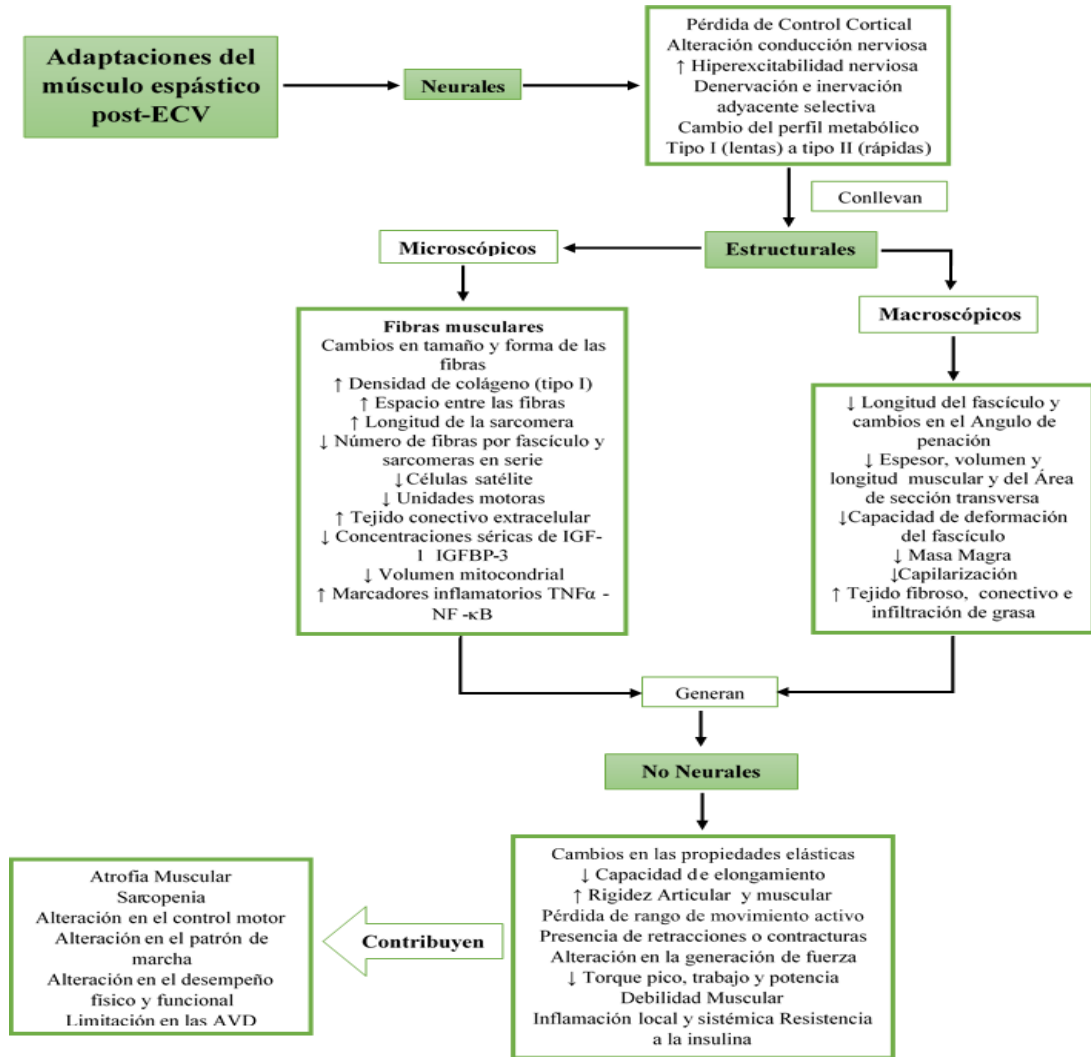
Evidencia disponible sobre los principales cambios del tejido muscular producto de la espasticidad, teniendo en cuenta los cambios a nivel neural que conducen a cambios estructurales y posteriormente a cambios catalogados como no neurales que conllevan a alteraciones funcionales.

---

<sup>192</sup> SHINER, Christine T., et al. Prevalence of upper-limb spasticity and its impact on care among nursing home residents with prior stroke. *Disability and rehabilitation*, 2020, vol. 42, no 15, p. 2170-2177.

<sup>193</sup> CHERPIN, Adele, et al. A preliminary study on the relationship between proprioceptive deficits and motor functions in chronic stroke patients. En 2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR). IEEE, 2019. p. 465-470.

Figura 1. Adaptaciones del músculo espástico post-ECV



### 5.3 PATRÓN DE ALCANCE FUNCIONAL (PAF)

Una actividad importante desde el punto de vista funcional para el MS post-ECV es el PAF, que permite la interacción con el medio, facilitando la identificación de objetos y de sus propiedades por medio de la manipulación<sup>194</sup>. Igualmente, permite evidenciar la coordinación interarticular para realizar la tarea con fluidez y

<sup>194</sup> CANO DE LA CUERDA, Roberto, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. Neurología, 2015, vol. 30, no 1, p. 32-41.

precisión<sup>195</sup>. Por estas razones, la ejecución del PAF implica una interrelación entre el individuo, la tarea y el ambiente; requiriendo información del entorno, proveniente de los sistemas visual, somatosensorial y vestibular, para realizar los ajustes anticipatorios y compensatorios necesarios para el movimiento<sup>196</sup>.

La integración sensorio-motora facilita la ejecución de la **fase de transporte** del PAF (la mano se mueve rápidamente hacia el objeto) y la **fase de manipulación** con un movimiento más lento de la mano y la influencia del control visual se realizan los ajustes en el agarre (figura 2)<sup>197</sup>. Según el diseño de la investigación se han planteado diversas fases del PAF, Santos et al.<sup>198</sup>, dividieron la tarea en las siguientes fases: alcance y agarre, transporte, liberación del agarre y retorno a la posición inicial; entre tanto Tretriluxana et al.<sup>199</sup>, describieron las fases de transporte, preparación para la apertura (pre-shaping) y agarre.

---

<sup>195</sup> KWAKKEL, Gert, et al. Standardized measurement of quality of upper limb movement after stroke: consensus-based core recommendations from the second stroke recovery and rehabilitation roundtable. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2019, vol. 33, no 11, p. 951-958.

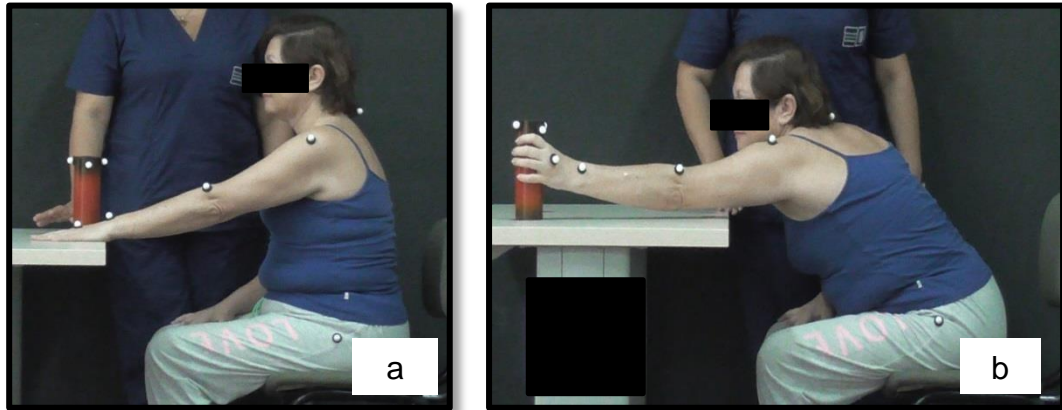
<sup>196</sup> SHUMWAY-COOK, Anne; WOOLLACOTT, Marjorie H. *Motor control: translating research into clinical practice*. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

<sup>197</sup> CANO DE LA CUERDA, Op. Cit. p. 32-41.

<sup>198</sup> SANTOS, Gabriela Lopes, et al. Kinematic analysis of a drinking task in chronic hemiparetic patients using features analysis and Statistical Parametric Mapping. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2018, vol. 99, no 3, p. 501-511. e4.

<sup>199</sup> TRETRILUXANA, Jarugool; GORDON, James; WINSTEIN, Carolee J. Manual asymmetries in grasp pre-shaping and transport-grasp coordination. *Experimental Brain Research*, 2008, vol. 188, no 2, p. 305-315.

Figura 2. Patrón de Alcance Funcional: a. fase de transporte, b. fase de manipulación



El análisis cinemático del PAF<sup>200</sup> ha permitido medir el desempeño motor (velocidad, precisión) y la calidad del movimiento (rango de movimiento, movimiento de tronco)<sup>201 202</sup>. Asimismo, ha evidenciado las sinergias anormales de predominio flexor<sup>203</sup>, con presencia de estrategias compensatorias tales como: coactivación de los músculos trapecio y deltoides, incremento de la activación del pectoral mayor, así como disminución en la activación del tríceps<sup>204</sup> o activación anormal del braquirradial y el bíceps braquial<sup>205</sup>.

---

<sup>200</sup> BONNEFOY, Alice; LOUIS, Nicolas; GORCE, Philippe. Muscle activation during a reach-to-grasp movement in sitting position: influence of the distance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2009, vol. 19, no 2, p. 269-275.

<sup>201</sup> COLLINS, Kathryn C., et al. Kinematic components of the reach-to-target movement after stroke for focused rehabilitation interventions: systematic review and meta-analysis. *Frontiers in neurology*, 2018, vol. 9, p. 472.

<sup>202</sup> VALEVICIUS, Aida M., et al. Use of optical motion capture for the analysis of normative upper body kinematics during functional upper limb tasks: A systematic review. *Journal of electromyography and kinesiology*, 2018, vol. 40, p. 1-15.

<sup>203</sup> ISRAELY, Sharon; LEISMAN, Gerry; CARMELI, Eli. Neuromuscular synergies in motor control in normal and poststroke individuals. *Reviews in the Neurosciences*, 2018, vol. 29, no 6, p. 593-612.

<sup>204</sup> PAN, Bingyu, et al. Alterations of muscle synergies during voluntary arm reaching movement in subacute stroke survivors at different levels of impairment. *Frontiers in computational neuroscience*, 2018, vol. 12, p. 69.

<sup>205</sup> ROH, Jinsook, et al. Alterations in upper limb muscle synergy structure in chronic stroke survivors. *Journal of neurophysiology*, 2013, vol. 109, no 3, p. 768-781.

Además, se ha descrito la precisión del movimiento, la postura y la eficacia del agarre<sup>206</sup>, con el fin de determinar la compensación y restauración en la función del MS post-ECV<sup>207</sup>. En las personas post-ECV, comparadas con sanos, se presenta excesivo desplazamiento del tronco durante el PAF para realizar el agarre (post-ECV:  $103 \pm 94.1$  mm; sanos:  $16.5 \pm 15.7$  mm,  $p < 0.05$ ), asociada a la disminución del rango de movimiento en la extensión de codo (post-ECV:  $100.1 \pm 13.4^\circ$ ; sanos:  $112.0 \pm 11.7^\circ$ ,  $p < 0.05$ ) y/o alteración en la coordinación interarticular entre el hombro y el codo que afectan las respuestas de balance<sup>208</sup>.

Según Tomita et al.<sup>209 210</sup>, los movimientos compensatorios son una estrategia para realizar la tarea del PAF en posición de pie, a pesar de la disminución en los grados de movimiento del hombro ( $95.9^\circ \pm 14.8$  control vs.  $75.7^\circ \pm 8.3$  post-ECV moderado;  $F = 77.1$ ,  $p < 0.05$ ), y la posición del codo en flexión ( $26.7^\circ \pm 8.3$  control vs.  $60.0^\circ \pm 5.2$  post-ECV moderado;  $F = 10.9$ ,  $p < 0.05$ ). Estas compensaciones pueden ser atribuidas a señales aferentes vestibulares y/o propioceptivas vinculadas al movimiento del tronco.

Post-ECV, el PAF difiere cuando es realizado Dentro (DLB) o Fuera de la Longitud del Brazo (FLB). Los estudios muestran disminución significativa de la extensión del codo comparado con sujetos sanos (DLB:  $12.05^\circ$  ECV vs.  $28.03^\circ$  sanos; FLB:  $35.10^\circ$  ECV vs.  $46.79^\circ$  sanos,  $F = 26.3$ ,  $p < 0.001$ ). Así mismo, se presenta aumento de la flexión del tronco (DLB:  $10.49^\circ$  ECV vs.  $2.71^\circ$  sanos; FLB:

---

<sup>206</sup> SCHWARZ, Anne, et al. Systematic review on kinematic assessments of upper limb movements after stroke. *Stroke*, 2019, vol. 50, no 3, p. 718-727.

<sup>207</sup> CORTI, Manuela, et al. Differential effects of power training versus functional task practice on compensation and restoration of arm function after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2012, vol. 26, no 7, p. 842-854.

<sup>208</sup> LEVIN, Mindy F., et al. Use of the trunk for reaching targets placed within and beyond the reach in adult hemiparesis. *Experimental brain research*, 2002, vol. 143, no 2, p. 171-180.

<sup>209</sup> TOMITA, Yosuke; MULLICK, Aditi A.; LEVIN, Mindy F. Reduced kinematic redundancy and motor equivalence during whole-body reaching in individuals with chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2018, vol. 32, no 2, p. 175-186.

<sup>210</sup> TOMITA, Yosuke; FELDMAN, Anatol G.; LEVIN, Mindy F. Referent control and motor equivalence of reaching from standing. *Journal of neurophysiology*, 2017, vol. 117, no 1, p. 303-315.

35.52° ECV vs. 33.41° sanos,  $F=15.1$ ,  $p<0.001$ ). A través de las compensaciones del tronco, las personas post-ECV logran alcanzar el objeto DLB sin realizar la máxima extensión del codo; mientras que FLB se requiere mayor flexión del tronco y extensión del codo, por ser una actividad más demandante<sup>211</sup>.

Shaikh et al.<sup>212</sup>, durante el PAF con el tronco libre reportaron menor extensión del codo ( $128.2^\circ \pm 15.9^\circ$  post-ECV vs.  $145.6^\circ \pm 13.9^\circ$  control,  $p<0.002$ ), menor flexión del hombro ( $32.5^\circ \pm 22.4^\circ$  post- ECV vs.  $58.6^\circ \pm 9.3^\circ$ ,  $p<0.01$ ), y un desplazamiento similar del tronco ( $21.7\text{cm} \pm 5.4$  post-ECV vs.  $21.4\text{cm} \pm 4.7$  control,  $p>0.05$ ) Sin embargo, los movimientos fueron más lentos en el MSP con menor pico de velocidad de la mano ( $83.4 \text{ cm/s} \pm 45.1$  post-ECV vs.  $131.7 \pm 22$  control,  $p<0.03$ ) y del tronco ( $28.7 \pm 10.6$  post-ECV vs.  $37.3 \pm 12.2$  control,  $p>0.05$ ).

Por otra parte, Demartino et al.<sup>213</sup>, encontraron que las actividades de agarre realizadas post-ECV en su mayoría se realizan de manera unimanual (41.7%), siendo 3.5 veces menor el uso del MSP comparada con MS No Parético (MSNP). Además, las personas con mayor compromiso funcional utilizan el MSNP para la manipulación en un 47.9%. Así mismo, el agarre predominante en las actividades de estabilización y alcance para el MSP es el agarre a mano llena, en tanto, en el MSNP es el agarre digital ( $p=0.02$ ).

Subramanian et al.<sup>214</sup>, plantean que las deficiencias en la coordinación del MSP y del MS-tronco, pueden derivarse de los problemas cognitivos y motores

---

<sup>211</sup> MA, Hui-Ing, et al. Kinematic manifestation of arm-trunk performance during symmetric bilateral reaching after stroke: within vs. beyond arm's length. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 2017, vol. 96, no 3, p. 146-151.

<sup>212</sup> SHAIKH, Tahir, et al. Arm-trunk coordination for beyond-the-reach movements in adults with stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2014, vol. 28, no 4, p. 355-366.

<sup>213</sup> DEMARTINO, Amanda Magalhães, et al. Hand function and type of grasp used by chronic stroke individuals in actual environment. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 4, p. 247-254.

<sup>214</sup> SUBRAMANIAN, Sandeep K., et al. Motor-equivalent intersegmental coordination is impaired in chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2020, vol. 34, no 3, p. 210-221.

relacionados con disminución en la velocidad del procesamiento de la información, tiempos de reacción prolongados del MSP, espasticidad y debilidad muscular. Otros aspectos que inciden en la coordinación interarticular están influenciados por la tarea funcional (ejemplo: agarrar un vaso, insertar llave en la cerradura, entre otras), la dominancia de la extremidad afectada y la edad<sup>215</sup>.

En este estudio se seleccionaron las fases de transporte y manipulación del PAF<sup>216</sup>, para identificar los principales compromisos de la función del MS, relacionados con el desempeño motor, la calidad del movimiento, y determinar los patrones compensatorios o de sustitución en personas con hemiparesia espástica post-ECV, con el fin de establecer estrategias de intervención que contribuyan de manera específica con el manejo las deficiencias y así contribuir a la disminución de la dependencia funcional de los pacientes con esta condición.

#### **5.4 INTERVENCIONES PARA EL MIEMBRO SUPERIOR ESPÁSTICO**

De forma general, se han identificado tres enfoques del ejercicio terapéutico para el manejo de la espasticidad en el MS post-ECV en estadio crónico: a) el enfoque tradicional fundamentado en principios biomecánicos y en la teoría jerárquico-refleja (ejercicios de rango de movimiento, técnicas de posicionamiento y estiramiento mantenido)<sup>217 218</sup>; b) los enfoques neuromusculares (Bobath, Rood, Brunnstrom, Facilitación Neuromuscular Propioceptiva) sustentados en principios neurofisiológicos de las teorías jerárquico-refleja, la programación motora y la teoría

---

<sup>215</sup> KIM, Kyung, et al. Kinematic analysis of upper extremity movement during drinking in hemiplegic subjects. *Clinical Biomechanics*, 2014, vol. 29, no 3, p. 248-256.

<sup>216</sup> MESQUITA, Inês Albuquerque, et al. Comparison of upper limb kinematics in two activities of daily living with different handling requirements. *Human Movement Science*, 2020, vol. 72, p. 102632.

<sup>217</sup> O'SULLIVAN, Susan B.; SCHMITZ, Thomas J.; FULK, George. *Physical rehabilitation*. FA Davis, 2019.

<sup>218</sup> POLLOCK, Alex, et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility after stroke: major update. *Stroke*, 2014, vol. 45, no 10, p. e202-e202.

de los sistemas<sup>219 220</sup>; y c) los enfoques contemporáneos orientados a las tareas, el aprendizaje y reaprendizaje motor, basados en la teorías de la acción dinámica, orientada a la actividad y ecológica<sup>221 222</sup>.

En este proyecto, específicamente se revisaron los niveles de evidencia del estiramiento manual y de las órtesis inflables, con el fin de fundamentar un plan de tratamiento ecléctico dirigido a disminuir la hiperexcitabilidad refleja y mejorar el desempeño en el PAF.

**5.4.1 Estiramiento manual mantenido (EM).** El estiramiento es un movimiento aplicado por una fuerza interna o externa, que se utiliza para incrementar el rango de movimiento articular<sup>223</sup>, prevenir o controlar las contracturas post-ECV<sup>224</sup>, mantener o incrementar la extensibilidad de los tejidos blandos, reducir el dolor, mejorar la función y controlar los factores deletéreos producto del envejecimiento<sup>225</sup>. Con fines terapéuticos existen varias técnicas de aplicación, siendo el EM ampliamente empleado en el manejo clínico de la espasticidad, en el cual la fuerza manual es aplicada durante aproximadamente un minuto, y mantenido el

---

<sup>219</sup> BACCA, Odair, et al. Enfoques del ejercicio terapéutico sobre la espasticidad en miembro inferior post-Enfermedad Cerebro Vascular: revisión sistemática. Salud UIS, 2017, vol. 49, no 2, p. 364-378.

<sup>220</sup> BORDOLOI, Kuki; DEKA, Rup Sekhar. Scientific reconciliation of the concepts and principles of rood approach. Int J Health Sci Res, 2018, vol. 8, no 9, p. 225-234.

<sup>221</sup> STECK, G Cox. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. [en línea]. Solothurn, Switzerland; 2017. [Fecha de consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)

<sup>222</sup> POLLOCK, Alex, et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility after stroke: major update. Stroke, 2014, vol. 45, no 10, p. e202-e202.

<sup>223</sup> SALAZAR, Ana Paula, et al. Effectiveness of static stretching positioning on post-stroke upper-limb spasticity and mobility: systematic review with meta-analysis. Annals of physical and rehabilitation medicine, 2019, vol. 62, no 4, p. 274-282.

<sup>224</sup> BAAGØE, Susanne Kirk, et al. Development of muscle contractures and spasticity during subacute rehabilitation after severe acquired brain injury: a prospective cohort study. Brain injury, 2019, vol. 33, no 11, p. 1460-1466.

<sup>225</sup> APOSTOLOPOULOS, Nikos, et al. The relevance of stretch intensity and position-a systematic review. Frontiers in psychology, 2015, vol. 6, p. 1128.

procedimiento entre 6-7 minutos<sup>226 227</sup>; el cual frecuentemente se combina con otros procedimientos terapéuticos, para mejorar el desempeño funcional en tareas específicas<sup>228 229</sup>.

Fisiológicamente el estiramiento involucra la tensión activa (interacción de los filamentos de actina y miosina del músculo) y pasiva (elongación del tejido conectivo más allá de su longitud al reposo) del músculo, la UMT, así como de los propioceptores del sistema músculo-esquelético, el huso muscular (HM) y el órgano tendinoso de Golgi (OTG)<sup>230</sup>. Por otra parte, es importante la posición en que se aplica el estiramiento, si incluye la participación consciente en la autoinhibición, o la toma de peso, y el control de todos los segmentos del MS, con el fin de elongar los componentes elásticos en serie y paralelo, y prevenir la activación de los patrones anormales<sup>231</sup>.

El EM involucra los fenómenos neurales del HM y el OTG. El HM está compuesto por fibras intrafusales (tipo Ia y II), que poseen en su extremo un componente contráctil inervado por fibras provenientes de la MN gamma. En el estiramiento, las fibras Ia reciben información relacionada con la elongación a través de las fibras gamma y producen un cambio mecánico que genera un potencial de acción que viaja al SNC<sup>232</sup>. Por su parte, el OTG está ubicado en la UMT, es sensible a la tensión prolongada sobre el tendón, provocando inhibición del mismo grupo

---

<sup>226</sup> KATALINIC, Owen M.; HARVEY, Lisa A.; HERBERT, Robert D. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Physical therapy*, 2011, vol. 91, no 1, p. 11-24.

<sup>227</sup> MCATEE, Robert E. *Facilitated stretching*. Human kinetics, 2013.

<sup>228</sup> RAINE, Sue; MEADOWS, Linzi; LYNCH-ELLERINGTON, Mary (ed.). *Bobath concept: theory and clinical practice in neurological rehabilitation*. John Wiley & Sons, 2013.

<sup>229</sup> DÍAZ-ARRIBAS, María J., et al. Effectiveness of the Bobath concept in the treatment of stroke: a systematic review. *Disability and rehabilitation*, 2020, vol. 42, no 12, p. 1636-1649.

<sup>230</sup> LATASH, Mark L.; ZATSIORSKY, Vladimir. *Biomechanics and motor control: defining central concepts*. Academic Press, 2015.

<sup>231</sup> APOSTOLOPOULOS, Nikos, et al. The relevance of stretch intensity and position-a systematic review. *Frontiers in psychology*, 2015, vol. 6, p. 1128.

<sup>232</sup> MCATEE, Op. cit.

muscular<sup>233</sup>. Durante el EM, la UMT mantiene una longitud constante, dando lugar a una relajación de la tensión mediante el reflejo miotático inverso o inhibición autógena (IA)<sup>234</sup>, generando una reducción en la rigidez, provocando un incremento en el rango de movimiento<sup>235</sup>.

Seguidamente, como resultado del análisis crítico de la literatura se presentará la evidencia de los estudios que emplean el EM en pacientes post-ECV (Anexo A)

Suzuki et al.<sup>236</sup>, investigaron el efecto del EM por un minuto en el MSP (Abducción de hombro, extensión de codo, extensión de muñeca y dedos) sobre las características del reflejo H y la onda F, en 10 personas post-ECV con edad promedio de 53.2 años (34-63 años). Se encontró que la amplitud y la razón H/M durante el estiramiento fue significativamente menor ( $p < 0.05$ ), comparado con los registros obtenidos antes y después en pacientes con moderado incremento del tono muscular. Por otra parte, en pacientes con leve y marcado incremento del tono las características del reflejo H (amplitud e índice H/M) no presentaron cambios antes, durante, ni después del estiramiento.

Un ECC realizado por Horsley et al.<sup>237</sup>, en 40 personas post-ECV mayores de 18 años, se evaluó la efectividad de 30 min de EM de los flexores de muñeca y mano, durante 4 semanas, para prevenir las contracturas, disminuir el dolor y mejorar la actividad del MS. Los resultados mostraron cambios positivos en el grupo

---

<sup>233</sup> MCATEE, Robert E. Facilitated stretching. Human kinetics, 2013.

<sup>234</sup> RESCHECHTKO, Sasha; PRUSZYNSKI, J. Andrew. Stretch reflexes. Current Biology, 2020, vol. 30, no 18, p. R1025-R1030.

<sup>235</sup> APOSTOLOPOULOS, Nikos, et al. The relevance of stretch intensity and position-a systematic review. Frontiers in psychology, 2015, vol. 6, p. 1128.

<sup>236</sup> SUZUKI, Toshiaki, et al. Effect of continued stretching of the affected arm in patients with cerebrovascular diseases by examining H-reflex characteristics. Electromyography and clinical neurophysiology, 2003, vol. 43, no 1, p. 51-56.

<sup>237</sup> HORSLEY, Sally A.; HERBERT, Robert D.; ADA, Louise. Four weeks of daily stretch has little or no effect on wrist contracture after stroke: a randomised controlled trial. Australian Journal of Physiotherapy, 2007, vol. 53, no 4, p. 239-245.

experimental, sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en cuanto a movilidad articular para la extensión de muñeca ( $p=0.09$ ), dolor ( $p=0.76$ ) y actividad del MS evaluada con la escala de evaluación motora (MAS, en inglés) ( $p=0.10$ ).

La información disponible relacionada con el efecto del EM sobre la espasticidad es limitada e inconclusa y no se ha evaluado completamente el efecto de una única sesión de tratamiento, pues algunos autores han investigado los cambios inmediatos, pero no los efectos a corto o largo plazo, por lo cual su evidencia no es fuerte<sup>238</sup>. Katalinic et al.<sup>239</sup>, en una revisión sistemática que incluía diferentes estrategias (férulas, posicionamiento, auto-estiramiento, estiramiento manual), concluyeron que el estiramiento no tiene efectos clínicamente importantes sobre la movilidad articular en personas con riesgo de desarrollar contracturas; así mismo, no encontraron efecto (o éste es muy pequeño) sobre el dolor, la espasticidad y la limitación en las actividades en personas con trastornos neurológicos. Posteriormente, Harvey et al.<sup>240</sup>, concluyeron que diversas estrategias de estiramiento no presenta un sustento clínico contundente sobre la movilidad articular a corto plazo (< 1 semana) en personas con trastornos neurológicos [ $\bar{X}$  2° (IC 95% 0;3, I2 = 37%,  $p=0.009$ )].

Sin embargo, el EM es considerado un recurso terapéutico importante en el tratamiento de la espasticidad, presentando efectos a corto plazo sobre la

---

<sup>238</sup> KHAN, Fary, et al. Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: an overview of systematic reviews. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2019, vol. 62, no 4, p. 265-273.

<sup>239</sup> KATALINIC, Owen M.; HARVEY, Lisa A.; HERBERT, Robert D. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Physical therapy*, 2011, vol. 91, no 1, p. 11-24.

<sup>240</sup> HARVEY, Lisa A., et al. Stretch for the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a Cochrane Systematic Review. *Journal of physiotherapy*, 2017, vol. 63, no 2, p. 67-75.

disminución del tono muscular<sup>241</sup> y la evidencia es controversial sobre los efectos a largo plazo en la movilidad articular en personas con alteraciones neurológicas<sup>242</sup> <sup>243</sup>. Así mismo, a nivel internacional<sup>244</sup> <sup>245</sup> se recomienda para el manejo de la espasticidad en el MSP en estadio crónico, debido a la disminución de las contracturas mediante el posicionamiento en patrones antiespásticos (nivel C) y la preservación del rango de movimiento (nivel 1). Adicionalmente, se recomienda la combinación del EM con otras modalidades con el fin de potenciar su efecto, permitiendo así obtener ganancias más significativas en el proceso de rehabilitación<sup>246</sup>.

En conclusión, los datos de la literatura revisada no son concluyentes en cuanto a la relevancia clínica y el efecto inmediato, por lo cual es importante realizar nuevos estudios que permitan sustentar la importancia de la inclusión del EM en los planes de intervención en personas con espasticidad. Los futuros estudios deben tener mayor rigor metodológico para ser extrapolados a esta población, con el fin de contribuir en la prevención de complicaciones y coadyuvar en el reaprendizaje del movimiento mediante tareas funcionales.

---

<sup>241</sup> SALAZAR, Ana Paula, et al. Effectiveness of static stretching positioning on post-stroke upper-limb spasticity and mobility: systematic review with meta-analysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2019, vol. 62, no 4, p. 274-282.

<sup>242</sup> KATALINIC, Owen M.; HARVEY, Lisa A.; HERBERT, Robert D. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Physical therapy*, 2011, vol. 91, no 1, p. 11-24.

<sup>243</sup> HARVEY, Lisa A., et al. Stretch for the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a Cochrane Systematic Review. *Journal of physiotherapy*, 2017, vol. 63, no 2, p. 67-75.

<sup>244</sup> VEERBEEK, Janne Marieke, et al. KNGF clinical practice guideline for physical therapy in patients with stroke. *Royal Dutch Society for Physical Therapy*, 2014, vol. 12, p. 3.

<sup>245</sup> TEASELL, Robert, et al. Canadian stroke best practice recommendations: rehabilitation, recovery, and community participation following stroke. Part one: rehabilitation and recovery following stroke; Update 2019. *International Journal of Stroke*, 2020, vol. 15, no 7, p. 763-788.

<sup>246</sup> HESS, Daniela, et al. Modalidades de Tratamento da Espasticidade: Uma Revisão da Literatura. *Cadernos De Educação, Saúde E Fisioterapia*, 2017, vol. 4, no 7.

**5.4.2 Férula de presión de Johnstone (FPJ).** Margaret Johnstone en 1967 creó un programa de rehabilitación interdisciplinario dirigido a pacientes post-ECV dentro del cual empleó las férulas de presión con el objetivo de restaurar el control postural, el mecanismo del reflejo postural y el balance; este enfoque combinado con el posicionamiento de en posturas antagonistas al patrón espástico, contribuye al control de las sinergias anormales y a mejorar las reacciones de balance<sup>247 248</sup>.

La férula de presión inflable es una cubierta doble de plástico, que fue originalmente diseñada como inmovilizador de emergencia para los miembros, pero ha sido adaptada para el uso de pacientes con espasticidad. La FPJ se puede adaptar a cualquier miembro y actividad funcional, lo que permite integrarla al trabajo fisioterapéutico convencional. Además es una herramienta flexible, de bajo costo, que se puede inflar con diferentes presiones; sin embargo, el PANAT (PRO-Active approach to neurorehabilitation integrating air splints and other therapy tools) recomienda el uso de las férulas con una presión de 40 mmHg para obtener un mejor control de la espasticidad<sup>249</sup>.

En el MS la férula de presión es empleada para soportar el brazo hemipléjico, mantener el patrón de inhibición en extensión del codo, muñeca y dedos, con el fin de contribuir en la inhibición del tono en los grupos musculares anti-gravitatorios, controlar las reacciones asociadas, incrementar las aferencias sensoriales y asistir la toma temprana y progresiva de peso<sup>250</sup>. Actualmente la FPJ<sup>251</sup> continúa siendo

---

<sup>247</sup> JOHNSTONE, Margaret. The stroke patient: Principles of rehabilitation. Churchill Livingstone, 1976.

<sup>248</sup> JOHNSTONE, Margaret. Restoration of motor function in the stroke patient: a physiotherapist's approach. Churchill Livingstone, 1987.

<sup>249</sup> STECK, G Cox. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Uria® Johnstone air splints. [en línea]. Solothurn, Switzerland; 2017. [Fecha de consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)

<sup>250</sup> JOHNSTONE (238), Op. cit.

<sup>251</sup> KONEČNÝ, Petr; SEDLÁČEK, Petr; TARASOVÁ, Martina. The Influence of Combinations Air-splinting and Botulinum Toxin-A Therapy to Changes in Spasticity of the Hand. environment, vol. 2, no 10, p. 14-15

empleada a nivel internacional y regulada por el PANAT<sup>252</sup>, entidad que ofrece capacitación a los profesionales de rehabilitación sobre el uso de la férula para facilitar el trabajo en tareas funcionales<sup>253</sup>.

En cuanto a los principios neurofisiológicos de la presión circunferencial (PC) aplicada mediante la FPJ que se mencionan en la literatura se encuentran: la estimulación constante de los exteroceptores (terminaciones nerviosas libres y receptores de Ruffini) que muestran una adaptación rápida al estímulo, puede llegar a prolongar la inhibición del reflejo H<sup>254</sup>. Aunque, el mecanismo espinal de la PC usado para la inhibición del reflejo H es desconocido, se cree que una posible causa puede ser el estiramiento generado sobre los propioceptores de tendones, músculos y articulaciones de los miembros comprometidos<sup>255</sup>.

La FPJ puede generar respuestas centrales y periféricas; las centrales producto de la IP, la cual puede deberse a la activación y despolarización de las fibras la que disminuyen el estímulo excitatorio de las motoneuronas alfa, información que es retroalimentada por los tractos vestibuloespinal, reticuloespinal y corticoespinal<sup>256</sup>; y las periféricas dadas por la estimulación de propioceptores y exteroceptores como el OTG, los corpúsculos de Paccini y las terminaciones nerviosas libres que emiten información por las fibras aferentes Ib, las cuales realizan sinapsis con una interneurona inhibitoria de las motoneuronas alfa para relajar la musculatura espástica y a través de una interneurona excitatoria estimular el grupo muscular

---

<sup>252</sup> STECK, STECK, G Cox. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. [en línea]. Solothurn, Switzerland; 2017. [Fecha de consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)

<sup>253</sup> North Coast. Urias® Air Splints [en línea]. North Coast Medical & Rehabilitation Products. 2021 [Fecha de consulta: 28 marzo 2021]. Disponible en: [https://www.ncmedical.com/item\\_1088.html](https://www.ncmedical.com/item_1088.html)

<sup>254</sup> KEREM, Mintaze; LIVANELIOGLU, Ayse; TOPCU, Meral. Effects of Johnstone pressure splints combined with neurodevelopmental therapy on spasticity and cutaneous sensory inputs in spastic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 2001, vol. 43, no 5, p. 307-313.

<sup>255</sup> AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>256</sup> KUKULKA, Carl G., et al. Effect of tendon pressure on alpha motoneuron excitability. *Physical therapy*, 1985, vol. 65, no 5, p. 595-600.

antagonista al espástico<sup>257</sup>. A continuación, se describe la evidencia relacionada con los estudios que emplean la férula de presión en pacientes post-ECV (ver Anexo A).

Cambier y colaboradores<sup>258</sup>, mediante un ECC evaluaron el efecto de la presión neumática intermitente en el tratamiento de alteraciones somatosensoriales, función motora, espasticidad y dolor de hombro en el MSP de 23 personas post-ECV con un tiempo de evolución menor a 1 año (GE:63.9±11.2 - GC:61.1±12.8 años). El grupo control recibió el tratamiento convencional y al grupo experimental se le adicionó la presión intermitente, encontrando que la función motora, evaluada por la EFM, mejoró significativamente en el grupo experimental ( $p=0.023$ ) pero no en el grupo control ( $p=0.11$ ); por otra parte, no se encontraron diferencias significativas en relación con el tono muscular evaluado con la Escala de Ashworth (EA) para los músculos pectoral mayor, bíceps braquial y flexores de muñeca y dedos (GE:  $p=0.735$  GC:  $p=0.103$ ). Lo anterior sugiere que la presión neumática intermitente produce un aumento de las aferencias sensoriales, contribuyendo a mejorar el componente somatosensorial en el MS; de acuerdo a lo expuesto por Johnstone, esto podría llevar a mejores efectos en la restauración de las alteraciones propioceptivas.

Agostinucci et al.<sup>259</sup>, evaluaron el reflejo H en personas saludables (n=43) para determinar el efecto de la PC sobre el FRC y no se presentaron diferencias significativas en la amplitud del reflejo H durante o después de la aplicación de la presión ( $p<0.05$ ). Sin embargo, estos autores plantearon que la presión aplicada en el antebrazo puede causar facilitación o inhibición; ya que encontraron dos tipos

---

<sup>257</sup> AGOSTINUCCI, AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>258</sup> CAMBIER, Dirk C., et al. Treating sensory impairments in the post-stroke upper limb with intermittent pneumatic compression. Results of a preliminary trial. *Clinical rehabilitation*, 2003, vol. 17, no 1, p. 14-20.

<sup>259</sup> AGOSTINUCCI, Op. cit. p. 565-579.

de respuesta: 1) incremento en la amplitud del reflejo H (n=22); y 2) disminución en la amplitud del reflejo H  $\leq 10\%$  del valor basal (n=21). Según la literatura revisada la amplitud puede verse influenciada por diferentes aspectos como: las aferencias sensoriales (posición, ubicación de la cabeza y del segmento evaluado, cambios de posición durante la evaluación), la actividad supraespinal, cambios comportamentales (estado de alerta), la fatiga, la edad y longitud de los segmentos; así como otras consideraciones metodológicas entre las cuales se encuentran la duración, frecuencia e intensidad del estímulo, ubicación de los electrodos y número de mediciones<sup>260 261</sup>.

Agostinucci en 2010<sup>262</sup> realizó las mismas mediciones en personas con síndrome de NMS (post-ECV y lesión medular), encontrando disminución significativa de la amplitud del reflejo H al 1, 3 y 5 minutos de aplicación de presión sobre el FRC ( $p=0.002$ ), con lo cual verificó el efecto inhibitorio de la PC en el antebrazo. Sin embargo, una limitación de este estudio fue el corto tiempo de aplicación de la férula (5 minutos), inferior a la recomendación propuesta por Johnstone de 25 minutos, lo cual pudo no generar los cambios esperados post intervención.

Konečný et al., en 2017<sup>263</sup> compararon en personas post-ECV en estadio crónico el efecto de un protocolo de fisioterapia que incluía un grupo experimental (FPJ + toxina botulínica BTX-A), encontrando que estos pacientes presentaron 4 veces mayor probabilidad de disminuir una nota en la EAM en los flexores de dedos OR 4.0 (IC 95%: 2.5-5.0), comparado con el grupo control (EM + toxina botulínica BTX-

---

<sup>260</sup> OH, Shin J. Clinical electromyography: nerve conduction studies. Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

<sup>261</sup> BHIMANI, Rozina H., et al. Clinical measurement of limb spasticity in adults: state of the science. Journal of Neuroscience Nursing, 2011, vol. 43, no 2, p. 104-115.

<sup>262</sup> AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. Perceptual and motor skills, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>263</sup> KONEČNÝ, Petr; SEDLÁČEK, Petr; TARASOVÁ, Martina. The Influence of Combinations Air-splinting and Botulinum Toxin-A Therapy to Changes in Spasticity of the Hand. environment, vol. 2, no 10, p. 14-15

A) OR 1.5 (IC 95:1.2-2.0). Por su parte, Sharma et al., en 2018<sup>264</sup> evaluaron el efecto de la presión intermitente (40mmHg) sumada a terapia de espejo, encontrando diferencias significativas con el grupo control ( $p < 0.05$ ).

Una alternativa diferente de aplicación de la PC ha sido mediante esfigmomanómetros; en 2014 Kauser et al.<sup>265</sup>, aplicaron en un paciente post-ECV, una presión de 80 mmHg, para disminuir el tono y mejorar la extensibilidad del MS, encontrando disminución en el tono de los flexores de codo y muñeca en el GE. Sin embargo, el nivel de presión aplicado con esfigmomanómetros no corresponde a lo recomendado por Johnstone y el PANAT de 40 mmHg<sup>266 267</sup>.

En otro estudio, Gardas et al.<sup>268</sup>, aplicaron una presión de 70-80 mmHg, con esfigmomanómetro para evaluar sus efectos sobre la espasticidad y la funcionalidad en 28 personas post-ECV crónicas (39.86 meses), con edad promedio  $53.39 \pm 8.67$  años. En lo reportado se describe el comportamiento intra grupo para el tono muscular GE: pre: 2.5 post: 2.0 ( $p=0.025$ ); GC: pre: 2.5 post: 2.5 ( $p=0.157$ ), y en el puntaje funcional con la Escala Chedoke GE: pre:  $17.43 \pm 11.61$  post:  $19.5 \pm 13.10$  ( $p=0.011$ ); GC: pre:  $12.93 \pm 8$  post:  $14.29 \pm 9.5$  ( $p=0.026$ ). Entre grupos se encontraron diferencias para el control voluntario de la mano GE: 0.5 GC: 0 ( $p=0.014$ ).

---

<sup>264</sup> SHARMA, Nishu; KUMAR, Niraj; UNİYAL, Kshitij. Intermittent Pneumatic Compression and Mirror Therapy Improve Hand Functions after Stroke. *Physiotherapy and Occupational Therapy Journal*, 2018, vol. 11, no 4, p. 141-53.

<sup>265</sup> KAUSER, Syeda Asma; SHARMA, Satish C. Effect of pressure application by sphygmomanometer on spasticity in post-stroke hemiplegic patients. *Indian J Physiother Occup Ther - An Int J*. 2015, vol. 9, no 2, p. 156.

<sup>266</sup> STECK, G Cox. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. [en línea]. Solothurn, Switzerland; 2017. [Fecha de consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)

<sup>267</sup> JOHNSTONE, Margaret. Restoration of motor function in the stroke patient: a physiotherapist's approach. Churchill Livingstone, 1987.

<sup>268</sup> GARDAS, Shailesh; SHAH, Masumi. Effect of Circumferential Pressure Application by Sphygmomanometer on Spasticity and Motor Functions in Patients with Stroke. 2020;10(2):49-56. [en línea]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yckvzxr>

Los cambios encontrados en los estudios de Kauser et al.<sup>269</sup>, y Gardas et al., obedecen a un efecto inhibitorio sobre el reflejo de presión tónica (RPT), así como mecanismos neurales como la IA y su efecto concomitante sobre los receptores periféricos (musculares y cutáneos) que producen una inhibición de la excitabilidad refleja (reflejo H)<sup>270 271</sup>.

Por su parte, Gandecha et al., en 2016<sup>272</sup> evaluaron post-ECV el efecto inmediato de la PC (51-60 mmHg) aplicada con esfigmomanómetro, sobre el reflejo H en el FRC, encontrando cambios en la amplitud de la onda H durante la aplicación de la PC ( $2,12 \pm 1,09$ )  $p=0.21$ . Sin embargo, después de la aplicación la amplitud de la onda H retornó a valores cercanos a los basales ( $2,97 \pm 1,25$ ).

Es importante mencionar que el sustento teórico de los recursos terapéuticos presentados no es concluyente, la literatura sugiere realizar un abordaje ecléctico para el manejo de la espasticidad. En la revisión bibliográfica se ha encontrado que la PC ejercida por la férula inflable además de contribuir a la disminución de la excitabilidad refleja, facilita la toma de peso en los segmentos, inhibe patrones espásticos por el posicionamiento que cada una de ellas facilita y mejora la

---

<sup>269</sup> KAUSER, Syeda Asma; SHARMA, Satish C. Effect of pressure application by sphygmomanometer on spasticity in post-stroke hemiplegic patients. Indian J Physiother Occup Ther - An Int J. 2015, vol. 9, no 2, p. 156.

<sup>270</sup> *Ibidem*.

<sup>271</sup> GARDAS, Shailesh; SHAH, Masumi. Effect of Circumferential Pressure Application by Sphygmomanometer on Spasticity and Motor Functions in Patients with Stroke. 2020;10(2):49-56. [en línea]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yckvzxr>

<sup>272</sup> GANDECHA, Kinjal, et al. A Study to Find Out the Effect of Circumferential Pressure on Flexor Carpi Radialis H-reflex in Post Stroke Patients-An Observational Study. Website: [www.ijpot.com](http://www.ijpot.com), 2016, vol. 10, no 3, p. 122.

sensación de posición articular; todo lo anterior facilita que el MS pueda involucrarse en las actividades funcionales<sup>273 274 275</sup>.

Teniendo en cuenta la información disponible, es necesario plantear nuevas investigaciones relacionadas con la eficacia y efectividad de la FPJ y su rol como recurso complementario de intervención en el tratamiento de la espasticidad post-ECV, disminuyendo los problemas metodológicos relacionados con la selección y asignación de los participantes, el tamaño de muestra, la selección de pruebas estadísticas adecuadas y estandarización del procedimiento de la intervención, con el objetivo de justificar su uso en el ámbito local, nacional e internacional, pues la evidencia no es concluyente.

---

<sup>273</sup> AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>274</sup> STECK, G Cox. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. [en línea]. Solothurn, Switzerland; 2017. [Fecha de consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)

<sup>275</sup> AGOSTINUCCI, James, et al. The effects of circumferential air splint pressure on flexor carpi radialis H-reflex in subjects without neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2006, vol. 103, no 2, p. 565-579.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 DISEÑO

Se realizó un estudio experimental con asignación aleatoria a dos grupos de intervención: estiramiento mantenido (grupo control–GEM) y férula de presión de Johnstone más estiramiento mantenido (grupo experimental–GFPJ+EM).

### 6.2 POBLACIÓN

Se incluyeron personas de ambos géneros con diagnóstico de ECV isquémica o hemorrágica, edad entre 50 a 75 años, no se incluyeron participantes de grupos etarios diferentes (>75) debido a los cambios deletéreos producto del envejecimiento, así mismo, en la evidencia científica revisada se han encontrado diferencias en el efecto de las intervenciones asociadas con la edad<sup>276 277</sup>, tiempo de evolución entre 6 a 48 meses y espasticidad en flexores de codo y muñeca, residentes en Bucaramanga y su área metropolitana. La convocatoria de pacientes se realizó por medio de mensajes radiales, medios institucionales, redes sociales, Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) del sector público y privado y la comunidad en general por medio de mensajes voz a voz.

#### 6.2.1 Criterios de inclusión.

- Diagnóstico médico de ECV, considerado éste como un déficit neurológico atribuido al daño focal agudo del SNC por una causa vascular, que incluye infarto cerebral, hemorragia intracraneal y hemorragia subaracnoidea con

---

<sup>276</sup> SEIDLER, Rachael D., et al. Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2010, vol. 34, no 5, p. 721-733.

<sup>277</sup> SIONS, J. Megan, et al. Age-and stroke-related skeletal muscle changes: a review for the geriatric clinician. *Journal of geriatric physical therapy* (2001), 2012, vol. 35, no 3, p. 155.

síntomas de duración igual o superior a veinticuatro horas, sin otra causa de origen vascular<sup>278 279</sup>.

- Tiempo de evolución mínimo de 6 meses por la instauración de la espasticidad<sup>280 281</sup> y máximo de 48 meses<sup>282</sup> porque hasta este momento las personas post-ECV pueden presentar cambios significativos post-intervenciones.
- Tono muscular, según la Escala de Ashworth Modificada (EAM), con una calificación igual o mayor a 1+ en los músculos flexores de codo, muñeca y dedos<sup>283</sup>.
- Puntaje total en el Índice de Barthel mayor o igual a 60/100 puntos (dependencia leve), con capacidad para realizar con ayuda las actividades de alcance funcional<sup>284</sup>.
- Patrones de movimiento calificados como buenos, regulares o malos, los cuales deben como mínimo evidenciar control parcial del hombro y el codo, extensión de muñeca, del pulgar y de al menos 2 dedos<sup>285</sup>.

---

<sup>278</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. [en línea]. Cardiovascular diseases (CVDs) [Fecha de consulta: 11 marzo 2021. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))

<sup>279</sup> SACCO, Ralph L., et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 2013, vol. 44, no 7, p. 2064-2089.

<sup>280</sup> URBAN, Peter P., et al. Occurrence and clinical predictors of spasticity after ischemic stroke. *Stroke*, 2010, vol. 41, no 9, p. 2016-2020.

<sup>281</sup> LUNDSTRÖM, Erik, et al. Time-course and determinants of spasticity during the first six months following first-ever stroke. *Journal of rehabilitation medicine*, 2010, vol. 42, no 4, p. 296-301.

<sup>282</sup> FERRARELLO, Francesco, et al. Efficacy of physiotherapy interventions late after stroke: a meta-analysis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 2011, vol. 82, no 2, p. 136-143.

<sup>283</sup> HU, Xiaogang, et al. Contributions of motoneuron hyperexcitability to clinical spasticity in hemispheric stroke survivors. *Clinical Neurophysiology*, 2015, vol. 126, no 8, p. 1599-1606.

<sup>284</sup> CID-RUZAFÁ, Javier; DAMIÁN-MORENO, Javier. Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel. *Revista española de salud pública*, 1997, vol. 71, p. 127-137.

<sup>285</sup> CORTI, Manuela, et al. Differential effects of power training versus functional task practice on compensation and restoration of arm function after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2012, vol. 26, no 7, p. 842-854.

- Puntaje de la EFM en la sección para el MS mayor o igual a 12/66 puntos, debido a que un puntaje menor no permitiría la ejecución del PAF<sup>286</sup>.
- Capacidad de mantener la posición sentada sin soporte o ayuda humana al menos por 10 segundos y mantener la posición de pie por más de 30 segundos para realizar los traslados de una superficie a otra<sup>287</sup>.

### 6.2.2 Criterios de exclusión.

- Capacidad cognitiva alterada, evaluada por medio de la prueba “Short Portable Mental State Questionnaire”, en su versión validada en español<sup>288</sup> o incapacidad para seguir órdenes o comprender y seguir comandos verbales<sup>289</sup>.
- Aplicación de toxina botulínica dentro de los seis (6) meses anteriores a la participación en el estudio, dado que podría convertirse en un factor de confusión porque el efecto antiespástico y la modulación neural de la musculatura afectada puede permanecer entre 2 a 6 meses, dependiendo del tamaño y la función del músculo inyectado<sup>290</sup>.

---

<sup>286</sup> WOYTOWICZ, Elizabeth J., et al. Determining levels of upper extremity movement impairment by applying a cluster analysis to the Fugl-Meyer assessment of the upper extremity in chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2017, vol. 98, no 3, p. 456-462.

<sup>287</sup> COLLINS, Kathryn C., et al. Kinematic components of the reach-to-target movement after stroke for focused rehabilitation interventions: systematic review and meta-analysis. *Frontiers in neurology*, 2018, vol. 9, p. 472.

<sup>288</sup> MARTÍNEZ DE LA IGLESIA, Jorge; HERRERO, R. Dueñas; VILCHES, MC Onis. Cross-cultural adaptation and validation of Pfeiffer's test (Short Portable Mental Status Questionnaire [SPMSQ]) to screen cognitive impairment in general population aged 65 or older. *Medicina clínica*, 2001, vol. 116, no 4, p. 129-134.

<sup>289</sup> PAVOL, Marykay A., et al. Understanding the connection between cognitive impairment and mobility: what can be gained from neuropsychological assessment?. *Rehabilitation research and practice*, 2017, vol. 2017.

<sup>290</sup> KONEČNÝ, Petr; SEDLÁČEK, Petr; TARASOVÁ, Martina. The Influence of Combinations Air-splinting and Botulinum Toxin-A Therapy to Changes in Spasticity of the Hand. *environment*, vol. 2, no 10, p. 14-15

- Pacientes con lesiones de la piel, laceraciones o alergias, que pudieran ser exacerbadas por la colocación y presión de la férula<sup>291</sup>.
- Personas con marcapaso, porque no se recomienda la realización de pruebas electrofisiológicas debido a la posible interferencia del estímulo eléctrico<sup>292</sup>.
- No tolerar la prueba o manifestar incomodidad ante la intensidad del estímulo eléctrico usado para evocar el reflejo H y la onda M.
- Personas en las que no se pudiera evocar el reflejo H, por ser una variable del estudio.
- Dolor e hiperalgesia en el MS, debido a posibles complicaciones en la colocación de la FPJ y durante el posicionamiento del MS<sup>293</sup>.
- Enfermedad vascular periférica en el MS porque la presión ejercida por la FPJ podría ocasionar obstrucciones en los vasos sanguíneos.
- Fracturas, o lesiones músculo esqueléticas en el MSP menores a un año de evolución que pueden alterar la movilidad articular y la fuerza muscular, convirtiéndose en un factor de confusión para el tratamiento y la evaluación<sup>294</sup>.
- Artrosis, artritis reumatoide y condiciones clínicas asociadas con dolor agudo, inflamación, y disminución entre moderada y severa de la movilidad articular<sup>295</sup>.

---

<sup>291</sup> STECK, G Cox. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. [en línea]. Solothurn, Switzerland; 2017. [Fecha de consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)

<sup>292</sup> KIMURA, Jun, et al. Human reflexes and late responses. Report of an IFCN committee. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 1994, vol. 90, no 6, p. 393-403.

<sup>293</sup> STECK, Op. cit.

<sup>294</sup> YURKEWICH, Aaron, et al. Hand extension robot orthosis (HERO) glove: development and testing with stroke survivors with severe hand impairment. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 2019, vol. 27, no 5, p. 916-926.

<sup>295</sup> ROBICHAUD, Julie A.; AGOSTINUCCI, James; VANDER LINDEN, Darl W. Effect of air-splint application on soleus muscle motoneuron reflex excitability in nondisabled subjects and subjects with cerebrovascular accidents. *Physical therapy*, 1992, vol. 72, no 3, p. 176-183.

- Consumo de fármacos como el baclofeno, benzodiazepinas<sup>296</sup>, o relajantes musculares como dantroleno<sup>297</sup> y tizanidina (agonista alfa 2 adrenérgico)<sup>298</sup> ya que estos medicamentos producen relajación muscular y provocan disminución del tono muscular que enmascaran o causan confusión en la evaluación de efectos terapéuticos antiespásticos.
- Ingestión de cafeína y alcohol 12 horas antes de las evaluaciones, debido a que estas sustancias podrían alterar la excitabilidad de la motoneurona y por tanto alterar el reflejo H<sup>299</sup>.

### 6.3 TAMAÑO DE MUESTRA

El cálculo del tamaño de muestra obedeció a las siguientes especificaciones de diseño: poder  $(1-\beta)$  80%, nivel de significancia  $\alpha=0.05$ , razón 1:1. Las estimaciones con los diferentes parámetros se presentan en el Anexo B.

La literatura disponible para realizar el cálculo del tamaño de la muestra fue limitada, pues solo se encontraron datos de tres publicaciones sobre los efectos de la FPJ sobre la cinemática articular del PAF<sup>300</sup> y un trabajo de grado de maestría previo que comparó el efecto de la FPJ y el EM sobre el reflejo H en el miembro inferior (Bacca 2016), encontrando diferencias sobre la duración de la onda H<sup>301</sup>.

---

<sup>296</sup> LAPEYRE, Eric; KUKS, Jan; MEIJLER, Willem J. Spasticity: revisiting the role and the individual value of several pharmacological treatments. *NeuroRehabilitation*, 2010, vol. 27, no 2, p. 193-200.

<sup>297</sup> BLACK, Laura; GAEBLER-SPIRA, Deborah. Nonsurgical treatment options for upper limb spasticity. *Hand clinics*, 2018, vol. 34, no 4, p. 455-464.

<sup>298</sup> NAIR, Krishnan Padmakumari Sivaraman; MARSDEN, Jonathan. The management of spasticity in adults. *Bmj*, 2014, vol. 349.

<sup>299</sup> CERRATO, Marina; BONELL, Claudia; TABERNIG, Carolina B. Factores que afectan el reflejo de Hoffmann en su uso como herramienta de exploración neurofisiológica. *Rev. neurol.(Ed. impr.)*, 2005, p. 354-360.

<sup>300</sup> PATIÑO SEGURA, María Solante, et al. Cinemática articular de la extremidad superior y del tronco en el patrón funcional de agarre y transporte en sedente en personas Post ECV: prueba piloto. Universidad Industrial de Santander; 2017.

<sup>301</sup> BACCA, Odair. Efecto inmediato de la férula de presión de Johnstone y las técnicas de inhibición sobre la espasticidad de los plantiflexores en la enfermedad cerebro vascular (ECV). Universidad Industrial de Santander; 2017.

La duración de la Onda H muestra el tiempo que permanecen eléctricamente activas las fibras musculares estimuladas de manera indirecta y, además, muestra la sincronía de disparo durante el reclutamiento de las fibras nerviosas que son activadas en la respuesta refleja, la cual se relaciona con la velocidad de conducción de las fibras motoras de mayor diámetro<sup>302</sup>. En este sentido es posible que la FPJ tenga un mayor efecto sobre las fibras tipo II, las cuales pueden ser activadas con la estimulación mantenida de los mecanorreceptores cutáneos y musculares<sup>303</sup>. Por otra parte, en cuanto a las variables relacionadas con la cinemática del PAF se estima que la duración en la ejecución del PAF refleja la mejoría en el desempeño funcional del MS de los participantes<sup>304</sup>.

Por lo anterior, se realizó una prueba piloto con 8 personas post-ECV, presentada en el Anexo E, con la cual se determinó, mediante el método de diferencia de promedios teniendo en cuenta los deltas (post-pre) en el software STATA 15.0. Este método estableció que una muestra total de 40 participantes permitiría detectar las diferencias propuestas.

## **6.4 ENMASCARAMIENTO**

Se realizó un enmascaramiento simple, en el cual el investigador principal desconoció la asignación de los participantes a los grupos de intervención. La intervención fue realizada por otro fisioterapeuta, estudiante de maestría en fisioterapia con 13 años de experiencia clínica y con entrenamiento en los procedimientos de intervención.

---

<sup>302</sup> VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORIČ, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and rehabilitation*, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

<sup>303</sup> BACCA, Odair. Efecto inmediato de la férula de presión de Johnstone y las técnicas de inhibición sobre la espasticidad de los plantiflexores en la enfermedad cerebro vascular (ECV). Universidad Industrial de Santander; 2017.

<sup>304</sup> MA, Hui-Ing, et al. Kinematic manifestation of arm-trunk performance during symmetric bilateral reaching after stroke: within vs. beyond arm's length. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 2017, vol. 96, no 3, p. 146-151.

## 6.5 VARIABLES DE ESTUDIO

### 6.5.1 Variables explicatorias.

#### 6.5.1.1 Grupos de intervención.

- **Grupo Estiramiento Mantenido (GEM):** Este grupo recibió EM de los músculos flexores de codo, muñeca y dedos, en las posturas descritas en el anexo C.
- **Grupo Férula de Presión de Johnstone más Estiramiento Mantenido (GFPJ+EM):** Aplicación simultánea de FPJ en el MS (codo, muñeca y mano) y EM, en las mismas posturas descritas para el GEM.

**6.5.1.2 Tiempos de medición.** Se definieron dos momentos de medición (T0 y T1) para cada grupo de intervención:

- **T0:** Evaluación inicial o línea de base de las variables de salida, realizada antes de iniciar la intervención en ambos grupos.
- **T1:** Evaluación final de las variables de salida, realizada inmediatamente después de finalizar la intervención en ambos grupos.

Las evaluaciones fueron realizadas en el mismo orden: tono muscular, excitabilidad refleja (reflejo H) y cinemática articular del PAF; esto con el fin de evitar que la fatiga producto de la realización de la tarea funcional influyera sobre los resultados del tono muscular y la excitabilidad refleja.

## 6.5.2 Variables de salida.

**6.5.2.1 Tono muscular.** Se evaluó el tono de flexo-extensores de codo, muñeca y mano, mediante la EAM<sup>305 306</sup>, en una escala ordinal de 6 puntos:

**0:** No aumento de tono

**1:** Ligero aumento de la respuesta del músculo al movimiento pasivo (flexión o extensión) visible con la palpación o relajación, o solo mínima resistencia al final del arco de movimiento.

**1+:** Ligero aumento de la respuesta del músculo al movimiento en flexión o extensión seguido de una mínima resistencia en todo el resto del arco de movimiento (menos de la mitad).

**2:** Notable aumento en la resistencia del músculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular, pero la articulación se mueve fácilmente.

**3:** Marcado aumento en la resistencia del músculo al movimiento, el movimiento pasivo es difícil.

**4:** Las partes afectadas están rígidas en flexión o extensión cuando se mueven pasivamente.

**6.5.2.2 Variables electrofisiológicas.** Las siguientes variables fueron medidas en las ondas H y M:

- *Latencia (ms)*, corresponde al tiempo que tarda en conducirse el estímulo eléctrico desde el sitio de aplicación hasta el sitio de registro.

---

<sup>305</sup> HARB, Andrew; KISHNER, Stephen. Modified Ashworth Scale. StatPearls [Internet], 2020.

<sup>306</sup> LUO, Zichong, et al. Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review. Journal of International Medical Research, 2020, vol. 48, no 3, p. 0300060519888425.

- *Amplitud (mV)*, representa el número de unidades motoras y fibras musculares que logran ser activadas por estimulación directa (onda M) o refleja (onda H).
- *Duración (ms)* representa el tiempo que permanecen activas las fibras musculares que fueron excitadas.
- *Hmáxima/Mmáxima (Hmax/Mmax)*, representa la relación entre el máximo número de unidades motoras que pueden ser activadas de manera refleja comparado con el número total de unidades motoras activadas por estimulación directa<sup>307 308</sup>.

### 6.5.2.3 Variables cinemáticas en el PAF<sup>309</sup>.

- **Ángulo de hombro (grados):** Corresponde al ángulo entre el vector articular ipsilateral al acromion y el marcador del epicóndilo lateral a nivel del codo.
- **Ángulo de codo (grados):** Fue definido como el ángulo entre el vector articular de los marcadores del acromion ipsilateral y el epicóndilo lateral y el vector articular del epicóndilo lateral y el proceso estiloides de la ulna.
- **Ángulo de tronco (grados):** El desplazamiento del tronco (flexión del tronco) fue definido como el ángulo entre el vector articular ipsilateral al trocánter mayor del fémur y el acromion.
- **Duración del movimiento (seg):** Intervalo de tiempo entre el punto inicial y final del PAF.
- **Distancia del PAF (cm):** Corresponde a la distancia recorrida, tomando como punto inicial de referencia los marcadores ubicados entre los procesos estiloides del radio y la ulna, o el marcador ubicado en la base del III

---

<sup>307</sup> PALMIERI, Riann M.; INGERSOLL, Christopher D.; HOFFMAN, Mark A. The Hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *Journal of athletic training*, 2004, vol. 39, no 3, p. 268.

<sup>308</sup> OH, Shin J. *Clinical electromyography: nerve conduction studies*. Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

<sup>309</sup> MA, Hui-Ing, et al. Kinematic manifestation of arm-trunk performance during symmetric bilateral reaching after stroke: within vs. beyond arm's length. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 2017, vol. 96, no 3, p. 146-151.

metacarpiano; hasta el punto más lejano alcanzado por las falanges distales de los dedos.

La descripción de la evaluación de la cinemática del PAF empleada en este estudio se detalla en el Anexo C, numeral 5.

### 6.5.3 Variables sociodemográficas, antropométricas y clínicas.

- **Género:** femenino o masculino, medido en una escala nominal dicotómica.
- **Edad:** registrada en años según fecha de nacimiento, medida en una escala de razón discreta.
- **Peso:** registrado en kilogramos, medido en una escala de razón continua.
- **Talla:** registrada en metros, medida en una escala de razón continua.
- **Índice de masa corporal (IMC) Kg/m<sup>2</sup>:** razón obtenida al dividir el peso (Kg) en la altura elevada al cuadrado (m<sup>2</sup>). Con el IMC se obtuvo la siguiente clasificación: bajo peso (<18,5), normal (18,5 a 24,9), sobrepeso (25 a 29,9), obesidad grado I (30 a 34,9), obesidad grado II (35 a 39,9) y obesidad extrema (≥40).
- **Hemicuerpo comprometido:** registrado como derecho o izquierdo, en escala nominal dicotómica.
- **Tipo de ECV:** registrado en escala nominal dicotómica: isquémico o hemorrágico.
- **Tiempo de evolución (meses):** calculado desde el momento que ocurrió el último evento y diagnóstico de ECV.
- **Fisioterapia previa:** medida en una escala nominal dicotómica: sí o no.
- **Número de Sesiones de fisioterapia recibidas previamente:** contadas desde el diagnóstico de la ECV. Medida en escala de razón discreta.
- **Estrategia compensatoria:** clasificadas mediante análisis de video, como estrategias de tronco y del MS, medidas en escala nominal de 6 categorías. Las

estrategias del tronco se clasificaron como: (1). Flexión del tronco < 45 grados, (2). Flexión de tronco  $\geq$  45 grados, (3). Flexión + rotación del tronco; (4) flexión + aducción horizontal del hombro; (5). Flexión + rotación del tronco + aducción horizontal del hombro; y (6) la estrategia del MS denominada codo-mano.

- **Funcionalidad:** clasificada mediante el IB entre 0 y 100, clasificado entre 0-20 como dependencia total; 21-35: dependencia severa; 40-55: dependencia moderada; 60-85: dependencia leve;  $\geq$ 86: total independencia<sup>310 311</sup>.
- **Desempeño Motor:** evaluado con la EFM, mediante la siguiente escala ordinal para cada ítem: 0: no realiza la prueba, 1: la realiza parcialmente y 2: la realiza completa. El puntaje máximo de la FM es de 100 puntos, de los cuales 66 corresponden al MS y 34, al inferior<sup>312</sup>.

## 6.6 LABORATORIO

Las evaluaciones y la intervención fueron desarrolladas en el laboratorio de Electrodiagnóstico de la escuela de Fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander. El cual fue acondicionado previamente con las herramientas necesarias para garantizar la comodidad y seguridad de los participantes. Los procedimientos de medición, evaluación e intervención fueron estandarizados en este laboratorio; en que la temperatura ambiente fue controlada teniendo un promedio de  $21.5^{\circ} \pm 1.0^{\circ}$  y no se presentaron cambios entre las evaluaciones  $p > 0.05$ .

---

<sup>310</sup> HARRISON, Jennifer K.; MCARTHUR, Katherine S.; QUINN, Terence J. Assessment scales in stroke: clinimetric and clinical considerations. *Clinical interventions in aging*, 2013, vol. 8, p. 201.

<sup>311</sup> QUINN, Terence J.; LANGHORNE, Peter; STOTT, David J. Barthel index for stroke trials: development, properties, and application. *Stroke*, 2011, vol. 42, no 4, p. 1146-1151.

<sup>312</sup> AMANO, Satoru, et al. Clinimetric properties of the shortened Fugl-Meyer Assessment for the assessment of arm motor function in hemiparetic patients after stroke. *Topics in stroke rehabilitation*, 2020, vol. 27, no 4, p. 290-295.

## 6.7 DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS Y PRUEBAS DE EVALUACIÓN

**6.7.1 Escala de Ashworth Modificada.** el examinador determinó el compromiso del tono muscular, mediante la resistencia percibida al movimiento pasivo en diferentes velocidades, valorado en una escala ordinal de 6 puntos, fue empleada para la evaluación del tono de los flexores de codo, muñeca y dedos en posición sedente. Fue considerado de manera cualitativa como compromiso leve notas de 1 y 1+, moderado de 2 y 3, y severo de 4<sup>313</sup>. Dentro de las propiedades psicométricas en personas post-ECV se ha encontrado una reproducibilidad aceptable con valor de Kappa=0.21 para los flexores de codo de 15 pacientes con hemiplejía<sup>314</sup>; reproducibilidad inter-evaluador considerable con un CCI=0.78 (IC 95% 0.68; 0.85) y valor de kappa=0.62 (IC 95% 0.35; 0.80) e intra-evaluador entre considerable y moderada con un CCI=0.75 (IC 95% 0.67; 0.81) y valor de kappa=0.59 (IC 95% 0.47; 0.70) para el MS en pacientes con diferentes condiciones neurológicas<sup>315</sup>.

**6.7.2 Reflejo H.** Se evaluó la modulación de la actividad del reflejo monosináptico en la médula espinal. En este diseño fue evaluado en el FRC, ubicando el electrodo de referencia sobre la estiloides radial, el electrodo de registro, tipo placa, sobre el vientre muscular del FRC aproximadamente a  $\frac{1}{3}$  de la distancia entre el epicóndilo medial y la estiloides del radio y el sitio de estimulación a nivel del codo, inmediatamente medial a la masa muscular del músculo bíceps braquial. Se midió la latencia al inicio, la amplitud pico a pico, la duración y se calculó la razón Hmax/Mmax. Se empleó el Electromiógrafo Viking On Nicolet

---

<sup>313</sup> QUIÑONES AGUILAR, Sandra, et al. Espasticidad en adultos. Revista Mexicana de Neurociencia, 2009, vol. 10, no 2, p. 112-121.

<sup>314</sup> CHERPIN, Adele, et al. A preliminary study on the relationship between proprioceptive deficits and motor functions in chronic stroke patients. En 2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR). IEEE, 2019. p. 465-470.

<sup>315</sup> MESEGUER-HENAREJOS, Ana-Belen, et al. Inter-and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. European journal of physical and rehabilitation medicine, 2017, vol. 54, no 4, p. 576-590.

EDX<sup>316</sup>. Dentro de las propiedades psicométricas en personas sanas presenta un CCI de 0.97 y 0.92 para la amplitud de la onda M y H, respectivamente, y de 0.89 para la latencia de la onda H<sup>317</sup>.

**6.7.3 Cinemática articular y PAF.** Para la evaluación de las variables cinemáticas se colocaron los marcadores anatómicos de referencia en los siguientes puntos anatómicos: proceso espinoso de C7, escotadura esternal, acromion (derecho e izquierdo), epicóndilo lateral, proceso estiloides del radio y la ulna, superficie dorsal de la articulación metacarpofalángica del III dedo, a nivel de trocánter mayor del fémur<sup>318</sup>, así como en la parte superior y sagital del objeto. Se utilizó el software de análisis postural (en portugués, Software para Avaliação Postural - SAPO), creado por investigadores de la universidad de Sao Paulo y se realizó la digitalización de imágenes para la medición de distancias y ángulos corporales. Para el registro de imágenes se utilizó una cámara digital marca Panasonic, HC-V160 y resolución de 8.9 megapíxeles<sup>319</sup>. Así mismo, mediante el análisis de los videos se realizó la identificación y categorización de las estrategias compensatorias. Entre las propiedades psicométricas del alcance funcional en sedente se encuentra una reproducibilidad prueba- re prueba alta (ICC: 0.90 – 0.95) IC 95%; sensibilidad al cambio de 6cm en el alcance anterior por otra parte, la validez muestra una correlación positiva con los puntajes del Balance Master, Functional Independence

---

<sup>316</sup> Viking on Nicolet® EDX Sistemas de electrodiagnóstico. [en línea]. Guía del usuario de Nicolet™ Viking EDX y Synergy EDX. [Fecha de consulta: 15 enero 2021]. <https://partners.natus.com/asset/resource/file/neuro/asset/2020-06/269-658900%20Rev%2003%20-%20PVE%20-%20Viking%20EDX%20and%20Synergy%20EDX%20V21%20User%20-%20Spanish%20-%2001-30-2020%20-%20CE2797.pdf>

<sup>317</sup> CHRISTIE, Anita D., et al. Reliability of the FCR H-reflex. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 2005, vol. 22, no 3, p. 204-209.

<sup>318</sup> CORTI, Manuela, et al. Differential effects of power training versus functional task practice on compensation and restoration of arm function after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2012, vol. 26, no 7, p. 842-854.

<sup>319</sup> ALVES SOUZA, Juliana, et al. Biophotogrammetry: reliability of measurements obtained with a posture assessment software (SAPO). *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 2011, vol. 13, no 4, p. 299-305.

Measure y Stroke Activity Scale con un Coeficiente de correlación de Pearson (0,45 -0,56)<sup>320</sup>.

**6.7.4 Índice de Barthel.** Se evaluó la funcionalidad, con un puntaje de 0-100, durante la visita de tamizaje en el domicilio del participante. Dentro de sus propiedades psicométricas en pacientes post-ECV, la reproducibilidad inter-evaluador del formato en inglés es buena (kappa:0.70-0.88) y la intra-evaluador muy buena (kappa:0.95-1)<sup>321 322</sup>.

**6.7.5 Escala Fugl Meyer (EFM).** Se determinó el desempeño motor con un puntaje de 0-100, de los cuales 66 corresponden al MS y también fue aplicada durante la visita de tamizaje. Dentro de las propiedades psicométricas tiene reproducibilidad entre e intra-evaluador casi perfecta en la versión en inglés (>0.85), tanto para las subescalas de dominio, como para toda la escala<sup>323</sup>. Así como para la versión en español una reproducibilidad entre evaluador (>0,7) y prueba-reprueba (>0.90), cuyo uso fue autorizado por la autora mediante correo electrónico<sup>324</sup>. Se empleó la categorización propuesta por Woytowicz et al.<sup>325</sup>, para determinar el nivel de compromiso motor, siendo severo (0-15), moderado a severo (16-34), leve a moderado (35-53) y leve (54-66), así mismo, aquellos en quienes no se evocó el

---

<sup>320</sup> KATZ-LEURER, Michal, et al. Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disability and rehabilitation*, 2009, vol. 31, no 3, p. 243-248.

<sup>321</sup> HARRISON, Jennifer K.; MCARTHUR, Katherine S.; QUINN, Terence J. Assessment scales in stroke: clinimetric and clinical considerations. *Clinical interventions in aging*, 2013, vol. 8, p. 201.

<sup>322</sup> QUINN, Terence J.; LANGHORNE, Peter; STOTT, David J. Barthel index for stroke trials: development, properties, and application. *Stroke*, 2011, vol. 42, no 4, p. 1146-1151.

<sup>323</sup> HIJIKATA, Nanako, et al. Item Difficulty of Fugl-Meyer Assessment for Upper Extremity in Persons with Chronic Stroke with Moderate-to-Severe Upper Limb Impairment. *Frontiers in neurology*, 2020, vol. 11, p. 1395.

<sup>324</sup> FERRER GONZÁLEZ, Begoña María. Adaptación y validación al español de la escala Fugl-Meyer en el manejo de la rehabilitación de pacientes con ictus. 2016.

<sup>325</sup> WOYTOWICZ, Elizabeth J., et al. Determining levels of upper extremity movement impairment by applying a cluster analysis to the Fugl-Meyer assessment of the upper extremity in chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2017, vol. 98, no 3, p. 456-462.

componente reflejo se empleó la misma clasificación sin ese componente severo (0-12), moderado a severo (13-30), leve a moderado (31-47) y leve (48-60).

## **6.8 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE INTERVENCIÓN**

**6.8.1 Tratamiento con estiramiento mantenido.** Se aplicó EM a los flexores de codo, muñeca y mano, en cuatro posturas diferentes 1. Posición Supino, 2. Posición sedente con apoyo del MS sobre la superficie, 3. Posición sedente con desplazamiento anterior del tronco y 4. Plantígrada modificada. El fisioterapeuta mantuvo los contactos manuales sobre los pivotes intermedio y distal del MS, y se utilizaron comandos verbales cortos con el objetivo de relajar y permitir una mejor ejecución en cada una de las posturas. El EM tuvo una duración de 6.5 minutos para la primera postura, 6.5 minutos para la segunda, 6.5 minutos para la tercera y 5.5 minutos para la cuarta, con una duración total del tratamiento de 25 minutos. (Anexo C)

**6.8.2 Tratamiento con la Férula de Presión de Johnstone.** Para la aplicación de la FPJ fue necesario tener en cuenta la preparación y la colocación<sup>326</sup>.

Inicialmente se movilizó el MS hacia el patrón antagonista al espástico, dado esto el MS fue ubicada aproximadamente a 60° de flexión de hombro y rotación en neutro, posteriormente, se movilizó la muñeca y los dedos en extensión haciendo énfasis en la liberación del pulgar.

Una vez ubicado en la posición descrita anteriormente se colocó el estoquinete y finalmente la FPJ, dejando el MS en rotación externa de hombro, extensión de codo, muñeca en 10° de extensión aproximadamente y el pulgar en abducción junto con

---

<sup>326</sup> STECK, G Cox. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. [en línea]. Solothurn, Switzerland; 2017. [Fecha de consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)

extensión de los demás dedos. Se verificó que la cremallera de la FPJ estuviera hacia el lado cubital de la MS y separada de la axila 3cm. Finalmente, el fisioterapeuta insufló la FPJ a 40 mmHg.

Posteriormente, se inició el tratamiento en las mismas posturas y dosificación del EM, con una aplicación similar de los contactos manuales y los comandos verbales; para un total de 4 posturas, con una duración total de 25 minutos. Al finalizar la sesión, la FPJ fue desinflada y retirada. (Anexo C)

## **6.9 FASES DEL ESTUDIO**

**6.9.1 Prueba piloto.** La prueba piloto fue llevada a cabo entre el 19 de junio y el 4 de julio de 2018, y participaron personas con diagnóstico de ECV en fase crónica, con hemiparesia espástica, realizada con los objetivos de estandarizar todos los procedimientos por ejecutar en la fase experimental, evaluar la reproducibilidad de los procedimientos y ajustar el tamaño de la muestra. Se convocaron personas atendidas en los servicios de rehabilitación del Hospital Universitario de Santander (HUS), el Instituto de Salud de Bucaramanga (ISABU), así como mediante mensajes voz a voz. Se realizó un muestreo no probabilístico, con un tamaño de muestra de 8 participantes, quienes posteriormente no formaron parte de la muestra final.

Los resultados de la prueba piloto mostraron una buena reproducibilidad para las variables de la cinemática y el reflejo H, excepto para la latencia al inicio de la onda H, la cual fue aceptable. El nivel de acuerdo según el método de Bland & Altman mostró que el promedio de las diferencias fue cercano a cero para las variables de la cinemática articular, excepto para la extensión del codo; así como para todas las variables del Reflejo H. Así mismo, los límites de acuerdo fueron estrechos para la duración del PAF y para las variables del reflejo H (Onda H y Onda M), excepto para la latencia de la onda H. Un análisis más detallado se muestra en el Anexo E.

De otro lado, con los datos obtenidos al aplicar el método de diferencia de promedios teniendo en cuenta los deltas (post–pre) de las variables duración de la onda H y duración del PAF, se ajustó el tamaño de muestra a 20 participantes por grupo de estudio (Anexo B).

## **6.9.2 Fase experimental.**

**6.9.2.1 Selección y reclutamiento de los participantes.** Una vez concluida la prueba piloto, la convocatoria se realizó por medio de mensajes radiales, medios institucionales, redes sociales, Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) del sector público y privado, y la comunidad en general por medio de mensajes voz a voz. Las personas que cumplían con los criterios de selección fueron contactadas telefónicamente y se realizó un muestreo no probabilístico. Posterior al contacto telefónico, el evaluador principal del estudio visitó a los posibles participantes en su lugar de residencia, con el fin de corroborar los criterios de inclusión y exclusión mediante el diligenciamiento del formato de tamizaje y la evaluación de la EFM (Anexo C).

A los participantes que no cumplieron con los criterios de inclusión del estudio, se les entregó un material educativo impreso tipo plegable con recomendaciones relacionadas con el posicionamiento en cama, en posición sedente y algunos ejercicios de manipulación de objetos (Anexo C), explicando y ejecutando en compañía del cuidador su contenido. Los participantes incluidos fueron citados en compañía de un familiar o cuidador al laboratorio de electrodiagnóstico ubicado en la Escuela de Fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander, donde se leyó, explicó y diligenció el consentimiento informado. (Anexo D)

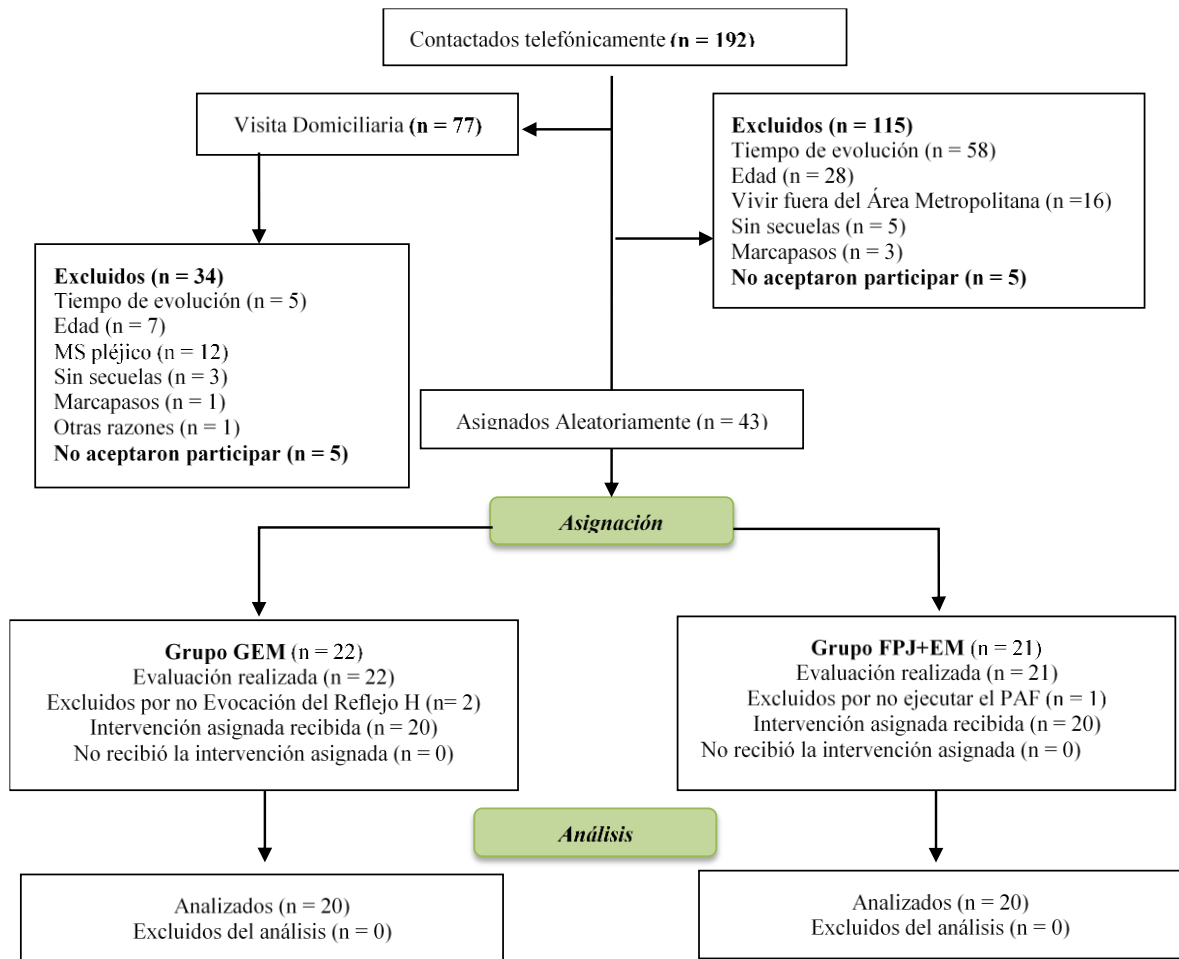
**6.9.2.2 Asignación aleatoria.** Los participantes fueron asignados aleatoriamente a los grupos de intervención por secuencia de números aleatorios (página en línea

<http://www.randomization.com>). A cada participante se le otorgó el número de registro según el orden de ingreso al laboratorio.

**6.9.2.3 Protocolo de evaluación e intervención.** El orden de las mediciones en la línea de base y post intervención fue el siguiente: evaluación del tono muscular de los flexores de codo, muñeca y dedos (EAM), excitabilidad refleja del FRC (reflejo H) y cinemática articular del PAF. Los registros de las mediciones fueron reportados en el formato de evaluación. (Anexo C)

A continuación, se presenta el Flujograma de la fase experimental del estudio, en donde se discriminan las fases de asignación y análisis:

Figura 3. Flujograma Fase Experimental del estudio. Grupo Control: Estiramiento Mantenido (GEM), Grupo Experimental Férula de Johnstone más estiramiento mantenido (GFPJ+EM).



## 6.10 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Inicialmente se identificaron y codificaron las variables del estudio. La base de datos se digitó por duplicado en el programa Microsoft Office Excel, luego se realizó la validación y análisis de la información en el software STATA 15.0<sup>327</sup>. Para todo el análisis se consideró un nivel de significancia  $\alpha \leq 0.05$ .

<sup>327</sup> StataCorp. Stata 15. 2017. p. 653.

El análisis de la normalidad de las variables se realizó mediante análisis gráfico y estadístico con la prueba de Shapiro Wilk<sup>328</sup>. Se realizó el análisis univariado por grupo de intervención, con el fin de describir las variables del estudio, aplicando medidas de tendencia central y de dispersión según su distribución y naturaleza. Posteriormente, en la línea de base, se evaluaron las diferencias entre los grupos de intervención con una prueba *t* de student no pareada (*ttest*) para las variables con distribución normal y la prueba U de Mann-Whitney (*ranksum*) para las variables con distribución no normal y la prueba de  $\chi^2$  para las variables medidas en escala ordinal y nominal<sup>329 330</sup>.

Las comparaciones pre y post intervención por grupo de estudio se evaluaron empleando la prueba *t* de student pareada (*ttest*) para las variables con distribución normal y la prueba de suma de rangos pareados de Wilcoxon (*signtest*) para las variables con distribución no normal. Se calculó el porcentaje de cambio para las variables del tono muscular, basado en la distribución de frecuencias de la medición pre y post, aquellos participantes que presentaron disminución en al menos una nota en la EAM se incluyeron en este análisis.

Para evaluar el efecto de la intervención se calculó el tamaño del efecto con la *d* de Cohen “esize” y su respectivo IC 95%. La interpretación del tamaño del efecto se realizó según la clasificación de Cohen (Tabla 6)<sup>331 332</sup> y se aplicó un análisis de Covarianza (ANCOVA), incluyendo la medición post-intervención como variable dependiente ajustando por la medición en la línea de base, las variables

---

<sup>328</sup> RAZALI, Nornadiah Mohd, et al. Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. Journal of statistical modeling and analytics, 2011, vol. 2, no 1, p. 21-33.

<sup>329</sup> CARTER, Russell, et al. Rehabilitation research: principles and applications. Elsevier Health Sciences, 2015.

<sup>330</sup> DAWSON, Gail F. Interpretación fácil de la bioestadística: la conexión entre la evidencia y las decisiones médicas. Elsevier Health Sciences, 2009.

<sup>331</sup> COHEN, Jacob. Statistical power analysis. Current directions in psychological science, 1992, vol. 1, no 3, p. 98-101.

<sup>332</sup> COHEN, Jacob. A power primer. Psychol Bull. 2003.

sociodemográficas y antecedentes clínicos que pudieran modificar el efecto de la intervención, por lo anterior, se incluyeron: el género, la edad, el tiempo de evolución, el IB, el puntaje en la EFM, las estrategias compensatorias y las sesiones de fisioterapia recibidas.

## **6.11 CONTROL DE SESGOS**

**6.11.1 Clasificación.** Se realizó el enmascaramiento del evaluador, quien desconoció la asignación al grupo de intervención. En la prueba piloto se realizó la estandarización de las pruebas de evaluación y se evaluaron las propiedades psicométricas obteniendo una buena reproducibilidad intra-evaluador y nivel de acuerdo de las mediciones, con lo cual se disminuyó este sesgo potencial.

**6.11.2 Selección.** Fue controlado por medio de la asignación aleatoria de los participantes al grupo de intervención. Además, al realizar una sola visita al laboratorio no se presentaron pérdidas de los participantes.

**6.11.3 Confusión.** Se controló mediante la aplicación del análisis de COVARIANZA, ajustando el efecto de la intervención por las variables de género, edad, tiempo de evolución, IB, puntaje en la EFM, estrategias compensatorias y sesiones de fisioterapia recibidas.

## 7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo con los principios establecidos en la Resolución 008430 de octubre 4 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia<sup>333</sup>, esta investigación se consideró de **Riesgo Mínimo** según el artículo 11, porque se aplicaron procedimientos rutinarios y no invasivos de evaluación e intervención.

El Comité de Ética en Investigación CEINCI-UIS consideró que los procedimientos no implicaban la probabilidad significativa de afectar negativamente a los participantes; además, la evidencia científica muestra que son intervenciones seguras para el manejo de la espasticidad del MS en personas post-ECV<sup>334 335</sup>; y fueron aplicados bajo la supervisión constante de un fisioterapeuta, quien controló los parámetros y tiempos de intervención.

Durante esta investigación se garantizaron los principios morales de acción como: no maleficencia, beneficencia, utilidad, autonomía y justicia. Esta investigación se llevó a cabo con previa aprobación del proyecto por parte del Comité de Maestría de la Escuela de Fisioterapia mediante Acta No. 34 del 28 de noviembre de 2016, y la aprobación del Comité de Ética en Investigación Científica de la Universidad Industrial de Santander (CEINCI-UIS) por medio del Acta No. 25 del 3 de noviembre de 2017.

---

<sup>333</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Salud. Resolución No. 8430 (4, octubre, 1993). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá: El Ministerio, 1993.

<sup>334</sup> STROKE, ICSWP Intercollegiate, et al. National Clinical Guideline for Stroke. 2016.

<sup>335</sup> TEASELL, Robert, et al. Canadian stroke best practice recommendations: rehabilitation, recovery, and community participation following stroke. Part one: rehabilitation and recovery following stroke; Update 2019. International Journal of Stroke, 2020, vol. 15, no 7, p. 763-788.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

El formulario de tamizaje fue aplicado a 77 pacientes con diagnóstico de ECV, durante la visita domiciliaria inicial, de ellos, 43 cumplieron los criterios de inclusión y fueron asignados aleatoriamente (22 al grupo GEM y 21 al grupo GFPJ+EM). Posteriormente, en la medición de la línea de base, realizada en el laboratorio, dos participantes fueron excluidos del grupo GEM debido a que no se logró evocar el reflejo H y un participante del grupo GFPJ+EM no pudo realizar el PAF.

Finalmente se contó con 40 participantes (29 hombres y 11 mujeres), quienes cumplieron con todas las fases del protocolo. La edad promedio fue  $62.5 \pm 7.35$  años, tiempo de evolución de  $30.3 \pm 17.4$  meses y una mediana en el puntaje total en la EFM de 45.1 [12-65]. La evaluación funcional con el IB también mostró una mediana en el puntaje de 87.6 [60-100], 40% con dependencia leve y el porcentaje restante con independencia funcional.

El análisis comparativo entre los dos grupos en la línea de base según las características sociodemográficas y antecedentes clínicos se muestran en la Tabla 1; cabe anotar que, con excepción del puntaje del IB y el número de sesiones de fisioterapia recibidas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos.

Tabla 1. Características sociodemográficas y antecedentes clínicos en la línea de base por grupo de intervención.

Variable	Grupo de Intervención		P
	GEM N: 20	GFPJ + EM N: 20	
<b>Características Sociodemográficas</b>			
Edad (años)*	61.7±7.4	63.4±7.4	0.50
Género (Masculino/Femenino) N°	13/7	16/4	0.29
Talla (cm)*	161.7±8.0	161.5±7.9	0.94
Peso (kg)*	69.8±12.8	70.2±10.3	0.91
IMC (Kg/cm <sup>2</sup> )*	26.6±3.8	26.9±4.0	0.79
<b>Antecedentes Clínicos</b>			
Tipo ECV (Isquémico/Hemorragico) N°	11/9	16/4	0.09
Lado afectado (Derecho/Izquierdo) N°	7/13	11/9	0.20
Tiempo de evolución (meses)**	38.5 [9-47]	34.5 [11-48]	0.71
Índice de Barthel**	95 [85-100]	87.5 [67.5-95]	<b>0.04</b>
EFM – MSP**	54 [28-62.5]	49 [28.5-60.5]	0.69
N° sesiones de Fisioterapia**	60 [12.5-228]	200 [100-368]	<b>0.02</b>
Estrategias de compensación (Si/No) N°	9/11	8/12	0.75

\* Se presenta Promedio ± DE, \*\* Se presenta Mediana [RIC], En negrita  $p < 0.05$ .

GEM: Grupo Estiramiento Mantenido; GFPJ+EM: Grupo Férula de Presión de Johnstone + Estiramiento Mantenido.

## 8.2 EXCITABILIDAD REFLEJA, CINEMÁTICA ARTICULAR DEL PAF Y TONO EN LA LÍNEA DE BASE POR GRUPO DE INTERVENCIÓN

Los resultados en la línea de base no registraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de estudio para las variables de excitabilidad refleja, cinemática articular del PAF y tono muscular (Tabla 2).

## 8.3 COMPARACIÓN PRE Y POST INTERVENCIÓN POR GRUPO DE ESTUDIO

En relación con el porcentaje de cambio en el tono muscular en los dos grupos (GEM y GEM+FPJ) (Figura 4), se encontró una disminución en todos los segmentos evaluados, principalmente en los flexores de codo y muñeca a favor del GEM; diferencias que mostraron también, una disminución significativa en la mediana del puntaje obtenido en la EAM para todos los segmentos. (Tabla 3)

Tabla 2. Descripción de las variables de la Excitabilidad Refleja, la cinemática articular en el PAF en el MSP y el tono muscular en la línea de base.

		Grupo de Intervención		
		GEM	GFPJ + EM	P
		N: 20	N: 20	
<b>Variables Excitabilidad Refleja</b>				
<b>Onda H</b>	Amplitud (mV)**	1.1[0.6-1.9]	0.9[0.5-2.6]	0.92
	Latencia (ms)*	16.2±1.5	16.7±1.8	0.41
	Duración (ms)*	10.0±2.2	10.2±2.1	0.85
<b>Onda M</b>	Amplitud (mV)**	3.6[2.6-5.2]	5.2[3.8-6.8]	0.07
	Latencia (ms)*	2.9±0.5	3.1±0.6	0.27
	Duración (ms)*	10.7±2.6	10.8±2.3	0.90
<b>Hmax/Mmax*</b>		0.65±0.12	0.59±0.13	0.22

		Grupo de Intervención		
		GEM	GFPJ + EM	P
		N: 20	N: 20	
<b>Variables Cinemática Articular</b>				
<b>Tronco - Flexión (°)*</b>		30.5±11.3	31.0±9.1	0.87
<b>Hombro - Flexión (°)**</b>		57.7[45.9-68.7]	58.7[42.6-66.8]	0.96
<b>Codo - Extensión (°)**</b>		-15.1[-31.3; -7.0]	-23.9[-42.3; -14.4]	0.23
<b>Duración PAF - (seg)**</b>		6.8[5.2-7.9]	6.8[4.9-9.2]	0.52
<b>Distancia PAF - (cm)*</b>		53.1±19.5	55.3±13.3	0.69
<b>Tono Muscular Flexores</b>				
<b>Codo**</b>		2[2-3]	2[2-3]	0.65
<b>Muñeca**</b>		2[2-3]	3[2-3]	0.35
<b>Dedos**</b>		2[2-3.5]	2.5[2-3.5]	0.82

\* Se presenta Promedio ± DE, \*\* Se presenta Mediana [RIC].

**GEM:** Grupo Estiramiento Mantenido. **GFPJ+EM:** Grupo Férula de Presión de Johnstone + Estiramiento Mantenido.

En cuanto a la evaluación de la excitabilidad refleja en el FRC solo se evidenció un aumento significativo en la latencia de la onda M en el grupo GEM ( $dif= .035 \pm 1.07$ ,  $t = 0.15$ ,  $p < 0.0001$ ).

En cuanto a las variables de cinemática articular se encontró disminución significativa en la duración ( $p < 0.0001$ ) y aumento en la distancia en el PAF ( $dif= -3.69 \pm 4.42$ ,  $t = -3.73$ ,  $p < 0.0001$ ) para el grupo GEM; de otro lado, se registró un aumento en la extensión del codo ( $p=0.01$ ) y una disminución en la duración del PAF ( $p=0.04$ ) en el grupo GFPJ+EM. Hubo disminución estadísticamente significativa en la mediana de la duración del PAF pre y post intervención para cada grupo de estudio (Figura 5). No obstante, no se encontraron cambios significativos

en la distancia alcanzada en la ejecución del PAF ( $diff = -1.62 \pm 4.18$ ,  $t = -1.73$ ,  $p=0.09$ ) para el grupo GFPJ+EM.

Figura 4. Porcentaje de cambio en el tono muscular post intervención por grupo de estudio.

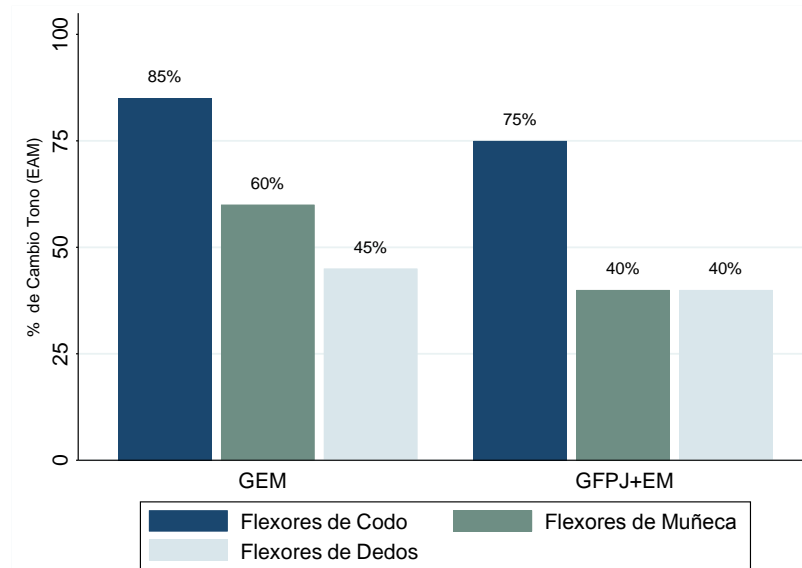


Figura 5. Duración del PAF pre y post intervención en ambos grupos.

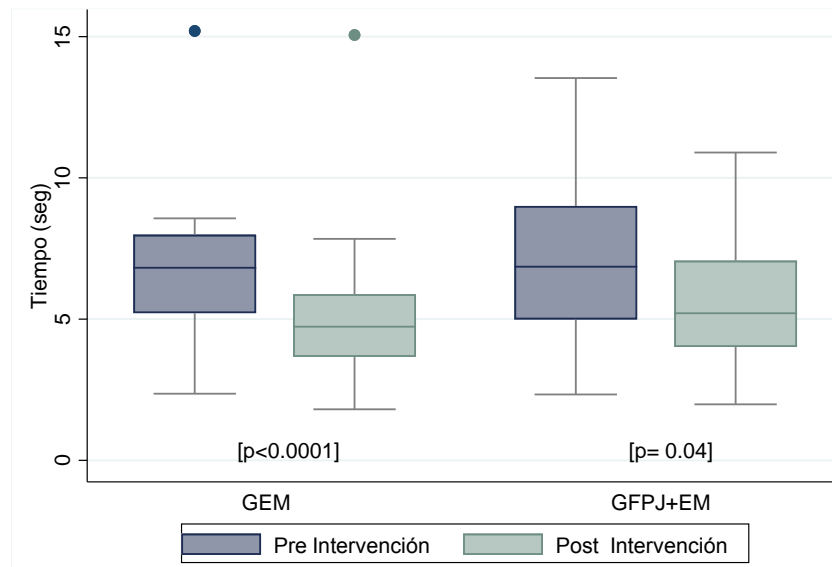


Tabla 3. Comparaciones pre y post intervención por grupo de estudio para las variables de la Excitabilidad Refleja, de la cinemática articular en el PAF en el MSP y el tono muscular.

		GEM N: 20				GFPJ + EM N: 20			
		Pre	Post	P	Δ	Pre	Post	P	Δ
<b>Variables Excitabilidad Refleja</b>									
<b>Onda H</b>	Amplitud (mV)**	1.1[0.6; 1.9]	1.1[0.6; 1.8]	0.81	<b>-0.02</b>	0.9[0.5; 2.6]	1.2[0.5; 2.7]	0.08	<b>0.10</b>
	Latencia (ms)*	16.2 ± 1.5	16.2 ± 1.7	0.88	<b>-0.07</b>	16.7 ± 1.8	16.6 ± 1.8	0.95	<b>-0.01</b>
	Duración (ms)*	10.0 ± 2.2	10.5 ± 2.7	0.18	<b>0.28</b>	10.2 ± 2.1	10.3 ± 2.4	0.71	<b>0.11</b>
<b>Onda M</b>	Amplitud (mV)**	3.6[2.6; 5.2]	3.7[2.8; 5.0]	1.00	<b>-0.04</b>	5.2[3.8; 6.8]	5.4[3.8; 8.1]	0.48	<b>0.15</b>
	Latencia (ms)*	2.9 ± 0.5	3.1 ± 0.4	<b>&lt;0.0001</b>	<b>0.18</b>	3.1 ± 0.6	3.3 ± 1.0	0.19	<b>0.08</b>
	Duración (ms)*	10.7 ± 2.6	10.8 ± 2.4	0.43	<b>0.11</b>	10.8 ± 2.3	10.9 ± 2.3	0.54	<b>-0.03</b>
<b>Hmax/Mmax*</b>		0.65 ± 0.12	0.69 ± 0.15	0.07	<b>0.04</b>	0.59 ± 0.13	0.62 ± 0.11	0.39	<b>0.02</b>
<b>Variables Cinemática Articular</b>									
<b>Tronco - Flexión (°)*</b>		30.5 ± 11.3	29.5 ± 9.5	0.46	<b>-2.18</b>	31.0 ± 9.2	32.2 ± 7.9	0.29	<b>1.16</b>
<b>Hombro - Flexión (°)**</b>		57.8[45.9; 68.7]	57.2[46.7; 69.4]	0.11	<b>1.53</b>	58.8[42.6; 66.8]	60.3[47.4; 66.7]	0.82	<b>1.61</b>
<b>Codo - Extensión (°)**</b>		-15.1[-31.3; -7.0]	-14.2[-30.9; -5.8]	0.50	<b>1.16</b>	-23.9[-42.4; -14.4]	-17.5[-38.4; -13.6]	<b>0.01</b>	<b>1.52</b>
<b>Duración (seg)**</b>		6.8[5.2; 7.9]	4.7[3.7; 5.9]	<b>&lt;0.0001</b>	<b>-1.64</b>	6.9[4.9; 9.0]	5.2[4.0; 7.1]	<b>0.04</b>	<b>-1.37</b>
<b>Distancia (cm)*</b>		53.2±19.5	56.8±17.7	<b>&lt;0.0001</b>	<b>3.69</b>	55.3±13.3	56.9 ± 13.6	0.09	<b>1.63</b>
<b>Tono Muscular Flexores</b>									
<b>Codo**</b>		2[2; 3]	1[1; 2]	<b>&lt;0.0001</b>	<b>-1</b>	2[2; 3]	2[1-2]	<b>&lt;0.0001</b>	<b>-1</b>
<b>Muñeca**</b>		2[2; 3]	2[1; 2.5]	<b>&lt;0.0001</b>	<b>-0.60</b>	3[2; 3]	2.5[1.5-3]	<b>&lt;0.0001</b>	<b>-0.40</b>
<b>Dedos**</b>		2[2; 3.5]	2[1; 3]	<b>&lt;0.0001</b>	<b>-0.45</b>	2.5[2; 3.5]	2[1.5-3]	<b>&lt;0.0001</b>	<b>-0.40</b>

\* Se presenta Promedio ± DE \*\*Se presenta Mediana [RIC] En negrita  $p < 0.05$

GEM: Grupo de Estiramiento Mantenido; GFPJ + EM: Grupo con Férula de Presión de Johnston + Estiramiento Mantenido.

## 8.4 ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INTERVENCIÓN

Los valores del tamaño del efecto presentaron magnitudes pequeñas y negativas para las variables de latencia de la onda H y M y la amplitud de la onda H; un tamaño del efecto moderado y negativo para la amplitud de la onda M y positivo para la razón Hmax/Mmax (Tabla 4); los hallazgos para las demás variables mostraron un tamaño del efecto pequeño y negativo. Estos resultados muestran un efecto a favor del GEM para todas las variables, excepto para la duración de la onda H, la razón Hmax/Mmax y la extensión del codo en el PAF, cuyo efecto es a favor del GFPJ+EM.

Adicionalmente, el análisis de covarianza (Tabla 5) mostró solamente un efecto significativo del grupo de intervención sobre la flexión de tronco ( $\beta=3.93$ ;  $p=0.01$ ); cabe señalar que este hallazgo está ajustado por las variables sociodemográficas y los antecedentes clínicos de la línea de base.

Tabla 4. Tamaño del efecto calculado para las variables de la Excitabilidad Refleja, de la cinemática articular en el PAF en el MSP y el tono muscular

Parámetros		d de Cohen	IC 95%
<b>Excitabilidad Refleja</b>			
<b>Onda H</b>	Latencia	<b>-0.27</b>	[-0.89; 0.36]
	Amplitud	<b>-0.44</b>	[-1.07; 0.19]
	Duración	0.09	[-0.52; 0.72]
<b>Onda M</b>	Latencia	<b>-0.21</b>	[-0.83; 0.41]
	Amplitud	<b>-0.57</b>	[-1.20; 0.66]
	Duración	-0.07	[-0.69; 0.55]
<b>Razón Hmax/Mmax</b>		<b>0.56</b>	[-0.08; 1.19]
<b>Cinemática Articular del Patrón de Alcance Funcional</b>			
<b>Tronco - Flexión</b>		<b>-0.30</b>	[-0.93; 0.32]
<b>Hombro - Flexión</b>		-0.08	[-0.70; 0.54]
<b>Codo - Extensión</b>		0.14	[-0.48; 0.76]
<b>Duración</b>		-0.19	[-0.81; 0.43]
<b>Distancia</b>		-0.00	[-0.62; 0.62]
<b>Tono Muscular Flexores</b>			
<b>Codo</b>		-0.19	[-0.81; 0.44]
<b>Muñeca</b>		<b>-0.41</b>	[-1.03; 0.22]
<b>Dedos</b>		-0.09	[-0.71; 0.53]

En negrita tamaño del efecto pequeño y moderado según cohen.

Tabla 5. Análisis de Covarianza (ANCOVA) para las variables de la Excitabilidad Refleja, la Cinemática Articular y el Tono Muscular.

Parámetro		$\beta$	IC 95%	P
<b>Excitabilidad Refleja*</b>				
<b>Onda H</b>	Latencia (ms)	0.38	[-0.56; 1.32]	0.42
	Amplitud (mV)	0.24	[-0.19; 0.68]	0.27
	Duración (ms)	-0.60	[-1.75; 0.55]	0.30
<b>Onda M</b>	Latencia (ms)	-0.12	[-0.52; 0.29]	0.56
	Amplitud (mV)	0.64	[-0.31; 1.59]	0.18
	Duración (ms)	-0.04	[-0.83; 0.75]	0.92
<b>Razón Hmax/Mmax</b>		-0.03	[-0.11; 0.05]	0.43
<b>Cinemática Articular**</b>				
<b>Tronco - Flexión (°)</b>		3.93	[0.80; 7.06]	<b>0.01</b>
<b>Hombro - Flexión (°)</b>		-0.85	[-4.09; 2.38]	0.59
<b>Codo - Extensión (°)</b>		-2.98	[-7.57; 1.60]	0.19
<b>Duración PAF (seg)</b>		-0.34	[-1.31; 0.62]	0.47
<b>Distancia PAF (cm)</b>		-1.81	[-5.07; 1.44]	0.26
<b>Tono Muscular Flexores*</b>				
<b>Codo</b>		0.04	[-0.25; 0.32]	0.80
<b>Muñeca</b>		0.23	[-0.12; 0.57]	0.20
<b>Dedos</b>		0.08	[-0.27; 0.44]	0.64

\*Ajustadas por Genero, Edad, Tiempo de Evolución, Índice de Barthel, Puntaje en la Escala Fugl-Meyer y sesiones de fisioterapia.

\*\*Ajustadas por Genero, Edad, Tiempo de Evolución, Índice de Barthel, Puntaje en la Escala Fugl-Meyer, Estrategia compensatoria y sesiones de fisioterapia.

En negrita  $p < 0.05$

Tabla 6. Análisis del tamaño del efecto según Cohen.

Resultado	Tamaño del efecto
<b>0.20</b>	Pequeño
<b>0.50</b>	Medio
<b>0.80</b>	Grande

## 9. DISCUSIÓN

El compromiso de la NMS en adultos y adultos mayores post-ECV, genera un conjunto de manifestaciones clínicas, que varían según la zona, la extensión y la respuesta individual a la lesión neurológica. Por ello, se encuentran cambios en la función sensorio-motora, debido a la interrupción en las señales de las vías piramidales, corticales, subcorticales y las conexiones entre los núcleos de ganglios basales y el tálamo<sup>336 337</sup> que conllevan alteraciones del control motor, con presencia de actividad refleja liberada, alteración en la modulación del reflejo de estiramiento y la IR, con una coactivación anormal entre agonistas y antagonistas, que compromete de forma variable los patrones de movimiento y la funcionalidad<sup>338</sup>. Teniendo en cuenta el constructo que fundamenta este estudio, se buscó establecer el efecto de dos modalidades de intervención empleadas en la fisioterapia desde un enfoque neurofisiológico, clínico y funcional.

La espasticidad en el MSP genera cambios estructurales del músculo y del tejido conectivo, con atrofia de las fibras musculares tipo II, disminución en la capacidad de deformación axial y longitudinal del bíceps braquial espástico<sup>339</sup>, y acortamiento de los fascículos del músculo braquial del lado parético (promedio 6.06 cm) comparado con el lado no parético (7.1 cm)<sup>340</sup>; así como acortamiento en la cabeza

---

<sup>336</sup> TAKAKUSAKI, Kaoru, et al. Brainstem control of locomotion and muscle tone with special reference to the role of the mesopontine tegmentum and medullary reticulospinal systems. *Journal of neural transmission*, 2016, vol. 123, no 7, p. 695-729.

<sup>337</sup> LI, Sheng. Spasticity, motor recovery, and neural plasticity after stroke. *Frontiers in neurology*, 2017, vol. 8, p. 120.

<sup>338</sup> VELDEMA, Jitka; BÖSL, Kathrin; NOWAK, Dennis Alexander. Cortico-spinal excitability and hand motor recovery in stroke: a longitudinal study. *Journal of neurology*, 2018, vol. 265, no 5, p. 1071-1078.

<sup>339</sup> GAO, Jing, et al. Ultrasound strain imaging to assess the biceps brachii muscle in chronic poststroke spasticity. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2018, vol. 37, no 8, p. 2043-2052.

<sup>340</sup> THIELMAN, Gregory; YOUREY, Lucas. Ultrasound imaging of upper extremity spastic muscle post-stroke and the correlation with function: a pilot study. *NeuroRehabilitation*, 2019, vol. 45, no 2, p. 213-220.

larga del bíceps (promedio 2.23 más corto en el MSP) y en la cabeza lateral del tríceps braquial (0.98 cm más corto en el MSP)<sup>341</sup>.

Estos cambios morfológicos junto con las variaciones mecánicas evidenciadas en el aumento del ángulo de penación de 6.8° en el músculo braquial parético<sup>342</sup>, conllevan una disminución en la capacidad de generar fuerza. Además, la arquitectura muscular varía dependiendo del ángulo en que se encuentre el codo, especialmente en los pacientes con contracturas en flexión, donde se encuentra mayor acortamiento de los fascículos e incremento del ángulo de penación del MSP<sup>343 344</sup>.

También se deben considerar los aspectos neurofisiológicos relacionados con el número de PAMC del bíceps espástico, que aumentan durante el movimiento activo comparado con el pasivo  $p < 0.001$ , al igual que cuando se compara con el bíceps sano  $p < 0.07$ . Al comparar con sanos la duración del movimiento del codo, también se ha encontrado aumento post-ECV en el movimiento activo (2.30 vs. 1.68 segundos) y pasivo (1.46 vs. 1.16 segundos). Estos cambios pueden contribuir en la alteración del sincronismo del movimiento, así como en la pérdida de la destreza en las tareas funcionales<sup>345</sup>.

---

<sup>341</sup> NELSON, Christa M.; MURRAY, Wendy M.; DEWALD, Julius PA. Motor impairment-related alterations in biceps and triceps brachii fascicle lengths in chronic hemiparetic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2018, vol. 32, no 9, p. 799-809.

<sup>342</sup> THIELMAN, Gregory; YOUREY, Lucas. Ultrasound imaging of upper extremity spastic muscle post-stroke and the correlation with function: a pilot study. *NeuroRehabilitation*, 2019, vol. 45, no 2, p. 213-220.

<sup>343</sup> FATURI, Fernanda Maria, et al. Structural muscular adaptations in upper limb after stroke: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 1, p. 73-79.

<sup>344</sup> LI, Le; TONG, Kai Y.; HU, Xiaoling. The effect of poststroke impairments on brachialis muscle architecture as measured by ultrasound. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2007, vol. 88, no 2, p. 243-250.

<sup>345</sup> KALLENBERG, Laura AC; HERMENS, Hermie J. Motor unit properties of biceps brachii during dynamic contractions in chronic stroke patients. *Muscle & nerve*, 2011, vol. 43, no 1, p. 112-119.

Teniendo en cuenta que la espasticidad es un fenómeno complejo y multidimensional, con un rango amplio de manifestaciones clínicas, en este estudio se emplearon métodos clínicos y neurofisiológicos de evaluación<sup>346 347</sup>, para determinar los efectos inmediatos de dos modalidades de intervención sobre las vías neuronales involucradas en la espasticidad<sup>348 349</sup>.

Por lo anterior, en esta investigación se propuso evaluar el efecto inmediato de la aplicación de la FPJ, sumada al EM, sobre el tono de los flexores de codo y muñeca, la excitabilidad refleja y la cinemática articular del PAF en la ECV.

## 9.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN

Las características de la población del presente estudio son similares a otros estudios realizados en adultos post-ECV en fase crónica, con un tiempo de evolución >6 meses. En otro estudio que evaluó el efecto del EM sobre el reflejo H<sup>350</sup>, los participantes presentaban hipertonía entre leve y severa del MSP. Asimismo, en otros estudios que determinaron el efecto de diferentes dispositivos de estiramiento en adultos, se encontró hipertonía moderada en muñeca y mano<sup>351</sup>. Lo anterior, muestra el comportamiento de la hipertonía del MS en pacientes

---

<sup>346</sup> CHA, Yesung; ARAMI, Arash. Quantitative modeling of spasticity for clinical assessment, treatment and rehabilitation. *Sensors*, 2020, vol. 20, no 18, p. 5046.

<sup>347</sup> GOMEZ-SORIANO, Julio, et al. Evaluation and quantification of spasticity: a review of the clinical, biomechanical and neurophysiological methods. *Revista de neurología*, 2012, vol. 55, no 4, p. 217-226.

<sup>348</sup> VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORIČ, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and rehabilitation*, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

<sup>349</sup> CHA, Op. cit. p. 5046.

<sup>350</sup> SUZUKI, Toshiaki, et al. Effect of continued stretching of the affected arm in patients with cerebrovascular diseases by examining H-reflex characteristics. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 2003, vol. 43, no 1, p. 51-56.

<sup>351</sup> JANG, Woo H., et al. The effect of a wrist-hand stretching device for spasticity in chronic hemiparetic stroke patients. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2016, vol. 52, no 1, p. 65-71.

crónicos, caracterizado por su variabilidad en relación con la severidad y las articulaciones comprometidas.

En relación con los criterios de inclusión del desempeño motor del MS y la funcionalidad post-ECV, los participantes de este estudio mostraron un comportamiento similar al de otros estudios, con compromiso del desempeño motor del MS entre moderado y severo en ambos grupos, y funcionalmente independientes, aunque algunos participantes del grupo experimental en este estudio presentaron limitación funcional leve, pero todos pudieron realizar el PAF<sup>352</sup> <sup>353</sup>. En estos pacientes crónicos, se observó un compromiso variable del desempeño motor del MS, caracterizado por alteración de la movilidad, la fuerza muscular, la destreza y la coordinación, lo cual limitaba funcionalmente las actividades de alcance, agarre y manipulación de objetos.

En la revisión de la literatura se encontraron otros estudios realizados en hemiparéticos crónicos, en una fase estable de la espasticidad<sup>354</sup>, en quienes se evaluaron los efectos de las intervenciones, mediante mediciones del desempeño motor y el estado funcional<sup>355</sup> <sup>356</sup>; sin embargo, no se encontraron estudios que evalúen el efecto inmediato de una única intervención sobre el tono muscular de los flexores de muñeca y dedos, la excitabilidad refleja del FRC y la cinemática articular del PAF en personas post-ECV.

---

<sup>352</sup> FATURI, Fernanda Maria, et al. Structural muscular adaptations in upper limb after stroke: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 1, p. 73-79.

<sup>353</sup> BHASIN, Ashu, et al. Neural interface of mirror therapy in chronic stroke patients: a functional magnetic resonance imaging study. *Neurology India*, 2012, vol. 60, no 6, p. 570.

<sup>354</sup> SCHIEPPATI, Marco. The Hoffmann reflex: a means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man. *Progress in neurobiology*, 1987, vol. 28, no 4, p. 345-376.

<sup>355</sup> AMANO, Satoru, et al. Clinimetric properties of the shortened Fugl-Meyer Assessment for the assessment of arm motor function in hemiparetic patients after stroke. *Topics in stroke rehabilitation*, 2020, vol. 27, no 4, p. 290-295.

<sup>356</sup> HIJIKATA, Nanako, et al. Item Difficulty of Fugl-Meyer Assessment for Upper Extremity in Persons with Chronic Stroke with Moderate-to-Severe Upper Limb Impairment. *Frontiers in neurology*, 2020, vol. 11, p. 1395.

## 9.2 HALLAZGOS EN LA LÍNEA DE BASE PARA LAS VARIABLES DE TONO MUSCULAR, EXCITABILIDAD REFLEJA Y CINEMÁTICA ARTICULAR EN EL PAF

Teniendo en cuenta el constructo multidimensional de la espasticidad y con el propósito de caracterizarla en la línea de base se evaluó el tono muscular de los flexores de codo, muñeca y dedos con la EAM, la excitabilidad refleja del FRC con el reflejo H y el control motor por medio de la cinemática articular del MS y el tronco en el PAF. Estas mediciones también se realizaron post-intervención para evaluar el efecto inmediato de la aplicación del EM y la FPJ.

El aumento de **tono** en los dos grupos de intervención fue moderado, con notas entre 2 y 3 (EAM), por lo cual, la capacidad para generar un movimiento coordinado estaba limitada, probablemente por los cambios ocurridos tanto a nivel del tejido conectivo, como por el compromiso de los centros moduladores del tono ubicados a nivel superior, y el subsecuente aumento de la excitabilidad de las vías descendentes<sup>357 358</sup>.

En cuanto a la distribución regional de la espasticidad en ambos grupos se encontró mayor compromiso a nivel del codo, la muñeca y los dedos, semejante a lo mostrado por Shiner et al.<sup>359</sup>, en un 81.25% de los participantes con hipertonía de codo; 62.5% en muñeca, y 50% en dedos. Por su parte, Katoozian et al.<sup>360</sup>, encontraron 3 meses

---

<sup>357</sup> FATURI, Fernanda Maria, et al. Structural muscular adaptations in upper limb after stroke: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 1, p. 73-79.

<sup>358</sup> LI, Sheng. Spasticity, motor recovery, and neural plasticity after stroke. *Frontiers in neurology*, 2017, vol. 8, p. 120.

<sup>359</sup> SHINER, Christine T., et al. Prevalence of upper-limb spasticity and its impact on care among nursing home residents with prior stroke. *Disability and rehabilitation*, 2020, vol. 42, no 15, p. 2170-2177.

<sup>360</sup> KATOOZIAN, Leila, et al. The onset and frequency of spasticity after first ever stroke. *Journal of the National Medical Association*, 2018, vol. 110, no 6, p. 547-552.

post-ECV hipertonia en el codo en el 25% de los participantes, y en la muñeca en el 20.8%, así como presencia de retracciones espásticas a nivel de hombro y codo.

En este estudio, el **Reflejo H** fue evaluado para determinar la excitabilidad de las motoneuronas alfa; es importante aclarar que a pesar de las dificultades reportadas en la literatura para la evocación del reflejo en el FRC<sup>361</sup>, en este estudio no se aplicaron maniobras de facilitación para su obtención.

En relación con el comportamiento de la **excitabilidad refleja**, no se presentaron diferencias significativas entre los grupos de intervención. Se encontraron valores de latencia de la onda H que muestran disminución en la duración de la conducción del estímulo eléctrico por los axones motores alfa<sup>362</sup>, e hiperexcitabilidad de las motoneuronas<sup>363</sup>. Estos valores fueron inferiores a los reportados por Pisano (17.1 ms)<sup>364</sup>, posiblemente debido a la cronicidad de la enfermedad y la espasticidad moderada.

Por otra parte, la razón Hmax/Mmax se encontró dentro del rango obtenido por Childers (71% ± 13%)<sup>365</sup>. Este comportamiento está relacionado con el incremento del índice y asociado con una mayor excitabilidad de las motoneuronas, la velocidad umbral, así como la latencia y el índice de rigidez del reflejo de estiramiento<sup>366</sup>.

---

<sup>361</sup> OH, Shin J. Clinical electromyography: nerve conduction studies. Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

<sup>362</sup> OKUYAMA, Kohei, et al. Relationship between spasticity and spinal neural circuits in patients with chronic hemiparetic stroke. *Experimental brain research*, 2018, vol. 236, no 1, p. 207-213.

<sup>363</sup> VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORIČ, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and rehabilitation*, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

<sup>364</sup> PISANO, Fabrizio, et al. Quantitative measures of spasticity in post-stroke patients. *Clinical Neurophysiology*, 2000, vol. 111, no 6, p. 1015-1022.

<sup>365</sup> CHILDERS, Martin K., et al. Inhibitory casting decreases a vibratory inhibition index of the H-reflex in the spastic upper limb. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1999, vol. 80, no 6, p. 714-716.

<sup>366</sup> PISANO, Op. cit. 1015-1022.

Los dos grupos presentaron hipertonía de leve a moderada<sup>367</sup>, lo cual estaría relacionado con un aumento en la excitabilidad refleja, evidenciada por la disminución de la latencia y el aumento de la amplitud comparado con población sana<sup>368 369</sup>, en coherencia con lo esperado según los criterios de inclusión de los participantes de este estudio.

Desde el punto de vista fisiológico, lo presentado en el reflejo H puede ser atribuido a la alteración en los mecanismos presinápticos (inhibición presináptica) y postsinápticos (depresión post-activación) característicos de la ECV, presentándose cambios en la liberación de neurotransmisores inhibitorios a nivel del botón presináptico y activación insuficiente a nivel postsináptico para modular la excitabilidad de las vías Ia<sup>370</sup>.

Por otra parte, para analizar el comportamiento de la **cinemática articular** en el PAF, se evaluaron la duración y la distancia, así como los ángulos articulares de la flexión del hombro y el tronco, y la extensión del codo. No se encontraron diferencias en estas variables entre los grupos, evidenciándose un compromiso en el desempeño motor del MS de leve a moderado, con limitación para extender completamente el codo, y presencia de compensaciones del tronco y el hombro en la ejecución del PAF.

Los datos en la línea de base de los dos grupos muestran un patrón alterado y estereotipado del PAF, con presencia de estrategias compensatorias y predominio de la sinergia flexora, evidenciándose en su mayoría un incremento en la aducción

---

<sup>367</sup> QUIÑONES AGUILAR, Sandra, et al. Espasticidad en adultos. Revista Mexicana de Neurociencia, 2009, vol. 10, no 2, p. 112-121.

<sup>368</sup> PHADKE, Chetan P., et al. Upper-extremity H-reflex measurement post-stroke: reliability and inter-limb differences. Clinical neurophysiology, 2012, vol. 123, no 8, p. 1606-1615.

<sup>369</sup> MCNEIL, Chris J., et al. Testing the excitability of human motoneurons. Frontiers in human neuroscience, 2013, vol. 7, p. 152.

<sup>370</sup> LAMY, Jean-Charles, et al. Impaired efficacy of spinal presynaptic mechanisms in spastic stroke patients. Brain, 2009, vol. 132, no 3, p. 734-748.

y rotación inferior de la escapula, aducción de hombro, flexión de codo, muñeca y dedos; así como pronación del antebrazo y desviación cubital de la muñeca, lo cual lleva a la ejecución de sustituciones tales como el aumento en la elevación de la escapula, y la inclinación del tronco, que impactan el desempeño funcional en las actividades de alcance<sup>371 372</sup>.

Las estrategias compensatorias presentadas por los participantes de este estudio pueden estar asociadas a factores como el sitio de lesión, la cronicidad de la patología, el grado de paresia del MS, y el compromiso del MS dominante<sup>373 374</sup>. Así mismo, la presencia de compensaciones obedece a un proceso de plasticidad neural mal adaptativa, en donde el individuo tiene una capacidad reducida para adaptarse a nuevas situaciones, presentando limitaciones en el uso del repertorio motor disponible (control de los grados de libertad) para completar una tarea<sup>375 376</sup>.

En este sentido, al evaluar una tarea funcional de alcance, Roh en 2012<sup>377</sup> encontró en el codo patrones anormales de activación para el braquirradial, el bíceps braquial (postero-superior) y el tríceps (antero-inferior), así como para el hombro, en el deltoides fibras anteriores (medio-superior), fibras medias (dirección superior), y

---

<sup>371</sup> CORTI, Manuela, et al. Differential effects of power training versus functional task practice on compensation and restoration of arm function after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2012, vol. 26, no 7, p. 842-854.

<sup>372</sup> CANO DE LA CUERDA, Roberto, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. *Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. Neurología*, 2015, vol. 30, no 1, p. 32-41.

<sup>373</sup> LEVIN, Mindy F.; KLEIM, Jeffrey A.; WOLF, Steven L. What do motor "recovery" and "compensation" mean in patients following stroke?. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2009, vol. 23, no 4, p. 313-319.

<sup>374</sup> VAN KORDELAAR, Joost. Recovery of the paretic upper limb early after stroke: restitution or substitution of motor control?. 2014.

<sup>375</sup> VELDEMA, Jitka; BÖSL, Kathrin; NOWAK, Dennis Alexander. Cortico-spinal excitability and hand motor recovery in stroke: a longitudinal study. *Journal of neurology*, 2018, vol. 265, no 5, p. 1071-1078.

<sup>376</sup> VAN KORDELAAR, Op. cit.

<sup>377</sup> ROH, Jinsook, et al. Alterations in upper limb muscle synergy structure in chronic stroke survivors. *Journal of neurophysiology*, 2013, vol. 109, no 3, p. 768-781.

fibras posteriores (latero-inferior); y por último, en las fibras claviculares del pectoral mayor (medio-superior).

La presencia de estas sinergias musculares anormales post-ECV puede ser atribuida a una alteración en el equilibrio inhibición-excitación, por una reducción en la descarga cortico-espinal, que genera incremento en los estímulos de las vías descendentes y alteración en los comandos motores, que contribuyen en la organización de las sinergias musculares del MS<sup>378</sup>. Por su parte, Tomita et al.<sup>379</sup>, mencionan que estas compensaciones pueden ser incorporadas en respuesta a la disminución en los grados de libertad disponibles para el desarrollo de las actividades funcionales. Así mismo, Subramanian et al.<sup>380</sup>, proponen diferentes factores que pueden contribuir a la aparición de compensaciones en el MSP, tales como el incremento en el movimiento del tronco para intentar completar la tarea; la complejidad de la tarea (alcanzar, beber de un vaso, insertar una llave); la ubicación del objeto (egocéntrico, exocéntrico); el tipo de superficie de la tarea (lisa, rugosa), así como el compromiso cognitivo (planificación del movimiento) y motor<sup>381</sup>.

Rech et al.<sup>382</sup>, encontraron que las personas con compromiso severo del control del movimiento presentan mayor duración en el patrón de alcance (3.13 segundos), menor rango o excursión de movimiento en el codo (13.61°), y mayor

---

<sup>378</sup> SCHULZ, Robert, et al. Prefrontal-premotor pathways and motor output in well-recovered stroke patients. *Frontiers in neurology*, 2019, vol. 10, p. 105.

<sup>379</sup> TOMITA, Yosuke; MULLICK, Aditi A.; LEVIN, Mindy F. Reduced kinematic redundancy and motor equivalence during whole-body reaching in individuals with chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2018, vol. 32, no 2, p. 175-186.

<sup>380</sup> SUBRAMANIAN, Sandeep K., et al. Motor-equivalent intersegmental coordination is impaired in chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2020, vol. 34, no 3, p. 210-221.

<sup>381</sup> SCHWARZ, Anne, et al. Measures of interjoint coordination post-stroke across different upper limb movement tasks. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 2021, vol. 8, p. 1551.

<sup>382</sup> RECH, Katia Daniele, et al. Fugl-Meyer assessment scores are related with kinematic measures in people with chronic hemiparesis after stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2020, vol. 29, no 1, p. 104463.

desplazamiento del tronco (13cm). Santos et al.<sup>383</sup>, reportaron un comportamiento similar en la fase de alcance de la tarea funcional de beber de un vaso, encontrando mayor duración en el alcance  $6.59 \pm 1.31$  vs  $5.07 \pm 0.62$  segundos, y aumento en la flexión de tronco  $7.74^{\circ} \pm 2.22^{\circ}$  vs  $1.12^{\circ} \pm 1.58^{\circ}$ , al comparar personas post-ECV y adultos sanos.

En el presente estudio la **distancia del objeto** fue estandarizada teniendo en cuenta el 80% de la longitud del MS, con una media de 44.7cm [38.4-52], considerada una distancia confortable para evitar el sobre esfuerzo que puede incrementar la actividad refleja liberada, los sentimientos de estrés y frustración<sup>384</sup>. Además, la velocidad de ejecución fue la preferida por el participante y el movimiento del tronco no fue restringido. Según Shaikh et al.<sup>385</sup>, el alcance FLB (más demandante) genera enlentecimiento en el tiempo de reacción del MSP para realizar las diferentes secuencias de movimiento, lo cual varía dependiendo de la restricción del tronco (tronco libre: ECV:  $421.1 \pm 214.9$  ms vs. Sanos:  $272.7 \pm 56.2$  ms; restricción de tronco: ECV:  $432.1 \pm 221.7$  ms vs. Sanos:  $308.7 \pm 63.1$  ms). Adicionalmente, estos autores evidenciaron una menor extensión del codo (ECV:  $128.2 \pm 15.9^{\circ}$  vs. Sanos:  $145.6 \pm 13.9^{\circ}$ ) y menor contribución del hombro (ECV:  $32.5 \pm 22.4^{\circ}$  vs. Sanos:  $58.6 \pm 9.3$  ms) para realizar el alcance con el tronco libre, con estrategias compensatorias similares a las presentadas en nuestra investigación.

La distancia y la duración del PAF fueron similares en los dos grupos, siendo menor en comparación con lo encontrado en personas sanas, debido a la alteración sensorio-motora del MS, la interferencia de la actividad refleja anormal, la falta de control proximal, y la co-contracción de la musculatura agonista-antagonista durante

---

<sup>383</sup> SANTOS, Gabriela Lopes, et al. Kinematic analysis of a drinking task in chronic hemiparetic patients using features analysis and Statistical Parametric Mapping. Archives of physical medicine and rehabilitation, 2018, vol. 99, no 3, p. 501-511. e4.

<sup>384</sup> BENJAMIN, Emelia J., et al. Heart disease and stroke statistics-2018 update: a report from the American Heart Association. Circulation, 2018, vol. 137, no 12, p. e67-e492.

<sup>385</sup> SHAIKH, Tahir, et al. Arm-trunk coordination for beyond-the-reach movements in adults with stroke. Neurorehabilitation and neural repair, 2014, vol. 28, no 4, p. 355-366.

la ejecución de la tarea<sup>386 387</sup>. Estas alteraciones pueden estar relacionadas con un déficit en las respuestas anticipatorias al movimiento, por el poco uso del lado parético<sup>388 389</sup>.

En la literatura revisada se ha reportado una relación entre la EFM, el desempeño del MS y las variables de calidad de movimiento, evidenciándose una fuerte correlación entre la EFM y el tiempo del movimiento ( $r=-0.567$ ;  $p=0.000$ ), el rango de movimiento del codo ( $r=0.776$ ;  $p<0.001$ ) y los movimientos compensatorios del tronco (desplazamiento anterior  $r=-0.858$ ;  $p<0.001$  e inclinación anterior  $r=-0.861$ ;  $p<0.001$ ) durante el PAF. Por su parte, la EAM se correlacionó con la hipertonía del codo ( $r=0.394$ ;  $p=0.025$ ) y muñeca ( $r=0.380$ ;  $p=0.032$ ) y con las variables de calidad de movimiento<sup>390</sup>.

El comportamiento de las variables de la cinemática del PAF al contrastarlos con otros estudios, pueden obedecer a diferencias metodológicas en las formas de medición, al compromiso variable del tono muscular, de la fuerza muscular, así como de los patrones de activación muscular y del componente sensorial<sup>391</sup>.

---

<sup>386</sup> DERAKHSHANFAR, Maryam, et al. Sensory interventions on motor function, activities of daily living, and spasticity of the upper limb in people with stroke: A randomized clinical trial. *Journal of Hand Therapy*, 2020.

<sup>387</sup> GARCÍA ÁLVAREZ, Alicia, et al. Functional classification of grasp strategies used by hemiplegic patients. *PLoS One*, 2017, vol. 12, no 11, p. e0187608.

<sup>388</sup> DEMARTINO, Amanda Magalhães, et al. Hand function and type of grasp used by chronic stroke individuals in actual environment. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 4, p. 247-254.

<sup>389</sup> RODRIGUES, Sónia. Reorganização dos ajustes posturais antecipatórios em indivíduos após AVE: influência de um programa de intervenção em fisioterapia no registo electromiográfico do tibial anterior e solear. 2010. Tesis Doctoral. Instituto Politécnico do Porto. Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto.

<sup>390</sup> RECH, Katia Daniele, et al. Fugl-Meyer assessment scores are related with kinematic measures in people with chronic hemiparesis after stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2020, vol. 29, no 1, p. 104463.

<sup>391</sup> SANTOS, Gabriela Lopes, et al. Kinematic analysis of a drinking task in chronic hemiparetic patients using features analysis and Statistical Parametric Mapping. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2018, vol. 99, no 3, p. 501-511. e4.

Teniendo en cuenta el comportamiento del MSP post-ECV durante el PAF en las fases de transporte y manipulación, así como la presencia de compensaciones de tronco y del MSP, se sugiere que futuros estudios en esta línea analicen el comportamiento en diferentes tareas y superficies, en donde el sistema percepción-acción explore reactivamente el ambiente para responder a diferentes objetivos<sup>392</sup>. De otro lado, se recomiendan protocolos que incluyan la repetición de la tarea, principio clave de los procesos de aprendizaje y reaprendizaje motor<sup>393</sup>.

### **9.3 EFECTO INMEDIATO SOBRE EL TONO MUSCULAR DE LOS FLEXORES DE CODO, MUÑECA Y MANO, LA EXCITABILIDAD REFLEJA DEL FRC Y LA CINEMÁTICA ARTICULAR DEL PAF EN LOS GRUPOS DE INTERVENCIÓN**

**9.3.1 Efecto post-intervención sobre el tono muscular.** En este estudio, en ambos grupos se encontró una disminución del tono flexor en todos los segmentos evaluados ( $p < 0.0001$ ), con un mayor porcentaje de cambio en el tono muscular post intervención a favor del GEM. Estos resultados muestran que el EM tiene un efecto inhibitorio sobre el tono muscular, corroborando el nivel de evidencia descrito en la literatura. Además, estos efectos pueden atribuirse a que durante la intervención en ambos grupos de estudio existió un monitoreo permanente de la postura global del participante (control de cabeza, cuello, tronco y miembros), así como control constante sobre el pivote intermedio y distal del MS, mediante el contacto manual del fisioterapeuta y/o a través de la FPJ.

Con la aplicación de la FPJ, a nivel del codo se pudo apreciar disminución del tono e incremento del rango para la extensión ( $p = 0.01$ ), confirmando el efecto combinado

---

<sup>392</sup> ANDERSON, Sharon; WHITFIELD, Kyle. An ecological approach to activity after stroke: it takes a community. Topics in stroke rehabilitation, 2011, vol. 18, no 5, p. 509-524.

<sup>393</sup> NIBRAS, Nadir, et al. Dissociating Sensorimotor Recovery and Compensation During Exoskeleton Training Following Stroke. Frontiers in human neuroscience, 2021, vol. 15.

de la presión y el estiramiento en posturas antagónicas al patrón espástico<sup>394</sup>. Thibaut et al.<sup>395</sup>, encontraron resultados semejantes del efecto inmediato del tratamiento, con disminución post-intervención de una nota en el tono de los flexores de los dedos, comparado con la línea de base en el grupo de estiramiento y en el grupo de férula estática ( $p=0.014$ ). Así mismo, Khan et al.<sup>396</sup>, obtuvieron cambios similares en los flexores de muñeca ( $p=0.001$ ) y dedos ( $p=0.005$ ) para el grupo férula estática y el grupo EM: [ $p= 0.002$ ) y ( $p= 0.046$ )] respectivamente.

Además, Khan et al., observaron un mejor desempeño motor dado por el incremento del puntaje de la EFM férula: ( $p= 0.002$ ) y EM: ( $p= 0.001$ )<sup>397</sup>. Sin embargo, las modalidades de intervención utilizadas en este estudio, no eran comparables en su dosificación, por la aplicación prolongada de la férula (10 -12 horas al día), y la ejecución del EM, el cual se realizaba de 3 a 4 veces día, con 5 repeticiones de aproximadamente 60 segundos.

Por otra parte, Konečný et al.<sup>398</sup>, encontraron que la FPJ y el EM, sumados a la toxina botulínica BTX-A, tienen 4 y 1,5 veces respectivamente mayores probabilidades de disminuir el tono muscular de los flexores de los dedos. No obstante, la duración del protocolo fue mayor a la empleada en este estudio y lo encontrado puede obedecer a efectos acumulativos sobre las propiedades

---

<sup>394</sup> CHILDERS, Martin K., et al. Inhibitory casting decreases a vibratory inhibition index of the H-reflex in the spastic upper limb. Archives of physical medicine and rehabilitation, 1999, vol. 80, no 6, p. 714-716.

<sup>395</sup> THIBAUT, Aurore, et al. Impact of soft splints on upper limb spasticity in chronic patients with disorders of consciousness: A randomized, single blind, controlled trial. Brain injury, 2015, vol. 29, no 7-8, p. 830-836.

<sup>396</sup> KHAN, Mokhtar Ahmad, et al. Effect of hand splinting versus stretching exercises for reducing spasticity and improving hand function in poststroke hemiplegia: A comparative interventional study. The Indian Journal of Occupational Therapy, 2018, vol. 50, no 4, p. 125.

<sup>397</sup> *Ibidem*.

<sup>398</sup> KONEČNÝ, Petr; SEDLÁČEK, Petr; TARASOVÁ, Martina. The Influence of Combinations Air-splinting and Botulinum Toxin-A Therapy to Changes in Spasticity of the Hand. environment, vol. 2, no 10, p. 14-15

viscoelásticas del músculo espástico, por la aplicación de la intervención durante 30 minutos, 2 veces al día, 5 días a la semana, por un periodo de 6 semanas.

En la literatura revisada no se encontraron estudios similares al presente, en cuanto a la forma de aplicación de la intervención y la medición del efecto inmediato, por tanto, no es posible contrastar los resultados; sin embargo, a continuación, se consideran los hallazgos derivados de los estudios que evaluaron los efectos inmediatos de otras formas de aplicación de la presión circunferencial en el MS.

Gardas en el GE aplicó presión con esfigmomanómetro (70-80 mmHg) por 5 minutos durante 15 sesiones, encontrando cambios para el tono GE: ( $p=0.025$ ), el puntaje funcional GE: ( $p=0.011$ ) y el control voluntario de la mano ( $p=0.014$ )<sup>399</sup>. Así mismo, en un reporte de caso Kauser et al.<sup>400</sup>, utilizaron esfigmomanómetro (80 mmHg), en dos sesiones de tratamiento y encontraron disminución del tono en los flexores de codo y muñeca con la EAM. Es importante reiterar que la presión aplicada en estos dos protocolos fue superior a la empleada en nuestro diseño metodológico, y el tiempo de aplicación fue menor.

En síntesis, el efecto inmediato sobre la disminución del tono puede estar relacionado con el reflejo de presión tónica, la IA por su acción inhibitoria sobre los receptores musculares, articulares y cutáneos; lo que conlleva a una rápida adaptación y disminución en la actividad de las fibras aferentes gamma, produciendo disminución en los impulsos a los HM. Además, otros investigadores atribuyen el efecto sobre el tono a los cambios generados en la temperatura

---

<sup>399</sup> GARDAS, Shailesh; SHAH, Masumi. Effect of Circumferential Pressure Application by Sphygmomanometer on Spasticity and Motor Functions in Patients with Stroke. 2020;10(2):49-56. [en línea]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yckvzxr>

<sup>400</sup> KAUSER, Syeda Asma; SHARMA, Satish C. Effect of pressure application by sphygmomanometer on spasticity in post-stroke hemiplegic patients. Indian J Physiother Occup Ther - An Int J. 2015, vol. 9, no 2, p. 156.

corporal, debido a la fricción de FPJ, que puede producir relajación por el “micro estiramiento” en el tejido blando superficial<sup>401 402</sup>.

Los efectos inmediatos sobre el tono fueron observados en los dos grupos de este estudio, sustentando la aplicabilidad clínica del EM y la FPJ para la modulación inmediata del tono y para favorecer el control del MS, permitiéndole a las personas post-ECV integrar el segmento en actividades funcionales de alcance y manipulación de objetos. Sin embargo, la evidencia disponible señala que los efectos de las intervenciones mencionadas son limitados en el tiempo<sup>403 404</sup>.

Por su parte, el tamaño del efecto de este estudio fue pequeño ( $d=-0.41$ ) para el tono de la muñeca favoreciendo el GEM, lo cual puede estar influenciado estadísticamente por las pequeñas diferencias entre los grupos de intervención ( $\beta=0.23$ ;  $p=0.20$ ) y cambios significativos (variabilidad) intra grupo ( $p<0.0001$ )<sup>405</sup>. Sin embargo, esto es clínicamente importante, porque el efecto inmediato de una sesión en la modulación del tono en hemiparéticos crónicos post-ECV, puede tener implicaciones positivas sobre la realización de actividades de alcance y manipulación de objetos.

**9.3.2 Efecto post-intervención sobre la excitabilidad refleja del FRC.** Al analizar los cambios producto de la intervención sobre las variables del reflejo H, solo se encontró un aumento significativo de la latencia de la onda M en el grupo GEM

---

<sup>401</sup> AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>402</sup> *Ibíd.*

<sup>403</sup> KATALINIC, Owen M.; HARVEY, Lisa A.; HERBERT, Robert D. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Physical therapy*, 2011, vol. 91, no 1, p. 11-24.

<sup>404</sup> AMINI, Malek, et al. Combined effect of botulinum toxin and splinting on motor components and function of people suffering a stroke. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 2016, vol. 30, p. 373.

<sup>405</sup> COHEN, Jacob. Statistical power analysis. *Current directions in psychological science*, 1992, vol. 1, no 3, p. 98-101.

( $p < 0.0001$ ). Estos cambios pueden estar vinculados en primer lugar con factores fisiológicos relacionados con alteraciones en la placa o unidad motora que afectan además la velocidad del PA y su propagación hacia la unión neuromuscular<sup>406</sup>. También pueden ser atribuidos a factores de índole técnico o experimental (postura del participante, ubicación de los electrodos, cambios en la intensidad del estímulo)<sup>407</sup>, sin embargo, en el presente estudio, estos fueron controlados dentro del protocolo de evocación de la onda la postura del participante y la ubicación de los electrodos.

Los resultados del presente estudio no mostraron diferencias significativas en la amplitud de la onda H, datos similares a lo reportado por Agostinucci, (2010) quien encontró que después de la aplicación de PC los valores fueron similares a los obtenidos en la línea de base; sin embargo, durante la aplicación de la presión, aumentó la amplitud de la onda H en el 26% de los participantes post-ECV. Este autor sugiere que la PC produce efectos temporales en la reducción de la excitabilidad refleja, debido a la acción inhibitoria sobre los propioceptores y mecanoreceptores<sup>408</sup>. Adicionalmente, Gandeche et al.<sup>409</sup>, al aplicar PC por medio de esfingomanómetro encontró que 1 minuto después de la aplicación los valores se acercaron a los basales, no obstante, durante la aplicación se evidenció una disminución en la amplitud de la onda H ( $p=0.21$ ), lo cual puede obedecer al aumento en las aferencias sensoriales sobre los receptores cutáneos y musculares,

---

<sup>406</sup> CHRISTIE, Anita D., et al. Reliability of the FCR H-reflex. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 2005, vol. 22, no 3, p. 204-209.

<sup>407</sup> VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORIČ, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. *Disability and rehabilitation*, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

<sup>408</sup> AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>409</sup> GANDECHA, Kinjal, et al. A Study to find out the Effect of Circumferential Pressure on Flexor Carpi Radialis H-reflex in Post Stroke Patients-An Observational Study. Website: [www.ijpot.com](http://www.ijpot.com), 2016, vol. 10, no 3, p. 122.

que puede favorecer la adaptación al estímulo y la disminución en la actividad de las fibras Ib.

En otro estudio previo en sujetos sanos Agostinucci et al., (2006) reportaron aumento de la amplitud de la onda H durante la aplicación de la PC del 104% al minuto 1, 127% al minuto 3 y 99% al minuto 5, ( $p < 0.025$ ). Estos resultados pueden explicarse por el tipo de fibra muscular del FRC, el cual tiene un porcentaje  $>50\%$  de tipo glucolítico, empleadas generalmente en movimientos fásicos<sup>410</sup>.

El comportamiento de la amplitud de la onda H en los dos grupos puede explicarse por factores como la pérdida de control en la modulación de las vías que median la excitabilidad refleja, alteración en los mecanismos de acción de los mecanorreceptores cutáneos, en la respuesta de las fibras Ib en el OTG y disminución de la IP de las fibras aferentes Ia y la depresión post-activación<sup>411</sup>.

En relación con la latencia de la onda H, al igual que lo encontrado en nuestro estudio, Suzuki<sup>412</sup> no halló cambios al aplicar EM en el MS en personas post-ECV; sin embargo, reportó una disminución en la amplitud de la onda H y la razón Hmax/Mmax de aproximadamente 10%. Estos cambios producto del EM pueden explicarse por la IA, que se presenta en respuesta al estímulo mecánico sobre el OTG y viaja a través de las fibras aferentes Ib generando disminución en la tasa de

---

<sup>410</sup> AGOSTINUCCI, James, et al. The effects of circumferential air-splint pressure on flexor carpi radialis H-reflex in subjects without neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2006, vol. 103, no 2, p. 565-579.

<sup>411</sup> AYOUB, Sandy, et al. The positive and the negative impacts of spasticity in patients with long-term neurological conditions: an observational study. *Disability and rehabilitation*, 2021, vol. 43, no 23, p. 3357-3364.

<sup>412</sup> SUZUKI, Toshiaki, et al. Effect of continued stretching of the affected arm in patients with cerebrovascular diseases by examining H-reflex characteristics. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 2003, vol. 43, no 1, p. 51-56.

disparo del huso neuromuscular, conllevando a una disminución en la excitabilidad de la fibra muscular<sup>413</sup>.

En términos generales, las modalidades de intervención en los dos grupos no mostraron un efecto inmediato significativo sobre la excitabilidad refleja. Sin embargo, las cifras muestran un hallazgo clínico importante puesto que no se incrementó la excitabilidad refleja, posiblemente debido a la aplicación de los procedimientos de intervención en patrones y posturas inhibitorias<sup>414 415</sup>.

Adicionalmente, el poder y el tamaño del efecto de las variables del reflejo H estuvieron entre pequeño y moderado, con un efecto a favor del GEM, excepto para la duración de la onda H ( $d=0.09$ ) y la razón Hmax/Mmax ( $d=0.56$ ), favoreciendo al GFPJ+EM en relación con la modulación de la hiperexcitabilidad de las motoneuronas  $\alpha$ ; clínicamente, estos hallazgos sugieren la utilidad de las modalidades aplicadas en este estudio en personas post-ECV en estadio crónico. Sin embargo, debido al tamaño de muestra de este estudio no se logró detectar cambios significativos en estas variables<sup>416 417</sup>.

Teniendo en cuenta lo encontrado y reportado en la literatura, se recomiendan futuras investigaciones que evalúen el efecto de nuevas tecnologías como la realidad virtual, la robótica y el uso de interfaces para estimulación magnética

---

<sup>413</sup> SUZUKI, Toshiaki, et al. Characteristics of the F-wave and H-reflex in patients with cerebrovascular diseases: a new method to evaluate neurological findings and effects of continuous stretching of the affected arm. *Electrodiagnosis in new frontiers of clinical research*. 1st ed. Rijeka: InTech, 2013, p. 25-42.

<sup>414</sup> MICHELSSEN, Marc, et al. The Bobath concept-a model to illustrate clinical practice: responding to comments on Michielsen et al. *Disability and rehabilitation*, 2019, vol. 41, no 17, p. 2109-2110.

<sup>415</sup> CHILDERS, Martin K., et al. Inhibitory casting decreases a vibratory inhibition index of the H-reflex in the spastic upper limb. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1999, vol. 80, no 6, p. 714-716.

<sup>416</sup> PERTEGA-DÍAZ, Sonia; FERNÁNDE S., Pita. Cálculo del poder estadístico de un estudio. *Cad Atención Primaria*, 2003, vol. 10, p. 59-63.

<sup>417</sup> KRAEMER, Helena Chmura; KUPFER, David J. Size of treatment effects and their importance to clinical research and practice. *Biological psychiatry*, 2006, vol. 59, no 11, p. 990-996.

transcraneal, sobre la excitabilidad refleja en el MSP. Así mismo, para mejorar la evidencia se requieren investigaciones que describan las respuestas electrofisiológicas a nivel cortical y espinal (potenciales evocados, electromiografía sumada a dinamometría isocinética), para comprender el fenómeno de la espasticidad de una manera global.

**9.3.3 Efecto post-tratamiento sobre las variables de la cinemática articular del PAF.** En este estudio se encontraron cambios significativos para los dos grupos con una disminución en la **duración** del PAF. En cuanto a la **distancia** del PAF aumentó para el GEM y se incrementó la **extensión del codo** en el GFPJ+EM.

La disminución de la **duración** del PAF es un efecto inmediato positivo de las intervenciones, porque post-ECV existe una mayor duración ( $15.61 \pm 4.17$ seg; vs  $14.49 \pm 6.47$ seg,  $p \leq 0,05$ ) y menor velocidad ( $0.83 \pm 1.68^\circ$ /seg; vs  $3.87 \pm 1.42^\circ$ /seg,  $p \leq 0,001$ ), comparado con adultos mayores sanos<sup>418</sup>. Por su parte, el aumento en la **distancia** del PAF puede representar un mayor desplazamiento del tronco, un incremento en la movilidad del hombro y el codo, o una combinación de estas estrategias. Además, la ubicación del objeto y el desplazamiento del tronco (con y sin restricción), pueden influenciar este resultado.

Mandon et al.<sup>419</sup>, encontraron que la contribución del tronco sin restricción y con el objeto cercano fue menor ( $0.04 \pm 0.01$  y  $0.07 \pm 0.01$ m), comparado con el objeto lejano ( $0.08 \pm 0.01$  y  $0.12 \pm 0.02$ m). Al restringir el tronco, el desplazamiento fue menor de  $0.05$ m, pero aumentó con la distancia del objeto ( $0.04 \pm 0.01$  vs  $0.09 \pm 0.01$ m). Por otra parte, la extensión del codo aumentó con la ubicación del objeto y con el tronco

---

<sup>418</sup> MERCHÁN-BAEZA, José Antonio; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, Manuel; CUESTA-VARGAS, Antonio Ignacio. Comparison of kinematic variables obtained by inertial sensors among stroke survivors and healthy older adults in the Functional Reach Test: cross-sectional study. Biomedical engineering online, 2015, vol. 14, no 1, p. 1-15.

<sup>419</sup> MANDON, Laurence, et al. Faster reaching in chronic spastic stroke patients comes at the expense of arm-trunk coordination. Neurorehabilitation and neural repair, 2016, vol. 30, no 3, p. 209-220.

sin restricción ( $10.2^{\circ} \pm 2.0^{\circ}$  y  $18.8^{\circ} \pm 4^{\circ}$ ), también aumentó con el tronco restringido, según la distancia del objeto (cerca  $13.7^{\circ} \pm 2.1^{\circ}$  y lejos  $26.9^{\circ} \pm 4.1^{\circ}$ ). Así mismo, Levin et al.<sup>420</sup>, encontraron que la calidad del movimiento se ve influenciada por la ubicación del objeto que incide en el desplazamiento del tronco, el hombro y el codo.

Las diferencias significativas encontradas para la **extensión del codo** en el GFPJ+EM en el presente estudio, son importantes desde el punto de vista funcional para el MS post-ECV, porque favorece la interacción con el medio, facilitando la toma de objetos y su manipulación<sup>421</sup>. El incremento en la **extensión del codo** en este estudio, puede explicarse por el efecto del EM, que puede producir cambios en la tensión activa y pasiva del músculo, así como reducción en la viscosidad o rigidez de la UMT, que mejoran el rango de movimiento articular<sup>422</sup>.

Así mismo, se ha encontrado que el EM puede promover la sarcomerogénesis, además, el estímulo mecánico logra afectar la MEC y activar las proteínas nucleares de la célula modificando la transcripción de los genes que regulan este proceso. Además, el musculo espástico presenta *per se* cambios a nivel estructural y funcional relacionados con la disminución en la longitud y volumen muscular<sup>423</sup>, aumento en el ángulo de penetración<sup>424</sup> y del porcentaje de tejido no contráctil<sup>425</sup>, cambios en las propiedades elásticas, en la distribución y número de las sarcómeras

---

<sup>420</sup> LEVIN, Mindy F., et al. Relationship between clinical measures of upper limb movement quality and activity poststroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2019, vol. 33, no 6, p. 432-441.

<sup>421</sup> CANO DE LA CUERDA, Roberto, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. *Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. Neurología*, 2015, vol. 30, no 1, p. 32-41.

<sup>422</sup> APOSTOLOPOULOS, Nikos, et al. The relevance of stretch intensity and position-a systematic review. *Frontiers in psychology*, 2015, vol. 6, p. 1128.

<sup>423</sup> DIAS, Caroline Pieta, et al. Adaptações morfológicas musculares na espasticidade: revisão da literatura. *Scientia Medica (Porto Alegre)*, 2013, vol. 23, no 2, p. 102-107.

<sup>424</sup> FATURI, Fernanda Maria, et al. Structural muscular adaptations in upper limb after stroke: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 1, p. 73-79.

<sup>425</sup> ALCÂNTARA, Carolina Carmona de. Caracterização do componente não contráctil do tecido muscular e da resistência ao alongamento passivo em indivíduos hemiparéticos crônicos. 2014.

en serie<sup>426</sup> y el deslizamiento de los puentes cruzados, así como aumento en la hiperexcitabilidad refleja, entre otros<sup>427</sup>.

Los cambios en la extensión del codo obedecen también a los efectos que genera la PC sobre el músculo espástico, los receptores de presión y cutáneos, así mismo, efectos a nivel neurofisiológico dados por cambios en los mecanismos presinápticos (inhibición presináptica) y postsinápticos (depresión pos-activación) mediados por la disminución en la conducción de las fibras la contribuyendo a una menor excitabilidad de la MN $\alpha$ .

Otro aspecto que incide en la distancia del PAF es el compromiso proximal del MS, Bakhti et al.<sup>428</sup>, encontraron que el 61% de las personas post-ECV no involucran el segmento proximal del MS en actividades funcionales, lo cual se correlacionó con bajos puntajes en la EFM ( $r_s = -0.51$ ,  $p = 0.0004$ ).

Los cambios en el presente estudio no fueron significativos en los ángulos del hombro y el tronco en los dos grupos, similar a los resultados de Salazar et al.<sup>429</sup>, quienes aplicaron EM mediante órtesis y posicionamiento, sobre la movilidad articular para la rotación externa de hombro, flexión de hombro y extensión de muñeca,  $p = 0.32$ ,  $p = 0.76$ ,  $p = 0.92$ , respectivamente; aunque fue significativa la reducción de la espasticidad del MS  $p < 0.001$ . Estos efectos difieren de lo encontrado por Katalinic et al.<sup>430</sup>, quienes dentro de la evidencia disponible del

---

<sup>426</sup> DIAS, Caroline Pieta, et al. Adaptações morfológicas musculares na espasticidade: revisão da literatura. *Scientia Medica (Porto Alegre)*, 2013, vol. 23, no 2, p. 102-107.

<sup>427</sup> MONTE ALEGRE, Dalva Cruz, et al. Plasticidade muscular: do músculo sadio ao espástico. *Scire Salutis*, 2012, vol. 2, no 1, pág. 16-34.

<sup>428</sup> BAKHTI, Karima. K. A., et al. Proximal arm non-use when reaching after a stroke. *Neuroscience letters*, 2017, vol. 657, p. 91-96.

<sup>429</sup> SALAZAR, Ana Paula, et al. Effectiveness of static stretching positioning on post-stroke upper-limb spasticity and mobility: systematic review with meta-analysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2019, vol. 62, no 4, p. 274-282.

<sup>430</sup> KATALINIC, Owen M.; HARVEY, Lisa A.; HERBERT, Robert D. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Physical therapy*, 2011, vol. 91, no 1, p. 11-24.

efecto inmediato del EM sobre la movilidad articular reportaron un promedio de cambio de 3° ( $p=0.04$ ); en contraste con el efecto sobre la espasticidad los cambios presentaron un promedio de las diferencias de 0.1 ( $p=0.69$ ), en este estudio se encontró un porcentaje de cambio > 40% en todos los segmentos evaluados con la EAM. Estos efectos inmediatos tienen relevancia clínica sobre la espasticidad, aunque en la literatura se discute la temporalidad del efecto, el cual puede ser transitorio.

En este estudio se encontró un efecto significativo del grupo de intervención sobre la **flexión del tronco** ( $\beta=3.93$ ;  $p=0,01$ ), y aumento significativo en la **distancia** del PAF para el GEM  $\Delta=3.69\text{cm}$  ( $p<0.0001$ ). Valores semejantes a los de Kılınç et al.<sup>431</sup>, en el incremento de la distancia del alcance funcional del grupo experimental pre:  $18.63\pm 3.30\text{cm}$  y post:  $21.84\pm 4.23\text{cm}$  ( $p=0.047$ ), y en el grupo control pre:  $21.20\pm 5.92\text{cm}$  y post:  $22.00\pm 4.50\text{cm}$  ( $p=0.227$ ).

El efecto encontrado sobre la flexión del tronco también puede ser producto de la inclusión del desplazamiento del centro de gravedad en patrones y posturas inhibitorias dentro de la propuesta de tratamiento ecléctico empleada en este estudio, el cual busca modular el tono, mejorar el control del movimiento a través de la facilitación del control proximal, y la reducción de los movimientos selectivos, trabajando en actividades significativas y funcionales<sup>432</sup>.

Además, los resultados del PAF obtenidos en este estudio reflejan la importancia del control proximal del tronco para favorecer la estabilidad dinámica y el uso funcional del MS, el cual es uno de los principales indicadores de la recuperación

---

<sup>431</sup> KILINÇ, Muhammed, et al. The effects of Bobath-based trunk exercises on trunk control, functional capacity, balance, and gait: a pilot randomized controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation*, 2016, vol. 23, no 1, p. 50-58.

<sup>432</sup> DÍAZ-ARRIBAS, María J., et al. Effectiveness of the Bobath concept in the treatment of stroke: a systematic review. *Disability and rehabilitation*, 2020, vol. 42, no 12, p. 1636-1649.

funcional post-ECV<sup>433</sup>. Lo anterior indica la pertinencia de incluir dentro de los planes de tratamiento ejercicios dirigidos al control del tronco superior e inferior. Los estudios de Van Criekinge<sup>434</sup> y Souza<sup>435</sup> mostraron que la inclusión de ejercicios específicos del tronco (ejercicios de estabilidad, toma de peso y coordinación) tienen un efecto benéfico sobre el control del tronco 1.08 (95%CI:0.96–1.31), el balance en sedente 0.84 (95%CI:0.04–0.98) y la movilidad (95%CI:0.67–1.09)  $p < 0.00001$ .

Las restantes variables del PAF mostraron un tamaño del efecto pequeño a favor del GEM, excepto para la extensión de codo ( $d=0.14$ ) ( $\beta = -2.98$ ;  $p=0.19$ ), cuyo efecto fue a favor del GFPJ+EM, sugiriendo posibles cambios inmediatos en la actividad de los mecanorreceptores<sup>436</sup> y mecanismos presinápticos y postsinápticos<sup>437</sup>, lo cual favorece las actividades de alcance funcional<sup>438</sup>.

Las modalidades de intervención empleadas en este estudio (EM y FPJ) presentaron efectos importantes en la clínica, por la disminución del tono muscular y el aumento en el rango de movimiento del MSP, que permitieron mejorar el desempeño en la actividad funcional. Por ello, se recomienda continuar esta línea de investigación, evaluando el efecto de las modalidades de intervención en el contexto de los enfoques contemporáneos del ejercicio terapéutico (ejemplo:

---

<sup>433</sup> KILINÇ, Muhammed, et al. The effects of Bobath-based trunk exercises on trunk control, functional capacity, balance, and gait: a pilot randomized controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation*, 2016, vol. 23, no 1, p. 50-58.

<sup>434</sup> VAN CRIEKINGE, Tamaya, et al. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clinical rehabilitation*, 2019, vol. 33, no 6, p. 992-1002.

<sup>435</sup> SOUZA, Daniele Costa Borges, et al. Inpatient trunk exercises after recent stroke: An update meta-analysis of randomized controlled trials. *NeuroRehabilitation*, 2019, vol. 44, no 3, p. 369-377.

<sup>436</sup> AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>437</sup> ROBICHAUD, Julie A.; AGOSTINUCCI, James; VANDER LINDEN, Darl W. Effect of air-splint application on soleus muscle motoneuron reflex excitability in nondisabled subjects and subjects with cerebrovascular accidents. *Physical therapy*, 1992, vol. 72, no 3, p. 176-183.

<sup>438</sup> ELLIS, Michael D.; SCHUT, Ingrid; DEWALD, Julius PA. Flexion synergy overshadows flexor spasticity during reaching in chronic moderate to severe hemiparetic stroke. *Clinical Neurophysiology*, 2017, vol. 128, no 7, p. 1308-1314.

orientado a las tareas). De igual manera, se sugiere implementar protocolos de intervención que incluyan mayor número de sesiones, para determinar el efecto de la práctica en los procesos de aprendizaje y reaprendizaje motor, así como los efectos acumulativos de las intervenciones<sup>439 440</sup>.

## 9.4 FORTALEZAS Y LIMITACIONES

Los resultados de este estudio son aplicables a personas con espasticidad en los flexores de codo, muñeca y dedos, producto de ECV, con una evolución máxima de 48 meses y una dependencia funcional leve. Este es un estudio pionero, lo cual se identifica como su principal fortaleza, porque evalúa el efecto inmediato de la FPJ sumado al EM sobre la espasticidad de los flexores de codo y muñeca en la ECV, por medio de mediciones objetivas, que permiten determinar su efecto terapéutico.

Para este estudio, las hipótesis planteadas obedecen a tres aspectos que fundamentan el constructo de la espasticidad; el componente neurofisiológico, el clínico y el del control motor. En relación con la hipótesis planteada neurofisiológicamente no se obtuvieron cambios estadísticamente significativos, lo cual pudo obedecer a un tamaño de muestra y poder estadístico pequeño que no permitió detectar los cambios en la excitabilidad refleja de los grupos musculares intervenidos.

Por otra parte, la hipótesis clínica relacionada con la disminución del tono muscular de los flexores de codo, muñeca y dedos producto de la intervención se comprobó, mediante los hallazgos obtenidos con la EAM, y el porcentaje de cambio post intervención. Adicionalmente, en la tarea del PAF se lograron cambios

---

<sup>439</sup> KLEYNEN, Melanie, et al. Application of motor learning in neurorehabilitation: a framework for health-care professionals. *Physiotherapy theory and practice*, 2018.

<sup>440</sup> ANDERSON, Sharon; WHITFIELD, Kyle. An ecological approach to activity after stroke: it takes a community. *Topics in stroke rehabilitation*, 2011, vol. 18, no 5, p. 509-524.

estadísticamente significativos para la extensión del codo y la duración del patrón, lo cual refleja un mejor desempeño funcional como efecto inmediato de la intervención.

De otro lado, el entrenamiento de la investigadora principal y los auxiliares, así como el desarrollo de la prueba piloto, permitieron estandarizar los protocolos de evaluación e intervención, y controlar los factores técnicos y fisiológicos, manteniendo el rigor metodológico durante el desarrollo del proyecto.

La principal limitación del estudio se relaciona con la generalización de estos resultados, porque el efecto inmediato de la intervención aplica solamente para adultos mayores en fase crónica post-ECV, con hipertensión entre leve y severa del MSP, compromiso moderado y severo del desempeño motor, con dependencia leve o funcionalmente independientes.

Por otra parte, teniendo en cuenta el análisis del poder estadístico del estudio no se encontró una diferencia estadísticamente significativa en las variables de la excitabilidad refleja, al realizar las comparaciones pre y post intervención por grupo de estudio, lo cual puede obedecer al tamaño de muestra pequeño, a las características de los participantes (fase crónica), o al tipo de variables definidas.

Además, existe un potencial **sesgo de clasificación**, en el reporte del número de sesiones de fisioterapia, porque fue una información proporcionada por los participantes, ya que no se contaba con registros en medio físico o electrónico, sin embargo, el análisis de covarianza se ajustó teniendo en cuenta esta variable.

## **9.5 APORTES E IMPLICACIONES PARA LA FISIOTERAPIA**

Los resultados de este estudio sugieren que el EM y la FPJ+EM pueden ser utilizados en la clínica por su efecto inhibitorio inmediato en el tono muscular del

MS; y por sus contribuciones en la organización espacio temporal del PAF, debido al diseño de la intervención que involucraba el MS sin restricción del tronco.

En el caso del uso combinado de la FPJ+EM, además se observó un efecto inmediato en el incremento de la extensión del codo, lo cual sugiere el efecto favorable de la presión circunferencial mantenida, que contribuye en la relajación de los flexores del codo, por su efecto sobre los receptores cutáneos sumado al efecto del EM sobre el OTG.

Por los efectos inmediatos mencionados, se sugiere el uso clínico de la FPJ y del EM en conjunto con otras modalidades terapéuticas para contribuir a la modulación del tono y el control del MS; definiendo los parámetros de aplicación de cada procedimiento y la dosificación del ejercicio terapéutico (duración, frecuencia, intensidad) según el compromiso de cada paciente y la respuesta individual a la intervención<sup>441 442</sup>.

Este estudio favoreció la apropiación social del conocimiento gracias a su difusión en eventos científicos, como el II Encuentro Internacional en Ciencias de la Salud: Conocimiento, Sociedad y Desarrollo, llevado a cabo en la Universidad Industrial de Santander en agosto de 2018 y el Congreso Mundial de Fisioterapia en línea de la WCPT - 2021.

Igualmente, aportó a la producción científica del Grupo de Estudio del Dolor GED, en la línea de modalidades del ejercicio y sus efectos sobre el sistema neuromuscular, y del grupo MAV en la línea evaluación y análisis del movimiento

---

<sup>441</sup> AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

<sup>442</sup> SALAZAR, Ana Paula, et al. Effectiveness of static stretching positioning on post-stroke upper-limb spasticity and mobility: systematic review with meta-analysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2019, vol. 62, no 4, p. 274-282.

corporal humano normal y alterado, contribuyendo a la consolidación del programa de Maestría en Fisioterapia de la UIS.

## 10. CONCLUSIONES

- Las evaluaciones neurofisiológicas y clínicas de la espasticidad como el reflejo H, la cinemática articular en una tarea funcional (PAF), y la EAM son herramientas que pueden ser utilizadas para la evaluación de la espasticidad en pacientes post-ECV.
- Los cambios inmediatos observados en este estudio fueron producto de las intervenciones realizadas, puesto que el comportamiento en la línea de base de los participantes fue homogéneo.
- El grupo intervenido con la FPJ sumado al EM presentó un efecto inmediato sobre la disminución del tono muscular de los flexores de codo, muñeca y dedos, así como sobre el desempeño en el PAF reflejado en una menor duración en la ejecución de la tarea y aumento en la extensión del codo.
- Al analizar el efecto inmediato de las intervenciones realizadas, los hallazgos sugieren que la FPJ puede ser utilizada como una herramienta complementaria en el tratamiento fisioterapéutico de la espasticidad en personas post-ECV.

## 11. RECOMENDACIONES

- Se sugiere estandarizar estrictamente los protocolos de evaluación e intervención y determinar las propiedades psicométricas de las mediciones empleadas para evitar efectos confusores.
- Se propone continuar investigando el comportamiento del reflejo H en el FRC, debido a que este músculo es uno de los más comprometidos en el MS producto de la espasticidad post-ECV y contribuye de manera importante a la ejecución de actividades de agarre y manipulación de objetos.
- Se sugieren futuros estudios para evaluar la eficacia a mediano y largo plazo de la FPJ sobre la espasticidad del MS, por medio de una intervención con un mayor número de sesiones de tratamiento. También se recomienda incluir en la evaluación y tratamiento tareas bimanuales, por el compromiso del lado parético y no parético.
- Para la reeducación y reaprendizaje del movimiento en personas post-ECV se recomienda la aplicación del EM y de la FPJ en posturas inhibitorias, donde se facilite la modulación del tono, la integración sensorio-motora, enfatizando en el monitoreo permanente la postura global y la toma simétrica de peso, involucrando al paciente en actividades con un fin funcional.

## BIBLIOGRAFIA

ADA, Louise, et al. Profile of upper limb recovery and development of secondary impairments in patients after stroke with a disabled upper limb: an observational study. *Physiotherapy theory and practice*, 2020, vol. 36, no 1, p. 196-202.

ADA, Louise, et al. Thirty minutes of positioning reduces the development of shoulder external rotation contracture after stroke: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2005, vol. 86, no 2, p. 230-234.

AGOSTINUCCI, James, et al. The effects of circumferential air splint pressure on flexor carpi radialis H-reflex in subjects without neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2006, vol. 103, no 2, p. 565-579.

AGOSTINUCCI, James. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Perceptual and motor skills*, 2010, vol. 110, no 1, p. 89-103.

AGUIAR, Stefane A., et al. Effect of central lesions on a spinal circuit facilitating human wrist flexors. *Scientific reports*, 2018, vol. 8, no 1, pág. 1-6.

ALCÂNTARA, Carolina Carmona de. Caracterização do componente não contrátil do tecido muscular e da resistência ao alongamento passivo em indivíduos hemiparéticos crônicos. 2014.

ALLISON, Rhoda, et al. Incidence, time course and predictors of impairments relating to caring for the profoundly affected arm after stroke: a systematic review. *Physiotherapy Research International*, 2016, vol. 21, no 4, p. 210-227.

ALVES SOUZA, Juliana, et al. Biophotogrammetry: reliability of measurements obtained with a posture assessment software (SAPO). *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 2011, vol. 13, no 4, p. 299-305.

AMANO, Satoru, et al. Clinimetric properties of the shortened Fugl-Meyer Assessment for the assessment of arm motor function in hemiparetic patients after stroke. *Topics in stroke rehabilitation*, 2020, vol. 27, no 4, p. 290-295.

AMINI, Malek, et al. Combined effect of botulinum toxin and splinting on motor components and function of people suffering a stroke. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 2016, vol. 30, p. 373.

ANAYA, Mayerly; HERRERA, Esperanza. Efecto inmediato de la crioterapia sobre la excitabilidad refleja en personas con espasticidad post-ECV. *Revista Salud UIS*, 2016, vol. 48, no 4, p. 496-507.

ANDERSON, Sharon; WHITFIELD, Kyle. An ecological approach to activity after stroke: it takes a community. *Topics in stroke rehabilitation*, 2011, vol. 18, no 5, p. 509-524.

APOSTOLOPOULOS, Nikos, et al. The relevance of stretch intensity and position—a systematic review. *Frontiers in psychology*, 2015, vol. 6, p. 1128.

AYMARD, Claire, et al. Presynaptic inhibition and homosynaptic depression: a comparison between lower and upper limbs in normal human subjects and patients with hemiplegia. *Brain*, 2000, vol. 123, no 8, p. 1688-1702.

AYOUB, Sandy, et al. The positive and the negative impacts of spasticity in patients with long-term neurological conditions: an observational study. *Disability and rehabilitation*, 2021, vol. 43, no 23, p. 3357-3364.

BAAGØE, Susanne Kirk, et al. Development of muscle contractures and spasticity during subacute rehabilitation after severe acquired brain injury: a prospective cohort study. *Brain injury*, 2019, vol. 33, no 11, p. 1460-1466.

BACCA, Odair, et al. Enfoques del ejercicio terapéutico sobre la espasticidad en miembro inferior post-Enfermedad Cerebro Vascular: revisión sistemática. *Salud UIS*, 2017, vol. 49, no 2, p. 364-378.

BACCA, Odair. Efecto inmediato de la férula de presión de Johnstone y las técnicas de inhibición sobre la espasticidad de los plantiflexores en la enfermedad cerebro vascular (ECV). Universidad Industrial de Santander; 2017.

BACCA, Odair; PATIÑO SEGURA, María Solange; HERRERA VILLABONA, Esperanza. Circumferential pressure treatment reduces post-stroke spasticity: a pilot randomized controlled trial. *Physiotherapy and Occupational Therapy Journal*, 2021.

BACCA, Odair; PATIÑO SEGURA, María Solange; HERRERA VILLABONA, Esperanza. Immediate effect of Johnstone pressure splint and the inhibition techniques on reflex excitability of plantiflexores muscles in subjects with stroke. Cape Town, Sur África: World Confederation for Physical Therapy Congress 2017; 2017.

BAKHTI, Karima. K. A., et al. Proximal arm non-use when reaching after a stroke. *Neuroscience letters*, 2017, vol. 657, p. 91-96.

BALCI, Belgin Petek. Spasticity measurement. *Archives of Neuropsychiatry*, 2018, vol. 55, no Suppl 1, p. S49.

BAUDE, Marjolaine; NIELSEN, Jens Bo; GRACIES, Jean-Michel. The neurophysiology of deforming spastic paresis: a revised taxonomy. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2019, vol. 62, no 6, p. 426-430.

BENJAMIN, Emelia J., et al. Heart disease and stroke statistics—2018 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*, 2018, vol. 137, no 12, p. e67-e492.

BHADANE, Minal Y., et al. Correlation of resting elbow angle with spasticity in chronic stroke survivors. *Frontiers in neurology*, 2015, vol. 6, p. 183.

BHAGUBAI, Miguel MC, et al. Quantifying Pathological Synergies in the Upper Extremity of Stroke Subjects with the Use of Inertial Measurement Units: A Pilot Study. *IEEE journal of translational engineering in health and medicine*, 2020, vol. 9, p. 1-11.

BHASIN, Ashu, et al. Neural interface of mirror therapy in chronic stroke patients: a functional magnetic resonance imaging study. *Neurology India*, 2012, vol. 60, no 6, p. 570.

BHATNAGAR, Kavita, et al. Comparing Home Upper Extremity Activity with Clinical Evaluations of Arm Function in Chronic Stroke. *Archives of rehabilitation research and clinical translation*, 2020, vol. 2, no 2, p. 100048.

BHIMANI, Rozina H., et al. Clinical measurement of limb spasticity in adults: state of the science. *Journal of Neuroscience Nursing*, 2011, vol. 43, no 2, p. 104-115.

BIMOL, Naorem, et al. Wrist hand orthoses in the management of upper limb spasticity in hemiplegia-a randomised controlled trial study. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences*, 2017, vol. 6, no 94, p. 6877-6881..

BLACK, Laura; GAEBLER-SPIRA, Deborah. Nonsurgical treatment options for upper limb spasticity. *Hand clinics*, 2018, vol. 34, no 4, p. 455-464.

BONNEFOY, Alice; LOUIS, Nicolas; GORCE, Philippe. Muscle activation during a reach-to-grasp movement in sitting position: influence of the distance. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2009, vol. 19, no 2, p. 269-275.

BORDOLOI, Kuki; DEKA, Rup Sekhar. Modified Rood's approach and ability of independent selfcare in haemorrhagic stroke patients of Assam, India. 2020.

BORDOLOI, Kuki; DEKA, Rup Sekhar. Scientific reconciliation of the concepts and principles of rood approach. *Int J Health Sci Res*, 2018, vol. 8, no 9, p. 225-234.

BRANCO, João P., et al. Assessing functional recovery in the first 6 months after acute ischaemic stroke: a prospective, observational study. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 2019, Feb; 55(1): 1–7.

BRASHEAR, Allison (ed.). *Spasticity: diagnosis and management*. Springer Publishing Company, 2015.

BURKE, David. Clinical uses of H reflexes of upper and lower limb muscles. *Clinical neurophysiology practice*, 2016, vol. 1, p. 9-17.

BURKE, David; WISSEL, Jörg; DONNAN, Geoffrey A. Pathophysiology of spasticity in stroke. *Neurology*, 2013, vol. 80, no 3 Supplement 2, p. S20-S26.

CAMBIER, Dirk C., et al. Treating sensory impairments in the post-stroke upper limb with intermittent pneumatic compression. Results of a preliminary trial. *Clinical rehabilitation*, 2003, vol. 17, no 1, p. 14-20.

CANO DE LA CUERDA, Roberto; COLLADO VÁZQUEZ, Susana. *Neurorrehabilitación*. Editorial médica Panamericana, 2012. p. 89–96.

CANO DE LA CUERDA, Roberto, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. *Neurología*, 2015, vol. 30, no 1, p. 32-41.

CARTER, Russell, et al. *Rehabilitation research: principles and applications*. Elsevier Health Sciences, 2015.

CARVALHO, Raquel, et al. Physiotherapy based on problem-solving in upper limb function and neuroplasticity in chronic stroke patients: A case series. *Journal of evaluation in clinical practice*, 2018, vol. 24, no 3, p. 552-560.

CASTELLANOS-RUIZ, Juliaalba; PINZÓN-BERNAL, Mónica Yamile; GIRALDO-SAMBONÍ, Etni Johana. Virtual Reality for Spastic Hand in Stroke Patient. Systematic Review. *Revista Ecuatoriana de Neurología*, 2020, vol. 29, no 2, p. 67-77.

CASULA, Elias Paolo, et al. Evidence for interhemispheric imbalance in stroke patients as revealed by combining transcranial magnetic stimulation and electroencephalography. *Human Brain Mapping*, 2021, vol. 42, no 5, p. 1343-1358.

CERRATO, Marina; BONELL, Claudia; TABERNIG, Carolina B. Factores que afectan el reflejo de Hoffmann en su uso como herramienta de exploración neurofisiológica. *Rev. neurol.(Ed. impr.)*, 2005, p. 354-360.

CHA, Yesung; ARAMI, Arash. Quantitative modeling of spasticity for clinical assessment, treatment and rehabilitation. *Sensors*, 2020, vol. 20, no 18, p. 5046.

CHANG, Shuo-Hsiu, et al. Spasticity, weakness, force variability, and sustained spontaneous motor unit discharges of resting spastic–paretic biceps brachii muscles in chronic stroke. *Muscle & nerve*, 2013, vol. 48, no 1, p. 85-92.

CHARDON, Matthieu K., et al. In-Vivo Study of Passive Musculotendon Mechanics in Chronic Hemispheric Stroke Survivors. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 2020, vol. 28, no 4, p. 1022-1031.

CHERPIN, Adele, et al. A preliminary study on the relationship between proprioceptive deficits and motor functions in chronic stroke patients. En 2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR). IEEE, 2019. p. 465-470.

CHEUNG, Raymond Tak Fai. A systematic approach to the definition of stroke. *Austin Journal of Cerebrovascular Disease & Stroke*, 2014.

CHILDERS, Martin K., et al. Inhibitory casting decreases a vibratory inhibition index of the H-reflex in the spastic upper limb. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 1999, vol. 80, no 6, p. 714-716.

CHRISTIE, Anita D., et al. Reliability of the FCR H-reflex. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 2005, vol. 22, no 3, p. 204-209.

CID-RUZAFÁ, Javier; DAMIÁN-MORENO, Javier. Valoración de la discapacidad física: el índice de Barthel. *Revista española de salud pública*, 1997, vol. 71, p. 127-137.

COHEN, Jacob. A power primer. *Psychol Bull.* 2003.

COHEN, Jacob. Statistical power analysis. Current directions in psychological science, 1992, vol. 1, no 3, p. 98-101.

COLLINS, Kathryn C., et al. Kinematic components of the reach-to-target movement after stroke for focused rehabilitation interventions: systematic review and meta-analysis. Frontiers in neurology, 2018, vol. 9, p. 472.

COLOMBIA. DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - DANE. [en línea]. Estadísticas Vitales - Defunciones Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE 2021-01-15. 2019 [fecha de consulta: 15 enero 2021]. Disponible en: [https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/MICRODATOS/about\\_collection/22/?per\\_page=10](https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/MICRODATOS/about_collection/22/?per_page=10)

COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Salud. Resolución No. 8430 (4, octubre, 1993). Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Bogotá: El Ministerio, 1993.

CORTI, Manuela, et al. Differential effects of power training versus functional task practice on compensation and restoration of arm function after stroke. Neurorehabilitation and neural repair, 2012, vol. 26, no 7, p. 842-854.

CREAMER, Michael, et al. Effect of Intrathecal Baclofen on Pain and Quality of Life in Poststroke Spasticity: A Randomized Trial (SISTERS). Stroke, 2018, vol. 49, no 9, p. 2129-2137.

DAGENAIS, Gilles R., et al. Variations in common diseases, hospital admissions, and deaths in middle-aged adults in 21 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. The Lancet, 2020, vol. 395, no 10226, p. 785-794.

DAWSON, Gail F. Interpretación fácil de la bioestadística: la conexión entre la evidencia y las decisiones médicas. Elsevier Health Sciences, 2009.

DE JONG, Lex D., et al. Combined arm stretch positioning and neuromuscular electrical stimulation during rehabilitation does not improve range of motion, shoulder pain or function in patients after stroke: a randomised trial. *Journal of physiotherapy*, 2013, vol. 59, no 4, p. 245-254.

DE JONG, Lex D.; NIEUWBOER, Alice; AUFDEMKAMPE, Geert. Contracture preventive positioning of the hemiplegic arm in subacute stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 2006, vol. 20, no 8, p. 656-667.

DEMARTINO, Amanda Magalhães, et al. Hand function and type of grasp used by chronic stroke individuals in actual environment. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 4, p. 247-254.

DENIZOĞLU KÜLLI, Hilal, et al. Effect of Different Types of Inputs Combined with Contralateral Force Irradiation on Hand Function and Strength in Hemiplegia:(A Pilot study). 2019.

DERAKHSHANFAR, Maryam, et al. Sensory interventions on motor function, activities of daily living, and spasticity of the upper limb in people with stroke: A randomized clinical trial. *Journal of Hand Therapy*, 2020.

DIAS, Caroline Pieta, et al. Adaptações morfológicas musculares na espasticidade: revisão da literatura. *Scientia Medica (Porto Alegre)*, 2013, vol. 23, no 2, p. 102-107.

DÍAZ-ARRIBAS, María J., et al. Effectiveness of the Bobath concept in the treatment of stroke: a systematic review. *Disability and rehabilitation*, 2020, vol. 42, no 12, p. 1636-1649.

DORŇÁK, Tomáš, et al. Prevalence and evolution of spasticity in patients suffering from first-ever stroke with carotid origin: a prospective, longitudinal study. *European journal of neurology*, 2019, vol. 26, no 6, p. 880-886.

DOS SANTOS, Rebeka Borba Costa, et al. Cortical and spinal excitability changes after repetitive transcranial magnetic stimulation combined to physiotherapy in stroke spastic patients. *Neurological Sciences*, 2019, vol. 40, no 6, p. 1199-1207.

DOUSSOULIN, Arlette, et al. Prevalence of spasticity and postural patterns in the upper extremity post stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2020, vol. 29, no 11, p. 105253.

ELLIS, Michael D.; SCHUT, Ingrid; DEWALD, Julius PA. Flexion synergy overshadows flexor spasticity during reaching in chronic moderate to severe hemiparetic stroke. *Clinical Neurophysiology*, 2017, vol. 128, no 7, p. 1308-1314.

FATURI, Fernanda Maria, et al. Structural muscular adaptations in upper limb after stroke: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 2019, vol. 26, no 1, p. 73-79.

FELDMAN, Anatol G.; ZHANG, Lei. Eye and head movements and vestibulo-ocular reflex in the context of indirect, referent control of motor actions. *Journal of Neurophysiology*, 2020, vol. 124, no 1, p. 115-133.

FERRARELLO, Francesco, et al. Efficacy of physiotherapy interventions late after stroke: a meta-analysis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 2011, vol. 82, no 2, p. 136-143.

FERREIRA, Sílvia, et al. Ajustes posturais antecipatórios no movimento de alcançar em indivíduos pós-acidente vascular encefálico. 2010.

FERRER GONZÁLEZ, Begoña María. Adaptación y validación al español de la escala Fugl-Meyer en el manejo de la rehabilitación de pacientes con ictus. 2016.

FISHER, Morris A. H reflexes and F waves fundamentals, normal and abnormal patterns. *Neurologic clinics*, 2002, vol. 20, no 2, p. 339-360.

FORAN, Jared RH, et al. Structural and mechanical alterations in spastic skeletal muscle. *Developmental medicine & Child neurology*, 2005, vol. 47, no 10, p. 713-717.

FRENKEL-TOLEDO, Silvi; OFIR-GEVA, Shay; SOROKER, Nachum. Lesion topography impact on shoulder abduction and finger extension following left and right hemispheric stroke. *Frontiers in human neuroscience*, 2020, vol. 14, p. 282.

FUNASE, Kozo; MILES, Timothy S. Observations on the variability of the H reflex in human soleus. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 1999, vol. 22, no 3, p. 341-346.

GANDECHA, Kinjal, et al. A Study to find out the Effect of Circumferential Pressure on Flexor Carpi Radialis H-reflex in Post Stroke Patients-An Observational Study. Website: [www.ijpot.com](http://www.ijpot.com), 2016, vol. 10, no 3, p. 122.

GAO, Jing, et al. Ultrasound strain imaging to assess the biceps brachii muscle in chronic poststroke spasticity. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 2018, vol. 37, no 8, p. 2043-2052.

GARCÍA ÁLVAREZ, Alicia, et al. Functional classification of grasp strategies used by hemiplegic patients. *PLoS One*, 2017, vol. 12, no 11, p. e0187608.

GARCÍA, Carolina, et al. Actualización en diagnóstico y tratamiento del ataque cerebrovascular isquémico agudo. *Universitas Medica*, 2019, vol. 60, no 3, p. 1-17.

GARCIA-BERNAL, Maria-Isabel, et al. Validity and reliability of myotonometry for assessing muscle viscoelastic properties in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*, 2021, vol. 11, no 1, p. 1-12.

GARDAS, Shailesh; SHAH, Masumi. Effect of Circumferential Pressure Application by Sphygmomanometer on Spasticity and Motor Functions in Patients with Stroke. 2020;10(2):49–56. [en línea]. Disponible en: <https://tinyurl.com/yckvzzer>

GOMEZ-SORIANO, Julio, et al. Evaluation and quantification of spasticity: a review of the clinical, biomechanical and neurophysiological methods. *Revista de neurologia*, 2012, vol. 55, no 4, p. 217-226.

GRIMM, Florian; NAROS, Georgios; GHARABAGHI, Alireza. Compensation or restoration: closed-loop feedback of movement quality for assisted reach-to-grasp exercises with a multi-joint arm exoskeleton. *Frontiers in neuroscience*, 2016, vol. 10, pág. 1–8.

HAINES, Duane E.; FAAA, PhD Faaas; MIHAILOFF, Gregory A. (ed.). *Principios de neurociencia: aplicaciones básicas y clínicas*. Elsevier, 2019.

HAMEED, Husamuldeen Khalid, et al. Investigating the performance of an amplitude-independent algorithm for detecting the hand muscle activity of stroke survivors. *Journal of medical engineering & technology*, 2020, vol. 44, no 3, p. 139-148.

HARB, Andrew; KISHNER, Stephen. Modified Ashworth Scale. *StatPearls* [Internet], 2020.

HARRISON, Jennifer K.; MCARTHUR, Katherine S.; QUINN, Terence J. Assessment scales in stroke: clinimetric and clinical considerations. *Clinical interventions in aging*, 2013, vol. 8, p. 201.

HARVEY, Lisa A., et al. Stretch for the treatment and prevention of contracture: an abridged republication of a Cochrane Systematic Review. *Journal of physiotherapy*, 2017, vol. 63, no 2, p. 67-75.

HESS, Daniela, et al. Modalidades de Tratamento da Espasticidade: Uma Revisão da Literatura. *Cadernos De Educação, Saúde E Fisioterapia*, 2017, vol. 4, no 7.

HIJIKATA, Nanako, et al. Item Difficulty of Fugl-Meyer Assessment for Upper Extremity in Persons with Chronic Stroke with Moderate-to-Severe Upper Limb Impairment. *Frontiers in neurology*, 2020, vol. 11, p. 1395.

HOOYMAN, Andrew; WANG, Peiyuan; SCHAEFER, Sydney Y. Age-related differences in functional tool-use are due to changes in movement quality and not simply motor slowing. *Experimental Brain Research*, 2021, vol. 239, no 5, p. 1617-1626.

HORSLEY, Sally A.; HERBERT, Robert D.; ADA, Louise. Four weeks of daily stretch has little or no effect on wrist contracture after stroke: a randomised controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*, 2007, vol. 53, no 4, p. 239-245.

HREHA, Kimberly, et al. The impact of stroke on psychological and physical function outcomes in people with long-term physical disability. *Disability and health journal*, 2020, vol. 13, no 4, p. 100919.

HU, Xiaogang, et al. Altered motor unit discharge patterns in paretic muscles of stroke survivors assessed using surface electromyography. *Journal of neural engineering*, 2016, vol. 13, no 4, p. 046025.

HU, Xiaogang, et al. Contributions of motoneuron hyperexcitability to clinical spasticity in hemispheric stroke survivors. *Clinical Neurophysiology*, 2015, vol. 126, no 8, p. 1599-1606.

HUANG, Cheng-Ya; WANG, Chun-Hou; HWANG, Shiou. Characterization of the mechanical and neural components of spastic hypertonia with modified H reflex. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2006, vol. 16, no 4, p. 384-391.

HUNNICUTT, Jennifer L.; GREGORY, Chris M. Skeletal muscle changes following stroke: a systematic review and comparison to healthy individuals. *Topics in stroke rehabilitation*, 2017, vol. 24, no 6, p. 463-471.

INGLIS, James Greig; CHRISTIE, Anita D.; GABRIEL, David A. Practice evoking the flexor carpi radialis H-reflex: A guideline for proficiency. *Perceptual and motor skills*, 2007, vol. 104, no 1, p. 287-297.

ISRAELY, Sharon; LEISMAN, Gerry; CARMELI, Eli. Neuromuscular synergies in motor control in normal and poststroke individuals. *Reviews in the Neurosciences*, 2018, vol. 29, no 6, p. 593-612.

JABRE, Joe F. Surface recording of the H-reflex of the flexor carpi radialis. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 1981, vol. 4, no 5, p. 435-438.

JABRE, Joe F.; STÅLBERG, Erik V. Single-fiber EMG study of the flexor carpi radialis H reflex. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 1989, vol. 12, no 7, p. 523-527.

JANG, Woo H., et al. The effect of a wrist-hand stretching device for spasticity in chronic hemiparetic stroke patients. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2016, vol. 52, no 1, p. 65-71.

JOHNSON, Catherine Owens, et al. Global, regional, and national burden of stroke, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, 2019, vol. 18, no 5, p. 439-458.

JOHNSTONE, Margaret. Current advances in the use of pressure splints in the management of adult hemiplegia. *Physiotherapy*, 1989, vol. 75, no 7, p. 381-384.

JOHNSTONE, Margaret. Restoration of motor function in the stroke patient: a physiotherapist's approach. Churchill Livingstone, 1987.

JOHNSTONE, Margaret. The stroke patient: Principles of rehabilitation. Churchill Livingstone, 1976.

JOHNSTONE, Margaret; BARTON, Estrid. Restoration of normal movement after Stroke. WB Saunders Company, 1995.

KAFRI, Michal; ATUN-EINY, Osnat. From motor learning theory to practice: a scoping review of conceptual frameworks for applying knowledge in motor learning to physical therapist practice. *Physical therapy*, 2019, vol. 99, no 12, p. 1628-1643.

KALLENBERG, Laura AC; HERMENS, Hermie J. Motor unit properties of biceps brachii during dynamic contractions in chronic stroke patients. *Muscle & nerve*, 2011, vol. 43, no 1, p. 112-119.

KATALINIC, Owen M.; HARVEY, Lisa A.; HERBERT, Robert D. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Physical therapy*, 2011, vol. 91, no 1, p. 11-24.

KATOOZIAN, Leila, et al. The onset and frequency of spasticity after first ever stroke. *Journal of the National Medical Association*, 2018, vol. 110, no 6, p. 547-552.

KATZ-LEURER, Michal, et al. Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disability and rehabilitation*, 2009, vol. 31, no 3, p. 243-248.

KAUSER, Syeda Asma; SHARMA, Satish C. Effect of pressure application by sphygmomanometer on spasticity in post-stroke hemiplegic patients. *Indian J Physiother Occup Ther - An Int J*. 2015, vol. 9, no 2, p. 156.

KAWAKAMI, Michiyuki, et al. Change in reciprocal inhibition of the forearm with motor imagery among patients with chronic stroke. *Neural plasticity*, 2018, vol. 2018.

KEREM, Mintaze; LIVANELIOGLU, Ayse; TOPCU, Meral. Effects of Johnstone pressure splints combined with neurodevelopmental therapy on spasticity and cutaneous sensory inputs in spastic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 2001, vol. 43, no 5, p. 307-313.

KHAN, Fary, et al. Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: an overview of systematic reviews. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2019, vol. 62, no 4, p. 265-273.

KHAN, Mokhtar Ahmad, et al. Effect of hand splinting versus stretching exercises for reducing spasticity and improving hand function in poststroke hemiplegia: A comparative interventional study. *The Indian Journal of Occupational Therapy*, 2018, vol. 50, no 4, p. 125.

KILINÇ, Muhammed, et al. The effects of Bobath-based trunk exercises on trunk control, functional capacity, balance, and gait: a pilot randomized controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation*, 2016, vol. 23, no 1, p. 50-58.

KIM, Kyung, et al. Kinematic analysis of upper extremity movement during drinking in hemiplegic subjects. *Clinical Biomechanics*, 2014, vol. 29, no 3, p. 248-256.

KIMURA, Jun, et al. Human reflexes and late responses. Report of an IFCN committee. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 1994, vol. 90, no 6, p. 393-403.

KLEYNEN, Melanie, et al. Application of motor learning in neurorehabilitation: a framework for health-care professionals. *Physiotherapy theory and practice*, 2018.

KONEČNÝ, Petr; SEDLÁČEK, Petr; TARASOVÁ, Martina. The Influence of Combinations Air-splinting and Botulinum Toxin-A Therapy to Changes in Spasticity of the Hand. *Environment*, vol. 2, no 10, p. 14-15.

KONRAD, Andreas, et al. The time course of muscle-tendon properties and function responses of a five-minute static stretching exercise. *European journal of sport science*, 2019, vol. 19, no 9, p. 1195-1203.

KRAEMER, Helena Chmura; KUPFER, David J. Size of treatment effects and their importance to clinical research and practice. *Biological psychiatry*, 2006, vol. 59, no 11, p. 990-996.

KUKULKA, Carl G., et al. Effect of tendon pressure on alpha motoneuron excitability. *Physical therapy*, 1985, vol. 65, no 5, p. 595-600.

KUO, Chih-Lin; HU, Gwo-Chi. Post-stroke spasticity: a review of epidemiology, pathophysiology, and treatments. *International Journal of Gerontology*, 2018, vol. 12, no 4, p. 280-284.

KWAKKEL, Gert, et al. Standardized measurement of quality of upper limb movement after stroke: consensus-based core recommendations from the second stroke recovery and rehabilitation roundtable. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2019, vol. 33, no 11, p. 951-958.

LAMY, Jean-Charles, et al. Impaired efficacy of spinal presynaptic mechanisms in spastic stroke patients. *Brain*, 2009, vol. 132, no 3, p. 734-748.

LAPEYRE, Eric; KUKS, Jan; MEIJLER, Willem J. Spasticity: revisiting the role and the individual value of several pharmacological treatments. *NeuroRehabilitation*, 2010, vol. 27, no 2, p. 193-200.

LATASH, Mark L.; ZATSIORSKY, Vladimir. *Biomechanics and motor control: defining central concepts*. Academic Press, 2015.

LECHARTE, Thomas, et al. Effect of chronic stretching interventions on the mechanical properties of muscles in patients with stroke: A systematic review. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2020, vol. 63, no 3, p. 222-229.

LEE, Kyoung Bo, et al. Six-month functional recovery of stroke patients: a multi-time-point study. *International journal of rehabilitation research. Internationale Zeitschrift für Rehabilitationsforschung. Revue internationale de recherches de readaptation*, 2015, vol. 38, no 2, p. 173.

LEE, Sabrina SM, et al. Muscle material properties in passive and active stroke-impaired muscle. *Journal of biomechanics*, 2019, vol. 83, p. 197-204.

LENG, Yan, et al. Alterations of elastic property of spastic muscle with its joint resistance evaluated from shear wave elastography and biomechanical model. *Frontiers in neurology*, 2019, vol. 10, p. 736.

LEVIN, Mindy F., et al. Activation of elbow extensors during passive stretch of flexors in patients with post-stroke spasticity. *Clinical Neurophysiology*, 2018, vol. 129, no 10, p. 2065-2074.

LEVIN, Mindy F., et al. Relationship between clinical measures of upper limb movement quality and activity poststroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2019, vol. 33, no 6, p. 432-441.

LEVIN, Mindy F., et al. Use of the trunk for reaching targets placed within and beyond the reach in adult hemiparesis. *Experimental brain research*, 2002, vol. 143, no 2, p. 171-180.

LEVIN, Mindy F.; KLEIM, Jeffrey A.; WOLF, Steven L. What do motor “recovery” and “compensation” mean in patients following stroke?. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2009, vol. 23, no 4, p. 313-319.

LI, Le; TONG, Kai Y.; HU, Xiaoling. The effect of poststroke impairments on brachialis muscle architecture as measured by ultrasound. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2007, vol. 88, no 2, p. 243-250.

LI, Sheng, et al. A unifying pathophysiological account for post-stroke spasticity and disordered motor control. *Frontiers in neurology*, 2019, vol. 10, p. 1–8.

LI, Sheng. Spasticity, motor recovery, and neural plasticity after stroke. *Frontiers in neurology*, 2017, vol. 8, p. 120.

LI, Sheng; FRANCISCO, Gerard E. New insights into the pathophysiology of post-stroke spasticity. *Frontiers in human neuroscience*, 2015, vol. 9, p. 1–9.

LIEBER, Richard L., et al. Skeletal muscle mechanics, energetics and plasticity. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2017, vol. 14, no 1, p. 1-16.

LINDSAY, M. Patrice, et al. World Stroke Organization (WSO): global stroke fact sheet 2019. 2019.

LUNDSTRÖM, Erik, et al. Time-course and determinants of spasticity during the first six months following first-ever stroke. *Journal of rehabilitation medicine*, 2010, vol. 42, no 4, p. 296-301.

LUO, Zichong, et al. Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review. *Journal of International Medical Research*, 2020, vol. 48, no 3, p. 0300060519888425.

MA, Hui-Ing, et al. Kinematic manifestation of arm-trunk performance during symmetric bilateral reaching after stroke: within vs. beyond arm's length. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 2017, vol. 96, no 3, p. 146-151.

MAIER, Martina; BALLESTER, Belén Rubio; VERSCHURE, Paul FMJ. Principles of neurorehabilitation after stroke based on motor learning and brain plasticity mechanisms. *Frontiers in systems neuroscience*, 2019, vol. 13, p. 74.

MANDON, Laurence, et al. Faster reaching in chronic spastic stroke patients comes at the expense of arm-trunk coordination. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2016, vol. 30, no 3, p. 209-220.

MARTÍNEZ DE LA IGLESIA, Jorge; HERRERO, R. Dueñas; VILCHES, MC Onis. Cross-cultural adaptation and validation of Pfeiffer's test (Short Portable Mental Status Questionnaire [SPMSQ]) to screen cognitive impairment in general population aged 65 or older. *Medicina clínica*, 2001, vol. 116, no 4, p. 129-134.

MARTÍNEZ-BETANCUR, Octavio; QUINTERO-CUSGUEN, Patricia; MAYOR-AGREDO, Liliana. Estimación de años de vida ajustados por discapacidad según subtipo de ataque cerebrovascular isquémico agudo. *Revista de Salud Pública*, 2016, vol. 18, p. 226-237.

MARTINS, Sheila C. Ouriques, et al. Priorities to reduce the burden of stroke in Latin American countries. *The Lancet Neurology*, 2019, vol. 18, no 7, p. 674-683.

MATOZINHO, Christine VO, et al. Incidence and potential predictors of early onset of upper-limb contractures after stroke. *Disability and rehabilitation*, 2021, vol. 43, no 5, p. 678-684.

MCATEE, Robert E. Facilitated stretching. *Human kinetics*, 2013.

MCNEIL, Chris J., et al. Testing the excitability of human motoneurons. *Frontiers in human neuroscience*, 2013, vol. 7, p. 152.

MCPHERSON, Laura Miller, et al. Properties of the motor unit action potential shape in proximal and distal muscles of the upper limb in healthy and post-stroke individuals. En 2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE, 2016. p. 335-339.

MENESES-CASTAÑO, Cyndi, et al. Aplicación de la terapia robótica para la función motora de la mano del adulto con hemiplejía. Revisión sistemática y metanálisis. *Fisioterapia*, 2018, vol. 40, no 1, p. 36-43.

MERCHÁN-BAEZA, José Antonio; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, Manuel; CUESTA-VARGAS, Antonio Ignacio. Comparison of kinematic variables obtained by inertial sensors among stroke survivors and healthy older adults in the Functional Reach Test: cross-sectional study. *Biomedical engineering online*, 2015, vol. 14, no 1, p. 1-15.

MESEGUER-HENAREJOS, Ana-Belen, et al. Inter-and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 2017, vol. 54, no 4, p. 576-590.

MESQUITA, Inês Albuquerque, et al. Comparison of upper limb kinematics in two activities of daily living with different handling requirements. *Human Movement Science*, 2020, vol. 72, p. 102632.

MESQUITA, Ricardo NO, et al. Effects of caffeine on neuromuscular function in a non-fatigued state and during fatiguing exercise. *Experimental physiology*, 2020, vol. 105, no 4, p. 690-706.

MICHIELSEN, Marc, et al. The Bobath concept-a model to illustrate clinical practice: responding to comments on Michielsen et al. *Disability and rehabilitation*, 2019, vol. 41, no 17, p. 2109-2110.

MILANOV, Ivan G. Evaluation of the presynaptic inhibition by comparing the amplitudes of H reflexes and F waves. Is it possible?. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 2000, vol. 40, no 8, p. 491-496.

MILLER, Tricia A.; NEWALL, A. R.; JACKSON, D. A. H-reflexes in the upper extremity and the effects of voluntary contraction. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 1995, vol. 35, no 2, p. 121-128.

MOKRUSCH, Thomas. Deutsche Gesellschaft für NeuroRehabilitation eV (DGNR). 2017.

MONTE ALEGRE, Dalva Cruz, et al. Plasticidade muscular: do músculo sadio ao espástico. *Scire Salutis*, 2012, vol. 2, no 1, pág. 16–34.

MORA, Leidy Tatiana Ordoñez, et al. Terapia de restricción del lado sano como opción de manejo de personas con secuelas de enfermedad cerebrovascular. *Archivos de Medicina (Col)*, 2017, vol. 17, no 1, p. 173-184.

MORLET PAREDES, Alejandra, et al. Health-related quality of life trajectories over the first year after stroke in Colombia, South America. *Topics in stroke rehabilitation*, 2016, vol. 23, no 5, p. 341-347.

MURPHY, Margit Alt, et al. Kinematic analysis using 3D motion capture of drinking task in people with and without upper-extremity impairments. *Journal of visualized experiments: JoVE*, 2018, no 133.

MURPHY, Margit Alt; BANIÑA, Melanie C.; LEVIN, Mindy F. Perceptuo-motor planning during functional reaching after stroke. *Experimental brain research*, 2017, vol. 235, no 11, p. 3295-3306.

NAIR, Krishnan Padmakumari Sivaraman; MARSDEN, Jonathan. The management of spasticity in adults. *Bmj*, 2014, vol. 349.

NAM, Kyung Eun, et al. When does spasticity in the upper limb develop after a first stroke? A nationwide observational study on 861 stroke patients. *Journal of Clinical Neuroscience*, 2019, vol. 66, p. 144-148.

NARAYAN ARYA, Kamal, et al. Meaningful task-specific training (MTST) for stroke rehabilitation: a randomized controlled trial. *Topics in stroke rehabilitation*, 2012, vol. 19, no 3, p. 193-211.

NELSON, Christa M.; MURRAY, Wendy M.; DEWALD, Julius PA. Motor impairment–related alterations in biceps and triceps brachii fascicle lengths in chronic hemiparetic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2018, vol. 32, no 9, p. 799-809.

NIBRAS, Nadir, et al. Dissociating Sensorimotor Recovery and Compensation during Exoskeleton Training Following Stroke. *Frontiers in human neuroscience*, 2021, vol. 15.

NIELSEN, Jens Bo. Human spinal motor control. *Annual review of neuroscience*, 2016, vol. 39, p. 81-101.

NIELSEN, Jens Bo; CRONE, Clarissa; HULTBORN, H. The spinal pathophysiology of spasticity—from a basic science point of view. *Acta physiologica*, 2007, vol. 189, no 2, p. 171-180.

NITO, Mitsuhiro, et al. Inhibition of group Ia afferents between brachioradialis and flexor carpi radialis in humans: a study using an electromyogram-averaging method. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 2018, vol. 35, no 2, p. 138-143.

North Coast. Urias® Air Splints [en línea]. North Coast Medical & Rehabilitation Products. 2021 [Fecha de consulta: 28 marzo 2021]. Disponible en: [https://www.ncmedical.com/item\\_1088.html](https://www.ncmedical.com/item_1088.html)

O'DONNELL, Martin J., et al. Chronic pain syndromes after ischemic stroke: PRoFESS trial. *Stroke*, 2013, vol. 44, no 5, p. 1238-1243.

OH, Shin J. *Clinical electromyography: nerve conduction studies*. Lippincott Williams & Wilkins, 2003.

OKUYAMA, Kohei, et al. Relationship between spasticity and spinal neural circuits in patients with chronic hemiparetic stroke. *Experimental brain research*, 2018, vol. 236, no 1, p. 207-213.

OPHEIM, Arve, et al. Upper-limb spasticity during the first year after stroke: stroke arm longitudinal study at the University of Gothenburg. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 2014, vol. 93, no 10, p. 884-896.

O'SULLIVAN, Susan B.; SCHMITZ, Thomas J.; FULK, George. *Physical rehabilitation*. FA Davis, 2019.

PALMIERI, Riann M.; INGERSOLL, Christopher D.; HOFFMAN, Mark A. The Hoffmann reflex: methodologic considerations and applications for use in sports medicine and athletic training research. *Journal of athletic training*, 2004, vol. 39, no 3, p. 268.

PAN, Bingyu, et al. Alterations of muscle synergies during voluntary arm reaching movement in subacute stroke survivors at different levels of impairment. *Frontiers in computational neuroscience*, 2018, vol. 12, p. 69.

PANDIAN, Shanta; ARYA, Kamal Narayan; KUMAR, Dharmendra. Does motor training of the nonparetic side influences balance and function in chronic stroke? A pilot RCT. *The Scientific World Journal*, 2014, vol. 2014.

PATIÑO SEGURA, María Solante, et al. Cinemática articular de la extremidad superior y del tronco en el patrón funcional de agarre y transporte en sedente en personas Post ECV: prueba piloto. Universidad Industrial de Santander; 2017.

PAVOL, Marykay A., et al. Understanding the connection between cognitive impairment and mobility: what can be gained from neuropsychological assessment?. *Rehabilitation research and practice*, 2017, vol. 2017.

PERSSON, Carina U., et al. Increased muscle tone and contracture late after ischemic stroke. *Brain and behavior*, 2020, vol. 10, no 2, p. e01509.

PERTEGA-DÍAZ, Sonia; FERNÁNDEZ, S. Pita. Cálculo del poder estadístico de un estudio. *Cad Atención Primaria*, 2003, vol. 10, p. 59-63.

PHADKE, Chetan P., et al. Upper-extremity H-reflex measurement post-stroke: reliability and inter-limb differences. *Clinical neurophysiology*, 2012, vol. 123, no 8, p. 1606-1615.

PHADKE, Chetan P.; ROBERTSON, Christopher T.; PATTEN, Carolynn. Upper-extremity spinal reflex inhibition is reproducible and strongly related to grip force poststroke. *International Journal of Neuroscience*, 2015, vol. 125, no 6, p. 441-448.

PINZÓN BERNAL, Mónica Yamile, et al. Efecto de un programa de intervención basado en reaprendizaje motor sobre el control postural en adultos con hemiparesia. *Fisioterapia*, 2020, vol. 42, no 1, p. 5-16.

PISANO, Fabrizio, et al. Quantitative measures of spasticity in post-stroke patients. *Clinical Neurophysiology*, 2000, vol. 111, no 6, p. 1015-1022.

PISCITELLI, Daniele, et al. Deficits in corticospinal control of stretch reflex thresholds in stroke: implications for motor impairment. *Clinical Neurophysiology*, 2020, vol. 131, no 9, p. 2067-2078.

POLLOCK, Alex, et al. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2014, no 11.

POLLOCK, Alex, et al. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility after stroke: major update. *Stroke*, 2014, vol. 45, no 10, p. e202-e202.

PONTÉN, Eva M.; STÅL, Per S. Decreased capillarization and a shift to fast myosin heavy chain IIx in the biceps brachii muscle from young adults with spastic paresis. *Journal of the neurological sciences*, 2007, vol. 253, no 1-2, p. 25-33.

QIUYANG, Qian, et al. Distal versus proximal-an investigation on different supportive strategies by robots for upper limb rehabilitation after stroke: a randomized controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 2019, vol. 16, no 1, p. 1-16.

QU, Jian-Feng, et al. Does the Babinski sign predict functional outcome in acute ischemic stroke?. *Brain and behavior*, 2020, vol. 10, no 4, p. e01575.

QUINN, Terence J.; LANGHORNE, Peter; STOTT, David J. Barthel index for stroke trials: development, properties, and application. *Stroke*, 2011, vol. 42, no 4, p. 1146-1151.

QUIÑONES AGUILAR, Sandra, et al. Espasticidad en adultos. Revista Mexicana de Neurociencia, 2009, vol. 10, no 2, p. 112-121.

RADOMSKI, Mary Vining; LATHAM, Catherine A. Trombly (ed.). Occupational therapy for physical dysfunction. Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

RAINE, Sue; MEADOWS, Linzi; LYNCH-ELLERINGTON, Mary (ed.). Bobath concept: theory and clinical practice in neurological rehabilitation. John Wiley & Sons, 2013.

RAZALI, Nornadiah Mohd, et al. Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. Journal of statistical modeling and analytics, 2011, vol. 2, no 1, p. 21-33.

RECH, Katia Daniele, et al. Fugl-Meyer assessment scores are related with kinematic measures in people with chronic hemiparesis after stroke. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 2020, vol. 29, no 1, p. 104463.

RESCHECHTKO, Sasha; PRUSZYNSKI, J. Andrew. Stretch reflexes. Current Biology, 2020, vol. 30, no 18, p. R1025-R1030.

ROBICHAUD, Julie A.; AGOSTINUCCI, James; VANDER LINDEN, Darl W. Effect of air-splint application on soleus muscle motoneuron reflex excitability in nondisabled subjects and subjects with cerebrovascular accidents. Physical therapy, 1992, vol. 72, no 3, p. 176-183.

RODRIGUES, Sónia. Reorganização dos ajustes posturais antecipatórios em indivíduos após AVE: influência de um programa de intervenção em fisioterapia no registo electromiográfico do tibial anterior e solear. 2010. Tesis Doctoral. Instituto Politécnico do Porto. Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto.

RODRÍGUEZ-LÁZARO, Álvaro Enrique; ORTIZ-CORREDOR, Fernando. Cambios en la recuperación de la función motora en pacientes con accidente cerebrovascular crónico. *Iatreia*, 2016, vol. 29, no 2, p. 123-132.

ROH, Jinsook, et al. Alterations in upper limb muscle synergy structure in chronic stroke survivors. *Journal of neurophysiology*, 2013, vol. 109, no 3, p. 768-781.

ROJAS GALVIS, Lina Johana, et al. Diseño programa de Neurorehabilitación dirigido a adultos con discapacidad del subsistema de salud fuerzas militares. 2018.

SACCO, Ralph L., et al. An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 2013, vol. 44, no 7, p. 2064-2089.

SALAZAR, Ana Paula, et al. Effectiveness of static stretching positioning on post-stroke upper-limb spasticity and mobility: systematic review with meta-analysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2019, vol. 62, no 4, p. 274-282.

SANTOS, Gabriela Lopes, et al. Kinematic analysis of a drinking task in chronic hemiparetic patients using features analysis and Statistical Parametric Mapping. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2018, vol. 99, no 3, p. 501-511. e4.

SCHIEPPATI, Marco. The Hoffmann reflex: a means of assessing spinal reflex excitability and its descending control in man. *Progress in neurobiology*, 1987, vol. 28, no 4, p. 345-376.

SCHULZ, Robert, et al. Prefrontal-premotor pathways and motor output in well-recovered stroke patients. *Frontiers in neurology*, 2019, vol. 10, p. 105.

SCHWARZ, Anne, et al. Measures of interjoint coordination post-stroke across different upper limb movement tasks. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 2021, vol. 8, p. 1551.

SCHWARZ, Anne, et al. Systematic review on kinematic assessments of upper limb movements after stroke. *Stroke*, 2019, vol. 50, no 3, p. 718-727.

SEIDLER, Rachael D., et al. Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2010, vol. 34, no 5, p. 721-733.

SHAIKH, Tahir, et al. Arm–trunk coordination for beyond-the-reach movements in adults with stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2014, vol. 28, no 4, p. 355-366.

SHARMA, Nishu; KUMAR, Niraj; UNİYAL, Kshitij. Intermittent Pneumatic Compression and Mirror Therapy Improve Hand Functions after Stroke. *Physiotherapy and Occupational Therapy Journal*, 2018, vol. 11, no 4, p. 141-53.

SHINER, Christine T., et al. Prevalence of upper-limb spasticity and its impact on care among nursing home residents with prior stroke. *Disability and rehabilitation*, 2020, vol. 42, no 15, p. 2170-2177.

SHUMWAY-COOK, Anne; WOOLLACOTT, Marjorie H. *Motor control: translating research into clinical practice*. Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

SILVA-COUTO, Marcela de Abreu, et al. Muscle atrophy, voluntary activation disturbances, and low serum concentrations of IGF-1 and IGFBP-3 are associated with weakness in people with chronic stroke. *Physical therapy*, 2014, vol. 94, no 7, p. 957-967.

SIONS, J. Megan, et al. Age-and stroke-related skeletal muscle changes: a review for the geriatric clinician. *Journal of geriatric physical therapy* (2001), 2012, vol. 35, no 3, p. 155.

SOUZA, Daniele Costa Borges, et al. Inpatient trunk exercises after recent stroke: An update meta-analysis of randomized controlled trials. *NeuroRehabilitation*, 2019, vol. 44, no 3, p. 369-377.

StataCorp. *Stata 15*. 2017. p. 653.

STECK, G Cox. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. [en línea]. Solothurn, Switzerland; 2017. [Fecha de consulta: 13 enero 2021]. Disponible en: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)

STINEAR, Cathy M., et al. Bilateral priming accelerates recovery of upper limb function after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke*, 2014, vol. 45, no 1, p. 205-210.

STINEAR, Cathy M.; SMITH, Marie-Claire; BYBLOW, Winston D. Prediction tools for stroke rehabilitation. *Stroke*, 2019, vol. 50, no 11, p. 3314-3322.

STROKE, ICSWP Intercollegiate, et al. *National Clinical Guideline for Stroke*.

SUBRAMANIAN, Sandeep K., et al. Motor-equivalent intersegmental coordination is impaired in chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2020, vol. 34, no 3, p. 210-221.

SUZUKI, Toshiaki, et al. Characteristics of the F-wave and H-reflex in patients with cerebrovascular diseases: a new method to evaluate neurological findings and

effects of continuous stretching of the affected arm. *Electrodiagnosis in new frontiers of clinical research*. 1st ed. Rijeka: InTech, 2013, p. 25-42.

SUZUKI, Toshiaki, et al. Effect of continued stretching of the affected arm in patients with cerebrovascular diseases by examining H-reflex characteristics. *Electromyography and clinical neurophysiology*, 2003, vol. 43, no 1, p. 51-56.

SVANE, Christian; NIELSEN, Jens Bo; LORENTZEN, Jakob. Non-surgical treatment options for muscle contractures in individuals with neurological disorders: a systematic review with meta-analysis. *Archives of rehabilitation research and clinical translation*, 2021, p. 100104.

TAKAKUSAKI, Kaoru, et al. Brainstem control of locomotion and muscle tone with special reference to the role of the mesopontine tegmentum and medullary reticulospinal systems. *Journal of neural transmission*, 2016, vol. 123, no 7, p. 695-729.

TAKAKUSAKI, Kaoru, et al. Modulatory effects of the GABAergic basal ganglia neurons on the PPN and the muscle tone inhibitory system in cats. *Archives italiennes de biologie*, 2011, vol. 149, no 4, p. 383-405.

TANAKA, Tomoko, et al. Estimation of motor impairment and usage of upper extremities during daily living activities in poststroke hemiparesis patients by observation of time required to accomplish hand dexterity tasks. *BioMed research international*, 2019, vol. 2019.

TEASELL, Robert, et al. Canadian stroke best practice recommendations: rehabilitation, recovery, and community participation following stroke. Part one: rehabilitation and recovery following stroke; Update 2019. *International Journal of Stroke*, 2020, vol. 15, no 7, p. 763-788.

THIBAUT, Aurore, et al. Impact of soft splints on upper limb spasticity in chronic patients with disorders of consciousness: A randomized, single blind, controlled trial. *Brain injury*, 2015, vol. 29, no 7-8, p. 830-836.

THIBAUT, Aurore, et al. Spasticity after stroke: physiology, assessment and treatment. *Brain injury*, 2013, vol. 27, no 10, p. 1093-1105.

THIELMAN, Gregory; YOUREY, Lucas. Ultrasound imaging of upper extremity spastic muscle post-stroke and the correlation with function: a pilot study. *NeuroRehabilitation*, 2019, vol. 45, no 2, p. 213-220.

TOMITA, Yosuke; FELDMAN, Anatol G.; LEVIN, Mindy F. Referent control and motor equivalence of reaching from standing. *Journal of neurophysiology*, 2017, vol. 117, no 1, p. 303-315.

TOMITA, Yosuke; MULLICK, Aditi A.; LEVIN, Mindy F. Reduced kinematic redundancy and motor equivalence during whole-body reaching in individuals with chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2018, vol. 32, no 2, p. 175-186.

TRETRILUXANA, Jarugool; GORDON, James; WINSTEIN, Carolee J. Manual asymmetries in grasp pre-shaping and transport–grasp coordination. *Experimental Brain Research*, 2008, vol. 188, no 2, p. 305-315.

TROMPETTO, Carlo, et al. The effect of age on post-activation depression of the upper limb H-reflex. *European journal of applied physiology*, 2014, vol. 114, no 2, p. 359-364.

TURPIN, Nicolas A.; FELDMAN, Anatol G.; LEVIN, Mindy F. Stretch-reflex threshold modulation during active elbow movements in post-stroke survivors with spasticity. *Clinical Neurophysiology*, 2017, vol. 128, no 10, p. 1891-1897.

UMPHRED, Darcy Ann, et al. Neurological rehabilitation. Elsevier Health Sciences, 2012.

URBAN, Peter P., et al. Occurrence and clinical predictors of spasticity after ischemic stroke. Stroke, 2010, vol. 41, no 9, p. 2016-2020.

VALENCIA-BUITRAGO, Marysol, et al. Efectividad del modelo de reaprendizaje motor para la recuperación de la mano espástica del adulto con hemiplejía. Revisión sistemática y metaanálisis. Rehabilitación, 2018, vol. 52, no 3, p. 148-157.

VALEVICIUS, Aida M., et al. Use of optical motion capture for the analysis of normative upper body kinematics during functional upper limb tasks: A systematic review. Journal of electromyography and kinesiology, 2018, vol. 40, p. 1-15.

VAN CRIEKINGE, Tamaya, et al. The effectiveness of trunk training on trunk control, sitting and standing balance and mobility post-stroke: a systematic review and meta-analysis. Clinical rehabilitation, 2019, vol. 33, no 6, p. 992-1002.

VAN KORDELAAR, Joost. Recovery of the paretic upper limb early after stroke: restitution or substitution of motor control?. 2014.

VAN LIESHOUT, Eline CC, et al. Does upper limb strength play a prominent role in health-related quality of life in stroke patients discharged from inpatient rehabilitation?. Topics in stroke rehabilitation, 2020, vol. 27, no 7, p. 525-533.

VAUGHAN-GRAHAM, Julie, et al. Developing a revised definition of the Bobath concept. Physiotherapy Research International, 2019, vol. 24, no 2, p. e1762.

VEERBEEK, Janne Marieke, et al. KNGF clinical practice guideline for physical therapy in patients with stroke. Royal Dutch Society for Physical Therapy, 2014, vol. 12, p. 3.

VELDEMA, Jitka; BÖSL, Kathrin; NOWAK, Dennis Alexander. Cortico-spinal excitability and hand motor recovery in stroke: a longitudinal study. Journal of neurology, 2018, vol. 265, no 5, p. 1071-1078.

Viking on Nicolet® EDX Sistemas de electrodiagnóstico. [en línea]. Guía del usuario de Nicolet™ Viking EDX y Synergy EDX. [Fecha de consulta: 15 enero 2021]. <https://partners.natus.com/asset/resource/file/neuro/asset/2020-06/269-658900%20Rev%2003%20-%20PVE%20-%20Viking%20EDX%20and%20Synergy%20EDX%20V21%20User%20-%20Spanish%20-%2001-30-2020%20-%20CE2797.pdf>

VOERMAN, Gerlienke E.; GREGORIČ, Milan; HERMENS, Hermanus J. Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. Disability and rehabilitation, 2005, vol. 27, no 1-2, p. 33-68.

WANG, Chen, et al. Quantitative assessment of upper-limb motor function for post-stroke rehabilitation based on motor synergy analysis and multi-modality fusion. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 2020, vol. 28, no 4, p. 943-952.

WISSEL, Jörg, et al. Early development of spasticity following stroke: a prospective, observational trial. Journal of neurology, 2010, vol. 257, no 7, p. 1067-1072.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. [en línea]. Cardiovascular diseases (CVDs) [Fecha de consulta: 11 marzo 2021. Disponible en: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))

WOYTOWICZ, Elizabeth J., et al. Determining levels of upper extremity movement impairment by applying a cluster analysis to the Fugl-Meyer assessment of the upper extremity in chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 2017, vol. 98, no 3, p. 456-462.

YANEZ, Nicolas, et al. Analyses of mortality and prevalence of cerebrovascular disease in Colombia, South America (2014-2016): a cross-sectional and ecological study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2020, vol. 29, no 5, p. 104699.

YURKEWICH, Aaron, et al. Hand extension robot orthosis (HERO) glove: development and testing with stroke survivors with severe hand impairment. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 2019, vol. 27, no 5, p. 916-926.

ZENG, Huangling, et al. Prevalence and risk factors for spasticity after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 2021, vol. 11, p. 1884.

# **ANEXOS**

## Anexo A. Evidencia científica relacionada con la Extremidad Superior post-ECV

### 1. Prevalencia de Espasticidad en la ES post-ECV evaluada con EAM.

TIEMPO DE EVALUCION	AUTOR	ARTICULACIÓN EVALUADA	NÚMERO DE PACIENTES CON ECV	PREVALENCIA DE LA ESPASTICIDAD
< 1 semana	Sommerfeld et al., 2004(1)	Hombro, codo, muñeca y dedos.	95	(EI y ES) 6,3% (ES)13,7%
3 meses				(EI y ES) 10,5% (ES) 7,3%
3 meses	Katoozian et al., 2018(2)	Hombro, codo y muñeca.	149	Codo 25%, Muñeca 20.8% y Hombro 6.7%.
16 semanas (4 meses)	Wissel et al., 2010(3)	Hombro Codo Muñeca	83	Hombro 58% Codo 79% Muñeca 66%
6 meses	Urban et al., 2010(4)	Hombro, codo, muñeca y dedos.	211	(EI y ES) 27% (ES)8.5%
1 mes	Lundström et al., 2010(5)	Hombro, codo, muñeca y dedos.	48	25%
6 meses			47	22%
3, 6 y 12 meses	Nam et al., 2019(6)	Codo, muñeca y dedos.	861	> Compromiso a nivel de codo, seguido de muñeca y dedos.
1 año	Watkins et al., 2002(7)	Codo	106	27%
	Lundström et al., 2008(8)	Hombro, codo, muñeca y dedos.	140	(EI y ES) 10 % (ES) 7,1 %
	Opheim et al., 2015(9)	Codo y muñeca	76	46% (leve-moderada) 29% (severa)
>1 año	Shiner et al., 2019(10)	Hombro, codo, muñeca y dedos.	23	Hombro 68.75%, Codo 81.25%, Muñeca 62.5% y Dedos 50%

### 2. Evidencia de estudios Patrón de Alcance Funcional (PAF) en personas post- ECV.

AUTORES	PRUEBA	MEDICIONES	POBLACIÓN SANA	POBLACIÓN POST-ECV
Katz-Leurer et al., 2009(11)	PAF en sedente. Alcance en la línea media. Análisis biomecánico del balance en sedente con una plataforma de fuerza.		N= 10	N=10
		Alcance anterior (cm)	41.6 ± 7.5	<b>3 semanas</b> 31.7 ± 7.8 <b>6 semanas</b> 37.6 ± 5.2
		lado parético (no dominante en sanos) (cm)	25.3 ± 4.2	<b>3 semanas</b> 13.8 ± 3.7 <b>6 semanas</b> 17.7 ± 4.9
		lado no parético (dominante en sanos) (cm)	26.5 ± 4.3	<b>3 semanas</b> 15.5 ± 6.8 <b>6 semanas</b> 18.1 ± 5.0
Merchán et al.,	PAF en posición de		N= 5	N= 5

AUTORES	PRUEBA	MEDICIONES	POBLACIÓN SANA	POBLACIÓN POST-ECV
2015(12)	pie. Alcance en la línea media. Medición biomecánica con sensores.	Distancia (cm)	36.30 (± 6.0)	13.17 (± 2.18)
		Desplazamiento tronco (°)	48.94 (± 5.7)	13.58 (± 7.31)
		Tiempo (seg)	14.49 (± 6.5)	15.61 (± 4.17)
		Velocidad (°/seg)	3.87 (± 1.4)	0.83 (± 1.68)
		Aceleración (°/seg <sup>2</sup> )	0.35 (± 0.2)	0.06 (± 0.39)
Grimm et al., 2016(13)	PAF en sedente. Alcance en diferentes direcciones, con exoesqueleto y realidad virtual. Medición biomecánica con sensores.		N=10	N=3
		Precisión (número de puntos marcados)	4.20 (± 0.42)	8.75 (± 2.51)
		Velocidad (distancia/tiempo – unidades virtuales/s)	13.86 (± 2.2)	3.89 (± 1.85)
		Movimiento hombro (°)	32.90 (± 8.0)	22.00 (± 12.48)
		Movimiento codo (°)	36.83 (± 7.7)	19.18 (± 5.03)
Ma et al., 2016(14)	PAF en sedente. Alcance al 90% de la longitud del brazo. Medición biomecánica con sistema multicámara		N=18	N=18
		Flexión Hombro (°)	32.52 (10.1)	24.48 (9.3)
		Abducción Hombro (°)	8.06 (4.2)	11.77 (9.6)
		Extensión Codo (°)	28.03 (10.8)	12.05 (10.3)
		Flexión Tronco (°)	2.71 (2.1)	10.49 (6.6)
		Rotación Tronco (°)	0.06 (0.6)	0.56 (2.9)
	Alcance fuera de la longitud del brazo (125%)	Inclinación Tronco (mm)	0.31 (3.1)	-4.23 (11.1)
		Flexión Hombro (°)	83.43 (11.8)	82.79 (17.7)
		Abducción Hombro (°)	43.18 (10.3)	44.51 (14.6)
		Extensión Codo (°)	46.79 (11.1)	35.10 (13.4)
		Flexión Tronco (°)	33.41 (6.1)	35.52 (5.61)
		Rotación Tronco (°)	0.40 (2.7)	-4.44 (3.56)
		Inclinación Tronco (mm)	-6.15 (6.2)	-19.29 (19.76)
Santos et al., 2018(15)	Análisis cinemático usando un sistema optoelectrico de la tarea beber de un vaso.  Fases: (alcance y agarre, transporte, liberación del agarre y retorno a la posición inicial)	Fase de alcance	N=13	N=13
		Elevación hombro (°)	37.43± 5.69	33.55± 9.68
		Rotación hombro (°)	44.71± 4.34	24.60± 9.19
		Pro-retracción escapula (°)	5.87± 2.45	6.91± 3.09
		Rotación medio-lateral escapula (°)	9.93± 2.51	11.02±2.83
		Flexión codo (°)	23.12± 5.01	32.41± 10.98
		Prono-supinación antebrazo (°)	11.58± 2.85	14.26± 1.99
		Flexión tronco (°)	2.43± 1.25	2.41± 1.39
		Flexión lateral tronco(°)	2.07± 0.75	2.16± 0.96
		Rotación axial tronco(°)	5.94± 2.33	6.24± 2.49
Roh et al., 2013(16)	Análisis biomecánico mediante equipo multi-eje (6 grados de libertad) Presencia de sinergias	Presencia de sinergias	N=6	N=10
		Activación individual	4.08±0.90	4.00±0.67
		Activación grupal	94.6±2.1	95.3±1.5
		Flexora Codo	-0.093(0.136)	-0.718(0.606)
		Extensora Codo	0.049(0.140)	-0.159(0.482)
		Flexión/aducción hombro	-0.102(0.117)	0.325(0.600)
		Extensión/abducción hombro	0.304(0.147)	2.974(0.427)
		Deltoides	-	-0.367(0.173)
Tomita et al., 2018(17)	PAF en posición de pie  Análisis de movimiento mediante sistema optoelectrico		N=12	N=9
		Ganancia	FT: 0.71(0.07) TL: --	FT: 0.33(0.26) TL: --
		Velocidad pico punto final (m/seg)	FT: 2.06(0.27) TL: 2.02(0.28)	FT: 1.68(0.44) TL: 1.68(0.49)
		Número de unidades de movimiento	FT: 1.40(0.35) TL: 1.05(0.12)	FT: 2.92(0.35) TL: 1.70(0.37)

AUTORES	PRUEBA	MEDICIONES	POBLACIÓN SANA	POBLACIÓN POST-ECV	
	Fijación del tronco (FT)	Flexión codo (°)	FT: 57.3(14.6) TL: 26.7(8.3)	FT: 63.7(9.6) TL: 60.0(5.2)	
	Tronco libre (TL)	Flexión hombro (°)	FT: 83.3(14.8) TL: 95.9(14.8)	FT: 63.6(9.6) TL: 75.7(8.3)	
		Flexión cadera (°)	FT: 42.0(4.9) TL: 50.7(8.3)	FT: 39.9(4.2) TL: 43.7(11.9)	
		Inicio del paso (seg)	FT: 0.57(0.23) TL: --	FT: 0.98(0.62) TL: --	
		Longitud de paso (cm)	FT: 0.32(0.09) TL: --	FT: 0.32(0.13) TL: --	
<b>Shaikh et al., 2013(18)</b>	PAF en posición sedente fuera de la longitud del brazo (FLB) Análisis de movimiento mediante sistema optoelectrico		N= 11	N= 11	
		Velocidad pico de la mano (cm/seg)	TL:131.7±22.0 FT:108.7±17.8	TL: 83.4±45.1 FT: 65.3±29.4	
		Velocidad pico del tronco (cm/seg)	TL: 37.3±12.2 FT: 6.2±2.2	TL: 28.7±10.6 FT: 3.2±0.9	
		Tiempo para alcanzar la velocidad pico de la mano (seg)	TL:272.7±56.2 FT:308.7±63.1	TL: 421.1±214.9 FT: 432.1±221.7	
		Tiempo para alcanzar la velocidad pico del tronco (seg)	TL:452.4±117.5 FT:395.6±153.3	TL: 788.7±320.0 FT: 481.4±177.5	
		Desplazamiento tronco (cm)	TL: 21.4±4.7 FT: 3.2±0.8	TL: 21.7±5.4 FT: 3.1±1.5	
		Rotación tronco (°)	TL: 9.8±3.8 FT: 6.1±2.9	TL: 9.3±3.5 FT: 3.8±2.3	
		Tronco libre (TL)	Extensión codo(°)	TL:145.6±13.9 FT:141.5±19.6	TL: 128.2±15.9 FT: 123.0±11.6
			Flexión hombro (°)	TL: 58.6±9.3 FT: 20.4±8.3	TL: 32.5±22.4 FT: 15.8±7.4
			Aducción horizontal hombro (°)	TL: 30.2±5.8 FT: 18.6±11.4	TL: 23.1±8.7 FT: 17.2±9.9
<b>Subramanian et al., 2020(19)</b>	PAF en sedente empleando el tronco Análisis cinemático por medio de sistema optoelectrico		N= 12	N= 16	
		Velocidad tangencial pico del tronco libre (mm/seg)	513.4 (140.3)	539.9 (316.8)	
		Inclinación tronco libre (°)	30.5 (11.1)	32.6 (11.3)	
		Inclinación tronco Fijado (°)	5.5 (6.7)	9.2 (10.8)	
		Velocidad tangencial pico del brazo (mm/seg) TL	3132.6 (673.6)	2302.9 (775.4)	
		Velocidad tangencial pico del brazo (mm/seg) FT	3148.8 (631.7)	2289.7 (801.7)	
		Tiempo del movimiento – TL (seg)	0.95 (0.22)	0.94 (0.21)	
		Pendiente del codo vs aducción horizontal del hombro	-1.28 (0.69)	-1.36 (1.13)	
		Pendiente del codo vs flexión del hombro	1.82 (1.54)	2.22 (1.37)	
<b>Kim et al., 2014(20)</b>	Análisis cinemático de la tarea de beber dividido en fases: alcance, trasportar hacia delante, beber,	Fase de alcance	N= 32	N= 16	
		Flexo-extensión hombro	16.8 (4.3)	22.7 (6.5)	
		Aducción - abducción hombro	7.3 (2.7)	8.9 (2.0)	
		Rotación interna - externa de hombro	30.8 (3.6)	28.5 (5.0)	
		Flexo-extensión codo	14.1 (5.0)	14.4 (3.9)	

AUTORES	PRUEBA	MEDICIONES	POBLACIÓN SANA	POBLACIÓN POST-ECV
	transportar hacia atrás y regresar.	Prono-supinación antebrazo	46.1 (3.8)	36.8 (7.8)
		Flexo-extensión muñeca	18.7 (3.2)	14.6 (3.5)
		Desviación radial – cubital de muñeca	7.5(2.1)	7.4 (1.8)

### 3. Evidencia de estudios con estiramiento manual mantenido en personas post-ECV.

Autor	Diseño/Población (N)	Intervención	Resultados
Horsley et al., 2007(21)	ECC/ N: 40 ECV Edad: GE: 61±21 años. GC: 62±17 años.	GE: 30 min /5 veces sem/ 4 sem. Estiramiento mantenido en flexores de muñeca y dedos + tratamiento convencional. GC: Tratamiento convencional.	<b>Movilidad articular:</b> P= 0,09 5,1° IC 95% (-0,9- 11,1).
Suzuki et al., 2003(22)	Experimental/ N: 10 ECV Edad: 53,2 (RIC:34-63 años)	Estiramiento mantenido ES (abd de hombro, extensión de codo, muñeca y dedos) 1 min.	<b>Amplitud y Amplitud Razón H/M:</b> fue significativamente menor durante la intervención (p=0,05). <b>Latencia H:</b> no diferencias significativas.
Carey et al., 1990(23)	ECC/ N=16	GE: Estiramiento mantenido flexores de los dedos GC: No tratamiento.	<b>Control Movilidad articular y fuerza:</b> fue significativamente mayor en el GE (p<0,05).
Konečný et al., 2017(24)	Experimental prospectivo/ N= 40 ECV GE: 20 Edad: 59.5±9.8 T evol. 13.5±9.0 GC: 20 Edad: 60.0± 9.5 T evol. 12.9±10.1	PC: 30 mmHg GE: (FPJ + toxina botulínica BTX-A) 30 min/2 veces día/5 días semana/4 semanas GC: (EM + toxina botulínica BTX-A) 30 min/2 veces día/5 días semana/4 semanas	<b>EAM: Tono muscular flexores de los dedos.</b> Probabilidad de disminuir en 1 nota GE: pre: 2 (3–1) post: 1 (2–1) OR 4.0 (IC 95%: 2.5-5.0) GC: pre: 2 (3–1) post: 1+ (3–1) OR 1.5 (IC 95:1.2-2.0) <b>Índice de Barthel:</b> GE: pre: 67 (40–85) post: 75 (50–90) GC: pre: 65 (35–90) post: 74 (40–95)

### 4. Evidencia de estudios con estiramiento mantenido por medio de dispositivos o posicionamiento en personas post-ECV.

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
Ada et al., 2005(25)	ECV N: 36 = GE: 18 GC: 18 Edad: GE: 70 ± 7, GC: 64 ± 9. Género: 13M, 18F.	<b>Goniometría:</b> Rango de movimiento pasivo máximo para la Rot. Externa de hombro (Contractura). <b>EAV:</b> Experiencia dolorosa.	<b>Sesión:</b> 30 min/día <b>Frecuencia:</b> 5 días/sem <b>Duración total:</b> 4 sem <b>Postura:</b> Rot. externa y flexión de 90° de hombro. <b>Intervenciones adicionales:</b>	<b>Contractura:</b> <b>Rot. Externa</b> GE: pre: 71.0±10.5 post: 64.9±11.4 p=0.03 GC: pre: 74.3±11.8 post: 56.4±21.5 p=0.05 <b>Flexión</b>

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
	<p><b>T. Evol:</b> &lt; 1 mes <b>Seguimiento:</b> No reporta</p>	<p><b>MAS:</b> Función del MS.</p>	<p>10 min de ejercicios dirigidos al hombro y cuidado del MS. <b>GE:</b> Posicionamiento del hombro. <b>GC:</b> Ejercicios para el hombro y rutina de cuidado del MS.</p>	<p>GE: pre: 158.5±12.7 post: 146.8±13.7 GC: pre: 164.3±13.5 post: 155.3±16.6 <b>Experiencia dolorosa:</b> GE:33% GC:50% <b>Función:</b> GE: pre: 0(1) post: 1(2) GC: pre: 0(0) post: 0(1.5) (p=0.37)</p>
<p><b>Basaran et al., 2012(26)</b>  Level I  Férula estática</p>	<p>ECV <b>N:</b> 38 = GE: 13, GC: 13, Otro: 13 <b>Edad:</b> GE: 54.9 ± 12.3 (26–68), GC: 59.9 ± 10.1, Otro: 52.0 ± 11.2 <b>Género:</b> 22M, 16F. <b>T. Evol:</b> &gt; 6 meses <b>Seguimiento:</b> 5 semanas.</p>	<p><b>EAM:</b> Tono muscular flexores de muñeca.  <b>Reflejo H – FCR:</b> Excitabilidad refleja (latencia y razón Hmax/Mmax) <b>Goniometría:</b> Rango de movimiento pasivo para la extensión de muñeca.</p>	<p><b>Sesión:</b> 10 hr/día (nocturna) <b>Frecuencia:</b> 7 días-sem <b>Duración total:</b> 5 semanas <b>Intervenciones adicionales:</b> Programa de ejercicios basados en el hogar (entrenamiento motor y estiramiento) GE: Férula Volar y programa de ejercicios basados en el hogar. GC: Programa de ejercicios basados en el hogar. Otro: Férula Dorsal y programa de ejercicios basados en el hogar.</p>	<p><b>Tono muscular:</b> GE: pre: 2.54 ± 0.66 post: 2.38 ± 0.77 p=0.41 GC: pre: 2.58 ± 0.90 post: 2.42 ± 0.90 p= 0.32 Otro: pre: 2.38±0.51 post: 2.23±0.44 p= 0.32 (p= 0.99) <b>Reflejo H – FCR:</b> <b>Latencia H:</b> GE: pre: 17.73 ± 1.69 post: 17.86 ± 1.80 p= 0.86 GC: pre: 17.54 ± 2.23 post: 17.60 ± 1.74 p= 0.81 Otro: pre: 17.68 ± 1.77 post: 17.94 ± 1.92 p= 0.66 (p= 0.97) <b>Razón Hmax/Mmax:</b> GE: pre: 0.37 ± 0.10 post: 0.34 ± 0.10 p= 0.13 GC: pre: 0.36 ± 0.15 post: 0.35 ± 0.13 p= 0.24 Otro: pre: 0.36 ± 0.16 post: 0.32 ± 0.12 p= 0.08 (p=0.51 ) <b>RMP:</b> <b>Extensión de muñeca</b> GE: pre: 48.85 ± 20.22 post: 52.31 ± 19.11 p= 0.11 GC: pre: 52.08 ± 20.05 post: 52.50 ± 19.48 p= 0.75 Otro: pre: 49.62 ± 20.76 post: 51.92 ± 19.74 p= 0.32 (p=0.54 )</p>
<p><b>Bürge et al., 2008(27)</b>  Férula estática</p>	<p>ECV <b>N:</b> 31 = GE: 16 GC: 15 <b>Edad:</b> GE: 68±12 GC: 64±14 <b>Género:</b> 11M, 19F. <b>T. Evol:</b> &lt; 1 mes <b>Seguimiento:</b> 13 semanas.</p>	<p><b>EFM:</b> Compromiso motor y rango de movimiento del antebrazo, muñeca y dedos.  <b>EAM:</b> Tono muscular de muñeca y dedos.  <b>EAV:</b> dolor al reposo.  <b>Perimetría:</b> Edema</p>	<p><b>Sesión:</b> 2 sets/día (ter. Física) 1set/día (Ter. Ocupacional), &gt;6 horas uso de férula. <b>Frecuencia:</b> No reporta <b>Duración total:</b> 13 semanas. <b>Postura:</b> No reporta. <b>Intervenciones adicionales:</b> Terapia neurofisiológica o del lenguaje de ser necesario.</p>	<p><b>Compromiso motor:</b> GE: pre: 9 (0–30) post: 28 p= 0.11 GC: pre: 11 (0–45) post: 27 p= 0.75. <b>Rango de movimiento:</b> Pre: GE: 4 (27) GC: 1 (7) p= 0.329 Post: GE: 4 (29) GC: 8 (62) p= 0.128. <b>Tono:</b> GE: pre: 0 (0–1) post: 1 GC: pre: 0 (0–1.5) post: 1.5. <b>Dolor al reposo:</b> Pre: GE: 2 (13) GC: 2 (13) p= 1.000 Post: GE: 1 (7) GC: 8 (53) p= 0.004.</p>

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
			GE: Órtesis más cuidado convencional. GC: Cuidado convencional. Tiempo total de la sesión no reportado.	<b>Edema:</b> Pre: GE: 1 (7) GC: 1 (7) $p=1.000$ Post: GE: 1 (7) GC: 2 (15) $p=0.596$ .
De Jong et al., 2006(28)  Posicionamiento	ECV N: 19 = GE: 10 GC: 9 Edad: (36 – 63). Género: 9 M, 8 F. T. Evol: > 3, < 6 meses Seguimiento: 5-10 semanas	<b>Goniometría:</b> Rango de movimiento pasivo para Rot. Externa, flexión, abducción de hombro, extensión de codo y supinación del antebrazo. <b>EA (versión holandesa):</b> Tono muscular de extensores de codo. <b>Escala Nominal dicotómica:</b> Dolor <b>EFM:</b> Desempeño motor <b>Índice de Barthel (versión holandesa):</b> Independencia	<b>Sesión:</b> 30 min-día / 1 hr-fin de sem <b>Frecuencia:</b> 2 v/día / entre sem - 1 v/ fines de sem <b>Duración total:</b> 5 – 10 sem. <b>Postura:</b> Rot. externa, abd, flexión de hombro, extensión de codo, supinación del antebrazo. <b>Intervenciones adicionales:</b> Tratamiento convencional. Seguimiento por 5 sem. GE: Posicionamiento más cuidado convencional. GC: Cuidado convencional	<b>RMP:</b> Los demás movimientos analizados no presentaron diferencias significativas. <b>Abd- hombro:</b> Pre: GE: 82.9 (11.6) GC: 84.6 (13.1) $p=0.775$ Post: GE: 77.6 (12.9) GC: 61.6 (16.7) $p=0.042$ <b>Tono:</b> Pre: GE: 1 (1-2) GC: 1, 5 (1-2) $p=0.597$ Post: GE: 2 (1- 2.5) GC: 2 (1-2) $p=0.917$ <b>EFM – Desempeño motor:</b> Pre: GE: 16 (8.5- 21) GC: 8,5 (7.25-22) $p=0.440$ Post: GE: 25 (15-38) GC: 9(8-26.5) $p=0.038$ <b>Independencia:</b> Pre: GE: 13(8.5- 15.5) GC: 14 (11.25-14.75) $p=0.530$ Post: GE: 18 (16-19.5) GC: 17.5 (15.25-19.75) $p=0.770$
De Jong et al., 2013(29)  Posicionamiento	N: 46. Edad: GE: 56.6 ± 14.2, GC: 58.4 ± 9.6. Género: 27 M, 19 F. T. Evol: < 2 meses Seguimiento: 12 semanas	<b>Goniometría:</b> Rango de movimiento pasivo para Rot. Externa, flexión, abducción de hombro, extensión de codo, supinación del antebrazo y extensión de muñeca.	<b>Sesión:</b> 45 min/día <b>Frecuencia:</b> 2 v/día - entre semana <b>Duración total:</b> 8 sem. <b>Postura:</b> Rot. externa, abd, flexión de hombro, extensión de codo, supinación del antebrazo. <b>GE:</b> Posicionamiento + NMES <b>GC:</b> Posicionamiento + TENS <b>Intervenciones adicionales:</b> Rehabilitación multidisciplinaria	Hombro: Rot. Externa: GC: pre: 34(19) post: 21(25) GE: pre: 29(20) post: 20(29) Flexión: GC: pre: 122(29) post:100(20) GE: pre: 130(33) post: 107(37) Abducción: GC: pre: 93(41) post:66(27) GE: pre:110(48) post:92(51) Codo: Extensión: GC: pre: 3(7) post:5(7) GE: pre: 3(8) post:3(10) Antebrazo: Supinación: GC: pre:78(11) post:69(12) GE: pre:77(13) post:67(17) Muñeca: Extensión: GC: pre: 54(17) post: 54(16) GE: pre: 58(18) post:56(20)
Dean et al., 2000(30)  Posicionamiento	ECV N: 23= GE: 10 GC: 13 Edad: GE: 58.1 ± 12.5, GC: 58.2 ± 10.5. Género: 16 M, 7 F. T. Evol: < 3 meses Seguimiento: No reporta	<b>EAV:</b> Dolor al reposo y al vestirse. <b>Goniometría:</b> Rango de movimiento para la abducción (activa) y Rot. externa de hombro (libre de dolor).	<b>Sesión:</b> 20 min/día cada posición (3 posiciones) <b>Frecuencia:</b> 1 v/día - 5 días/sem. <b>Duración total:</b> 6 sem. <b>Postura:</b> Rot. externa, abd, flexión de hombro. <b>Intervenciones adicionales:</b> Rehabilitación multidisciplinaria - Actividades de manipulación y alcance	<b>Dolor al reposo:</b> Pre: GE: 0 GC: 1 $p=0.985$ Post: GE: 0 GC: 1 $p=0.985$ <b>Dolor al vestirse:</b> Pre: GE:5.3 GC: 5.1 Post: $p=0.923$ <b>RMP - RMA:</b> Abd hombro: Pre: GE: 11° GC: 9° $p=0.135$ Post: GE: 18° GC: 7° $p=0.135$ Rot. Externa:

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
			GE: Posicionamiento más cuidado convencional. GC: Cuidado convencional	Pre: GE: 59° GC: 54° $p=0.639$ Post: GE: 48° GC: 40° $p=0.639$
Gustafsson et al., 2006(31)  Posicionamiento	ECV N: 32 = GE: 17 GC: 15 Edad: GE: 65.9 ± 15.6, GC: 67.1 ± 13.9. Género: No reporta. T. Evol: < 1 mes Seguimiento: no reporta	<b>Goniometría:</b> Rango de movimiento articular libre de dolor (Rot. externa de hombro). <b>Ritchie Articular Index y EAV:</b> Dolor de hombro. <b>Motor Assessment Scale:</b> Recuperación motora. <b>Índice de Barthel:</b> Independencia funcional.	<b>Sesión:</b> 20 min <b>Frecuencia:</b> 2 v/día – 5días/sem <b>Duración total:</b> 6 sem <b>Postura:</b> 1. Sedente: abd hombro (90°), codo extendido, antebrazo neutro. 2. Supino: abd hombro (90°), Rot. externa, codo flexionado, antebrazo pronado. <b>Intervenciones adicionales:</b> Terapia convencional (1 hora y media) GE: Otto Bock modular support system GC: Almohadillas	<b>RMA libre de dolor:</b> GE: pre: 58.8 (17.5) post: 50.3 (15.7) GC: pre: 60.0 (22.0) post: 49.0 (24.1) $p=0.70$ <b>Dolor de hombro - RAI:</b> GE: pre: 10.5 (18.6) post: 4.0 (7.9) GC: pre: 11.5 (20.2) post: 1.6 (3.3) $p=0.93$ <b>Dolor:</b> GE: pre: 34.9 (34.4) post: 48.6 (35.4) GC: pre: 34.1 (36.7) post: 26.4 (24.6) $p=0.17$ <b>Independencia:</b> GE: pre: 34.7 (21.9) post: 71.0 (28.4) GC: pre: 37.7 (19.0) post: 79.3 (27.3) $p=0.82$
Jang et al., 2016(32)  Férula estática	N: 21. Edad: GE: 48.8 ± 14.8, GC: 49.5 ± 14.2. Género: 17 M, 4 F. T. Evol: > 6 meses Seguimiento: No reporta	<b>EAM:</b> Tono muscular de muñeca y dedos. <b>EFM:</b> Desempeño motor <b>Goniometría:</b> Rango de movimiento activo para la muñeca y mano.	<b>Sesión:</b> 14 min (4 min cada postura/receso 1min). <b>Frecuencia:</b> 3 v/día - 6 días/sem <b>Duración total:</b> 4 sem. <b>Postura:</b> 1. Dedos hacia delante 2. 90° Rot. externa de la posición 1. 3. 90° Rot. externa de la posición 2. <b>GE:</b> Posicionamiento <b>Intervenciones adicionales:</b> No reporta	EAM: Muñeca: GC: pre: 1.90 (0.88) post: 1.80 (0.63) GE: pre: 1.72 (0.79) post: 0.82 (0.40)* Mano: GC: pre: 1.60 (0.66) post: 1.25 (0.65) GE: pre: 2.00 (1.06) post: 0.90 (0.44)* EFM: Muñeca: GC: pre: 4.40 (2.76) post: 4.40 (2.76) GE: pre: 2.81 (2.52) post: 4.63 (2.62)* Mano: GC: pre: 8.10 (5.04) post: 8.10 (5.04) GE: pre: 5.55 (4.61) post: 6.90 (4.82)* RMA: Muñeca GC: pre: 124.20 (56.88) post: 125.60 (57.59) GE: pre: 100 (52.72) post: 124.54 (53.73) Mano: GC: pre: 61.90 (47.73) post: 65.50 (50.14) GE: pre: 52.73 (57.46) 7:3 post: 63.64 (61.20) *( $P<0.05$ )
Harvey et al., 2006(33)  Férula estática	ECV, TRM, TCE N: 60 = GE: 30 (19 TRM, 7 ECV, 4 TCE) GC: 30 (20 TRM, 7 ECV, 3 TCE) T. Evol: 4 (2-10) años Unilaterales: N: 28 = GE: 14 GC: 14	<b>Dispositivo:</b> <b>Goniometría + palpación:</b> Abducción palmar de la articulación carpo metacarpiana. <b>Actitud de los participantes frente al uso de la férula.</b> <b>EA:</b> Espasticidad aductor del pulgar.	<b>Sesión:</b> 8 hr-día <b>Frecuencia:</b> 7 días-sem <b>Duración total:</b> 12 semanas. <b>Postura:</b> <b>Intervenciones adicionales:</b> GE: Férula para el pulgar. GC: No férula. <b>Diseño:</b> Férula volar con una barra en C para posicionar el pulgar en abd	<b>RMP:</b> <b>Art. CMC:</b> GE: pre: 45 (7) post: 47 (7) GC: pre: 45 (7) post: 47 (6) $\Delta=1 (-1; 2)$ <b>Unilaterales:</b> GE: pre: 47 (7) post: 49 (7) GC: pre: 48 (5) post: 49 (5) $\Delta=1 (-2; 3)$ <b>Bilaterales:</b> GE: pre: 43 (6) post: 45(6) GC: pre: 43(7) post: 45(5) $\Delta=0 (-3; 3)$ <b>Espasticidad:</b> Pre: 0/4 ; 1/4 = 25 2/4 ; 3/4 = 5

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
	<b>Edad:</b> GE: 58 (49-67) GC: 64 (50-71) <b>Género:</b> M: 17 F:11 <b>Bilaterales:</b> <b>N:</b> 15 = GE: 15 GC:15 <b>Edad:</b> GC: 47 (37-51) <b>Género:</b> M: 15 F:1		palmar. Otra férula en cono fue usada por los participantes con dificultad para usar la barra en C.	<b>Actitud de los participantes:</b> 51% del GE manifestó que seguiría usando la férula y el 47% creyó que la férula le ayudaba a incrementar la extensibilidad de su pulgar.
<b>Lai et al., 2009(34)</b>  Férula estática	ECV <b>N:</b> 30 = GE: 15 GC: 15 <b>Edad:</b> GE: 49.1±4 GC: 55.6±5 <b>Género:</b> 17M, 13F. <b>T. Evol:</b> < 6 meses <b>Seguimiento:</b> 16 semanas	<b>Goniometría:</b> Rango de movimiento activo máximo.  <b>EAM:</b> Resistencia al movimiento pasivo de extensión de codo.	<b>Sesión:</b> 6-8 hr-día <b>Frecuencia:</b> 7 días-sem <b>Duración total:</b> 16 semanas. <b>Postura:</b> <b>Intervenciones adicionales:</b> Terapia: (Calor húmedo, Educación al paciente, movilización articular, ejercicios de rango de movimiento pasivo, facilitación propio-neural para alteraciones sensorio motoras, ejercicio terapéutico) GE: Férula en extensión + toxina botulínica y terapia. GC: toxina botulínica y terapia. Férula: Elbow Extension Dynasplint®	<b>RMA:</b> GE: pre: -62.27±43.56 post: -38.6±35.03 $\Delta = 33.5 \pm 29.6$ GC: pre: -53.4±23.97 post: -39±24.54 $\Delta = 18.7 \pm 48.7$ <b>Resistencia al movimiento pasivo:</b> GE: pre: 1.93±1.03 post: 1.5±1.06 $\Delta = 9.33 \pm 23.7$ GC: pre: 1.8±0.86 post: 1.47±0.92 $\Delta = 8.57 \pm 12.9$
<b>Lannin et al., 2007(35)</b>  Férula estática	ECV <b>N:</b> 62 = GE: 21, GC: 21, Otro: 20 <b>Edad:</b> Otro: 70.3 ± 12.6, GE: 68.7 ± 12.1, GC: 75.4 ± 11.0. <b>Género:</b> 30 M, 32 F. <b>T. Evol:</b> < 1 mes. <b>Seguimiento:</b> 2 semanas	<b>Torque:</b> Rango de movimiento de las articulaciones metacarpofalángica e interfalángicas de los dedos (Extensibilidad).  <b>Motor Assessment Scale:</b> Función del miembro superior.  <b>Escala de Tardiu:</b> Espasticidad.  <b>Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Outcome Measure (DASH):</b> Discapacidad.	<b>Sesión:</b> 12 hrs. (Noche). <b>Frecuencia:</b> 1 v/día - 7 días/sem. <b>Duración total:</b> 4 - 6 semanas. <b>Postura:</b> Sedente, fijación de la ES a nivel del antebrazo, muñeca y art. MCF. <b>Intervenciones adicionales:</b> Rehabilitación convencional, excepto estiramiento de flexores de muñeca y dedos. <b>Otro:</b> Neutral: Posicionamiento con órtesis (0° - 10° de extensión de muñeca). <b>GE:</b> Extensión: Posicionamiento con órtesis (45° extensión de muñeca, art. MCF e IF en extensión). <b>GC:</b> No uso órtesis.	<b>RMA:</b> GE: pre: 56.8 (12.4) post: 45.5 (15.4) Otro: pre: 62.1 (16.4) post: 53.1 (14.9) GC: pre: 56.2 (15.0) post: 47.3 (16.9) <b>Función del MS:</b> GE: pre: 0.3 (0.4) post: 0.7 (1.4) Otro: pre: 0.3 (0.9) post: 0.9 (2.0) GC: pre: 0.1 (0.3) post: 0.4 (0.9) <b>Espasticidad:</b> GE: pre: 1 (2) post: 2 (1) Otro: pre: 1.5 (2) post: 2 (2) GC: pre: 1 (1) post: 2 (1) <b>Discapacidad:</b> GE: pre: 62.8 (24.4) post: 60.4 (12.4) Otro: pre: 57.6 (24.0) post: 58.5 (19.4)

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
				GC: pre: 60.8 (21.7) post: 66.8 (17.4) <b>Efecto:</b> <b>Otro:</b> 1.4° (IC 95% - 5.4°;8.2°) comparado con el control. <b>GE:</b> -1.3° (IC 95% - 4.9°;2.4°) comparado con el control.
Sheehan et al., 2006(36)  Férula estática	ECV N: 12 =GE: 6 GC: 6 <b>Edad:</b> No reporta. <b>Género:</b> No reporta. <b>T. Evol:</b> No reporta. <b>Seguimiento:</b> 7 semanas.	<b>Torque:</b> Medir la resistencia de los flexores de la muñeca y dedos combinada a través del rango de movimiento de extensión de muñeca.	<b>Sesión:</b> 8 hr-día <b>Frecuencia:</b> 7 días-sem <b>Duración total:</b> 1semana. <b>Postura:</b> <b>Intervenciones adicionales:</b> GE: Férula GC: Sin Férula <b>1 semana:</b> Ninguno uso la férula, <b>2 semana:</b> GC: Sin férula, GE: Inicio férula <b>3 semana:</b> GC: Inicio férula GE: Continuo férula <b>4 – 7 semana:</b> GC y GE: Usaron férula.	<b>Torque:</b> <b>20° F GE:</b> pre: 25.21±10.62 post: 26.60±12.31 GC: pre: 20.12± 14.92 post: 26.54±11.13 <b>10° F GE:</b> pre: 26.87± 11.09 post: 28.99±10.12 GC: pre: 22.08±15.34 post: 28.33±10.41 <b>0° GE:</b> pre: 28.74± 11.69 post: 30.46±12.85 GC: pre: 24.44±15.50 post: 29.31±10.54 <b>10° E GE:</b> pre: 31.43± 9.83 post: 32.82±11.01 GC: pre: 26.82±15.99 post: 30.23±10.26 <b>20° E GE:</b> pre: 32.74± 15.90 post: 34.21±10.86 GC: pre: 29.26± 15.31 post: 32.71± 8.21
Turton et al., 2005(37)  Posicionamiento	ECV N: 24 = GE: 13 GC: 11 <b>Edad:</b> GE: 66 ± 14, GC: 70 ± 10. <b>Género:</b> 17 M, 8 F. <b>T. Evol:</b> < 1 mes. <b>Seguimiento:</b> 12 semanas.	<b>Goniometría:</b> Rango de movimiento pasivo y activo para la extensión de muñeca con dedos extendidos y Rot. Externa de hombro.  <b>Torque:</b> Extensión de muñeca.	<b>Sesión:</b> 30 min (cada una/ 2 posturas). <b>Frecuencia:</b> 2 v/día - 7 días/sem. <b>Duración total:</b> 8 sem. <b>Postura:</b> Sedente, muñeca neutra, dedos en extensión. Fijación de la ES a nivel del antebrazo, y art. MCF. Posición 1: Rot. interna y add de hombro Posición 2: Rot. externa de hombro GE: Estiramiento de los flexores de muñeca y dedos. GC: Tratamiento estándar <b>Intervenciones adicionales:</b> Recomendaciones generales para el cuidado de la ES. Bexhill Arm Support <sup>7</sup> GE: Estiramiento más cuidado usual del MS. GC: Cuidado usual del MS.	<b>RMP:</b> <b>Extensión de muñeca</b> GE: pre: 60±12.5 post: 44.5± 13.8 GC: pre: 55.4±8 post: 45.5± 18.9 <b>Rot. Externa de hombro:</b> GE: pre: 53± 11.9 post: 37±18.1 GC: pre: 49.7±11.1 post: 34.8± 22.8 <b>Torque - RMA:</b> <b>Extensión de muñeca</b> GE: pre: 3.2± 6.9 GC: pre: 2.6±4.8 <b>Rot. Externa de hombro:</b> GE: pre: 6.2± 11.0 GC: pre: 7.2±13.2
Andringa et al., 2013(38)  Level III	ECV N = 6 <b>Edad:</b> 65 (53–73) años <b>Género:</b> 5M, 1F	<b>Tolerancia a la férula:</b> Número de horas diarias de uso de la férula, reportado en un diario y por	<b>Férula dinámica</b> <b>Sesión:</b> 8 hr/día <b>Frecuencia:</b> 7 días/sem <b>Duración total:</b> 6 meses	<b>Tolerancia a la férula:</b> En promedio los pacientes usaron la férula durante > 6 horas/7 días semana.

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
Férula dinámica	<b>T. Evol:</b> 64(22-110) meses <b>Seguimiento:</b> 6 meses	medio de un cuestionario retrospectivo. <b>Auto reporte de dolor:</b> EAV, incluía descriptores como no dolor y peor dolor. <b>Auto reporte de espasticidad:</b> EAV, incluía descriptores como no espasticidad y peor espasticidad. <b>EAM:</b> Espasticidad de los flexores de codo, muñeca y dedos. <b>Goniometría:</b> rango de movimiento pasivo en extensión de la muñeca con dedos extendidos (contractura de flexores).	<b>Intervenciones adicionales:</b> Sesiones de fisioterapia 1v/cada 2 semanas relacionadas con entrenamiento en el uso de la férula por 3 meses. <b>GE:</b> Órtesis dinámica de muñeca y mano hecha a la medida con bandas ajustables ultra-flexibles. (Ultraflex Systems Inc., Pottstown, PA) <b>GC:</b> No control	Se encontraron diferencias en el auto reporte de dolor y espasticidad al comparar el uso de la férula estática vs dinámica. ( $p < 0.05$ ) <b>RMP: Extensión de muñeca</b> <b>GE:</b> pre: -29(-62; -11) post1: -21(-44; 0) post2: -12(-39; -11) ( $p < 0.05$ ). <b>EAM:</b> No se presentaron cambios significativos para el tono de flexores de codo, muñeca y dedos a los 3 y 6 meses.
<b>Chang &amp; Lai 2015(39)</b>  Level III  Férula dinámica	<b>ECV</b> <b>N = 10</b> <b>Edad:</b> No reportado 50.21±13.27 años <b>Género:</b> no reportado. <b>T. Evol:</b> 3.17±0.98 años <b>Seguimiento:</b>	<b>EMG:</b> contracción muscular voluntaria máxima (CVM)  Fuerza de agarre y pinza de los dedos.  <b>EFM:</b> Función de la mano.  Escala de satisfacción del uso de la férula dinámica.	<b>Férula dinámica</b> <b>Sesión:</b> 30 min/día <b>Frecuencia:</b> 5 días/sem <b>Duración total:</b> 3 meses <b>Intervenciones adicionales:</b> Terapia convencional en casa <b>GE:</b> Férula dinámica de mano personalizada con bandas de tensión ajustable.  <b>GC:</b> No control	<b>CVM: Extensores de muñeca</b> pre: 48.4 ± 9.89 post1: 55.2 ± 8.12 post2: 57.1 ± 9.88 ( $p < 0.05$ ). <b>Flexores de muñeca</b> pre: 65.3 ± 13.2 post1: 78.6 ± 10.3 post2: 80.4 ± 9.32 ( $p < 0.05$ ). <b>Fuerza de agarre:</b> pre: 3.24 ± 0.79 post1: 4.78 ± 1.01 post2: 4.97 ± 0.85 ( $p < 0.05$ ). <b>Fuerza de pinza:</b> pre: 2.32 ± 0.89 post1: 3.56 ± 0.93 post2: 3.86 ± 0.81 ( $p < 0.05$ ). <b>EFM:</b> pre: 38.2 ± 2.32 post1: 38.8 ± 5.45 post2: 39.3 ± 6.21 <b>Puntaje de satisfacción:</b> (84-92)/100
<b>Fayez &amp; Sayed 2013(40)</b>  Level I  Férula dinámica	<b>ECV</b> <b>N:</b> 29 = <b>GE1:</b> 14 <b>GE2:</b> 15 <b>Edad:</b> <b>GE1:</b> 63.5±8.1 años <b>GE2:</b> 60.8±6.5 años <b>Género:</b> M: 12, F: 17 <b>T. Evol:</b> (> 6 meses – 1 año) <b>Seguimiento:</b> No reportado	<b>Goniometría:</b> Rango de movimiento activo y pasivo para la extensión de muñeca.  <b>Dinamometría manual:</b> fuerza de agarre.	<b>Férula dinámica</b> <b>Sesión:</b> 1 hora <b>Frecuencia:</b> única sesión <b>Duración total:</b> 1 hora <b>Postura:</b> Sedente con los hombros relajados y los brazos soportados en un apoyabrazos. <b>Intervenciones adicionales:</b> Programa de rehabilitación <b>GE1:</b> férula estática en posición funcional de reposo (muñeca: 30° de extensión, pulgar en abducción)	<b>RMA: GE1:</b> pre: 55.24±6.65 post: 60.7 ± 3.5 $p=0.001$ <b>GE2:</b> pre: 57.01± 7.76 post: 70.52 ± 9.6 $p= 0.01$ pre: $p=0.32$ post: $p=0.05$ <b>RMP: GE1:</b> pre:101.66±5.6 post:115.63±6.36 $p=0.0001$ <b>GE2:</b> pre: 116.33±12.5 post: 135.56±16.7 $p= 0.001$ pre: $p= 0.17$ post: $p= 0.001$ <b>Fuerza de agarre:</b> <b>GE1:</b> pre: 3.96 ± 0.61 post: 4.9 ± 0.83 $p=0.003$ <b>GE2:</b> pre: 4.8 ± 0.53 post: 5.53 ± 0.49 $p= 0.001$ pre: $p= 0.14$ post: $p= 0.13$

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
<p>Fujiwara et al. 2004(41)</p> <p>Level III</p> <p>Férula estática</p>	<p><b>ECV</b> N = 15 <b>Edad:</b> 49.2 ± 13.7 años <b>Género:</b> No reportado. <b>T. Evol:</b> &gt; 4 meses (200.2±92.6 días) <b>Seguimiento:</b> 5 pacientes siguieron en el estudio.</p>	<p><b>EMG:</b> Músculos: flexor superficial de los dedos, extensor propio del índice, flexor radial del carpo, extensor radial del carpo, braquiorradial, tríceps braquial durante la extensión de los dedos y flexión de hombro.</p> <p><b>Reflejo H:</b> Flexor radial del carpo. (Hmax, Mmax y razón Hmax/Mmax).</p> <p><b>EAM:</b> Tono flexores de muñeca y dedos.</p> <p><b>SIAS:</b> Alteraciones motoras del MS.</p> <p><b>Goniometría:</b> Rango de movimiento activo para extensión de los dedos y levantar el brazo.</p>	<p><b>GE2:</b> férula dinámica hecha a la medida que permitía el movimiento de 30° de muñeca con los dedos libres. <b>GC:</b> No control</p> <p><b>Férula estática</b> <b>Sesión:</b> 45 min protocolo de terapia + 8 hr/día uso de férula <b>Frecuencia:</b> 1-2 v/sem + 5 días/sem <b>Duración total:</b> 8 sem <b>Postura:</b> Sedente <b>Intervenciones adicionales:</b> Ejercicios de rango de movimiento, reeducación muscular, entrenamiento en actividades básicas y actividades de la vida diaria. <b>GE:</b> férula + protocolo de terapia <b>GC:</b> No control</p>	<p><b>EMG: Tarea 1:</b> FSD: SD:130.3± 30.6 CF: 81.7±24.7 (p&lt;0.001) EPI: SF:146.2±40.3 CF: 176.2±55.3 (p=0.13) FRC: SF: 92.9±20.6 CF: 67.4±18.7 (p=0.002) ERC: SF:171.1±51.1 CF: 141.4±38.6 (p=0.14) B: SF: 91.0±9.0 CF: 60.0±6.9 (p=0.004) TB: SF: 46.2±8.9 CF: 33.1±6.0 (p=0.08) <b>Tarea 2:</b> FSD: SD: 96.1± 26.1 CF: 53.3±11.6 (p=0.08) EPI: SF: 60.1±11.7 CF: 56.5±11.3 (p=0.51) FRC: SF:107.8±18.2 CF: 62.7±9.5 (p=0.008) ERC: SF: 89.6±10.2 CF: 94.6±26.1 (p=0.82) B: SF: 129.1±16.0 CF: 81.3±10.6 (p=0.002) TB: SF: 86.2±19.4 CF:95.6±18.8 (p=0.33) <b>Reflejo H:</b> Se evidenció disminución de la razón Hmax/-Mmax (p&lt;0.01). <b>EAM:</b> Dedos: pre: 3 post:2 p=0.04 Codo: pre:3 post:2 p=0.05 <b>RMA:</b> <b>Extensión de los dedos:</b> pre: -46±41.6 post: -16±26.8 p=0.05 <b>Flexión de hombro:</b> pre: 30±10.0 post: 71±13.4 p=0.006</p>
<p>Garros et al. 2010(42)</p> <p>Level III</p> <p>Férula estática</p>	<p><b>ECV</b> N = 30 <b>Edad:</b> <b>Género:</b> M: 19, F:11 <b>T. Evol:</b> &gt; 1 año <b>Seguimiento:</b> No mencionado</p>	<p><b>Canadian Occupational Performance Measure (COPM):</b> Evaluó las tareas afectadas por la presencia de espasticidad. Incluye actividades de la vida diaria y de ocio.</p> <p><b>Box and Block Test (BBT):</b> función de la mano.</p>	<p><b>Férula estática</b> <b>Sesión:</b> 8 hr/día-noche <b>Frecuencia:</b> no mencionado <b>Duración total:</b> 3 meses <b>Intervenciones adicionales:</b> Terapia ocupacional que incluye entrenamiento funcional y en actividades de la vida diaria y estiramiento del MS. <b>GE:</b> Férula con soportes en la región ventral y dorsal de la muñeca y la mano.</p>	<p><b>COPM: GE:</b> AVD: (60% - 90%) Act. productivas: (5% - 20%) Act. de ocio: (5% - 18%) pre: 1.4±0.5 post: 6.3±0.8 p&lt;0.01</p> <p><b>BBT: GE:</b> MSP: pre: 1±3 post: 6±12 p&lt;0.01 MSNP: pre: 48±14 post: 59±15 p&lt;0.01</p>

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
<p><b>Jung et al. 2011(43)</b></p> <p>Level I</p> <p>Dispositivos de estiramiento</p>	<p>ECV N: 21= GE:10, GC:11 Edad: GE: 45.6±8.1, GC: 47.5±13.3. Género:15 M, 6 F. T. Evol: &gt; 6 meses Seguimiento: 1 semana post intervención</p>	<p><b>EAM:</b> Espasticidad de los flexores de la articulación metacarpofalángica de los dedos.</p>	<p><b>GC:</b> No control</p> <p><b>Dispositivos de estiramiento</b> <b>Sesión:</b> 1 set de 20 min (30 seg estiramiento, 30 seg receso). <b>Frecuencia:</b> 2 v/día - 6 días/sem <b>Duración total:</b> 3 sem. <b>Postura:</b> Sedente, fijación del MS a nivel del antebrazo, muñeca y art. MCF. <b>Intervenciones adicionales:</b> No reporta <b>GE:</b> Posicionamiento con ayuda de dispositivo <b>GC:</b> Tratamiento del control no reportada.</p>	<p><b>EAM:</b> Los puntajes mostraron una disminución significativa inmediatamente y una semana después de la intervención (<math>p &lt; 0.001</math>). GE: pre1: 2.83(0.60) Int3: 1.20 (0.67) post1: 1.97 (0.74) GC: pre1: 2.77(0.67) Int3: 2.82 (0.72) post1: 2.83 (0.72) El GC no mostro cambios significativos en los puntajes de la EAM (<math>p &gt; 0.05</math>).</p>
<p><b>Kim et al. 2013(44)</b></p> <p>Level I</p> <p>Dispositivos de estiramiento</p>	<p>ECV N: 15 = GE: 8, GC: 7 Edad: GE: 47.7 ± 8.0, GC: 55.1 ± 14.0. Género: 10 M, 5 F. T. Evol: &gt; 6 meses. 1,325.7 (1,407.4) días. Seguimiento: no reporta.</p>	<p><b>EAM:</b> Espasticidad de los flexores de la articulación metacarpofalángica de los dedos.</p> <p><b>RMP:</b></p>	<p><b>Dispositivos de estiramiento</b> <b>Sesión:</b> 10 min. <b>Frecuencia:</b> 2 v/día - 7 días/sem <b>Duración total:</b> 4 sem. <b>Postura:</b> Sedente, fijación de la ES a nivel del antebrazo, muñeca y art. MCF. <b>Intervenciones adicionales:</b> No reporta <b>GE:</b> Posicionamiento con ayuda de dispositivo <b>GC:</b> Condiciones no reportadas.</p>	<p><b>EAM:</b> En el GE los puntajes mejoraron significativamente, (<math>p=0.001</math>). En el GC no se presentaron cambios significativos (<math>p &gt; 0.05</math>). <b>GE:</b> Pre1: 2.71 (0.25) Pre2: 2.60 (0.32) Post: 1.58 (0.36) <b>GC:</b> Pre1: 2.62 (0.52) Pre2: 2.64 (0.50) Post: 2.57 (0.50) <b>RMP:</b> GE y GC no mostraron limitación en el RMP de la articulación metacarpofalángica.</p>
<p><b>Suat et al. 2011(45)</b></p> <p>Level I</p> <p>Férula estática</p>	<p>ECV N: 19 GE: 10 GC: 9 Edad: GE:41±14.9 GC: 46.3 ± 7.9 Género: M: 16, F: 3 T. Evol: &gt; 6 meses GE: 26.2 ±14 GC: 26.8 ±12.3 Seguimiento: 6 meses Mediciones: antes de la intervención, post-intervención, 2, 4 y 6 meses.</p>	<p><b>EAM:</b> espasticidad en MI de plantiflexores, flexo-extensores de rodilla, aductores y extensores de cadera, MS de flexores de codo, muñeca y dedos, aductores de hombro.</p> <p><b>Berg Balance Scale (BBS):</b></p> <p><b>Functional Reach test (FR):</b></p> <p><b>Timed Up &amp; Go test (TUG):</b></p> <p><b>L Test of Functional Mobility:</b></p>	<p><b>Férula estática</b> <b>Sesión:</b> 2hr/día <b>Frecuencia:</b> no mencionado. <b>Duración total:</b> 6 meses</p> <p><b>Intervenciones adicionales:</b> Programa de ejercicios en casa cada 1 o 2 meses.</p> <p><b>GE:</b> Férula estática con extensión de muñeca (20°-25°) y el pulgar en oposición y dedos en semiflexión.</p> <p><b>GC:</b> Programa de ejercicio en casa cada 1-2 meses.</p>	<p>Post1: 2 meses, Post2: 4 meses, Post3: 6 meses. <b>BBS:</b> GE: Post1: z=0.000 <math>p=1.000</math> Post2: z=0.000 <math>p=1.000</math> Post3: z=-1.342 <math>p=0.180</math> GC: Post1: z=0.000 <math>p=1.000</math> Post2: z=0.000 <math>p=1.000</math> Post3: z=0.000 <math>p=1.000</math> <b>FR:</b> GE: Post1: z= -1.791 <math>p=0.073</math> Post2: z=-1.728 <math>p=0.084</math> Post3: z= -2.350 <math>p=0.019</math> GC: Post1:z= -0.538 <math>p=0.590</math> Post2: z=-0.595 <math>p=0.552</math> Post3: z=-0.281 <math>p=0.779</math> <b>TUG:</b> GE: Post1: z= 0.000 <math>p=1.000</math> Post2: z=-2.200 <math>p=0.028</math> Post3: z=-2.386 <math>p=0.017</math> GC: Post1: z=-1.123 <math>p=0.261</math> Post2: z= -1.781 <math>p=0.075</math> Post3: z=-1.101 <math>p=0.271</math></p>

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
				<p><b>L Test:</b> GE: Post1: <math>z=-1.614</math>  <math>p=0.107</math> Post2: <math>z= -2.505</math>  <math>p=0.012</math> Post3: <math>z= -2.710</math>  <math>p=0.007</math> GC: Post1: <math>z=-1.017</math>  <math>p=0.309</math> Post2: <math>z=-1.779</math>  <math>p=0.075</math> Post3: <math>z=-1.304</math>  <math>p=0.192</math></p>
<p><b>Triandafilou et al. 2011(46)</b></p> <p>Level III</p> <p>Dispositivos de estiramiento</p>	<p><b>ECV</b>  N = 15  <b>Edad:</b> <math>57 \pm 8</math> años  <b>Género:</b> M: 7 F:8  <b>T. Evol:</b> &gt; 6 meses  <b>Seguimiento:</b> no reportado.</p>	<p><b>Graded Wolf Motor Function Test (GWMFT):</b> En sus componentes de levantar un lápiz, una toalla y bolita de algodón. Para evaluar la función de la mano específicamente agarrar y soltar.</p> <p><b>Dinamometría manual:</b> Fuerza de la mano (agarre)  Fuerza de pinza: lateral  Tiempo de relajación de la musculatura.</p>	<p><b>Dispositivos de estiramiento</b>  <b>Sesión:</b> 3 sets separados por más de 1 semana  <b>Frecuencia:</b> 1 v/cada sem  <b>Duración total:</b> No reportado.  <b>Postura:</b> Sedente.  <b>Intervenciones adicionales:</b> No mencionado.  <b>GE:</b> Se implementó el uso de un guante con control electrónico para la extensión de los dedos (X-Glove) para probar 2 programas de estiramiento: (1) mantenido por 30 minutos y (2) estiramiento repetitivo durante 30 minutos. El control permaneció en reposos con el guante apagado por 30 minutos.</p>	<p><b>GWMFT:</b> No se evidenciaron cambios significativos después de los protocolos de estiramiento comparados con la condición de reposo (<math>p = 0.015</math>).</p> <p><b>Dinamometría manual:</b> La fuerza de agarre (<math>p = 0.356</math>) y pinza (<math>p = 0.445</math>) no mostraron cambios después de las intervenciones al compararlos con la condición de reposo.</p>
<p><b>Tseng et al. 2007(47)</b></p> <p>Level I</p> <p>Ejercicios de Rango de Movimiento</p>	<p><b>ECV</b>  N: 59 = GE1: 21  GE2: 21 GC: 17  <b>Edad:</b> <math>75.1 \pm 7.8</math>  <b>Género:</b> M: 45 F: 14  <b>T. Evol:</b> &gt; 6 meses  <b>Seguimiento:</b></p>	<p><b>FIM:</b> Independencia funcional, subescala de actividades de la vida diaria.</p> <p><b>Geriatric Depression Scale – Short Form (GDS-15):</b> Depresión.</p> <p><b>Movilidad articular:</b>  Hombro: flexión, extensión, aducción y abducción. Codo: flexión y extensión. Muñeca: flexión y extensión. Cadera: flexión, extensión y aducción. Rodilla: Flexión y extensión. Tobillo: platiflexión, dorsiflexión, inversión y eversión.  <b>EAV:</b> Auto reporte de dolor, teniendo en cuenta 3 escalas.</p>	<p><b>Ejercicios de Rango de Movimiento</b></p> <p><b>Sesión:</b> 2v/día aproximadamente entre 10 y 20 min – incluía 5 repeticiones/articulación.  <b>Articulaciones:</b> hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla y tobillo.  <b>Frecuencia:</b> 6 días/sem  <b>Duración total:</b> 4 semanas  <b>Postura:</b> No mencionada  <b>Intervenciones adicionales:</b> Ejercicios de rango de movimiento del MS y MI.  <b>GE1:</b> Protocolo supervisado por una enfermera mientras completaba los ejercicios de RM de manera independiente.  <b>GE2:</b> Con asistencia de la enfermera se lograba el máximo RM mientras se completaba el protocolo.</p>	<p><b>Movilidad articular:</b> Ambos grupos de intervención mostraron incremento de la MA. El GE2 presento mayor incremento comparado con el GE1 (<math>p &lt; 0.001</math>), el GC presento disminución de la MA.  <b>FIM:</b> Los grupos de intervención presentaron aumento en el puntaje del FM comparado con el GC (<math>p= 0.015</math>).  <b>GDS-15:</b> Los grupos de intervención presentaron menor puntaje en el GDS-15 comparado con el GC (<math>p= 0.000</math>).  <b>Pain:</b> Los grupos de intervención presentaron menor puntaje en el auto reporte del dolor comparado con el GC (<math>p= 0.001</math>).</p>

Autor	Población	Pruebas de evaluación	Tipo de intervención	Resultados
			GC: Cuidado usual, no se realizaron los ejercicios de RM que habitualmente se realizan.	

## 5. Evidencia de estudios férula de presión en personas post-ECV.

Autor	Diseño/Población (N)	Intervención	Resultados
Feys et al., 1998(48)	ECC/ N= 100 ECV Edad: GE: 65,62±11,81 años. GC: 62,78±12,03 años.	GE: Terapia convencional + férula en ES. GC: Terapia convencional.	Cambios significativos en el tiempo para el GE en: <b>Fugl-Meyer e Índice de Barthel:</b> (p=0.0001)
Cambier et al., 2002(49)	ECC/ N= 23 ECV Edad: GE: 63,9±11,2 años. GC: 61,1±12,8 años.	GE: Terapia convencional + férula en ES. GC: Terapia convencional.	<b>Fugl-Meyer:</b> GE: línea de base: 35,9±21,5; post-tto: 39,9±21,1. (p=0,023)
Agostinucci et al., 2006(50)	Experimental/ N= 48 sanos Edad: (20-51 años)	GE: PC antebrazo 51-60 mmHg GP: PC antebrazo 0 mmHg	<b>Amplitud R. H FRC:</b> Anova= diferencias significativas entre los grupos (facilitación vs inhibición) (p<0,05). No diferencias para el GP.
Agostinucci et al., 2010(51)	Experimental/ N= 17 ECV, 2 TRM Edad: ECV (27-76 años) TRM (27-68 años)	PC antebrazo 51-60 mmHg	<b>Amplitud R. H FRC:</b> Diferencia significativa min 1, 3 y 5 (p=0,002).
Konečný et al., 2017(24)	Experimental – prospectivo/ N= 40 ECV GE: 20 Edad: 59.5±9.8 T evol. 13.5±9.0 GC: 20 Edad: 60.0± 9.5 T evol. 12.9±10.1	PC: 30 mmHg  GE: (FPJ + toxina botulínica BTX-A) 30 min/2 veces día/5 días semana/4 semanas  GC: (EM + toxina botulínica BTX-A) 30 min/2 veces día/5 días semana/4 semanas	<b>EAM: Tono muscular flexores de los dedos.</b> Probabilidad de disminuir en 1 nota GE: pre: 2 (3-1) post: 1 (2-1) OR 4.0 (IC 95%: 2.5-5.0) GC: pre: 2 (3-1) post: 1+ (3-1) OR 1.5 (IC 95:1.2-2.0) <b>Índice de Barthel:</b> GE: pre: 67 (40-85) post: 75 (50-90) GC: pre: 65 (35-90) post: 74 (40-95)
Sharma et al., 2018(52)	Experimental N= 30 ECV Estadio subagudo (4 - 6 semanas) Edad: (40 - 65 años)	Presión neumática intermitente (PI): 40mmHg  GA= PI= 30 min/día - 6 días/semana - 4 semanas Terapia de espejo= 2 hr/día - 6 días/semana - 4 semanas  GB= Ejercicios de rango de movimiento, ejercicios de estiramiento y fortalecimiento por 60 min/día - 6 días/semana - 4 semanas.	<b>Escala de recuperación motora de Brunnstrom:</b> GA: 4.533±0.2153 GB: 3.267±0.1817 p < 0.05 <b>Test Clínico para la sensibilidad (NSA):</b> Pinchazo: GA: 1.600±0.1309 GB: 0.9333±0.1817. Tacto ligero: GA: 1.600 ±0.1309 GB: 1.600±0.1309. Presión: GA: 1.600±0.1309 GB: 1.400±0.1309. Temperatura: GA: 1.600±0.1309 GB: 1.333±0.1594. Propiocepción: GA: 1.667±0.1594 GB: 1.071±0.1269. Estereognosia: GA: 1.733±0.1182 GB: 1.067±0.1182. Discriminación de dos puntos: GA:

Autor	Diseño/Población (N)	Intervención	Resultados
			1.733±0.1182 GB: 1.067±0.06667. $p < 0.05$ <b>Medida de independencia funcional (FIM):</b> Comer: GA: 6.200±0.3117 GB: 5.200±0.6110. Aseo: GA: 5.333±0.2520 GB: 4.333±0.3333. Baño: GA: 5.267±0.3838 GB: 4.333±0.3333. Vestido de la parte superior: GA: 5.333±0.3608 GB: 5.067±0.3838. Vestido de la parte inferior: GA: 5.400±0.3491 GB: 4.867±0.4008 $p < 0.05$ .
<b>Kauser et al., 2015(53)</b>	<b>Reporte de caso</b> N= 1 ECV Edad: 45 años	PC aplicada con esfingomanómetro 80 mmHg Intervención: (intervalos de 1 min) 10 min. + fisioterapia convencional	<b>EAM (Tono muscular)</b> Se evidencia disminución del tono muscular con la aplicación de la PC.
<b>Gardas et al., 2020(54)</b>	<b>Experimental</b> N= 28 ECV Edad: (30 - 70 años) 53.39±8.67 años T. evol. 39.86 meses	PC aplicada con esfingomanómetro 70 - 80 mmHg GE: Intervención (PC con esfingomanómetro) + terapia convencional. GC: Terapia Convencional (estiramiento mantenido, posturas anti-gravitatorias y tomas de peso, actividades de alcance, agarre y precisión, FNP, fortalecimiento del antagonista). 1 sesión: 5 min (3 veces) descanso 1 min 15 sesiones durante 4 semanas	<b>EAM (Tono muscular):</b> Intra grupo: GE: pre: 2.5 post: 2.0 ( $p=0.025$ ); GC: pre: 2.5 post: 2.5 ( $p=0.157$ ) <b>Funcionalidad:</b> Escala Chedoke GE: pre: 17.43±11.61 post: 19.5±13.10 ( $p=0.011$ ); GC: pre: 12.93±8 post: 14.29±9.5 ( $p=0.026$ ). <b>Entre grupos:</b> control voluntario de la mano GE: 0.5 GC: 0 ( $p=0.014$ ).
<b>Gandecha et al., 2016(55)</b>	<b>Experimental</b> N= 10 ECV Edad= (25-65 años) 55.9±4.24 años	PC (51-60 mmHg) aplicada con esfingomanómetro 1 minuto	<b>Amplitud Reflejo H FRC:</b> Pre PC: 2.97±1.27 mV, Durante PC: 2.12±1.09 mV, Post PC: 2.97± 1.25 mV $p=0.21$ .

## 6. Evidencia de estudios en el MS que evalúan tono muscular (EAM) y excitabilidad refleja (Reflejo H FRC) en personas post-ECV antes y después de una intervención.

AUTOR	POBLACION/ TIPO DE INTERVENCION	VARIABLE	RESULTADOS LINEA DE BASE	RESULTADOS POST INTERVENCION
<b>Pizzi et al., 2005(56)</b>	N: 40 personas Post-ECV / 62 años (39-72) Aplicación de Férula palmar por 90 min día/3 meses	Tono muscular Codo y muñeca (EAM).	Codo: 1.7±0.6 Muñeca: 1.4±0.5	Codo: 1.3±0.3* Muñeca: 1.2±0.7
		Reflejo H FRC Latencia: Razón Hmax/Mmax:	Latencia: 18.5±2.4 Razón Hmax/Mmax: 0.38±0.18	Latencia: 18.2±2.2 Razón Hmax/Mmax: 0.25±0.12*
<b>Basaran et al., 2012(26)</b>	N: 39 personas Post-ECV crónico /GEP: 52.0 ± 11.2 años GED: 54.9 ± 12.3 años GC: 59.9 ± 10.1 años.	Tono muscular Codo y muñeca (EAM).	GC: 2.58 ± 0.90	GC: 2.42 ± 0.90
			GED: 2.38 ± 0.51	GED: 2.23 ± 0.44
			GEP: 2.54 ± 0.66	GEP: 2.38 ± 0.77

AUTOR	POBLACION/ TIPO DE INTERVENCION	VARIABLE	RESULTADOS LINEA DE BASE	RESULTADOS POST INTERVENCION
	Programa de rehabilitación convencional (entrenamiento motor y estiramiento). Aplicación de Férula palmar o dorsal por 10 horas nocturnas por 5 semanas.  GEP: Férula palmar GED: Férula Dorsal GC: No Férula	Reflejo H FRC Latencia: Razón Hmax/Mmax:	GC: Latencia: 17.54 ± 2.23 Razón Hmax/Mmax: 0.36 ± 0.15  GED: Latencia: 17.68 ± 1.77 Razón Hmax/Mmax: 0.36 ± 0.16  GEP: Latencia: 17.73 ± 1.69 Razón Hmax/Mmax: 0.37 ± 0.10	GC: Latencia: 17.60 ± 1.74 Razón Hmax/Mmax: 0.35 ± 0.13  GED: Latencia: 17.94 ± 1.92 Razón Hmax/Mmax: 0.32 ± 0.12  GEP: Latencia: 17.86 ± 1.80 Razón Hmax/Mmax: 0.34 ± 0.10
Bürge et al., 2008(27)	N: 31 ECV = GE: 16 GC: 15, Edad: GE: 68± 12 GC: 64±14, Género: 11M, 19F. T. Evol: < 1 mes Sesión: 2 sets/día (ter. Física) 1set/día (Ter. Ocupacional), >6 horas uso de férula. Duración total: 13 semanas. Intervenciones adicionales: Terapia neurofisiológica o del lenguaje de ser necesario. GE: Órtesis más cuidado convencional. GC: Cuidado convencional. Tiempo total de la sesión no reportado.	EAM: Tono muscular de muñeca y dedos.	Tono: GE: pre: 0 (0-1) GC: pre: 0 (0-1.5)	Tono: GE: post: 1 GC: post: 1.5.
Jang et al., 2016(32)	N: 21. Edad: GE: 48.8 ± 14.8, GC: 49.5 ± 14.2. Género: 17 M, 4 F. T. Evol: > 6 meses Sesión: 14 min (4 min cada postura/receso 1min). Frecuencia: 3 v/día - 6 días/sem. Duración total: 4 sem. Postura: 1. Dedos hacia delante 2. 90° Rot. externa de la posición 1. 3. 90° Rot. externa de la posición 2. GE: Posicionamiento Intervenciones adicionales: No reporta	EAM: Tono muscular de muñeca y dedos.	EAM: Muñeca: GC: pre: 1.90 (0.88) GE: pre: 1.72 (0.79) Mano: GC: pre: 1.60 (0.66) GE: pre: 2.00 (1.06)	EAM: Muñeca: GC: post: 1.80 (0.63) GE: post: 0.82 (0.40)* Mano: GC: post: 1.25 (0.65) GE: post: 0.90 (0.44)* *(P<0.05)
Lai et al., 2009(34)	N: 30 ECV = GE: 15 GC: 15 Edad: GE: 49.1±4 GC: 55.6±5 Género: 17M, 13F. T. Evol: < 6 meses Sesión: 6-8 hr-día Frecuencia: 7 días-sem Duración total: 16 semanas. Intervenciones adicionales: Terapia: (Calor húmedo, Educación al paciente, movilización articular, ejercicios de rango de movimiento pasivo, facilitación propio-neural para	EAM: Resistencia al movimiento pasivo de extensión de codo.	EAM: GE: pre: 1.93±1.03 GC: pre: 1.8±0.86	EAM: GE: post: 1.5±1.06 Δ= 9.33±23.7 GC: post: 1.47±0.92 Δ= 8.57±12.9

AUTOR	POBLACION/ TIPO DE INTERVENCION	VARIABLE	RESULTADOS LINEA DE BASE	RESULTADOS POST INTERVENCION
	alteraciones sensorio motoras, ejercicio terapéutico) GE: Férula en extensión + toxina botulínica y terapia. GC: toxina botulínica y terapia. Férula: Elbow Extension Dynasplint®			
<b>Jung et al., 2011(43)</b>	N: 21 personas post- ECV crónico, 46.6 ± 10.9 años. Dispositivo de estiramiento para la muñeca y dedos (férula). Protocolo: Estiramiento mantenido por 30 seg con 30 seg de descanso por 20 minutos. 2 sesiones día/ 6 días semana por 3 semanas.	Tono muscular (EAM)	EAM GC: 2.77 (0.67) GE: 2.83 (0.60)	EAM GC: 2.83 (0.72) GE: 1.97* (0.74)
<b>Stowe et al., 2013(57)</b>	N: 18 personas Post-ECV crónico / 62 ± 15 años. GC: Caminata a velocidad preferida por 30 min/día por 10 días. GE: NMES 30 min/día por 10 días.	Tono muscular EAM	EAM 3.5 ± 1.1	EAM 3.3 ± 3.6
		Reflejo H FRC Hmax	GC Hmax: 33 ± 21% GE Hmax: 42 ± 10%	GC Hmax: 38 ± 21% GE Hmax: 41 ± 17%
<b>Kim et al., 2013(44)</b>	N: 15 personas post- ECV crónico, 51.2±11.4 años. Dispositivo de estiramiento para la muñeca, dedos y pulgar. Protocolo: estiramiento mantenido por 10 min, 2 veces día por 4 semanas.	Tono muscular (EAM)	EAM GC: 2.62 (0.52) GE: 2.71 (0.25)	EAM GC: 2.57 (0.50) GE: 1.58 (0.36) P<0.001*
<b>Fujiwara et al., 2015(58)</b>	N: 61 personas Post-ECV crónico/ 61.4 (13.3) años. Uso de circuito cerrado de EMG y férula 8 horas/día por 3 semanas Programa de rehabilitación de 90 min por 21 días / 5 días semana (estiramiento, reeducación muscular)	Tono muscular Muñeca y dedos (EAM).	EAM Muñeca: 2.88 (1.05) Dedos: 3.03 (1.01)	EAM Muñeca: 2.25 (0.96) + Dedos: 2.30 (0.97) +
		Reflejo H FRC Amplitud pico a pico.	Amplitud: 0.74 (0.33)	Amplitud: 0.66 (0.30)
<b>Fakhari et al., 2017(59)</b>	N: 29 personas Post-ECV crónico / 54.3 años (±13.0). Aplicación sobre el FRC de una técnica denominada "punción seca"	Tono muscular muñeca (EAM-M). (Frecuencia en cada categoría)	0 = – 1= 8 (27.6) 2= 13 (44.8) 3= 5 (17.2) 4= 3 (10.3)	0 = 8 (27.6) 1= 13 (44.8) 2= 5 (17.2) 3=3 (10.3) 4= –
		Reflejo H FRC Latencia: Razón Hmax/Mmax:	Latencia: 14.88±1.63 Razón Hmax/Mmax: 0.49±0.2	Latencia: 15.80±1.62 Razón Hmax/Mmax: 0.42±0.18
<b>Thibaut et al., 2015(60)</b>	N: 17 personas Post-ECV/ Edad: 42±12 años (18-71) T. Evol: 35± 31 meses. Aplicación de estiramiento manual, férula palmar de espuma o condición control por 30 minutos, separados de 60 minutos G1: Férula + estiramiento manual (N:14) G2: Férula + control (12) G3: Estiramiento manual + control (N:8)	Tono muscular Codo, muñeca y dedos (EAM)	G1: Férula: 3.5; Estiramiento manual: 2.5. G2: Férula: 2.5. G3: Estiramiento manual	G1: Férula: 2.5, p=0.014; Estiramiento manual: 2, p=0.022. G2: Férula: 1.5 p=0.014. G3: Estiramiento manual : (p>0.05)

AUTOR	POBLACION/ TIPO DE INTERVENCION	VARIABLE	RESULTADOS LINEA DE BASE	RESULTADOS POST INTERVENCION
Khan et al., 2018(61)	N: 30 personas post-ECV/ (36-62) Grupo Férula: 10-12 horas/día por 6 semanas Grupo Estiramiento: 3-4 veces/día 5-6 días/semana pro 6 semanas	Tono muscular EAM-M	Grupo Férula: Muñeca: 2.2 Dedos: 2.46 Grupo Estiramiento: Muñeca: 2.13 Dedos: 2.66	Grupo Férula: Muñeca: 1.66 (p=0.001) Dedos: 1.73 (p=0.005) Grupo Estiramiento: Muñeca: 1.86 (p=0.002) Dedos: 1.6(p=0.046)

FRC: Flexor Radial del Carpo, EAM: Escala de Ashworth Modificada, NMES: Estimulación Eléctrica Neuro Muscular, GC: Grupo Control, GE: Grupo Experimental, GED: Grupo Experimental Férula Dorsal, GEP: Grupo Experimental Férula Palmar.

\*Diferencias significativas en relación con el tiempo 0 (p<0.05)

+ Diferencias significativas comparadas con la línea de base (p < 0.01)

### Bibliografía

- Sommerfeld D, Eek E, Svensson A, Holmqvist L, von Arbin M. Spasticity after Stroke: Its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. Stroke [Internet]. 2004 Jan;35(1):134–9. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.STR.0000105386.05173.5E>
- Katoozian L, Tahan N, Zoghi M, Bakhshayesh B. The Onset and Frequency of Spasticity After First Ever Stroke. J Natl Med Assoc [Internet]. 2018 Dec;110(6):547–52. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0027968417303012>
- Wissel J, Schelosky LD, Scott J, Christe W, Faiss JH, Mueller J. Early development of spasticity following stroke: A prospective, observational trial. J Neurol. 2010;257(7):1067–72.
- Urban PP, Wolf T, Uebele M, Marx JJ, Vogt T, Stoeter P, et al. Occurrence and clinical predictors of spasticity after ischemic stroke. Stroke [Internet]. 2010 Sep;41(9):2016–20. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.110.581991>
- Lundström E, Smits A, Terént A, Borg J. Time-course and determinants of spasticity during the first six months following first-ever stroke. J Rehabil Med [Internet]. 2010;42(4):296–301. Available from: <https://medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-0509>
- Nam KE, Lim SH, Kim JS, Hong BY, Jung HY, Lee JK, et al. When does spasticity in the upper limb develop after a first stroke? A nationwide observational study on 861 stroke patients. J Clin Neurosci [Internet]. 2019 Aug;66:144–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0967586818317648>
- Watkins CL, Leathley MJ, Gregson JM, Moore a P, Smith TL, Sharma a K. Prevalence of spasticity post stroke. Clin Rehabil [Internet]. 2002 Aug 1;16(5):515–22. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1191/0269215502cr512oa>
- Lundström E, Terént A, Borg J. Prevalence of disabling spasticity 1 year after first-ever stroke. Eur J Neurol [Internet]. 2008 Jun;15(6):533–9. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1468-1331.2008.02114.x>
- Opheim A, Danielsson A, Alt Murphy M, Persson HC, Sunnerhagen KS. Early prediction of long-term upper limb spasticity after stroke: Part of the SAL GOT study. Neurology. 2015;85(10):873–80.
- Shiner C, Vratsistas-Curto A, Bramah V, Faux S, Watanabe Y. Prevalence of upper limb spasticity and its impact on care among nursing home residents with prior stroke. Disabil Rehabil [Internet]. 2019;1–8. Available from: <https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1555620>
- Katz-Leurer M, Fisher I, Neeb M, Schwartz I, Carmeli E. Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. Disabil Rehabil [Internet]. 2009 Jan 7;31(3):243–8. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09638280801927830>
- Merchán-Baeza JA, González-Sánchez M, Cuesta-Vargas AI. Comparison of kinematic variables obtained by inertial sensors among stroke survivors and healthy older adults in the Functional Reach Test: cross-sectional study. Biomed Eng Online [Internet]. 2015;14(August):49. Available from:

- <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4448179&tool=pmcentrez&render type=abstract>
13. Grimm F, Naros G, Gharabaghi A. Compensation or restoration: closed-loop feedback of movement quality for assisted reach-to-grasp exercises with a multi-joint arm exoskeleton. *Front Neurosci* [Internet]. 2016 Jun 21;10(JUN):1–8. Available from: <http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/fnins.2016.00280/abstract>
  14. Ma H-I, Lin K, Hsieh F, Chen C, Tang SF, Wu C. Kinematic Manifestation of Arm-Trunk Performance during Symmetric Bilateral Reaching After Stroke. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2017 Mar;96(3):146–51. Available from: <https://journals.lww.com/00002060-201703000-00003>
  15. Santos GL, Russo TL, Nieuwenhuys A, Monari D, Desloovere K. Kinematic Analysis of a Drinking Task in Chronic Hemiparetic Patients Using Features Analysis and Statistical Parametric Mapping. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2018;99(3):501-511.e4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2017.08.479>
  16. Roh J, Rymer WZ, Perreault EJ, Yoo SB, Beer RF. Alterations in upper limb muscle synergy structure in chronic stroke survivors. *J Neurophysiol* [Internet]. 2013 Feb 1;109(3):768–81. Available from: <https://www.physiology.org/doi/10.1152/jn.00670.2012>
  17. Tomita Y, Mullick AA, Levin MF. Reduced Kinematic Redundancy and Motor Equivalence During Whole-Body Reaching in Individuals With Chronic Stroke. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2018 Feb 19;32(2):175–86. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968318760725>
  18. Shaikh T, Goussev V, Feldman AG, Levin MF. Arm–Trunk Coordination for Beyond-the-Reach Movements in Adults With Stroke. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2014 May 22;28(4):355–66. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968313510973>
  19. Subramanian SK, Baniña MC, Sambasivan K, Haentjens K, Finestone HM, Sveistrup H, et al. Motor-Equivalent Intersegmental Coordination Is Impaired in Chronic Stroke. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2020 Mar 24;34(3):210–21. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968319899912>
  20. Kim K, Song W-K, Lee J, Lee H-Y, Park DS, Ko B-W, et al. Kinematic analysis of upper extremity movement during drinking in hemiplegic subjects. *Clin Biomech* [Internet]. 2014 Mar;29(3):248–56. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003313003343>
  21. Horsley SA, Herbert RD, Ada L. Four weeks of daily stretch has little or no effect on wrist contracture after stroke: A randomised controlled trial. *Aust J Physiother* [Internet]. 2007;53(4):239–45. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(07\)70004-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(07)70004-1)
  22. Suzuki T, Saitoh E, Tani M, Nabeta R, Daikuya S, Hirose H, et al. Effect of continued stretching of the affected arm in patients with cerebrovascular diseases by examining H-reflex characteristics. *Electromyogr Clin Neurophysiol* [Internet]. 2003;43(1):51–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12613141>
  23. Carey JR. Manual stretch: effect on finger movement control and force control in stroke subjects with spastic extrinsic finger flexor muscles. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 1990 Oct;71(11):888–94. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2222157>
  24. Konečný P, Sedláček P, Tarasová M. The Influence of Combinations Air-splinting and Botulinum Toxin-A Therapy to Changes in Spasticity of the Hand. *Profese online* [Internet]. 2017 Apr 30;10(1):22–7. Available from: <http://profeseonline.upol.cz/doi/10.5507/pol.2017.004.html>
  25. Ada L, Goddard E, McCully J, Stavrinou T, Bampton J. Thirty minutes of positioning reduces the development of shoulder external rotation contracture after stroke: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2005 Feb;86(2):230–4. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999304004289>
  26. Basaran A, Emre U, Karadavut KI, Balbaloglu O, Bulmus N. Hand splinting for poststroke spasticity: a randomized controlled trial. *Top Stroke Rehabil* [Internet]. 2012 Jul 23;19(4):329–37. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1310/tsr1904-329>

27. Bürge E, Kupper D, Finckh A, Ryerson S, Schnider A, Leemann B. Neutral Functional Realignment Orthosis Prevents Hand Pain in Patients With Subacute Stroke: A Randomized Trial. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2008 Oct;89(10):1857–62. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999308005054>
28. De Jong LD, Nieuwboer A, Aufdemkampe G. Contracture preventive positioning of the hemiplegic arm in subacute stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil* [Internet]. 2006 Aug 1;20(8):656–67. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1191/0269215506cre1007oa>
29. De Jong LD, Dijkstra PU, Gerritsen J, Geurts ACH, Postema K. Combined arm stretch positioning and neuromuscular electrical stimulation during rehabilitation does not improve range of motion, shoulder pain or function in patients after stroke: A randomised trial. *J Physiother* [Internet]. 2013;59(4):245–54. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70201-7](http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70201-7)
30. Dean CM, Mackey FH, Katrak P. Examination of shoulder positioning after stroke: A randomised controlled pilot trial. *Aust J Physiother* [Internet]. 2000;46(1):35–40. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60312-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60312-3)
31. Gustafsson L, McKenna K. A programme of static positional stretches does not reduce hemiplegic shoulder pain or maintain shoulder range of motion--a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* [Internet]. 2006 Apr 1;20(4):277–86. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1191/0269215506cr944oa>
32. Jang WH, Kwon HC, Yoo KJ, Jang SH. The effect of a wrist-hand stretching device for spasticity in chronic hemiparetic stroke patients. *Eur J Phys Rehabil Med* [Internet]. 2016 Feb;52(1):65–71. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26086325>
33. Harvey L, De Jong I, Goehl G, Marwedel S. Twelve weeks of nightly stretch does not reduce thumb web-space contractures in people with a neurological condition: A randomised controlled trial. *Aust J Physiother* [Internet]. 2006;52(4):251–8. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(06\)70004-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(06)70004-6)
34. Lai JM, Francisco GE, Willis FB. Dynamic splinting after treatment with botulinum toxin type-A: a randomized controlled pilot study. *Adv Ther* [Internet]. 2009 Feb 4;26(2):241–8. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s12325-008-0139-2>
35. Lannin NA, Cusick A, McCluskey A, Herbert RD. Effects of Splinting on Wrist Contracture After Stroke. *Stroke* [Internet]. 2007 Jan;38(1):111–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17122432>
36. Sheehan JL, Winzeler-Merçay U, Mudie MH. A randomized controlled pilot study to obtain the best estimate of the size of the effect of a thermoplastic resting splint on spasticity in the stroke-affected wrist and fingers. *Clin Rehabil* [Internet]. 2006 Dec 1;20(12):1032–7. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0269215506071267>
37. Turton AJ, Britton E. A pilot randomized controlled trial of a daily muscle stretch regime to prevent contractures in the arm after stroke. *Clin Rehabil* [Internet]. 2005 Sep 1;19(6):600–12. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1191/0269215505cr891oa>
38. Andringa AS, Van de Port IGL, Meijer J-WG. Tolerance and effectiveness of a new dynamic hand-wrist orthosis in chronic stroke patients. *NeuroRehabilitation* [Internet]. 2013 Oct 28;33(2):225–31. Available from: <https://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/NRE-130949>
39. Chang W-D, Lai P-T. New design of home-based dynamic hand splint for hemiplegic hands: a preliminary study. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2015 Mar;27(3):829–31. Available from: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/3/27\\_jpts-2014-570/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/27/3/27_jpts-2014-570/_article)
40. Samir Fayed E, Mahmoud Sayed H. Influence of different Types of Hand Splints on Flexor Spasticity in Stroke Patients. *Indian J Physiother Occup Ther* [Internet]. 2013;7(1):65. Available from: <https://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=109865790&S=R&D=rzh&EbscoContent=dGJyMNLr40Sep7Q4zdnyOLCmr1Cep65Sr6i4S7KWxWXS&ContentCustomer=dGJyMK6vtEW2p65T69fnhrnb4osA>
41. Fujiwara T, Liu M, Hase K, Tanaka N, Hara Y. Electrophysiological and clinical assessment

- of a simple wrist-hand splint for patients with chronic spastic hemiparesis secondary to stroke. *Electromyogr Clin Neurophysiol* [Internet]. 2004;44(7):423–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15559077>
42. Garros D dos SC, Gagliardi RJ, Guzzo RAR. Evaluation of performance and personal satisfaction of the patient with spastic hand after using a volar dorsal orthosis. *Arq Neuropsiquiatr* [Internet]. 2010 Jun;68(3):385–9. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-282X2010000300011&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-282X2010000300011&lng=en&tlng=en)
  43. Jung YJ, Hong JH, Kwon HG, Song J-C, Kim C, Park S, et al. The effect of a stretching device on hand spasticity in chronic hemiparetic stroke patients. *NeuroRehabilitation* [Internet]. 2011 Aug 23;29(1):53–9. Available from: <https://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/NRE-2011-0677>
  44. Kim EH, Jang MC, Seo JP, Jang SH, Song JC, Jo HM. The Effect of a Hand-Stretching Device During the Management of Spasticity in Chronic Hemiparetic Stroke Patients. *Ann Rehabil Med* [Internet]. 2013;37(2):235. Available from: <http://e-arm.org/journal/view.php?doi=10.5535/arm.2013.37.2.235>
  45. Suat E, İbrahim Engin Ş, Nilgün B, Yavuz Y, Fatma U. Short- and Long-Term Effects of an Inhibitor Hand Splint in Poststroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Top Stroke Rehabil* [Internet]. 2011 May 5;18(3):231–7. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1310/tsr1803-231>
  46. Triandafilou KM, Ochoa J, Kang X, Fischer HC, Ellen Stoykov M, Kamper DG. Transient Impact of Prolonged Versus Repetitive Stretch on Hand Motor Control in Chronic Stroke. *Top Stroke Rehabil* [Internet]. 2011 Jul 5;18(4):316–24. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1310/tsr1804-316>
  47. Tseng C-N, Chen CC-H, Wu S-C, Lin L-C. Effects of a range-of-motion exercise programme. *J Adv Nurs* [Internet]. 2007 Jan;57(2):181–91. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2648.2006.04078.x>
  48. Feys HM, De Weerd WJ, Selz BE, Cox Steck GA, Spichiger R, Vereeck LE, et al. Effect of a therapeutic intervention for the hemiplegic upper limb in the acute phase after stroke: a single-blind, randomized, controlled multicenter trial. *Stroke*. 1998;29(4):785–92.
  49. Cambier D, De Corte E, Danneels L, Witvrouw E. Treating sensory impairments in the post-stroke upper limb with intermittent pneumatic compression. Results of a preliminary trial. *Clin Rehabil*. 2003;17(1):14–20.
  50. Agostinucci J, Holmberg A, Mushen M et al. The effects of circumferential air-splint pressure on flexor carpi radialis H-reflex in subjects without neurological deficits. *Percept Mot Skills*. 2006;103:565–79.
  51. Agostinucci J. Inhibitory effects of circumferential pressure on flexor carpi radialis H-reflex in adults with neurological deficits. *Percept Mot Skills*. 2010;110(1):89–103.
  52. Sharma N, Kumar N, Uniyal K. Intermittent Pneumatic Compression and Mirror Therapy Improve Hand Functions after Stroke Intermittent Pneumatic Compression and Mirror Therapy Improve Hand Functions after Stroke. *Physiother adn Occup Ther J*. 2018;11(December):140–52.
  53. Kauser S, Sharma S. Effect of pressure application by sphygmomanometer on spasticity in post-stroke hemiplegic patients. *Indian J Physiother Occup Ther - An Int J* [Internet]. 2015;9(2):156. Available from: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijpot&volume=9&issue=2&article=031>
  54. Gardas, S. Shah M. Effect of circumferential pressure application by sphygmomanometer on spasticity and motor functions in patients with stroke. *Int J Heal Sci Res* [Internet]. 2020;10(2):49–56. Available from: [www.ijhsr.org](http://www.ijhsr.org)
  55. Gandecha K, Desai B, Virda K, Kakkad A. A Study to Find Out the Effect of Circumferential Pressure on Flexor Carpi Radialis H-reflex in Post Stroke Patients-An Observational Study. *Indian J Physiother Occup Ther - An Int J* [Internet]. 2016;10(3):122. Available from: <http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijpot&volume=10&issue=3&article=022>
  56. Pizzi A, Carlucci G, Falsini C, Verdesca S, Grippo A. Application of a Volar Static Splint in

- Poststroke Spasticity of the Upper Limb. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2005 Sep;86(9):1855–9. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000399930500359X>
57. Stowe AM, Hughes-Zahner L, Barnes VK, Herbelin LL, Schindler-Ivens SM, Quaney BM. A pilot study to measure upper extremity H-reflexes following neuromuscular electrical stimulation therapy after stroke. *Neurosci Lett* [Internet]. 2013;535(1):1–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neulet.2012.11.063>
  58. Fujiwara T, Honaga K, Kawakami M, Nishimoto A, Abe K, Mizuno K, et al. Modulation of cortical and spinal inhibition with functional recovery of upper extremity motor function among patients with chronic stroke. *Restor Neurol Neurosci*. 2015;33(6):883–94.
  59. Ansari NN, Naghdi S, Fakhari Z, Radinmehr H, Hasson S. Dry needling for the treatment of poststroke muscle spasticity: A prospective case report. Brogårdh C, Lexell J, editors. *NeuroRehabilitation* [Internet]. 2015 Feb 25;36(1):61–5. Available from: <https://www.medra.org/servlet/aliasResolver?alias=iospress&doi=10.3233/NRE-141192>
  60. Thibaut A, Deltombe T, Wannez S, Gosseries O, Ziegler E, Dieni C, et al. Impact of soft splints on upper limb spasticity in chronic patients with disorders of consciousness: A randomized, single-blind, controlled trial. *Brain Inj* [Internet]. 2015;29(7–8):830–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.3109/02699052.2015.1005132>
  61. Khan MA, Singh P. Effect of Hand Splinting versus Stretching Exercises for Reducing Spasticity and Improving Hand Function in Poststroke Hemiplegia: A Comparative Interventional Study. *Indian J Occup Ther (Wolters Kluwer India Pvt Ltd)* [Internet]. 2018;50(4):125–9. Available from: <https://www.ijotonweb.org/article.asp?issn=0445-7706;year=2018;volume=50;issue=4;spage=125;epage=129;aulast=Khan>

## Anexo B. Estimación y ajuste del tamaño de muestra, y poder estadístico.

### 1. Estimación del tamaño de muestra.

Tabla 1. Estimación de la muestra

Referencia	Parámetro	Grupo Control $\Delta$ Post-Pre $\pm$ DE	Grupo Experimental $\Delta$ Post-Pre $\pm$ DE	N total
Bacca, 2017 <sup>1</sup>	Duración (H) (ms)	.39 $\pm$ 1.36	-.8 $\pm$ 1.34	42
Patiño et al., 2017 <sup>2</sup>	Alcance Funcional (Flexión tronco) (°)	28 $\pm$ 8	35 $\pm$ 8*	42
Patiño et al., 2017 <sup>3</sup>	Alcance Funcional (Flexión hombro) (°)	60 $\pm$ 14	75 $\pm$ 14*	28
Ada et al., 2005 <sup>4</sup>	Flexión de hombro (°)	155.3 $\pm$ 16.6	146.8 $\pm$ 13.7	102
de Jong et al., 2006 <sup>5</sup>	Flexión de hombro (°)	104.1 $\pm$ 27.5	120.1 $\pm$ 31.7	108

\* Incremento estimado de 25% comparado con el grupo control.

### 2. Ajuste del tamaño de muestra.

La literatura disponible para realizar el cálculo del tamaño de la muestra fue limitada, pues solo se encontraron datos de tres publicaciones sobre los efectos de la FPJ sobre la cinemática articular del PAF<sup>6</sup> y un trabajo de grado de maestría previo que comparó el efecto de la FPJ y el estiramiento sobre el reflejo H en la extremidad inferior (Bacca 2016), encontrando diferencias sobre la duración de la onda H<sup>7</sup>.

La duración de la Onda H muestra el tiempo que permanecen eléctricamente activas las fibras musculares estimuladas de manera indirecta y, además, muestra la sincronía de disparo durante el reclutamiento de las fibras nerviosas que son activadas en la respuesta refleja, la cual se relaciona con la velocidad de conducción

<sup>1</sup> Bacca O. Efecto inmediato de la férula de presión de Johnstone y las técnicas de inhibición sobre la espasticidad de los plantiflexores en la enfermedad cerebro vascular (ECV). Universidad Industrial de Santander; 2017.

<sup>2</sup> Patiño MS, González MJ, González LT, Hernández MJ, Meneses JE VE. Cinemática articular de la extremidad superior y del tronco en el patrón funcional de agarre y transporte en sedente en personas Post ECV: prueba piloto. Universidad Industrial de Santander; 2017.

<sup>3</sup> Ibídem.

<sup>4</sup> Ada L, Goddard E, McCully J, Stavrinou T, Bampton J. Thirty minutes of positioning reduces the development of shoulder external rotation contracture after stroke: A randomized controlled trial. Arch Phys Med Rehabil [Internet]. 2005 Feb; 86(2):230–4. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003999304004289>

<sup>5</sup> De Jong LD, Nieuwboer A, Aufdemkampe G. Contracture preventive positioning of the hemiplegic arm in subacute stroke patients: a pilot randomized controlled trial. Clin Rehabil [Internet]. 2006 Aug 1; 20(8):656–67. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1191/0269215506cre1007oa>

<sup>6</sup> Patiño, Op. cit.

<sup>7</sup> Bacca, Op. Cit.

de las fibras motoras de mayor diámetro<sup>8</sup>. En este sentido es posible que la FPJ tenga un mayor efecto sobre las fibras tipo II, las cuales pueden ser activadas con la estimulación mantenida de los mecanorreceptores cutáneos y musculares.(62) Por otra parte, en cuanto a las variables relacionadas con la cinemática del PAF se estima que la duración en la ejecución del PAF refleja la mejoría en el desempeño funcional de la ES de los participantes<sup>9</sup>.

El cálculo del tamaño de muestra obedeció a las siguientes especificaciones de diseño: poder (1-β) 80%, nivel de significancia α=0.05, razón 1:1. Empleando el método diferencia de promedios teniendo en cuenta los deltas (post – pre) en cada uno de los grupos. (Tabla 2). Teniendo en cuenta los datos obtenidos al aplicar los métodos estadísticos se determinó que con una muestra aproximada de 20 participantes por grupo se podrían encontrar diferencias producto de la intervención en las variables estudiadas.

Tabla 2. Método diferencia de promedios teniendo en cuenta los deltas (post – pre) en cada uno de los grupos.

		Grupo (GEM) Δ Post-Pre ± DE	Grupo (GFPJ+EM) Δ Post-Pre ± DE	N total	
<b>Prueba piloto</b>	Excitabilidad Refleja				
	Onda H	Latencia (ms)	0.77 ± 1.00	0.01 ± 0.75	22
		Amplitud (mV)	0.01 ± 0.56	-0.66 ± 1.22	32
		Duración (ms)	-0.62 ± 1.36	1.12 ± 2.86	27
	Onda M	Latencia (ms)	0.28 ± 0.44	-0.06 ± 0.04	14
		Amplitud (mV)	1.18 ± 0.78	-0.85 ± 0.81	3
		Duración (ms)	-0.26 ± 0.87	0.69 ± 0.97	15
	Razón Hmax/Mmax		-0.05 ± 0.18	-0.08 ± 0.15	479
	Cinemática Articular PAF				
	Flexión de hombro (°)		-3.24 ± 11.6	-1.15 ± 3.50	264
	Flexión del tronco (°)		1.79 ± 1.77	-2.83 ± 1.61	3
	Extensión de Codo (°)		-3.17 ± 13.4	-2.91 ± 4.48	23179
	Duración		-0.29 ± 0.54	-1.74 ± 1.74	13
	Distancia		-0.35 ± 5.50	3.2 ± 1.24	20

<sup>8</sup> Millán-Guerrero R, Trujillo-Hernández B, Isais-Millán S, Prieto-Díaz-Chávez E, Vásquez C, Caballero-Hoyos J, et al. H-Reflex and Clinical Examination in the Diagnosis of Diabetic Polyneuropathy. J Int Med Res [Internet]. 2012 Apr;40(2):694–700. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/147323001204000233>

<sup>9</sup> Ma H-I, Lin K, Hsieh F, Chen C, Tang SF, Wu C. Kinematic Manifestation of Arm-Trunk Performance during Symmetric Bilateral Reaching After Stroke. Am J Phys Med Rehabil [Internet]. 2017 Mar;96(3):146–51. Available from: <https://journals.lww.com/00002060-201703000-00003>

### 3. Poder Estadístico

Tabla 3. Cálculo del poder estadístico para las variables de salida (Reflejo H, Cinemática articular y tono muscular)

Variable		Poder %
<b>Excitabilidad Refleja</b>		
<b>Onda H</b>	Latencia (ms)	11
	Amplitud (mV)	30
	Duración (ms)	6
<b>Onda M</b>	Latencia (ms)	5
	Amplitud (mV)	45
	Duración (ms)	5
<b>Razón Hmax/Mmax</b>		39
<b>Cinemática Articular PAF</b>		
Flexión de hombro (°)		6
Flexión del tronco (°)		16
Extensión de Codo (°)		7
Duración (seg)		9
Distancia (cm)		5
<b>Tono Muscular Flexores</b>		
Codo		6
Muñeca		15
Dedos		2

## Anexo C. Protocolos de evaluación, de intervención y plan de recomendaciones

### FORMULARIO TAMIZAJE

**Título del proyecto:** Efecto inmediato de la férula de presión de Johnstone sumada al estiramiento mantenido, sobre la espasticidad de los flexores de codo y muñeca en la enfermedad cerebro vascular

#### FORMULARIO TAMIZAJE

Número de registro: \_\_\_\_\_

Iniciales del participante: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

#### INFORMACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA

1. Nombre completo del participante: \_\_\_\_\_

2. Género: Masculino [0] Femenino [1]

3. Fecha de nacimiento: Día \_\_\_ Mes \_\_\_ Año \_\_\_ Edad: \_\_\_ años

4. Dirección actual: \_\_\_\_\_ Barrio: \_\_\_\_\_

5. Teléfono/celular: \_\_\_\_\_

6. Seguridad Social en Salud vigente: \_\_\_\_\_

7. Número de personas con las que vive \_\_\_\_\_ Parentesco: \_\_\_\_\_

8. Grado de escolaridad:  
Primaria \_\_\_ Bachillerato \_\_\_ Universitaria \_\_\_

9. ¿Consume cafeína? SI \_\_\_ NO \_\_\_ Actualmente: SI \_\_\_ NO \_\_\_

10. ¿Usted consume actualmente bebidas alcohólicas? SI \_\_\_ NO \_\_\_

¿Con qué frecuencia?

Nunca [0]	Mensual o menos [1]
2-4 veces al mes [2]	2-3 veces por semana [3]
4 o más veces por semana [4]	

#### DESCRIPCIÓN DEL EVENTO

11. Tipo de ECV: Isquémico [0] Hemorrágico [1]

12. Hemicuerpo comprometido: Derecho [0] Izquierdo [1]

13. Tiempo de evolución: \_\_\_\_\_ meses

14. ¿Consumo medicamentos actualmente? SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_

¿Cuáles? \_\_\_\_\_

15. Fisioterapia previa: SI [0] NO [1] Sesiones recibidas previamente: \_\_\_\_

16. Si recibió intervención terapéutica marque con una X el tipo de tratamiento suministrado:

TRATAMIENTO RECIBIDO	SI	NO
Modalidades físicas (calor, frío, corriente)	[0]	[1]
Ejercicio terapéutico (estiramiento, técnicas, posturas, marcha)	[0]	[1]
Acupuntura	[0]	[1]

Otro, SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ ¿cuál?, \_\_\_\_\_

### CRITERIOS DE SELECCIÓN

PREGUNTA	SI	NO
17. ¿El participante es físicamente dependiente para la realización de las actividades de alcance, agarre y manipulación de objetos (se observarán las actividades de la persona en la casa)?		
18. ¿El participante puede mantener la postura sedente sin ayuda al menos por 10 segundos y realiza los traslados básicos de manera independiente-semiindependiente?		
19. ¿Ha tenido fracturas (material de osteosíntesis), esguinces o cirugías en el brazo comprometido?		
20. ¿Ha recibido tratamiento con toxina botulínica en los últimos 6 meses?		
21. ¿Tiene heridas abiertas o alergias en el brazo comprometido u otro segmento?		
22. ¿Usted tiene marcapasos cardíaco?		
23. ¿Siente dolor en la extremidad superior comprometida cuando le palpan o tiene contacto directo con algún objeto?		
24. ¿Le han diagnosticado enfermedad vascular periférica en el brazo?		
25. ¿Le han diagnosticado artritis reumatoide, osteoartritis o tiene algún reemplazo articular en el brazo afectado?		
26. ¿Está consumiendo fármacos como baclofeno, benzodiazepinas o relajantes musculares como dantroleno y tizanidina?		

27. ESCALA DE EVALUACIÓN COGNITIVA (Adaptada de Short Portable Mental Status Questionnaire).

PREGUNTA	Correcto [1]	Incorrecto [0]
¿Qué fecha es hoy?		
¿Qué día de la semana es hoy?		
¿Dónde estamos ahora?		
¿Cuál es su número de teléfono?		
¿Cuántos años tiene?		
¿Cuál es su fecha de nacimiento?		
¿Con quién vive actualmente?		
¿Cómo se llama la persona con quien vive?		
¿Cuál es el primer apellido de su madre?		
¿Cuántas canicas ve en mis manos?		
<b>Puntaje total</b>		

Clasificación déficit cognitivo: \_\_\_\_\_

Normal (0-2 errores)

Deterioro leve (3-4 errores)

Deterioro moderado (5-7 errores)

Deterioro severo (8-10 errores)

28. TONO MUSCULAR valorado mediante la Escala de Ashworth Modificada (EAM)

GRADO	INTERPRETACIÓN
0	No aumento de tono
1	Ligero aumento de la respuesta del músculo al movimiento pasivo (flexión o extensión) visible con la palpación o relajación, o solo mínima resistencia al final del arco de movimiento.
1+	Ligero aumento de la respuesta del músculo al movimiento en flexión o extensión seguido de una mínima resistencia en todo el resto del arco de movimiento (menos de la mitad).
2	Notable aumento en la resistencia del músculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular, pero la articulación se mueve fácilmente.
3	Marcado aumento en la resistencia del músculo al movimiento, el movimiento pasivo es difícil.
4	Las partes afectadas están rígidas en flexión o extensión cuando se mueven pasivamente.

29. EVALUACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD con el Índice de Barthel (IB)

Evaluador: Le indicará al participante y supervisará la ejecución de 10 actividades funcionales, retroalimentando por medio de comando sobre la actividad correspondiente.

<b>Alimentación</b>		
0	Dependiente	Necesita ser alimentado.
5	Necesita ayuda	Necesita ayuda para algunas de las actividades previas.
10	Independiente	Come solo en un tiempo razonable. Es capaz de utilizar los cubiertos si lo necesita, de coger un vaso y beber.
<b>Trasladarse entre la silla y la cama</b>		
0	Dependiente	Incapaz, no se mantiene sentado.
5	Gran ayuda	Necesita gran ayuda para levantarse de la cama o trasladarse a la silla. Puede permanecer sentado sin ayuda.
10	Mínima ayuda	Necesita ayuda mínima para esta actividad o ser supervisado de forma física o ayuda verbal en los distintos pasos.
15	Independiente	Es capaz de realizar con seguridad el traslado, tanto con bastón o silla de ruedas (levantando el reposapiés).
<b>Arreglarse</b>		
0	Dependiente	Necesita alguna ayuda.
5	Independiente	Es capaz de lavarse la cara, las manos, limpiarse los dientes, peinarse y afeitarse.
<b>Uso del retrete</b>		
0	Dependiente	Dependiente.
5	Necesita ayuda	Necesita alguna ayuda para mantener el equilibrio, manejo de la ropa y en la utilización del papel higiénico.
10	Independiente	Independiente (entrar y salir, limpiarse y vestirse).
<b>Trasladarse al Baño</b>		
0	Dependiente	Necesita alguna ayuda.
5	Independiente	Es capaz de bañarse o ducharse, incluyendo salir y entrar de la bañera y secarse.
<b>Desplazarse</b>		
0	Dependiente	Si utiliza silla de ruedas debe ser empujada por otra persona.

5		En silla de ruedas puede empujar la silla de ruedas 45 m y manejarla con destreza (girar, maniobrar por la casa)
10	Necesita ayuda	Necesita ayuda o supervisión para caminar 45 m, deambula con caminador.
15	Independiente	Puede caminar 45 m sin ayuda o supervisión espontáneamente o con bastón. Si utiliza órtesis es capaz de colocársela y ponérsela.
<b>Subir y bajar escaleras</b>		
0	Dependiente	Incapaz
5	Necesita ayuda	Necesita ayuda física o verbal. Puede llevar cualquier tipo de muleta.
10	Independiente	Es capaz de subir y bajar un piso sin ayuda ni supervisión. Puede usar bastón o apoyarse de una baranda.
<b>Vestirse y desvestirse</b>		
0	Dependiente	Dependiente.
5	Necesita ayuda	Necesita ayuda para al menos la mitad del trabajo de estas actividades. Debe hacerlo en un tiempo razonable.
10	Independiente	Es capaz de ponerse, quitarse y colgar la ropa, atarse los cordones, abrocharse botones o utilizar cremalleras.
<b>Control de heces</b>		
0	Incontinente	Presenta accidentes frecuentes.
5	Incontinencia ocasional	Presenta accidentes ocasionales.
10	Continente	Controla las deposiciones.
<b>Control de orina</b>		
0	Incontinente	Incontinente.
5	Incontinencia ocasional	Tiene incontinencia ocasional o no le da tiempo de llegar al baño o necesita ayuda ocasional para cuidar la sonda uretral.
10	Continente	Es capaz de controlar la micción día y noche. Es capaz de cuidar la sonda y cambiar la bolsa de orina.

Total = 0-100 puntos (0-90 si usa silla de ruedas).

Dependencia	Puntaje
<b>Total</b>	< 20
<b>Severa</b>	21-35
<b>Moderada</b>	40-55
<b>Leve</b>	60-85
<b>Independiente</b>	≥86

Firma del participante \_\_\_\_\_

Firma del cuidador \_\_\_\_\_

Firma del evaluador \_\_\_\_\_

## PROTOCOLO DE EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

La medición de la talla, el peso y el IMC se realizará siguiendo las recomendaciones del “National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)” del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC, sigla en inglés).(65)

### Evaluación de la Talla

**Instrumento:** Se realizará por medio de una cinta métrica inextensible de 1 mm de precisión, que se encuentra ubicada en el laboratorio desde el suelo hasta 2 metros de altura.

**Posición del participante:** El evaluador verificará que, al ubicar al participante, este permanezca con cuatro puntos de apoyo: la región occipital del cráneo, región posterior de los hombros, los glúteos y los talones.

**Recomendaciones:** El participante deberá ubicarse en el sitio de medición sin zapatos y sin ningún accesorio sobre la cabeza, con ambos pies apoyados en el suelo, con los talones juntos y los pies ligeramente separados.

**Prueba:** Una vez el participante este en la posición indicada, el evaluador ubicará una pieza de madera paralela al piso y registrará el valor observado. De ser necesario se repetirá la medición.

**Comando:** El evaluador indicará al participante que mantenga la mirada hacia al frente fija en un punto; una vez ubicado le solicitará tomar aire profundo y mantenerlo por unos segundos, mientras el evaluador ubica la pieza de madera sobre la cabeza del participante y registra el valor observado verificará que la postura no cambie.

**Resultado:** Se obtiene el dato en metros de la altura del participante.

### Evaluación del Peso

**Instrumento:** Para esta medición se utilizará una báscula digital portátil que se encuentra en el laboratorio, ubicada en una superficie plana y firme.

**Posición del participante:** El participante deberá subir a la báscula con la mirada al frente, los hombros relajados, los miembros superiores adosados al cuerpo y los pies simétricamente ubicados en la báscula.

**Recomendaciones:** El evaluador le pedirá al participante que se retire los zapatos, las medias y los accesorios que lleva dentro de los bolsillos.

**Prueba:** Posterior a la ubicación del participante y que el dato obtenido no cambie, se registrará el valor emitido por la báscula.

**Comando:** El evaluador indicará al participante que se ubique sobre la báscula con la mirada al frente, manteniendo los miembros superiores relajados y adosados al cuerpo, una vez estable se le indicará que evite moverse y se procederá a realizar el registro.

**Resultado:** Se obtiene el dato en kilogramos del peso del participante.

### **Cálculo del Índice de Masa Corporal**

**IMC:** Se calculará con el registro del peso (Kg) sobre la estatura (metros) al cuadrado. Los resultados de los participantes serán clasificados de acuerdo al CDC(65) como: bajo peso (<18,5), normal (18,5 a 24,9), sobrepeso (25 a 29,9), obesidad grado I (30 a 34,9), obesidad grado II (35 a 39,9) y obesidad extrema ( $\geq 40$ ).

## EVALUACIÓN DEL TONO MUSCULAR (RESISTENCIA AL MOVIMIENTO PASIVO)

**Instrumento:** Escala de Ashworth Modificada, la cual a través de resistencia percibida por el examinador al movimiento pasivo realizado a diferentes velocidades determina el compromiso del tono muscular.

**Posición del paciente:** La posición inicial para la valoración de los músculos flexores de codo, muñeca y mano se realizará en sedente<sup>1</sup> con la cabeza en la línea media, el miembro superior no parético se encontrará ubicado sobre el muslo con los dedos extendidos, las extremidades inferiores se encontrarán con la cadera y la rodilla flexionada a 90° y el cuello de pie en posición neutra en contacto con el piso.



**Prueba:** Estando el participante en posición sedente para los músculos del miembro superior (flexores de codo, muñeca y mano), se realiza la movilización de las articulaciones húmero- cubital/húmero-radial (codo), radiocarpiana (muñeca), metacarpofalángicas (dedos) en todo el arco de movimiento disponible, el cual va desde la flexión hasta la extensión completa<sup>2</sup>.

**Posición del Evaluador:** El evaluador se ubicará al lado del segmento que va a evaluar. La evaluación será realizada de proximal a distal y los contactos manuales serán modificados de acuerdo con el grupo muscular evaluado. Cada medición se realizará tres veces con periodos de descanso de 30 segundos.

---

<sup>1</sup> Gregson JM, Leathley MJ, Moore AP, Smith TL, Sharma AK, Watkins CL. Reliability of measurements of muscle tone and muscle power in stroke patients. Age Ageing [Internet]. 2000 May 1;29(3):223–8. Available from: <https://academic.oup.com/ageing/article-lookup/doi/10.1093/ageing/29.3.223>

<sup>2</sup> Ibídem.

**Resultado:** El evaluador asignará una valoración a la resistencia encontrada al movimiento pasivo, teniendo como base los puntajes en la Escala de Ashworth Modificada (EAM)<sup>3 4</sup>.

### **Gradación e interpretación de la Escala de Ashworth Modificada**

GRADO	INTERPRETACIÓN
0	No aumento de tono
1	Ligero aumento de la respuesta del músculo al movimiento pasivo (flexión o extensión) visible con la palpación o relajación, o solo mínima resistencia al final del arco de movimiento.
1+	Ligero aumento de la respuesta del músculo al movimiento en flexión o extensión seguido de una mínima resistencia en todo el resto del arco de movimiento (menos de la mitad).
2	Notable aumento en la resistencia del músculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular, pero la articulación se mueve fácilmente.
3	Marcado aumento en la resistencia del músculo al movimiento, el movimiento pasivo es difícil.
4	Las partes afectadas están rígidas en flexión o extensión cuando se mueven pasivamente.

<sup>3</sup> Harb A, Kishner S. Modified Ashworth Scale [Internet]. StatPearls. 2021. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32119459>

<sup>4</sup> Luo Z, Lo WLA, Bian R, Wong S, Li L. Advanced quantitative estimation methods for spasticity: a literature review. J Int Med Res [Internet]. 2020 Mar 4;48(3):300060519888425. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0300060519888425>

## EVALUACIÓN DEL REFLEJO H DEL MÚSCULO FLEXOR RADIAL DEL CARPO (FRC)

**Instrumento:** Electromiógrafo Viking on Nicolet EDX

**Parámetros del equipo:** La sensibilidad del equipo será ajustada a 200  $\mu\text{V}$ /división, el tiempo de barrido será de 5 milisegundos por división, con un filtro de baja frecuencia de 20Hz y de alta frecuencia de 10 kHz, duración de pulso de 0,5 a 1.0 ms y una frecuencia de estimulación  $< 0,5$  Hz, la tasa de estimulación de 1 cada 2 segundos; la latencia será medida según método convencional y la amplitud será medida desde la línea de base al pico negativo más alto<sup>1</sup>.

**Posición del Participante:** El participante se posicionará en sedente, con el miembro superior parético ubicado en la línea horizontal sobre un soporte para miembro superior; el hombro se encontrara abducido a 30° y el codo en flexión de 30° - 45°, con el antebrazo en pronación; el miembro superior no parético se encontrara apoyado sobre el muslo ipsilateral o sobre la mesa, el tronco y la cabeza se encontrarán ubicados en la línea media, las piernas al ancho de las caderas, 90° de flexión de rodillas con el peso de los MMII distribuidos uniformemente. El evaluador le dirá al paciente que se relaje, cierre los ojos y mantenga la cabeza en la línea media<sup>2</sup>.



**Técnica de aplicación:**

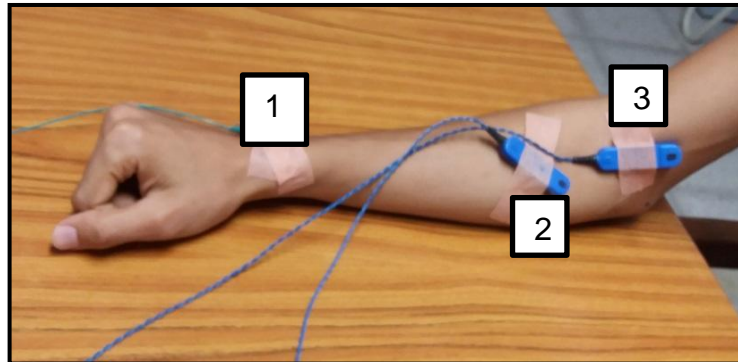
**Preparación de la piel:** Los registros se realizarán en la extremidad superior parética la cual será previamente limpiada con alcohol al 70% en los sitios de ubicación de los electrodos de estimulación y registro.

---

<sup>1</sup> Oh SJ. Reflex test. In: Clinical electromyography: Nerve conduction studies. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p. 390-419.

<sup>2</sup> Ibídem.

**Ubicación de los electrodos:** El electrodo de referencia será ubicado sobre la estiloides radial (número 1). El electrodo de registro, será un electrodo tipo placa con una distancia interelectrodos de aproximadamente diez milímetros, que será ubicado sobre el vientre muscular del Flexor Radial del Carpo (FRC) aproximadamente a  $\frac{1}{3}$  de la distancia entre el epicóndilo medial y la estiloides del radio (número 2). El electrodo de estimulación (tipo placa) se posicionó a nivel del codo, inmediatamente medial a la masa muscular del músculo bíceps braquial (número 3). Los electrodos serán fijados con cinta adhesiva<sup>3</sup>.



---

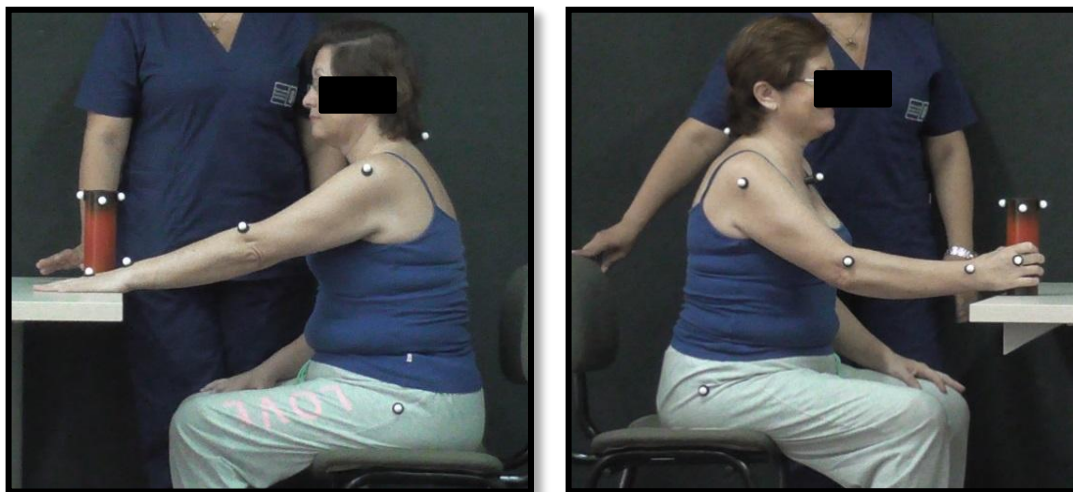
<sup>3</sup> Oh SJ. Reflex test. In: Clinical electromyography: Nerve conduction studies. 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p. 390-419.

## EVALUACIÓN DE LA CINEMÁTICA DEL PATRÓN DE ALCANCE FUNCIONAL EN SEDENTE

**Instrumento:** Software SAPO

**Características del Software:** SAPO - Software de evaluación postural - es un software gratuito que se puede copiar y ser distribuido bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU, según lo publicado por la Free Software Foundation, versión 2 de la licencia o (a discreción del autor) cualquier versión posterior. Tiene como objetivo proporcionar una herramienta gratuita y de código abierto para procedimientos científicos del análisis postural. Consulte el texto de la licencia de uso de SAPO en <http://demotu.org/sapo/><sup>1</sup>.

**Ubicación de los marcadores para el análisis de movimiento:** Proceso espinoso de C7, escotadura esternal, acromion (derecho e izquierdo), epicóndilo lateral, proceso estilóideo del radio y la ulna, superficie dorsal de la articulación metacarpofalángica del III dedo, a nivel de trocánter mayor del fémur<sup>2</sup>, así como en el objeto.



**Medición de los segmentos:** La longitud del brazo será medida desde el acromion al proceso estilóideo de la ulna con el brazo soportado a 90° de abducción

<sup>1</sup> BMClab Laboratório de Biomecânica y controle motor. Documentação sobre o SAPO - Software para avaliação postural [Internet]. [cited 2020 Jul 17]. Available from: <http://pesquisa.ufabc.edu.br/bmclab/sapo2/SAPOdoc.pdf>

<sup>2</sup> Corti M, McGuirk T, Wu S, Patten C. Differential effects of power training versus functional task practice on compensation and restoration of arm function after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2012 Sep 22;26(7):842–54. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968311433426>

y la longitud del tronco será medida en centímetros desde el proceso espinoso de C7 al asiento de la silla<sup>3</sup>.

**Posición Inicial:** La mano del miembro superior parético se encontrará sobre la mesa y la articulación de la muñeca a nivel del borde de la mesa, el hombro aproximadamente a 0° de flexo-extensión y 0° de rotación interna, el codo estará entre 75° y 90° de flexión, el antebrazo en pronación y las articulaciones interfalángicas de los dedos en ligera flexión<sup>4</sup>; La posición del tercer metacarpiano será registrada; las caderas, las rodillas y los tobillos estarán posicionados a 90° de flexión<sup>5</sup>, promoviendo el contacto con el piso de manera permanente.



**Tarea:** Estando sentados en una silla con espaldar<sup>6</sup>; a los participantes se les indicará desplazarse hacia adelante a la velocidad preferida sin despegar los glúteos de la silla<sup>7</sup>.

---

<sup>3</sup> Thompson M, Medley A. Forward and Lateral Sitting Functional Reach in Younger, Middle-aged, and Older Adults. *J Geriatr Phys Ther* [Internet]. 2007 Aug;30(2):43–8. Available from: <http://journals.lww.com/00139143-200708000-00002>

<sup>4</sup> Wagner JM, Rhodes JA, Patten C. Reproducibility and minimal detectable change of three-dimensional kinematic analysis of reaching tasks in people with hemiparesis after stroke. *Phys Ther* [Internet]. 2008;88(5):652–63. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18326055>

<sup>5</sup> Katz-Leurer M, Fisher I, Neeb M, Schwartz I, Carmeli E. Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2009 Jan 7;31(3):243–8. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09638280801927830>

<sup>6</sup> Wagner JM, Rhodes JA, Patten C. Reproducibility and minimal detectable change of three-dimensional kinematic analysis of reaching tasks in people with hemiparesis after stroke. *Phys Ther* [Internet]. 2008;88(5):652–63. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18326055>

<sup>7</sup> Thompson, Op. cit.



**Posición final:** La ubicación de la cabeza del tercer metacarpiano será registrada como la posición final<sup>8</sup> y el contacto del tercer metacarpiano con el objetivo constituirá el éxito del alcance<sup>9</sup>. Según Duncan y colaboradores, el alcance será definido como el promedio en la diferencia entre la posición inicial y final, en los 3 intentos<sup>10</sup>.

**Objetivo:** Será posicionado frente al miembro superior parético al 80% de la longitud de brazo<sup>11</sup>.

**Variables:**

**Desplazamiento del tronco:** Medición de la flexión del tronco en el plano sagital, medido en cm, entre el punto inicial y el final del PAF.

**Rango de movimiento del hombro y codo:** El ángulo del hombro será definido como el ángulo entre el vector articular ipsilateral al acromion y el marcador del epicóndilo lateral y un vector articular que toca el trocánter mayor del fémur. El ángulo del codo será definida como el ángulo entre el vector articular de los marcadores del acromion ipsilateral y el epicóndilo lateral y el vector articular del

---

<sup>8</sup> Thompson M, Medley A. Forward and Lateral Sitting Functional Reach in Younger, Middle-aged, and Older Adults. *J Geriatr Phys Ther* [Internet]. 2007 Aug;30(2):43–8. Available from: <http://journals.lww.com/00139143-200708000-00002>

<sup>9</sup> Katz-Leurer M, Fisher I, Neeb M, Schwartz I, Carmeli E. Reliability and validity of the modified functional reach test at the sub-acute stage post-stroke. *Disabil Rehabil* [Internet]. 2009 Jan 7;31(3):243–8. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09638280801927830>

<sup>10</sup> Thompson M, Medley A. Forward and Lateral Sitting Functional Reach in Younger, Middle-aged, and Older Adults. *J Geriatr Phys Ther* [Internet]. 2007 Aug;30(2):43–8. Available from: <http://journals.lww.com/00139143-200708000-00002>

<sup>11</sup> Corti M, McGuirk T, Wu S, Patten C. Differential effects of power training versus functional task practice on compensation and restoration of arm function after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* [Internet]. 2012 Sep 22;26(7):842–54. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1545968311433426>

epicóndilo lateral y el proceso estiloideo de la ulna<sup>12</sup>. Estos ángulos serán medidos en grados en el plano sagital.

**La duración del movimiento:** Se medirá el intervalo de tiempo en segundos, entre el punto inicial y final del PAF<sup>13</sup>.

---

<sup>12</sup> Ma H-I, Lin K, Hsieh F, Chen C, Tang SF, Wu C. Kinematic Manifestation of Arm-Trunk Performance during Symmetric Bilateral Reaching After Stroke. *Am J Phys Med Rehabil* [Internet]. 2017 Mar;96(3):146–51. Available from: <https://journals.lww.com/00002060-201703000-00003>

<sup>13</sup> *Ibíd.*

## EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO MOTOR (ESCALA FUGL-MEYER EXTREMIDAD SUPERIOR)

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

PRUEBA	ITEM	PUNTAJE		CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
		ESI	ESD	
<b>I. Reflejos</b>	Bíceps			0 = No se obtiene actividad refleja. 2 = Se obtiene actividad refleja.
	Tríceps			
<b>II. Sinergia flexora</b>	Elevación			0 = No realiza la prueba. 1 = Realiza la prueba parcialmente. 2 = Realiza correctamente la prueba.
	Retracción del hombro			
	Abducción $\geq 90^\circ$			
	Rotación externa			
	Flexión de codo			
<b>III. Sinergia extensora</b>	Supinación de antebrazo			0 = No realiza la prueba. 1 = Realiza la prueba parcialmente. 2 = Realiza correctamente la prueba.
	Aducción y rotación interna del hombro			
	Extensión de codo			
<b>IV. Movimientos combinando sinergias</b>	Pronación de antebrazo			0 = No realiza ninguna acción específica. 1 = La mano pasa la espina iliaca antero-superior. 2 = Realiza correctamente la prueba.
	Mano a la columna lumbar			
	Flexión del hombro a $90^\circ$ , codo a $0^\circ$			
	Prono-supinación de antebrazo con codo a $90^\circ$ y hombro a $0^\circ$			
<b>V. Movimientos sin sinergias</b>	Abducción de hombro a $90^\circ$ , codo a $0^\circ$ y pronación del antebrazo			0 = Ocurre flexión inicial del codo, o pronación del antebrazo. 1 = Realiza parcialmente la prueba, o si durante el movimiento hay flexión del codo o no puede mantener la pronación del antebrazo. 2 = Realiza correctamente la prueba.
	Flexión de hombro entre $90^\circ - 180^\circ$ , codo a $0^\circ$ y antebrazo en posición neutra			
	Prono-supinación de antebrazo, codo a $0^\circ$ y flexión de hombro entre $30^\circ - 90^\circ$			
<b>VI. Actividad</b>	Bíceps y/o flexores de los			0 = Al menos 2 de los 3 se presenta

<b>refleja normal</b>	dedos y tríceps	hiperreflexia. 1 = Solo hay hiperreflexia en uno, o al menos 2 reflejos están presentes. 2 = No más de un reflejo esta presenta y no hay hiperreflexia. (Este ítem solo se incluye si el participante alcanza una puntuación máxima en todos los ítems anteriores, de lo contrario puntúa 0).
<b>VII. Muñeca</b>	Estabilidad, codo a 90° y hombro a 0°	0 = No realiza extensión de muñeca ≥ 15°. 1 = Realiza la extensión e muñeca, pero no tolera resistencia, 2 = Mantiene la posición con una leve resistencia.
	Flexo-extensión de muñeca, codo a 90° y hombro a 0°	0 = No hay movimientos de muñeca. 1 = Mueve la muñeca, pero no a lo largo del ROM completo. 2 = Realiza correctamente la prueba (Movimientos suaves).
	Estabilidad, codo a 90° y hombro a 30°	0 = No realiza extensión de muñeca ≥ 15°. 1 = Realiza la extensión e muñeca, pero no tolera resistencia. 2 = Mantiene la posición con una leve resistencia.
	Flexo-extensión de muñeca, codo a 90° y hombro a 30°	0 = No hay movimientos de muñeca. 1 = Mueve la muñeca, pero no a lo largo del ROM completo. 2 = Realiza correctamente la prueba (Movimientos suaves).
	Circunducción	0 = No realiza la prueba. 1 = Movimiento brusco o circunducción incompleta. 2 = Realiza correctamente la prueba (Movimientos suaves).
<b>VIII. Mano</b>	Dedos en flexión	0 = No realiza la prueba. 1 = Flexión parcial, pero no el movimiento completo. 2 = Flexión activa completa (en comparación con la mano no afectada).
	Dedos en extensión	0 = No realiza la prueba. 1 = Libera activamente el agarre. 2 = Extensión activa completa.
	Agarre I: Articulaciones MCF en extensión e IF en flexión	0 = No realiza la prueba. 1 = Agarre débil. 2 = Mantiene el agarre contra una gran resistencia.
	Agarre II: Aducción del pulgar, con un trozo de papel interpuesto	0 = No realiza la prueba. 1 = Sostiene el papel, pero no tolera la resistencia. 2 = Realiza correctamente la prueba.
	Agarre III: Oposición del pulgar e índice, con un lápiz interpuesto	0 = No realiza la prueba. 1 = Sostiene el lápiz, pero no tolera la resistencia. 2 = Realiza correctamente la prueba.

	Agarre IV: Agarrar una botella oponiendo el pulgar e índice	0 = No realiza la prueba. 1 = Sostiene la botella, pero no tolera la resistencia. 2 = Realiza correctamente la prueba.
	Agarre V: Agarrar una pelota de tenis con una empuñadura esférica.	0 = No realiza la prueba. 1 = Sostiene la pelota, pero no tolera la resistencia. 2 = Realiza correctamente la prueba.
<b>IX. Coordinación/ Velocidad Dedo desde la rodilla hasta la nariz</b>	Temblores	0 = Temblor marcado. 1 = Ligero temblor. 2 = Ningún temblor.
	Dismetría	0 = Dismetría pronunciada o no sistemática. 1 = Dismetría leve o sistemática. 2 = Ninguna dismetría.
	Velocidad	0 = Realiza la actividad con 6 segundos más que la extremidad no parética. 1 = (2 - 5.9) segundos más que la extremidad no parética. 2 = Menos de 2 segundos de diferencia.
	<b>Total, Extremidad superior</b>	<b>Máxima = 66</b>

## EVALUACIÓN INICIAL Y FINAL DEL PARTICIPANTE

Registro:		Iniciales del participante:		
Fecha:		Hora de inicio	Hora de finalización	Tiempo de la sesión
	Evaluación 1			min
	Evaluación 2			min
Peso		Talla		IMC
Miembro superior evaluado:				
¿Ha tomado bebidas con cafeína o alcohol en las últimas 12 horas?  SI __ NO __				
Tono Muscular			Eval 1	Eval 2
Flexores de codo				
Flexores de muñeca				
Flexores de dedos				
Registro reflejo H (FRC)				
		Eval 1	Eval 2	
Temperatura del laboratorio				
Temperatura de la piel				
Intensidad onda M				
Intensidad onda H				
Razón Hmax/Mmax				

## TRATAMIENTO CON ESTIRAMIENTO MANTENIDO

### Estiramiento mantenido dirigido a flexores de codo, muñeca y mano.

#### Estiramiento en supino:

**Posición del paciente:** El participante estaba ubicado en posición decúbito supino, con la cabeza en línea media, los miembros superiores paralelos al tronco, los miembros inferiores con flexión de cadera, rodilla y los pies apoyados sobre la superficie de la camilla en posición neutra.

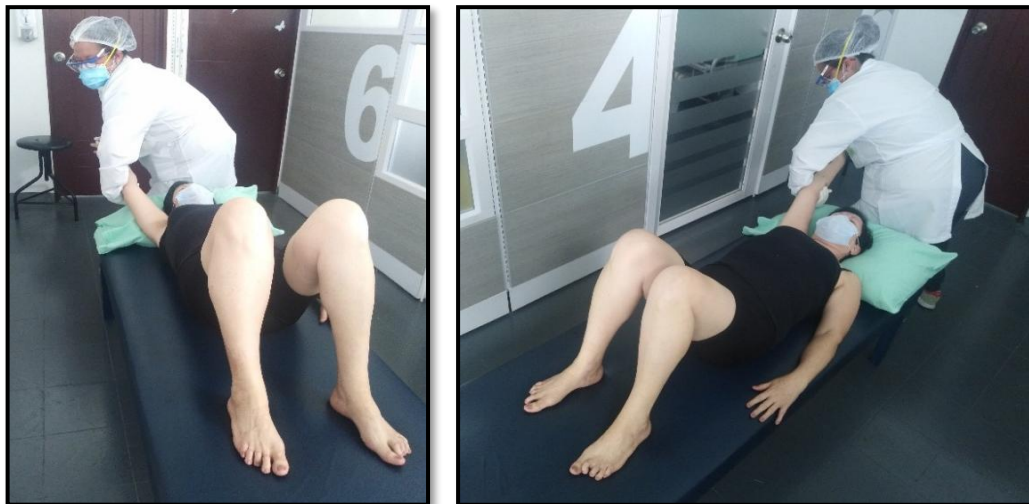
**Procedimiento:** El fisioterapeuta se ubicó lateral al miembro superior parético, colocó sus manos en la región interescapular y en el tercio proximal del brazo y movilizó pasivamente la escápula en abducción y rotación superior, así mismo llevó el hombro en flexión, abducción y rotación externa. Luego, se desplazó el contacto distalmente; soportando el antebrazo y la muñeca y se movilizó pasivamente el codo hacia la extensión. Posteriormente, con cuidado se desplazaron los contactos distalmente, cuidando la posición proximal del miembro superior parético y se procedió a movilizar la muñeca en extensión y los metacarpianos de manera individual, al igual que los dedos (articulaciones interfalángicas) y se liberó el pulgar, como de observa en la figura 1.

**Comando Verbal:** durante el posicionamiento “relaje el brazo, déjese mover”. Durante el estiramiento “mantenga el codo estirado, no doble los dedos, vamos muy bien”

**Frecuencia:** 4 series de 1 minuto, con un intervalo de descanso de 30 segundos para las tres primeras series. En la cuarta serie el descanso fue de 60 segundos para realizar lentamente el cambio de posición a sedente.

**Duración:** 6 minutos y 30 segundos.

Figura 1. Posición del paciente y fisioterapeuta durante el estiramiento mantenido en supino



### **Estiramiento en sedente con apoyo de MMSS:**

**Posición del paciente:** El participante se encontraba sentado sobre una camilla, con los pies apoyados en el piso (en ligera abducción y rotación externa de cadera), el tronco en la línea media, los miembros superiores se encontraban posicionados contactando la superficie de la camilla, con la muñeca y los dedos en extensión.

**Procedimiento:** El fisioterapeuta estaba ubicado en dirección posterolateral, ubicando un contacto en la región axilar y otro a nivel de la articulación del codo; en donde realizó la estabilización de la cintura escapular y del codo. Se mantuvo la extremidad en ligera abducción y rotación externa del hombro. Posteriormente, se modificaron los contactos; el proximal se ubicó a nivel del codo y el distal en el tercio distal del antebrazo, las manos del paciente permanecieron en contacto con la superficie de la camilla.

**Comando Verbal:** durante el posicionamiento “relaje la mano, no doble el codo”; y durante el estiramiento “mantenga el codo estirado, no doble los dedos, muy bien”

**Frecuencia:** 4 series de 1 minuto, con un intervalo de descanso de 30 segundos en cada una de las tres primeras series. En la última serie el descanso será de 60 segundos, para realizar despacio el cambio de posición.

**Duración:** 6 minutos y 30 segundos.

Figura 2. Posición del paciente y fisioterapeuta durante el estiramiento mantenido en sedente con apoyo de MMSS.



### **Estiramiento en sedente sin apoyo de MMSS:**

**Posición del paciente:** El participante se encontraba en sedente sobre una camilla, con la pelvis en desplazamiento anterior, la cadera en ligera abducción y rotación externa, los pies apoyados en el piso (el ángulo de tobillo debe

ser igual o menor a 90°), y las manos entrelazadas, con los hombros flexionados entre 80° y 90°.

**Procedimiento:** El fisioterapeuta ubicó el contacto proximal en la superficie lateral de la escapula y la otra en la superficie cubital de las manos del participante. Se realizó el desplazamiento anterior del tronco hacia el lado parético, verificando que se realizara una toma simétrica del peso en los miembros inferiores, así mismo se verificó que el codo permaneciera en extensión, y el pulgar liberado.

**Comando Verbal:** durante el desplazamiento “vamos inclínese hacia delante”; y durante el estiramiento “manténgase inclinado, así, adelante, tranquilo”.

**Frecuencia:** 4 series, manteniendo la posición durante 1 minuto en el máximo arco obtenido, con 30 segundos de descanso entre las primeras tres series. En la cuarta serie el descanso fue de 60 segundos para permitir el paso a la siguiente postura.

**Duración:** 6 minutos y 30 segundos.

Figura 3. Posición del paciente y fisioterapeuta durante el estiramiento mantenido en sedente sin apoyo de MMSS.



#### **Estiramiento en plantígrada modificada:**

**Posición del paciente:** El participante se ubicó en plantígrada modificada, con los MMSS apoyados sobre una mesa (la ESP en ligera abducción y rotación externa del hombro), el codo en extensión y las manos en contacto con la superficie de la mesa (la muñeca en ligera desviación cubital y el pulgar liberado en abducción). Se verificará que los MMII permanezcan en flexión de cadera, y evitar la hiperextensión de rodilla.

**Procedimiento:** El fisioterapeuta se ubicó lateral al paciente (en el lado parético); con el contacto proximal a nivel del codo, y el distal en el tercio distal del antebrazo. Las manos permanecieron en contacto con la superficie, con la muñeca y los dedos en extensión. Se realizó el desplazamiento anterior del tronco inferior hacia el lado parético, verificando que se realizara una toma simétrica del peso en las extremidades.

**Comando Verbal:** durante el desplazamiento “Inclínese hacia delante, no doble el codo” y durante el estiramiento “mantenga el codo estirado, no doble los dedos, muy bien”.

**Frecuencia:** 4 series de 1 minuto, con un intervalo de descanso de 30 segundos en las primeras tres series.

**Duración:** 5 minutos y 30 segundos.

Figura 4. Posición del paciente y fisioterapeuta durante el estiramiento mantenido en plantígrada modificada.



## TRATAMIENTO CON LA FÉRULA DE PRESIÓN DE JOHNSTONE

Para la aplicación de la férula de presión de Johnstone fue necesario tener en cuenta dos fases, la primera de preparación y la segunda de colocación<sup>1</sup>.

### Preparación

El participante estaba ubicado en posición decúbito supino con el miembro superior parético apoyado sobre almohadas para asegurar una posición simétrica.

1. Inicialmente se movilizó pasivamente la escápula en abducción y rotación superior, para asegurar el posicionamiento del hombro y el brazo, en el patrón antagonista al espástico.



Figura 1. Adaptada de: Steck C. PANat : Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

2. Posteriormente, se ubicó el miembro superior parético en flexión, abducción y rotación externa de hombro. Se recomienda que el participante siguiera el movimiento de la extremidad con la mirada y girando levemente la cabeza.

---

<sup>1</sup> Steck G. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. [Internet]. Solothurn, Switzerland; 2017. Available from: [https://www.panat.info/Pub/PANat\\_TF-UG\\_2017\\_HQ.pdf](https://www.panat.info/Pub/PANat_TF-UG_2017_HQ.pdf)



Figura 2. Adaptada de: Steck C. PANat : Theoretical framework, clinical management and application of the Urias ® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

3. Soportando el antebrazo y la muñeca se movilizó el codo hacia la extensión; en este momento la articulación del hombro se encontraba aproximadamente a 60° de flexión y rotación en neutro.



Figura 3. Adaptado de: Steck C. PANat : Theoretical framework, clinical management and application of the Urias ® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

4. Posteriormente, se movilizó la muñeca en extensión y los metacarpianos de manera individual, después se procedió a estirar dedo por dedo (articulaciones interfalángicas) y se liberó el pulgar.



Figura 4. Adaptada de: Steck C. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias ® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

5. Con el miembro superior parético apoyado en las almohadas, el evaluador ubicó el estoquinete sobre su propio brazo mientras con una mano estabilizó la extremidad parética del participante.



Figura 5. Tomado de: Steck C. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias ® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

6. Posteriormente, se colocó el estoquinete al participante dejando libres los dedos y manteniéndolos en extensión.



Figura 6. Adaptada de: Steck C. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias ® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

## Colocación de la férula

1. Inicialmente, se cerró la cremallera de la férula y posteriormente se colocó, el evaluador tomó la mano del participante como “estrechándola”. El hombro se encontraba rotado externamente, el codo en extensión, se recomendó mantener la muñeca en 10° de extensión y el pulgar en abducción y los demás dedos extendidos. La cremallera se ubicó a nivel del V dedo.



Figura 7. Adaptada de: Steck C. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias ® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

2. Posteriormente, la férula se ajustó evitando que rozara con la región axilar, para lo que se recomendó dejar un espacio de aproximadamente 3 centímetros.



Figura 8. Adaptada de: Steck C. PANat: Theoretical framework, clinical management and application of the Urias ® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

3. El fisioterapeuta insufló la férula sobre el miembro superior parético, teniendo en cuenta que la presión no superará los 40 mm Hg, esta fue registrada con la extremidad en reposo.

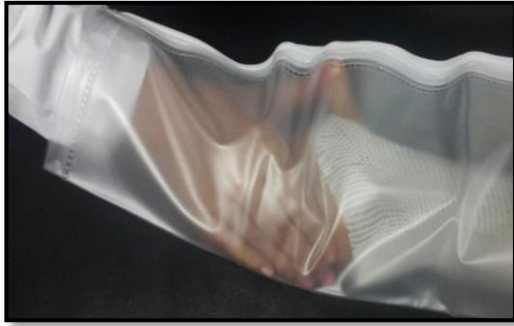


Figura 9. Adaptada de: Steck C. PANat : Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

4. Se dejó un espacio de 6 a 8 centímetros en el extremo distal, con el fin de que la presión también incluyera la mano.



Figura 10. Adaptada de: Steck C. PANat : Theoretical framework, clinical management and application of the Urias® Johnstone air splints. 2009; 1–44.

5. Una vez ubicada la férula en posición supina, se realizó el mismo protocolo planteado en el apartado 7 de este anexo, el cual tuvo una duración total de 25 minutos. Al finalizar se desinfló y retiró la férula.

Figura 11. Posición del paciente y el fisioterapeuta durante el Estiramiento + FPJ en supino

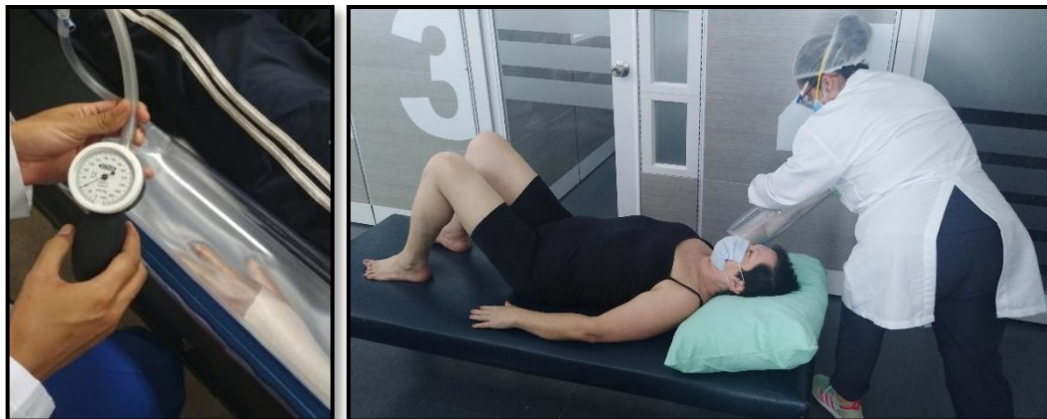


Figura 12. Posición del paciente y el fisioterapeuta durante el Estiramiento + FPJ en sedente con apoyo de MMSS

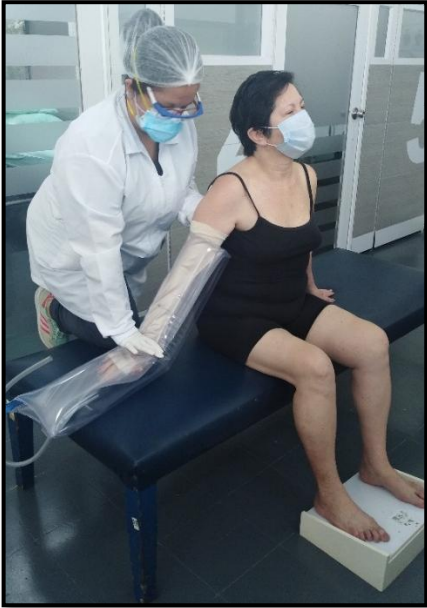
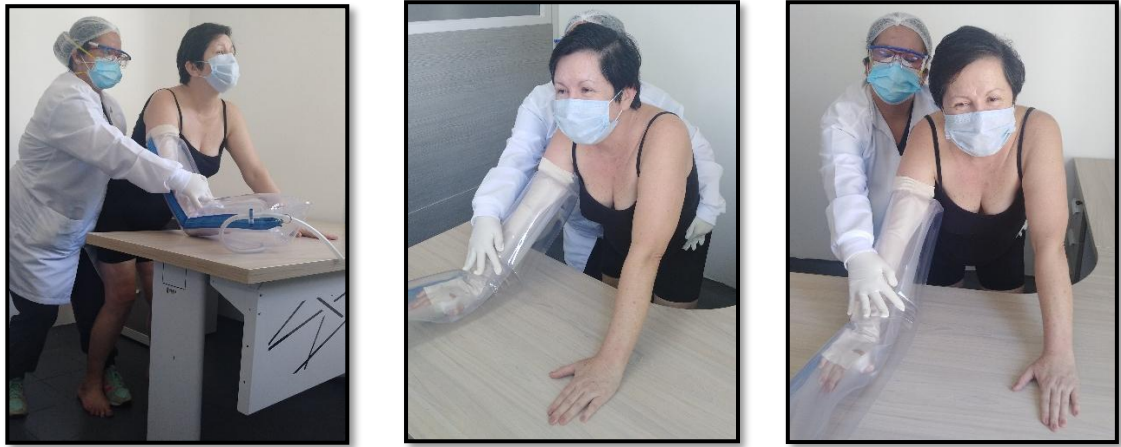


Figura 13. Posición del paciente y el fisioterapeuta durante el Estiramiento + FPJ en sedente sin apoyo de MMSS.



Figura 14. Posición del paciente y el fisioterapeuta durante el Estiramiento + FPJ en plantígrada modificada.



**Recomendaciones:** Dentro de las principales recomendaciones de uso de la férula se encuentran:

- No exceder una presión de 40 mmHg, para lo que se sugiere el uso de un manómetro.
- Cubrir con una manga delgada de algodón o estoquinete la extremidad del paciente, mientras la férula es usada, para evitar sarpullido.
- No exponerse a la luz solar durante su uso, esto además de sudor excesivo puede provocar quemaduras por el calentamiento del material.
- La férula no debe dejarse en la extremidad por un tiempo mayor a una hora, pero puede quitarse y volverse a colocar por más tiempo si es requerido.

## PLAN DE RECOMENDACIONES

Realizado por:  
María Juliana González Silva  
Ftp. Estudiante Maestría en Fisioterapia



### OBJETIVO

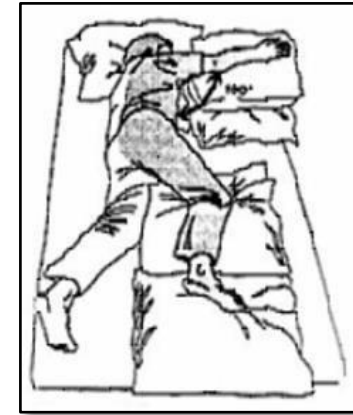
Este plan de recomendaciones tiene como objetivo mostrar algunas actividades que pueden ser realizadas en casa para cuidar e involucrar el miembro superior en las actividades que se realizan día a día.

#### Postura en Cama

Recuerde que estando boca arriba, debe ubicar una almohada debajo del hombro y el brazo.



Estando de medio lado, acostado sobre el lado sano, ubique una almohada debajo de brazo afectado y otra en medio de sus piernas, como se ve en la figura.

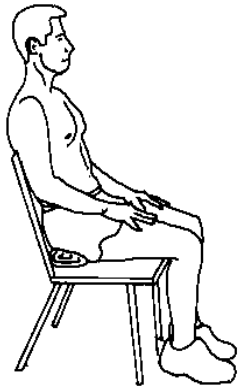


#### Postura Sedente

Estando sentado ubique los brazos al lado de su cuerpo, apoyando las manos sobre la superficie como se observa en la figura.



También puede sentarse ubicando los miembros superiores sobre sus muslos como se ve en la figura.

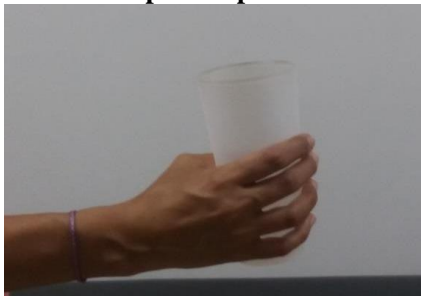


### Actividades en Sedente

Involucre el miembro superior más afectado dentro de sus actividades diarias

Se recomienda que las actividades de agarre y manipulación de objetos las haga con las dos manos, para esto puede usar:

### Recipientes plásticos



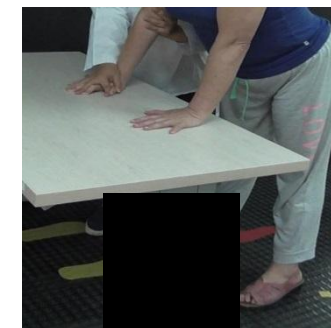
### Agrandadores que faciliten los agarre



### Intente manipular objetos de diferentes tamaños



### Actividades en posición de pie



## Anexo D. Carta de consentimiento informado

Código del Participante: \_\_\_\_\_

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

#### FACULTAD DE SALUD ESCUELA DE FISIOTERAPIA

**TÍTULO DEL ESTUDIO:** Efecto inmediato de la férula de presión de Johnstone sumada al estiramiento mantenido, sobre la espasticidad de los flexores de codo y muñeca en la Enfermedad Cerebrovascular (ECV).

**Responsables:**

María Juliana González Silva: Fisioterapeuta, Candidata a Magíster en Fisioterapia - Universidad Industrial de Santander

María Solange Patiño Segura: Fisioterapeuta, MSc. Profesora Asistente Escuela de Fisioterapia - Universidad Industrial de Santander

Con base en los reglamentos establecidos en la Resolución N° 008430 del 4 de octubre de 1993 por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud en Colombia y según el artículo 15 relacionado con el Consentimiento Informado usted deberá conocer de forma completa y clara los aspectos de la investigación.

Usted ha sido convocado para este proyecto por cumplir con los requisitos de inclusión, por tal motivo se le invita formalmente a que participe del estudio.

Tenga en cuenta que su participación en este proyecto es **absolutamente voluntaria**. Por favor lea con cuidado el documento y haga todas las preguntas que desee hasta su total comprensión.

**JUSTIFICACIÓN:** Las enfermedades que afectan la circulación del cerebro (ejemplo: trombosis) generan aumento en la rigidez de los músculos, lo cual limita la capacidad para sentarse, realizar las actividades de vestido y alimentación, así como las actividades de alcance, agarre y manipulación de objetos. Para disminuir estas dificultades se han propuesto diversas intervenciones entre ellas: ejercicios de relajación como el estiramiento mantenido dirigido a los músculos acortados. También se le puede colocar un aditamento de plástico en el brazo, que se puede inflar (férula inflable)

**PROPOSITO:** Con la aplicación de estos tratamientos se quiere mejorar la movilidad de sus brazos, la manera como realiza las actividades estando sentado, como alcanzar un objeto, peinarse, llevar los alimentos a la boca; mejorando la estabilidad, para así prevenir aspectos que le podrían complicar su estado de salud. Por lo anterior, el objetivo principal de este estudio es evaluar cuál de los tratamientos (férula inflable o estiramiento mantenido) tiene mejores efectos en el brazo afectado.

**OBJETIVOS:** Evaluar el efecto inmediato de la aplicación de la férula de presión de Johnstone, sumada al estiramiento manual mantenido, sobre el tono de los flexores de codo y muñeca, la excitabilidad refleja y la cinemática articular; estableciendo las diferencias intra y entre los grupos para las variables de estudio.

#### EVALUACIONES:

**Descripción:** En el estudio se realizarán 2 evaluaciones y 1 sesión de tratamiento. Las evaluaciones se llevarán a cabo antes y después de finalizar la sesión en el Laboratorio de Electrodiagnóstico de la Escuela de

Fisioterapia de Universidad Industrial de Santander, ubicado en la carrera 32 N° 29-31, Edificio Orlando Díaz Gómez, primer piso de la facultad de salud. El laboratorio de investigación es para uso exclusivo de los investigadores y al momento de la evaluación e intervención se encontrará al interior la investigadora principal o una fisioterapeuta entrenada y el participante.

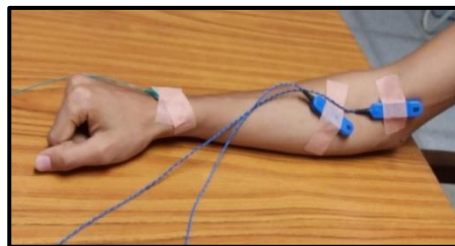
La sesión de tratamiento tendrá una duración de 25 minutos para cada grupo (control: Estiramiento manual mantenido y experimental: Aplicación de la férula de presión de Johnstone sumada al estiramiento manual mantenido), donde tendrá que utilizar camiseta, pantaloneta y calzado cerrado si es necesario. Usted será asignado a cualquiera de las dos intervenciones para recibir 1 sesión de tratamiento.

En las 2 evaluaciones que se llevarán a cabo a usted se le realizarán las siguientes pruebas: medición del tono muscular, la excitabilidad refleja y la cinemática articular del hombro y el tronco.

Para evaluar el **tono muscular** (rigidez que siente en sus músculos y le impiden realizar algunos movimientos) usted se ubicará en sedente, con la cabeza en línea media, el miembro superior no evaluado se encontrará ubicado sobre el muslo con los dedos extendidos, las extremidades inferiores en posición neutra en contacto con el piso. El fisioterapeuta movilizará su brazo en el rango de movimiento disponible hacia arriba y hacia abajo.



Para evaluar la **excitabilidad refleja** (prueba para determinar la actividad nerviosa desde su cerebro hasta los músculos) usted se posicionará en sedente sobre una silla, con los ojos cerrados y la cabeza posicionada en la línea media, la piel del brazo será limpiada con alcohol. Luego el fisioterapeuta por medio de un aparato de electrodiagnóstico “Viking On Nicolet EDX” estimulará la parte de adelante y encima de su codo por medio de corriente. Esta evaluación no durará más de 1 minuto y los estímulos serán intermitentes.



Para **evaluar la cinemática articular del hombro y el tronco** (prueba para determinar qué tanto se mueve el hombro y el tronco cuando usted realiza una actividad) el fisioterapeuta ubicará unos marcadores adhesivos sobre su ropa en diferentes partes de su tronco y el brazo, y estando sentado le pedirá que intente tocar un objeto que se encuentra ubicado frente a usted en una mesa para esto será necesario que desplace el tronco y el brazo hacia adelante.



## **PROCEDIMIENTO:**

Se realizará un tamizaje inicial en los domicilios de cada uno de los participantes, quienes cumplan con los criterios de inclusión, serán convocados al laboratorio de electrodiagnóstico de la Escuela de Fisioterapia, las personas que no cumplan se les hará entrega y retroalimentación de un plan de recomendaciones.

En el laboratorio a cada paciente, en presencia de un cuidador o familiar se le entregará este consentimiento para su lectura y posterior firma por parte del paciente.

Si usted acepta participar, inicialmente será ubicado por sorteo en uno de los dos tratamientos: estiramiento manual mantenido o aplicación de la férula de presión de Johnstone sumada al estiramiento manual mantenido. Sin importar el grupo en que quede ubicado, usted deberá responder algunas preguntas, se registrará su peso y talla, y se realizarán las evaluaciones anteriormente mencionadas.

Antes de realizar la evaluación inicial usted permanecerá sentado durante 10 minutos.

Luego, se realizará la evaluación del tono muscular, la excitabilidad refleja y la cinemática articular del hombro y tronco.

Usted recibirá el tratamiento con ejercicios para que se relajen los músculos del brazo (estiramiento manual mantenido) o la aplicación de la férula de Johnstone (un plástico inflable), lo cual no representa ningún riesgo para su integridad física, puesto que estas intervenciones están totalmente supervisadas por 2 fisioterapeutas y además se dará un tiempo para que se adapte a la colocación de la férula o de descanso durante el tratamiento si presenta fatiga, teniendo en cuenta que serán supervisadas la frecuencia cardíaca y la presión arterial.

**COSTOS Y COMPENSACIÓN:** Al participar en este estudio, usted no tendrá que pagar ningún dinero por los tratamientos que va a recibir, ni deberá colocar ninguna herramienta o material para la intervención. El estudio no dará ningún reconocimiento económico para las personas que acepten participar, sin embargo, la ganancia del participante será los resultados del entrenamiento y un material de recomendaciones para que realice en casa.

**DURACIÓN DE LA INTERVENCIÓN:** Las dos evaluaciones y la sesión de intervención con y sin la férula de Johnstone se realizarán en el mismo día y no habrá ningún procedimiento invasivo, es decir no se va a "entrar" al cuerpo, o a introducir ningún elemento dentro de la piel. La evaluación inicial y la final tendrán una duración aproximada de 50 minutos (25 minutos cada una), que serán realizadas antes y al finalizar la sesión de tratamiento, respectivamente.

Las inquietudes adicionales que surjan en relación con el desarrollo e implicaciones del proyecto podrán ser aclaradas por María Juliana González Silva, Fisioterapeuta, Estudiante de Maestría en Fisioterapia en el teléfono 6358582, o mediante correo electrónico dirigido a [majugonza@hotmail.com](mailto:majugonza@hotmail.com), o directamente en la Escuela de Fisioterapia, ubicada en la Carrera 32 N° 29-31 primer piso, Facultad de Salud, Universidad Industrial de Santander, teléfono 6344000 extensión 3147.

**RIESGOS POTENCIALES:** Ninguno de los métodos utilizados para la evaluación o intervención son invasivos, lo cual reduce los riesgos. Si durante la aplicación de la férula la piel se torna de color rojomorado o la extremidad comienza a doler o durante los ejercicios presenta palpitations, dolor de cabeza, náuseas, respiración agitada, mareo o fatiga, inmediatamente será suspendido el ejercicio y se le pedirá que guarde reposo durante media hora y será monitoreado durante este tiempo. Si requiere de valoración médica inmediata será remitido al servicio de urgencias del Hospital Universitario de Santander o, si es su decisión al servicio de urgencias de la entidad donde se encuentre afiliado al sistema de seguridad social. Durante este proceso será acompañado por el investigador principal. Los participantes que presenten estas posibles complicaciones mencionadas serán excluidos del estudio.

**CONFIDENCIALIDAD:** Los formularios de registro contienen exclusivamente la información importante para el desarrollo del trabajo y será manejada por uno de los investigadores del equipo; adicionalmente a cada formulario se le asignará un número, es decir se codificará y este código será el que ingrese a la base de datos durante la sistematización de la información. Así mismo, las imágenes solo serán usadas con fines estrictamente académicos y podrá ser divulgada con fines científicos, mediante presentaciones en congresos o publicaciones en revistas científicas, protegiendo la identidad de los participantes y garantizando la confidencialidad en el manejo de toda la información recolectada. Por lo anterior, los nombres de los participantes no serán divulgados en forma alguna.

A menos que Usted dé una autorización específica cuando la ley lo permita, sus resultados personales no estarán disponibles para terceras personas como empleadores, organizaciones gubernamentales, compañías de seguros o instituciones educativas. Esto también aplica a su cónyuge, a otros miembros de su familia y a su médico.

Sin embargo, con el objetivo de realizar un manejo adecuado de los datos, un miembro del Comité de Ética de la Universidad Industrial de Santander podrá consultar sus datos y su historia clínica.

**DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE:** Por lo anterior, atentamente se le invita a participar en el estudio y si está de acuerdo, se le solicita su nombre y la firma en las casillas abajo descritas. Yo \_\_\_\_\_ identificado(a) con CC. No. \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ acepto voluntariamente participar en el proyecto de investigación titulado “Efecto inmediato de la férula de presión de Johnstone sumada al estiramiento mantenido sobre la espasticidad de los flexores de codo y muñeca en la Enfermedad Cerebrovascular (ECV)” a cargo de: María Juliana González Silva, Fisioterapeuta, Candidata a Magíster en Fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander.

Por lo anterior afirmo tener conocimiento del estudio por realizar, además he tenido la oportunidad de resolver mis inquietudes en relación con su desarrollo e implicaciones.

**DERECHO A ABANDONAR EL ESTUDIO:** Entiendo que mi participación es voluntaria y que soy libre de retirarme del estudio, sin necesidad de dar alguna explicación adicional. Por otro lado, me han garantizado la confidencialidad, justicia, equidad y autonomía en la participación y manejo de toda la información que aquí se recolecte.

**FINANCIACIÓN:** Este proyecto de investigación es financiado recursos provenientes de los grupos de investigación de la Escuela de Fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander.

La información obtenida podrá ser divulgada con fines científicos, mediante presentaciones en congresos o publicaciones en revistas científicas, protegiendo la identidad de los participantes y garantizando la confidencialidad en el manejo de toda la información recolectada.

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

\_\_\_\_\_  
Nombre del Participante

Dirección:

Teléfono:

La firma puede ser sustituida por la huella digital en los casos que se amerite:

\_\_\_\_\_  
Firma del investigador

\_\_\_\_\_  
Nombre del investigador

\_\_\_\_\_  
Firma del testigo

\_\_\_\_\_  
Nombre del testigo

La firma puede ser sustituida por la huella digital en los casos que se amerite:

Fecha: \_\_\_\_\_

Datos de la investigadora principal: Ft. María Juliana González Silva, Estudiante de Maestría en Fisioterapia.

**Datos de contacto:** los participantes se pueden comunicar al teléfono 6358582, o mediante correo electrónico dirigido a majugonza@hotmail.com, o directamente en la Escuela de Fisioterapia, ubicada en la Carrera 32 N° 29-31 primer piso, Facultad de Salud, Universidad Industrial de Santander, teléfono 6344000 extensión 3147.

**Contacto Comité de Ética:** Para preguntas o aclaraciones acerca de los aspectos éticos de esta investigación pueden comunicarse con el Comité de Ética para la Investigación Científica de la UIS (CEINCI-UIS), o con cualquiera de los miembros del Comité, al teléfono 6344000 Extensión 3808 o al correo [comitedetica@uis.edu.co](mailto:comitedetica@uis.edu.co).

## **Anexo E. Resultados Prueba Piloto**

### **Prueba piloto**

La prueba piloto fue llevada a cabo entre el 19 de junio y el 4 de julio de 2018, y participaron personas con diagnóstico de enfermedad cerebrovascular en estadio crónico, con hemiparesia espástica. Se convocaron personas atendidas en los servicios de rehabilitación del Hospital Universitario de Santander (HUS), el Instituto de Salud de Bucaramanga (ISABU), así como mediante mensajes voz a voz. Se realizó un muestreo no probabilístico, con un tamaño de muestra de 8 participantes, quienes posteriormente no formaron parte de la muestra de la fase experimental.

### **1. Objetivos**

#### **1.1. Objetivo general**

- Estandarizar los protocolos de medición, evaluación e intervención.

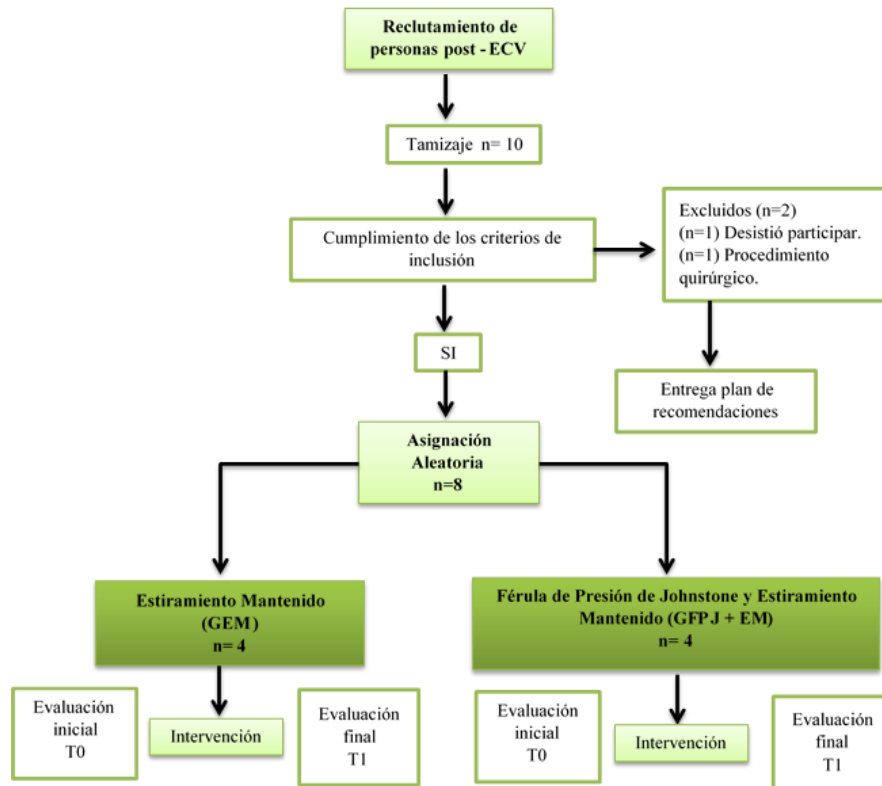
#### **1.2 Objetivos específicos**

- Estandarizar los instrumentos y procedimientos del tamizaje.
- Estandarizar los procedimientos de medición del tono muscular con la Escala de Ashworth Modificada (EAM), en codo, muñeca y mano, la excitabilidad refleja en el Flexor Radial del Carpo y los ángulos articulares del hombro y el tronco en el PAF en sedente, con el software de análisis postural (SAPO).
- Determinar la reproducibilidad intra-evaluador de la medición de la amplitud, latencia y duración del reflejo H en el flexor radial del carpo (FRC), así como la cinemática articular en el PAF en personas post-ECV.
- Estandarizar los procedimientos de intervención para estiramiento manual mantenido y para la férula de presión de Johnstone, aplicados en la extremidad superior parética (ESP).
- Realizar el ajuste del tamaño de la muestra para la fase experimental.

### **2. Procedimiento**

A continuación, se describen en detalle los procedimientos realizados en la prueba piloto, los cuales se sintetizan en la figura 1.

**Figura 1. Flujo de procedimientos de la prueba piloto:** Grupo Estiramiento Mantenido (GEM) Grupo Férula de Johnstone más estiramiento mantenido (GFPJ+EM).



Durante la prueba piloto, el orden de las actividades fue el siguiente:

- Se realizó el contacto telefónico y se concertó una visita domiciliaria.
- Posteriormente, se realizó el tamizaje en el domicilio del participante y fueron convocados quienes cumplieron con los criterios de inclusión.
- Se realizó la aleatorización con el método de sobre sellado, según orden de llegada.
- Los participantes ingresaron al Laboratorio de Electrodiagnóstico ubicado en la Escuela de Fisioterapia de la Universidad Industrial de Santander y tuvieron un periodo de descanso de 10 minutos antes de iniciar las evaluaciones.
- En sedente se realizaron tres evaluaciones en la línea de base: 1) Evaluación del tono muscular del codo, muñeca y mano con la EAM (duración aproximada de 5 minutos); posteriormente, el participante tuvo un periodo de descanso de 5 min 2) reflejo H del flexor radial del carpo (duración aproximada de 10 minutos); con un periodo de descanso de 5 min y 3) la cinemática articular del PAF (duración aproximada 10 minutos).
- Posteriormente, se estandarizaron los procedimientos de la sesión de tratamiento. Cuatro participantes fueron asignados al grupo GEM (estiramiento

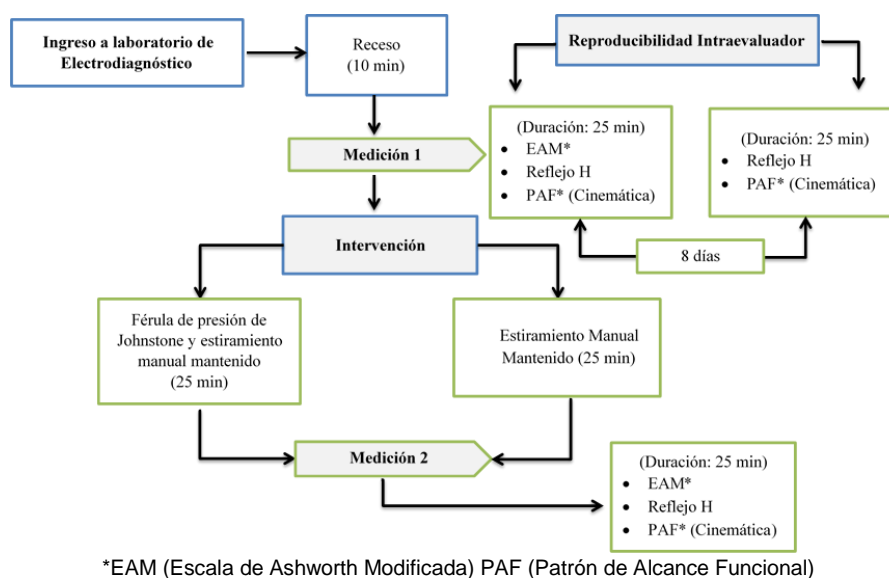
de la ESP: aductores y rotadores inferiores de la escápula, aductores, rotadores internos y flexores de hombro, prono-supinadores del antebrazo, flexores de codo, muñeca y mano) y cuatro al grupo GFPJ+EM (férula de presión de Johnstone más estiramiento mantenido). La duración de la sesión de tratamiento fue de 25 minutos.

- Inmediatamente después de la sesión se realizaron las tres pruebas de evaluación descritas en el numeral 2.5 (Figura 2).
- Para evaluar la reproducibilidad intra-evaluador, se realizó una segunda medición con un intervalo de 8 días, con el objetivo de lograr independencia de las mediciones y evitar recordar los resultados de la primera evaluación<sup>1</sup>.

El evaluador fue el investigador principal (fisioterapeuta), estudiante de maestría en fisioterapia, con 8 años de experiencia clínica en el área musculoesquelética y con entrenamiento previo en los procedimientos de evaluación ya mencionados.

La intervención fue realizada por otro fisioterapeuta, estudiante de maestría en fisioterapia, con trece (13) años de experiencia clínica y con entrenamiento en los procedimientos de intervención.

**Figura 2. Esquema del procedimiento de la prueba piloto en el laboratorio.**



### 3. Análisis de la información

<sup>1</sup> Orozco L. Medición en Salud, Diagnóstico, Evaluación de resultados, un manual crítico más allá de lo básico. Publicaciones UIS, editor. Bucaramanga Colombia; 2010.

El análisis de la normalidad de las variables se realizó mediante análisis gráfico y estadístico con la prueba de Shapiro Wilk<sup>2</sup>. Para el análisis descriptivo se aplicaron medidas de tendencia central y dispersión para variables cuantitativas, acorde con su distribución, o tablas de frecuencia para las variables cualitativas<sup>3</sup>.

Las diferencias entre los grupos de intervención pre y post intervención, se determinaron mediante un análisis bivariado de las variables de razón del reflejo H y la cinemática articular en la Extremidad Superior Parética (ESP). En las variables con distribución normal se empleó una prueba t de student no pareada y para las variables con distribución no normal la prueba U de Mann-Whitney. Para las variables en escala ordinal y nominal se emplearon las pruebas signos de Wilcoxon y Chi cuadrado, respectivamente<sup>4</sup>.

Así mismo, se determinaron las diferencias intra grupo pre y post intervención para las variables de razón del reflejo H y la cinemática articular en la ESP, empleando la prueba t de student pareada (ttest) para las variables con distribución normal y la prueba de suma de rangos apareados de Wilcoxon para las variables con distribución no normal. En las variables en escala ordinal y nominal se emplearon las pruebas signos de Wilcoxon y Chi cuadrado, respectivamente.

Para evaluar la reproducibilidad intra-evaluador de las variables continuas (la latencia, la amplitud, la duración de la onda H y M, y la razón Hmax/Mmax, así como el rango de movimiento de hombro y codo, desplazamiento anterior del tronco, distancia y duración del PAF) se utilizó el Coeficiente de Correlación Intraclase (CCI). Para las variables medidas en escala ordinal (tono muscular) se aplicó el Kappa Ponderado; y se calculó para cada análisis el Intervalo de Confianza del 95%.

El nivel de acuerdo fue evaluado según Altman y la interpretación de la reproducibilidad y nivel de acuerdo de los coeficientes se realizó según la clasificación de Altman (Tabla 1)<sup>5</sup>.

Se realizó el ajuste del tamaño de la muestra por medio del método: diferencia de promedios teniendo en cuenta los deltas (post – pre) en cada uno de los grupos.

---

<sup>2</sup> Razali NM, Wah YB. Power comparisons of Shapiro-Wilk , Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. J Stat Model Anal [Internet]. 2011;2(1):21–33. Available from: [http://instatmy.org.my/downloads/e-jurnal 2/3.pdf%0Afiles/1576/Razali and Wah - 2011 - Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smir.pdf](http://instatmy.org.my/downloads/e-jurnal%202/3.pdf%0Afiles/1576/Razali%20and%20Wah%20-%202011%20-%20Power%20comparisons%20of%20Shapiro-Wilk,%20Kolmogorov-Smirnov.pdf)

<sup>3</sup> Carter RE, Lubinsky J DE. Statistical Reasoning. In: Elsevier Saunders., editor. Rehabilitation Research Principles and applications. Fourth Edi. St. Louis, Missouri; 2011. p. 503

<sup>4</sup> Carter RE, Lubinsky J DE. Statistical analysis of difference: The basics. In: Elsevier Saunders., editor. Rehabilitation Research Principles and applications. Fourth Edi. St. Louis, Missouri; 2011. p. 503

<sup>5</sup> Altman D. Practical statistics for medical research. Chapman and Hall, editor. London; 1991.

Para determinar el tamaño del efecto se utilizó la *d* de Cohen “esize” y su respectivo IC 95%. La interpretación del tamaño del efecto se realizó según la clasificación de Cohen (Tabla 2)<sup>6 7</sup>.

Tabla 1. Análisis de los coeficientes de reproducibilidad según Altman<sup>8</sup>.(82)

<b>Resultado</b>	<b>Interpretación</b>
<b>&lt; 0,20</b>	Pobre reproducibilidad
<b>0,21 – 0,40</b>	Aceptable reproducibilidad
<b>0,41 – 0,60</b>	Moderada reproducibilidad
<b>0,61 – 0,80</b>	Buena reproducibilidad
<b>0,81- 1,00</b>	Muy buena reproducibilidad

<sup>6</sup> Cohen J. Statistical Power Analysis. Curr Dir Psychol Sci [Internet]. 1992 Jun 24;1(3):98–101. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1111/1467-8721.ep10768783>.

<sup>7</sup> Cohen J. A power primer. Psychol Bull [Internet]. 1992;112(1):155–9. Available from: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0033-2909.112.1.155>.

<sup>8</sup> Altman D. Practical statistics for medical research. Chapman and Hall, editor. London; 1991.

Tabla 2. Análisis del tamaño del efecto según Cohen.(83,84)

Resultado	Tamaño del efecto
0,20	Pequeño
0,50	Medio
0,80	Grande

## 4. Resultados

**4.1 Análisis descriptivo:** Participaron ocho personas con espasticidad post-ECV de ambos géneros (7 hombres y 1 mujer) con edad promedio  $64.4 \pm 6.5$  años (GEM:  $67.5 \pm 7.6$ , GFPJ + EM:  $61.2 \pm 3.7$ ) y un tiempo de evolución de  $61 \pm 17.0$  meses (GEM:  $61.5 \pm 9.0$ , GFPJ + EM:  $60.5 \pm 24.4$ ), con un puntaje en la Escala Fugl-Meyer para miembro superior de  $41.1 \pm 21.3$  (GEM:  $46 \pm 20.8$ , GFPJ + EM:  $36.2 \pm 23.8$ ). Las demás características sociodemográficas y clínicas de los participantes se presentan en la tabla 3, donde se observa que hubo diferencias estadísticamente significativas  $p < 0.05$  entre los grupos para las variables IMC e Índice de Barthel.

Tabla 3. Descripción de las características sociodemográficas y antecedentes clínicos en la línea de base.

Variable	Grupo (GEM) N: 4 Media $\pm$ DE	Grupo (GFPJ + EM) N: 4 Media $\pm$ DE	P
<b>Características Sociodemográficas</b>			
Edad (años)*	$67.5 \pm 7.6$	$61.2 \pm 3.7$	0.19
Género (Masculino/Femenino) N°	3/1	4/0	0.28
Talla (cm)*	$1.60 \pm 0.04$	$1.65 \pm 0.03$	0.16
Peso (kg)*	$74.4 \pm 3.7$	$69.1 \pm 5.9$	0.17
IMC (Kg/cm <sup>2</sup> )*	$29.0 \pm 1.8$	$25.3 \pm 1.9$	<b>0.02</b>
<b>Características Clínicas</b>			
Tipo ECV (Isquémico/Hemorrágico) N°	3/1	3/1	1.00
Lado afectado (Derecho/Izquierdo) N°	1/3	1/3	1.00
Tiempo de evolución (meses)*	$61.5 \pm 9.0$	$60.5 \pm 24.4$	0.94
Índice de Barthel**	95[90 – 97.5]*	100[100]*	<b>0.04</b>
EFM – ESP*	$46 \pm 20.8$	$36.2 \pm 23.8$	0.56
# sesiones de Fisioterapia*	$432.5 \pm 425.3$	$310 \pm 398.8$	0.68

\* Se presenta Promedio  $\pm$  DE, \*\* Se presenta Mediana [RIC]. EFM: Escala Fugl Meyer - ESP: Extremidad Superior Parética.

**4.2 Análisis bivariado:** En la tabla 4 se presentan las comparaciones entre grupos de las variables basales (pre-intervención) de cinemática articular en el PAF de la ESP y la excitabilidad refleja en el FRC en personas con ECV, en las cuales se encontraron diferencias estadísticamente significativas  $p < 0.05$  para la variable duración del PAF, las demás variables no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 4. Comparación entre grupos en la línea de base para las variables de la cinemática articular en el PAF en el MSP y la excitabilidad refleja en el FRC en personas con ECV.

		Grupo (GEM) N: 4 Media ± DE	Grupo (GFPJ + EM) N: 4 Media ± DE	P
<b>Cinemática Articular del PAF</b>				
Tronco - Flexión (°)*		37.4 ± 12.2	34.8 ± 1.9	0.69
Hombro - Flexión (°)**		59.8[55.9 - 66.7]	60.0[34.7- 69.6]	1.00
Codo - Extensión (°)*		-16.8 ± 9.5	-27.0 ± 33.2	0.57
Duración PAF - (seg)*		3.7 ± 1.8	8.5 ± 3.1	0.04
Distancia PAF - (cm)**		55.6[ 37.8 - 65.5]	54.3[36.9 - 64.8]	0.56
<b>Excitabilidad Refleja</b>				
Onda H	Amplitud (mV)	1.1 ± 1.2	2.0 ± 2.2	0.54
	Latencia (ms)	15 ± 1.7	16.5 ± 0.9	0.24
	Duración (ms)	11.7 ± 2.0	9.2 ± 4.9	0.39
Onda M	Amplitud (mV)	4.0 ± 0.9	6 ± 2.1	0.15
	Latencia (ms)	2.9 ± 0.8	3.1 ± 0.2	0.58
	Duración (ms)	10.6 ± 0.8	10.6 ± 3.4	0.99
Hmax/Mmax pre		0.3 ± 0.4	0.3 ± 0.2	0.99

\* Se presenta Promedio ± DE, \*\*Se presenta Mediana [RIC], En negrita p < 0.05.  
PAF: Patrón de Alcance Funcional

En relación con el comportamiento del tono muscular en la línea de base evaluado con la Escala de Ashworth Modificada en el grupo GEM se presentaron notas de 1+ para el codo y 2 para la muñeca en el 50% de los participantes, y de 1 para los dedos en el 75%, por otra parte, en el grupo GEM y GFPJ + EM el 50 % de los participantes presentó notas de 2 para el codo y la muñeca y de 1+ para los dedos. El 100% de los participantes del grupo GEM y GFPJ + EM presentaron hiperreflexia bicipital.

En la tabla 5 se presentan las comparaciones intra grupos para las variables de la cinemática articular en el PAF en la ESP y las variables de excitabilidad refleja en el FRC en personas con ECV, donde se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la variable flexión de tronco en el grupo GFPJ+EM ( $p=0.03$ ) y para la variable Amplitud de la Onda M en el grupo GEM ( $p=0.05$ ).

Tabla 5. Comparaciones intra grupos para las variables de la cinemática articular en el PAF en el MSP y la excitabilidad refleja del FRC en personas con ECV.

		Grupo (GEM) N: 4 Media ± DE				Grupo (GFPJ + EM) N: 4 Media ± DE			
		Pre	Post	P	Δ	Pre	Post	P	Δ
<b>Cinemática Articular PAF</b>									
<b>Tronco - Flexión (°)*</b>		37.4 ± 12.2	39.2 ± 11.7	0.13	-1.7	34.8 ± 1.9	37.7 ± 2.4	<b>0.03</b>	-2.8
<b>Hombro - Flexión (°)**</b>		59.8[55.9 - 66.7]	61.2[46.7- 73.7]	0.71	-2.5	60.0[34.7- 69.6]	59.7[32.4 - 69.5]	0.46	0.3
<b>Codo - Extensión (°)*</b>		-16.8 ± 9.5	-19.9 ± 12.7	0.66	3.1	-27.0 ± 33.2	-29.9 ± 37.0	0.28	2.9
<b>Duración (seg)*</b>		3.7 ± 1.8	3.4 ± 1.6	0.35	0.2	8.5 ± 3.1	6.7 ± 2.4	0.13	1.7
<b>Distancia (cm)**</b>		55.6[37.8 - 65.5]	59.0[34.9-67.6]	0.85	-1.2	54.3[36.9 - 64.8]	57.9[40.7-67.5]	0.06	-3.6
<b>Excitabilidad Refleja</b>									
<b>Onda H</b>	Amplitud (mV)*	1.1 ± 1.2	1.1 ± 1.1	0.97	1.1	2.0 ± 2.2	1.3 ± 1.0	0.44	0.6
	Latencia (ms)*	15 ± 1.7	15.7 ± 1.5	0.22	-0.7	16.5 ± 0.9	16.5 ± 1.7	0.97	-0.0
	Duración (ms)*	11.7 ± 2.0	11.1 ± 2.2	0.42	0.6	9.2 ± 4.9	10.3 ± 3.7	0.56	-1.1
<b>Onda M</b>	Amplitud (mV)*	4.0 ± 0.9	5.2 ± 1.7	<b>0.05</b>	-1.1	6 ± 2.1	5.1 ± 1.5	0.12	0.8
	Latencia (ms)*	2.9 ± 0.8	3.2 ± 0.4	0.29	-0.2	3.1 ± 0.2	3.1 ± 0.2	0.07	0.0
	Duración (ms)*	10.6 ± 0.8	10.3 ± 1.6	0.59	0.2	10.6 ± 3.4	11.3 ± 3.1	0.24	-0.6
<b>Hmax/Mmax</b>		0.3 ± 0.4	0.2 ± 0.3	0.62	0.05	0.3 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.45	0.08

\* Se presenta Promedio ± DE, \*\*Se presenta Mediana [RIC], En negrita p < 0.05.

**4.3 Reproducibilidad intra-evaluador y nivel de acuerdo:** A continuación, se presenta el análisis de la reproducibilidad intra-evaluador y el nivel de acuerdo según el método de Bland & Altman. En la tabla 6 se presenta la reproducibilidad intra-evaluador de las variables del Reflejo H en el FRC y la cinemática articular del tronco, hombro y codo en el PAF, evaluada en personas con diagnóstico de ECV, encontrándose una reproducibilidad muy buena para las variables de la cinemática y el reflejo H, excepto para la latencia al inicio de la onda H, la cual fue aceptable.

Tabla 6. Reproducibilidad Intra-evaluador del Reflejo H en el FRC y la cinemática articular del tronco, hombro y codo en el PAF.

Variable	Medición 1 Media ± DE	Medición 2 Media ± DE	CCI	IC 95%
<b>Cinemática Articular PAF</b>				
<b>Tronco</b> Flexión (°)	37.3 ± 9.1	39.0 ± 6.2	0.84	(-0.03, 0.97)
<b>Hombro</b> Flexión (°)	57.3 ± 21.6	55.8 ± 23.3	0.94	(0.63, 0.99)
<b>Codo</b> Extensión (°)	-20.9 ± 26.9	-25.0 ± 26.6	0.93	(0.57, 0.99)
<b>Duración (seg)</b>	6.8 ± 3.0	6.1 ± 3.6	0.95	(0.73, 0.99)
<b>Distancia (cm)</b>	51.4 ± 18.4	53.3 ± 15.7	0.96	(0.76, 0.99)
<b>Excitabilidad Refleja</b>				
<b>Onda H</b> Amplitud (mV)	1.3 ± 1.5	1.3 ± 1.6	0.98	(0.88, 0.99)
<b>Variable</b>	<b>Medición 1 Media ± DE</b>	<b>Medición 2 Media ± DE</b>	<b>CCI</b>	<b>IC 95%</b>
Latencia (ms)	16.6 ± 4.5	15.3 ± 1.4	0.24	(-7.20, 0.89)
Duración (ms)	10.8 ± 3.4	10.9 ± 3.7	0.96	(0.70, 0.99)
<b>Onda M</b> Amplitud (mV)	5.1 ± 1.9	5.1 ± 1.9	0.93	(0.48, 0.99)
Latencia (ms)	2.9 ± 0.3	2.8 ± 0.5	0.92	(0.51, 0.99)
Duración (ms)	10.8 ± 2.8	10.9 ± 2.8	0.99	(0.98, 1.00)
<b>Hmax/Mmax</b>	0.3 ± 0.3	0.2 ± 0.2	0.89	(0.35, 0.98)

PAF: Patrón de Alcance Funcional, mV: milivoltios, ms: milisegundos

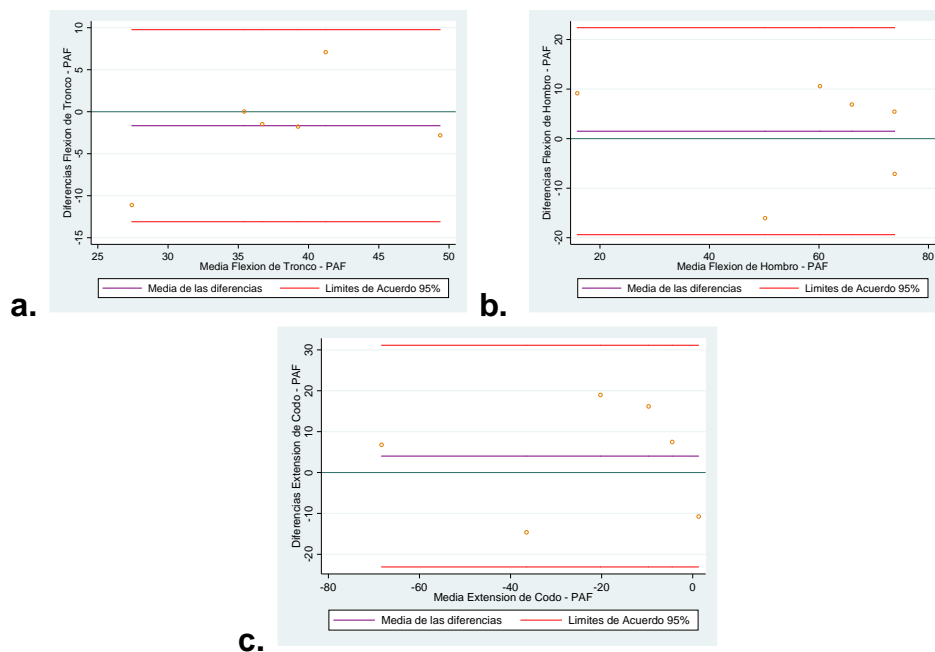
Los límites de acuerdo de Bland y Altman para la cinemática articular del PAF y el Reflejo H en el FRC se presentan en la tabla 7, encontrándose que el promedio de las diferencias fue cercano a cero para las variables de la cinemática articular, excepto para la extensión del codo; así como para todas las variables del Reflejo H (Onda H y Onda M). Así mismo, los límites de acuerdo fueron estrechos para la duración del PAF y para las variables del reflejo H (Onda H y Onda M), excepto para la latencia de la onda H.

Tabla 7. Límites de acuerdo de Bland y Altman para la cinemática articular del PAF y el Reflejo H en el FRC.

Variable		Media <sub>diff</sub> ± DE	Límites de Acuerdo del 95%
<b>Cinemática Articular PAF</b>			
Tronco	Flexión (°)	-1.66 ± 5.83	(-13.09; 9.76)
Hombro	Flexión (°)	1.50 ± 10.6	(-19.38; 22.38)
Codo	Extensión (°)	4.02 ± 13.83	(-23.08; 31.14)
Duración (seg)		0.68 ± 1.34	(-1.94; 3.31)
Distancia (cm)		-1.88 ± 6.74	(-15.11; 11.33)
<b>Excitabilidad Refleja</b>			
Onda H	Amplitud (mV)	0.07 ± 0.45	(-0.81; 0.94)
	Latencia (ms)	1.33 ± 4.45	(-7.39; 10.06)
	Duración (ms)	-0.05 ± 1.52	(-3.02; 2.93)
Onda M	Amplitud (mV)	-0.02 ± 1.05	(-2.07; 2.03)
	Latencia (ms)	0.06 ± 0.25	(-0.42; 0.54)
	Duración (ms)	-0.09 ± 0.34	(-0.74; 0.57)
Hmax/Mmax		0.07 ± 0.18	(-0.27; 0.43)

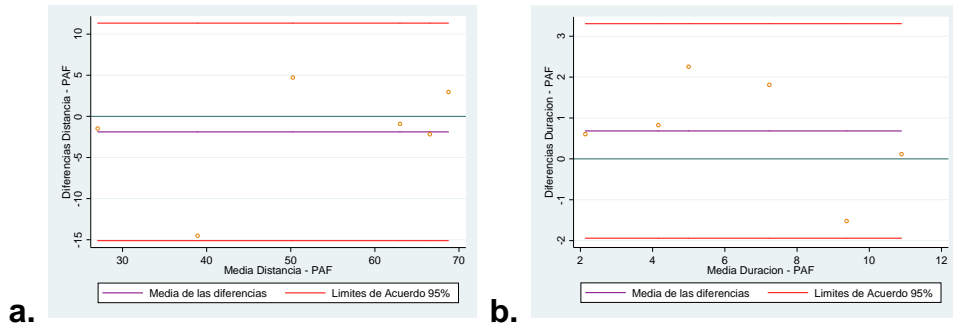
En la figura 3 se presentan los límites de acuerdo de Bland y Altman para la cinemática articular en el PAF, donde se evidencia que el promedio de las diferencias se encuentra cercano a cero, excepto para la extensión de codo; los límites de acuerdo son amplios y la distribución de puntos no es homogénea.

Figura 3. Límites de acuerdo de Bland y Altman para la cinemática articular en el PAF a. Flexión del Tronco, b. Flexión de Hombro y c. Extensión de Codo.



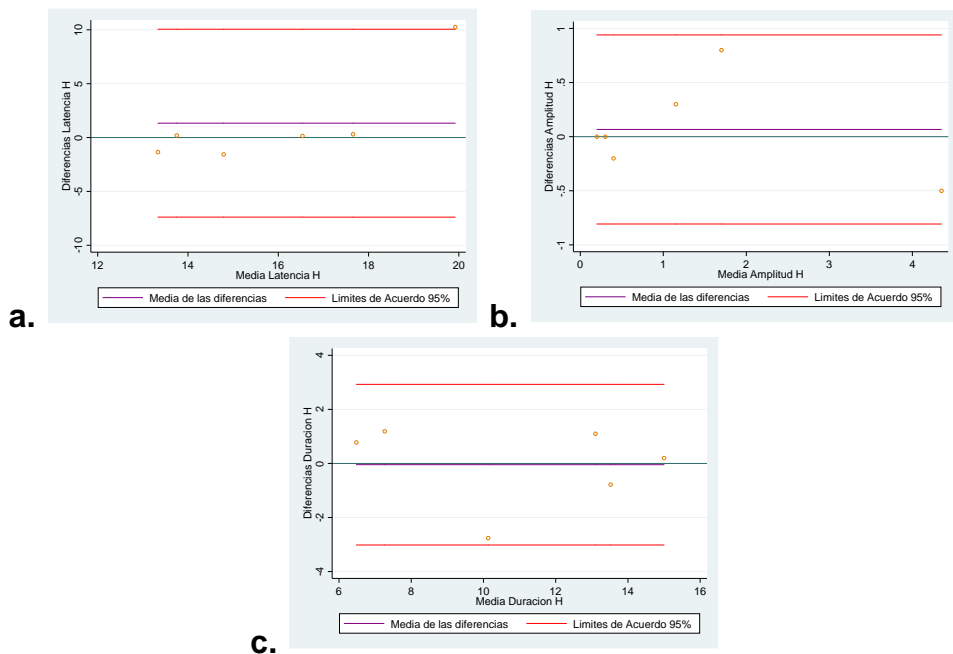
En la figura 4 se presentan los límites de acuerdo de Bland y Altman para la cinemática articular en el PAF, evidenciándose que para la distancia y la duración el promedio de las diferencias se encuentra cercano a cero, los límites de acuerdo son amplios para la distancia y en menor proporción para la duración del PAF y la distribución de los puntos no es homogénea.

Figura 4. Límites de acuerdo de Bland y Altman para la cinemática articular en el PAF a. Distancia PAF, b. Duración PAF.



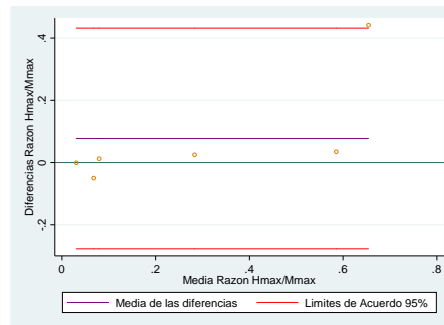
En la figura 5 se presentan los límites de acuerdo de Bland y Altman para las variables de la onda H, encontrándose que el promedio de las diferencias es cercano a cero, los límites de acuerdo son estrechos excepto para la variable latencia de la onda H y la distribución de la nube de puntos no es homogénea.

Figura 5. Límites de acuerdo de Bland y Altman para las variables a. Latencia, b. Amplitud y c. Duración de la onda H.



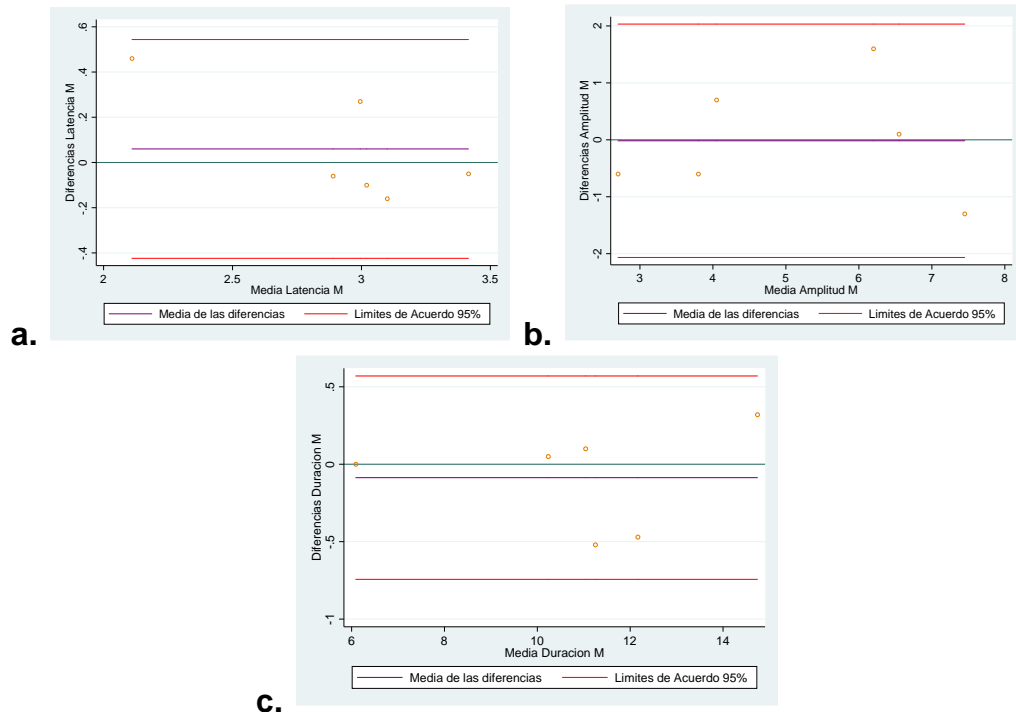
En la figura 6 se presentan los límites de acuerdo de Bland y Altman para la Razón Hmax/Mmax, evidenciándose que el promedio de las diferencias se encuentra cercano a cero, los límites de acuerdo son estrechos y la distribución de la nube de puntos no es homogénea.

Figura 6. Límites de acuerdo de Bland y Altman para la Razón Hmax/Mmax.



En la figura 7 se presentan los Límites de acuerdo de Bland y Altman para las variables de la onda M, en donde se evidencia que el promedio de las diferencias se encuentra cercano a cero, los límites de acuerdo son estrechos y la distribución de la nube de puntos no es homogénea.

Figura 7. Límites de acuerdo de Bland y Altman para las variables a. Latencia, b. Amplitud y c. Duración de la onda M.



**4.4 Cálculo del tamaño del efecto:** Como análisis adicional se realizó el cálculo del tamaño del efecto para las variables de salida (Reflejo H, Cinemática articular y tono muscular), el cual se presenta en la tabla 8, encontrando un tamaño del efecto grande para la duración del PAF, moderado para el tono de los flexores de muñeca y dedos y un tamaño del efecto pequeño para las demás variables estudiadas según la clasificación de Cohen<sup>9 10</sup>.

Tabla 8. Cálculo del tamaño del efecto para las variables de salida (Reflejo H, Cinemática articular y tono muscular)

Variable	d de Cohen	IC 95%
<b>Excitabilidad Refleja</b>		
<b>Onda H</b>		
Latencia (ms)	-0.47	[-1.97; 1.07]
Amplitud (mV)	-0.16	[-1.60; 1.35]
Duración (ms)	0.26	[-1.26; 1.75]
<b>Onda M</b>		
Latencia (ms)	0.31	[-1.09; 1.69]
Amplitud (mV)	0.06	[-1.33; 1.44]
Duración (ms)	-0.38	[-1.77; 1.03]
<b>Razón Hmax/Mmax</b>	0.14	[-1.36; 1.63]
<b>Cinemática Articular PAF</b>		
<b>Flexión de hombro (°)</b>	0.28	[-1.12; 1.66]
<b>Flexión del tronco (°)</b>	0.17	[-1.22; 1.56]
<b>Extensión de Codo (°)</b>	0.36	[-1.05; 1.75]
<b>Duración (seg)</b>	<b>-1.60</b>	[-3.20; 0.08]
<b>Distancia (cm)</b>	-0.14	[-1.52; 1.25]
<b>Tono Muscular Flexores</b>		
<b>Codo</b>	<b>-0.70</b>	[-2.12; 0.75]
<b>Muñeca</b>	-0.32	[-1.70; 1.09]
<b>Dedos</b>	<b>-0.55</b>	[-1.94; 0.89]

<sup>9</sup> Cohen J. Statistical Power Analysis. Curr Dir Psychol Sci [Internet]. 1992 Jun 24;1(3):98–101. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1111/1467-8721.ep10768783>.

<sup>10</sup> Cohen J. A power primer. Psychol Bull [Internet]. 1992;112(1):155–9. Available from: <http://doi.apa.org/getdoi.cfm?doi=10.1037/0033-2909.112.1.155>.