



**Universidad
Indoamérica**

Instituto de Investigación, Desarrollo e Innovación

**Centro de Investigaciones de Ciencias Humanas y de la
Educación**

TITULO:

**EFFECTO DE LA ESTIMULACIÓN TRANSCRANEAL POR
CORRIENTE DIRECTA Y DE LA COMPRESIÓN
ISQUÉMICA LOCAL SOBRE EL DOLOR Y EL
RENDIMIENTO MOTOR DEL MIEMBRO SUPERIOR EN
PERSONAS CON PUNTOS GATILLO Y EN PACIENTES
CON ACCIDENTE CEREBRO VASCULAR**

RESPONSABLES

WILMER ESPARZA

Ambato

2025

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 1 / 33

A. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

A.1. Título del Proyecto: Efecto de la estimulación transcraneal por corriente directa y de la compresión isquémica local sobre el dolor y el rendimiento motor del miembro superior en personas con puntos gatillo y en pacientes con accidente cerebro vascular.

Centro o Grupo de investigación / Facultad: Grupo de Investigación en Salud Integral y Bienestar Humano (GISIBH) "EN PROCESO DE FORMACIÓN".

Filiación: Facultad de Ciencias de la Salud y Bienestar Humano, Carrera de Medicina, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato, 180202, Ecuador.

Duración del proyecto: 1 año

Presupuesto financiado por Universidad Indoamérica: \$17683.20

Presupuesto financiado con fondos externos: 0

Presupuesto total del proyecto: \$3000

Investigador acreditado SENESCYT: Si

A.6. Equipo de trabajo:

Nº	Nombre del participante	Documento de identidad	Rol en el proyecto	Afiliación institucional
1	Wilmer Esparza	1711842128	Coordinador del proyecto Medicina	GISIBH
2	Paola Romero		Docente de apoyo	GISIBH
3	Gabriela Abril		Docente de apoyo	Carrea de Psicología

A.2. Áreas de conocimiento UNESCO (campo amplio)

Educación

Artes y humanidades

Ciencias sociales, periodismo, información y derecho

Administración

Ciencias naturales, matemáticas y estadísticas

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 2 / 33

Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

Ingeniería, industria y construcción

Agricultura, silvicultura, pesca y veterinaria

Salud y bienestar

Servicios

X

A.3. Líneas de investigación

Línea 1. Salud y Bienestar Humano (GIBISH) “En formación”

Línea 3: Enfermedades Crónicas (CICHE)

Línea P4: Neurociencia y Educación (CICHE)

B. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

B.1. RESUMEN

El dolor miofascial, caracterizado por la presencia de puntos gatillo (PG), y las secuelas motoras del accidente cerebrovascular (ACV) representan dos desafíos clínicos significativos que afectan profundamente la funcionalidad y la calidad de vida de las personas. Estas condiciones, comúnmente asociadas con dolor crónico, hiperalgesia, debilidad muscular y restricciones funcionales, limitan la autonomía de los pacientes y generan una carga considerable para los sistemas de salud a nivel global (Huguenin, 2004; Villafañe et al., 2019).

Los PG, definidos como nódulos hiperirritables dentro de bandas tensas del músculo esquelético, pueden ser activados espontáneamente o mediante estímulos externos, causando dolor persistente y alteraciones funcionales tanto en individuos sanos como en pacientes post-ACV (Choi-Kwon et al., 2017; Travell & Simons, 1992; Lucas et al., 2004). Por otro lado, el ACV, una de las principales causas de discapacidad en el mundo, conlleva déficits motores severos en la extremidad superior parética y, en algunos casos, también en la no parética, debido a alteraciones en el sistema nervioso central (Sainburg et al., 2016; Desrosiers et al., 2003; Haaland & Harrington, 1996).

En este contexto, la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) y la compresión isquémica local (CIL) emergen como técnicas prometedoras para el manejo del dolor musculoesquelético y la recuperación funcional. La tDCS, una técnica no invasiva que modula la excitabilidad cortical, ha demostrado ser eficaz en la reducción del dolor y la mejora de la función motora, especialmente cuando se combina con intervenciones como fisioterapia y realidad virtual (Kim et al., 2022; Figlewski et al.,

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 3 / 33

2017). Por su parte, la CIL, una técnica manual no invasiva, ha mostrado eficacia en la desactivación de PG, reduciendo el dolor y mejorando la amplitud de movimiento (Esparza et al., 2019; Pathan et al., 2021).

A pesar de los beneficios individuales de estas técnicas, la evidencia sobre su efecto combinado es limitada. Este proyecto de investigación busca analizar el impacto simultáneo de la tDCS y la CIL en el tratamiento del dolor y el rendimiento motor del miembro superior en personas con PG y en pacientes post-ACV. El estudio tiene como objetivo explorar la interacción entre estas intervenciones, optimizar su efectividad y contribuir al desarrollo de estrategias terapéuticas costo-efectivas que puedan integrarse fácilmente en sistemas de salud pública.

Este enfoque no solo tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes, sino que también podría establecer un nuevo estándar en la rehabilitación musculoesquelética y neurológica, marcando un precedente en el manejo integral del dolor y los déficits motores en poblaciones vulnerables.

B.2. PALABRAS CLAVES

Estimulación transcraneal por corriente directa; Compresión isquémica local; dolor muscular; rendimiento motor, Puntos gatillo; Accidente cerebro vascular.

B.3. ESTADO DEL ARTE

Los PG son frecuentemente asociados a un dolor muscular local regional, así como a la existencia de una hiperalgesia, trastornos del comportamiento y restricciones funcionales importantes (Harden et al., 2000). Un PG es definido como un nódulo hiper-irritable conteniendo un punto sensible a la palpación dentro de una banda tensa músculo-esquelética (Travell and Simons, 1992). Los PG son capaces de generar dolor espontáneamente o por la acción de estímulos externos, por lo que son considerados como la causa de un disfuncionamiento muscular permanente.

La formación de PG puede resultar de una variedad de factores tales como un traumatismo severo, una sobrecarga muscular, el estrés psicológico (McNulty et al., 1994), y/o una disfunción articular (Hanten et al., 2000). Clínicamente se han descrito dos tipos de PG, los activos y los latentes. Los PG latentes se activan por: a) el mantenimiento prolongado de una posición determinada con el músculo acortado; b) realizar una contracción muscular forzada con el músculo acortado; y c) la ejecución de una actividad física repetitiva. El dolor puede ser evocado por la compresión digital, el estiramiento o una sobrecarga. Al contrario, los PG activos: a) son activados espontáneamente; b) son responsables de la sensación de un dolor persistente (bien

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 4 / 33

conocido por el paciente) que puede ser irradiado; c) pueden también estar acompañados por una debilidad muscular y parestesias (Huguenin, 2004).

Diversos estudios muestran que el dolor muscular percibido en el cuello y el hombro es inicialmente unilateral. Sin embargo, con el tiempo y la cronicidad la expansión del dolor puede llegar a ser bilateral (Larsson et al., 1999; Waling et al., 2000). De hecho, estudios de acupuntura en pacientes con PG activos demostraron la existencia de PG latentes en el lado no afectado (Audette et al., 2004; Ge et al., 2008). La perpetuación del dolor y la disfunción muscular bilateral producidas por la presencia de PG activos se atribuyó al procesamiento anormal de la información sensorial en la médula espinal (Audette et al., 2004). También se ha señalado que una de las causas de dolor miofascial crónico es el proceso de sensibilización central del dolor, que conduce a una hiperalgesia bilateral (Ge et al., 2008).

Una sollicitación demasiado frecuente de un segmento corporal y la ejecución de movimientos repetitivos se observan también en los sujetos que sufrieron un ACV. Después de un ACV, la extremidad superior parética presenta un déficit motor más importante que la extremidad inferior (Desrosiers et al., 2003). Además, se observa una ligera mejora de los movimientos del brazo parético solamente a partir de la semana 12 (Roy et al., 1995); por lo tanto, el uso de la extremidad no-parética es frecuente al inicio del ACV.

Varios estudios han revelado que la extremidad no-parética también presenta déficits motores en pacientes con ACV (Sainburg et al., 2016; Haaland y Harrington, 1996; Swinnen et al., 2002). La mayoría de estos estudios han atribuido estos déficits a un disfuncionamiento del SNC; específicamente, a déficits del comando motor asociados con alteraciones en el reflejo de estiramiento. Los problemas en el control de la musculatura axial (Jayasinghe et al., 2021; Esparza et al., 2003; Messier et al., 2004); la influencia de las fibras no cruzadas del tracto corticoespinal lesionando; y la tendencia del SNC a regularizar para preservar una cierta simetría bilateral (Cunningham et al., 2002; Messier et al., 2006) podrían considerarse como los responsables de los déficits motores observados en la extremidad no-parética.

El dolor es un problema prevalente y significativo en pacientes con ACV, afectando su recuperación y calidad de vida. El dolor es más frecuente en la fase subaguda (42.73%) en comparación con la fase aguda (14.06%) (Paolucci et al., 2016). Durante la fase subaguda del ACV (7 días a 6 meses después del evento), el dolor puede ser un problema significativo para muchas personas. Esta fase subaguda es un período crítico para la rehabilitación y la recuperación, por tanto, la presencia de dolor puede dificultar el progreso. De manera particular, el dolor central post-ACV como el dolor músculo-esquelético están estrechamente asociados con la fatiga, lo que impacta negativamente

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 5 / 33

en la rehabilitación y en la calidad de vida (Choi-Kwon et al., 2017). La presencia de dolor musculoesquelético suele estar relacionado con anomalías biomecánicas y un control motor deteriorado (Wilson & Raghavan, 2018; Choi-Kwon et al., 2017).

De otra parte, la tDCS es una técnica no invasiva que ha mostrado potencial para mejorar la rehabilitación tras un ACV. Se ha asociado con mejoras en la función motora de los miembros superiores e inferiores, como el equilibrio y el control postural, esenciales para la movilidad e independencia, especialmente cuando se combina con terapias convencionales como la terapia de movimiento inducido por restricción (Figuelewski et al., 2014; Lüdemann-Podubecká et al., 2014; Figuelewski et al., 2017). Este efecto se atribuye a su capacidad para promover la neuroplasticidad al modular la excitabilidad cortical: la estimulación anódica aumenta la excitabilidad en el hemisferio afectado, mientras que la catódica la reduce en el hemisferio no afectado, equilibrando así la inhibición interhemisférica (Figuelewski et al., 2014; Thibaut et al, 2012; Gomez-Palacios et al, 2013). Además, la tDCS puede complementarse con fisioterapia, realidad virtual e imaginación motora para potenciar la rehabilitación, optimizando recursos y reduciendo costos (Figuelewski et al., 2017; Vimolratana et al., 2024; Lima et al., 2023). Considerada una técnica segura, sencilla y rentable, puede integrarse fácilmente en entornos clínicos o domésticos (Lima et al., 2023; Thibaut et al, 2012). Sin embargo, aún se investigan los paradigmas óptimos de estimulación y los factores específicos del paciente que afectan su efectividad.

En sujetos con síndrome de dolor miofacial (SDM) los estudios muestran que la identificación y la desactivación manual de los PG mejora la función motora, libera la rigidez muscular y restaura la sensibilidad mecánica del músculo (Esparza, Aladro-Gonzalvo and Rybarczyk, 2016; Esparza et LaRue, 2008; Fernández de la Penas et al., 2006; Rodríguez-Blanco et al., 2006;). Con el fin de examinar la influencia de los PG en el control del movimiento, se analizarán los efectos de la aplicación de una técnica de terapia manual “CIL” en la extremidad superior que presente PGs así como en las extremidades paréticas y no-paréticas de pacientes que hayan sufrido un ACV. Así, el rendimiento motor y el dolor del miembro superior serán estudiados mediante un análisis cinemático y evaluaciones clínicas del dolor, de la motricidad y de la espasticidad (solamente para el lado parético).

B.4. PROBLEMÁTICA

El SDM es un problema clínico caracterizado por la existencia de dolor muscular provocado por los puntos de tensión miofacial (Puntos gatillo “PG”). Dos tipos de PG han sido clínicamente descritos en la literatura (i.e. latentes y activos). Los PG latentes se caracterizan porque el dolor puede ser evocado por compresión digital, estiramiento o sobrecarga (Borg-Stein and Simons, 2002). Estos pueden ser activados por lesión

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 6 / 33

patológica, mala postura, sollicitación demasiado frecuente, y/o desequilibrio muscular. Al contrario, los PG activos se caracterizan porque el dolor aparece de forma espontánea, es persistente, puede irradiarse, y a largo término, producir debilidad muscular y parestesias (Huguenin, 2004; Hsieh, 2007; Simons, 2004). Los PG latentes pueden convertirse en activos secundarios a una mala postura; por sollicitación demasiado frecuente; un desequilibrio muscular y/o por una lesión patológica.

En el miembro superior de sujetos sanos la presencia de PG, además del dolor, puede producir deficiencias motoras. Por ejemplo, la presencia de PG latentes puede inducir cambios en el patrón de activación muscular de la cadena cinética proximal del miembro superior (Lucas et al., 2004; Bohlooli et al., 2015). Los resultados de un estudio precedente en sujetos con SDM, muestra, que la identificación y la desactivación manual de los PG latentes mejoran el rendimiento motor. Sin embargo, el dolor no desaparece de manera definitiva, ni el rendimiento motor es igual al de los sujetos sanos (Esparza, Aladro-Gonzalvo and Rybarczyk, 2016).

Después de un ACV la extremidad superior no-parética y parética presentan déficits motores, que podrían estar asociados a la presencia de los PG. Los PG son comunes en estos pacientes, donde una alta prevalencia en músculos como el supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y trapecio superior ha sido reportada (Villafañe et al., 2019). Además, existe una moderada correlación entre la presencia de PG con el dolor de hombro y discapacidad del miembro superior (Asif et al., 2021). El ACV es uno de los principales problemas de salud, siendo el mayor causante de muerte y discapacidad en el mundo. Cada año 255 personas de 100.000 son víctimas de un ACV, viéndose afectados en mayor proporción los hombres (Cagna-Castillo et al., 2023).

La tDCS es una técnica de estimulación cerebral no invasiva reciente que se ha explorado por su potencial en el manejo de varios tipos de dolor crónico, incluido el dolor musculoesquelético (Kim et al., 2022; Harvey et al., 2022). Se ha demostrado que la TDCS es eficaz reduciendo el dolor de los músculos del hombro en pacientes PG. Específicamente, cuando la tDCS, se aplicó sobre la corteza prefrontal dorsolateral, redujo significativamente los niveles de dolor medidos por la Escala Visual Analógica (Choi et al., 2014). Este efecto se observó a partir de la segunda sesión de estimulación y se mantuvo significativo durante todo el período de tratamiento. No obstante, su aplicación no parece tener un efecto importante sobre el rendimiento motor (Lewis et al., 2018). Además, se ha reportado que la tDCS combinada con otras intervenciones, como la terapia física, imaginación motora, realidad virtual y la estimulación eléctrica periférica, tiende a tener efectos más pronunciados y duraderos en el proceso de rehabilitación. En particular, se han señalado mejoras significativas en la función motora, la coordinación y la velocidad de movimiento de las extremidades afectadas (Kim et al., 2022; Kold, & Graven-Nielsen, 2022; Figlewski et al., 2017; Vilmolratana et

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 7 / 33

al., 2024). El uso de tDCS junto con otras terapias también puede optimizar la terapia y reducir los costos de rehabilitación, haciendo que las técnicas avanzadas de rehabilitación sean más accesibles (Lima et al., 2023).

Una de las técnicas de terapia física usadas para reducir el dolor muscular es la CIL (Hains et al., 2010). La CIL es una técnica no invasiva de terapia manual eficaz para aumentar la amplitud de movimiento y disminuir el dolor muscular (Pathan et al., 2021; Esparza et al., 2019). Sin embargo, no hemos encontrado estudios que combinen la tDCS con la CIL en el tratamiento del dolor músculo-esquelético de hombro causado por la presencia de PG. Con el fin de examinar el impacto de estas técnicas de tratamiento se analizará el dolor y el rendimiento motor del miembro superior de sujetos que presenten PG, así como la extremidad parética y no-parética de pacientes que hayan sufrido un ACV. Nosotros hipotizamos que la aplicación de la tDCS con la CIL disminuye el dolor y mejoran el rendimiento motor de las personas y pacientes que presentan PG en el miembro superior dominante.

B.5. JUSTIFICACIÓN

El dolor miofascial, caracterizado por la presencia de puntos gatillo (PG), representa un desafío significativo en la rehabilitación musculoesquelética, especialmente en pacientes con ACV. Los PG, ya sean activos o latentes, generan dolor, debilidad muscular y restricciones funcionales, afectando la calidad de vida y la recuperación funcional de los pacientes (Huguenin, 2004; Simons, 2004). Además, la presencia de PG en pacientes post-ACV se correlaciona con dolor en el hombro, discapacidad y déficits motores tanto en la extremidad parética como en la no-parética (Villafañe et al., 2019; Asif et al., 2021).

La tDCS ha mostrado ser una herramienta prometedora en la mejora de la función motora y la reducción del dolor crónico, incluida su eficacia en el manejo de dolor musculoesquelético asociado a PG (Kim et al., 2022; Harvey et al., 2022). Sin embargo, sus efectos sobre el rendimiento motor aún son limitados cuando se aplica de forma aislada (Lewis et al., 2018). Por otro lado, la CIL ha demostrado ser eficaz en la desactivación de PG, mejorando la amplitud de movimiento y reduciendo el dolor muscular (Pathan et al., 2021; Esparza et al., 2019).

Dada la ausencia de estudios que combinen estas dos intervenciones, este trabajo busca analizar el impacto de la aplicación simultánea de la tDCS y la CIL en el tratamiento del dolor musculoesquelético y la función motora del miembro superior en pacientes con PG y ACV. Este enfoque podría no solo optimizar la rehabilitación motora y reducir el dolor, sino también contribuir al desarrollo de estrategias más accesibles y costo-efectivas para abordar estas condiciones complejas.

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 8 / 33

Esta investigación es relevante porque aborda un problema clínico de alta prevalencia y severidad, integrando técnicas avanzadas para proponer soluciones innovadoras que podrían mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes y reducir los costos asociados a su atención (Cagna-Castillo et al., 2023; Lima et al., 2023). Además, permitirá comprender mejor las interacciones entre estas terapias y su efecto combinado en los mecanismos neurofisiológicos subyacentes, aportando nuevos conocimientos a la literatura científica.

Además, de lo expuesto, la novedad de este estudio radica en que los déficits en el control del movimiento, tanto ipsilaterales como contralaterales de estos pacientes solo han sido abordados bajo la óptica de la lesión neurológica, y no sobre la lesión músculo-esquelética que sobreviene como una consecuencia del pobre control del movimiento. Así, experimentaciones en esta población sentarían un precedente en lo que se refiere al efecto y tratamiento de la lesión músculo-esquelética en el control del movimiento de pacientes con hemiparesia.

B.6. MARCO CONCEPTUAL

En este segmento presentaremos la conceptualización de los componentes más importantes de este proyecto de investigación.

Dolor Miofascial y Sensibilización Central

El SDM se caracteriza por dolor muscular localizado provocado por la presencia de PG, que puede evolucionar hacia un dolor crónico debido a la sensibilización central. Este proceso genera hiperalgesia bilateral y perpetúa la disfunción muscular (Ge et al., 2008; Audette et al., 2004). La identificación y desactivación de los PG mediante técnicas manuales o eléctricas ha demostrado ser eficaz en la mejora de la función motora, aunque el dolor no siempre desaparece completamente (Esparza et al., 2019).

Puntos Gatillo Miofasciales (PG)

Los PGs son nódulos hiperirritables dentro de bandas tensas del músculo esquelético, responsables de dolor espontáneo o inducido por estímulos externos. Clínicamente, los PG se dividen en dos tipos: activos, que generan dolor espontáneo persistente con irradiación, y latentes, que causan dolor únicamente ante estímulos específicos como la compresión o el estiramiento (Huguenin, 2004; Simons, 2004). Su formación puede deberse a traumatismos, sobrecarga muscular o estrés psicológico, y su presencia afecta tanto la calidad de vida como el rendimiento motor de los pacientes (McNulty et al., 1994; Audette et al., 2004).

Accidente Cerebrovascular (ACV)

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 9 / 33

El ACV es una de las principales causas de discapacidad en todo el mundo, afectando significativamente la función motora de los pacientes. La extremidad superior parética suele presentar déficits más severos que la extremidad inferior, y en muchos casos, también se observan déficits motores en la extremidad no parética debido a disfunciones del sistema nervioso central (Haaland y Harrington, 1996; Desrosiers et al., 2003). Además, la presencia de PG en pacientes post-ACV contribuye al dolor y a la restricción funcional, afectando tanto a la extremidad afectada como a la no afectada (Villafañe et al., 2019; Asif et al., 2021).

Estimulación Transcraneal por Corriente Directa (tDCS)

La tDCS es una técnica no invasiva que utiliza corrientes eléctricas de baja intensidad para modular la actividad cerebral. La tDCS ha demostrado ser eficaz en la rehabilitación de pacientes con ACV, mejorando la función motora y reduciendo el dolor crónico. Su acción principal radica en la capacidad de la estimulación anódica para aumentar la excitabilidad cortical en el hemisferio afectado, mientras que la estimulación catódica disminuye la excitabilidad en el hemisferio contralateral, logrando un equilibrio interhemisférico (Figuelewski et al., 2014; Thibaut et al., 2012). Además, su combinación con técnicas como fisioterapia, realidad virtual e imagería motora potencia los resultados terapéuticos y reduce costos, haciéndola accesible en contextos clínicos y domésticos (Kim et al., 2022; Lima et al., 2023).

Compresión Isquémica Local (CIL)

La CIL es una técnica manual no invasiva utilizada para desactivar los PG. La CIL ha demostrado eficacia en la reducción del dolor, la mejora de la amplitud de movimiento y la restauración de la sensibilidad mecánica en pacientes con dolor musculoesquelético (Pathan et al., 2021; Esparza et al., 2019). Su aplicación permite liberar la rigidez muscular y mejorar la funcionalidad en áreas afectadas por la presencia de PG (Rodríguez-Blanco et al., 2006).

Integración de tDCS y CIL

Aunque la tDCS y la CIL han mostrado beneficios individuales en el manejo del dolor musculoesquelético y la rehabilitación motora, no se han encontrado estudios que analicen el efecto combinado de ambas técnicas en pacientes post-ACV con PG. Este enfoque podría ser innovador al abordar tanto los déficits musculoesqueléticos como los neurológicos, optimizando la recuperación funcional y mejorando la calidad de vida de los pacientes.

La integración de estas herramientas terapéuticas en un enfoque combinado responde a una necesidad clínica importante. Al explorar los efectos de la tDCS y la CIL en el

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 10 /

dolor miofascial y el rendimiento motor, este marco conceptual proporciona la base teórica para justificar la investigación y desarrollar intervenciones más efectivas y accesibles en la rehabilitación post-ACV.

B.7. OBJETIVOS

Objetivo General	Resultado
Evaluar el efecto de la estimulación transcraneal por corriente directa y de la compresión isquémica local sobre el dolor y el rendimiento motor del miembro superior en personas con puntos gatillo y en pacientes con accidente cerebro vascular	Producción científica sobre el impacto de la terapia con estimulación transcraneal por corriente directa y de la compresión isquémica local en personas con lesiones músculo-esqueléticas del miembro superior.

N°	Objetivo Específico	Resultado	Porcentaje
1	Revisar la evidencia acerca del efecto de la estimulación transcraneal por corriente directa sobre el dolor y rendimiento motor en el sistema musculo-esquelético.	Una revisión de los trabajos relacionados con el tema de investigación.	25%
2	Aplicar estimulación transcraneal por corriente directa y compresión isquémica local en el miembro superior de personas con puntos gatillo.	Artículo científico analizando los efectos de la aplicación de las técnicas sobre el dolor muscular y el rendimiento motor de las personas presentando PG	25%
3	Aplicar estimulación transcraneal por corriente directa y compresión isquémica local en el miembro superior ipsilateral a la lesión (no parético).	Artículo científico analizando los efectos de la aplicación de las técnicas sobre el dolor muscular y el rendimiento motor del miembro superior ipsilateral (sano) en	25%

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 11 /

		pacientes con ACV, presentando PG.	
4	Aplicar estimulación transcraneal por corriente directa y compresión isquémica local en el miembro superior contralateral a la lesión (parético).	Artículo científico analizando los efectos de la aplicación de las técnicas sobre la espasticidad y funcionalidad del miembro superior contralateral (parético) en pacientes con ACV, presentando PG.	25%

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 12 /

B.8. METODOLOGÍA

En este segmento describiremos la metodología que se utilizará para alcanzar los resultados de los 4 objetivos propuestos en este proyecto.

OE 1: Revisión de la evidencia.

Propuesta de tema: Explorando la Relación entre la Estimulación Transcraneal por Corriente Directa (tDCS), el Dolor y el Rendimiento Motor. Una revisión panorámica.

Introducción

Este proyecto empleará una revisión de alcance (*scoping review*) para analizar y sintetizar investigaciones sobre la relación entre la tDCS, el dolor y el rendimiento motor. Una revisión preliminar de la literatura reveló una considerable heterogeneidad en los diseños de estudio, los tipos de aplicaciones de tDCS, las poblaciones objetivo y los resultados medidos en este campo. Dada la escasez de estudios experimentales, el equipo propone que una revisión de alcance sería el enfoque más adecuado para identificar los posibles efectos de la tDCS sobre dolor y el rendimiento motor.

Metodología

La revisión de alcance se diseñará siguiendo las directrices PRISMA-ScR en el marco de cinco etapas propuesto por Arksey y O'Malley (2005). Este marco incluye seis fases (siendo la sexta opcional). El proyecto incorporará las primeras cinco fases: 1. Formular la pregunta de investigación; 2. Identificar estudios relevantes; 3. Seleccionar los estudios; 4. Extraer y sintetizar los datos.

Preguntas de Investigación

El objetivo del proyecto estará concentrado en la examinación de la literatura disponible y en analizar los efectos de la tDCS sobre el dolor y el rendimiento motor. Para lograr este objetivo, las siguientes preguntas de investigación guiarán la revisión:

1. ¿Cuál es el efecto de la aplicación de la tDCS sobre el dolor y/o el rendimiento motor?
2. ¿Qué tipo de evidencia existe relacionando la tDCS, con el dolor y/o el rendimiento motor?
3. ¿Cuáles son las principales características de la aplicación de la tDCS sobre el dolor y el rendimiento motor?

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 13 /

4. ¿Cuáles son los efectos adversos o contraindicaciones de la aplicación de la tDCS sobre el dolor y/o el rendimiento motor?

Identificación de Estudios Relevantes

Estrategia de Búsqueda

Se utilizará la herramienta PICO (Paciente, Intervención, Comparación, Resultado) para definir los criterios de inclusión e identificar estudios relevantes. Dado el probable número limitado de publicaciones sobre la relación entre tDCS, dolor y rendimiento motor; y para garantizar una cobertura integral, el equipo del proyecto analizará todos los artículos disponibles publicados hasta marzo de 2025.

Se llevará a cabo una búsqueda bibliográfica exhaustiva en bases de datos como *PubMed*, *Cochrane*, *Web of Science* y *Scopus*. La estrategia de búsqueda combinará términos de vocabulario controlado (por ejemplo, "*tDCS*", "*Motor activity*", "*Motor performance*", "*Pain*", "*Musculoskeletal pain*", "*Myofascial trigger Points MTrPs*") con palabras clave relevantes que serán determinadas ulteriormente. Los términos de búsqueda y la sintaxis se adaptarán según la exigencia de cada base de datos.

Las referencias identificadas serán rastreadas y examinadas para garantizar la inclusión de los documentos más relevantes. Tras la eliminación de duplicados utilizando algún gestor bibliográfico, al menos dos autores "revisores" examinarán los resultados utilizando el software *Rayyan*. Los datos de los artículos de texto completo elegibles serán extraídos y organizados en una hoja de cálculo de Excel para su análisis. Los criterios de inclusión y exclusión serán posteriormente determinados.

Se espera que este proyecto proporcione una síntesis sólida de la literatura existente y ofrezca ideas sobre la relación entre la tDCS, el dolor y el rendimiento motor, sentando las bases para futuros estudios experimentales en esta área.

OE 2: Aplicación del tratamiento en sujetos sanos con PG

Diseño: Ensayo clínico controlado aleatorizado

Participantes: Los sujetos serán invitados a participar en el experimento a través de correos electrónicos y anuncios publicados en la universidad, hospital y todo sitio público, previa autorización de las autoridades pertinentes. Treinta participantes serán seleccionados por interés, identificando la presencia o no de puntos gatillo. Los participantes serán repartidos de manera aleatoria en dos grupos iguales (un grupo control "GC"; y otro experimental "GE"). Los participantes del GC recibirán un falso tratamiento y serán evaluados en los mismos periodos de tiempo que los sujetos del GE.

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 14 /

Todos los candidatos firmarán un formulario de consentimiento informado antes de participar en el estudio. Este proceso cumplirá con los criterios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (revisada por World Medical Association, 2024) y contará con la aprobación de un Comité de ética.

Criterios de Inclusión y Exclusión: Para ser incluidos en el grupo de pacientes (GP), los individuos deberán cumplir con, al menos tres de los siguientes criterios:

1. Presencia de una banda tensa palpable en al menos dos músculos esqueléticos.
2. Tener un punto sensible y/o hipersensible.
3. Dolor referido del punto gatillo miofascial (MTrP) en respuesta a la compresión.
4. Signos de dolor a la presión manual sobre el músculo (por ejemplo, gestos faciales de dolor, llanto y/o retirada).
5. Una respuesta de contracción local (sobresalto muscular) provocada por la palpación de la banda muscular tensa.

Criterios de Exclusión: Se excluirán del estudio los individuos que:

1. Reciban tratamiento farmacológico.
2. Siguen un programa de rehabilitación física.
3. Hayan tenido una cirugía de cuello u hombro en el último año.
4. Sufran trastornos inflamatorios, neurológicos o traumáticos graves.

Identificación de las Puntos gatillo

Exploración Fisioterapéutica

Un fisioterapeuta experto en la evaluación de PG miofasciales (MTrPs) llevará a cabo un examen físico del miembro superior dominante de los participantes. Se identificarán y evaluarán cuatro puntos PGs en los siguientes músculos: 1. Trapecio; 2 Elevador de la escápula; Infraespinoso; Redondo menor. Estos músculos se seleccionarán debido a su relevancia en los movimientos del hombro y a la alta prevalencia de PGs (Bohlooli et al., 2016; Villafañe et al., 2019). Este enfoque permitirá evaluar de manera precisa la relación entre los PGs y la funcionalidad del miembro superior dominante, contribuyendo al diseño de estrategias terapéuticas específicas.

Materiales y métodos

Evaluación del dolor.

El dolor será evaluado de manera subjetiva a través de la Escala Visual Análoga (EVA), y objetiva a través del umbral de dolor a la presión con un algómetro manual (Algometría)

EVA

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 15 /

La intensidad subjetiva del dolor será evaluada utilizando la EVA. Los participantes deberán expresar su nivel de dolor manipulando un cursor sobre una regleta conteniendo una escala graduada de 0 a 10 cm, donde 0 representa la ausencia total de dolor y 10 indica el nivel máximo de dolor posible. Esta escala, ampliamente utilizada en investigaciones clínicas, es una medida subjetiva que permite cuantificar el dolor percibido por los individuos. El procedimiento consistirá en que los participantes deslicen un cursor sobre una regla graduada para indicar su nivel de dolor. La fiabilidad de esta herramienta ha sido demostrada previamente por Boonstra et al., (2008) lo que respalda su uso como una medida válida y consistente para este tipo de evaluación.

Algometría

Después de localizar los PG, se procederá a evaluar el umbral del dolor a la presión utilizando un algómetro mecánico. Para esta medición se utilizará un algómetro mecánico tipo FDK®10 (Wagner Instruments Pain Test™). Se aplicará una presión perpendicular a la superficie de la piel, con una progresión de aproximadamente 1 kg/cm² por segundo, tal como lo sugiere la literatura especializada (Pöntinen et al., 1998). Los músculos serán evaluados de manera aleatoria, y el umbral de dolor se establecerá como la presión mínima (expresada en kg/cm²) que induzca la primera sensación de dolor comunicada verbalmente, observada por un gesto facial de discomfort o mediante la retirada del segmento por parte del paciente. Una buena validez y confiabilidad fue reportada para el uso de los algómetros midiendo el umbral del dolor a la presión (Kinser et al., 2009).

Evaluación del rendimiento motor

En este proyecto, se evaluará el rendimiento motor mediante el análisis de las características cinemáticas de los movimientos lineales y elípticos (en 2D).

Movimiento Elíptico

El movimiento elíptico se realizará utilizando una tableta gráfica “Ugee® UG-2150 21.5 HD resolution”. Los datos del movimiento serán enviados a un ordenador para su análisis mediante un sistema informático diseñado específicamente para estudiar las características cinemáticas de este movimiento. Los participantes realizarán movimientos elípticos sobre la tableta lo más rápidamente posible y en la orientación preferida por cada uno. Se grabarán y analizarán tres ensayos. Para el análisis estadístico se utilizará el promedio de los tres ensayos. Los datos que se recopilarán para esta variable incluirán: perímetro, tiempo total de ejecución del movimiento, velocidad, y diámetros del eje mayor y menor.

Movimiento Lineal

Para analizar el movimiento lineal, se solicitará al participante ejecutar una labor de golpeteo simultáneo (*Tapping task*). Está labor cuando es realizada bajo parámetros bien

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 16 /

determinados permite aplicar la ley de Fitts para su análisis. Esta ley es una relación matemática que predice el tiempo de movimiento (MT) en función de un índice de dificultad (ID) (Fitts, 1954). En este proyecto se analizará la ley de Fitts utilizando una banda de cartón modificada de la batería de pruebas Eurofit (*Plate Tapping*, 1988) (Tsigilis et al., 2002). La banda consistirá en una cartulina de 60 cm de largo por 10 cm de ancho, con dos rectángulos de 4.5 cm situados en los extremos, centrados en la banda. Una línea ubicada en el centro de las dos placas (a 30 cm) servirá como apoyo para la mano que no ejecutará el movimiento, alineada con el esternón del participante a una distancia que permita realizar el movimiento con toda la longitud del brazo, sin mover el tronco. Desde esta posición, los participantes dirigirán la mano evaluada hacia los dos objetivos de la banda, extendiendo al máximo el brazo sin rotar el torso. El movimiento lineal será realizado dos veces, y el mejor tiempo para completar 25 golpeteos en el mismo objetivo será retenido para el análisis estadístico. Los participantes tendrán una pausa de dos minutos entre cada ensayo y completarán dos sesiones de entrenamiento antes de realizar la tarea oficialmente por primera vez.

Intervención (tratamiento)

Estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS).

La tDCS es una técnica de neuromodulación no invasiva que ha demostrado ser prometedora en el manejo del dolor musculoesquelético (Adams et al., 2024). La tDCS por corriente directa se divide en función de su carga eléctrica. La tDCS con carga positiva se denomina anódica y su aplicación provoca excitabilidad cortical y activación neural. En contraste, la tDCS con carga negativa se llama catódica y produce una reducción de la excitabilidad cortical (DaSilva et al., 2011). Diversos estudios han evidenciado su eficacia en la reducción del dolor en condiciones como dolor musculoesquelético crónico y fibromialgia (Kim et al., 2022, Moshfeghinia et al., 2023). La eficacia de la tDCS en trastornos músculo-esqueléticos de hombro está relacionada con la aplicación Anodal en M1 y en la corteza prefrontal dorsolateral contralateral a una intensidad de 2mA, durante 20 minutos (Adams et al., 2024; Choi et al., 2014; Sakrajai et al, 2014; Moshfeghinia et al., 2023). En cuanto a la frecuencia de las sesiones, se ha observado mejores resultados entre 6 y 10 sesiones para el dolor de rodilla y más de 10 sesiones para el dolor lumbar (Adams et al., 2024). Finalmente, la tDCS es una intervención segura y bien tolerada, con pocos efectos adversos reportados, lo que garantiza su viabilidad como herramienta para el manejo del dolor musculoesquelético (Tavares et al., 2021; Deus-Yela et al., 2017).

Para este proyecto, un profesional formado en el manejo de la tDCS será el encargado de su aplicación. Seis sesiones de tratamiento serán realizadas pasando un día; en la primera semana se aplicarán tres sesiones; y la segunda semana las otras tres. El *ActivaDose®II* estimulador transcraneal portátil de corriente continua (*ActivaTek Company, USA*) será utilizado para intervenir en el sistema nervioso central de los participantes. En este estudio,

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 17 /

se utilizará el modo de estimulación bilateral de tDCS. El cátodo se posicionará sobre la corteza motora primaria contralesional, mientras que el ánodo se colocará sobre la corteza motora primaria ipsilesional (Lee et Cha., 2022). El electrodo utilizado será una esponja isotónica de 5 cm × 5 cm, la intensidad total de corriente será de 2 mA y el tiempo de tratamiento será de 20 minutos por sesión. Para identificar la zona exacta en la que debe aplicarse el ánodo, se utilizará el Sistema Internacional 10-20 de EEG. Según esta escala, el M1 del hemisferio dominante corresponde al C3, mientras que el M1 del hemisferio derecho corresponde al C4.

Compresión isquémica local (CIL)

La CIL consistirá en aplicar una presión constante y perpendicular sobre el PG durante 30 segundos. Inicialmente, el pulgar o el dedo más fuerte del terapeuta aplicará presión sobre el PG hasta alcanzar el umbral de dolor tolerable por el paciente. A medida que el dolor disminuya, la presión será incrementada de manera gradual hasta alcanzar un nuevo umbral de dolor. Este procedimiento se repetirá tantas veces como sea necesario durante los 30 segundos (Esparza et al., 2019). El paciente deberá responder de forma oral cada vez que se alcance el umbral del dolor. Al final de cada sesión de CIL en los PG tratados, se aplicará un leve *effleurage* como parte del protocolo.

Los sujetos se acostarán en posición prona, de manera cómoda, con los brazos en abducción y los codos en flexión apoyados sobre la camilla. Esta posición asegurará la relajación de las fibras musculares, facilitando la localización, evaluación y tratamiento de los PGs (Lucas et al., 2004). Los puntos serán identificados manualmente, como lo sugiere la literatura, mediante una presión manual de aproximadamente 2 a 4 kg/cm² y una velocidad de presión de 1 kg/cm²/s. La cantidad de presión y la velocidad se aplicarán según la experiencia clínica del evaluador. La exploración de dos puntos consecutivos estará separada por un intervalo de 20 segundos (Pontinen, 1998). Todas las evaluaciones de los PGs serán realizadas por el mismo profesional, para evitar la variabilidad interpersonal en la identificación evaluación y tratamiento de los PGs.

Procedimiento experimental

Cada paciente será evaluado individualmente cuatro veces: 1) antes del tratamiento (pre-tratamiento); 2) inmediatamente después del tratamiento (post-tratamiento inmediato); 3) después de haber cumplido tres sesiones del tratamiento (post-tratamiento intermedio); y 4) finalizar el tratamiento (post-tratamiento final). En todos los sujetos cuando se analice el brazo sano, la evaluación seguirá el siguiente orden: 1) dolor subjetivo (EVA), 2) rendimiento motor (Tapping task y cinemática); 3) dolor objetivo (Algometría). Con respecto a los pacientes con ACV cuando se evalúe el miembro parético, se seguirá el siguiente orden en la evaluación: 1) dolor subjetivo (EVA); 2) espasticidad (Escala de Ashworth modificada); 3) funcionalidad del miembro superior (Escala de Fugl-Meyer para miembro

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 18 /

superior); 4) rendimiento motor (Tapping task y cinemática); 5) dolor objetivo (Algometría). Este orden de evaluación será estrictamente respetado debido al sesgo que podría inducir la evaluación objetiva del dolor sobre el rendimiento motor.

Análisis de los datos

Las características demográficas de los sujetos se presentarán en una tabla dónde se describirán las características de los participantes (promedio, desviación estándar). Para el análisis de los datos cuantitativos se realizará la prueba de normalidad de Levene, y en función de su resultado se realizará pruebas paramétricas o no paramétricas de comparación. En el caso de encontrar interacciones se realizarán las pruebas *post-hoc* correspondientes. El software STATISTICA 10.0 será utilizado para los análisis. Los valores serán considerados significativos cuando el valor de alfa sea ($p \leq 0,05$).

OE 3: Aplicación del tratamiento en pacientes hemipléjicos con PG en el brazo ipsilateral a la lesión (no parético)

La metodología aplicada al cumplimiento de este objetivo será similar a la presentada en el segmento anterior. Así, en este apartado únicamente describiremos las particularidades que se deben aplicar al cumplimiento del mismo. En este estudio también se evaluará el lado parético siguiendo el procedimiento experimental anterior y el del OE4. Esta evaluación se realizará para determinar si el rendimiento motor del lado parético sufrió alguna modificación después de haber tratado el lado no parético (sano)

Participantes: Treinta pacientes con ACV subagudo serán seleccionados por interés, identificando la presencia o no de puntos gatillo. Los participantes serán repartidos de manera aleatoria en dos grupos iguales de 15 pacientes cada uno ("GC"; y "GE"). El GE recibirá una aplicación de CIL y luego de tDCS. Los participantes del GC recibirán un falso tratamiento y serán evaluados en los mismos periodos de tiempo que los sujetos del GE.

Para ser incluidos en este estudio, los pacientes deberán cumplir con los siguientes criterios: a) haber sufrido solamente un ACV; b) tener un mínimo de tres meses de evolución y máximo 8; c) presentar puntos gatillo en el miembro superior no parético; d) presentar un grado de espasticidad que permita la realización del movimiento (nivel 2 EAM). Serán excluidos del estudio los pacientes que: a) hayan tenido una cirugía del cuello o del hombro en el último año; b) sufran de trastornos articulares inflamatorios agudos del miembro superior; c) tengan dificultad para comprender las instrucciones.

OE 4: Aplicación del tratamiento en pacientes hemipléjicos con PG en el brazo contralateral a la lesión (parético)

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 19 /

La metodología aplicada al cumplimiento de este objetivo será similar a la presentada en el OE 3. Así, en este apartado únicamente describiremos las particularidades que se deben aplicar al cumplimiento del OE4.

Materiales y métodos

Evaluación de la funcionalidad

Para evaluar la funcionalidad del miembro superior se utilizará el Test de Fugl-Meyer (*Fugl-Meyer Assessment, FMA*), ampliamente utilizado para evaluar la recuperación funcional en pacientes con hemiparesia tras un ACV. La subescala FMA para el miembro superior (*FMA-UE, Upper Extremity*) mide la funcionalidad del brazo, hombro y mano, proporcionando una herramienta integral para monitorear el progreso de los pacientes y guiar la rehabilitación (Fulg_Meyer, 1975). La FMA-UE consta de 33 ítems diseñados para evaluar diferentes aspectos de la función del miembro superior, distribuidos en los siguientes dominios: Función motora: Incluye movimientos voluntarios, reflejos y patrones sinérgicos y aislados. Equilibrio: Evalúa la estabilidad postural relacionada con el uso del miembro superior. Sensibilidad: Considera tanto la percepción táctil como la propiocepción. Movilidad articular y dolor: Incluye el rango de movimiento y la presencia de dolor en las articulaciones. Cada ítem se califica en una escala ordinal de 3 puntos, donde: 0= Ausencia de función; 1: Función parcial; 2: Función normal. La puntuación máxima de la subescala es de 66 puntos, lo que representa una función completa del miembro superior (Gladstone et al., 2002; Platz et al., 2005). La FMA-UE ha demostrado altos niveles de fiabilidad intraevaluador e interevaluador, lo que la convierte en una escala confiable y reproducible.

Evaluación de la espasticidad

La Escala de Ashworth Modificada (MAS) es una herramienta clínica ampliamente utilizada para evaluar la espasticidad, un trastorno motor frecuente en pacientes con ACV, parálisis cerebral, esclerosis múltiple y lesiones de la médula espinal. La espasticidad se define como un aumento dependiente de la velocidad en el tono muscular, debido a la hiperexcitabilidad del reflejo de estiramiento, que forma parte del síndrome de motoneurona superior (Lance, 1980). La MAS mide el grado de resistencia al movimiento pasivo de una articulación cuando se moviliza a velocidad constante. Esta escala es una versión mejorada de la Escala de Ashworth original, con la inclusión de una puntuación intermedia para diferenciar niveles más sutiles de espasticidad (Bohannon y Smith, 1987).

La MAS clasifica la espasticidad en una escala ordinal: 0 (sin aumento en el tono muscular), 1 (aumento leve del tono muscular con resistencia mínima al final del rango de movimiento), 1+ (resistencia mínima en menos de la mitad del rango de movimiento), 2 (resistencia moderada durante la mayor parte del rango de movimiento), 3 (resistencia considerable que dificulta el movimiento pasivo) y 4 (rigidez completa en flexión o extensión). El

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 20 /

procedimiento consiste en movilizar pasivamente la articulación afectada a una velocidad constante, observando la resistencia generada y asignando una puntuación según la escala. Es fundamental que el paciente esté relajado y en una posición cómoda durante la evaluación, y que el evaluador mantenga una velocidad uniforme para garantizar resultados consistentes. Entre las ventajas de la MAS destacan su simplicidad y rapidez, así como su aplicabilidad en diversas condiciones neurológicas para evaluar miembros superiores e inferiores. La fiabilidad intra e interevaluador de la MAS ha sido confirmada en múltiples estudios, destacando su utilidad en contextos clínicos y de investigación (Ansari et al., 2006).

C. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

C.1. ALCANCE

Ámbito geográfico o institucional en el cual se desarrollará y aplicará el proyecto.

Internacional	X
Nacional	X
Provincial	
Cantonal	
Parroquial	
Institucional	

C.2. IMPACTO SOCIAL

Este proyecto tiene un impacto social significativo particularmente en la calidad de vida de las personas afectadas y en el acceso a intervenciones innovadoras en el sector salud.

Mejora en la Calidad de Vida de los Pacientes: Este proyecto aborda dos condiciones prevalentes y debilitantes: los PGs y las secuelas del ACV. Estas afecciones suelen limitar gravemente la funcionalidad motora, generar dolor crónico y reducir la autonomía de los pacientes. La combinación de tDCS con la CIL busca ofrecer un tratamiento efectivo que no solo alivie el dolor, sino que también mejore el rendimiento motor del miembro superior, contribuyendo a la reintegración social y laboral de los afectados.

Inclusión de Terapias Innovadoras en Entornos Clínicos y Comunitarios: La integración de la tDCS y la CIL en programas de rehabilitación representa una innovación significativa en el manejo del dolor musculoesquelético y la recuperación motora. Estas técnicas son seguras, fáciles de aplicar y pueden implementarse tanto en entornos clínicos como en el

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 21 /

hogar, permitiendo un acceso más amplio a tratamientos avanzados, incluso en comunidades con recursos limitados.

C.3. IMPACTO CIENTÍFICO

Contribución al Conocimiento Científico y Clínico: Este estudio aborda una brecha importante en la literatura al explorar el impacto combinado de la tDCS y la CIL, técnicas que hasta ahora se han estudiado principalmente de manera independiente. Los resultados podrían proporcionar nuevas perspectivas sobre los mecanismos de acción y las sinergias terapéuticas de estas intervenciones, estableciendo un precedente para futuros estudios experimentales en rehabilitación neurológica y musculoesquelética.

Fortalecimiento de las Capacidades del Personal de Salud: La implementación de estas técnicas requerirá la capacitación de fisioterapeutas y otros profesionales de la salud, mejorando sus competencias y permitiéndoles ofrecer tratamientos más efectivos y personalizados. Esto contribuirá al desarrollo de una fuerza laboral de salud más capacitada y especializada.

C.4. IMPACTO ECONÓMICO

Reducción de la Carga Económica: El ACV es una de las principales causas de discapacidad en todo el mundo, con costos significativos asociados a la rehabilitación a largo plazo. Este proyecto propone un enfoque terapéutico innovador que combina técnicas accesibles, no invasivas y rentables. La optimización de estas estrategias podría reducir los costos de tratamiento y hospitalización, al tiempo que mejora la eficacia de la rehabilitación, representando un alivio tanto para los sistemas de salud pública como para las familias de los pacientes.

C.5. IMPACTO POLÍTICO

Los resultados obtenidos en este proyecto pueden jugar un papel fundamental como base para la formulación e implementación de políticas públicas en salud por parte del gobierno.

Este proyecto representa una oportunidad única para abordar la desigualdad en el acceso a tratamientos avanzados mediante la implementación de terapias costo-efectivas que puedan integrarse fácilmente en sistemas de salud pública. Los beneficios de esta iniciativa no solo residen en la reducción de costos, sino también en la posibilidad de superar barreras estructurales que limitan el acceso de poblaciones vulnerables a terapias innovadoras. A continuación, se señalan aspectos adicionales y políticas públicas relevantes que pueden fortalecer este enfoque:

1. **Fortalecimiento de los Programas de Rehabilitación Universal:** Este proyecto puede alinearse con programas de salud pública como los establecidos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, particularmente

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 22 /

en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 3: "Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades". Al integrar terapias como la tDCS y la CIL en los sistemas de rehabilitación pública, se avanza en la provisión de servicios equitativos y de calidad.

2. **Políticas de Salud Digital:** La tDCS, al ser una técnica no invasiva y portátil, puede incluirse en programas de telemedicina y telesalud, lo que permite a los pacientes acceder al tratamiento en áreas rurales o remotas. Esto se alinea con las políticas de salud digital impulsadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que promueven la adopción de tecnologías de salud accesibles como herramienta para cerrar brechas en la atención médica.
3. **Inclusión en los Planes Nacionales de Salud y Rehabilitación:** Países con sistemas de salud universales, como el Reino Unido con el *National Health Service* o Brasil con el Sistema Único de Salud, podrían integrar estas intervenciones en sus protocolos de atención primaria y secundaria para el manejo del dolor musculoesquelético y la rehabilitación post-ACV. Esto facilitaría la implementación de terapias avanzadas sin incurrir en altos costos adicionales.
4. **Iniciativas de Cobertura Universal de Salud (CUS):** Programas internacionales como los liderados por la OMS para lograr la CUS destacan la importancia de tratamientos efectivos y accesibles para todos. Este proyecto, al proponer intervenciones de bajo costo que pueden integrarse en sistemas de salud existentes, contribuye directamente a esta visión global de equidad en la salud.
5. **Programas de Inclusión y Protección Social:** En países de ingresos bajos y medios, políticas como las adoptadas por Prospera en México o Juntos en Perú pueden incluir terapias innovadoras como parte de los beneficios para poblaciones en situación de vulnerabilidad. Esto permitiría que personas de comunidades marginadas accedan a tratamientos avanzados que normalmente no estarían a su alcance.
6. **Fomento de la Investigación y Transferencia Tecnológica:** Al integrar estas terapias en sistemas de salud pública, se genera evidencia local sobre su efectividad, lo cual es crucial para justificar la asignación de recursos a tratamientos avanzados. Además, programas gubernamentales de fomento a la investigación, como los liderados por CEDIA o el SENESCYT, pueden apoyar la transferencia de conocimiento hacia políticas públicas efectivas.
7. **Acceso Igualitario a la Rehabilitación Post-ACV:** Considerando que el ACV es una de las principales causas de discapacidad en todo el mundo, este proyecto puede servir como base para políticas enfocadas en garantizar la rehabilitación integral post-ACV en las primeras etapas, donde los beneficios son más pronunciados. Modelos como el *Stroke Recovery Pathway* en Australia o los programas de rehabilitación integral en países europeos podrían replicarse e incluir estas terapias.

C.6. DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD I+D

Todos los objetivos planteados en este proyecto son potencialmente publicables fortaleciendo la investigación en la aplicación de nuevos tratamientos no invasivos que permitan mejorar el funcionamiento de los pacientes que han sufrido un ACV. También

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 23 /

esta investigación genera desarrollo para la educación médica y para los servicios de salud. A nivel de la educación médica, lo hace integrando en los programas de formación los nuevos descubrimientos y a nivel de la salud expandiendo el tratamiento en centros especializados.

C.7. VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

Los actores vinculados en esta propuesta de investigación son las unidades educativas, universidades, centros de rehabilitación, hospitales, clínicas y centros de atención sanitaria. Todos estos actores tienen la oportunidad de establecer nexos con el proyecto para desarrollar investigación aplicada y mejorar sus condiciones actuales. Además, en el proceso de investigación se formarán a profesionales de diferentes áreas mediante capacitaciones especializadas que aportarán en varios sectores en la implementación y utilización de estos tratamientos.

C.8. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se respetarán todos los derechos de los participantes mediante procedimientos autorizados por el Comité de ética y obteniendo el consentimiento informado según las necesidades del estudio.

C.9. PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

Los productos esperados son:

1. Un artículo científico de revisión sobre la aplicación de la tDCS en problemas músculo-esqueléticos.
2. Un artículo científico analizando los efectos de la aplicación de las técnicas sobre el dolor muscular y el rendimiento motor de las personas presentando PG
3. Un artículo científico analizando los efectos de la aplicación de las técnicas sobre el dolor muscular y el rendimiento motor del miembro superior ipsilateral a la lesión (sano) en pacientes con ACV, presentando PG.
4. Un artículo científico analizando los efectos de la aplicación de las técnicas sobre el la espasticidad y la funcionalidad del miembro superior contralateral a la lesión (parético) en pacientes con ACV, presentando PG.

C.10. PLAN DE PUBLICACIONES

Nombre de la publicación	Revista	Tipo de publicación	Base de datos	Cuartil / Decil
--------------------------	---------	---------------------	---------------	-----------------

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 24 /

Una revisión de la tDCS	Frontiers in Neuroscience	Review	SCOPUS	Q1
Impacto de la tDCS y la CIL sobre el dolor y el rendimiento motor en personas con PG.	Musculoskeletal Science and Practice	Article	SCOPUS	Q1
Efecto de la tDCS y la CIL sobre el dolor y el rendimiento motor del miembro no parético en pacientes con ACV.	Neuroscience Bulletin	Article	SCOPUS	Q1
Efecto de la tDCS y la CIL sobre la espasticidad y la funcionalidad del miembro superior parético en pacientes con ACV.	Journal of Neurologic Physical Therapy	Article	SCOPUS	Q1

C.11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y MARCO LÓGICO

Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin	Descripción del gasto
Búsqueda de la literatura Solicitud de aprobación comité de ética (Ensayos Clínicos)	01-06-2025	28-02-2025	N/A Pago por aprobación del Comité de Ética
Síntesis de la información bibliográfica (Reclutamiento de participantes e intervención OE 2)	01-03-2025	31-03-2025	N/A
Redacción del artículo 1 (Reclutamiento de participantes e intervención OE 2)	01-04-2025	31-04-2025	N/A
Envío Publicación Artículo 1 (Reclutamiento de participantes e intervención OE 2)	01-05-2025	31-05-2025	N/A
Publicación Artículo 1 (Reclutamiento de participantes e intervención OE 2)	01-06-2025	30-06-2025	Pago a la revista.

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 25 /

Análisis de los datos Artículo 2	01-07-2025	31-07-2025	N/A
Difusión de resultados artículo 1			Pago eventos y congresos
Redacción Artículo 2 (Reclutamiento de participantes e intervención OE 3)	01-08-2025	30-09-2025	N/A.
Redacción Artículo 2 (Reclutamiento de participantes e intervención OE 3)	01-10-2025	31-10-2025	N/A.
Envío Publicación Artículo 2 (Reclutamiento de participantes e intervención OE 3)	01-01-2025	30-11-2025	N/A.
(Reclutamiento de participantes e intervención OE 3) Publicación Artículo 2	01-12-2025	01-31-2025	N/A. Pago a la revista.
Difusión de resultados artículo 2	01-04-2026	28-02-2026	Pago eventos y congresos
Análisis de los datos Artículo 3 (Reclutamiento de participantes e intervención OE 4)	01-03-2026	31-03-2026	N/A.
Redacción Artículo 3 (Reclutamiento de participantes e intervención OE 4)	01-04-2026	31-04-2026	N/A.
Redacción Artículo 3 (Reclutamiento de participantes e intervención OE 4)	01-05-2026	31-05-2026	N/A.
Envío Publicación Artículo 3 Análisis de los datos Artículo 4	01-06-2026	30-06-2026	N/A.
Publicación Artículo 3 Difusión de resultados artículo 3	01-07-2026	31-07-2026	Pago a la revista. Pago eventos y congresos
Redacción artículo 4	01-08-2026	30-09-2026	N/A.

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 26 /

Envío Publicación Artículo 4	01-10-2026	31-10-2026	N/A.
Publicación Artículo 4	01-01-2026	30-11-2026	Pago a la revista.
Difusión de resultados artículo 4	01-12-2026	01-31-2026	Pago eventos y congresos

C.12 LITERATURA CITADA

Adams, W., Idnani, S., & Kim, J. (2024). Transcranial Direct Current Stimulation for Orthopedic Pain: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Brain Sciences*, 14(1), 66.

Ansari, N. N., et al. (2006). A comparative study of the Modified Tardieu Scale and the Modified Ashworth Scale in assessing spasticity in patients with hemiplegia. *European Journal of Neurology*, 13.

Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*, 8(1), 19-32.

Asif, M., Sajjad, Y., Riaz, S., Nasir, F., & Azam, H. (2021). Correlation of Myofascial Trigger Points with Shoulder Pain and Function in Post-Stroke Patients with Painful Shoulder. *In Medical Forum Monthly* (Vol. 32, No. 10).

Audette, J. F., Wang, F., Smith, H. (2004). Bilateral activation of motor unit potentials with unilateral needle stimulation of active myofascial trigger points. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 83(5), 368-374.

Blanco, C. R., de las Peñas, C. F., Xumet, J. E. H., Algaba, C. P., Rabadán, M. F., & de la Quintana, M. C. L. (2006). Changes in active mouth opening following a single treatment of latent myofascial trigger points in the masseter muscle involving post-isometric relaxation or strain/counterstrain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(3), 197-205.

Bohannon, R. W., & Smith, M. B. (1987). Interrater reliability of a Modified Ashworth Scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*, 67(2), 206-207.

Bohlooli, N., Ahmadi, A., Maroufi, N., Sarrafzadeh, J., & Jaberzadeh, S. (2016). Differential activation of scapular muscles, during arm elevation, with and without trigger points. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 20(1), 26-34.

Boonstra, A. M., Preuper, H. R. S., Reneman, M. F., Posthumus, J. B., & Stewart, R. E. (2008). Reliability and validity of the visual analogue scale for disability in patients with chronic musculoskeletal pain. *International journal of rehabilitation research*, 31(2), 165-169.

Borg-Stein, J., Simons, & D. G. (2002). Myofascial pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83, S40-S47.

Cagna-Castillo, D., Salcedo-Carrillo, A. L., Carrillo-Larco, R. M., & Bernabé-Ortiz, A. (2023). Prevalence and incidence of stroke in Latin America and the Caribbean: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 13(1), 1–11.

Choi, Y. H., Jung, S. J., Lee, C. H., & Lee, S. U. (2014). Additional effects of transcranial direct-current

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 27 /

stimulation and trigger-point injection for treatment of myofascial pain syndrome: a pilot study with randomized, single-blinded trial. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 20(9), 698-704.

Choi-Kwon, S., Choi, S. H., Suh, M., Choi, S., Cho, K. H., Nah, H. W., ... & Kim, J. S. (2017). Musculoskeletal and central pain at 1 year post-stroke: associated factors and impact on quality of life. *Acta Neurologica Scandinavica*, 135(4), 419-425.

Cunningham, C. L., Stoykov, M. P., & Walter, C. B. (2002). Bilateral facilitation of motor control in chronic hemiplegia. *Acta psychologica*, 110(2), 321-337.

DaSilva, A. F., Volz, M. S., Bikson, M., & Fregni, F. (2011). Electrode positioning and montage in transcranial direct current stimulation. *Journal of visualized experiments: JoVE*, (51).

Desrosiers J, Malouin F, Richards C, Bourbonnais D, Rochette A, & Bravo G. (2023). Comparison of changes in upper and lower extremity impairments and disabilities after stroke. *International Journal of Rehabilitation Research*, 26 (2): 109-16.

Deus-Yela, J., Soler, M. D., Pelayo-Vergara, R., & Vidal-Samso, J. (2017). Transcranial direct current stimulation for the treatment of fibromyalgia: a systematic review. *Revista de neurologia*, 65(8), 353.

Esparza, D. Y., & LaRue, J. (2008). Motor performance of upper limb elliptical movements is improved after local ischemic compression in subjects with myofascial trigger points (MTrPs). *Annals of Rheumatic Diseases*, 67, 555.

Esparza, D. Y., Archambault, P. S., Winstein, C. J., & Levin, M. F. (2003). Hemispheric specialization in the co-ordination of arm and trunk movements during pointing in patients with unilateral brain damage. *Experimental Brain Research*, 148(4), 488-497.

Esparza, D., Aladro-Gonzalvo, A. R., & Rybarczyk, Y. (2019). Effects of local ischemic compression on upper limb latent myofascial trigger points: a study of subjective pain and linear motor performance. *Rehabilitation research and practice*, 2019(1), 5360924.

Fernández-de-las-Peñas, C., Alonso-Blanco, C., Fernández-Carnero, J., & Miangolarra-Page, J. C. (2006). The immediate effect of ischemic compression technique and transverse friction massage on tenderness of active and latent myofascial trigger points: a pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(1), 3-9.

Figlewski, K., & Andersen, H. (2014). Non-invasive direct current stimulation of the brain: a new technique for stroke rehabilitation. *Ugeskrift for Laeger*, 176(48), V07140396-V07140396.

Figlewski, K., Blicher, J. U., Mortensen, J., Severinsen, K. E., Nielsen, J. F., & Andersen, H. (2017). Transcranial direct current stimulation potentiates improvements in functional ability in patients with chronic stroke receiving constraint-induced movement therapy. *Stroke*, 48(1), 229-232.

Fitts, Paul M. (June 1954). "The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement". *Journal of Experimental Psychology*. 47 (6): 381–391.

Fugl-Meyer, A. R., Jääskö, L., Leyman, I., Olsson, S., & Steglind, S. (1974). The post-stroke hemiplegic patient. 1. A method for evaluation of physical performance. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 7(1), 13-31.

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 28 /

- Ge, H. Y., Fernández-de-las-Peñas, C., Madeleine, P., & Arendt-Nielsen, L. (2008). Topographical mapping and mechanical pain sensitivity of myofascial trigger points in the infraspinatus muscle. *European Journal of Pain*, 12(7), 859-865.
- Gladstone DJ, Danells CJ, Black SE. The Fugl-Meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2002;16(3):232-240.
- Gomez Palacio Schjetnan, A., Faraji, J., Metz, G. A., Tatsuno, M., & Luczak, A. (2013). Transcranial direct current stimulation in stroke rehabilitation: a review of recent advancements. *Stroke research and treatment*, 2013(1), 170256.
- Gregson, J. M., Leathley, M., Moore, A. P., Sharma, A. K., Smith, T. L., & Watkins, C. L. (1999). Reliability of the Tone Assessment Scale and the modified Ashworth scale as clinical tools for assessing poststroke spasticity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 80(9), 1013-1016
- Haaland, K. Y., & Harrington, D. L. (1996). Hemispheric asymmetry of movement. *Current Opinion in Neurobiology*, 6(6), 796-800.
- Hains, G., Descarreaux, M., & Hains, F. (2010). Chronic shoulder pain of myofascial origin: a randomized clinical trial using ischemic compression therapy. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 33(5), 362-369.
- Hanten, W.P., Olsen, S.L., Butts, N.L. & Nowicki, A.L. (2000). Effectiveness of a home program of ischaemic pressure followed by sustained stretch for treatment of myofascial trigger points. *Physical Therapy*, 80, 997-1003.
- Harden, R. N., Bruehl, S. P., Gass, S., Niemiec, C., & Barbick, B. (2000). Signs and symptoms of the myofascial pain syndrome: a national survey of pain management providers. *The Clinical Journal of Pain*, 16(1), 64-72.
- Harvey, M. P., Martel, M., Houde, F., Daguet, I., Riesco, E., & Léonard, G. (2022). Relieving chronic musculoskeletal pain in older adults using transcranial direct current stimulation: Effects on pain intensity, quality, and pain-related outcomes. *Frontiers in Pain Research*, 3, 817984.
- Hsieh, Y. L., Kao, M. J., Kuan, T. S., Chen, S. M., Chen, J. T., & Hong, C. Z. (2007). Dry needling to a key myofascial trigger point may reduce the irritability of satellite MTrPs. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 86(5), 397-403.
- <https://caputron.com/products/activadose-ii>
- Huguenin, L. K. (2004). Myofascial trigger points: the current evidence. *Physical Therapy in Sport*, 5(1), 2-12.
- Jayasinghe, S. A., Wang, R., Gebara, R., Biswas, S., & Ranganathan, R. (2021). Compensatory trunk movements in naturalistic reaching and manipulation tasks in chronic stroke survivors. *Journal of applied biomechanics*, 37(3), 215-223.
- Kim, S., Salazar Fajardo, J. C., Seo, E., Gao, C., Kim, R., & Yoon, B. (2022). Effects of transcranial direct current stimulation on physical and mental health in older adults with chronic musculoskeletal pain: a randomized controlled trial. *European Geriatric Medicine*, 13(4), 959-966.

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 29 /

- Kinser, A. M., Sands, W. A., & Stone, M. H. (2009). Reliability and validity of a pressure algometer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 312-314.
- Kold, S., & Graven-Nielsen, T. (2022). Modulation of experimental prolonged pain and sensitization using high-definition transcranial direct current stimulation: A double-blind, sham-controlled study. *The journal of pain*, 23(7), 1220-1233.
- Lance, J. W. (1980). Pathophysiology of spasticity and clinical experience with baclofen. *Spasticity: Disordered Motor Control*. Year Book Medical Publishers.
- Larsson, R., Öberg, P. Å., & Larsson, S. E. (1999). Changes of trapezius muscle blood flow and electromyography in chronic neck pain due to trapezius myalgia. *Pain*, 79(1), 45-50.
- Lee, S., & Cha, H. (2022). The effect of clinical application of transcranial direct current stimulation combined with non-immersive virtual reality rehabilitation in stroke patients. *Technology and Health Care*, 30(1), 117-127.
- Lewis, G. N., Rice, D. A., Kluger, M., & McNair, P. J. (2018). Transcranial direct current stimulation for upper limb neuropathic pain: A double-blind randomized controlled trial. *European Journal of Pain*, 22(7), 1312-1320.
- Lima, J. P., Silva, L. A., Delisle-Rodriguez, D., Cardoso, V. F., Nakamura-Palacios, E. M., & Bastos-Filho, T. F. (2023). Unraveling Transformative Effects after tDCS and BCI Intervention in Chronic Post-Stroke Patient Rehabilitation - An Alternative Treatment Design Study. *Sensors*, 23(23), 9302.
- Lüdemann-Podubecká, J., Bösl, K., Rothhardt, S., Verheyden, G., & Nowak, D. A. (2014). Transcranial direct current stimulation for motor recovery of upper limb function after stroke. *Neuroscience & biobehavioral reviews*, 47, 245-259.
- McNulty W.H., Gervitz R.N., Hubbard D.R. & Berkoff G.M. (1994). Needle electromyographic evaluation of trigger point response to a psychological stressor. *Psychophysiology*, 31, 313-316.
- Messier, S., Bourbonnais, D., Desrosiers, J., & Roy, Y. (2005). Weight-bearing on the lower limbs in a sitting position during bilateral movement of the upper limbs in post-stroke hemiparetic subjects. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 37(4), 242-246.
- Moshfeghinia, R., Shekouh, D., Mostafavi, S., Hosseinzadeh, M., Bahadori, A. R., Abdollahifard, S., & Razmkon, A. (2023). The effects of transcranial direct-current stimulation (tDCS) on pain intensity of patients with fibromyalgia: a systematic review and meta-analysis. *BMC neurology*, 23(1), 395.
- Paolucci, S., Iosa, M., Toni, D., Barbanti, P., Bovi, P., Cavallini, A., ... & Neuropathic pain special interest group of the Italian Neurological Society. (2016). Prevalence and time course of post-stroke pain: a multicenter prospective hospital-based study. *Pain Medicine*, 17(5), 924-930.
- Pathan, N. M., Thakur, S., Kadam, K., Lohade, S., & Chandak, N. (2021). Immediate effects of positional release therapy and manual trigger point release on neck pain and range of motion in computer users with upper trapezititis. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 10(8), 2839-2844.
- Peruch, P., & Mestre, D. (1999). Between desktop and head immersion: Functional visual field during vehicle control and navigation in virtual environments. Presence: *Teleoperators and Virtual*

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 30 /

Environments, 8(1), 54-64.

- Platz T, Pinkowski C, van Wijck F, et al. Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the Fugl-Meyer test, Action Research Arm Test, and Box and Block Test: a multicentre study. *Clinical Rehabilitation*. 2005;19(4):404-411.
- Pöntinen, P. J. (1998). Reliability, validity, reproducibility of algometry in diagnosis of active and latent tender spots and trigger points. *Journal of Musculoskeletal Pain*, 6(1), 61-71.
- Roy, C. W., Sands, M. R., Hill, L. D., Harrison, A., & Marshall, S. (1995). The effect of shoulder pain on outcome of acute hemiplegia. *Clinical Rehabilitation*, 9(1), 21-27.
- Rybarczyk, Y. P., & Mestre, D. (2012). Effect of temporal organization of the visuo-locomotor coupling on the predictive steering. *Frontiers in psychology*, 3.
- Rybarczyk, Y., & Carvalho, D. (2017). Effect of the Implementation of the Two-Third Power Law in Teleoperation. In *Advances in Human Factors and System Interactions* (pp. 283-292). Springer International Publishing.
- Sainburg, R. L., Maenza, C., Winstein, C., & Good, D. (2016). Motor lateralization provides a foundation for predicting and treating non-paretic arm motor deficits in stroke. *Progress in motor control: theories and translations*, 257-272.
- Sakrajai, P., Janyacharoen, T., Jensen, M. P., Sawanyawisuth, K., Auvichayapat, N., Tunkamnerdthai, O., ... & Auvichayapat, P. (2014). Pain reduction in myofascial pain syndrome by anodal transcranial direct current stimulation combined with standard treatment: a randomized controlled study. *The Clinical journal of pain*, 30(12), 1076-1083.
- Simons, D.G. (2004). Review of enigmatic MTrPs as a common cause of enigmatic musculoskeletal pain and dysfunction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, 95–107.
- Swinnen, S. P., Debaere, F., Puttemans, V., Vangheluwe, S., & Kiekens, C. (2002). Coordination deficits on the ipsilesional side after unilateral stroke: the effect of practice on nonisodirectional ipsilateral coordination. *Acta psychologica*, 110(2), 305-320.
- Swinnen, S. P., Debaere, F., Puttemans, V., Vangheluwe, S., & Kiekens, C. (2002). Coordination deficits on the ipsilesional side after unilateral stroke: the effect of practice on nonisodirectional ipsilateral coordination. *Acta psychologica*, 110(2), 305-320.
- Tavares, D. R. B., Okazaki, J. E. F., de Andrade Santana, M. V., Pinto, A. C. P. N., Tutiya, K. K., Gazoni, F. M., ... & Trevisani, V. F. M. (2021). Motor cortex transcranial direct current stimulation effects on knee osteoarthritis pain in elderly subjects with dysfunctional descending pain inhibitory system: A randomized controlled trial. *Brain stimulation*, 14(3), 477-487.
- Thibaut, A., Chatelle, C., Gosseries, O., Laureys, S., & Bruno, M. A. (2012). Transcranial direct current stimulation: a new tool for neurostimulation. *Revue neurologique*, 169(2), 108-120.
- Travell J, & Simons D. Myofascial Pain and Dysfunction: the trigger point manual, vol. 2. Lippincott Williams and Wilkins, 1992; Baltimore.
- Tsigilis, N., Douda, H., & Tokmakidis, S. P. (2002). Test-retest reliability of the Eurofit test battery administered to university students. *Perceptual and motor skills*, 95(3_suppl), 1295-1300.

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 31 /

Villafañe, J. H., Lopez-Royo, M. P., Herrero, P., Valdes, K., Cantero-Téllez, R., Pedersini, P., & Negrini, S. (2019). Prevalence of myofascial trigger points in poststroke patients with painful shoulders: a cross-sectional study. *Pm&r*, 11(10), 1077-1082.

Vimolratana, O., Aneksan, B., Siripornpanich, V., Hiengkaew, V., Prathum, T., Jeungprasopsuk, W., ... & Klomjai, W. (2024). Effects of anodal tDCS on resting state eeg power and motor function in acute stroke: a randomized controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 21(1), 6.

Viviani, P., & Schneider, R. (1991). A developmental study of the relationship between geometry and kinematics in drawing movements. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17(1), 198.

Waling, K., Sundelin, G., Ahlgren, C., & Järvholm, B. (2000). Perceived pain before and after three exercise programs—a controlled clinical trial of women with work-related trapezius myalgia. *Pain*, 85(1), 201-207.

Wilson, R., & Raghavan, P. (2018). *Stroke rehabilitation*. Elsevier Health Sciences.

World Medical Association (2024). WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Participants [Internet]. 75th WMA General Assembly, Helsinki, Finland, October 2024 [revisado el 7 de diciembre de 2024].

D. PRESUPUESTO

D.1. PRESUPUESTO VALORADO

Descripción	Nombre del Docente	N° horas	Valor Hora	Monto Total
Coordinador del proyecto	Wilmer Esparza	480 horas	21.61	10374.00
Docente de apoyo	Paola Andrea Romero Riaño	144 horas	14.96	2154.60
Docente de apoyo	Gabriela Lorena Abril Lucero	144 horas	14.96	2154.60
Total				14683.20

D.2. PRESUPUESTO SOLICITADO

Cuenta de gasto	Descripción del gasto	Mes de ejecución	Monto Institución	Monto Externo	Monto Total
-----------------	-----------------------	------------------	-------------------	---------------	-------------

 Universidad Indoamérica	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN		
Código Formato: FOR-PYI-2.0- 0496	Versión: 2.0	Fecha de vigencia: 23.02.2023	Pág. 32 /

EQUIPOS	<i>2 Aparatos portátiles de tDCS</i>	2	1000		1000
PUBLICACIONES	<i>1 Paper Q1</i>	7	2000		2000
		Total	3000		3000

D.3. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Descripción	Monto Total
Presupuesto Valorado	14683.20
Presupuesto Solicitado	3000
Fondos Externos	0
Presupuesto Total	17683.20

D. FIRMAS DE RESPONSABILIDAD Y AVAL

VALIDACIÓN DEL DOCUMENTO				
	NOMBRE	CARGO	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR	Dr. Wilmer Esparza	Coordinador del CICHE		06/12/2023
APROBADO POR	Dr. Janio Jadan	Director Institucional de Investigación		06/12/2023