



TESINA

Presentada para acceder al título de grado de la carrera de

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título:

**“IMAGINERÍA MOTORA GRADUADA COMO ABORDAJE
KINÉSICO EN PACIENTES CON NEUROPATÍAS
CRÓNICAS”**

Autora:

Geremia, Geraldine. N° Libreta: IUGR-2638

Director:

Lic. Corra, Leonel

Fecha de presentación:

08/07/2020

INDICE

I. INTRODUCCION.....	6
II. OBJETIVOS.....	9
IIa. General.....	9
IIb. Específicos.....	9
III. JUSTIFICACION.....	10
IV. MARCO TEORICO.....	11
IV. I. INTRODUCCION A LAS NEUROCIENCIAS.....	11
IV. II. TEORÍA DE LA MENTE.....	13
IV. III. LAS NEURONAS ESPEJO.....	14
IV. III. a. LOS APRENDIZAJES.....	16
IV. III. b. LAS EMOCIONES.....	19
IV. IV. GENERALIDADES DE NEUROANATOMIA.....	21
IV. IV. a. Medula espinal.....	21
IV. IV. b. Tronco encefálico.....	22
IV. IV. c. Cerebelo.....	22
IV. IV. d. Cerebro.....	23
IV. IV. e. Fisiología de tejidos excitables.....	24
IV. IV. f. Receptores.....	25
IV. VI. CONCEPTOS DE APRENDIZAJE MOTOR.....	25
IV. VI. a. Fundamento del ejercicio y la instrucción de tarea motora específica.....	25
IV. VI. b. Plasticidad cerebral asociada al aprendizaje motor.....	26
IV. VI. c. Plasticidad cerebral asociada al Dolor Crónico.....	27
IV. VII. DOLOR.....	27
IV. VII. a. Definición de dolor.....	27
IV. VII. b. Clasificación de dolor.....	28
IV. VIII. NEUROPATÍAS.....	29
IV. VIII. a. Dolor neuropático en las neuropatías.....	30
IV. VIII. b. Manejo no farmacológico para el Dolor.....	32
IV. IX. IMAGINERÍA MOTORA GRADUADA.....	32
IV. IX. a. Etapas del programa de Imaginería Motora Graduada.....	33
V. MÉTODOS.....	41
V. a. Estrategia de búsqueda.....	41
V.b. Palabras claves.....	41

V.c. Filtros	43
V.d. Criterios de inclusión y de exclusión:	43
V.e. Recolección de datos	44
VI. RESULTADOS	45
VII. DISCUSIÓN	60
VIII. CONCLUSIÓN	65
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	67
X. ANEXOS	76
X.a. Brief pain Inventory (BPI)	76
X.b. Escala de Catastrofismo del Dolor	78
X.c. Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)	79
X.d. Escala De Kinesiofobia	80
X.e. Escala Numérica del Dolor (NRS).....	81
X.f. Escala Visual Analógica (VAS).....	81

RESUMEN.

INTRODUCCION. Introducción. Imaginería Motora Graduada (IMG) es un abordaje integral, diseñado para activar secuencialmente el motor cortical y mejorar la organización en los cambios corticales ocasionados por el dolor crónico, preferentemente de tipo neuropático. IMG formado por tres etapas: formación lateralidad, movimientos del miembro imaginados, y terapia en espejo. Éste, va de la mano junto a la estimulación y reclutamiento de las Neuronas Espejos (NE). Las NE tienen un papel importante tanto a nivel del aprendizaje de patrones y habilidades motoras, así como también a nivel del aprendizaje de conocimientos teóricos o habilidades cognitivas. En el aprendizaje de habilidades motoras se describen dos mecanismos: la observación y la imitación con el objetivo de generar cambios a nivel central (neuroplasticidad). La neuroplasticidad muchas veces juega un papel en contra, sobre todo en los pacientes con neuropatías crónicas. Las neuropatías son un grupo diverso de trastornos que afectan los nervios periféricos; la prevalencia mundial es cercana de 2.400 por 100.000 (2.4%) habitantes aumentando con la edad a 8.000 por 100.000 (8%). El dolor de tipo neuropático es uno de los síntomas cardinales en la afección del nervio periférico. En América Latina se estima que el DNe afecta al 2% de la población general, y que el 15% de los pacientes que asisten a consulta médica por dolor, sufren de DNe.

OBJETIVOS. Analizar a partir de una revisión bibliográfica los efectos clínicos y funcionales del abordaje de imaginería motora graduada en pacientes con neuropatías crónicas; describir los efectos sobre el dolor y la funcionalidad luego de la aplicación del abordaje de imaginería motora graduada; detallar el rol de las neuronas en espejo para generar habilidades motoras a través de la observación y la imitación

JUSTIFICACION. se hará hincapié en que la neurociencia se la considere una disciplina de suma importancia para realizar un tratamiento kinésico integral donde el cerebro sea considerado una parte del cuerpo lesionada y necesite rehabilitación desde el conocimiento anatómico hasta lo neurofisiológico, para comprender los efectos generados en el sistema nervioso central (SNC)

MÉTODOS. Para responder los objetivos planteados se realizó la búsqueda en las bases de datos: Biblioteca Virtual en Salud (BVS) Inicialmente se encontraron un total de 162 artículos. De los cuales 130 se localizaron en PubMed, 27 en Bireme y 5 en Scielo.

RESULTADOS. Se utilizaron 6 artículos para el análisis final, 5 de ellos hablaron sobre los efectos de IMG en pacientes con Síndrome Dolor Regional Complejo de larga data y 1 de ellos evaluó los efectos de IMG en una paciente con Síndrome Túnel Carpiano de larga data.

CONCLUSIÓN. Desde el punto de vista clínico, se podría considerar al abordaje IMG como una terapia alternativa respaldada con sustento neurofisiológico. Además, no tiene contraindicaciones, efectos adversos, es segura, sencilla de utilizar y económica donde sólo se necesitan imágenes impresas de las extremidades para el reconocimiento de lateralidad, videos para visualizar e imaginar y un espejo para reflejar los movimientos de la extremidad sana. A pesar de encontrar pocos estudios y con baja calidad metodológica, el abordaje demostró efectos beneficiosos en el dolor y la funcionalidad.

PALABRAS CLAVES. Mirror neurons; Radiculopathy; Small Fiber Neuropathy; Chronic pain; Central Nervous System Sensitization; Neurosciences; Exercise therapy.

I. INTRODUCCION.

La neurociencia es una disciplina que incluye muchas ciencias que se ocupan de estudiar desde un punto de vista inter, multi y transdisciplinario la estructura y la organización funcional del Sistema Nervioso, y en forma particular la del cerebro. Algunas de las ciencias implicadas en esta disciplina son la neuroanatomía, neuroquímica, neuroendocrinología, neurofarmacología, neurofisiología, neuropsicología, biopsicología, psicofisiológica, genética, antropología, entre otras. Esta disciplina integral intenta comprender la relación entre la mente, la conducta y la actividad propia del tejido nervioso. Es decir, que, a partir del estudio a distintos niveles: molecular, neuronal, redes neuronales, conductual y cognitivo, la neurociencia trata de comprender la manera en que la actividad del cerebro se relaciona con la psiquis y los comportamientos¹

Hacia finales de la década de los años ochenta e inicios de los noventa, ocurrió algo inesperado en el laboratorio de Rizzolatti en donde uno de los investigadores de su grupo, el neurólogo Vittorio Gallese, se percató de la actividad neuronal de ciertas motoneuronas asociadas a movimientos prensiles en un primate que desprevénidamente lo estaba observando tomar un objeto con la mano. Lo llamativo de este acontecimiento fue que el animal permanecía inmóvil. Este suceso inicialmente generó confusión ya que no era fácil entender el hecho de que las neuronas motoras se activaran simplemente ante la percepción de las acciones o movimientos de otro individuo, sin que se generara movimiento alguno. Este interesante fenómeno tendría un significado muy relevante inicialmente en cuanto al entendimiento de las relaciones sociales. Luego de que el grupo de Rizzolatti y otros grupos de investigación reprodujeran estos hallazgos, se llegó a la conclusión de que estas neuronas motoras tenían funciones adicionales no motoras, relacionadas con la comprensión de las acciones de otros individuos y el entendimiento de la intención detrás de dichas acciones, con lo que se planteó que las neuronas espejo aparecieron en un momento dado de la evolución de las especies para proporcionar un mecanismo de reconocimiento y comprensión de las acciones de los individuos en entornos sociales.¹

Las neuronas espejo tienen un papel importante tanto a nivel del aprendizaje de patrones y habilidades motoras, así como también a nivel del aprendizaje de conocimientos teóricos o habilidades cognitivas. En este sentido, muchas técnicas de formación en destrezas cognitivas y motrices pueden aprovechar las

propiedades de las neuronas espejo para lograr mejores resultados en cuanto a la apropiación del conocimiento. En el aprendizaje de habilidades motoras se describen dos mecanismos: la observación y la imitación con el objetivo de generar cambios a nivel central (neuroplasticidad) ²

La neuroplasticidad muchas veces juega un papel en contra, sobre todo en los pacientes con dolor crónico en donde se registran cambios en la topografía cortical de la parte del cuerpo afectado. Existe una relación entre esta reorganización cortical y la intensidad del dolor y se piensa que estos cambios pueden afectar la función debido al hecho que el esquema corporal, el cual está influenciado por el dolor, es la base del rendimiento. También parece que estos cambios corticales pueden volver a la normalidad cuando el dolor disminuye.³

Según la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (AIED), éste se define como una experiencia sensitiva y emocional desagradable asociada a una lesión tisular real o potencial o descrita en términos de tal daño. De esta definición se desprenden varios conceptos importantes. El primero, que el dolor es una experiencia subjetiva y por tanto diferente para cada individuo; el segundo es la existencia o no de una lesión tisular real, es decir no es necesaria la presencia de una lesión morfológica que justifique el dolor de un paciente.⁴

Existen básicamente dos tipos de dolor, dolor nociceptivo y dolor neuropático: a) Dolor nociceptivo: se origina por la estimulación de nociceptores periféricos, que traducen esta señal en impulsos electroquímicos que se transmiten al sistema nervioso central. A su vez se puede subclasificar en dolor somático: originado en la piel y en el aparato locomotor, se caracteriza por estar bien localizado y en dolor visceral: originado en las vísceras, se caracteriza por estar mal localizado y referido a zonas cutáneas a veces alejadas de la lesión. B) Dolor neuropático: se origina por una actividad neuronal anormal por lesión del sistema nervioso central o periférico. Es prolongado, severo, quemante, constante con paroxismos. Existen tres subgrupos de dolor neuropático: 1) El generado periféricamente como las radiculopatías cervical o lumbar, las lesiones de los nervios espinales y las plexopatías braquial o lumbosacra, 2) el generado centralmente que implica una lesión del sistema nervioso central (SNC) a nivel de la médula espinal o a un nivel superior.⁴

Existe alternativa para tratar este tipo de dolor, lo que se denomina imaginería motora graduada (IMG), se puede definir como un abordaje destinada inicialmente al tratamiento del síndrome doloroso regional complejo, del dolor del miembro

fantasma y de los dolores por avulsión del plexo braquial, pero su uso comienza a extenderse a otras afecciones dolorosas como, en particular, los dolores crónicos raquídeos provenientes de las neuropatías. ^{5,6}

La IMG está constituida por tres etapas de tratamiento realizadas de forma gradual en un orden determinado: primero ejercicios de reconocimiento derecha/izquierda (tarea de lateralidad), luego movimientos imaginados (imaginería motora) y, por último, ejercicios de terapia con espejo. ⁶

Las imágenes motoras graduadas son un programa integral diseñado para activar secuencialmente el motor cortical y mejorar la organización cortical. Gran parte del trabajo inicial sobre esta estrategia de intervención de tratamiento fue contribuido por Moseley. Se especula que el patrón de entrenamiento del entrenamiento de lateralidad a movimientos imaginarios de la mano (modo de ejemplo) es importante, como tal patrón activa sistemáticamente los sistemas corticales, permitiendo así la reorganización cortical. Imaginería Motora Graduada es un abordaje diseñado para "entrenar el cerebro", con la idea de que, si los cambios corticales son las bases para el dolor crónico, reorganizar la corteza ayuda a disminuir el dolor. ⁶

Por lo tanto, la pregunta de investigación es: ¿Cuáles son los efectos clínicos y funcionales que se generan a partir de la aplicación del abordaje de imaginería motora graduada en pacientes con neuropatías crónicas?

II. OBJETIVOS.

Ila. General

- Analizar a partir de una revisión bibliográfica los efectos clínicos y funcionales del abordaje de imaginería motora graduada en pacientes con neuropatías crónicas.

Ilb. Específicos

- Describir los efectos sobre el dolor luego de la aplicación del abordaje de imaginería motora graduada
- Describir los efectos en la funcionalidad luego de la aplicación del abordaje de imaginería motora graduada.
- Detallar el rol de las neuronas en espejo para generar habilidades motoras a través de la observación y la imitación

III. JUSTIFICACION.

La Imaginería Motora Graduada es un abordaje relativamente nuevo para la neurociencia, la cual pretende generar una reeducación de la función cortical, como estrategia para disminuir el dolor crónico.

Teniendo en cuenta los cambios fisiológicos que ocurren en las neuropatías, como la neuroplasticidad a nivel central, liberación de sustancia P (que genera hiperactividad en las vías de dolor) y liberación de sustancias irritantes, imposibilita al paciente para realizar un tratamiento kinésico convencional tal como movilidad de articulaciones; neurodinamia; trabajo propioceptivo; fuerza-resistencia; FNP; elongaciones.

Por lo tanto, es necesario explicarle al paciente que el dolor debería ser tratado como un daño a nivel central antes que un daño a nivel tisular, que este sea consciente y se enfoque en un proceso de recuperación donde el objetivo principal sea mejorar la función y no el alivio del dolor.

Es por esto que se hará hincapié en que la neurociencia se la considere una disciplina de suma importancia para realizar un tratamiento kinésico integral donde el cerebro sea considerado una parte del cuerpo lesionada y necesite rehabilitación desde el conocimiento anatómico hasta lo neurofisiológico, para comprender los efectos generados en el sistema nervioso central (SNC) y seleccionar técnicas de tratamientos eficaces en donde el paciente no este expuesto a sentir dolor y ofrecer tratamientos de entrenamiento del SNC para revertir aéreas lesionadas en las vías de dolor.

IV. MARCO TEORICO

IV. I. INTRODUCCION A LAS NEUROCIENCIAS

Dentro de las Ciencias Biomédicas, el término Neurociencias es relativamente reciente. Su empleo actual corresponde a la necesidad de integrar las contribuciones de las diversas áreas de la investigación científica y de las ciencias clínicas para la comprensión del funcionamiento del sistema nervioso. Las Neurociencias cobijan un área del conocimiento que se encarga del estudio del Sistema Nervioso desde el funcionamiento neuronal hasta el comportamiento. Obviamente, la comprensión del funcionamiento del cerebro normal favorece el conocimiento y la comprensión de anomalías neurobiológicas que causan desórdenes mentales y neurológicos. El propósito principal de las Neurociencias es entender cómo el encéfalo produce la marcada individualidad de la acción humana. Es aportar explicaciones de la conducta en términos de actividades del encéfalo, explicar cómo actúan millones de células nerviosas individuales en el encéfalo para producir la conducta y cómo, a su vez, estas células están influidas por el medio ambiente, incluyendo la conducta de otros individuos.

En principio, se puede afirmar que el desarrollo de las Neurociencias se deriva del abordaje multidisciplinario de los diversos fenómenos de interés, éstos incluyen desde los científicos de áreas más básicas como el caso de los físicos con sus aportes al conocimiento de los fundamentos de la excitabilidad celular o con sus aportes al desarrollo de redes neurales, hasta los que abordan el conocimiento con aproximaciones clínicas y/o poblacionales que contribuyen a dar una idea del ser humano integral.

No obstante, las Neurociencias dan cabida a prácticamente a todas las áreas del saber y cada una ha hecho importantes aportes a diferentes áreas temáticas, de las cuales, cabe destacar algunas como: desarrollo, envejecimiento y muerte neuronal; plasticidad celular y molecular; percepción, psicofísica y movimiento; funciones mentales superiores (memoria y aprendizaje, cognición, emociones, lenguaje, estados de conciencia); bases biológicas de las psicopatologías; psicofarmacología, e implementación de modelos en Neurociencias.⁷

Cada tema aquí mencionado podría subdividirse en sus respectivos componentes de abordaje biofísico, neuroquímico, de genética y biología molecular, fisiológica,

farmacológica, clínica y hasta poblacional. Consecuentemente, las ciencias básicas día a día profundizan más en la comprensión de los mecanismos que dan cuenta de cada tópico y, de esta forma, pasan por el estudio de las bases moleculares indispensables para que ocurran y se modulen dichos eventos hasta por la elaboración de modelos de redes neurales y de simulación predictiva de los mismos basados en las interrelaciones de cada elemento estudiado.

La neurobiología del desarrollo ha hecho aportes significativos a las definiciones de los períodos críticos de desarrollo neuronal durante los cuales existe una alta vulnerabilidad del sistema nervioso con repercusiones duraderas o permanentes en el comportamiento. Los estudios de plasticidad neuronal y molecular han descrito mecanismos básicos responsables por los cambios adaptativos en diferentes fases del desarrollo ontogenético mejorando la comprensión de muchas de las preguntas relacionadas sobre los cambios comportamentales adaptativos resultados de la experiencia del individuo haciendo énfasis en los mecanismos sinápticos. Los mayores avances se vienen dando con la comprensión de las funciones neurales superiores ayudados por el avance de la electrofisiología, la imagenología y el mejoramiento de los estudios de lesiones cerebrales en humanos y la manipulación controlada de distintos elementos del sistema nervioso en modelos animales.⁸

Sin ninguna duda, una de las necesidades y puntos de mayor desarrollo de las Neurociencias ha estado en torno a la búsqueda y validación de diferentes tipos de modelos tanto animal como de simulación, que representen las características esenciales de los procesos que pretenden ser estudiados. En este aspecto, la psicofarmacología ha contribuido de manera significativa con su aporte a la validación o evaluación de muchos modelos de enfermedades mentales. Adicionalmente, la psicofarmacología ha hecho contribuciones esenciales a la clasificación y caracterización de receptores de membrana para los diferentes sistemas de neurotransmisores con sus consecuentes aportes utilizando sustancias que remedan o antagonizan los efectos funcionales repercutiendo en mejores opciones de tratamiento de los trastornos mentales. Es absolutamente imposible describir con justicia utilizando pocas palabras, los significativos avances en cada área de las Neurociencias, pero si resulta necesario destacar que éstos sólo son posibles en la medida que el abordaje viene siendo hecho de manera multidisciplinaria.^{7, 8}

El cerebro humano ha evolucionado para educar y ser educado. Los aprendizajes y enseñanzas, la transmisión cultural y la educación son naturales en el hombre. El cerebro es la conquista evolutiva que hace posibles los diversos tipos de aprendizajes, desde la habituación y sensibilización hasta los procesos cognitivos más superiores, pasando por condicionamiento clásico, aprendizaje operante, imitación, lenguaje. Y también el cerebro es la estructura natural que pone límites a los aprendizajes, determinando lo que se puede aprender, en qué momentos y con qué rapidez. Explicar y comprender los procesos cerebrales que están a la base de los aprendizajes y memorias, emociones y sentimientos, podría transformar las estrategias pedagógicas, y generar programas adecuados a las características de las personas y sus necesidades especiales.

El cerebro humano es resultado de un largo pasado evolutivo de 500 millones de años. Más próximamente, hace unos 6 millones de años, en el continente africano tuvo lugar un acontecimiento evolutivo de gran trascendencia, una población de monos antropomorfos evolucionó y surgieron varias especies. Estas nuevas especies se extinguieron, salvo una que sobrevivió hasta hace unos 2 millones de años. La nueva especie presentaba características físicas particulares, como un cerebro de mayor tamaño, pero lo más importante eran sus nuevas competencias y capacidades mentales, cognitivas y lingüísticas, así como los productos culturales que crearon.⁹

IV. II. TEORÍA DE LA MENTE

Como conquista filogenética, los Homo sapiens desarrollaron unos procesos cognitivos que les permitieron ponerse en el lugar mental del otro, aprendiendo no sólo del otro, sino a través del otro (Teoría de la Mente). Esta comprensión de que los otros son también seres intencionales, semejantes a uno, resulta crítica para los aprendizajes culturales humanos.⁹

La mente humana tiene capacidades metacognitivas, de reflexión, de volver sobre sí misma y tomarse como objeto de conocimiento y mejora. Conocer sobre los procesos cognitivos, motivacionales, emocionales, sobre las propias capacidades y limitaciones, sobre los comportamientos y resultados, es conquista adaptativa de la mente humana. La metacognición se refiere al conocimiento y control de la cognición. Versa sobre el conocimiento de los procesos cognitivos en general, y particularmente el conocimiento que el sujeto tiene de su propio sistema mental, capacidades y limitaciones; y por otra parte, implica los efectos reguladores que este conocimiento puede ejercer en su actividad. Distinguimos en la

metacognición una dimensión de conocimiento y otra de control. La dimensión de conocimiento hace referencia a tres aspectos: persona, tarea-estrategia, y contexto. La dimensión de control la caracterizamos como: planificación, supervisión y evaluación.^{9, 10}

Las capacidades para reflexionar sobre nuestros propios procesos mentales tienen importantes implicaciones educativas. Si una persona conoce sus capacidades y lo que se necesita para efectuar una ejecución eficiente en una determinada situación, entonces puede dar los pasos para satisfacer de modo adecuado esas exigencias planteadas. Sin embargo, si no es consciente de sus propias limitaciones, o de la complejidad de la tarea, o de las características y exigencias del contexto particular, difícilmente se puede esperar que adopte acciones preventivas a fin de anticipar problemas o resolverlos adecuadamente. La metacognición entendida como control se refiere a los procesos de autorregulación utilizados por una persona en situaciones de aprendizaje y resolución de problemas. La capacidad de establecer metas y medios razonables, de determinar si se está logrando un avance satisfactorio hacia los objetivos, y de modificar debidamente la propia acción cuando el progreso no es adecuado, es otra dimensión clave de la metacognición.^{11,12}

IV. III. LAS NEURONAS ESPEJO

En 1995, un equipo de neurobiólogos italianos, dirigidos por G. Rizzolatti, de la universidad de Parma, se encontró unos datos inesperados en el transcurso de la investigación. Habían entrenado a unos simios a agarrar objetos concretos, por ejemplo, un palo. Con un micro electrodo implantado en el cerebro en la corteza premotora, registraban la actividad eléctrica de ciertas neuronas. En el córtex promotor es sabido que se planean e inician los movimientos. En determinada ocasión sucedió algo desconcertante, al activarse de pronto el aparato de registro sin que el mono realizase ninguna actividad. El efecto se pudo repetir a voluntad, comprobándose en numerosas neuronas vecinas el mismo comportamiento inesperado: se activaban sin que el mono moviera un solo dedo. Bastaba con que viera que otro realizaba tal acción. Los científicos italianos habían identificado un tipo de neuronas desconocidas hasta ese momento, las denominaron neuronas especulares. Estas neuronas no reaccionan ni al asir sin objetivo, ni a sólo el objeto que se ha de agarrar. Sólo cuando se ven juntas ambas cosas, la acción y su objetivo, se activan. Sucedió como si las células representaran el propósito ligado al movimiento.

Las neuronas espejo son un tipo particular de neuronas que se activan cuando un individuo realiza una acción, pero también cuando él observa una acción similar realizada por otro individuo. Las neuronas espejo forman parte de un sistema de redes neuronales que posibilita la percepción-ejecución-intención. La simple observación de movimientos de la mano, pie o boca activa las mismas regiones específicas de la corteza motora, como si el observador estuviera realizando esos mismos movimientos. Pero el proceso va más allá de que el movimiento, al ser observado, genere un movimiento similar latente en el observador. El sistema integra en sus circuitos neuronales la atribución/percepción de las intenciones de los otros, la teoría de la mente.^{13, 14}

Cuando una persona realiza acciones en contextos significativos, tales acciones van acompañadas de la captación de las propias intenciones que motivan a hacerlas. Se conforman sistemas neuronales que articulan la propia acción asociada a la intención o propósito que la activa. La intención queda vinculada a acciones específicas que le dan expresión, y cada acción evoca las intenciones asociadas. Formadas estas asambleas neuronales de acción-ejecución intención en un sujeto, cuando ve a otro realizar una acción, se provoca en el cerebro del observador la acción equivalente, evocando a su vez la intención con ella asociada. El sujeto, así, puede atribuir a otro la intención que tendría tal acción si la realizase él mismo. Se entiende que la lectura que alguien hace de las intenciones del otro es, en gran medida, atribución desde las propias intenciones. Cuando veo a alguien realizando una acción automáticamente simulo la acción en mi cerebro. Si se entiende la acción de otra persona es porque se tiene en el cerebro una copia para esa acción, basada en las propias experiencias de tales movimientos.

La publicación de estos resultados desató en 1996 un entusiasmo desbordante, no exento de polémica entre los especialistas. Ramachandran llegó a profetizar que tal descubrimiento de neuronas especulares, estaba llamado a desempeñar en psicología un papel semejante al que había tenido en biología la decodificación de la estructura del ADN. Por primera vez se había encontrado una conexión directa entre percepción y acción, que permitía explicar muchos fenómenos en polémica, particularmente la empatía y la intersubjetividad. Las neuronas especulares posibilitan al hombre comprender las intenciones de otras personas. Le permite ponerse en lugar de otros, leer sus pensamientos, sentimientos y deseos, lo que resulta fundamental en la interacción social. La comprensión interpersonal se basa en que captamos las intenciones y motivos de

los comportamientos de los demás. Para lograrlo los circuitos neuronales simulan subliminalmente las acciones que observamos, lo que nos permite identificarnos con los otros, de modo que actor y observador se haya en estados neuronales muy semejantes. Somos criaturas sociales y nuestra supervivencia depende de entender las intenciones y emociones que traducen las conductas manifiestas de los demás. Las neuronas espejo permiten entender la mente de nuestros semejantes, y no a través de razonamiento conceptual, sino directamente, sintiendo y no pensando.^{15, 16}

Las neuronas espejo se han localizado en la región F5 del córtex premotor de los primates, área que corresponde al área de Broca en el cerebro humano. Tal descubrimiento plantea hipótesis muy interesantes sobre el origen del lenguaje. Los sistemas de neuronas espejo posibilitan el aprendizaje de gestos por imitación: sonreír, caminar, hablar, bailar, jugar al fútbol, etc., pero también sentir que nos caemos cuando vemos por el suelo a otra persona, la pena que sentimos cuando alguien llora, la alegría compartida. Los sistemas de neuronas espejo, más sofisticados en humanos, están presentes en simios, y probablemente en otras especies, como elefantes, delfines, perros. En el ser humano se han identificado sistemas de neuronas espejo en la corteza motora primaria, principalmente el área de Broca, el área parietal inferior, la zona superior de la primera circunvolución temporal, el lóbulo de la ínsula, la zona anterior de la corteza del cuerpo calloso. Quizá no sólo unas determinadas áreas cerebrales privilegiadas disponen de neuronas espejo, sino que el mecanismo de neuronas espejo constituya un principio básico de funcionamiento cerebral.¹⁷

IV. III. a. Los aprendizajes

Las investigaciones con neuroimagen cerebral han constatado que la mera observación de las acciones de los demás activa en el observador las mismas áreas cerebrales, como si fuera él mismo quien ejecutara las acciones. Parece como si la mera percepción pusiera en marcha una imitación interior simulando la acción ajena. Se ha registrado la actividad cerebral de voluntarios mientras observaban imágenes grabadas en video, en las que aparecían movimientos de manos, boca, pies. Según la parte del cuerpo que se movía en pantalla, el córtex motor del observador presentaba actividad en unas áreas u otras. Las áreas más activas eran las correspondientes a las partes de cuerpo que se visualizaban. Los observadores no experimentaban ningún movimiento, pero sus áreas cerebrales motoras estaban activas como cuando realmente se movían. La visión

del movimiento de otra persona activa en el observador las mismas áreas cerebrales implicadas en tales movimientos, como si fueran propios. Los descubrimientos se han aplicado en programas de rehabilitación de pacientes con lesiones cerebrales en las áreas motoras, por ictus cerebral. Las partes del cuerpo paralizadas pueden recuperar funciones mediante ejercicios de rehabilitación, ya que las áreas cerebrales próximas pueden asumir las funciones de las lesionadas. Ello exige a los pacientes intensa y continuada práctica de ejercicios.¹⁸

Pareciera entonces que existe un mayor número de neuronas espejo asociadas al objetivo de la acción más que a la acción misma. Esto ha generado una distinción entre dos términos: el acto motor y la acción motora. Se entiende por un acto motor el movimiento que busca un objetivo, por ejemplo, hacer movimiento de agarre para tomar una porción de alimento. La acción motora se refiere a una serie de movimientos o actos motores que como desenlace final lleva a lograr un objetivo claro, como es el caso de alimentarse, lo que implicaría no solamente agarrar la porción de alimento sino también llevarlo a la boca. Ahora bien, en estudios en primates, se observó que había una mayor activación de los circuitos neuronales correspondientes al sistema de neuronas espejo cuando se tomaba un objeto (un alimento) para ingerirlo que cuando se tomaba el mismo objeto para depositarlo en una caja. Tal como se había mencionado ya en el experimento de la taza de té, el grado de activación de las neuronas espejo es variable según la interpretación del objetivo de la acción que observa el individuo.

Es muy interesante señalar que no es necesario que los movimientos observados sean realizados por un individuo de nuestra especie. Se han presentado grabaciones en video de movimientos bucales de una persona, de un mono y de un perro. Los movimientos eran de tipo ingesta, como comer algo, o bien de carácter comunicativo, por ejemplo, la persona movía la boca como para hablar, el mono arrugaba el morro y el perro ladraba. Se comprobó que el sistema de las neuronas espejo funcionaba ante la visión de movimientos de mascado, los produjera el hombre o los animales. Pero los movimientos comunicativos con los labios sólo provocaban una resonancia neuronal en la misma especie que las ejecuta. Parece como si las neuronas espejo sólo reaccionaran ante las acciones que forman parte del propio repertorio motor. Así el ladrado del perro no forma parte de este repertorio en los humanos, por lo que no produce estimulación.^{18, 19}

En determinadas circunstancias la activación de las neuronas espejo depende de lo familiarizados que estemos con las imágenes vistas. Por ejemplo, en el aprendizaje de un nuevo deporte, quien no haya jugado nunca al tenis o no haya practicado la natación, no es probable que pueda imitar en su mente los movimientos precisos. Por otra parte, el contexto en el que aparece la secuencia motora desempeña un papel clave, y justifica programas con sentido y no mera práctica ciega. Así, cuando las personas observaban acciones motoras descontextualizadas se activan menos neuronas que cuando aparecen los objetivos claros de la acción. La observación de acciones especializadas, por ejemplo, de bailarines profesionales, activan las neuronas espejo de forma muy diferente dependiendo de si quien lo observa es también un bailarín profesional, familiarizado con cada uno de los movimientos, o si por el contrario es una persona ajena al mundo de la danza. En este último caso la comprensión de lo que hace el bailarín no es inmediata ni empática, está más intelectualizada y pertenece a un dominio más semántico.

En el hombre, a diferencia del mono, el sistema de neuronas espejo es capaz de codificar, tanto los actos motores intransitivos como los transitivos, además de tener en cuenta aspectos temporales de los actos observados. Por ello cabe suponer que el hombre, al disponer de un patrimonio motor más articulado que el mono, tiene más posibilidades de imitar y, sobre todo, de aprender mediante la imitación. Pero para pasar a la acción se requiere de mecanismos de control o sistema inhibitor, que bien permita reproducir la acción en la realidad, o bien mantenerla en un estado de simulación mental sin pasar a ser efectiva. El hecho de que pacientes con Síndrome de Tourette, conocido como TICS u ecopraxia, presenten lesiones en el lóbulo frontal lleva a pensar que es en esta zona donde se ubican los mecanismos de control inhibitor o desinhibidor, que permita pasar de la simulación mental a la acción motora efectiva.^{20,21}

Síndrome de Tourette²² puede ser definido como fragmentos desinhibidos de actos motores normales que se traducen por actividad motora (tics motores) y/o por presencia de vocalizaciones (tics vocales). Se caracterizan por la posibilidad de inhibirlos voluntariamente por un lapso breve, y ser precedidos frecuentemente por una imperiosa necesidad de realizarlos, expresada ya sea en una sensación física de incomodidad localizada o de vaga intranquilidad, y que se alivia una vez producido el tic. Frecuentes de observar en la población general, se estima que un 10% de los niños presentan en algún momento tics (lo que se conoce como tics transitorios de la infancia), y entre 2% a 5% los mantiene en forma crónica.²²

IV. III. b. Las emociones

Cuando vemos a una persona sonriente, inmediatamente sintonizamos con su estado emocional y parece que nos contagiamos de su alegría. Cuando vemos a otra persona en apuros, parece que inconscientemente simulamos tales apuros en nuestra mente, como si sintiéramos las sensaciones negativas de la otra persona y ello nos llevara actuar para aliviar su situación. Las investigaciones demuestran que respondemos a las emociones, alegría, tristeza, dolor, etc., de los demás con análogos patrones fisiológicos de activación, como si nos ocurriera a nosotros.

Literalmente sentimos los estados emocionales de los demás como si fueran propios. Estudios con electroencefalograma (EEG), resonancia magnética (IRM) han comprobado que las personas activan las mismas estructuras neuronales cuando realizan acciones, o cuando las observan realizar a otros. La alegría, la tristeza, el miedo, el asco, etc. son emociones susceptibles de ser compartidas por quien las observa. Nuestras relaciones con el entorno y con nuestros propios comportamientos emotivos dependen de nuestra capacidad para comprender las emociones ajenas.

Esta resonancia emotiva ya aparece en los recién nacidos, capaces de distinguir entre rostros alegres y tristes, y a los tres meses ya sincronizan expresiones faciales o vocalizaciones con sus progenitores. Esta reacción de empatía tiene una base neuronal distinta de los procesos cognitivos más semánticos. Los niños, pocas horas después del nacimiento, imitan la mímica de los adultos. Si la madre le saca la lengua el recién nacido lo imita con notable éxito. De acuerdo con la teoría de la copia compartida, gracias a la imitación motora, los niños ejercitan no solo sus propias posibilidades de expresión, sino que empiezan a captarse como sujetos agentes. Podríamos decir que el lactante vivencia la coincidencia de lo percibido con su conducta propia, comenzando a apuntar la autoconciencia que se enraizaría profundamente en las reacciones motoras reflejas de imitación.²³

Una de las emociones muy estudiada es la base neural del asco y del rechazo, cuya sede cerebral está situada en el lóbulo de la ínsula. La visión de expresiones faciales de asco ajeno provoca en el observador la activación de la región anterior de la ínsula, por lo que la activación de esta área cerebral es crítica, no sólo para desencadenar sensaciones y reacciones de asco, sino también para percibir un estado emotivo semejante en la cara de otras personas. Los daños en la ínsula

provocan en los que lo padecen incapacidad de sentir asco, pero también de reconocer expresiones tanto visuales como sonoras de asco en los demás. De esto se deduce que la experimentación de asco y la percepción del asco en los demás tienen un sustrato neuronal común en la región anterior de la ínsula izquierda, y en la corteza cingular derecha.²³

La empatía emocional es todavía más evidente en el caso del dolor. La ínsula y la corteza cingular se activan, tanto si se experimenta el dolor como si se observa a otro que lo padece. En una investigación se estudiaron 16 mujeres, cuyas parejas habían recibido descargas eléctricas. Cuando las participantes creían por error que se estaba causando dolor a sus seres queridos, se activaban sus propias áreas de dolor, registradas mediante RMG. Se activaban la parte anterior de la ínsula y de la circunvolución del cuerpo calloso. La activación era tanto mayor cuanto más empatía había manifestado la mujer examinada en el cuestionario. En la empatía experimentada ante situaciones emotivas influyen factores de tipo cognitivo y social como la proximidad y familiaridad con la persona observada. De otra manera, la empatía no es únicamente una reacción instintiva innata, depende también de la educación y de la experiencia.

En el estudio comentado, las mujeres examinadas no podían ver la cara de su pareja, ni las expresiones de dolor, ni oír sus lamentos. Sólo a través de pistas más indirectas podían inferir si su pareja había recibido las descargas. Se requería procesos cognitivos superiores de imaginación e inferencia. Así pues, el uso de la razón no necesariamente suponía una pérdida de la empatía, sino muy al contrario.²⁴

Desde una perspectiva evolucionista, parece que lo importante es no tanto la empatía ante el dolor ajeno, como el hecho de que la comprensión de lo que le ocurre al otro sea fundamental para la supervivencia. La capacidad de simular lo observado tiene una especial relevancia para la comprensión e interacción social, creando un espacio de acción compartido, necesario para las conductas pro social y las relaciones interindividuales. El mecanismo de las neuronas espejo encarna en el plano neural la modalidad del comprender desde una perspectiva pragmática, antes de la mediación conceptual y lingüística, posibilitando nuestra experiencia de los demás.^{23, 24}

IV. IV. GENERALIDADES DE NEUROANATOMIA

El sistema nervioso es el conjunto de formaciones anatómicas, cuya función esencial es la de permitir al individuo reaccionar frente al medio que lo rodea, así como la de presidir, regular y dirigir las funciones de la vida vegetativa. La primera de estas funciones está regida por el sistema nervioso cerebro-espinal; la segunda por el sistema nervioso autónomo vegetativo o visceral.

El sistema nervioso cerebro-espinal se lo divide anatómicamente en SISTEMA NERVIOSO CENTRAL (SNC), alojado en el cráneo y en el raquis y el SISTEMA NERVIOSO PERIFERICO (SNP) que se extiende desde el eje cerebro espinal hasta la superficie corporal, llevando órdenes motoras o trayendo estímulos sensitivos por intermedio de los nervios craneales y raquídeos²⁵. El SNC está constituido por el cerebro, el cerebelo y el tronco encefálico, el que a su vez está formado por el bulbo raquídeo, la protuberancia y los pedúnculos cerebrales y por la medula espinal, que esta misma se encuentra dentro del conducto raquídeo, el resto del SNC se aloja dentro del cráneo. ²⁵

IV. IV. a. Medula espinal

La medula espinal es la porción caudal del SNC, alojada en el interior del conducto raquídeo, desde el agujero occipital hasta el borde inferior de la 1era vértebra lumbar o el borde superior de L2. Dentro del conducto raquídeo, la medula espinal está cubierta por las meninges, constituida por tres membranas: la duramadre (está separada de la pared ósea por el espacio peridural, ocupado por tejido graso y los plexos venosos intrarraquídeos). Entre la duramadre y la 2da membrana (aracnoides) existe un espacio virtual (el espacio subdural). La aracnoides, está separada de la 3era membrana o piamadre, que envuelve íntimamente a la medula por un espacio subaracnoideo donde circula el líquido cefalorraquídeo.²⁵

Nervios raquídeos

Cada nervio raquídeo nace de la medula por dos raíces: ventral y dorsal. Las fibras que forman la raíz dorsal o posterior son aferentes o sensitivas. Las fibras de la raíz anterior o ventral son eferentes motoras y nacen de las células localizadas en la asta ventral de la medula. Ambas raíces se unen inmediatamente por fuera del ganglio raquídeo de la raíz posterior y desde ese lugar las fibras motoras y sensitivas se entremezclan formando un nervio raquídeo mixto.²⁵

IV. IV. b. Tronco encefálico

Se halla constituido por el bulbo raquídeo, la protuberancia y los pedúnculos cerebrales.

❖ Bulbo raquídeo.

El bulbo raquídeo que continúa la medula espinal, está situado en la parte media de la base de la cavidad craneana, limitado por dos planos: uno inferior, que corresponde a la decusación o entrecruzamiento de las pirámides y que establece el límite con la medula y otro superior, que corresponde al surco que en la superficie externa marca el límite con la protuberancia.²⁶

❖ Protuberancia anular

Se encuentra inclinada hacia adelante como el bulbo, a cuya base se une íntimamente. Descansa por su cara anterior en la lámina basilar del occipital, estando separada de ella por el espacio subaracnoideo. De la protuberancia salen los pedúnculos cerebrales que la conectan con el cerebro y los pedúnculos cerebelosos medio que lo hacen con el cerebelo.

❖ 4to ventrículo

El líquido cefalorraquídeo se genera y circula en las cavidades del sistema nervioso central llamadas ventrículos. A nivel de la protuberancia y el bulbo se encuentra el 4to ventrículo, posee caras anteriores o piso y otra posterior o techo.

❖ Pedúnculos cerebrales o mesencéfalo

Los pedúnculos son dos cordones de sustancia blanca, en el cual penetran debajo de los núcleos optoestriados. El límite inferior o posterior está dado por el surco protuberancial superior mientras que el superior está dado por el trayecto de la cintilla óptica^{25, 26}

IV. IV. c. Cerebelo

Es un órgano supra segmentario alojado en la porción inferior de la fosa craneal posterior o fosa cerebelosa. Se relaciona por arriba con la tienda del cerebelo; por delante con el tronco encefálico y por debajo con la cisterna magna del espacio subaracnoideo.^{26, 27}

Conexiones del cerebelo

- a) Arquicerebelo: se halla funcionalmente en relación con el sentido del equilibrio, específicamente con la posición de la cabeza en el espacio, quienes reciben las aferencias de las vías relacionadas con el equilibrio.
- b) Paleocerebelo: es el regulador propioceptivo del organismo. Constantemente recibe información del estado de contracción o relajación de la musculatura y de las posiciones articulares, realizando los ajustes necesarios para el mantenimiento del tono muscular en relación con las variaciones posicionales
- c) Neocerebelo: regula la sinergia de las funciones de destreza y habilidades aprendidas, tales como la ejecución de un instrumento musical, la conducción de un vehículo, etc.^{26,27}

IV. IV. d. Cerebro

Los hemisferios cerebrales a su vez están constituidos por el telencéfalo y el diencefalo y son derivados de la primera vesícula cerebral llamada prosencefalo.

❖ Telencéfalo

Representa el más alto de los tres niveles en que se divide la organización del SNC. El telencéfalo se ha encargado de áreas motoras como sensoriales, están las funciones más elevadas del sistema nervioso como los procesos intelectuales, la memoria, la imaginación, el pensamiento y la capacidad creadora.²⁷

Estas altas funciones del cerebro humano se logran merced a una actividad neuronal muy compleja, aun no completamente comprendida y a las que se agregan toda clase de actividad motora y sensitiva consciente y la regulación visceral y endocrina. El cerebro se divide en lóbulos, un lóbulo frontal en relación con el frontal; un lóbulo occipital, en la parte posterior; un lóbulo parietal y un lóbulo temporal. La cara interna del cerebro puede observarse mediante la separación de ambos hemisferios, se destaca como hecho llamativo la presencia de una masa de sustancia blanca alargada longitudinalmente que representa el cuerpo calloso.^{26,27}

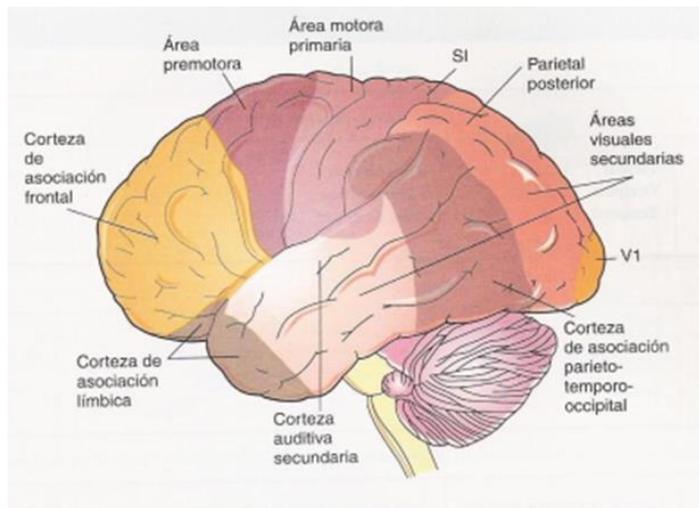


Imagen 1²⁸. Vista lateral del hemisferio cerebral, con sus respectivas áreas sensoriales y motoras

IV. IV. e. Fisiología de tejidos excitables

Estructuralmente el sistema nervioso está constituido por células llamadas Neuronas, altamente especializadas en el sentido de la excitabilidad y conductibilidad y por la neuroglia que es un tejido que cumple la función de sostén y metabolismo. Las neuronas se diferencian de las demás células corporales por ser altamente especializadas en su función, no tener cromosoma y haber perdido el poder de reproducirse, contener corpúsculos de Nilss y tener neurofibrillas en el citoplasma.^{27,28}

Las neuronas entran en relación entre sí por intermedio de sus prolongaciones a nivel de las zonas de contacto sinapsis. La dirección del estímulo nervioso se establece a nivel de la sinapsis que permite el pasaje desde el axón a la dendrita y no en sentido contrario. En la gran mayoría de las sinapsis, es de naturaleza química, aunque también existe una comunicación intercelular exclusivamente eléctrica. Las moléculas responsables de la transmisión de información en las sinapsis químicas se denominan neurotransmisores.²⁸

Existen modificaciones bioquímicas y morfológicas que afectan a las sinapsis durante el desarrollo del SNC y su adaptación a estímulos externos que se lo conoce por plasticidad neuronal, comprende desde mayor acumulación de calcio intracelular y liberación de mayor cantidad de neurotransmisores (potenciación tetánica). También se puede ocurrir un aumento del número de sinapsis como ocurre en la memoria y el aprendizaje a largo plazo. Serian cambios adaptativos en respuesta a la función de las neuronas o a una lesión. Un fenómeno que se

deriva de la neuroplasticidad es la hipersensibilidad por denervación, en el cual un circuito interrumpido por una neurona dañada puede mantener cierto grado de transmisión mediante un aumento en el número de receptores en la membrana de la neurona dañada (también llamada regulación en alza o up regulation)^{27, 28}

IV. IV. f. Receptores

Cuando hablamos de percepción consciente hace referencia a establecer cuanto de lo que percibimos del mundo exterior es una realidad o una ilusión limitada por la funcionalidad de nuestros receptores sensoriales, es decir una creación de nuestros receptores sensoriales.²⁵

- a) Nociceptores 1) mecánicos, 2) calor y 3) polimodales (que responden a estímulos dolorosos, mecánicos y térmicos). En este grupo entran los receptores de terminaciones libres empleados en los distintos aspectos de interocepcion. Los nociceptores son terminaciones libres de fibras A delta (dolor rápido) o C (dolor lento).
- b) Termorreceptores 1) de frio con activación óptima de 10 a 30°C 2) de calor con activación por arriba de 45°C
- c) Mecanorreceptores 1) Mecanorreceptores de adaptación rápida (Corpúsculo de Meissner y Paccini) 2) Mecanorreceptores de adaptación lenta (Disco de Merkel y Corpúsculo de Ruffini). La cantidad de Mecanorreceptores por unidad de superficie determina la posibilidad de discriminar dos puntos de estimulación.^{25,28}

La propiocepcion es el sentido de la posición, el movimiento de los miembros y el equilibrio. La posición y el movimiento de los miembros son detectados mediante Mecanorreceptores ubicados en el musculo (huso muscular), la superficie cutánea y las capsulas articulares. Los receptores del sentido del equilibrio se hallan en el aparato vestibular.²⁸

IV. VI. CONCEPTOS DE APRENDIZAJE MOTOR

IV. VI. a. Fundamento del ejercicio y la instrucción de tarea motora específica

El aprendizaje motor (AM) se define como un conjunto de procesos asociados a la práctica o la experiencia de una tarea motora que conduce a cambios relativamente permanentes en la capacidad de efectuar movimientos. En la

práctica se debe hacer una diferenciación importante entre el rendimiento motor y el AM: el rendimiento motor implica la adquisición de una habilidad, mientras que el aprendizaje implica tanto la adquisición como la retención del movimiento de una tarea motora específica. En todo el proceso del AM se genera una serie de cambios en el SNC que se inicia desde la manera en que la información sensorial es procesada en el individuo y como esta repercute en las acciones motoras. Sin embargo, estos procesos no son directamente observables; por lo tanto, deben ser determinados mediante el examen y análisis de la forma en que cada individuo realiza una actividad motora.

En las habilidades motoras se han descrito 3 etapas necesarias para consolidar una acción: la primera se conoce como fase cognitiva; la segunda, como fase asociativa, y la tercera, como fase autónoma. La primera etapa (fase cognitiva) se caracteriza porque el sujeto necesita pensar o razonar acerca de la secuencia del movimiento específico. La segunda etapa (fase asociativa) ocurre cuando el sujeto realiza precisiones de la tarea motora, efectuando un movimiento eficiente y variable. Por último, en la tercera etapa (fase autónoma) el sujeto no necesita prestar atención a los movimientos y es totalmente integrado en el SNC. No obstante, para que el AM se concrete, es necesaria la práctica constante, es decir, realizar repetidamente el movimiento que implica la tarea, siendo esta la variable más importante en el aprendizaje de una habilidad motora. En síntesis, cuanto más se practica un gesto motor, más fácilmente se aprende.²⁹

IV. VI. b. Plasticidad cerebral asociada al aprendizaje motor

Una vez que el aprendizaje está consolidado, los recuerdos son creados por cambios ocurridos en la transmisión excitatoria sináptica dependiente de glutamato, la cual se mantiene durante horas e incluso días. Durante este tiempo, la síntesis de proteínas, así como los cambios estructurales en la morfología sináptica, permiten que se produzcan cambios duraderos en la eficacia sináptica, también conocidos como consolidación celular. Aunque la mayoría de estos procesos se han descrito en las formas límbicas de la memoria, también es viable para las memorias relacionadas con el sistema motor, ya que estudios recientes en animales evidencian que el aprendizaje de habilidades motoras depende de la síntesis de nuevas proteínas en la corteza motora después del entrenamiento. En adición a los cambios de fijación celular, se propone que la consolidación se produce también a nivel de sistema y la mayor parte de las bases

de conocimientos sobre la consolidación de sistema está relacionada con actividades que implican tareas sensibles a los circuitos corticohipocampales.³⁰

IV. VI. c. Plasticidad cerebral asociada al Dolor Crónico

Se ha objetivado que las personas que pasan por estas experiencias desagradables generan cambios funcionales perjudiciales de la reorganización neuronal del sistema sensoriomotor afectado por el dolor y sólo se necesitan 3 horas de inmovilización de la extremidad que padece dolor para desarrollarse. El denominador común en todos ellos es el papel desencadenante que juega el ingreso de señal nociceptiva de gran intensidad desde la periferia a través del sistema aferente primario. Dichas descargas aferentes (fibras c) producen un incremento en la sinapsis de las astas posteriores e inician en las neuronas de segundo orden una sucesión de señales intracelulares que en última instancia incrementan su excitabilidad y modifican así su registro de trabajo. En la médula espinal se han demostrado además diversos fenómenos de reorganización anatómica como consecuencia de lesiones experimentales inducidas en nervios periféricos, de tal manera que terminales sinápticos centrales de axones aferentes mielinizadas, de naturaleza funcionalmente táctil, llegan a establecer nuevas conexiones sinápticas ectópicas en capas neuronales de las astas posteriores ordinariamente invadidas por axones amielínicos finos, de carácter termoalgésico. Una consecuencia plausible de ello es que estímulos periféricos de carácter inocuo se tornen capaces de excitar neuronas medulares encargadas de transmitir información nociceptiva y de pervertir una señal aferente de forma que pueda ser interpretada como dolorosa en centros superiores y generando sensibilización central^{30, 31}

IV. VII. DOLOR

IV. VII. a. Definición de dolor

La palabra dolor se utiliza para describir una variedad muy amplia de sensaciones, que van desde la molestia de un pinchazo o de una pequeña quemadura, a las sensaciones anormales de los síndromes neuropático.

Según la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (AIED), éste se define como una experiencia sensitiva y emocional desagradable asociada a una lesión

tisular real o potencial o descrita en términos de tal daño. De esta definición se desprenden varios conceptos importantes. El primero, que el dolor es una experiencia subjetiva y por tanto diferente para cada individuo; el segundo es la existencia o no de una lesión tisular real, es decir no es necesaria la presencia de una lesión morfológica que justifique el dolor de un paciente. Aunque existen numerosos criterios de clasificación, los más utilizados se basan en el mecanismo neurofisiológico, en el aspecto temporal, en la intensidad, en la etiología y en la región afectada.³¹

IV. VII. b. Clasificación de dolor

Según el tiempo

Se clasifica en dolor agudo o crónico en función de la duración de los síntomas. Su mayor inconveniente es que la distinción entre ambas categorías es arbitraria, aunque se habla de dolor crónico cuando persiste más de tres meses. El criterio más importante para el diagnóstico es la relación del dolor crónico con aspectos cognitivos y conductuales. El dolor agudo supone una señal biológica muy importante de peligro y es necesario para la supervivencia y el mantenimiento de la integridad del organismo en un ambiente potencialmente hostil. Sin embargo, el dolor crónico produce una constelación de síntomas secundarios como la ansiedad o la depresión, y disminuye de forma significativa la calidad de vida. Este tipo de dolor ha dejado de tener un papel protector para el individuo y se convierte en una enfermedad en sí misma con importantes repercusiones en todas las facetas del paciente (personal, familiar, social y laboral).³¹

Según mecanismo neurofisiológico

Existen básicamente dos tipos de dolor, dolor nociceptivo y dolor neuropático:

a) Dolor nociceptivo: se origina por la estimulación de nociceptores periféricos, que traducen esta señal en impulsos electroquímicos que se transmiten al sistema nervioso central. A su vez se puede subclasificar en dolor somático: originado en la piel y en el aparato locomotor, se caracteriza por estar bien localizado y en dolor visceral: originado en las vísceras, se caracteriza por estar mal localizado y referido a zonas cutáneas a veces alejadas de la lesión.^{31, 32}

b) Dolor neuropático: se origina por una actividad neuronal anormal por lesión del sistema nervioso central o periférico. Es prolongado, severo, quemante, constante con paroxismos.^{31, 32}

La IASP introdujo en el año 1994 la siguiente definición para dolor neuropático (DNe): “Dolor iniciado o causado por una lesión primaria o disfunción en el sistema nervioso”³³. Pero en el año 2008 el Grupo de Interés Especial en Dolor Neuropático de la IASP (NeuPSIG) liderado por Treede RD³³ propuso una redefinición del DNe como aquel que “surge como consecuencia directa de una lesión o enfermedad que afecta el sistema somatosensorial”. Estos mismos autores proponen un sistema de graduación de la precisión diagnóstica del dolor neuropático, tanto para propósitos clínicos como de investigación, en posible, probable y definitivo.³³

En América Latina se estima que el DNe afecta al 2% de la población general, y que el 15% de los pacientes que asisten a consulta médica por dolor, sufren de DNe.³⁴

El DNe es causado por varios trastornos periféricos y centrales del sistema nervioso y constituye un grave problema de salud debido a sus características de severidad, cronicidad y refractariedad al manejo con analgésicos comunes. Múltiples condiciones médicas pueden manifestarse con DNe, siendo las más comunes lumbalgia con radiculopatía, neuropatía diabética, neuralgia postherpética, trauma raquímedular, síndrome dolor regional complejo, esclerosis múltiples, neuropatía por VIH y neuralgia del trigémino, más conocidas como neuropatías^{5,35}

IV. VIII. NEUROPATÍAS

Las neuropatías son un grupo diverso de trastornos que afectan los nervios periféricos. Estas afecciones son comunes, a menudo dolorosas, a veces incapacitantes e incluso fatales. Hay diversas clasificaciones, pero una de las más sencillas es dividir las en agudas y crónicas, polineuropatía simétrica y mononeuropatía. Las agudas tienen un inicio inferior a una semana y las crónicas superior a un mes. Pueden ser adquiridas o hereditarias, de origen sistémico o restringido a los nervios periféricos.³⁶

Cuando los nervios motores están comprometidos, la neuropatía se manifiesta con debilidad y atrofia muscular. El daño a los nervios sensitivos puede causar pérdida de la sensibilidad, parestesias y disestesias, dolor y ataxia sensorial. La disfunción autonómica puede resultar en hipotensión postural, impotencia, disfunción gastrointestinal y genitourinaria, sudoración anormal y pérdida del cabello.³⁷

Un gran número de pacientes diabéticos presentan neuropatía; ésta puede ser subclínica. El resto de las neuropatías dolorosas están relacionadas, con mononeuritis o polineuropatía simétrica, como en el caso del hipotiroidismo, y otras, como las infecciosas, las debidas a deficiencias vitamínicas o tóxicas, deben correlacionarse con las manifestaciones clínicas del paciente. La prevalencia mundial es cercana de 2.400 por 100.000 (2.4%) habitantes aumentando con la edad a 8.000 por 100.000 (8%).^{36, 37}

IV. VIII. a. Dolor neuropático en las neuropatías

El dolor neuropático es uno de los síntomas cardinales en la afección del nervio periférico. La sensación del dolor en las neuropatías se genera por medio de impulsos nerviosos, cuando los nociceptores en tejidos sensibles, particularmente en la piel, responden a estímulos potencialmente dañinos. El dolor puede ser espontáneo o inducido por estímulos normalmente no dolorosos, como el tacto, para lo que se utiliza el término alodinia. Cabe mencionar que tanto las fibras mielinizadas A-δ como las no mielinizadas C transmiten el impulso aferente del estímulo doloroso.³⁸

No está claro el mecanismo por medio del cual se desencadena el dolor. La hipótesis más aceptada sugiere que impulsos espontáneos ectópicos en las fibras nerviosas dan como resultado el dolor neuropático. La hiperalgesia y la alodinia podrían ser resultado de la sensibilización a nociceptores o de una excitación anormal efáptica entre fibras aferentes primarias. El dolor neuropático de origen periférico, con el tiempo puede desarrollar un componente central, lo cual se conoce como "sensibilización" y envuelve cambios plásticos en la asta posterior de la médula espinal.

El dolor es característico de las neuropatías con afección de fibras pequeñas mielinizadas y fibras nerviosas amielínicas de tipo C; sin embargo, algunas neuropatías con afección de fibras pequeñas no son dolorosas y otras con afectación de fibras grandes lo son. En las neuropatías, las neuronas pueden ser sensibilizadas y disparar en forma espontánea; cuando esto ocurre en fibras C, suele haber un dolor ardoroso, mientras que con fibras grandes la descarga espontánea produce parestesias.³⁹

Asimismo, se piensa que las alteraciones axonales producen un incremento en la expresión de genes que codifican canales de sodio en el cuerpo neuronal, en las dendritas de las motoneuronas y en neuronas sensitivas, lo que induce la

hiperexcitabilidad. Todos estos cambios contribuyen a disminuir el umbral doloroso de los nociceptores y crean un aumento de la señal para pequeños estímulos, mecanismo que se conoce como sensibilización periférica.

La alodinia es la sensación de dolor desencadenada por un estímulo no doloroso y puede producirse por dos mecanismos: por acción de fibras A- β mielinizadas de bajo umbral sobre un sistema nervioso central (SNC) alterado, y por una reducción en el umbral de nociceptores terminales en la periferia.⁴⁰

El continuo ingreso de aferencias al cuerno dorsal de la medula espinal da como resultado que las descargas espontáneas de las fibras C sensitivas generen una sensibilización en las neuronas del cuerno dorsal (sensibilización central), las cuales incrementan su excitabilidad en tal grado que terminan por responder de manera patológica a los estímulos normales como si fueran estímulos dolorosos.

El daño al nervio periférico disminuye la inhibición local, además de la pérdida de interneuronas inhibitorias en la lámina II del cuerno dorsal y una regulación decreciente del ácido γ - amino butírico (GABA) y los receptores opioides, los cuales actúan pre sinápticamente sobre neuronas del cuerno dorsal.⁴¹

La plasticidad del SNC y periférico (SNP) producen cambios específicos que tienen lugar en neuronas de segundo orden en el cuerno dorsal, lleva a la sensibilización central, que consiste en la alteración de receptores y cambios en algunos genes. En resumen, esta sensibilización central describe un incremento en la excitabilidad de las neuronas nociceptivas del SNC tras el daño al nervio periférico^{39, 41}

El dolor neuropático podría exacerbarse por factores que incrementan la función simpática, incluyendo la ansiedad y ejercicio. Después del daño, tanto el axón dañado como el no dañado expresan receptores α -adrenérgicos y se hacen sensibles a las catecolaminas circulantes y a la noradrenalina desde las terminales simpáticas pos ganglionares. El daño al nervio periférico también induce la ramificación de los axones simpáticos dentro del ganglio de la raíz dorsal, donde forman canastas alrededor de los cuerpos celulares de neuronas sensitivas.⁴²

En resumen, en el sitio del daño periférico, los canales de sodio que se extienden a lo largo del axón se activan, lo que resulta en descargas neurales espontáneas y ectópicas. Las proyecciones desde neuronas nociceptivas en el ganglio de la raíz dorsal a las interneuronas espinales incrementan la excitación mediante la liberación de sustancia P, una proteína relacionada con el gen de la calcitonina y

el glutamato. Las neuronas de segundo orden de la médula espinal, las cuales se activan normalmente por glutamato a través de receptores AMPA, son inducidas a disparar de forma espontánea (sensibilización central) a través del receptor de NMDA. La excitación de las neuronas de segundo orden lleva a un incremento en el calcio intracelular y en la activación de proteincinasas, que fosforilan las proteínas intracelulares, tales como los receptores NMDA. Las dinorfinas, que se encuentran normalmente en los síndromes dolorosos crónicos, también pueden contribuir a la excitación ectópica de las neuronas de segundo orden a través de excitación de receptores de NMDA. Asimismo, también hay pérdida de la inhibición por regulación decreciente en la recaptura de GABA a través de una alteración en la regulación de los receptores de GABA.^{40, 41,42}

IV. VIII. b. Manejo no farmacológico para el Dolor

Las opciones físicas terapéuticas para considerar es el calor, el cual aumenta el flujo sanguíneo y disminuye la rigidez articular; se utilizan múltiples medios de aplicación de calor superficial como son toallas húmedas o secas, mantas eléctricas; o más profundo (3-5 cm.) mediante la conversión de energía electromagnética en calor (onda corta, microondas), ultrasonidos o luz (laserterapia). La aplicación de frío mediante hielo, mentol, geles maleables, spray, etc. Reduce la conducción nerviosa, el espasmo muscular o el edema.⁴

Los programas de ejercicio físico son ideales para prevenir el descondicionamiento físico provocados por la rigidez articular y el espasmo muscular. Las diversas técnicas de estimulación nerviosa como la eléctrica transcutánea (TENS) mediante dispositivos domésticos asequibles han mostrado cierta eficacia en algunos tipos de dolor crónico. El electro analgesia espinal transcutánea- nea y la acupuntura son otras posibilidades. Otras medidas como relajación-visualización, hipnosis, Imaginería motora graduada pueden ser aplicadas. Por ende, se va a detallar en que consiste este abordaje de Imaginería motora graduada como opción terapéutica para el tratamiento del dolor que pone en práctica los mecanismos de activación de las neuronas espejo.⁴

IV. IX. IMAGINERÍA MOTORA GRADUADA

La Imaginería motora graduada (IMG)⁶ es un programa integral diseñado para activar secuencialmente la corteza motora y mejorar la organización cortical alterada en tres etapas: formación lateralidad, movimientos del miembro

imaginados, y terapia en espejo. Una gran parte del trabajo inicial en el desarrollo de esta estrategia de intervención de tratamiento es una contribución de Lorimer Moseley ⁶.

Se especula que el patrón de formación de lateralidad, movimientos imaginados a terapia en espejo es importante (imagen 2)⁶, como sistemáticamente activa los sistemas corticales, permitiendo de este modo que ocurra la reorganización cortical. IMG es un abordaje diseñado para "entrenar el cerebro" con la idea de que, si los cambios corticales son las bases para el dolor crónico, la reorganización de la corteza podría ayudar a disminuir el dolor y también la progresión del mismo.⁴³

El abordaje con IMG incorpora información visual, el cual es uno de los abordajes que derivan de este cambio de paradigma en la neuroplasticidad. Éste, va de la mano junto a la estimulación y reclutamiento de las neuronas espejos. Por lo tanto, se muestra que ver el cuerpo no solo induce la plasticidad en las representaciones corticales, dentro de las cual se procesan las señales de dolor, sino que también modula el procesamiento perceptual de los eventos de dolor individuales. ^{6, 43}

IV. IX. a. Etapas del programa de Imaginería Motora Graduada

Paso 1: Formación lateralidad. Implica pedirle al paciente que identifique correctamente las imágenes (de su miembro afectado preferentemente) si es derecha e izquierda en varias posiciones. A modo de ejemplo, se le pide a la persona que identifique rápidamente si la imagen es una mano derecha o la mano izquierda sobre estas "tarjetas de lateralidad" (que, o bien se pueden comprar o fabricados con sólo tomar una variedad de fotos), y el tiempo y la precisión son grabado (imagen 3)⁶. Al distinguir las imágenes de lateralidad se progresa a aumentar el número de tarjetas, mejorando el tiempo, o el aumento de la dificultad de las imágenes. Aunque el objetivo final es que los pacientes identifiquen correctamente este tipo de imágenes de una manera oportuna y sin dolor. El objetivo para el reconocimiento de lateralidad se basa en la capacidad de discriminar entre derecha e izquierda, por lo cual depende de un esquema corporal intacto, cortezas premotora activa, y restablecer información en el cerebro izquierdo y derecho. El dolor influye en la actividad cortical, en la resonancia magnética funcional, y juicios de lateralidad, esto está asociado con la activación en el motor y las zonas parietales activados por el movimiento real. El reconocimiento de lateralidad es el primer paso en el programa de GMI, porque

se cree que hasta que los pacientes tienen una representación cortical exacta de su cuerpo, es contraproducente para progresar con el reciclaje cortical.

Paso 2: imaginaria motora. El segundo paso consiste en pedir al paciente que visualice las imagine sin mover realmente el miembro a tratar. Cuando un paciente puede visualizar las posturas de las manos sin dolor, se les pide a los pacientes que imaginen el movimiento libre de dolor. Se cree que para activar la corteza es necesario visualizar e imaginar los movimientos de los miembros superiores o inferiores, depende cuál es su miembro a tratar.

La justificación de los movimientos imaginados se basa en el hallazgo de que las personas con dolor pueden experimentarlo con sólo pensar en el movimiento. Han demostrado que el programa de IMG, realizado secuencialmente, activa los mecanismos corticales asociadas con el movimiento sin evocar dolor.

Paso 3: terapia en espejo. El tercero y último paso implica el uso de una caja de espejo, que puede ser comprado o fabricado simplemente haciendo un triángulo de una caja de cartón y encolado un espejo a un lado del triángulo (imagen 4)⁶. El miembro afectado se coloca dentro de la caja. La extremidad no afectada se coloca por fuera de la caja, delante del espejo. El paciente es instruido para mirar en el espejo y mover el miembro no afectado. Esto crea la ilusión de que el miembro lesionado se está moviendo sin dolor, y el objetivo es que los pacientes no experimenten dolor al ver los movimientos en " espejo ". Una vez que los pacientes son capaces de ver el movimiento en espejo sin experimentar dolor, es instruido para realizar los movimientos con su extremidad afectada. La terapia en espejo se piensa como una retroalimentación sensorial en la corteza. La interacción entre los sentidos de una persona es mucho más potente.^{3,6}

ETAPAS	Se empieza con...	Progreso...	Que pasaría sí...
ETAPA 1: restauración de la lateralidad	El uso de tarjetas de lateralidad o vídeos con imágenes de lateralidad. Pida al paciente que identifique rápidamente si la imagen es de la mano derecha o izquierda. Anote el número de respuestas correctas y el tiempo	Aumento de la velocidad, precisión, el número y dificultad de las imágenes hasta que se sienta como si el paciente ha restablecido la lateralidad	¿El paciente experimenta dolor cuando mira una imagen? Buscar las imágenes que no provocan dolor y utilizarlas
ETAPA 2: imaginaria motora	Que el paciente visualice la mano afectada o del lado afectado en varias posiciones.	Que el paciente realmente visualice mover la mano en diversas posiciones. Acciones concretas o abstractas	¿El paciente experimenta dolor? Volver a la etapa de lateralidad. Encontrar imágenes que no provoquen dolor
ETAPA 3: terapia espejo	Que el paciente vea la imagen en movimiento de la extremidad no afectada, reflejada en el espejo.	Que el paciente mueva la extremidad afectada, y visualice la imagen reflejada de la extremidad no afectada en la caja espejo, realizando esto en diferentes situaciones, con música, olores distintos, horarios distintos, etc.	¿El paciente experimenta dolor? El paciente vuelva a observar los movimientos sin necesidad de realizar los movimientos. Encontrar un patrón de movimiento que no provoque dolor. Volver a los movimientos de imaginaria motora

Imagen 2³. Progresión de las fases del programa de Imaginería Motora Graduada



Imagen 3³. Ejemplo de imágenes de restauración de lateralidad. Las imágenes muestran las diferentes posiciones de los segmentos derecha e izquierda. Fase 1

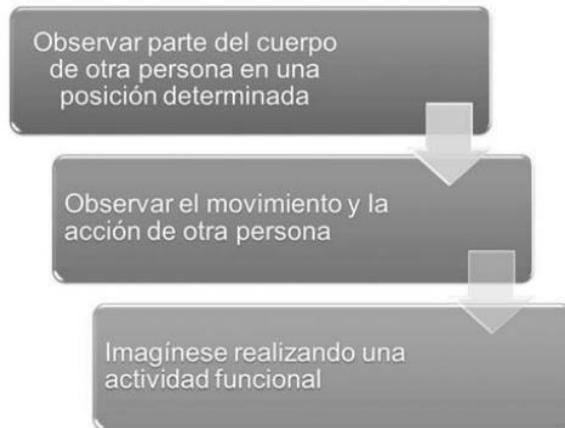


Imagen 4³. Ejemplo de progresión para imaginación motora. Fase 2

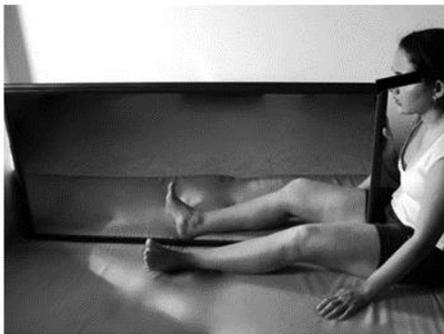


Imagen 5³. Ejemplo de terapia espejo para miembro inferior. Fase 3

En un estudio publicado por Adriaan Louw cols.⁴⁴ se evaluó el programa IMG con el objetivo de determinar si era efectivo para reducir el dolor postquirúrgico y evitar la disfunción motora en un paciente con radiculopatía L5 con déficit neurológico. Los resultados obtenidos fueron aumento en el ROM de los miembros inferiores y un efecto hipotalgésico inmediato, por lo tanto, este programa podría ser utilizado en pacientes agudos postquirúrgicos de L5 para prevenir rigidez por dolor y alteraciones en la sensibilidad⁴⁴. Se realizó otro estudio publicado por Araya F y cols.⁴⁵ en pacientes con dolor crónico de hombro sin antecedentes traumáticos con el objetivo de determinar los efectos a corto plazo de un programa de IMG, como resultados obtuvieron disminución en el puntaje de la escala VAS de dolor y aumento del rango de movimiento en el hombro afectado, concluyendo que el programa obtiene buenos resultados en un periodo de seis semanas en pacientes con este síndrome doloroso⁴⁵ (imagen 6)⁴⁵ (imagen 7)⁴⁵.

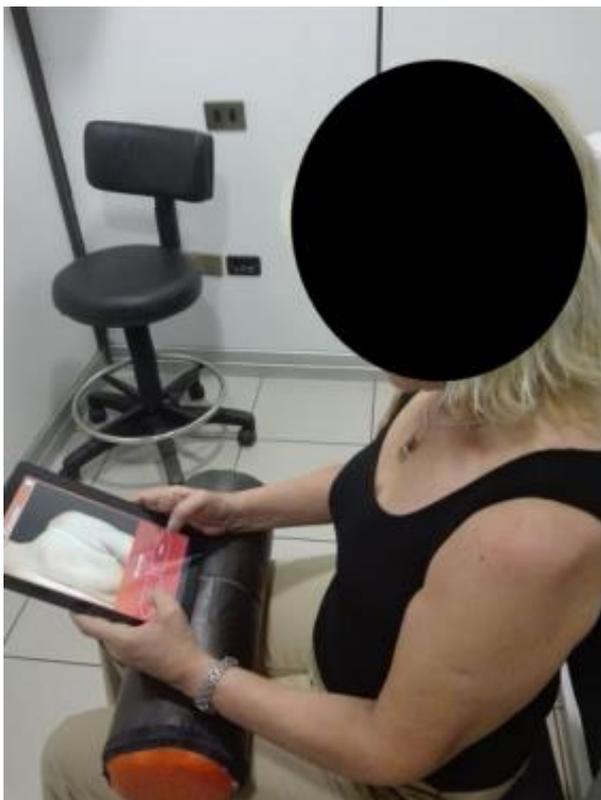


Imagen 6⁴⁵. Ejemplo de imágenes de reconocimiento de lateralidad derecha/izquierda en un software con fotos de su extremidad afectada. Fase 1

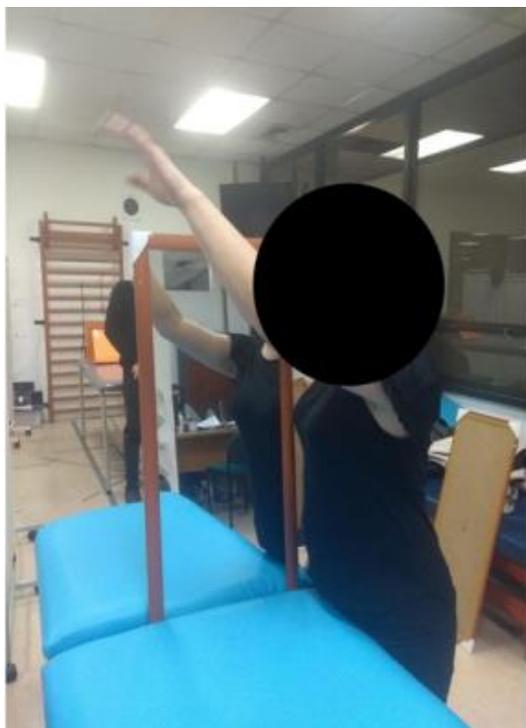


Imagen 7⁴⁵. Ejemplo de terapia en espejo. Fase 3

Otro estudio realizado por McGee C y cols.⁴⁶ estudiaron los efectos de IMG en una etapa temprana para prevenir el desarrollo de Síndrome de dolor regional complejo en pacientes con fractura de radio distal. Se obtuvieron resultados finales beneficiosos en cuanto al aumento de la movilidad, disminución del edema, incremento de la fuerza de prensión y propiocepción. (Imagen 8)⁴⁶ (imagen 9)⁴⁶.

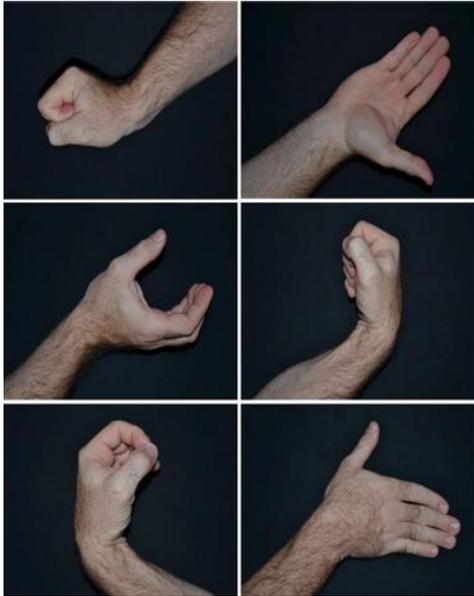


Imagen 8⁴⁶. Ejemplo de imágenes para el reconocimiento de lateralidad (fase 1) y poder imaginar los movimientos que se visualizan en las imágenes (fase 2).



Imagen 9⁴⁶. Ejemplo de terapia en espejo. Fase 3

En otro estudio publicado por Dilek B y cols.⁴⁷ evaluaron la efectividad del programa IMG para la función de la mano en pacientes con fractura de radio distal. Los resultados obtenidos en el grupo experimental que recibió IMG + tratamiento tradicional obtuvieron en cuanto a fuerza, movilidad y puntajes en las escalas de funcionalidad (Disability of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire y Michigan Hand Questionnaire) resultados estadísticamente significativos en comparación con el grupo control que recibió solo tratamiento tradicional⁴⁷.

Se han realizado también estudios en donde se aplican solo uno o dos componentes del programa IMG. En el estudio realizado por Teresa Paolucci y cols.⁴⁸ se evaluó a 22 pacientes que padecían Parálisis periférica del Nervio Facial con el objetivo de determinar los efectos de la terapia en espejo acompañada de imaginería motora (grupo experimental) en comparación con la terapia mímica en espejo tradicional (grupo control). El grupo experimental presentó mejores resultados en cuanto a calidad de vida, depresión emocional y función física facial (imagen 10)⁴⁸.

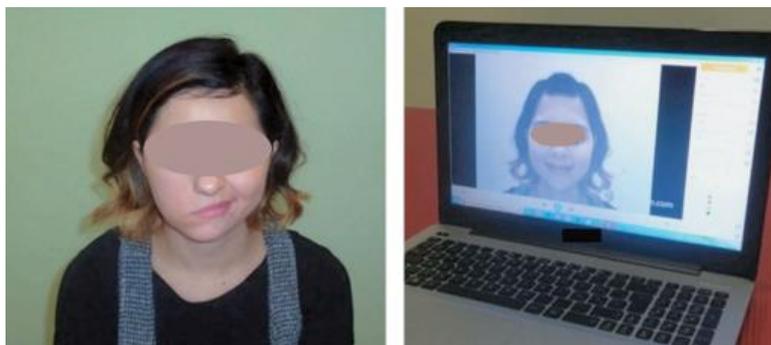


Imagen 10⁴⁸. Ejemplo de imaginación motora, donde la paciente visualiza la foto e imagina las expresiones sin realizarlas. Fase 2

Anteriormente los estudios han demostrado que tanto las imágenes motoras como la observación de la acción, mejoran el rendimiento de la función motora. La existencia de una representación neuronal compartida apoyaría la hipótesis de que la observación de acción (AO) e imágenes motoras (MI) puede promover cambios plásticos neuronales y mejoras de comportamiento de una manera similar a la ejecución del movimiento⁴⁹. Además, una creciente evidencia en adultos sanos propuso que la combinación de AO y MÍ entre sí o con estimulaciones no invasivas centrales y periféricas podría tener un mayor impacto en la plasticidad cerebral y el aprendizaje motor que cuando estas técnicas se aplican solas.⁵⁰

En el presente estudio⁵¹, utilizaron la resonancia magnética funcional (fRM) para investigar si la plasticidad de la corteza motora primaria (M1) es un sustrato fisiológico de la ganancia de rendimiento inducida por AO y si la propia AO es suficiente para cambiar el rendimiento motor. La excitabilidad de M1, especialmente la de su circuito excitador intracortical, arrojaron mejoría después y durante AO con ilusión kinestésica pero no en intervenciones sin esta ilusión. Los hallazgos indicaron que la ilusión kinestésica es un componente esencial del aprendizaje motor y la plasticidad M1 inducida por AO, y esta idea puede ser útil para la rehabilitación estratégica de pacientes con accidente cerebrovascular⁵¹.

En otro estudio realizado por Polli A y cols.⁵² evaluaron la activación gradual cortical aplicando IMG para promover la recuperación motora en comparación con el tratamiento tradicional a pacientes que padecieron un accidente cerebrovascular. Se midieron con escalas funcionales (Wolf Motor Function Test WMFT) y Evaluación Fugl-Meyer (FMA), los resultados finales alcanzaron mejoras clínicas significativas en los puntajes de las escalas en el grupo experimental, concluyendo que IMG es un abordaje factible con mejores resultados que la terapia convencional para pacientes con accidente cerebrovascular.⁵²

V. MÉTODOS.

V. a. Estrategia de búsqueda

Para el desarrollo de los objetivos previamente planteados, se realizó una revisión bibliográfica que abarcó artículos científicos publicados entre los años 2009 y 2020, en las siguientes bases de datos: Biblioteca Virtual en Salud (BVS), Pubmed y Scielo.

V.b. Palabras claves

Los términos MeSH, DeCS, y libres que se emplearon fueron:

- ✓ Términos Mesh
 - Mirror neurons
 - Radiculopathy
 - Small Fiber Neuropathy
 - Chronic pain
 - Central Nervous System Sensitization
 - Neurosciences
 - Exercise therapy

- ✓ Términos DeCS
 - Neuronas espejos
 - Radiculopatía
 - Neuropatía de fibras pequeñas
 - Dolor crónico
 - Sensibilización del sistema nervioso central
 - Neurociencias
 - Terapia por ejercicio

- ✓ Términos libres
 - Graded motor imagery
 - Graduated motor image
 - Motor imagery
 - Imaginería motora
 - Imaginería motora graduada

Las combinaciones utilizadas fueron:

1. **"Radiculopathy"[Mesh] AND motor imagery [término libre] OR graded motor imagery [término libre]**
 - Pubmed: 62 artículos
 - Bireme: 1 artículos
 - Scielo: 0 artículos
2. **"Small Fiber Neuropathy"[Mesh] AND graded motor imagery [término libre] OR Graduated motor image [término libre]**
 - Pubmed: 4 artículos
 - Bireme: 0 artículos
 - Scielo: 0 artículos
3. **"Radiculopathy"[Mesh] AND "Small Fiber Neuropathy"[Mesh] AND graded motor imagery [término libre] OR Graduated motor image [término libre]**
 - Pubmed: 4 artículos
 - Bireme: 0 artículos
 - Scielo: 0 artículos
4. **"Chronic Pain"[Mesh] AND graded motor imagery [término libre]**
 - Pubmed: 7 artículos
 - Bireme: 0 artículos
 - Scielo: 2 artículos
5. **"Central Nervous System Sensitization"[Mesh] AND graduate motor image [término libre] OR graded motor imagery [término libre]**
 - Pubmed: 19 artículos
 - Bireme: 0 artículos
 - Scielo: 0 artículos
6. **"Neurosciences"[Mesh] OR "Mirror Neurons"[Mesh]) AND "Exercise Therapy"[Mesh]**
 - Pubmed: 34 artículos
 - Bireme: 0 artículos
 - Scielo: 0 artículos
7. **Imaginería motora graduada [término libre] OR imaginería motora [término libre] AND dolor crónico[DeCS]**
 - Scielo: 2 artículos
 - Bireme: 2 artículos

8. Neurociencias[DeCS] AND imaginaria motora graduada [termino libre] AND dolor cronico[DeCS]

- Bireme: 1 artículos
- Scielo: 1 artículos

9. Neuronas espejo[DeCS] OR Neurociencias AND terapia por ejercicio[DeCS]

- Bireme: 13 artículos
- Scielo: 0 artículos

10. Imaginaria motora graduada [termino libre] OR Neurociencias [DeCS] AND radiculopatía [DeCS]

- Bireme: 4 artículos
- Scielo: 0 artículos

11. Imaginaria motora graduada [termino libre] OR Neurociencias [DeCS] AND Sensibilización del Sistema Nervioso Central[DeCS]

- Bireme: 6 artículos
- Scielo: 0 artículos

V.c. Filtros

- Texto completo
- Edad: adultos mayores
- Idioma: inglés, portugués, español
- Especie: humano
- Artículos publicados entre 2009-2020

V.d. Criterios de inclusión y de exclusión:

❖ Los criterios de inclusión fueron:

- Estudios publicados entre los años 2009-2020
- Estudios realizados en personas con neuropatías crónicas
- Estudios en idioma inglés, portugués, español
- Estudios realizados en pacientes adultos mayores

❖ Los criterios de exclusión fueron:

- Estudios publicados previamente al año 2009
- Estudios que no cumplían con las tres etapas del abordaje de imaginaria motora graduada
- Estudios donde el abordaje fue aplicado en pacientes post-quirúrgicos
- En pacientes sin neuropatías crónicas

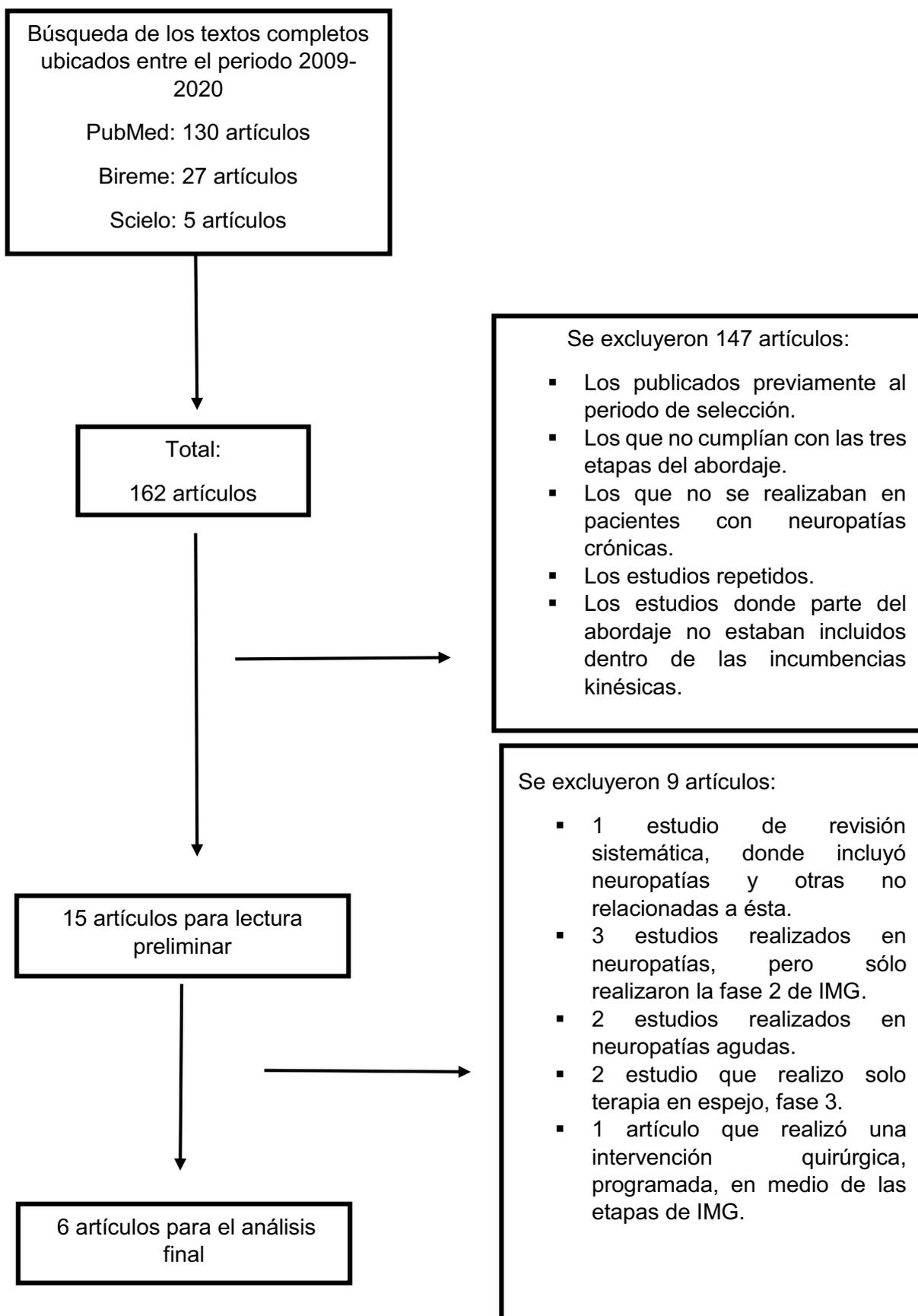
- En pacientes que se les realizó estimulación eléctrica medular (EEM) mediante electrodos implantados
- Estudios repetidos
- Estudios donde parte del abordaje no estaban incluidas dentro de las incumbencias kinésicas

V.e. Recolección de datos

Inicialmente se encontraron un total de 162 artículos. De los cuales 130 se localizaron en PubMed, 27 en Bireme y 5 en Scielo.

A partir de allí se realizó la lectura de los mismos cumpliendo con los criterios de exclusión (cuadro 1)

Cuadro 1. Análisis de la selección de artículos



VI. RESULTADOS

Victoria W. Priganc y col.⁵³ (2011) Realizaron un reporte de caso clínico con el objetivo de reestablecer el procesamiento del dolor crónico con el programa de Imaginería motora graduada. La paciente era una mujer de 57 años de edad diagnosticada de SDRC, (síndrome de dolor regional complejo), con una historia de dolor de tres meses de duración posterior a una fractura de radio distal izquierda. Al inicio se evaluó el dolor con la escala analógica visual (VAS) (ver anexo), detallo su dolor en el punto 8 (siendo el diez el dolor insoportable y el cero sin dolor). En cuanto a fuerza se evaluó con un dinamómetro de mano y la movilidad de la flexión, extensión, desviación radial y cubital con goniometría. Se inició con el programa IMG con sus tres fases correspondientes (imagen 5, imagen 6) en un marco de siete visitas durante cuatro semanas (1 mes). A su vez se le asignó técnicas de respiración diafragmática para influir en el tono simpático como estrategia de relajación, movilización cervical y torácica, neurodinamia y ejercicios de fortalecimiento escapulo humerales. Al mes de finalizar el programa de IMG la paciente solo realizo los ejercicios de movilidad, fortalecimiento y relajación por dos meses más. Al concretar los dos meses, mostró disminución del dolor y la discapacidad, mejoría en la ROM y normalización de la disfunción autonómica y la alodinia ya no estaba presente. La paciente logró sus objetivos a largo plazo de disminución del dolor (que ocasionalmente fluctuaba de 0 a 2), ROM funcional de la extremidad superior izquierda y ganancias de fuerza suficientes para realizar todas las actividades de la vida diaria, incluidas las actividades de conducción y ocio.

TABLE 2. Range of Motion Chart

ROM	Initial Evaluation (4 mo before Completion of GMI)		Discharge Evaluation after GMI (5 mo/1 wk Postinjury)	
	AROM ^f	PROM ^f	AROM ^f	PROM ^f
Wrist				
Flexion	0–10	0–15	0–35	0–48
Extension	0–15	0–35	0–45	0–62
Radial deviation	0–4	0–11	0–30	0–35
Ulnar deviation	0–4	0–12	0–19	0–35
Strength				
Involved left grip (kg)		4.15		10.5
Involved left pinch (kg)		1.85		6.2

ROM = range of motion; GMI = graded motor imagery; AROM = active range of motion; PROM = passive range of motion.

Tabla 1 ⁵³. Evaluación al comienzo de IMG. Evaluación al final de IMG



Fig 1 ⁵³. Representa fase 1 de IMG Fig 2 ⁵³. Representa fase 3 de IMG

Johnson y col.⁵⁴ (2011). Se realizó un estudio clínico prospectivo longitudinal con el objetivo de establecer los efectos y cambios en el dolor aplicando imaginación motora graduada en la práctica clínica en pacientes con Síndrome de dolor regional complejo de larga data en dos clínicas del Reino Unido. La muestra fue de 26 pacientes, edad entre 35 y 55 años (media 42.5) en la clínica número 1 (CR1) con una historia de dolor desde 9 meses hasta 5 años de duración (media 1.8) y de 15 pacientes, edad entre 30 y 50 (media 39.1) en la clínica número 2 (CR2) con una historia de dolor desde 8 meses hasta 7 años de duración (media 2), al momento del inicio del programa. El programa duró un periodo de 6 semanas en ambos grupos, al principio y al finalizar las seis semanas se evaluó el dolor que era su objetivo principal mediante la escala de VAS (ver anexo) que va desde el puntaje 0 donde no hay dolor hasta el puntaje 10 donde el dolor es intolerable, también se evaluó como el dolor influía en sus estados de ánimo mediante la escala de depresión y ansiedad (Anxiety and Depression Scale HADS) (ver anexo) y por último se evaluó como el dolor afectaba en sus actividades cotidianas mediante la escala Brief Pain Inventory (BPI) (ver anexo). Durante la prueba se fueron excluyendo pacientes que no toleraban la prueba o que no tuvieron entusiasmo en continuarla y solo finalizaron el abordaje completo de IMG en el CR1 un total de 7 pacientes, y en el CR2 un total de 11 pacientes. Al finalizar el programa completo de IMG la intensidad del dolor basal no fue diferente, entre ambos grupos solo 7 pacientes obtuvieron una disminución de dos puntos en la escala de VAS con respecto a su puntaje basal. Los puntajes de la escala HADS estaban disponibles en tres pacientes en el grupo CR1 y cinco en el otro grupo CR2; no hubo diferencias significativas en ambos grupos. La interferencia basal

del dolor con la función (puntuación de interferencia BPI) en el CR2 presento diferencias significativas ($p < 0.02$) en comparación al grupo CR1.

Andrea Walz y col.⁵⁵ (2013). Se realizó un estudio de ensayo clínico con el objetivo de establecer los correlatos cerebrales a partir de un programa de Imaginería Motora Graduada (IMG). Se llevó a cabo el grupo experimental en una paciente mujer de 37 años de edad con una historia de 42 meses de dolor por Síndrome de Dolor regional Complejo posterior a una cirugía en su extremidad superior derecha y en una persona sana de su misma edad como grupo control. Se realizó el programa de IMG durante seis semanas, con una duración de dos semanas cada fase de IMG. Se evaluó el dolor con la escala analógica visual VAS previamente a la terapia, durante las evaluaciones de la resonancia magnética funcional (fRM), y durante el periodo de terapia dos veces al día. La fRM se realizó 5 veces, 1 previamente al programa IMG, otra al finalizar la fase 1, al finalizar fase 2, fase 3 y la última a los seis meses de seguimiento. Previo a comenzar el programa la paciente puntuó en 9.4cm al dolor provocado durante el movimiento en la escala de VAS y 8.5 cm al dolor espontaneo en la escala de VAS. Para evaluar ejecución motora (EM), se utilizó agarre manual isométrica dinámica con una tasa objetivo de 0.5 Hz y una fuerza objetivo de 33% de contracción voluntaria máxima (MVC) medida en pre-GMI. La fRM se realizó en regiones de interés que fueron la ínsula anterior y la corteza cingular anterior (ACC) como áreas asociadas al procesamiento de dolor afectivo y la corteza somatosensorial primaria (S1) y corteza somatosensorial secundaria (S2) como áreas para el procesamiento discriminativo del dolor. Para la fase 1 del programa y fase 2 se seleccionó el lóbulo posterior. Los resultados al finalizar las seis semanas evocaron cambios en las primeras 4 fRM. Para el área S1 y S2 la paciente mostró una reducción en la activación y la persona sana control no demostró cambios en la intensidad de activación, solo demostró una pequeña variación en S1. La ACC no demostró cambios significativos en la activación tanto para la paciente como para la persona sana control. Se continuó con un seguimiento de seis meses en donde la EM en la paciente incremento 115% de MVC en cuanto a la persona sana control no demostró cambios en el tiempo. El dolor durante el movimiento y el dolor en reposo presento una disminución < 5 cm en la escala de VAS, esta diferencia fue estadísticamente significativa $p < 0.05$.

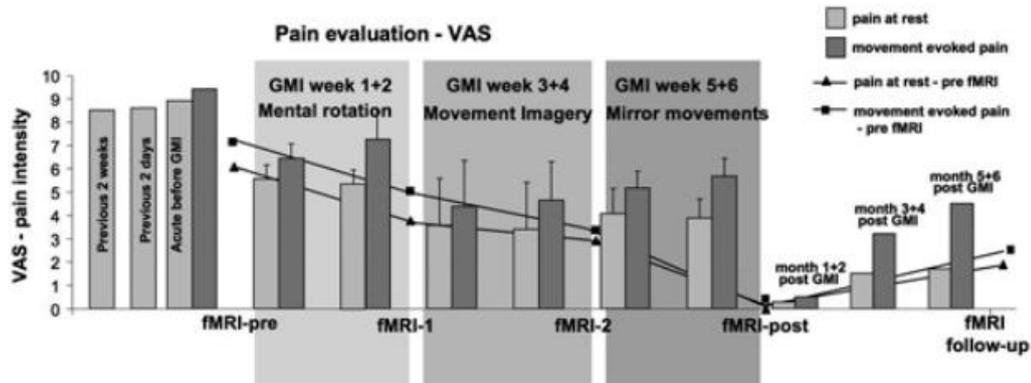


Fig. 3⁵⁵. Representación cronológica del dolor.

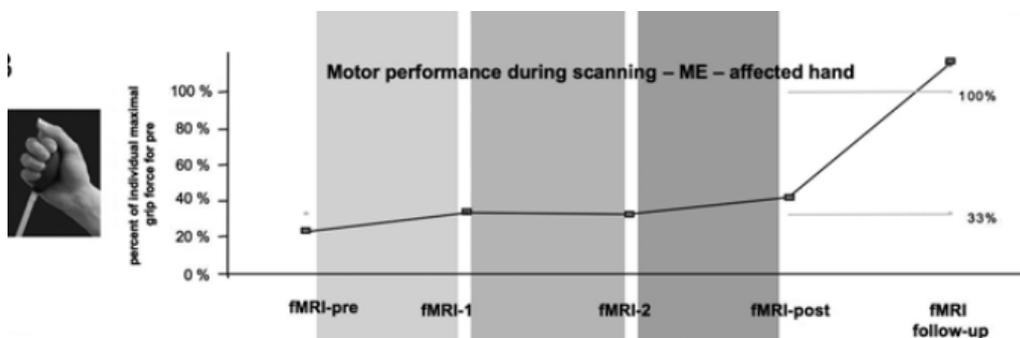


Fig. 4⁵⁵. Representación gradual del incremento de la fuerza de prensión

Mark Shepherd y cols⁵⁶ (2018). Realizaron un reporte de caso clínico con el objetivo de establecer los efectos clínicos y funcionales de un programa de imaginación motora graduada a largo plazo, con un seguimiento de 2 años. Se llevó a cabo en una paciente mujer de 57 años que presentó Síndrome de dolor regional complejo (4 meses de dolor) posterior a una fractura avulsión del astrágalo derecho y radiculopatía lumbar L5 asociado. Al inicio del programa y al final se evaluó el dolor con la escala de VAS (ver anexo) con un puntaje de 10/10 al inicio, presentó parestesias, ardor, pérdida de frío o calor y presentaba dificultad para dormir por la noche por lo cual representa características de dolor tipo neuropático. Se completó la escala de medida de tobillo y pie en las actividades de vida diaria (FAAM-ADL) donde el puntaje total de 84 puntos indica alta capacidad funcional. Se midió la escala de kinesiofobia (TSK) (ver anexo) donde el puntaje de 37 indica punto de corte para indicar un alto grado de kinesiofobia y por último se midió el nivel de catastrofización de dolor mediante la escala (PCS) (ver anexo), puntos superiores a 30 representan alto nivel de catastrofismo y pensamientos negativos.

Se realizó examen físico, al inicio y al final de observación, de la extremidad inferior afectada, función, ROM, sensibilidad, propiocepción mediante evaluaciones objetivas. La paciente fue vista por un total de 26 visitas en 9 meses, donde realizó el programa de IMG con sus tres fases correspondientes, acompañado de un tratamiento tradicional de terapia manual con movilización artrocinemática, ejercicios en la cinta eléctrica donde se iba aumentando progresivamente la velocidad, ejercicios de subir y bajar escaleras y educación sobre neurociencia del dolor. En la visita número 26 se observaron cambios en los puntajes de las escalas medidas FAAM-ADL presentó puntajes superiores indicando aumento en la capacidad funcional 75/84, TSK disminuyó a 27 pts., y PCS disminuyó a 1, y en cuanto a las evaluaciones del examen físico también se observaron cambios positivos en cuanto a fuerza, ROM, función, palpación, propiocepción.

Outcome	Encounter: Visit/Week								
	1/1	6/4	9/8	13/16	16/21	21/30	26/36	3 mo. F/U	2 yr. F/U
FAAM	5/84	5/84	7/84	11/84	21/84	55/84	75/84	65/84	84/84
PCS	14/52	11/52	11/52	7/52	1/52	1/52	1/52	-	0/52
TSK	49/68	44/68	42/68	36/68	38/68	25/68	27/68	24/68	21/68

Abbreviations: FAAM, Foot and Ankle Ability Measure; PCS, Pain Catastrophizing Scale; TSK, Tampa Scale of Kinesiophobia; F/U, follow-up

Tabla 2⁵⁵. Representa los resultados de las escalas medidas.

Objective Assessment	Findings			
	Initial Evaluation		Visit 26	
Limb Observation	<ul style="list-style-type: none"> Evident R gastroc-soleus complex muscle wasting Shiny skin at distal RLE R distal Limb diaphoresis Discoloration of R foot and ankle Mild edema at R ankle (< 3 cm difference as compared to L ankle) 		<ul style="list-style-type: none"> Improved gastroc-soleus complex muscle girth Skin not shiny, minimal discoloration No edema or diaphoresis noted Gastroc-soleus muscle atrophy still noted 	
Functional activities	<ul style="list-style-type: none"> Using scooter for RLE support No active movement of R ankle/foot; assisted with use of UE Not tested* 		<ul style="list-style-type: none"> No use of assistive device/CAM boot; early calcaneal elevation in terminal stance Gait speed = 14.8 sec Timed-up-and-Go = avg. 7 sec 	
AROM (Supine)	Right	Left	Right	Left
<ul style="list-style-type: none"> Ankle DF Ankle PF Ankle Inversion Ankle Eversion 	<ul style="list-style-type: none"> -10° 25° N/A* N/A* 	<ul style="list-style-type: none"> 8° 30° 45° 29° 	<ul style="list-style-type: none"> 13° 60° 45° 25° 	<ul style="list-style-type: none"> 10° 60° 45° 30°
Palpation	<ul style="list-style-type: none"> Allodynia noted throughout medial and lateral talocrural region Allodynia and pain behavior noted at lateral aspect of 5th metatarsal proximal to distal 		<ul style="list-style-type: none"> No allodynia noted through out Able to tolerate multiple people touching affected limb Minor dyesthesia at lateral aspect of 5th metatarsal proximal to distal 	
Myotomal Screen (LE)	<ul style="list-style-type: none"> Pain and weakness with R L4-L5, unable to perform R heel raise 		<ul style="list-style-type: none"> Able to perform 20 double leg heel raises Able to perform > 2 single leg heel raises on affected limb L4-5 weak and minimal pain 	
Sensation (LE)	<ul style="list-style-type: none"> Allodynia noted on R at L5-S1 dermatomes Two-point discrimination* 		<ul style="list-style-type: none"> Two-point discrimination = comparable to unaffected LE 	
Proprioception	Not tested*		<ul style="list-style-type: none"> R LE Single leg stance = 30+ sec. 	
Mobility Testing	<ul style="list-style-type: none"> Talocrural Joint: Guarded 		<ul style="list-style-type: none"> Talocrural joint and 1st Ray: Unremarkable 	
Laterality	<ul style="list-style-type: none"> R foot accuracy = 88% R foot speed = 1.9 sec 		<ul style="list-style-type: none"> R foot accuracy = 92% R foot speed = 1.4 sec 	

Abbreviations: AROM, Active Range of Motion; R, Right; L, left; RLE, Right Lower Extremity; LE, Lower Extremity; DF, Dorsiflexion; PF, Plantarflexion; UE, upper extremity
 * Testing deferred due to irritability assessment

Tabla 3⁵⁶. Resultados de mediciones objetivas pre- post IMG.

Quintal y col⁵⁷ (2018). Se realizó un reporte de caso clínico con el objetivo de representar los beneficios del programa de imaginación motora graduada acompañado con técnicas de desensibilización y tratamiento tradicional en una paciente de 39 años de edad diagnosticada de Síndrome de dolor Regional Complejo en su miembro superior derecho, en octubre del año 2012. El tratamiento convencional consistió en movilizaciones pasivas activas, desensibilización, baños de contraste, ejercicios de fortalecimiento, TENS y crioterapia sobre el nervio cubital, fármacos en el cual no presento mejorías desde octubre de 2012 hasta diciembre del 2013. En febrero del 2014 comenzó con el programa Imaginería Motora Graduada junto con el método de rehabilitación somatosensorial en el dolor (SRM que consiste en realizar estimulación somatosensorial periférica sin la necesidad de mover el miembro a tratar), y también con el tratamiento tradicional que ya venía realizando. Las visitas para

realizar los programas se realizaron dos veces a la semana las primeras 15 semanas, y una vez a la semana hasta el final, que duro en un total de 22 meses. Se evaluó el dolor con la escala analógica visual (VAS) (ver anexo) donde se mide en cm desde 0 hasta 10 cm, escala de evaluación numérica de dolor (NSPA) (ver anexo) que va de un puntaje de 0 sin dolor a 10 dolor intolerable, y por último el cuestionario de MCGILL (QDSA) evalúa aspectos cuantitativos y cualitativos del dolor, como son localización, cualidad, propiedades temporales e intensidad que tiene un puntaje máximo de 64. La hipoestesia se evaluó con la discriminación de dos puntos y el mapeo de la hipoestesia en el área de la piel. El movimiento activo se lo midió con goniometría, la fuerza de la mano se evaluó por la fuerza de agarre con un dinamómetro manual. La percepción funcional de la mano brazo y hombro fue evaluada con la escala de discapacidad (DASH). Todas las evaluaciones fueron medidas una vez al mes, excepto la alodinia que se evaluaba todas las semanas para garantizar un adecuado monitoreo y ajustes en los programas. IMG se comenzó a realizar el 25 de febrero del 2014. En diciembre del 2015 se obtuvieron mediciones finales para el dolor, de la escala NSPA los puntajes se encontraban entre 0 y 3 en reposo y para movimientos activos; de la QDSA se obtuvieron valores entre 8 y 14 pts. La hipoestesia disminuyo de un valor de 21 mm a 12 mm. Las mediciones de rango de movilidad articular alcanzaron valores normales, la desviación cubital comenzó con 15° y finalizo en 40°. la supinación varia de 30° a 90°. Hubo mejorías en la fuerza de agarre. Los resultados de la escala de DASH fueron corroborados por la mejora en la función descrita por el paciente.

Anderson y cols⁵⁸ (2018). Realizaron un reporte de caso clínico con el objetivo de describir los efectos del programa de Imaginería Motora Graduada en una paciente mujer de 46 años que presento síndrome de túnel carpiano en ambos miembros superiores, pero a los cinco años posterior manifestó dolor en sus cuatro extremidades con perdida global del movimiento en toda la columna, disminución de la fuerza de agarre en extremidad superior y perdida de discriminación de dos puntos, dando como resultado discapacidad completa. La paciente realizo el programa por 6 semanas. Las mediciones de escala obtenidas al principio fueron (SF-12) = 18.8 físico, 33 mental; evaluación del riesgo de banderas amarillas = 82 (alto riesgo de discapacidad por dolor crónico); escala funcional específica del paciente (PSFS) = caminar (1), cuidado personal (1) y dormir (1); Índice de discapacidad de Oswestry = 72% (discapacidad completa); Índice de discapacidad del cuello = 70% (discapacidad completa). Los resultados finales obtenidos fueron

ROM cervical casi completa, con un poco de dolor leve. Su fuerza de agarre mejoró a 31 psi (derecha) y 25 psi (izquierda). Su discriminación de 2 puntos mejoró a 100% de precisión después de solo 2 visitas. SF-12 = 34.4 físico, 42.5 mental; riesgo de banderas amarillas evaluación = 46 (bajo riesgo de discapacidad por dolor crónico); PSFS = caminar (6), cuidado personal (6) y dormir (5.5); Índice de discapacidad de Oswestry = 54% (discapacidad grave); Cuello Índice de discapacidad = 50% (discapacidad grave).

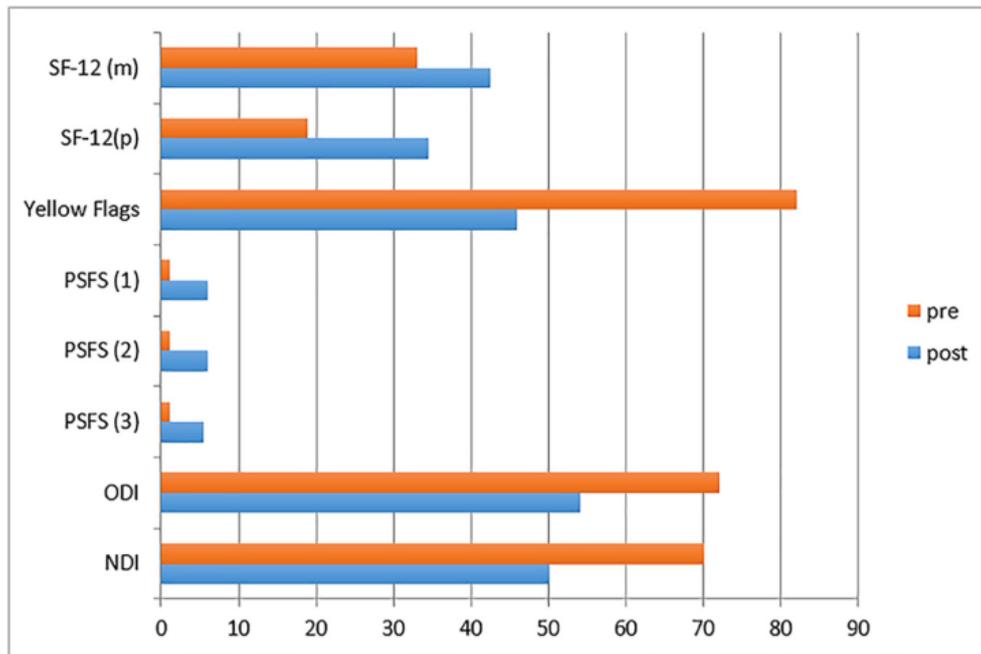


Tabla 4⁵⁸. Resultados de las escalas al inicio y al final de IMG

AUTOR Y AÑO	TÍTULO	DISEÑO DE ESTUDIO	VARIABLES	MUESTRA	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Victoria W. Priganc y col. (2011)	Graded motor imagery	Reporte de caso clínico	*Dolor * Rango de movilidad * Fuerza de prensión.	Paciente mujer de 57 años de edad con Síndrome De Dolor regional complejo	*Escala VAS *Goniometría *Dinamómetro de mano	*La paciente presento disminución en dolor (VAS entre 0 y 2) *aumento de la movilidad y disminución de su discapacidad * incremento de la fuerza para realizar actividad diarias y de su ocio.
Johnson y col. (2011)	Using graded motor imagery for complex regional pain syndrome in clinical practice: failure to improve pain	Estudio clínico prospectivo longitudinal	*Dolor *Ansiedad y depresión *Función de las actividades de la vida diaria	La muestra fue de 26 pacientes, edad entre 35 y 55 años (media 42.5) en la clínica numero 1 (CR1) con una historia de dolor desde 9 meses hasta 5 años de duración (media 1.8) y de 15	*Escala VAS *Escala de ansiedad y depresión (HADS) *Escala de inventario de dolor para las actividades diarias (BPI)	La intensidad del dolor basal no fue diferente, entre ambos grupos solo 7 pacientes obtuvieron una disminución de dos puntos en la escala de VAS con respecto a su puntaje basal. Los puntajes de la escala HADS estaban disponibles en tres pacientes en el grupo CR1 y cinco en el otro grupo CR2; no hubo diferencias significativas en ambos grupos. La interferencia basal del dolor con la función (puntuación de

				pacientes, edad entre 30 y 50 (media 39.1) en la clínica numero 2 (CR2) con una historia de dolor desde 8 meses hasta 7 años de duración (media 2),		interferencia BPI) en el CR2 presento diferencias significativas ($p < 0.02$) en comparación al grupo CR1.
Andrea Walz y col. (2013)	Graded motor imagery and the impact on pain processing in a case of CRPS	Ensayo clínico	*Dolor *Activación áreas cerebrales *Ejecución motora de la mano	Grupo experimental en una paciente mujer de 37 años de edad con una historia de 42 meses de dolor por Síndrome de	*Escala de VAS *Resonancia magnética funcional (fRM) *Agarre manual isométrico dinámico	Los resultados al finalizar las seis semanas evocaron cambios en las primeras 4 fRM. Para el área S1 y S2 la paciente mostró una reducción en la activación y la persona sana control no demostró cambios en la intensidad de activación, solo demostró una pequeña variación en S1. La ACC no demostró cambios

				Dolor regional Complejo posterior a una cirugía en su extremidad superior derecha y grupo control en una persona sana de su misma edad		significativos en la activación tanto para la paciente como para la persona sana control. Se continuó con un seguimiento de seis meses en donde la EM en la paciente incremento 115% de MVC en cuanto a la persona sana control no demostró cambios en el tiempo. El dolor durante el movimiento y el dolor en reposo presento una disminución <5 cm en la escala de VAS, esta diferencia fue estadísticamente significativa $p < 0.05$.
Mark Shepherd y cols. (2018)	The clinical application of pain neuroscience, graded motor imagery, and	Reporte de caso clínico	*Dolor *Función de tobillo *Kinesiofobia *Dolor catastrófico	Paciente mujer de 57 años que presento Síndrome de dolor regional complejo	*Escala de VAS *Escala de medida de tobillo y pie en las AVD (FAAM-ADL)	En la visita número 26 se observaron cambios en los puntajes de las escalas medidas FAAM-ADL presento puntajes superiores indicando aumento en la capacidad funcional 75/84, TSK disminuyo a

	graded activity with complex regional pain syndrome-A case report.		*ROM *Sensibilidad *Propiocepción	posterior a una fractura avulsión del astrágalo derecho y radiculopatía lumbar L5 asociado	* Escala de kinesiophobia (PCS) *Goniometría *Time up and go	27 pts., y PCS disminuyó a 1, y en cuanto a las evaluaciones del examen físico también se observaron cambios positivos en cuanto a fuerza, ROM, función, palpación, propiocepción.
Quintal y col. (2018)	Management of long-term complex regional pain syndrome with allodynia: A case report	Reporte de caso clínico	*Dolor *Hipoestesia *ROM *Fuerza *Discapacidad de mano, brazo y hombro	Paciente de 39 años de edad diagnosticada de Síndrome de dolor Regional Complejo	*Escala VAS de dolor *Evaluación numérica de dolor (NSPA) *Cuestionario de McGill (QDSA) *Hipoestesia con discriminación de dos puntos y mapeo en el área de la piel *Goniometría	Se obtuvieron resultados finales para el dolor, de la escala NSPA los puntajes se encontraban entre 0 y 3 en reposo y para movimientos activos; de la QDSA se obtuvieron valores entre 8 y 14 pts. La hipoestesia disminuyó de un valor de 21 mm a 12 mm. Las mediciones de rango de movilidad articular alcanzaron valores normales, la desviación cubital comenzó con 15° y finalizó en 40°, la supinación varió de 30° a 90°. Hubo mejorías en la

					*Dinamómetro manual *Escala de discapacidad (DASH)	fuerza de agarre. Los resultados de la escala de DASH fueron corroborados por la mejora en la función descrita por el paciente.
Anderson y cols. (2018)	Treatment of a Patient With Central Pain Sensitization Using Graded Motor Imagery Principles: A Case Report.	Reporte de caso clínico	*Discapacidad cuello *Función del paciente *ROM	Paciente mujer de 46 años que presento síndrome de túnel carpiano en ambos miembros superiores	*Escala de salud (SF-12) *Escala funcional específica del paciente (PSFS) *Índice discapacidad de cuello *Índice discapacidad Oswestry *Goniometría *Dinamómetro manual	Los resultados finales obtenidos fueron ROM cervical casi completa, con un poco de dolor leve. Su fuerza de agarre mejoró a 31 psi (derecha) y 25 psi (izquierda). Su discriminación de 2 puntos mejoró a 100% de precisión después de solo 2 visitas. SF-12 = 34.4 físico, 42.5 mental; riesgo de banderas amarillas evaluación = 46 (bajo riesgo de discapacidad por dolor crónico); PSFS = caminar (6), cuidado personal (6) y dormir (5.5); Índice de discapacidad de Oswestry = 54% (discapacidad grave); Cuello

						Índice de discapacidad = 50% (discapacidad grave).
--	--	--	--	--	--	---

VII. DISCUSIÓN.

El objetivo general de ésta revisión bibliográfica fue analizar los efectos clínicos y funcionales del abordaje Imaginería Motora Graduada en pacientes con neuropatías crónicas.

En los estudios de **Mark Shepherd y cols.**⁵⁶ y **Anderson y cols.**⁵⁸ demostraron que implementar al inicio el abordaje de Imaginería Motora Graduada junto con la educación en neurociencia del dolor (PNE) en pacientes con Síndrome de dolor Regional Complejo y Síndrome del túnel Carpiano, redujo la sensibilidad, parestesias y el dolor en ambos estudios, permitiendo incrementar la movilidad y funcionalidad. En el estudio de **Anderson y cols.**⁵⁸ se obtuvo el resultado una vez que finalizo la primera fase de IMG, realizando el reconocimiento de lateralidad con las imágenes en menos de 5 segundos, considerando lo normal entre 2 y 5 segundos. Diferente de **Mark Shepherd y cols.**⁵⁶ donde los síntomas se mantuvieron fluctuante durante las tres etapas del abordaje generando el retroceso de las fases, pero permitió incrementar su funcionalidad en la extremidad afectada. Por esta razón se utilizaba el PNE como estrategia para controlar los estados de ánimo del paciente y mantener en curso el programa.

En los estudios de **Victoria W. Priganc y col.**⁵³, **Mark Shepherd y cols.**⁵⁶, **Quintal y cols.**⁵⁷ y **Anderson y cols.**⁵⁸ hubo variaciones e irregularidades en el tiempo, periodo y metodología de aplicación de cada una de las fases del abordaje IMG. En el estudio de **Quintal y cols.**⁵⁷ el mismo día que se inició el abordaje se pasó de fase 1 a fase 2, mientras que en la fase 2 el paciente presento complicaciones para imaginar y visualizar su miembro afectado en posición estática debido al incremento del dolor, por lo que llevo un total de 7 meses en finalizar las tres etapas del abordaje. Junto a IMG en éste mismo estudio, se introdujo una modalidad de estimulación sensorial, de modo que no permite diferenciar si los efectos de hipoalgesia y disminución de alodinia son atribuibles al abordaje IMG o a la estimulación sensorial.

La limitación de estos estudios ^{53, 56, 57, 58} no permitió obtener datos homogéneos sobre el tiempo, duración y metodología de aplicación del abordaje IMG, además se estudiaron los efectos de manera individual, no con una muestra amplia y grupo control.

Otra limitación que se analizaron en los estudios ^{53, 54, 55, 56, 57, 58}, es que presentaban diferentes variables medidas. En los textos de **Victoria W. Priganc**

y col.⁵³ y **Quintal y cols.**⁵⁷ midieron el dolor y funcionalidad de la extremidad superior; **Anderson y cols.**⁵⁸ midió la funcionalidad completa de las cuatro extremidades con escalas que evalúan el índice de discapacidad y riesgo de banderas amarillas; **Mark Shepherd y cols.**⁵⁶ midió la propiocepción, sensibilidad y función del tobillo; **Andrea Walz y col.**⁵⁵ midió los correlatos cerebrales y la fuerza de prensión en la extremidad superior y en el estudio de **Johnson y col.**⁵⁴ dentro de su muestra se midieron la ansiedad, depresión y función en las actividades de la vida diaria en extremidades superiores e inferiores.

Uno de los objetivos específicos fue, describir los efectos sobre el dolor luego de la aplicación del abordaje de Imaginería Motora Graduada.

Andrea Walz y col.⁵⁵ demostró que el dolor en reposo y durante el movimiento presentó diferencias estadísticamente significativas $p < 0.05$ al finalizar las seis semanas del programa con IMG, estos resultados perduraron durante el período de seguimiento. Además, se evidenció con estudios de resonancia magnética funcional (fRM) que hubo disminución de la activación cortical en áreas que representan el dolor durante el movimiento de la extremidad afectada. A diferencia del estudio de **Johnson y col.**⁵⁴, manifestó que durante las 3 fases de IMG, el dolor incrementó en el 44% de la muestra y los pacientes abandonaron el programa, solo continuaron las tres fases una pequeña cantidad de muestra entre ambas clínicas y el resultado final en la escala VAS de dolor no presentaron cambios estadísticamente significativos, el dolor solo disminuyó 2/3 puntos de su nivel basal. Dentro de esta misma muestra, en la escala de interferencia del dolor en las actividades (BPI), se observaron cambios significativos en el grupo CR2 ($p < 0.05$), en comparación al grupo CR1. La limitación de este último estudio fue que no hubo un seguimiento personalizado de los pacientes durante el programa de IMG, los resultados fueron consultados por teléfono o por correo y también cinco de los pacientes que realizaron las tres fases no completaron al inicio las escalas de dolor, pero se tomó su resultado final, por lo tanto esta variación en la recolección de resultados no permite evaluar cómo afecta el nivel de dolor y no es posible extrapolar los efectos a toda la población con una historia de dolor de larga data en pacientes con Síndrome Dolor Regional Complejo.

Sólo en los estudios de **Mark Shepherd y cols.**⁵⁶ y **Johnson y col.**⁵⁴ se mencionó que los pacientes recibían terapia farmacológica para el dolor neuropático, la misma se continuó administrando durante el abordaje, pero no se detalla si hubo algún momento en el que los pacientes disminuyeron la dosis a medida que el

dolor descendía, o si se necesitó ajustarla cuando tenían incrementos de dolor durante la aplicación del programa IMG. No así en el estudio de **Andrea Walz y col.**⁵⁵ en donde la paciente mantuvo la dosis constante de su medicamento durante todo el programa. Según, el estudio de **Mark Shepherd y cols.**⁵⁶ se utilizó como estrategia la educación del dolor neuropático (PNE) para disminuir las fluctuaciones en el incremento del dolor, disminuir la ansiedad y el nivel de catastrofismo.

En un paciente adulto mayor, con una historia de dolor de 3 años y medio (42 meses), **Andrea Walz y col.**⁵⁵, demostró que un programa de Imaginería Motora Graduada por seis semanas y un seguimiento de seis meses, el dolor disminuyó más del 50%, presentando un puntaje menor a 5 cm en la escala VAS. Diferente al estudio de **Johnson y col.**⁵⁴, donde los pacientes de ambas clínicas tenían un promedio de edad entre 35 y 55 años (media 42.5) en la clínica numero 1 (26 pacientes) con una historia de dolor desde 9 meses hasta 5 años de duración (media 1.8), y edad entre 30 y 50 (media 39.1) en la clínica numero 2 (15 pacientes) con una historia de dolor desde 8 meses hasta 7 años de duración (media 2), donde no pudieron demostrar que un programa IMG de seis semanas de duración presentara efectos positivos en las escalas de dolor.

La limitación de éstos estudios ^{53, 54, 55, 56, 57, 58}, manifiestan diferencias en el tiempo cronológico de padecimiento del dolor entre cada paciente, ya que unos estudios demuestran un tiempo menor y otros presentan un tiempo más prolongado superando el año.

El segundo objetivo específico, fue describir los efectos en la funcionalidad luego de la aplicación del abordaje de Imaginería Motora Graduada.

En los estudios realizados por **Mark Shepherd y cols.**⁵⁶, **Anderson y cols.**⁵⁸, **Quintal y cols.**⁵⁷ y **Victoria W. Priganc y col.**⁵³ presentaron un reporte de caso clínico cada uno; donde demostraron a medida que el dolor fue disminuyendo a lo largo del programa IMG, los pacientes pudieron incrementar la movilidad, fuerza de su extremidad afectada y mejorar su calidad de vida. **Anderson y cols.**⁵⁸ pudo probar que en un periodo de seis semanas de abordaje de IMG, los resultados en las escalas de discapacidad de Oswestry e índice de discapacidad disminuyeron desde una discapacidad completa a una discapacidad grave. Distinto a **Mark Shepherd y cols.**⁵⁶, donde su programa IMG sumado a una terapia tradicional logra alcanzar los objetivos del paciente, disminuir la amenaza a la deambulación sin un dispositivo de asistencia, normalizar el patrón de marcha, ganar fuerza y

cargar progresivamente la extremidad afectada, a lo largo de 9 meses con un total de 26 visitas; éstos fueron medidos por escalas funcionales y evaluación objetiva.

En las investigaciones de **Anderson y cols.**⁵⁸, **Quintal y cols.**⁵⁷ y **Victoria W. Priganc y col.**⁵³ demostraron que un tratamiento de terapia tradicional para pacientes con Síndrome Dolor Regional Complejo y Síndrome de Túnel Carpiano de larga data, no obtuvieron resultados funcionales beneficiosos para éstos, aunque lograron incrementar movilidad, fuerza, prensión, función de su extremidad de manera funcional y disminuir los componentes afectivos utilizando el programa Imaginería Motora Graduada combinado con la terapia tradicional que venían realizando.

La limitación de estos estudios ^{53, 54, 55, 56, 57,58} demuestran que, el programa IMG no se aplicó por sí solo, se lo estudio combinado con otras terapias tradicionales

El tercer y último objetivo específico, fue detallar el rol de las neuronas en espejo para generar habilidades motoras a través de la observación y la imitación.

Andrea Walz y col.⁵⁵ en su estudio, mediante resonancia magnética funcional, donde su grupo experimental presentó disminución en la activación de zonas corticales asociadas al dolor de manera gradual en el transcurso del programa, logró imaginar movimientos en la fase 2 y desarrollar la terapia espejo en la fase 3, sin interrupciones en ambas fases.

Los autores de los artículos ^{53, 55, 56, 57, 58} llegaron a la conclusión de que el abordaje Imaginería Motora Graduada, presentó buenos resultados para los pacientes con una historia de dolor de larga data, donde se logra reestablecer parte de los cambios neuroplásticos generados por el dolor. Por otro lado, ninguno de estos estudios manifiesta efectos adversos, sólo en el estudio de **Johnson y col.**⁵⁴, donde indica que el 44 % de la población abandonó el programa en el transcurso, ante la intolerancia al dolor y no aceptar la adhesión al programa IMG.

La limitación de éste muestreo de estudios no disponía de alto contenido metodológico, aproximación científica y objetiva de la utilización de este abordaje. Solo se encontró un estudio de ensayo clínico con una persona como grupo experimental y otra persona sana como grupo control.

Otra limitación de los estudios al momento de la búsqueda y la categorización, según los criterios de inclusión, sólo se pudo encontrar 5 estudios con Síndrome Dolor Regional Complejo y uno solo con Síndrome de Túnel Carpiano, a pesar que las neuropatías son provocadas por diversas causas etiológicas. Uno de los

motivos fue la carencia de una palabra clave que abarque a todas las neuropatías. Las palabras claves radiculopatía y neuropatía de fibras pequeñas, fueron las que más englobaron a distintas neuropatías. Asimismo, la palabra dolor neuropático se la encontró como dolor crónico y sensibilización del sistema nervioso central.

VIII. CONCLUSIÓN

A partir de una revisión bibliográfica, se analizó los efectos clínicos y funcionales del abordaje IMG, indicando que un periodo de 4 o 6 semanas, combinado con otras terapias tradicionales, fue suficiente para demostrar cambios a largo plazo en cuanto a la disminución de dolor intenso, hiperalgesia, alodinia, edema en la extremidad afectada e incremento del rango de movilidad, en pacientes con neuropatías crónicas. Ésta combinación presentó efectos beneficiosos con respecto a la clínica, a diferencia de utilizar solo terapias tradicionales ya mencionadas.

Con respecto al primer objetivo específico, se pudo comprobar mediante resonancia magnética funcional que los pacientes con neuropatías crónicas, tienen una disminución en la activación de las zonas corticales asociadas al dolor durante la aplicación del abordaje. También, las escalas que se utilizaron para medir el dolor presentaron efectos beneficiosos durante la aplicación del abordaje, al finalizarlo y posteriormente a largo plazo. En un solo estudio analizado, no se pudo demostrar que IMG presentara resultados beneficiosos en el dolor.

En cuanto al segundo objetivo específico, las escalas funcionales mostraron resultados beneficiosos en el índice de discapacidad y disminución del riesgo de banderas amarillas. También se consiguió el retiro de asistencia para la marcha, como por ejemplo bastones, botas ortopédicas en la extremidad inferior afectada y férulas o cabestrillo para la extremidad superior afectada. Por lo tanto, los efectos sobre la función, lograron incrementar el rendimiento sobre el control motor.

Con respecto al último objetivo específico, en la fase 2 al pedirle al paciente que visualice videos e imágenes y luego las imagine, pero sin realizar ese movimiento, se reconoce que las Neuronas Espejo (NE) tienen un lazo en el proceso de aprendizaje motor, codificarían la intención y la emoción asociadas a lo que otro individuo hace activando las zonas corticales motoras sin dolor. Así también en la fase 3, terapia espejo, tiene como objetivo crear una ilusión de movimiento en su cerebro, a través de retroalimentación visual reactivando las vías motoras. Esta última fase puede tener una poderosa influencia sobre el pensamiento y la emoción a través de la visualización de un movimiento sin dolor, permitiendo cambiar la mente del paciente.

Para terminar, se sostiene que desde el punto de vista científico la evidencia no avala el abordaje Imaginería Motora Graduada, por lo cual no puede ser indicado

como una terapia principal debido a la baja calidad metodológica de los artículos encontrados. Pero sí se lo podría indicar, desde el punto de vista clínico, como una terapia alternativa respaldada con sustento neurofisiológico. Además no tiene contraindicaciones, efectos adversos, es segura, sencilla de utilizar y económica donde sólo se necesitan imágenes impresas de las extremidades para el reconocimiento de lateralidad, videos para visualizar e imaginar y un espejo para reflejar los movimientos de la extremidad sana.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Anna Lucía Campos. Los aportes de la neurociencia a la atención y educación de la primera infancia [libro en internet]. 1ª ed. Perú. Cerebrum Ediciones; 2014 [acceso 2 de Febrero 2020]. Disponible en: <https://equinoabrazo.com.ar/download/multimedia.archivo.bd49824befb3081b.41706f72746573206465206c61206e6575726f6369656e6369612061206c61202e706466.pdf>
2. Bautista J, Navarro JR. Neuronas espejo y el aprendizaje en anestesia. Rev Fac Med. [Internet] 2011 [citado el 25 de Febrero del 2020]; 59:339-351. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v59n4/v59n4a06.pdf>
3. Morales-Osorio MA, Mejía JM. Imaginería motora graduada en el síndrome de miembro fantasma con dolor. Rev Soc. Esp Dolor [Internet] 2012 [citado 25 de Febrero del 2020]; 19(4): 209-216. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/dolor/v19n4/articuloespecial.pdf>
4. Pedrajas Navas JM, Molino González ÁM. Bases neuromédicas del dolor. Clínica Salud. [Internet] 2008 [citado 26 de Febrero del 2020]; 19(3):277-93. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1130-52742008000300002
5. Terrasa, Sergio; Piccirilli, María Victoria. Síndrome del dolor regional complejo / Complex regional pain syndrome. Evid. actual. práct. Ambul [Internet] 2009 [citado 2 de Marzo del 2020]; 12(4): 134-137. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/%20es/bin-124227>
6. Moseley GL. Graded motor imagery is effective for longstanding complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. Pain [Internet] 2004 [citado 2 de Marzo del 2020]; 108:192–198. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15109523>

7. Aguado L. Procesos Cognitivos y Cerebrales de la Emoción. Neurología [Internet] 2002 [citado 3 de Marzo del 2020]; 34(12), 1161-1170. Disponible en: <https://www.neurologia.com/articulo/2002079>
8. Gil Verona JA, Pastor JF, De Paz F, Barbosa M, Macías J Ángel, Maniega MA, Rami-González L, Boget T, Picornell I. Psicobiología de las conductas [Internet] 2002 [citado 5 de Marzo del 2020]; 18(2):293-0. Disponible en: https://www.um.es/analesps/v18/v18_2/07-18_2.pdf
9. Pérez Asseff JM. La Teoría Evolutiva del Conocimiento y el Misterio Divino. PT [Internet] 2015 [citado el 5 de Marzo del 2020]; 7:1217-25. Disponible en: <https://revistas.comillas.edu/index.php/pensamiento/article/view/6577>
10. García E. Inteligencia y Metaconducta. Revista de Psicología General y Aplicada, [Internet] 1997 [citado el 6 de Marzo del 2020]; 50, 297-312. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2365080>
11. García E, García J. Brain, mind and symptoms. Rev Neurol [Internet] 2006 [citado el 7 de Marzo del 2020]; 42 (07):439-443. Disponible en: <https://www.neurologia.com/articulo/2005409/eng>
12. García, E. Teoría de la mente y desarrollo de las inteligencias. Educación Desarrollo y Diversidad. [Internet] 2005 [citado el 7 de Marzo del 2020]; 8, 1, 5-54. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/5553/>
13. Blakemore, S. y Decety, J. From the perception of action to the understanding of intention. Neuroscience [Internet] 2001 [citado el 10 de Marzo del 2020]; 561-568. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11483999>
14. Oberman L, Pineda J, Ramachandran VS. The human mirror neuron system: A link between action observation and social skills. Soc Cogn Affect Neurosci. [Internet] 2007 [citado el 10 de Marzo del 2020]; 2(1):62-6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2555434/>

15. Gallese, V., Keysers C, y Rizzolatti, G. A unifying view of the basis of social cognition. Trends in Cognitive Sciences. [Internet] 2004 [citado el 10 de Marzo del 2020]; 8, 396-403. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15350240>
16. Rizzolatti, G., Fogassi, L. y Gallese, V. Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. Neuroscience [Internet] 2001 [citado el 10 de Marzo del 2020]; 2, 661-670. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11533734>
17. Rizzolatti G, Sinigaglia C. Mirror neurons and motor intentionality. Funct Neurol [Internet] 2002 [citado el 12 de Marzo del 2020]; 22:205-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18182127>
18. Fogassi L, Ferrari P. Mirror systems. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science [Internet] 2011 [citado el 12 de Marzo del 2020]; 2:22-38. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/wcs.89>
19. Fogassi L, Ferrari PF, Gesierich B, Rozzi S, Chersi F, Rizzolatti G. Parietal lobe: from action organization to intention understanding. Science [Internet] 2005 [citado el 15 de Marzo del 2020]; 308:662-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15860620>
20. Binkofski, F. y Buccino, G. Imitación rehabilitadora. Mente y Cerebro [Internet] 2007 [citado el 15 de Marzo del 2020]; 23, 32-35. Disponible en: https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Imitaci%C3%B3n+rehabilitadora&btnG
21. Rizzolatti, G. The mirror-neuron system. Rev Neurosci [Internet] 2004 [citado el 16 de Marzo del 2020]; 27:169-92. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15217330>
22. Jankovic J. Tourette syndrome. Neurologic [Internet] 1997 [citado el 17 de Marzo del 2020]; 267-276. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9115460>

23. Singer, T. y Kraft, U. Empatía. Mente y Cerebro. [Internet] 2005 [citado el 18 de Marzo del 2020]; 11, 60-65. Disponible en: https://eprints.ucm.es/9972/1/Revista_Psicologia_y_Educacion.pdf
24. Singer T, Seymour B, O'Doherty J, Kaube H, Dolan RJ, Frith CD. Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. Science [Internet] 2004 [citado el 20 de Marzo del 2020]; 303, 1157-1162. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14976305>
25. González García y Martin Grandi. Neuroanatomía. 1era edición. Rosario, Santa Fe: El ateneo; 2004.
26. Sergio Schallain, Guillermo Prat, David Costi, Ricardo De Simeone. Bases anatómicas para el estudio de las Neurociencias. 1era Edición. Buenos Aires: Editorial de la Universidad De La Plata; 2018
27. Daniel P. Cardinalli. Neurociencia aplicada. 1era edición. Buenos Aires: Medica Panamericana; 2007.
28. Guyton- Hall; Tratado de fisiología médica, 12º Edic, México DF: Ed. McGraw-Hill, 2012
29. Ibacache P, Araya Q, Aguilera E y Munoz Y. Aprendizaje motor y neuroplasticidad en el dolor crónico. Rehabilitación [Internet] 2018 [citado el 21 de Marzo del 2020]; 52(4):259-266. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-rehabilitacion-120-articulo-aprendizaje-motor-neuroplasticidad-el-dolor-S0048712018300963>
30. Doyon J, Benali H. Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills. Curr Opin Neurobiol [Internet] 2005 [citado el 22 de Marzo del 2020]; 15:161-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15831397>
31. Wall, Melzack's. Tratado del dolor. 5ta Edición. Madrid: El Sevier; 2007.

32. Orr PM, Shank BC, Black AC. The Role of Pain Classification Systems in Pain Management. Pathophysiological [Internet] 2017 [citado el 26 de Marzo del 2020]; 29(4):407418. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29107304>
33. Treede RD, Jensen TS, Campbell JN, Cruccu G, Dostrovsky JO, Griffin JW, et al. Neuropathic pain. Redefinition and a grading system for clinical and Research purposes. Neurology [Internet] 2008 [citado el 26 de Marzo del 2020]; 70: 1630- 5. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18003941>
34. Ruiz F, Carrasco ML. El dolor neuropático en la consulta médica en América Latina: resultado de una encuesta en cinco países. En: Guías para el diagnóstico y manejo del dolor neuropático: consenso de un grupo de expertos latinoamericanos. Rev Iberoamericana de Dolor [Internet] 2011 [citado el 27 de Marzo del 2020]; 2: 15-48. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/amc/v36n1/v36n1a03.pdf>
35. Bennett GJ. Neuropathic pain: new insights, new interventions. Neurology [Internet] 1998 [citado el 29 de Marzo del 2020]; 33: 95-104. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9793544>
36. A.J. Mimenza-Alvarado, J.C. Muñoz-Álvarez, B. Estañol-Vidal, J.F. Téllez-Zenteno, G. García-Ramos. Neuropathies: their pathofhiology and treatment. Neurology [Internet] 2004 [citado el 30 de Marzo del 2020]; 39 (4): 364-370. Disponible en: <https://www.neurologia.com/articulo/2003409/eng>
37. Pradilla, Gustavo. Diagnóstico y tratamiento de las neuropatías periféricas. Neurología [Internet] 2004 [citado el 2 de Abril del 2020]; 131-143. Disponible en: <https://www.acnweb.org/guia/g5cap14.pdf>
38. Micheli F, Nogués MA, Asconapé JJ, Fernández MM, Biller J. Principios de neurología clínica. Argentina: Médica Panamericana; 2002.

39. Caviedes B, Herranz J. Avances en la fisiología y en el tratamiento del dolor neuropático. Neurología [Internet]. 2002 [citado el 4 de Abril del 2020]; 35: 1037-48. Disponible en: <https://www.neurologia.com/articulo/2002139>
40. Jon A, Vicente O, Fernando T, Luciano A. Central Sensitization in the pathophysiology of pain. Neurology [Internet] 2007 [citado el 6 de Abril del 2020]; 104: 136-140. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-gaceta-medica-bilbao-316-articulo-la-sensibilizacion-central-fisiopatologia-del-S0304485807745936>
41. Woolf CJ, Mannion RJ. Neuropathic pain: aetiology, symptoms, mechanisms and management. Lancet. [Internet] 1999 [citado el 9 de Abril del 2020]; 353: 1959-64. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10371588>
42. Mendell JR, Sahenk Z. Painful sensory Neuropathy. Neurology [Internet] 2003 [citado el 12 de Abril del 2020]; 348:1243-55. Disponible en: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmcp022282>
43. MoseleyG, Graded motor imagery for pathologic pain: A randomized controlled trial. Neurology. [Internet] 2006 [citado el 13 de Abril del 2020] 67; 2129-2134. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17082465>
44. . Adriaan L, Stephen G, PT, Colleen L. Moving without moving: immediate management following lumbar spine surgery using a graded motor imagery approach: a case report. Physiotherapy [Internet]. 2015 [citado el 14 de Abril del 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26395828>
45. Araya F, Gutiérrez E, Jesús M, Rubio O, Cavero R, Martínez V. The Short-term Effect of Graded Motor Imagery on the Affective Components of Pain

in Subjects with Chronic Shoulder Pain Syndrome: Open-Label Single-Arm Prospective Study [Internet].2020, [citado el 16 Abril del 2020] 1 – 6. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32003812>

46. McGee C, Skye J. Graded motor imagery for women at risk for developing type I CRPS following closed treatment of distal radius fractures: a randomized comparative effectiveness trial protocol. *Physiotherapy* [Internet]. 2018 [citado el 20 de Abril del 2020]; 19(1):202. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29940926>
47. Dilek B, Ayhan C, Yagci G, Yakut Y. Effectiveness of the graded motor imagery to improve hand function in patients with distal radius fracture: A randomized controlled trial. *Physiotherapy* [Internet]. 2018 [citado el 22 de Abril del 2020]; (1):2-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29122370>
48. Paolucci T, Cardarola A, Colonnelli P. An integrative rehabilitative training program with motor imagery and mirror therapy for recovery of facial palsy. [Internet]. 2020 feb, [citado el 23 de Abril del 2020] 56(1):58-67. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30916916>
49. D. L. Eaves, M. Riach, P. S. Holmes, and D. J. Wright, “Motor imager during action observation: a brief review of evidence, theory and future research opportunities,” *Frontiers in Neuroscience*, [Internet] 2016 [citado el 25 de Abril del 2020] vol. 10, p. 514. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5116576/>
50. A. Bisio, L. Avanzino, M. Biggio, P. Ruggeri, and M. Bove, “Motor training and the combination of action observation and peripheral nerve stimulation reciprocally interfere with the plastic changes induced in primary motor cortex excitability,” *Neuroscience*, [Internet] 2017 [citado el 26 de Abril del 2020] vol. 348, p. 33–40. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28214579>
51. Nojima I, Koganemaru S, Kawamata T. Action observation with kinesthetic illusion can produce human motor plasticity. *Neuroscience*. [Internet] 2015

jun [citado el 26 de Abril del 2020] 41(12):1614-23. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25892447>

52. Polli A, Moseley GL, Gioia E, Beames T, Baba A, Agostini M, Tonin P, Turolla A, et al. Graded motor imagery for patients with stroke: a non-randomized controlled trial of a new approach. *Rehabil Med* [Internet] 2017 [citado el 27 de Abril del 2020]; 53(1):14-23. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27442717>
53. Priganc VW, Stralka SW. Graded motor imagery. *Physiotherapy* [Internet] 2011[citado el 27 de Abril del 2020]; 24(2):164-8. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21306870>
54. Johnson S, Hall J, Barnett S, Draper M, Derbyshire G, Haynes L, Rooney C, Cameron H, Moseley GL, Williams AC, McCabe C, Goebel A et al. Using graded motor imagery for complex regional pain syndrome in clinical practice: failure to improve pain. *Neurology* [Internet]. 2012 [citado el 28 de Abril del 2020]; 16(4):550-61. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22337591>
55. Walz AD, Usichenko T, Moseley GL, Lotze M. Graded motor imagery and the impact on pain processing in a case of CRPS. *Neurology* [Internet]. 2013 [citado el 29 de Abril del 2020]; 29(3):276-9. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22914244>
56. Shepherd M, Louw A, Podolak J. The clinical application of pain neuroscience, graded motor imagery, and graded activity with complex regional pain syndrome-A case report. *Physiotherapy* [Internet]. 2018 [citado el 29 de Abril del 2020]; 30:1-13. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30499359>
57. Quintal I, Poiré-Hamel L, Bourbonnais D, Dyer J. Management of long-term complex regional pain syndrome with allodynia: A case report. *Physiotherapy* [Internet]. 2018 [citado el 30 de Abril del 2020]; 31(2):255-264. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29706199>

58. Anderson B, Meyster V. Treatment of a Patient With Central Pain Sensitization Using Graded Motor Imagery Principles: A Case Report. *Neurology* [Internet]. 2019 [citado el 1 de Mayo del 2020]; 17(4):264-267. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30846919>

X. ANEXOS

X.a. Brief pain Inventory (BPI)

 1900

Date: / /
(month) (day) (year)

Study Name: _____

Subject's Initials: _____

Protocol #: _____

Study Subject #:

PI# _____

Barcode: 879185

PLEASE USE BLACK INK PEN

Brief Pain Inventory (Short Form)

1. Throughout our lives, most of us have had pain from time to time (such as minor headaches, sprains, and toothaches). Have you had pain other than these everyday kinds of pain today?

Yes No

2. On the diagram, shade in the areas where you feel pain. Put an X on the area that hurts the most.

Front



Back



3. Please rate your pain by marking the box beside the number that best describes your pain at its **worst** in the last 24 hours.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No Pain Pain As Bad As You Can Imagine

4. Please rate your pain by marking the box beside the number that best describes your pain at its **least** in the last 24 hours.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No Pain Pain As Bad As You Can Imagine

5. Please rate your pain by marking the box beside the number that best describes your pain on the **average**.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No Pain Pain As Bad As You Can Imagine

6. Please rate your pain by marking the box beside the number that tells how much pain you have **right now**.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
No Pain Pain As Bad As You Can Imagine

Page 1 of 2

Copyright 1991 Charles S. Cleeland, PhD
Pain Research Group
All rights reserved

X.b. Escala de Catastrofismo del Dolor

0 – not at all 1 – to a slight degree 2 – to a moderate degree 3 – to a great degree 4 – all the time

When I'm in pain ...

- 1 I worry all the time about whether the pain will end.
- 2 I feel I can't go on.
- 3 It's terrible and I think it's never going to get any better.
- 4 It's awful and I feel that it overwhelms me.
- 5 I feel I can't stand it anymore.
- 6 I become afraid that the pain will get worse.
- 7 I keep thinking of other painful events.
- 8 I anxiously want the pain to go away.
- 9 I can't seem to keep it out of my mind.
- 10 I keep thinking about how much it hurts.
- 11 I keep thinking about how badly I want the pain to stop.
- 12 There's nothing I can do to reduce the intensity of the pain.
- 13 I wonder whether something serious may happen.

...Total

X.c. Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)

Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)

Instructions: Doctors are aware that emotions play an important part in most illnesses. If your doctor knows about these feelings he or she will be able to help you more. This questionnaire is designed to help your doctor know how you feel. Read each item and circle the reply which comes closest to how you have been feeling in the past week. Don't take too long over your replies: your immediate reaction to each item will probably be more accurate than a long thought out response.

I feel tense or 'wound up':	A	I feel as if I am slowed down:	D
Most of the time	3	Nearly all of the time	3
A lot of the time	2	Very often	2
Time to time, occasionally	1	Sometimes	1
Not at all	0	Not at all	0
I still enjoy the things I used to enjoy:	D	I get a sort of frightened feeling like 'butterflies in the stomach':	A
Definitely as much	0	Not at all	0
Not quite so much	1	Occasionally	1
Only a little	2	Quite often	2
Not at all	3	Very often	3
I get a sort of frightened feeling like something awful is about to happen:	A	I have lost interest in my appearance:	D
Very definitely and quite badly	3	Definitely	3
Yes, but not too badly	2	I don't take as much care as I should	2
A little, but it doesn't worry me	1	I may not take quite as much care	1
Not at all	0	I take just as much care as ever	0
I can laugh and see the funny side of things:	D	I feel restless as if I have to be on the move:	A
As much as I always could	0	Very much indeed	3
Not quite so much now	1	Quite a lot	2
Definitely not so much now	2	Not very much	1
Not at all	3	Not at all	0
Worrying thoughts go through my mind:	A	I look forward with enjoyment to things:	D
A great deal of the time	3	As much as I ever did	0
A lot of the time	2	Rather less than I used to	1
From time to time but not too often	1	Definitely less than I used to	3
Only occasionally	0	Hardly at all	2
I feel cheerful:	D	I get sudden feelings of panic:	A
Not at all	3	Very often indeed	3
Not often	2	Quite often	2
Sometimes	1	Not very often	1
Most of the time	0	Not at all	0
I can sit at ease and feel relaxed:	A	I can enjoy a good book or radio or TV programme:	D
Definitely	0	Often	0
Usually	1	Sometimes	1
Not often	2	Not often	2
Not at all	3	Very seldom	3

Questions relating to anxiety are indicated by an 'A' while those relating to depression are shown by a 'D'. Scores of 0-7 in respective subscales are considered normal, with 8-10 borderline and 11 or over indicating clinical 'sickness'.

X.d. Escala De Kinesiofobia

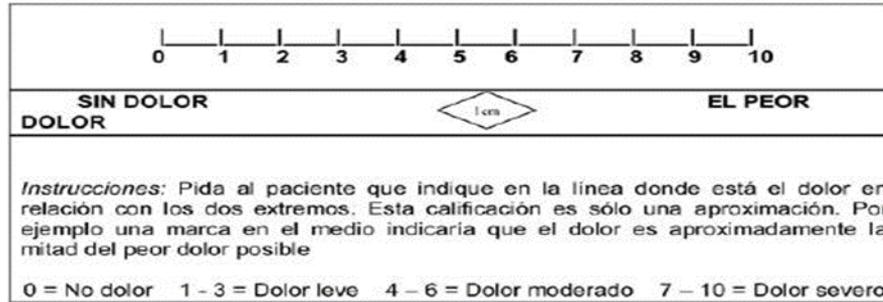
CUESTIONARIO TSK-11SV

Tampa Scale for Kinesiophobia (Spanish adaptation. Gómez-Pérez, López-Martínez y Ruiz-Párraga, 2011)

INSTRUCCIONES: a continuación se enumeran una serie de afirmaciones. Lo que Ud. ha de hacer es indicar hasta qué punto eso ocurre en su caso según la siguiente escala:

	1	2	3	4
	Totalmente en desacuerdo			Totalmente de acuerdo
1. Tengo miedo de lesionarme si hago ejercicio físico.	1	2	3	4
2. Si me dejara vencer por el dolor, el dolor aumentaría.	1	2	3	4
3. Mi cuerpo me está diciendo que tengo algo serio.	1	2	3	4
4. Tener dolor siempre quiere decir que en el cuerpo hay una lesión.	1	2	3	4
5. Tengo miedo a lesionarme sin querer.	1	2	3	4
6. Lo más seguro para evitar que aumente el dolor es tener cuidado y no hacer movimientos innecesarios.	1	2	3	4
7. No me dolería tanto si no tuviese algo serio en mi cuerpo.	1	2	3	4
8. El dolor me dice cuándo debo parar la actividad para no lesionarme.	1	2	3	4
9. No es seguro para una persona con mi enfermedad hacer actividades físicas.	1	2	3	4
10. No puedo hacer todo lo que la gente normal hace porque me podría lesionar con facilidad.	1	2	3	4
11. Nadie debería hacer actividades físicas cuando tiene dolor.	1	2	3	4

X.e. Escala Numérica del Dolor (NRS)



X.f. Escala Visual Analógica (VAS)

