

Rev Soc Esp Dolor
2012; 19(4): 209-216

Imaginería motora graduada en el síndrome de miembro fantasma con dolor

M. A. Morales-Osorio¹, J. Mejía Mejía²

¹Director del Programa de Fisioterapia. Mg. Terapia Manual Ortopédica. Fisioterapeuta/Kinesiólogo. Universidad de San Buenaventura Seccional Cartagena. Cartagena-Colombia. ²Médico y Cirujano. Nuevo Hospital Bocagrande. Cartagena-Colombia

Morales-Osorio MA, Mejía Mejía J. Imaginería motora graduada en el síndrome de miembro fantasma con dolor. Rev Soc Esp Dolor 2012; 19(4): 209-216.

ABSTRACT

New investigations on cortical changes in patients with chronic pain have led to a reassessment of the pathologies that occur with chronic pain and its treatment. This is the case of Phantom limb syndrome with pain (PLP), which focused on peripheral nociceptive stimulus, and are now rethinking as a dysfunction at central level.

One of the tools often highly evidence and therapists is unknown to the Graded motor imagery (IMG).

This technique attempts to normalize the central processing sequence to remedy chronic pain, supported in the neurosciences and the two gifts, such as mirror neurons and the neuromatrix.

This article briefly summarizes the basic components of IMG, your application and its benefits, which is the working basis of our research, designed for patients with SMFD belonging to a clinical center in Cartagena de Indias in Colombia.

Key words: Amputation. Phantom limb. Pain. Physical therapy.

Financiación: Ninguna

Conflicto de intereses: No declarados

Recibido: 18-10-11
Aceptado: 24-01-12

RESUMEN

Nuevas investigaciones sobre los cambios corticales en pacientes con dolor crónico han llevado a una reevaluación de las patologías que cursan con dolor crónico y sus tratamientos. Este es el caso del síndrome de miembro fantasma con dolor (SMFD), el cual se centraba en los estímulos nociceptivos periféricos, y ahora se replantean como una disfunción a nivel central.

Una de las herramientas altamente evidencia y muchas veces desconocida para los terapeutas es la imaginería motora graduada (IMG).

Esta técnica intenta normalizar la secuencia de procesamiento centrales para remediar el dolor crónico amparado en la neurociencias y en dos regalos de esta, como son las neuronas espejos y la neuromatriz.

Este artículo resume brevemente los componentes básicos de la IMG, su aplicación y sus beneficios, la cual es la base de trabajo de nuestra línea de investigación, diseñado para los pacientes con SMFD, perteneciente a un centro clínico de la ciudad de Cartagena de Indias en Colombia.

Palabras claves: Amputación. Miembro fantasma. Dolor. Terapia física

INTRODUCCIÓN

En la décima revisión, de la Clasificación Estadística Internacional de las Enfermedades y Problemas Relacionados a la Salud (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems), el

dolor de miembro fantasma se le considera como un trastorno de las raíces y de los plexos nerviosos, denominándolo síndrome del miembro fantasma con dolor (G54.6).

Nueva información sobre los cambios corticales en pacientes con dolor crónico ha llevado a una reevaluación de su consideración del trastorno como del tratamiento del dolor, los cuales se centran en estímulos nociceptivos periféricos. Actualmente, el aumento de las investigaciones para el manejo del dolor crónico se centra en acciones a nivel cortical como producto de un procesamiento central.

La IMG es una técnica de tratamiento terapéutico de nivel "central" para tratar el dolor crónico. Esta técnica intenta normalizar la secuencia de procesamiento central para corregir el dolor crónico (1).

El dolor es una razón común por el cual los pacientes asisten a los profesionales de la salud. Un paciente común asiste al fisioterapeuta siempre y cuando presente dolor. Es muy difícil que asista voluntariamente al fisioterapeuta porque no puede realizar movimientos osteocinemáticos en todos sus rangos articulares.

Aunque el tratamiento del dolor agudo puede ser muy sencillo, el tratamiento de pacientes con dolor crónico puede ser muy complejo y difícil.

El tratamiento en pacientes con dolor crónico incapacitante debe involucrar a toda la persona. Cada paciente que busca tratamiento para el dolor, no es solo una entidad biológica, sino también una persona con sentimientos, responsabilidades, metas y compromisos. Los terapeutas que tratan a los pacientes que tienen dolor crónico no solo son responsables de ayudar a los pacientes a recuperar su sistema sensoriomotriz musculoesquelético adecuado a su función fisiológica, sino también debe optimizar las actividades profesionales, vocacionales, e independientes del paciente (1).

El enfoque tradicional para el tratamiento del dolor hace referencia a la lesión, sus signos y síntomas posteriores procedentes de las alteraciones fisiológicas. Sin embargo, la creciente evidencia en este campo, sugiere que existe una amplia variación en el dolor. Algunas lesiones se curan rápidamente con mínimo dolor y mínima discapacidad, mientras que otros no logran curarse o adquieren un dolor incapacitante, incluso cuando la lesión parece haber sanado. Por lo tanto, la incapacidad procedente de dolor, no solo incluye los factores fisiológicos, sino también los factores psicosociales.

En los últimos años, se ha manifestado, de forma más clara, que el dolor incluye características periféricas y centrales. Los científicos poseen ahora buena evidencia de los cambios a nivel cortical que se producen cuando los pacientes sufren dolor crónico. En con-

secuencia, los profesionales de la salud deben comenzar a pensar de manera diferente cuando un paciente presenta un dolor severo o crónico, y este no debe estar clasificado según la temporalidad en que este se asentó (agudo-crónico), sino más bien en la manifestación clínica que el paciente presenta.

LAS NEURONAS ESPEJOS

Las neuronas espejos (NE) son un tipo especial de células del cerebro que procesan la información de forma secuencial para producir el movimiento motor. Estas neuronas espejo se activan a través de la observación y las imágenes, así como en la ejecución de movimientos. Además, la observación pasiva, la meta de acciones dirigidas, y en los sonidos de acciones en la oscuridad también se ha demostrado que activan estas neuronas. Estas neuronas son parte de un proceso cognitivo superior que ayuda al individuo a aprender de otras acciones como la imitación y la observación, y se cree que estas neuronas no funcionan correctamente en los pacientes con dolor crónico (2).

Estas neuronas nos hacen reflexionar que la capacidad de entender las intenciones asociadas a las acciones de otros es un componente fundamental del comportamiento social, donde su déficit se asocia a características con aislamiento social por enfermedades mentales como el autismo (3-7).

La imitación es una de las principales formas de integración sensitivomotriz en relación con las acciones de otros individuos, tendría así, su soporte biológico en el sistema de NE. Las NE codificarían además la intención y la emoción asociadas a lo que otro individuo hace. Su implicación en acciones motoras de la boca y rostro podría llevarnos al reconocimiento de su importancia en el entendimiento de estados emocionales que tan frecuentemente se transmiten a través de expresiones faciales (8).

Podrían ser las responsables de la capacidad de imitar, de aprender y de la empatía al conectarnos emocionalmente con el exterior. Buccino y cols. (8) analizaron el comportamiento de las NE en el contexto del aprendizaje de habilidades cognitivamente complejas, como tocar un instrumento musical, demostrando la implicación de este en áreas cerebrales tradicionalmente asociadas a la memoria y al movimiento consciente. Las NE supondría un puente en el proceso de aprendizaje (9).

Según señalan también en sus investigaciones Iacoboni y Dapretto (10), la presencia de las NE en el área de Broca soporta la hipótesis de que podrían resultar precursores evolutivos de mecanismos neurológicos

del lenguaje, para la conducta de imitación en etapas tempranas de la vida, y estar implicadas en el sistema neurológico de aprendizaje del comportamiento social. Los vínculos entre la imitación y la conducta social sugieren un papel clave de las NE. Cuanto más empático tiende a ser un individuo, más trata de imitar a los otros, lo que se logra a través de incorporar expresiones faciales y posturas corporales de los demás. Por tanto, dado el papel que desempeñan las NE en la imitación, es de suponer que deberían estar implicadas en el desarrollo de la empatía.

DOLOR Y CAMBIOS A NIVEL CORTICAL

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 neuropáticos (11).

La definición de "dolor" más ampliamente aceptada es sin lugar a dudas, la provista por la International Association for the study of pain (IASP) la cual, aunque se reconoce correcta y apropiada, contempla solamente sus aspectos sintomatológicos: "Una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con una lesión presente o potencial o descrita en términos de la misma" (12).

Respecto a esta definición se pueden destacar varios aspectos, pero algunos conceptos modernos de aquellos indican que la sensibilización de las neuronas de transmisión del dolor en el sistema nervioso central, especialmente las neuronas de rango dinámico amplio (RDA) en el asta dorsal, es un evento normal en el dolor agudo. Se convierte en patológico si es de larga data o permanente, como se produce en el dolor crónico (13).

Otro punto importante a destacar es la neuroplasticidad, la cual es considerada como la capacidad que tiene el tejido neuronal de reorganizar, asimilar y modificar los mecanismos biológicos, bioquímicos y fisiológicos, implicados en la comunicación intercelular, para adaptarse a los estímulos recibidos (14,15).

Estos procesos se fundamentan en las señales generadas por el mismo tejido nervioso que los facilita o inhibe, en presencia de neurotransmisores como el N-metil-D-aspartato (NMDA), el ácido gama-amino butírico (GABA), la acetilcolina o la serotonina, entre otros más, los cuales promueven la potenciación o depresión sináptica a corto o largo plazo (16,17).

La plasticidad neural permite cambios de adaptación y/o reorganización, en condiciones normales o patológicas (18-20).

Con los avances en la última década en el mapeo cortical y las técnicas de imagen diagnóstica, los investigadores han logrado una mejor comprensión de la plasticidad neuronal del cerebro después de una lesión (21). Existe evidencia de la alteración de la actividad del sistema nervioso central en pacientes con dolor incapacitante persistente (21-25).

La neuroplasticidad muchas veces juega un papel en contra, sobre todo en los pacientes crónicos. En el síndrome de dolor regional complejo tipo 1 (SDRC1) y en el síndrome de miembro fantasma con dolor (SMFD), la corteza sensoriomotriz de la parte afectada del cuerpo es menos activa (26). En el dolor crónico, también hay un cambio en la topografía cortical de la parte del cuerpo afectado (26,27). Existe una relación entre esta reorganización cortical y la intensidad del dolor (27) y se piensa que estos cambios pueden afectar la función de la mano debido al hecho que el esquema corporal, el cual está influenciado por el dolor, es la base del rendimiento de la mano (28,29). También parece que estos cambios corticales pueden volver a la normalidad ya que el dolor disminuye (26,30,31).

Uno de los mayores problemas de la amputación de un brazo o una pierna es el SMFD, en el cual la persona dice estar recibiendo sensaciones del miembro perdido. Actualmente existe evidencia directa que el crecimiento significativo y la reconexión de neuronas en el cerebro de los amputados pueden estar en la raíz de este problema. Jain y cols. (32) reportaron que las neuronas de los cerebros de monos adultos crecen y hacen nuevas conexiones en las áreas somatosensoriales cuando son masivamente despojadas en su entrada sensorial. Esto sugiere que el crecimiento neuronal se encuentra en la reorganización que sigue a las lesiones. Los investigadores expusieron que las terminales nerviosas en la mano, el brazo, la cara y otras partes del cuerpo están conectadas al cerebro a través de la médula espinal. La información sensorial de cada parte del cuerpo está localizada en áreas específicas del tronco encefálico, el tálamo y la corteza. Estas áreas se muestran más claramente en la corteza cerebral de los monos que en los humanos, ya que la corteza de los monos es lisa, no altamente arrugada como en la corteza humana. Esto permitió a los investigadores mapear estas áreas somatosensoriales, encontrando que las áreas conectadas a la cara están adyacentes a las que están conectadas a la mano y al brazo (33).

Cuando la entrada sensorial de una parte del cuerpo desaparece repentinamente el cerebro reacciona reprogramando el área que ya no está sirviendo a una función útil. Este es un proceso muy lento, que puede durar meses o años. Los investigadores encontraron evidencia clara de que las neuronas del área de la cara

ubicadas en el tronco encefálico habían extendido sus axones y habían hecho un número de conexiones en el área de la mano. Encontraron que, aunque el número de estas conexiones era limitado, había suficiente para activar muchas de las neuronas del área de la mano. Concluyendo que el sistema nervioso central del primate adulto es capaz de crecer extensamente y que este crecimiento de unas pocas nuevas conexiones puede tener un impacto importante en la organización funcional del cerebro (34-36).

IMAGINERÍA MOTORA GRADUADA

La IMG es un programa de rehabilitación integral diseñado para activar de forma secuencial las redes corticales motoras (39) y mejorar la organización cortical en tres etapas: restauración de la lateralidad, imaginiería motora, y terapia espejo (retroalimentación visual) (37,38,40,41).

Una gran parte del trabajo inicial en el desarrollo de esta estrategia de intervención de tratamiento es una contribución del doctor George Lorimer Moseley. Este tratamiento va de la mano junto a la estimulación y reclutamiento de las NE, accediendo al cerebro a través de la neuromatrix corporal (38,39).

El tratamiento con IMG incorpora información visual, el cual es uno de los tratamientos que se derivan de este cambio de paradigma en la neuroplasticidad

(42). Aunque esta técnica de tratamiento está todavía en su infancia, hoy en día existe mucha evidencia en defensa de sus beneficios (43).

Se dice que el modelo de entrenamiento progresivo de la restauración de la lateralidad a la terapia espejo es importante, por lo tanto un patrón sistemático activa el sistema cortical, lo que permitirá que se produzca la reorganización cortical. La IMG es una modalidad de tratamiento diseñado para “entrenar el cerebro” (17), 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, guiando el programa con la disminución del dolor (Tabla I).

Etapa 1: restauración de la lateralidad

Es la capacidad de reconocer una parte del cuerpo como perteneciente a la izquierda o a la derecha e incluye procesos cerebrales que son importantes para la función normal. En algunas situaciones, por ejemplo después de una lesión, la capacidad de reconocer las partes del cuerpo como izquierda o derecha se reduce. Estos problemas pueden contribuir al dolor y la pérdida de la función. El mejoramiento en el reconocimiento de las partes del cuerpo izquierda y derecha y la restauración en sus movimientos ayuda a la lesión y mejora el rendimiento.

La restauración de la lateralidad implica que el paciente identifica correctamente las imágenes de las ma-

TABLA I. PROGRESIÓN DEL PROGRAMA DE IMAGINERÍA MOTORA GRADUADA

ETAPAS	Se empieza con...	Progreso...	Que pasaría si...
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: imaginiería 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 imaginiería motora

nos, pies, cuello y hombro, derecha e izquierda en varias posiciones y situaciones (38) (Fig. 1). Se pide al paciente que identifique rápidamente si la imagen corresponde al segmento corporal derecho o izquierdo en las “tarjetas de lateralidad” o “vídeos de lateralidad”. Estas tarjetas pueden fabricarse o se puede comprar el equipamiento completo o software disponible en el mercado.



Fig. 1. Ejemplo de imágenes incluidas en el software de restauración de la lateralidad. Las imágenes muestran las diferentes posiciones de los segmentos derecha e izquierda. (Reconocimiento de “Recognise” de Noigroup).

La progresión de la lateralidad se incrementa al 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 las imágenes de una manera oportuna y sin dolor, así el terapeuta puede optar por la progresión del programa en base a la mejora general de la lateralidad (Fig. 2).

La premisa fundamental para la restauración de la lateralidad es que la capacidad de discriminar entre derecha e izquierda depende de un esquema corporal intacto (39), que se activa en la corteza premotora (38), y restablece los conceptos izquierda y derecha del cerebro. Hay evidencia de que enfermos con síndrome de dolor incapacitante, como los que sufren de SDRC1, tardan más tiempo en identificar la derecha e izquierda (44).

Por otra parte el SDRC1 es considerado un síndrome de dolor patológico, porque no se refleja patología en los tejidos subyacentes, en el cual se utiliza la IMG como tratamiento a modo de entrenar al cerebro (45).

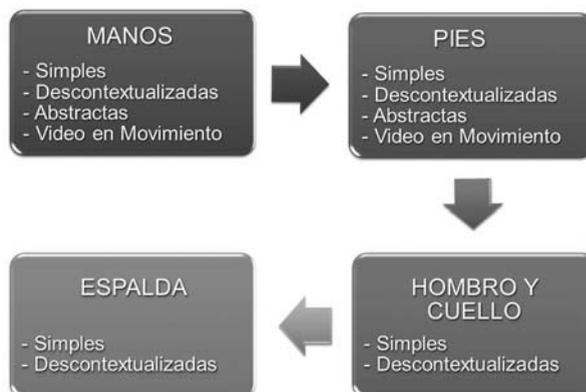


Fig. 2. Progresión del tratamiento de restauración de la lateralidad, mediante serie de figuras progresivas que van desde imágenes simples a videos en movimiento.

Esta reduce el dolor y la discapacidad, estudiada en una muestra relativamente homogénea de pacientes con SDRC1 después de una fractura de muñeca, teniendo a todos ellos con disfunción motora, como parte de su condición (46).

El dolor influye en la actividad cortical, esto se evidenció en las imágenes de resonancia magnética funcional, donde la lateralidad y los juicios están asociados a la activación en las áreas motoras y parietales y se activan en el movimiento real (47).

La restauración de la lateralidad es la primera etapa en el programa de IMG, ya que se piensa que hasta que los pacientes tengan una representación cortical correcta de su cuerpo, es contraproducente para el progreso del reentrenamiento cortical.

Etapa 2: imaginiería motora

La segunda etapa consiste en pedirle al paciente que visualice posturas y movimientos de la mano o extremidad afectada sin mover esta misma (38,41). Observará e imaginará posturas, movimientos y actividades, tratando de activar las NE, siendo esta actividad más cinestésica de forma graduada (Fig. 3).

Cuando un paciente puede visualizar las posturas de su zona afectada sin ocasionarle dolor, se les pide a los pacientes que imaginen el movimiento sin dolor. Imaginar movimientos de la zona en cuestión activará la corteza, igual que si se ejecutaran los movimientos (41).

La justificación de los movimientos imaginados se basa en el hallazgo de que las personas con dolor en el brazo en tratamiento pueden experimentar dolor con solo pensar en el movimiento (48).

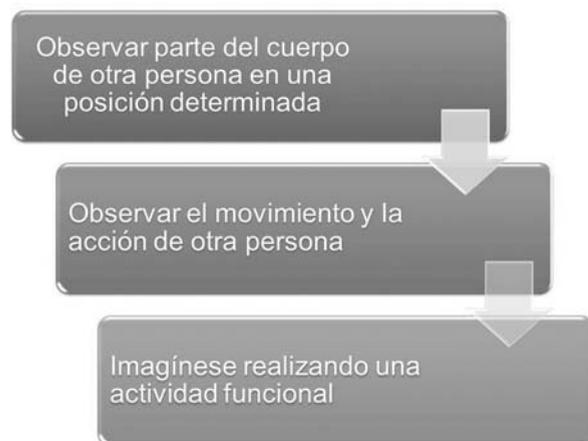


Fig. 3. Progresión del tratamiento de imaginación motora.

Parsons y Fox (49) han demostrado que la segunda etapa, imaginación motora, realizada de forma secuencial y progresiva, activa los mecanismos corticales asociadas con el movimiento sin dolor.

Etapa 3: terapia espejo

La tercera y última etapa es la terapia espejo. La terapia espejo se utiliza como feedback visual, la cual implica el uso de una caja-espejo, pudiendo ser comprada o fabricada simplemente haciendo un triángulo a partir de una caja de cartón y pegar un espejo a un lado del triángulo en el caso de la extremidad superior, o utilizando una caja de madera con una entrada para la extremidad sana y pegando en el espejo en el lado interno de la caja, o simplemente utilizando un espejo largo para la extremidad inferior (Fig. 4). La parte afectada se coloca fuera de la vista y del reflejo del espejo. El segmento no afectado se coloca frente al espejo. El paciente es instruido para mirarse en el espejo (en la imagen especular del segmento no afectado) y mover el segmento no afectado (14,16,23). Esto crea la ilusión de que el segmento lesionado se está moviendo sin dolor, y el objetivo es que los pacientes no sienten dolor al ver los movimientos en el "espejo". Una vez que los pacientes son capaces de ver el movimiento en el "espejo" sin experimentar dolor, el paciente es instruido para ver los movimientos en el "espejo", y al mismo tiempo realizar los movimientos con el segmento afectado.

La terapia espejo se piensa que nos proporciona un fuerte feedback sensorial positivo en la corteza, que no todo el movimiento tiene que ser doloroso (24).



Fig. 4. Ejemplo de terapia espejo para miembro inferior.

La interacción entre los sentidos de una persona es mucho más poderosa que imaginarse por primera vez el movimiento. La estimulación visual, como una modalidad, es útil en la modulación de dolor somático. En el contexto psicológico de la terapia cognitivo-conductual, la terapia espejo puede ser considerada como contradicción de la hipótesis erróneas (cogniciones) de la mente. En última instancia, esta terapia espejo cognitiva puede tener una poderosa influencia en el pensamiento y la emoción.

El "engaño" provocado por la terapia espejo en el cerebro mediante la visualización del lado no afectado, con la interpretación de este como el lado afectado, hace que el cerebro adquiera un patrón de movimiento normal sin dolor, pudiendo cambiar la mente del paciente.

CONCLUSION

La evidencia es consistente en cuanto a que el dolor crónico tiene un alto componente de procesamiento central y es modulado por este mismo, independiente de las nocicepción percibida.

La IMG es uno de los tratamientos utilizados para el manejo del dolor crónico y puede considerarse como un tipo de terapia cognitivo-conductual.

La IMG es una secuencia de pruebas evidenciadas basadas en estrategias para superar conocidos obstáculos anatomopatológicos del cerebro basado en la rehabilitación, la cual se divide en tres etapas: restauración de la lateralidad, imaginación motora y terapia espejo. La secuenciación es importante, y su graduación se refiere a los requerimientos de secuencia y la necesidad de los principios de la exposición gradual.

La plasticidad puede ser causante de un dolor fantasma, ya que en las reorganizaciones neuronales, después de una amputación, se produce un desajuste en las conexiones.

Es posible que algunos de los estímulos táctiles activen zonas del dolor en el cerebro. En muchos de estos pacientes con miembro fantasma, este se encuentra paralizado, presentando su miembro con rigidez y dolor.

El tratamiento con IMG incorpora información visual, el cual es uno de los tratamientos que se derivan de este cambio de paradigma en la neuroplasticidad. Este tratamiento va de la mano junto a la estimulación y reclutamiento de las NE, accediendo al cerebro a través de la neuromatrix.

Actualmente las investigaciones en curso sobre la IMG están dando muy buenos resultados no solo para los pacientes con SMFD sino también para síndrome del túnel del carpo, hemiplejía, latigazo cervical y dolor facial. Sin embargo, son necesarias más investigaciones con mayor número de diagnósticos similares y paciente para ayudar a validar la documentación existente y especificar el protocolo de tratamiento en cuanto a la duración del tratamiento, la secuencia, la dificultad y la progresión. La naturaleza desafiante de dolor crónico debe inspirar a los científicos y clínicos a la investigación de los elementos fisiológicos y el tratamiento en una dirección creativa, integral y potencialmente holística, siguiendo los parámetros de la evidencia, para el beneficio de nuestros pacientes.

CORRESPONDENCIA:

Marco Antonio Morales-Osorio
 Universidad de San Buenaventura Seccional Cartagena
 Calle Real de Ternera No. 30-966
 PBX 6535555 - Cartagena-Colombia
 e-mail: mmoraleso@usbctg.edu.co

BIBLIOGRAFÍA

1. Priganc VW, Stralka SW. Graded motor imagery. *J Hand Ther.* 2011;24(2):164-8.
2. Rizzolatti G, Singaglia C. Mirror neurons and motor intentionality. *Funct Neurol* 2002;22:205-10.
3. Frith CD, Frith U. Interacting minds: A biological basis. *Science* 1999;286:1692-5.
4. Frith U. Mind blindness and the brain in autism. *Neuron* 2001;32:969-79.
5. Rizzolatti G, Fadiga L, Gallese V, Fogassi L. Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Brain Res Cogn Brain Res* 1996;3:131-41.
6. Gallese V, Fadiga L, Fogassi L, Rizzolatti G. Action recognition in the premotor cortex. *Brain* 1996;119:593-609.
7. Umiltà MA, Kohler E, Gallese V, et al. I know what you are doing. A neurophysiological study. *Neuron* 2001;31:155-65.
8. Buccino G, Binkofski F, Fink GR. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: a fMRI study. *Eur J Neurosci* 2001;13:400-4.
9. Oberman L, Pineda J, Ramachandran VS. The human mirror neuron system: A link between action observation and social skills. *Soc Cogn Affect Neurosci* 2007;2(1):62-6.
10. Iacoboni M, Dapretto M. The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nat Rev Neurosci* 2006;7(12):942-51.
11. Julius D, Basbaum AI. Molecular mechanisms of nociception (Mecanismos moleculares de la nocicepción). *Nature* 2001;413:203-10.
12. International Association for Study of Pain. Task Force on Guidelines for Desirable Characteristics for Pain Treatment Facilities. Seattle, Washington, 1990.
13. Morales-Osorio MA, Mejía J, Reyes E. Síndrome fibromiálgico: tratamiento multidisciplinario según evidencia. *Rev Col de Reum* 2010;17(4):231-44.
14. Gómez-Fernández L. Plasticidad cortical y restauración de funciones neurológicas: una actualización sobre el tema. *Rev Neurol* 2000;31:749-56.
15. Bayona-Prieto J, Leon-Sarmiento FE, Bayona EA. Neurorehabilitation. En: Uribe CS, Arana A, Lorenzana P (editores). *Neurología*. 7ª ed. Medellín: CIB; 2009.
16. Pascual-Leone A, Tormos-Muñoz JM. Estimulación magnética transcranial: fundamentos y potencial de la modulación de redes neuronas específicas. *Rev Neurología* 2008;46:3-10.
17. Sergeeva A, Jansen HT. Neuroanatomical plasticity in the gonadotropin-releasing hormone system of the ewe: seasonal variation in glutamatergic and gamma-aminobutyric acidergic afferents. *J Comp Neurol* 2009;515:615-28.
18. Gollin BS. Developmental plasticity: behavioral and biological aspects of variation in development. Nueva York: Academic Press; 1981.
19. León-Sarmiento FE, Gutiérrez CI, Bayona-Prieto J. Neurología funcional del blefaroespasmio. *Medicina (Buenos Aires)* 2008;68:318-24.
20. León-Sarmiento FE, Bayona-Prieto J, Bayona EA. Plasticidad neuronal, neurorehabilitación y trastornos del movimiento: el cambio es ahora. *Acta Neurol Col* 2008;24:40-2.
21. Flor H. Cortical reorganization and chronic pain: implications for rehabilitation. *J Rehabil Med Suppl* 2003;41:66-72.
22. Cacchio A, De Blasis E, De Blasis V, et al. Mirror therapy in complex regional pain syndrome type 1 of the upper limb in stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair* 2009;23:792-9.
23. Harris AJ. Cortical origin of pathological pain. *Lancet* 1999;354:1464-6.

24. Jeanig W, Baron R. Complex regional pain syndrome: mystery explained? *Lancet Neurol* 2003;2:687-97.
25. Jouttonen K, Gockel M, Silen T, et al. Altered central sensorimotor processing in patients with complex regional pain syndrome. *Pain* 2002;98:315-23.
26. Flor H, Denke C, Schaefer M, Grusser S. Effect of sensory discrimination training on cortical reorganization and phantom limb pain. *Lancet* 2001;357:1763-4.
27. Maihofner C, Hermann O, Handwerker H, et al. Patterns of cortical reorganization in complex regional pain syndrome. *Neurology* 2003;61:1707-15.
28. Tichelaar YIG, Geertzen JHB, Keizer D, van Wilgen CP. Mirror box therapy added to cognitive behavioral therapy in three chronic complex regional pain syndrome type I patients: a pilot study. *Int J Rehabil Res* 2007;30:181-8.
29. Maihofner C, Baron R, DeCol R, et al. The motor system shows adaptive changes in complex regional pain syndrome. *Brain* 2007;130:2671-87.
30. Pleger B, Tegenthoff M, Ragert P, et al. Sensorimotor returning in complex regional pain syndrome parallels pain reduction. *Ann Neurol* 2005;57:425-9.
31. Maihofner C, Handwerker H, Neundorfer B, Birklein F. Patterns of cortical reorganization in complex regional pain syndrome. *Neurology* 2004;63:693-701.
32. Jain N, Florence SL, Qi HX, Kaas JH. Growth of new brainstem connections in adult monkeys with massive sensory loss. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000;97(10):5546-50.
33. Jain N, Florence SL, Kaas JH. Limits on plasticity in somatosensory cortex of adult rats: hindlimb cortex is not reactivated after dorsal column section. *J Neurophysiol* 1995;73:1537-46.
34. Rodin BE, Sampogna SL, Kruger L. An examination of intraspinal sprouting in dorsal root axons with the tracer horseradish peroxidase. *J Comp Neurol* 1983;215:187-98.
35. Sengelaub DR, Muja N, Mills AC, et al. Denervation-induced sprouting of intact peripheral afferents into the cuneate nucleus of adult rats. *Brain Res* 1997;769:256-62.
36. Rhoades RW, Wall JT, Chiaia NL, et al. Anatomical and functional changes in the organization of the cuneate nucleus of adult rats after fetal forelimb amputation. *J Neurosci* 1993;13:1106-19.
37. Berthelot J. Current management of reflex sympathetic dystrophy syndrome (complex regional pain syndrome type I). *Joint Bone Spine* 2006;73:495-9.
38. Moseley G. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. *Pain* 2004;108:192-8.
39. Moseley G. Is successful rehabilitation of complex regional pain syndrome due to sustained attention to the affected limb? A randomised clinical trial. *Pain* 2005;114:54-6.
40. Daly A, Bialocerkowski A. Does evidence support physiotherapy management of adult Complex Regional Pain Syndrome Type One? A systematic review. *Eur J Pain* 2009;13:339-53.
41. Moseley G. Graded motor imagery for pathologic pain: a randomized controlled trial. *Neurology* 2006;67:2129-34.
42. Berthelot J. Current management of reflex sympathetic dystrophy syndrome (complex regional pain syndrome type I). *Joint Bone Spine* 2006;73:495-9.
43. Daly A, Bialocerkowski A. Does evidence support physiotherapy management of adult Complex Regional Pain Syndrome Type One? A systematic review. *Eur J Pain* 2009;13:339-53.
44. Schwoebel J, Friedman R, Duda N, Coslett HB. Pain and the body schema: evidence for peripheral effects on mental representation of movement. *Brain* 2001;124:2098-104.
45. Moseley GL. Graded motor imagery for pathologic pain: a randomized controlled trial. *Neurology* 2006;67(12):2129-34.
46. Moseley GL. Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome. *Pain* 2004;108:192-8.
47. Schwoebel J, Coslett HB, Bradt J, Friedman R, Dileo C. Pain and the body schema: effects of pain severity on mental representation of movement. *Neurology* 2002;59:775-7.
48. Moseley G, Zalucki N, Birklein F, et al. Thinking about movement hurts: the effect of motor imagery on pain and swelling in people with chronic arm pain. *Arthritis Rheum* 2008;59:623-31.
49. Parsons LM, Fox PT. The neural basis of implicit movements used in recognizing hand shape. *Cogn Neuropsychol* 1998;15:583-615.