



## Biorretroalimentación EMG para el dolor de miembro fantasma constrictivo. Un informe de tres casos

Luis Andrés Villalobos Fernández\*

Universidad de Costa Rica

### INFORMACIÓN ARTÍCULO

Manuscrito recibido: 15/05/2014  
Aceptado: 09/12/2014

**Palabras clave:**  
Biorretroalimentación  
Miembro fantasma  
Dolor  
Plasticidad neuronal  
Psicobiología

**Keywords:**  
Biofeedback  
Phantom limb  
Pain  
Neural plasticity  
Psychobiology

### RESUMEN

El síndrome de miembro fantasma consiste en que el paciente experimenta sensaciones molestas correspondientes a una parte del cuerpo previamente amputada. Este ensayo evalúa a fondo tres casos de pacientes con dolor de miembro fantasma que fueron sometidos a un tratamiento basado en biorretroalimentación electromiográfica. En el estudio participaron cinco hombres y una mujer amputados del miembro superior. El tratamiento consistió en diez sesiones de biorretroalimentación EMG, con una frecuencia de dos veces por semana. Además se recolectó por medio de entrevistas semi estructuradas información sobre la atenuación del dolor, las creencias sobre el miembro fantasma y sobre su efecto en la vida cotidiana. Tres participantes completaron el estudio, quienes reportaron en el seguimiento llevado a cabo dos meses después una reducción del 46.8% en la intensidad del dolor, además de que se había atenuado la sensación fantasma. En conclusión, se puede afirmar que los datos obtenidos son prometedores, pero que se requieren estudios futuros que cuenten con una muestra mucho más grande y que se dé un mayor control de las variables.

© 2015 Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### EMG biofeedback for the treatment of crushing phantom limb pain. A three-case report

#### ABSTRACT

Phantom limb syndrome patients experience uncomfortable sensations corresponding to a previously amputated body part. This paper extensively evaluates three cases of patients with phantom limb pain that underwent a treatment based on electromyographic biofeedback. The study involved five men and one woman with upper limb amputation. Treatment consisted of ten sessions of EMG biofeedback, with a frequency of twice a week. In addition, beliefs about the phantom limb and its effects on everyday life were collected through semi-structured interviews about the attenuation of pain. Three participants who completed the study reported on the monitoring carried out two months after a reduction of 46.8% in the intensity of pain, and had been attenuated phantom sensation. In conclusion, we can say that the data obtained are promising, but further studies with a much larger sample and where a greater control of the variables is given are required.

© 2015 Colegio Oficial de Psicólogos de Madrid. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

El síndrome de miembro fantasma consiste en que el paciente experimenta sensaciones que corresponden a una parte del cuerpo previamente amputada. Los tipos de dolor más comunes son el constrictivo, en que la persona siente que el miembro está siendo estrujado, y el quemante, en que el individuo siente como si el miembro tuviera una quemadura (Woodhouse, 2005).

Hay primera evidencia que el tratamiento con biorretroalimentación EMG proporciona a los pacientes con dolor de miembro fantasma constrictivo una reducción permanente del dolor de entre 50% - 80%,

sin los efectos secundarios de la medicación (Bellegia y Birbaumer, 2001; Sherman, Bruno y Gormly, 1979; Winter-Barnstedt, 2001).

Ramachandran y Blakeslee (1998) lograron demostrar por medio de magnetoencefalografía que en pacientes con amputación la zona de la corteza somatosensorial que controlaba la parte del cuerpo amputada se había deprimido debido a la falta de estimulación y estaba siendo ocupada por neuronas correspondientes a la zona de la corteza encargada del control de otras partes del cuerpo.

Al proceso antes descrito se le denominó reorganización cortical maladaptativa. Otros estudios que han demostrado empíricamente la existencia de este fenómeno en los personas amputadas han sido Grüsser et al. (2004) y Weiss et al. (2000).

\*La correspondencia sobre este artículo debe enviarse a Lic. Luis Andrés Villalobos Fernández. Universidad de Costa Rica. E-mail: lvillalobosfernandez@gmail.com

En base a estudios como los antes mencionados se planteó que la biorretroalimentación podía ser eficaz para reducir el dolor de miembro fantasma por medio de la manipulación del mapa cortical mediante las vías aferentes.

A pesar de los resultados prometedores obtenidos en las investigaciones antes mencionadas, a nivel mundial hay muy poca investigación con respecto a este tema. En Costa Rica, y en Latinoamérica en general, la utilización de la biorretroalimentación EMG para el tratamiento de dolor de miembro fantasma en los sistemas de salud es inexistente debido a la falta de estudios llevados a cabo en la región.

Para la evaluación del dolor se emplearon escalas analógicas visuales, diferenciales semánticos y autorregistros. Los participantes que completaron el tratamiento reportaron una disminución del 46.8 % de la intensidad del dolor tras dos meses de haber finalizado el tratamiento. Se dio una disminución significativa de la dimensión de la percepción fantasma.

## Método

### Población

La convocatoria de los pacientes se hizo en los hospitales San Juan de Dios y el Centro Nacional de Rehabilitación, cursándose invitaciones en medios radiofónicos y televisivos. Con el fin de comprobar la viabilidad del protocolo, el objetivo era la inclusión de una muestra pequeña.

Trece personas demostraron algún interés por el proyecto, cinco no cumplían con los criterios de inclusión y dos no se presentaron a ninguna sesión aun cuando habían sido aceptadas en el estudio. De las seis personas participantes, una abandonó a la segunda sesión debido a una situación de fuerza mayor y otras dos entre la cuarta y quinta sesión, asegurando no experimentar grandes beneficios. Las tres personas restantes completaron todas las sesiones y también participaron de los seguimientos realizados uno y dos meses después del tratamiento.

Criterios de inclusión:

- Pacientes que hubieran sido diagnosticados o diagnosticadas de dolor de miembro fantasma de tipo constrictivo; el diagnóstico se realizó sobre la base de los siguientes criterios (Gallagher, Allen y Maclachlan, 2001):
  - La persona persistentemente afirma experimentar sensaciones dolorosas correspondientes a una parte del cuerpo que con anterioridad ha sido amputada.
  - Las sensaciones se describen como si alguna fuerza estuviera apretando el brazo o como si se estuvieran dando punzadas en el brazo.
  - La zona del muñón o cercana a la amputación ya se ha recuperado totalmente del procedimiento quirúrgico realizado.
  - Este dolor no puede ser explicado por la presencia de otra alteración mental o física.
- Ser mayor de 18 años. Jurídicamente a partir de esta edad la persona puede consentir por sí misma si participa o no en una investigación.
- Amputación de una extremidad superior, pues todos los estudios realizados anteriormente se habían centrado en personas con amputación inferior y por ello se deseaba probar la efectividad del tratamiento en una población distinta.

Criterios de exclusión:

- Paciente con incapacidad física o mental para comunicarse. Como el estudio se basa en los datos que la o el paciente suministra al investigador, es indispensable que los sujetos experimentales no posean dificultades en este aspecto, para así asegurar la validez interna.
- Diagnóstico de alguna patología mental que impida un adecuado contacto con la realidad, ya que es indispensable que el paciente pueda atender a las indicaciones del terapeuta.

### Instrumentos

Como equipo se utilizó el hardware WaveRider JR 2cx (60 hz), que poseía 2 canales de audio de baja frecuencia multimodales para electroencefalograma (EEG) y frecuencia cardíaca (HR) o electromiograma (EMG) y un tercer canal dedicado al electrodermograma (GSR); la unidad de hardware debía conectarse a una computadora para poder operar por medio del software WaveWare (WaveRider Windows Software), el cual permitía el registro de la información psicofisiológica. Los electrodos que se utilizaron fueron del tipo GS27, los cuales son pregelados y descartables.

No existe de momento para ningún país hispanoamericano una escala estandarizada que evalúe la intensidad del dolor de miembro fantasma. Ante esto se procedió al uso de escalas analógicas y diferenciales semánticos para registrar la sensación subjetiva de dolor de los participantes.

**Escala analógica visual.** Se utilizó una escala de una longitud de 67 milímetros, de izquierda a derecha. A lo largo de la escala aparecían diversas tonalidades de blanco, azul y rojo, siendo blanco ausencia o casi ausencia de dolor, azul moderado y rojo intenso.

La persona a la que se evaluaba debía marcar una línea en sentido vertical, correspondiente a la intensidad del dolor que percibía. La puntuación obtenida correspondía a la distancia en milímetros entre el borde de la escala y el lugar donde se marcó la línea. Esta se utilizó como pre test y postest.

**Diferencial semántico.** En este caso los adjetivos opuestos fueron sin dolor y con dolor, entre los cuales se encuentran siete líneas horizontales donde el paciente puede marcar cuál considera que es la intensidad que está experimentando. Se aplicó como pre test y post test.

**Autorregistros.** Cada autorregistro constaba de siete escalas tipo Likert que evaluaban el dolor subjetivo mediante una puntuación del 0 al 10, una para cada día de la semana. Los pacientes completaron un total de seis autorregistros, correspondientes a las semanas que duró la intervención.

**Entrevistas semiestructuradas.** Se realizaron para recolectar información sobre los datos sociodemográficos de los pacientes y la atenuación del dolor, las creencias sobre el miembro fantasma y sobre su efecto en la vida cotidiana.

### Procedimiento

Este protocolo se basa principalmente en el protocolo clínico de tratamiento con biorretroalimentación para dolencia fantasma de un miembro, de la Fundación Europea de Biorretroalimentación (Sherman, 1997), el cual se seleccionó por ser el más citado en la bibliografía existente sobre el tema.

Adicionalmente se tomaron en cuenta diversas directrices sobre la biorretroalimentación en general (Schwartz & Andrasik, 2003).

La primera sesión se dedicó a la entrevista inicial, una explicación breve sobre el dolor de miembro fantasma, la aplicación de los instrumentos del pretest y se enseñó a los pacientes tres procedimientos básicos de relajación (respiración profunda, autoinstrucciones y visualización). Las sesiones dos a once se dedicaron a la biorretroalimentación EMG; en estas se trabajaron ejercicios que permitieran a la persona relajar el músculo asignado y además se trabajó en identificar diversos aspectos de la vida cotidiana que llevaban a que se incrementara la tensión y con ello el dolor fantasma. La última sesión se dedicó a una entrevista final y la aplicación de los instrumentos del postest. Las sesiones se llevaron a cabo en el Laboratorio de Psicobiología de la Universidad de Costa Rica. Se realizaron seguimientos al mes y a los dos meses de haber finalizado el tratamiento.

En los pacientes con dislocación del hombro los electrodos se colocaron en el músculo pectoral mayor, en los de amputación transhumeral en el bíceps y en la amputación transradial en el músculo braquiorradial (Criswell, 2011).

A continuación se describe el trabajo realizado en una sesión típica.

Cuando el paciente llegaba a la sesión se le pedía que se sentara en una posición cómoda y se quitara todos los elementos decorativos de metal que pudieran interferir con las señales (aretes, relojes, anillos, etc.); el terapeuta procedía a la preparación de la piel limpiando con alcohol las zonas seleccionadas y a continuación se colocaban de los electrodos pregelados. Durante la línea base el equipo registra la señal fisiológica, pero no se le provee feedback al paciente; la línea base sirve como una comparación para posteriormente mostrar al participante los avances obtenidos en la sesión. Al empezar el entrenamiento se habilita el *feedback* auditivo: el tono del sonido se incrementa si se eleva la tensión muscular y disminuye si decrece la tensión muscular. Se le pide al paciente que en un tiempo determinado se relaje lo más que pueda utilizando las técnicas de relajación que se le enseñaron en la primera sesión: cuál utilice es una decisión personal del paciente, pues para cada persona hay técnicas que son más efectivas que otras. A lo largo de las sesiones se va reduciendo el tiempo de cada ensayo, de modo que la persona cada vez aprende a relajarse de forma más eficiente y rápida; el primer ensayo de la primera sesión tuvo una duración de 15 minutos. Entre cada ensayo hay un descanso de cinco minutos para que la persona vuelva a su estado de normalidad.

## Resultados

Como se observa en la tabla 1, en el estudio participaron cinco hombres y una mujer, cuya edad promedio era de unos 52 años y que, en promedio, sufrieron la amputación hacía unos 19 años. En cuanto al tipo de amputación, se trabajó con dos pacientes con dislocaciones de hombro, uno con amputación transhumeral, uno que sufrió corte de los nervios a la altura del hombro y dos con amputación transradial.

### Informes de caso

A continuación se procederá al estudio de caso de los tres pacientes que completaron en su totalidad el tratamiento.

#### Srta. M

Tiene 23 años de edad. La amputación se dio hace 3 años, debido a un osteosarcoma que obligó a una dislocación del hombro derecho. Afirma que menos de una semana después de la amputación empezó a experimentar sensaciones correspondientes al brazo amputado, que describió como "punzadas".

La paciente a lo largo de todo el tratamiento mostró una orientación hacia lo racional, interesándose por aspectos técnicos de la terapia, haciendo preguntas sobre qué indicaban los resultados obtenidos. Al contrario de otros pacientes que dejan entrever otros aspectos de su vida durante las entrevistas y las pausas que se hacían, la Srta. M se centró exclusivamente en lo que era el rendimiento obtenido. Mostró una gran disciplina en lo que respecta a la entrega de los autorregistros y la realización de los ejercicios en casa. La paciente durante la

primera entrevista afirmó que sentía que durante la luna llena se incrementaba la intensidad del dolor. Se le pidió que en el autorregistro anotara si este fenómeno se daba realmente y al verificar por sí misma que no era así, abandonó dicha idea.

En cuanto a la atenuación del miembro fantasma la Srta. M describe que antes del tratamiento sentía la totalidad de la mano, la muñeca y un pequeño antebrazo, todo este conjunto unido al muñón, siendo que en algunas ocasiones se daba un efecto telescópico que alargaba el antebrazo al doble.

Después del tratamiento desaparece el efecto telescópico y se atenúa la sensación del antebrazo y parte de la muñeca.

La paciente reportó una mejoría considerable a la hora de dormir, pues anteriormente le costaba mucho conciliar el sueño debido al dolor que sufría. Afirma que con excepción de un par de noches inusualmente frías, en los últimos meses no había vuelto a tener problemas para dormir debido al dolor.

Además reportó que le es más fácil realizar ejercicio, pues ocasionalmente el someterse a entrenamientos muy duros repercutía en un aumento de la intensidad del dolor.

De todos los casos este fue el que obtuvo mejores resultados, con una reducción del dolor del 59.0% al promediarse los resultados de los tres instrumentos utilizados.

#### Sr. T

Tiene 55 años. Hace un año y medio se detectó un osteosarcoma en el brazo derecho del paciente y tras muchos intentos de solucionar el cáncer por otros medios, hace 8 meses los médicos no tuvieron otra opción que realizar una amputación transhumeral. El paciente afirma que desde el mismo momento en que se despertó en el hospital experimentó el dolor fantasma.

El Sr. T se caracterizaba por ser una persona optimista, entendiéndose el optimismo como un estilo cognitivo en el cual las atribuciones respecto de los eventos negativos son externos, temporales y específicos, en tanto que si los eventos son positivos las atribuciones son internas, estables y globales.

En un principio afirmó que la luna llena incrementaba la intensidad del dolor que experimentaba. Se le dio la instrucción de que podría verificar dicha afirmación por sí mismo si en los autorregistros quedaba constancia de que realmente se incrementaba el dolor. Al comprobar que no era así no volvió a tener dudas al respecto.

En cuanto a la atenuación del miembro fantasma, el paciente describió que antes del tratamiento sentía la totalidad de la mano unida al muñón y al finalizar señaló que la sensación de la palma se había atenuado bastante, mientras que en la palma de la mano y los dedos la sensación había disminuido poco.

El paciente reportó una mayor facilidad para dormir debido a la disminución del dolor. Así mismo reportó que le resultan más cómodas otras actividades, pues si bien desde antes de iniciar el tratamiento había aprendido a realizar multitud de tareas cotidianas con la única mano que dispone, tales como bañar los perros o realizar arreglos en el jardín, al alcanzar cierto grado de cansancio debía abando-

**Tabla 1**  
Datos socio-demográficos de los pacientes

Caso	Genero	L. Residencia	Edad	T. Amputación	N. Educativo
Srta. M	F	Desamparados	23	3 años	U. incompleta
Sr. J	M	Valverde Vega	54	5 años	Secundaria
Sr. T	M	Escazú	55	8 meses	Secundaria
Sr. S	M	Montes de Oca	66	50 años	Secundaria
Sr. R	M	Montes de Oca	50	16 años	Técnico
Sr. G	M	Turrialba	64	41 años	Técnico
Promedio	-	-	52	19 años	-

narlas pues se daba un incremento de dolor en el fantasma. Asegura que actualmente puede trabajar en estas tareas por un tiempo mayor sin preocuparse por que se dé un incremento en el dolor fantasma.

Al promediarse los resultados de los tres instrumentos de medición se obtiene una reducción del 45.7%, siendo un resultado que se acerca bastante a la media grupal de una reducción del 46.8%

Sr. G

Tiene 64 años. Hace 41 años el Sr. G perdió su brazo izquierdo por encima del codo debido a un accidente de motocicleta. Durante la década de los años 70 y 80 del siglo pasado se le practicaron varias operaciones infructuosas con el objetivo de disminuir el dolor fantasma.

En cuanto a la atenuación del miembro fantasma, el Sr. G afirmó que antes del tratamiento el fantasma afectaba a los dedos y la palma de la mano y después del tratamiento aseguró que se había atenuado la sensación de la palma y que la sensación de los dedos se mantenía casi igual.

El mayor beneficio reportado por el paciente consistió en una mayor facilidad para conciliar el sueño, aunque reporta que ocasionalmente, sobre todo después de un día de mucho trabajo y esfuerzo, se presentan aumentos en el dolor que le dificultan dormir.

Al promediarse los resultados de los tres instrumentos se obtiene una disminución del 40.1%, la más baja entre los individuos que completaron el tratamiento.

### Evaluación cuantitativa

En las tablas 2, 3, 4 y 5, que se muestran a continuación, se muestran los resultados de las mediciones del dolor subjetivo reportado por los pacientes, por medio de los distintos instrumentos de medición.

Los resultados obtenidos en este estudio no se diferencian significativamente de los obtenidos por otras investigaciones llevadas a cabo anteriormente en otras latitudes.

Los tres pacientes que finalizaron el estudio, experimentaron una reducción promedio del dolor del 46.8% tras dos meses de haber finalizado el tratamiento.

Un aspecto en que se quiso profundizar, porque no ha sido tan investigado como la intensidad del dolor, fue la atenuación del miembro fantasma. Por medio de entrevistas se elaboró un representación gráfica del miembro fantasma antes y después del tratamiento.

Como conclusión, los pacientes que finalizaron el tratamiento reportaron una disminución promedio del dolor del 46.8% tras haber transcurrido dos meses de haber finalizado el tratamiento. Como beneficios adicionales reportaron por medio de las entrevistas semiestructuradas que encuentran mayor facilidad para dormir, atenuación de las sensaciones en gran parte del fantasma y mayor facilidad para llevar a cabo tareas físicamente exigentes.

Como se muestra en la tabla 6, los resultados obtenidos en este estudio no difieren en gran medida, en términos de eficacia, de los otros estudios que se han realizado sobre el tratamiento del dolor de miembro fantasma por medio de la biorretroalimentación electromiográfica, ya que dichos estudios tuvieron una eficacia promedio del 48.5%, contra el 46.8% obtenido en esta investigación.

Se identificaron las siguientes características en todos los pacientes que completaron el estudio (véase figura 1):

1. El miembro fantasma es siempre un poco más corto que el miembro real y en algunos casos el fantasma se compone únicamente de la mano unida al muñón.
2. Conforme avanza el tratamiento se va atenuando gran parte del fantasma, siendo que la zona del fantasma más cercana al muñón es donde se da una mayor atenuación de las sensaciones fantasma.
3. En los dedos fantasmas, sobre todo el pulgar, las sensaciones fantasmas casi no disminuyen.

La principal fortaleza del estudio consiste en que se utilizaron tres procedimientos diferentes para evaluar el dolor subjetivo, cuando en las investigaciones anteriores solo se utilizó uno, además de que se exploró la atenuación de la sensación fantasma, aspecto que no se abordó en estudios anteriores. La principal limitación consiste en que una cantidad significativa de participantes abandonaron el estudio, lo cual podría indicar que no se les logró motivar adecuadamente para que siguieran adelante con el tratamiento.

### Discusión

Este estudio tenía como objetivo principal obtener más datos sobre la eficacia de la biorretroalimentación EMG para la reducción del dolor fantasma.

**Tabla 2**

Resultados de la Escala Analógica Visual

Caso	Pre test	Post test	Seg I	Seg II	Reducción
Srta. M	32	14	13	12	62.5%
Sr. T	60	35	32	31	48.3%
Sr. G	51	35	34	33	35.2%
Promedio	47.6	28	26.3	25.3	48.6%

**Tabla 3**

Resultados del Diferencial Semántico

Caso	Pre test	Post test	Seg I	Seg II	Reducción
Srta. M	4/7	2/7	2/7	2/7	50.0%
Sr. T	6/7	4/7	4/7	3/7	50.0%
Sr. G	5/7	4/7	3/7	3/7	40.0%
Promedio	5/7	3.3/7	3/7	2.6/7	46.6%

**Tabla 4**

Resultados de los autorregistros

Caso	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	Reducción
Srta. M	4.8	3.5	2.2	2.0	2.2	1.7	64.7%
Sr. T	8.2	7.5	6.2	6.0	5.2	5.0	39.0%
Sr. G	6.7	5.5	5.2	5.1	4.8	4.5	32.9%
Promedio	6.5	5.5	4.6	4.3	4.0	3.7	45.5%

**Tabla 5**

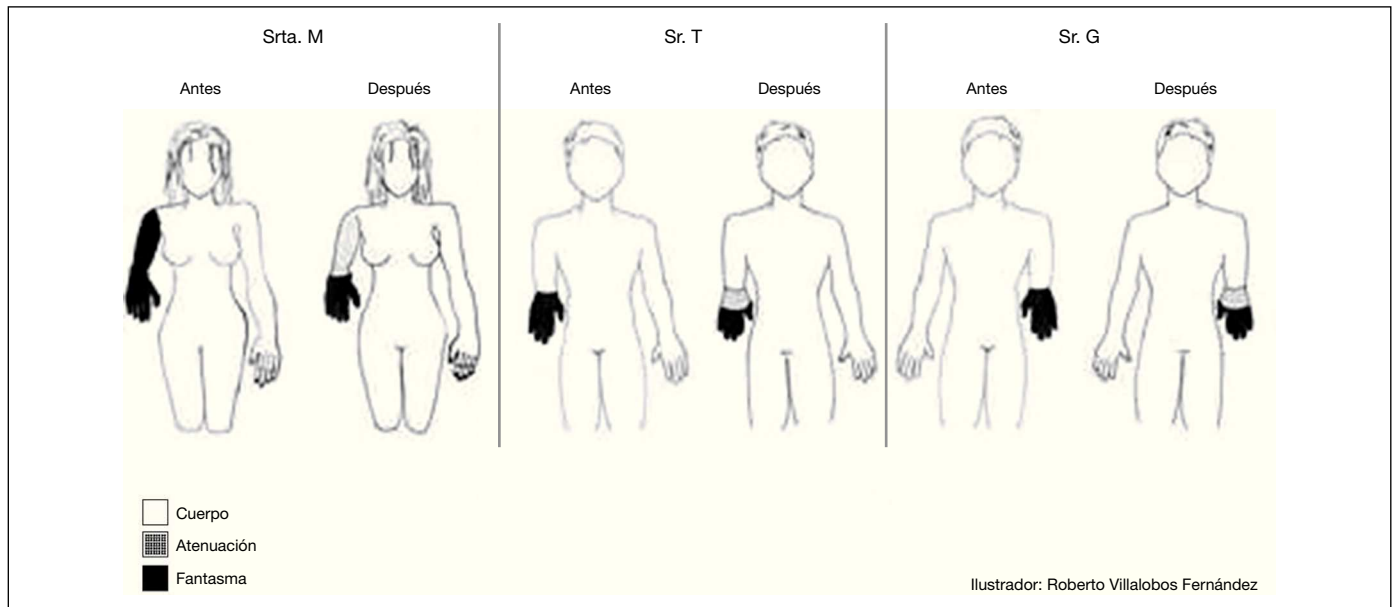
Triangulación de los datos

Caso	E. Analógica V	D. Semántico	Autorregistros	Promedio
Srta. M	62,5	50,0	64,7	59,0
Sr. T	48,3	50,0	39,0	45,7
Sr. G	35,2	40,0	32,9	40,1
Promedio	48,6	46,6	45,3	46,8

**Tabla 6**

Promedio de los resultados obtenidos por otras investigaciones

Año	Autores	Participantes	Eficacia
1979	Sherman, Gal & Gomly	16	82%
1989	Dougherty	1	10%
2001	Bellegia & Birbaumer	1	57%
2001	Winter-Barnstedt	5	45%
Promedio	-	5.7	48.5%



**Figura 1.** Descripción gráfica de la atenuación del miembro fantasma de los pacientes antes y después del tratamiento.

Los pacientes que finalizaron el tratamiento reportaron en el seguimiento realizado dos meses después una disminución promedio de la intensidad del dolor del 46.8%. De este modo los resultados obtenidos en este aspecto están de acuerdo con las investigaciones realizadas anteriormente (Bellegia & Birbaumer, 2001; Sherman et al., 1979; Winter-Barnstedt, 2001).

Sin embargo, los datos más interesantes fueron los referentes a otros aspectos que prácticamente no se han trabajado en otras investigaciones, a saber:

- **Atenuación del dolor fantasma:** se encontró un patrón definido para la atenuación del dolor fantasma, el cual consistió en que la zona cercana al muñón era donde primero disminuía la sensación y en mayor medida, mientras que en los dedos es donde tiempo después y en mucho menor medida se producían cambios.
- **Con respecto a la concepción cultural sobre el dolor fantasma,** tres de los seis participantes afirmaron que la sensación fantasma se incrementaba por el efecto de la luna llena y dos de ellos abandonaron dichas ideas cuando sus afirmaciones le fueron contrastadas con los datos que se iban obteniendo. Sería interesante comprobar en un futuro si en otras latitudes existen creencias parecidas. También los pacientes atribuyeron que el clima afectaba el dolor; sin embargo esta creencia sí tiene validez, pues está documentado en diversos estudios que la temperatura sí tiene un efecto sobre la intensidad del dolor fantasma (Bellegia & Birbaumer, 2001).
- **Efectos en la vida cotidiana:** los pacientes que finalizaron el tratamiento afirmaron tener menos problemas para dormir, ya que la intensidad del dolor se había reducido a un nivel que era tolerable, siendo que a menos que hubieran pasado un día muy estresante o las condiciones atmosféricas fueran muy adversas, no presentaban problemas para dormir. Como no se tenía previsto este beneficio no se desarrolló una escala para medir este efecto, por lo que no se pueden dar datos concretos. Debe tomarse en cuenta para estudios futuros.

#### Extended Summary

Phantom limb syndrome patients experience uncomfortable sensations corresponding to a previously amputated body part. This paper extensively evaluates three cases of patients with phantom limb pain that underwent a treatment based on electromyographic biofeedback.

The study involved five men and one woman with upper limb amputation.

Treatment consisted of ten sessions of EMG biofeedback, with a frequency of twice a week. In addition, beliefs about the phantom and its effect on everyday life were collected through semi-structured interviews about the attenuation of pain.

Three participants completed the study, reporting on the monitoring carried out two months after a reduction of 46.8% in the intensity of pain and attenuation of phantom sensation.

In conclusion, we can say that the data obtained are promising, but further studies that have a much larger sample and a greater control of the variables are required.

The equipment used consisted of JR 2cx WaveRider hardware (60 hz) that had 2 channels of audio low frequency modal electroencephalogram (EEG), heart rate (HR) and electromyogram (EMG), and a third channel dedicated to electrodermogram (GSR); hardware unit had to be connected to a computer to operate through WaveWare software: Windows Software WaveRider, which allowed the registration of psychophysiological information. The electrodes used were of GS27 type, which are disposable and have a gel film.

The following procedures for recording the data were used:

**Visual Analog Scale.** It consisted of a scale which in this case had a length of 67 mm, left to right. The scale was going through various shades of white, blue, and red, white being the absence or near absence of pain, moderate blue and deep red.

The person being evaluated had to draw a line vertically, corresponding to the intensity of pain perceived. The score corresponded to the distance in millimeters between the edge of the scale and where the line is marked. This was used as pretest and posttest.

**Semantic Differential.** In this case the opposite adjectives were painless and painful, among which there are seven horizontal lines or where the patient can make what is considered the intensity he or she is experiencing. It was applied as pre-test and post test.

**Self-reports.** Each consisted of seven self-report scales ranging from 1 to 10, one for each day of the week. The patients completed a total of six self-reports, which correspond to the weeks of treatment.

**Semi-structured interviews.** These interviews were conducted to collect information on sociodemographic data of patients and the attenuation of pain, beliefs about the phantom and its effect on everyday life.

*Miss M* describes that before treatment she felt the entire hand, wrist and forearm a little, the whole assembly attached to the stump, with a telescoping forearm lengthening due to double sometimes.

After treatment, the telescoping effect disappears and feels part of the forearm, and wrist is attenuated.

The patient reported a considerable improvement at bedtime; previously she had a hard time sleeping because of the pain she suffered. She says that with the exception of a couple of unusually cold nights, in recent months there was again having trouble sleeping because of the pain.

The patient also reported that it is easier to exercise, because occasionally undergoing harsh training impacted in an increase in pain intensity.

Of all cases, this was the best performer, with a pain reduction of 59.0% and averaged the results of the three instruments used.

Mr T described that before treatment the entire phantom hand was attached to the trunnion and at the end of treatment he said palm sensation had been attenuated sufficiently, while in the palm of the hand and fingers the sensation had decreased slightly.

The patient reported a greater ability to sleep due to pain reduction. He also reported that he found other activities most comfortable, for while before starting treatment he had learned to perform many everyday tasks with the only hand available, such as bathing dogs or making arrangements in the garden, to achieve true degree of fatigue he should therefore abandon increased phantom pain; he says it can now work on these activities for longer without worrying about an increase in phantom pain is given.

By averaging the results of three measuring instruments, a reduction of 45.7% is obtained, with a result that is quite close to the group average reduction of 46.8%.

Mr. G said the ghost before treatment consisted of the fingers and palm of the hand and after treatment had been assured that the attenuated sense of the palm and fingers feeling remained about the same.

The biggest benefit reported by the patient consisted in easing sleeping, but he occasionally reported, especially after a day of hard work and effort, presenting pain increases that make it difficult to sleep.

By averaging the results of the three instruments, a decrease of 40.1%, the lowest among individuals who completed treatment, is obtained.

This study's main objective was to obtain more data on the efficacy of EMG biofeedback to reduce phantom pain.

Patients who completed treatment reported in the monitoring carried out two months later an average decrease in pain intensity of 46.8%. Therefore, the results in this regard are in accordance with earlier investigations.

However, the most interesting data concerns other aspects which hardly have worked in other studies, namely:

- Attenuation phantom pain: a defined pattern for phantom pain attenuation was found, consisting of a decreasing of sensation, and to a greater extent, in the area close to the stump first, while in the fingers changes took place later and to a much lesser extent.
- Cultural conceptions about phantom pain: three of the six participants stated that phantom sensation was increased by the effect of full moon and two of the participants dropped those

ideas when they were contrasted with data that were obtained. It would be interesting in the future to check if there are similar beliefs elsewhere. Patients also blamed the weather for their pain; nevertheless, this belief is valid, as temperature has been documented in several studies to have an effect on phantom pain intensity.

- Effects on daily life: patients who completed treatment said they had less trouble sleeping because the pain intensity had been reduced to a level that was tolerable. The fact was that unless they had had a very stressful day or weather conditions were very adverse, they had no trouble sleeping. As this benefit had not been forecast, a scale to measure this effect was not developed, so specifics cannot be given. Future studies should take this into account.

### Conflicto de intereses

El autor de este artículo declara que no tiene ningún conflicto de intereses.

### Agradecimientos

Al Laboratorio de Psicobiología de la Universidad de Costa Rica, que proporciono las instalaciones para el estudio, a la Dra. Ana María Jurado de la Universidad de Costa Rica, que supervisó la investigación, y a la Dra. Meike Shedden Mora de la Universidad de Hamburgo, quien realizó algunas recomendaciones respecto a la redacción del artículo

### Referencias

- Bellegia, G. y Birbaumer, N. (2001). Treatment of phantom limb pain with combined EMG and thermal biofeedback: a case report. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 26, 141-146.
- Criswell, E. (2011). *Cram's introduction to surface electromyography*. Sudbury, MA: Jones and Bartlett publishers.
- Gallagher, P., Allen, D. y Maclachlan, M. (2001). Phantom limb and residual limb pain following lower limb amputation: a descriptive analysis. *Disability and rehabilitation*, 23, 522-530.
- Grüsser, S., Mühlnickel, W., Schaefer, M., Villringer, K., Christmann, C., Koeppel, C. y Flor, H. (2004). Remote activation of referred phantom sensation and cortical reorganization in human upper extremity amputees. *Experimental brain research*, 154, 97-102.
- Ramachandran, V. y Blakeslee, S. (1998). *Phantoms in the brain: Probing the mysteries of human mind*. New York, NY: Harper Collins Publishers.
- Schwartz y Andrasik (2003). *Biofeedback: a practitioner's guide*. New York, NY: The Guilford Press.
- Sherman, R. (1997). *The use of electromyographic and temperature biofeedback for treatment of cramping and burning phantom limb pain*. The Biofeedback Foundation of Europe.
- Sherman, R., Bruno, G. y Gormly, J. (1979). Treatment of phantom limb with muscular relaxation training to disrupt the pain-anxiety-tension cycle. *Pain*, 6, 47-55.
- Weiss, T., Miltner, W., Huonker, R., Friedel, R., Schmidt, I. y Taub, E. (2000). Rapid functional plasticity of the somatosensory cortex after finger amputation. *Experimental brain research*, 134, 199-203.
- Winter-Barnstedt, C. (2001). *Phantom limb pain: assessment and biofeedback treatment* (Dissertation for a doctorate degree in psychology). Heidelberg University.
- Woodhouse, A. (2005). Phantom limb sensation. *Clinical and experimental pharmacology and physiology*, 32, 132-134.