

Universidad de Costa Rica  
Facultad de Ciencias Sociales  
Escuela de Psicología

Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Psicología

Validación del protocolo de tratamiento con biorretroalimentación para el dolor  
del miembro fantasma

Sustentante

Luis Andrés Villalobos Fernández

Comité asesor

Dra. Ana María Jurado Solórzano

Lic. Maritza Mata Barahona

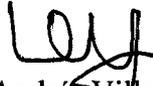
Lic. Jorge Prado Calderón

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

San José, Costa Rica

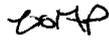
2013

## Hoja de aprobación



Bach. Luis Andrés Villalobos Fernández

Sustentante



Lic. Bradly Marín Picado

Presidente del tribunal



Lic. Joselyne Nájera Fernández

Profesora invitada



Lic. Mirtza Mata Barahona

Lectora TFG



Lic. Jorge Prado Calderón

Lector TFG



Dra. Ana María Jurado Solórzano

Directora TFG

## **Dedicatoria**

A los y las pacientes con dolor de miembro fantasma.

## **Agradecimientos**

En estas líneas me gustaría expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización de esta investigación.

Al equipo asesor conformado por mi mentora y directora del proyecto, la Dra. Ana María Jurado Solórzano, a la lectora Lic. Maritza Mata Barahona y al lector Lic. Jorge Prado Calderón.

Además a los y las docentes, Dra. Mónica Salazar Villanea como asesora externa, al Lic. Bradley Marín Picado quien acepto presidir el tribunal examinador y siempre estuvo presente en el Laboratorio de Psicobiología y a la Lic. Joselyne Nájera Fernández como profesora invitada.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y ánimo recibidos de mi familia. Mis padres Patricia y Manuel y mi hermano Roberto, este último realizó las ilustraciones del capítulo 4. Además de mis abuelos, abuelas tíos, tías, primos y primas que estuvieron al tanto de los avances obtenidos.

A aquellas instituciones o medios de comunicación que ayudaron a difundir el proyecto, siendo que con ello se logró reclutar a los y las participantes: Escuela de Psicología de la Universidad de Costa Rica, Centro Nacional de Rehabilitación, Hospital San Juan de Dios, Canal 15 UCR, Radio 870 UCR e Informe 11 Repretel.

Y finalmente a Melvin Núñez por la realización de la corrección filológica.

## Índice General

	<b>Página</b>
<b>Capítulo 1: Introducción</b>	1
<b>Capítulo 2: Marco referencial</b>	4
Hipótesis y pregunta de investigación	4
Objetivos	4
<b>Capítulo 3: Metodología</b>	6
Definición del procedimiento para seleccionar a los y las participantes	6
Definición de los procedimientos para la recolección de datos	8
Definición de los procedimientos para el análisis de datos	10
Definición de los procedimientos para asegurar la calidad de las medidas	14
Colocación de los electrodos	17
Adherencia al tratamiento	24
Construcción del protocolo	28
<b>Capítulo 4: Marco teórico</b>	29
Características diagnósticas del dolor de miembro fantasma	29
Prevalencia y factores asociados	30
Fundamentos fisiológicos del dolor de miembro fantasma	33
Eficacia de los tratamientos	53
Biorretroalimentación	58
<b>Capítulo 5: Resultados</b>	71
Análisis individual de los casos	71
Análisis grupal de los casos	95
<b>Capítulo 6: Conclusiones, limitaciones y recomendaciones</b>	103
Conclusiones	103
Limitaciones	108
Recomendaciones	111
<b>Referencias</b>	115
<b>Anexos</b>	121
Consentimiento informado	121
Protocolo utilizado	124
Protocolo con modificaciones	138
Autorregistros	148
Escala Analógica Visual	150
Diferencial Semántico	151
Datos para el análisis de series temporales	152

## Índice de tablas

	<b>Página</b>
Tabla 5.1: Promedio semanal autorregistros Srta. M	74
Tabla 5.2: Promedio semanal autorregistros Sr. T	81
Tabla 5.3: Promedio semanal autorregistros Sr. G	92
Tabla 5.4: Datos socio-demográficos de los y las pacientes	95
Tabla 5.5: Resultados escala analógica visual	96
Tabla 5.6: Resultados diferencial semántico	96
Tabla 5.7: Resultados autorregistros	96
Tabla 5.8: Triangulación de los datos	97
Tabla 6.1: Promedio de los resultados obtenidos por otras investigaciones	103

## Índice de figuras

	<b>Página</b>
Figura 3.1: Músculos del antebrazo	18
Figura 3.2: Músculos de la mano	20
Figura 3.3: Músculos del brazo visión anterior	21
Figura 3.4: Músculos del brazo visión posterior	22
Figura 3.5: Músculos del hombro	23
Figura 4.1: Vías ascendentes del dolor	38
Figura 4.2: Tálamo	42
Figura 4.3: Homúnculo sensorio motor	45
Figura 5.1: Descripción gráfica del miembro fantasma de Srta. M	73
Figura 5.2: Descripción gráfica del miembro fantasma del Sr. J	77
Figura 5.3: Descripción gráfica del miembro fantasma del Sr. T	80
Figura 5.4: Descripción gráfica del miembro fantasma del Sr. S	84
Figura 5.5: Descripción gráfica del miembro fantasma del Sr. R	87
Figura 5.6: Descripción gráfica del miembro fantasma del Sr. G	91
Figura 5.7: Gráfico dolor promedio autorregistros y línea de tendencia	98
Figura 5.8: Gráfico media móvil	99
Figura 5.9: Gráfico dolor promedio escala analógica visual	100
Figura 5.10: Gráfico dolor promedio diferencial semántico	100

## Resumen

El dolor del miembro fantasma consiste en que la persona experimenta sensaciones dolorosas las cuales atribuye a una parte del cuerpo que ha sido amputado con anterioridad. Actualmente no existe una cura definitiva para este mal y los pacientes reportan que los medicamentos para el dolor les proporcionan un alivio muy tenue.

Investigaciones llevadas a cabo en Estados Unidos y países europeos han dado como resultado que el tratamiento con biorretroalimentación proporciona a los y las pacientes una reducción permanente del dolor cercana al 50%, sin los efectos secundarios de la medicación.

El objetivo de esta investigación consiste en replicar dichos estudios para probar la posible efectividad de este tratamiento con pacientes costarricenses, para en un futuro aplicarlo en el ámbito nacional.

El tratamiento consistió en doce sesiones de biorretroalimentación con una frecuencia de dos veces por semana. Este se llevó a cabo en el Laboratorio de Psicobiología de la Universidad de Costa Rica.

En el estudio participaron cinco hombres y una mujer, cuya edad promedio era de unos 52 años y que en promedio sufrieron la amputación hace unos 19 años. En cuanto al nivel educativo una persona tenía estudios universitarios incompletos, tres habían finalizado la secundaria y dos poseían un título técnico. Tres de los participantes abandonaron el estudio por diversas razones y tres lo completaron, quienes lo completaron reportaron que tras dos meses de haber finalizado el tratamiento habían experimentado una reducción del 46,8% en la intensidad del dolor y reportaron como beneficios principales una mayor facilidad para dormir, así como menores molestias a la hora de desempeñar sus tareas cotidianas.

## *Capítulo 1: Introducción*

El síndrome de miembro fantasma consiste en que el paciente experimenta sensaciones que corresponden a una parte del cuerpo previamente amputada. El paciente puede experimentar prácticamente todos los tipos de sensaciones perceptivas que existen, pero para términos de investigación y de tratamiento se han asignado categorías a los tipos de dolor fantasma existentes, a saber, punzante, incisivo, telescópico, constrictivo, quemante y paralizante. Los más comunes son el constrictivo, la persona siente que el miembro está siendo estrujado, y el quemante, el individuo siente como si el miembro tuviera una quemadura (Woodhouse, 2005). En Costa Rica, la prevalencia de síndrome de miembro fantasma es de un 45% - 50% para los y las pacientes que han sufrido amputación de una extremidad inferior, se desconoce la prevalencia en personas con amputación de un miembro superior (Masís, 2009).

Las teorías más recientes señalan que la causa de este malestar podría encontrarse en un proceso de mala adaptación de la corteza somatosensorial primaria del cerebro, la cual constituye el área de recepción sensorial del tacto y se ubica en el giro postcentral del lóbulo parietal (Kolb & Whishaw, 2009). Así pues, al poco tiempo de producida la amputación, la zona de la corteza somatosensorial que controlaba la parte del cuerpo removida empieza a contraerse debido a la falta de entrada de información procedente del medio, por lo cual las neuronas de las zonas de la corteza somatosensorial que se encuentran adyacentes migran para ocupar la región que quedó en desuso.

A este fenómeno se le conoce como plasticidad neuronal, es el mecanismo gracias al cual el cerebro intenta por medio del establecimiento de nuevas conexiones neuronales, compensar los efectos de la pérdida de un grupo de neuronas (Kolb & Whishaw, 2009). Sin embargo, en este caso el proceso de plasticidad provoca que se establezcan conexiones azarosas entre áreas

que no deberían comunicarse entre sí, lo cual da lugar a que, ante la entrada de información sensorial proveniente del muñón o de las partes del cuerpo que controlan las regiones “invasoras”, se produzcan percepciones por lo general molestas, a esto se le conoce como plasticidad neuronal maladaptativa (Flor, 2002).

Para compensar la plasticidad neuronal maladaptativa se propone la necesidad de establecer un entrenamiento, en el cual la constante entrada de información sensorial estimule la zona de la corteza somatosensorial que controlaba el miembro y se recuperen algunas de las conexiones neuronales perdidas por la falta de estímulos, producto de la amputación (Flor, 2002).

Dicho entrenamiento se logra por medio de la biorretroalimentación, su principal antecedente fue el descubrimiento por parte del psicólogo experimental Neal E. Miller, en la década de 1960, de que el sistema nervioso vegetativo es susceptible al condicionamiento clásico. En la década siguiente, la biorretroalimentación fue desarrollada como una técnica en sí, basada en los principios de Miller, la cual posibilita que los pacientes voluntariamente puedan modificar las respuestas de su sistema nervioso vegetativo, tales como tasa cardíaca, presión sanguínea y temperatura periférica (Miller, 1974, 1978).

En definitiva, la biorretroalimentación es un grupo de técnicas conductuales con las cuales, mediante el empleo de un equipo especialmente diseñado, se registran las variables fisiológicas de la persona que sean de interés para el tratamiento y se le devuelve dicha información por medio de estímulos visuales o auditivos. Esto se realiza con el objetivo de que la persona adquiera conciencia de dichas variables fisiológicas para que progresivamente aprenda a modificar voluntariamente determinada respuesta fisiológica con el objetivo de provocar respuestas placenteras (Labrador, 2009).

Como ya se explicó, dicha técnica posee muchas variaciones, pero la que se empleó en esta investigación fue la de biorretroalimentación electromiográfica, gracias a la cual se registra el

potencial de acción de los músculos en los que se ubican los sensores. Además, se retroalimenta al paciente por medio de un estímulo auditivo, para que vaya aprendiendo a controlar la tensión muscular de la parte del cuerpo registrada y así este pueda llegar a desarrollar propiocepción sobre el muñón y pueda relajarlo a voluntad, de forma que no sea dependiente del equipo de biorretroalimentación (Labrador, 2009).

La justificación de este trabajo radica en el hecho de que aunque la psicología conforma una parte fundamental del tratamiento integral de los diversos síndromes dolorosos, hasta el momento no se ha realizado en el país ninguna aproximación sobre el dolor de miembro fantasma desde la psicología, por lo que se consideró indispensable dar un primer paso.

En el estudio participaron cinco hombres y una mujer, cuya edad promedio era de unos 52 años y que en promedio sufrieron la amputación hace unos 19 años. En cuanto al nivel educativo una persona tenía estudios universitarios incompletos, tres habían finalizado la secundaria y dos poseían un título técnico. Tres de los participantes abandonaron el estudio por diversas razones y tres lo completaron, quienes lo completaron reportaron que tras dos meses de haber finalizado el tratamiento habían experimentado una reducción del 45% en la intensidad del dolor y reportaron como beneficios principales una mayor facilidad para dormir, así como menores molestias a la hora de desempeñar sus tareas cotidianas.

## Capítulo 2: Marco referencial

### **Hipótesis**

La hipótesis de la investigación fue que el dolor disminuiría con la aplicación del tratamiento.

La hipótesis nula establece que los cambios observados se deben al azar, mientras que la hipótesis alternativa que no se produce ningún cambio.

### **Pregunta de investigación**

¿La biorretroalimentación electromiográfica puede disminuir la intensidad del dolor constrictivo de miembro fantasma en personas con amputación de miembro superior? Y ¿Qué factores podrían intervenir en el éxito o no del tratamiento?

### **Objetivos**

#### ▪ Objetivo general:

- Determinar si la biorretroalimentación electromiográfica disminuye la intensidad del dolor constrictivo de miembro fantasma y cuáles factores intervienen en el éxito o fracaso del tratamiento.

#### ▪ Objetivos específicos:

- Identificar a las y los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión establecidos para la investigación.

- Aplicar el pre test a las y los pacientes para determinar su nivel de dolor del miembro fantasma antes del inicio del tratamiento.

- Aplicar a las y los pacientes el tratamiento establecido en el Protocolo de Tratamiento con Biorretroalimentación para el dolor de miembro fantasma.
  - Aplicar el post test a las y los pacientes para determinar su nivel de dolor de miembro fantasma después de finalizado el tratamiento.
  - En cada paciente registrar a lo largo del tratamiento posibles dificultades surgidas en la aplicación del protocolo, para poder llevar a cabo los cambios necesarios.
  - Identificar durante la aplicación del protocolo posibles fallas u elementos a mejorar.
  - Llevar a cabo las diversas pruebas estadísticas para determinar si se rechaza la hipótesis nula.
- Es decir que los cambios observados se deben al tratamiento y no al azar.

### Capítulo 3: Metodología

#### **Definición del procedimiento para seleccionar a los y las participantes**

A continuación se mencionan los criterios de inclusión y exclusión de los participantes y se justifica el porqué de ellos.

#### Criterios de inclusión:

- Pacientes que hayan sido diagnosticados y diagnosticadas con dolor de miembro fantasma de tipo constrictivo, el diagnóstico se realizará por medio de los siguientes criterios (Gallagher, Allen & 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 una alteración mental.
- Ser mayor de 18 años, jurídicamente hasta esta edad la persona puede consentir por sí misma si participa en una investigación.
- Amputación de una extremidad superior, pues la prevalencia del síndrome es mayor en las personas a quienes se les amputó alguna de las extremidades superiores (Bosmans & Geertzen, 2010).

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 diabetes mellitus: existe un leve riesgo de que al aplicarse el tratamiento en momentos cercanos a una crisis se pueda reducir aún más la presión arterial de la persona, por lo que hay que tener un acercamiento cuidadoso con este tipo de personas.

(McGrady & Bailey, 2003).

- Amputación debido a complicaciones vasculares u otras enfermedades, pues este tipo de personas requieren cuidados médicos que no es posible brindar en las instalaciones seleccionadas para el estudio.
- Diagnóstico de alguna patología mental que impida un adecuado contacto con la realidad, ya que es indispensable que el o la paciente pueda atender a las indicaciones del o la terapeuta.
- Amputación de más de un miembro, pues incluso a nivel internacional la investigación y tratamiento de personas con múltiples miembros fantasmas ha sido prácticamente nula.

## **Definición de los procedimientos de recolección de datos**

El procedimiento empleado en la investigación para llevar a cabo el tratamiento, fue el equipo de biorretroalimentación, el cual consistió en el *hardware* WaveRider JR 2cx (60 hz) que poseía 2 canales de audio de baja frecuencia multimodales para Electroencefalograma (EEG), tasa cardíaca 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 descartables y poseen una película de gel.

Se emplearon los siguientes procedimientos para el registro de la variable dependiente, la cual fue la intensidad del dolor de miembro fantasma.

### A. Escala Analógica Visual

Consistió en una escala la cual tuvo en este caso una longitud de 67 milímetros, de izquierda a derecha. La escala atravesaba por 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 donde se marcó la línea. Esta se utilizó como pre test y post test.

### B. Diferencial semántico

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

### C. Autorregistros

Cada autorregistro consistió en siete escalas que van del 1 al 10, una para cada día de la semana. Los y las pacientes completaron un total de seis autorregistros, lo cual corresponde a las semanas que duró el tratamiento.

### D. Anotaciones

Durante cada sesión se realizaron anotaciones sobre la experiencia del o la paciente, sirvieron para recolectar información importante sobre creencias y expectativas del paciente. Así de cómo el tratamiento ha ido afectando las diversas áreas de la vida del paciente.

La convocatoria de los pacientes se hizo por medio de los hospitales San Juan de Dios y Centro Nacional de Rehabilitación, y los medios de comunicación Canal 15 y Radio U 870 am. Además se colocaron carteles informativos en el campus de la universidad, se enviaron correos institucionales informando sobre el proyecto y se publicó información al respecto en los perfiles de Facebook de la Escuela de Psicología de la UCR y el Área de Psicobiología de esa casa de enseñanza.

## **Definición de los procedimientos para el análisis de datos**

Para esta investigación lo que interesaba era determinar cuatro aspectos:

- Porcentaje en que disminuyó el dolor de las personas que recibieron el tratamiento.
- Comprobar si los cambios observados en los y las participantes se debieron al tratamiento o al azar.
- Corroborar que los cambios se mantienen tiempo después de haber terminado el tratamiento.
- Determinar qué factores podrían haber intervenido en el éxito o fracaso del tratamiento.

En primer lugar se procedió a ordenar los datos obtenidos en las diversas escalas para cada uno de los y las participantes del estudio.

Como ya se mencionó con anterioridad, la escala analógica visual tiene una puntuación que va de 0 a 67 y se aplicó en la primera y última sesión.

El porcentaje de disminución del dolor se calcula por medio de la fórmula de la regla de tres, el aplicar solo la regla de tres da como resultado qué porcentaje del dolor permanece, por lo que ese puntaje se le resta a cien para determinar cuánto fue la disminución (Rapetti, 2003).

$$D = 100 - \frac{(Post \times 100)}{Pre}$$

No se aplicaron los análisis directamente sobre las respuestas de intensidad reportadas, pues como se abordara más adelante, era necesario transformar todos los valores a una misma escala para poder facilitar el proceso de triangulación de los datos.

Después, por medio de una tabla, se mostrará cuál fue el porcentaje de disminución del dolor en cada paciente, así como la puntuación promedio de toda la población. Estos datos son importantes para la triangulación de los datos, la cual se verá más adelante, y para retroalimentar al o la paciente sobre los logros obtenidos.

Para el análisis que se está llevando a cabo solo se toman en cuenta las diferencias entre los promedios de la primera y última semana de tratamiento, pues lo que se desea es obtener una medida del porcentaje de disminución entre esos periodos.

Posteriormente se mostrarán los datos completos de los autorregistros y cómo es que se llevó a cabo el análisis de series temporales.

La razón por la cual se emplearon tantas escalas que miden exactamente lo mismo tiene como objetivo aumentar la fiabilidad de los datos obtenidos. A diferencia de muchísimas otras variables que se han estudiado en la psicología, de momento para el dolor de miembro fantasma no existe una escala que haya sido ampliamente validada.

Como se verá en el capítulo 3, los investigadores e investigadoras tienen gran cantidad de pruebas que demuestran que efectivamente existen alteraciones en el sistema nervioso de las personas con dolor de miembro fantasma, que pueden provocar las alteraciones sensoriales que estas personas describen y que, por lo tanto, sus relatos se pueden tomar como verídicos (Ramachandran & Blakeslee, 1998; Grüsser et al, 2004; Weiss et al, 2000).

El problema reside en que, si bien podemos confiar en que si la persona nos dice que se siente mejor realmente lo está, en una investigación como esta, esos relatos se deben convertir en números que permitan evaluar de la forma más fidedigna posible esa experiencia de la persona.

Pueden existir diferencias pequeñas entre las diversas escalas utilizadas. Estas diferencias de puntajes entre instrumentos tienen que ver con los errores de medida de las escalas, la solución por lo que se ha optado en esta investigación ha sido la de la triangulación de datos.

En la triangulación de datos se analiza una misma variable pero utilizando datos de distinta naturaleza, fuentes o tiempos. En cuanto a las ventajas y riesgos potenciales se señala (Hernández, Fernández y Baptista, 2006):

- Ventajas: mayor sensibilidad a los grados de variación no perceptibles con un solo método, además de productividad en la recolección y el análisis de datos.
- Desventajas: carencia de directrices para determinar la convergencia de los resultados, además de mayor dificultad para controlar los sesgos que provienen de muy diversas fuentes y con distintas características.

Para corregir los posibles errores de medida existentes entre la escala analógica visual, el diferencial semántico y los autorregistros, se procedió a promediar los puntajes convertidos a escala 100 de las tres pruebas para obtener un puntaje final de toda la evaluación:

La razón por la cual no se llevó a cabo un análisis multivariante de la varianza (MANOVA) para combinar las diversas mediciones en un único análisis que tome en cuenta la varianza compartida de las tres estimaciones de la variable dependiente, es porque en este caso, tras aplicarse en el SPSS la Prueba de Kolmogorov-Smirnov, se encontró que las variables no seguían una distribución normal, siendo por tanto que no se cumple el primero de los criterios necesarios para poder aplicar MANOVA.

Para obtener una análisis más detallado de los datos se procede a realizar un análisis de series temporales, para esto se utilizan los valores obtenidos en los autorregistros diarios.

Una serie temporal es una secuencia de N observaciones ordenadas y equidistantes cronológicamente sobre una o varias característica de una unidad observable en diferentes

momentos. Todo lo que corresponde a este sub apartado sobre las series temporales fue sacado del texto de González, González & Pérez (2007).

Para completar un análisis descriptivo de la serie temporal con Excel se proceden a llevar a cabo los siguientes pasos: introducción de datos, representación gráfica, determinación de la tendencia, determinación de la estacionalidad. Tras la introducción de los datos se genera un gráfico que, a primera vista, permite hacer algunas afirmaciones sobre la tendencia, si esta es hacia la baja, ascendente o aleatoria.

Para confirmar esos datos se procede a utilizar el método de las medias móviles, el cual suaviza las fluctuaciones que aparecen en las medias tomadas a lo largo de un promedio, las cuales se pueden producir por factores aleatorios que suelen derivar de la técnica de medida.

Primero se determina que se trabaja con conjuntos de siete elementos, pues cada siete días se da una semana que es la unidad de tiempo que se desea analizar. Se aplica la misma fórmula del promedio de los siete conjuntos más cercanos; tres anteriores, el central y los tres posteriores. Se hace esto hasta llegar a C39 que es la última que permite realizar este cálculo. Así se obtienen las medias móviles centrales y se realiza un nuevo gráfico que nos da mayor seguridad con respecto a que los datos realmente están a la baja.

En cuanto al análisis de las variables que pudieran haber afectado la eficacia del tratamiento se tomaron en cuenta las anotaciones que se llevaron a cabo en cada una de las sesiones, así como de las entrevistas que se realizaron antes y después del tratamiento. Estos datos se compararon con las teorías existentes sobre el tema, para elaborar hipótesis que expliquen las diferencias presentes entre cada uno de los casos.

## **Definición de los procedimientos para asegurar la calidad de las medidas del equipo de biorretroalimentación EMG**

Diversos factores pueden llevar a que se produzcan errores en las mediciones llevadas a cabo por el equipo de biorretroalimentación. Lo cual tiene como consecuencia que al o la paciente se le suministre información errónea sobre la actividad fisiológica que se desea trabajar, lo cual en última instancia lleva a que el tratamiento sea ineficaz. Los procedimientos aquí enlistados están orientados a la biorretroalimentación electromiográfica, otros tipos como el térmico y el neurofeedback requieren medidas de control adicionales (Schwart & Andrasik, 2003).

### Cuidados básicos en el manejo de los electrodos

Los autores antes mencionados consideran indispensable acatar las recomendaciones de la empresa fabricantes de los electrodos para asegurar un funcionamiento óptimo de los mismos. En el caso de los utilizados en este estudio dichas recomendaciones fueron: no reutilizar, mantener los electrodos sin utilizar en su empaque original, mantener a una temperatura de entre 5 y 30 grados centígrados, no alterar su forma de ninguna manera.

### Película de gel

Tiene por objetivo rellenar el espacio existente entre el electrodo y la piel con un medio que permita una conducción ideal de la información eléctrica entre ellos. Los electrodos utilizados en este estudio eran desechables y contaban con una película de gel incorporada.

### Preparación de la piel

La presencia de tierra, suciedad, aceites, células muertas y/o maquillaje interfiere en la transferencia de las señales bioeléctricas de la piel al electrodo. Aunque algunos autores recomiendan el uso de sustancias abrasivas desarrolladas para este fin, Schwart & Andrasik (2003) consideran más adecuado el uso de alcohol para evitar irritar la piel. En esta investigación se recurrió al uso de alcohol.

### Prevención del ruido

Ruido es el término que se emplea para designar a las señales no deseadas. Existen dos tipos (Schwart & Andrasik, 2003):

Al primer tipo se le denomina ruido externo o interferencias, el cual puede ser producido por sistemas naturales como las tormentas o por el ser humano como lo son diversos instrumentos.

Su control depende en gran medida de las acciones del investigador o investigadora. Entre ellas se encuentra solicitar a los y las pacientes que se retiren los objetos de metal como piercings y anillos, emplear siempre el electrón de referencia en conjunto con los activos, mantener el equipo alejado de imanes y equipos que los empleen y suspender el procedimiento cuando se den condiciones de tormenta eléctrica.

El segundo tipo es el ruido interno o intrínseco, el cual se produce por un inadecuado funcionamiento de los métodos de filtrado y promediado de las señales del equipo de biorretroalimentación.

En los equipos que funcionan con batería como el utilizado en este estudio, se recomienda sustituirla al quedarle una cuarta parte de su carga, pues niveles de carga muy bajos pueden

interferir en el funcionamiento de los sistemas de filtrado del equipo, produciendo lecturas anormales.

Además es necesario encender el equipo ocasionalmente y almacenarlo en un lugar seco, pues la humedad y la falta de uso pueden dañar la circuitería del equipo. Si esto llega a ocurrir solo un especialista en sistemas eléctricos podrá arreglar el desperfecto.

### Condiciones del laboratorio

Se recomienda que el equipo de biorretroalimentación se encuentre ubicado en un espacio donde la temperatura, la humedad y la ventilación se encuentren controladas (Schwartz & Andrasik, 2003).

Las condiciones específicas varían según el tipo de biorretroalimentación y según las especificaciones del fabricante. En este caso se utilizaron electrodos de EMG fabricados por la empresa Race International quien especifica que estos debían mantenerse a una temperatura inferior a los 30 grados centígrados y una humedad ambiental inferior al 90% para un adecuado funcionamiento.

En cambio sí es fundamental evitar en la mayor medida posible la interferencia de sonidos externos, pues el proceso empleado por el equipo para retroalimentar al o la paciente es precisamente auditivo. (Schwartz & Andrasik, 2003).

## **Colocación de los electrodos**

A continuación se nombrarán los distintos tipos de amputación que se pueden dar en un miembro superior, y se explicará cuáles son las diversas estructuras involucradas. Lo cual justificará la localización específica de los electrodos. En todos los casos se trabajó con un canal (1 activo, 1 referencia, 1 tierra). Todas las referencias sobre anatomía de este apartado se obtuvieron de Anderson et al. (2003).

En todas las diversas localizaciones se tomaron en cuenta los siguientes criterios para seleccionar la ubicación de los distintos tipos de electrodos (Schwartz & Andrasik, 2003):

1. Se trabajó con los músculos que encontraran más cerca del muñón, pero que a la vez se encontraran intactos. Razón por la cual en algunos casos los electrodos se ubican a 5 o incluso 10 centímetros de distancia del muñón.

Se procedió de esta manera porque lo que son los músculos que se amarran para formar el muñón no solo quedan reducidos a una fracción de su tamaño original, sino que el proceso de cicatrización interna puede durar años, según las condiciones de salud de la persona (Sherman & Jones, 2005).

2. El electrodo activo se colocó en el musculo flexor, al ser este el que ejerce mayor influencia en el proceso de tensión muscular (Schwartz & Andrasik, 2003).

3. El electrodo de referencia se colocó en el musculo extensor (Schwartz & Andrasik, 2003).

4. El electrodo de tierra se colocó en el tejido adiposo del abdomen, porque la capa de tejido adiposo evita que se de interferencia por alguna señal producida por los músculos ubicados debajo de esta (Schwartz & Andrasik, 2003).

## Amputación de dedos (excepto pulgar)

**Figura 3.1. Músculos antebrazos**

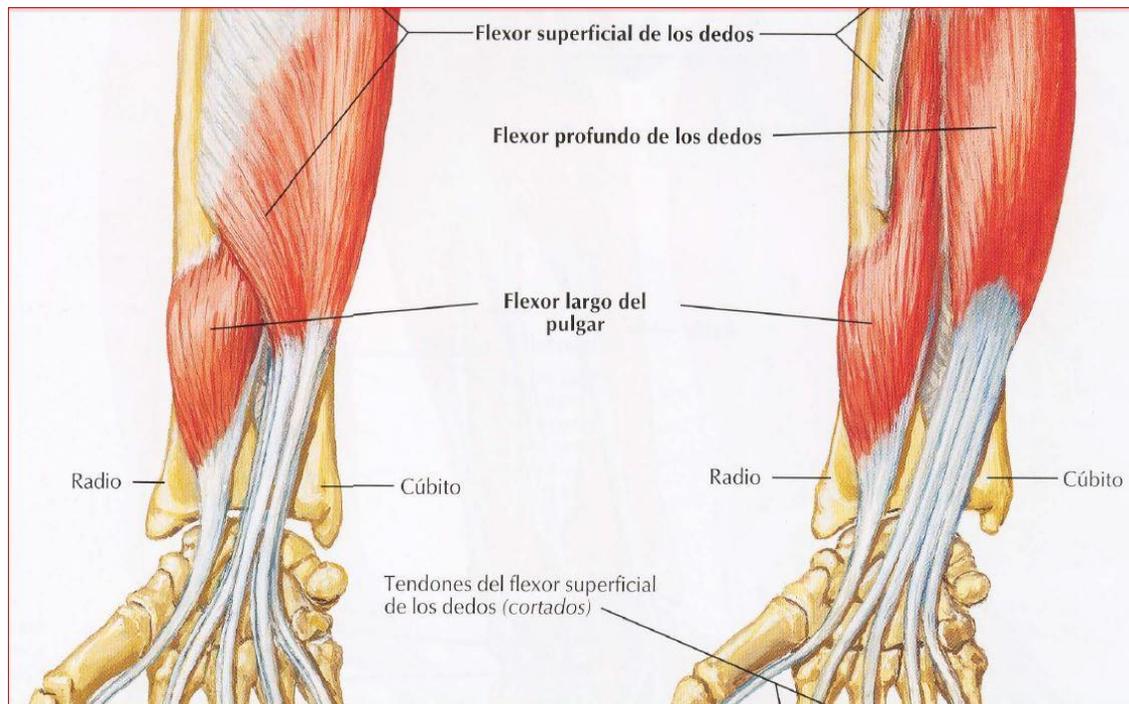


Figura 3.4. Metter, F (2007). Lámina 443: Mn. Individualizados del antebrazo: flexores de los dedos. Elsevier.

Siendo que el área inmediatamente adyacente al muñón carece de músculos importantes y más bien se compone principalmente por los tendones y hueso. Es necesario colocar los electrodos en las zonas que se señalaran a continuación.

### *Electrodo activo*

- Flexor común profundo de los dedos: es un músculo del antebrazo que flexiona los dedos. Se inserta en la cara anterior del cúbito y termina en cuatro tendones en la tercera falange de los últimos cuatro dedos.

### *Electrodo de referencia*

- Flexor largo del pulgar: es un músculo largo y aplanado que está situado en el antebrazo, en el mismo plano que el músculo flexor común profundo de los dedos de la mano, lateralmente a este. Se extiende desde la tuberosidad del radio hasta la cara palmar de la falange distal del dedo pulgar.

### *Electrodo de tierra*

- Se coloca en el tejido adiposo del abdomen.

## Amputación del pulgar

**Figura 3.2. Músculos de la mano**

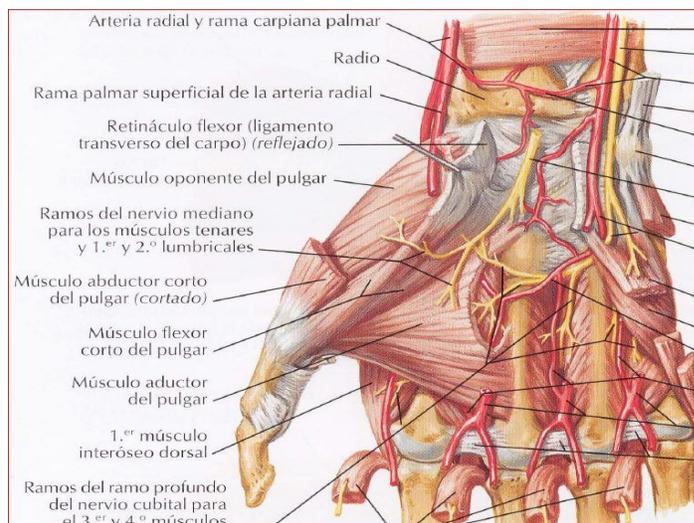


Figura 3.5. Metter, F (2007). Lámina 465: Músculos intrínsecos de la mano. Elsevier.

### *Electrodo activo*

- Músculo abductor corto del pulgar: es un músculo de la mano que se encuentra en la región palmar externa, es aplanado y corto, cuya función es la flexión del pulgar

### *Electrodo de referencia*

- Músculo oponente del pulgar: es un músculo pequeño y triangular de la mano, se encuentra en la región palmar externa; cuya función es la de oponer al pulgar.

### *Electrodo de tierra*

- Se coloca en el tejido adiposo del abdomen.

## Amputación transradial

**Figura 3.3. Músculos del brazo visión anterior**

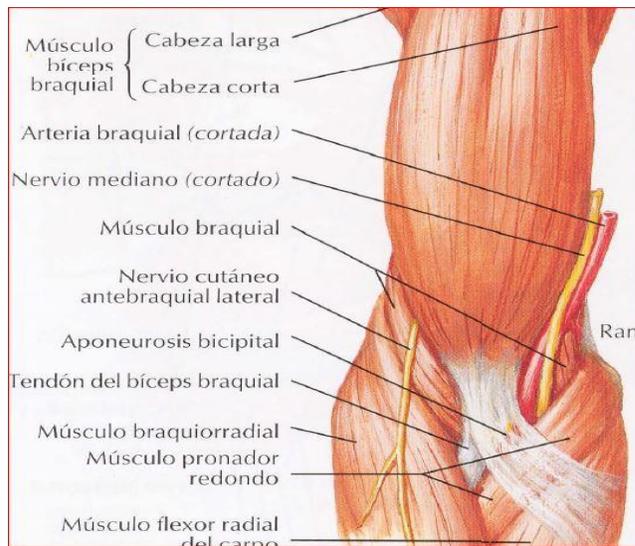


Figura 3.6. Metter, F (2007). Lámina 431: Músculos del brazo: visiones anteriores.

Elsevier.

### *Electrodo activo*

- Bíceps braquial cabeza corta: Músculo largo y fusiforme del brazo localizado en la superficie anterior del húmero que se origina en la escápula mediante dos cabezas. La cabeza corta nace de un tendón en la apófisis coracoides

### *Electrodo de referencia*

- Bíceps braquial cabeza larga: se origina en la cavidad glenoidea.

### *Electrodo de tierra*

- Se coloca en el tejido adiposo del abdomen.

## Amputación transhumeral

**Figura 3.4. Músculos del brazo visión posterior**

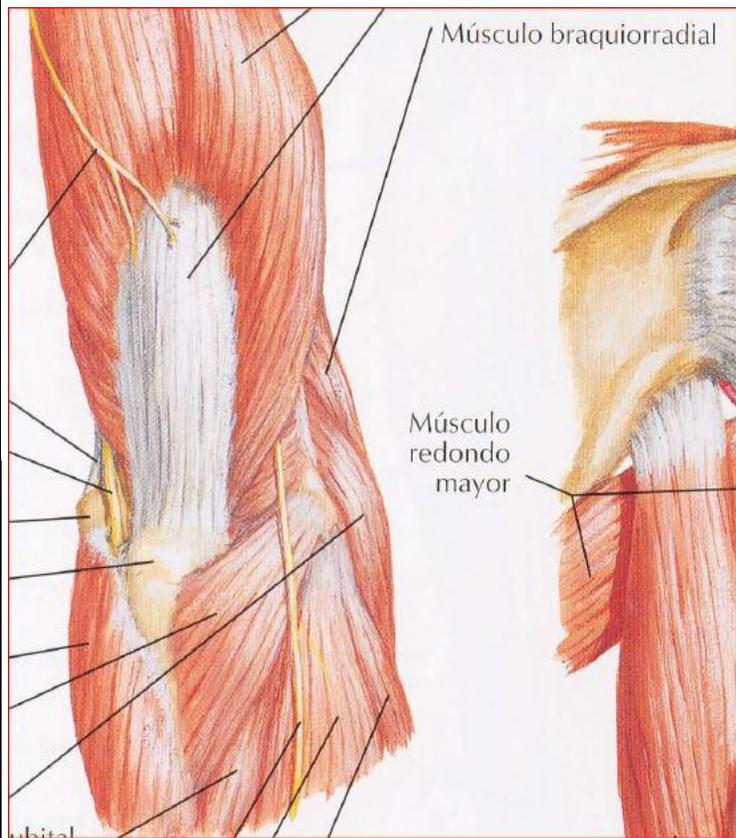


Figura 3.7. Netter, F (2007). Lámina 432: músculos del brazo: visiones posteriores.

Elsevier.

En el caso de las amputaciones transhumerales (arriba del codo), los músculos inmediatamente adyacentes al mismo, como el bíceps se ven afectados, por lo cual no son adecuados para la colocación de los electrodos.

Las cabezas del tríceps braquial son los músculos más cercanos a este tipo de muñón que no se ve afectado por la amputación, por lo cual es el ideal para la colocación de los electrodos. Por lo cual, igual que en el caso anterior, en la cabeza corta se ubica el electrodo activo, en la larga el de referencia y el de tierra en el tejido adiposo del abdomen.

## Desarticulación del hombro

**Figura 3.5. Músculos del hombro**

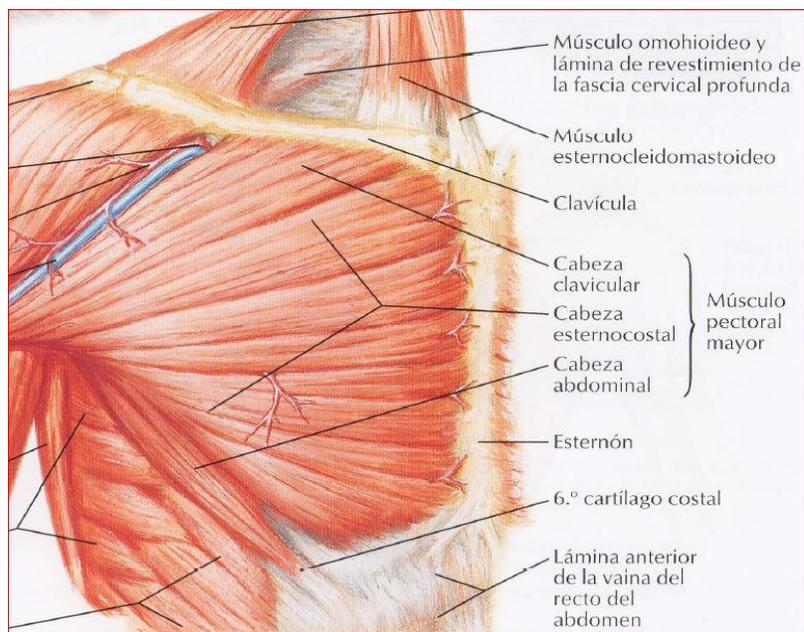


Figura 3.8. Netter, F (2007). Lámina 424: músculos del hombro. Elsevier.

### *Electrodo activo*

- Pectoral mayor cabeza clavicular: Músculo grande de la región superior del tórax que actúa sobre la articulación del hombro. El pectoral mayor sirve para flexionar, aducir y rotar internamente el brazo a través de la articulación del hombro. La cabeza clavicular flexiona la articulación del hombro.

### *Electrodo de referencia*

- Pectoral mayor cabeza esternocostal: esta extiende la articulación del hombro.

### *Electrodo de tierra*

- Se coloca en el tejido adiposo del abdomen.

## **Adherencia al tratamiento**

La adherencia al tratamiento implica que el o la paciente sigue las diversas recomendaciones del personal de salud con el objetivo de que mejore su condición. Entre las conductas que demuestran una falta de adherencia al tratamiento se encuentra (O'Donohue & Levensky, 2006):

- No asistir o venir tarde a las sesiones.
- No iniciar las recomendaciones que se dan.
- Terminar el tratamiento prematuramente.

Los diversos factores que influyen en la no adherencia al tratamiento son (O'Donohue & Levensky, 2006):

- A. Factores relacionados con el o la paciente: falta de conocimiento sobre los requerimientos del tratamiento, deficiencias cognitivas y de lenguaje, falta de auto control y habilidades de afrontamiento, falta de recursos tangibles (financieros, transporte, tiempo), eventos estresantes recientes, problemas mentales graves.
- B. Factores relacionados con el tratamiento: alta complejidad, severos cambios en el estilo de vida, larga duración del tratamiento, frecuentes y severos efectos secundarios, alto costo del tratamiento.
- C. Factores relacionados con el problema de salud: el problema de salud no es muy serio o amenazante para la salud, síntomas del problema de salud interfieren con la adherencia (problemas de memoria, movilidad o visión).
- D. Factores relacionados con el o la terapeuta: pobre comunicación con el paciente, paciente duda de la habilidad del terapeuta, paciente no se siente cómodo con él o la terapeuta, paciente tiene una concepción diferente del problema.

A continuación se mencionan cuáles son las medidas que se tomaron en esta investigación para hacer frente a los diversos factores que pudieran haber provocado la no adherencia al tratamiento.

#### Factores relacionados con el o la paciente

Como parte de los criterios de exclusión se incluyó el que la persona tuviera deficiencias cognitivas o enfermedades mentales graves, precisamente porque esas son poblaciones que requieren de un enfoque especializado que no se les podía brindar en este proyecto.

Al ser la participación en el proyecto gratuita se evita uno de los factores que influye en mayor medida a alejar a las personas de los tratamientos, sobre todo tomando en cuenta la época de crisis económica por la que atraviesa el país, así como que gran parte de las personas afectadas por este tipo de lesiones provienen de la clase trabajadora.

En cuanto a lo se refiere a que el o la paciente posea un pobre autocontrol y habilidades de afrontamiento, o que se encuentre atravesando por una situación altamente estresante, realmente es poco lo que puede hacer el investigador. Lo mejor que se puede hacer es reforzar al o la paciente con respecto a que el tratamiento le hará bien y tratar de establecer un buen *rapport* con la persona.

### Factores relacionados con el tratamiento

El tratamiento de biorretroalimentación se caracteriza por tener pocos o nulos efectos secundarios, la única población con la cual es necesaria una cierta precaución es con la que padece de diabetes, ya que de aplicarse en momentos cercanos a una crisis se podría reducir aún más la presión arterial de la persona, por lo que hay que tener un acercamiento cuidadoso con este tipo de personas.

Por esta razón, dentro de los criterios de exclusión se incluyó a las personas diagnosticadas con diabetes.

En cuanto al problema de los costos, como ya se dijo, la participación en el proyecto es gratuita así que este no es un factor que vaya a afectar. Con una duración de 12 sesiones tampoco se puede decir que el tratamiento sea considerablemente largo.

El único factor que podría afectar sería la complejidad por parte del o la paciente de entender el tratamiento y cuáles son las razones por las cuales se está realizando una tarea en específico. Para prevenir esta situación se debe procurar que las sesiones introductorias sean lo más claras posibles y que se establezca un *rapport* adecuado.

### Factores relacionados al problema de salud

El dolor de miembro fantasma no produce síntomas físicos (como ceguera, problemas de movilidad) o cognitivos (como memoria, distorsión de la realidad) que en sí puedan dificultar la adherencia al tratamiento.

Un factor que en cambio sí se debe tomar en cuenta es la concepción que la persona tenga sobre qué tan prioritario es hacer frente al problema, pues claramente es una situación que no amenaza la vida, ni va acortarla.

Además, debido a que en muchos casos en el pasado el o la paciente ha recibido atención de algún especialista en salud que les han dicho que el dolor fantasma es algo por lo que normalmente atraviesan las personas amputadas y que con el tiempo se les quitará, es probable que lleguen a creer que no vale la pena llevar a cabo un tratamiento.

En esta situación se debe reforzar a la persona con respecto a que el procedimiento mejora en gran medida su calidad de vida y, por tanto, vale la pena el esfuerzo realizado.

### Factores relacionados con el terapeuta

El terapeuta que trabaje este tipo de casos debe formarse adecuadamente con respecto a los diversos mecanismos fisiológicos involucrados en la aparición del tratamiento, el uso del equipo y las concepciones que las personas pueden tener sobre el padecimiento.

Además se debe procurar llevar a cabo un *rapport* adecuado y que las sesiones de psicoeducación sean lo más claras posibles.

## **Construcción del protocolo**

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), que posee gran reputación y validez, lo cual se evidencia en el hecho de que es citado constantemente en las diversas investigaciones sobre biorretroalimentación (Schwart & Olson, 2003; Bellegia & Birbaumer, 2001); pero que omite señalar cómo intervenir en diversas situaciones que comúnmente se presentan en pacientes que reciben retroalimentación. Además, no establece con precisión cuánto debe durar cada una de las actividades a realizarse, esto probablemente no sea un problema en países que poseen programas de formación en biorretroalimentación muy rigurosos, pero sí lo puede ser en un país como Costa Rica en el cual esta metodología de tratamiento posee un desarrollo prácticamente nulo.

De tal modo, los aspectos básicos no contemplados en el protocolo europeo, se complementan con las directrices establecidas por el Instituto de Certificación en Biorretroalimentación de América en diversos temas tales como el encuadre a utilizarse, cómo debe darse la relación terapéutica, el manejo de los tiempos y consejos para intervenir en las problemáticas que se presentan con mayor frecuencia en los pacientes (Schwartz & Andrasik, 2003).

## Capítulo 4: Marco teórico

### **Características diagnósticas del dolor de miembro fantasma**

El síndrome de miembro fantasma consiste en que el paciente experimenta sensaciones que corresponden a una parte del cuerpo previamente amputada, lo más común es que las sensaciones fantasmas correspondan a miembros superiores e inferiores amputados, pero también se han documentado casos de sensaciones fantasma en nariz, ojos y orejas (Woodhouse, 2005).

El paciente puede experimentar prácticamente todos los tipos de sensaciones perceptivas que existen, pero para términos de investigación y de tratamiento se han asignado categorías a los tipos de dolor fantasma existentes, a saber, punzátil, incisivo, telescópico, constrictivo, quemante y paralizante (Woodhouse, 2005). Los más comunes son el constrictivo, la persona siente que el miembro está siendo estrujado, y el quemante, el individuo siente como si el miembro tuviera una quemadura; de ahí, que se hayan desarrollado tratamientos específicos basados en biorretroalimentación para cada uno de ellos (Bloomquist, 2001).

## **Prevalencia y factores asociados**

La mayoría de los estudios realizados a nivel internacional en los últimos 15 años, sitúan la prevalencia del miembro fantasma de los casos de amputación entre un 50% - 67%; sin embargo, en los estudios con muestras más grandes la prevalencia se sitúa entre un 72% -79% de los casos de amputación (Richardson, 2010).

Se realizó un estudio en Holanda con 134 pacientes con síndrome de miembro fantasma, 120 de los cuales sufrieron amputación de una pierna y 14 de un brazo, quienes fueron entrevistados al ½ año, 1 ½ año, 2 ½ años y 3 ½ años después de la amputación. Se encontró que el síndrome de miembro fantasma se presenta más en mujeres (53%) que en hombres (23%), también más en los amputados de un brazo (50%) que de una pierna (32%) (Bosmans & Geertzen, 2010).

En una investigación en Washington, Estados Unidos, participaron 375 adultos de distintas edades, diagnosticados con síndrome de miembro fantasma, ellos completaron formularios, vía correo, que contenían escalas para evaluar la interferencia y la intensidad del dolor fantasma. Se encontró que la intensidad del dolor no presentó diferencias significativas entre los distintos grupos de edad (Molton, Jensen, Ehde & Smith, 2007).

Se proponen los siguientes factores sociales que predisponen la aparición del miembro fantasma: tener más de 35 años, pérdida de la función sensorio-motora, heridas de guerra, enfermedad prolongada, dolor prolongado anterior a la amputación, mínimo uso de la prótesis, retraso en la instalación de la prótesis. Asimismo, se establecen los siguientes factores psicosociales de riesgo: desempleo, retiro debido a la amputación, depresión recurrente, alto puntaje en la escala de neuroticismo, alto puntaje en la escala de mentiras, síntomas psicósomáticos, aislamiento social (Mouratoglou, 1986).

Otros factores por destacar es que se ha encontrado que la presencia de gangrena incrementa en gran medida la aparición del miembro fantasma, la presencia de coágulos de sangre antes de la amputación también tiene cierta influencia pero no es significativa (Weiss & Lindell, 1996).

Hanley y colaboradores en el 2004 realizaron una investigación en Washington, Estados Unidos, con 70 pacientes amputados de alguna extremidad tanto inferior como superior. De estos un 84% reportó sufrir de dolor por miembro fantasma en algún momento; un 73% de la muestra estaba constituida por mujeres; un 83% de los sujetos eran caucásicos; la edad promedio de los participantes era de 44 años. Se les pidió a los pacientes llenar un instrumento, a los 12 y 24 meses posteriores a la amputación, que contenía la escala de interferencia del dolor, la escala de afrontamiento al dolor crónico, una escala de pensamiento catastrófico, la escala de control percibido sobre el dolor, una escala sobre apoyo social percibido y la escala de respuesta a la solicitud de ayuda de West-Haven. Se encontró que un elevado apoyo social percibido y el recibimiento de respuesta de las solicitudes de ayuda se correlaciona con la disminución de la interferencia del dolor, un mayor catastrofismo se correlaciona con mayor interferencia del dolor, mientras que el control percibido sobre el dolor no tuvo un impacto significativo en la interferencia del dolor (Hanley et al., 2004).

Whyte & Carroll (2004) en Liverpool, Reino Unido, realizaron una investigación en la que estudiaron a 315 pacientes a los cuales se les había practicado una amputación hacía al menos 2 años y que habían sido diagnosticados con síndrome de miembro fantasma. Se les enviaron por correo formularios que incluían escalas para medir la intensidad del dolor, el pensamiento catastrófico y la incapacidad percibida. La duración del dolor explica solo el 4% de la varianza de la incapacidad percibida, la edad también predice un 4% de esta varianza, mientras que el

pensamiento catastrófico explica un 11% de la varianza de la incapacidad percibida (Whyte & Carroll, 2004).

Según datos del departamento de estadística de la Caja Costarricense del Seguro Social entre 1991 y 2011, a unas 2300 personas se les practicó algún tipo de amputación del miembro superior. Estas cifras no se encuentran publicadas en ningún documento, pero pueden ser consultadas por cualquiera que las solicita en el departamento antes citado.

Si se parte del supuesto de que aproximadamente un 50% de estas personas desarrolló dolor de miembro fantasma, eso implica que en Costa Rica en los últimos veinte años aproximadamente 1150 personas desarrollaron el padecimiento. Tomando que parte de esa población ya debió de haber muerto por el paso del tiempo, el número de casos de dolor de miembro fantasma por amputación de miembro inferior debe ser un poco inferior a los 1000, tomando en cuenta que la población actual del país ronda los 4, 600,000 habitantes entonces la prevalencia de este tipo de trastorno ronda el 0,02 % de la población general.

Aspecto que explica el poco énfasis que se le ha dado a esta dolencia, así como de la enorme dificultad que existe para encontrar personas dispuestas a participar en un estudio como este.

## **Fundamentos fisiológicos del dolor de miembro fantasma**

### Reorganización cortical

La reorganización cortical es la adaptación funcional del sistema nervioso central para minimizar los efectos de las alteraciones fisiológicas, independientemente de cual sea la causa de esta. Los mecanismos por medio de los cuales se lleva a cabo este fenómeno son histológicos, fisiológicos y bioquímicos. Existen diversos tipos de reorganización según cuál sea el sistema afectado: somatosensitivo, lingüístico, procesamiento de la información cognitiva (Pascual-Castroviejo, 2003).

En el caso de la reorganización somatosensitiva es bastante común que esta sea mal adaptativa, es decir que produzca efectos adversos en el organismo en vez de ayudarlos, el primero en demostrar este fenómeno fue el ya clásico de Pons y colaboradores de 1991. Los investigadores elaboraron mapas de la representación somatosensitiva en monos sometidos a privación de estímulos somatosensitivos en una extremidad por medio de la transección nerviosa 12 años antes. Descubrieron que la mano y la parte del brazo desnervados respondían a la estimulación táctil de la cara del lado afectado del cuerpo, se encontraron grandes cambios en los mapas, siendo la modificación principal la expansión del área de la cara para invadir el área de la extensión desnervada. Posteriormente el estudio de Elbert y colaboradores de 2001 encontró resultados similares en seres humanos (Kolb & Wishaw, 2009).

## Receptores sensoriales

Son terminaciones nerviosas que se encargan de captar la información sensorial, se ubican en los órganos sensoriales y las vísceras. Por el tipo de estímulo que perciben se clasifican principalmente en nociceptores que perciben los estímulos dolorosos y los mecanorreceptores que perciben la presión mecánica. Profundizar en categorías como los fotorreceptores que perciben la energía electromagnética y los quimiorreceptores que perciben elementos químicos no es pertinente para esta investigación. Todas las referencias de este sub apartado sobre receptores sensoriales fueron obtenidas de Carlson (2006).

### *Mecanorreceptores*

Son receptores sensoriales que reaccionan ante la presión mecánica, existen 4 mecanorreceptores:

- Corpúsculos de Pacini: estos receptores responden a las vibraciones y la presión mecánica, en cuanto a tamaño son grandes en comparación a los otros mecanorreceptores, su velocidad de adaptación es rápida y son comunes en regiones del cuerpo que poseen alta sensibilidad como las manos, los pies y los órganos sexuales.
- Corpúsculos de Meissner: estos receptores responden al tacto ligero, son pequeños y su velocidad de adaptación es rápida.
- Corpúsculos de Ruffini: estos receptores responden a los cambios de temperatura, además identifican la deformación continua de la piel y tejidos profundos, son grandes y su velocidad de adaptación es lenta, se encuentran en el tejido conjuntivo.

- Discos de Merkel: estos receptores responden a la presión y la textura, son pequeños y su velocidad de adaptación es lenta, se encuentran en las capas superficiales de la piel, siendo especialmente comunes en las yemas de los dedos.

### *Nociceptores*

Los nociceptores son un grupo de receptores sensoriales capaces de diferenciar entre estímulos inocuos y dañinos. Son terminaciones periféricas de las fibras aferentes sensoriales primarias. Reciben y transforman los estímulos locales en potenciales de acción que son transmitidos a través de las fibras aferentes sensoriales primarias hacia el sistema nervioso central. El umbral de dolor de estos receptores no es constante y depende del tejido donde se encuentren. Se distinguen 3 tipos de nociceptores:

- Nociceptores cutáneos: presentan un alto umbral de estimulación, solo se activan ante estímulos intensos y no tienen actividad en ausencia de estímulo dañino. Existen de dos tipos:
  1. Nociceptores A-  $\delta$ , son terminaciones sensoriales de fibras mielínicas de pequeño diámetro situados en la dermis y epidermis. Su velocidad de conducción es alta (aproximadamente entre 5 y 30 metros/segundo), estas solo responden a estímulos mecánicos, tales como los pinchazos y los pellizcos.
  2. Nociceptores C amielínicos, son terminaciones libres de fibras mielínicas situados en la dermis. Su velocidad de conducción lenta (inferiores a 1,5 metros/segundo), responden a estímulos de tipo mecánico, químico y térmico, así como a las sustancias liberadas de daño tisular. Estas sustancias liberan la sustancia P, los mastocitos producen histamina y las plaquetas liberan serotonina, lo cual produce la sensibilización de los nociceptores vecinos.

- Nociceptores músculo-articulares: en el músculo, los nociceptores A-  $\delta$  responden a contracciones mantenidas del músculo; mientras los de tipo C, responden a la presión, el calor e isquemia muscular. En las articulaciones también existen estos dos tipos de nociceptores y se sitúan en la grasa, cápsula articular, ligamentos, periostio, pero no en el cartílago.
  
- Nociceptores viscerales: la mayor parte son fibras amielínicas. Existen de dos tipos: los de alto umbral, que solo responden a estímulos dañinos intensos, y los inespecíficos, que pueden responder a estímulos inocuos o dañinos.

## Vías ascendentes y descendentes

### *Características generales*

Los diversos receptores del dolor localizados en la piel, los músculos y los órganos corresponden con las terminaciones de los axones de las neuronas, cuyo núcleo se encuentra en los ganglios de las raíces dorsales, que se ubican en la médula espinal, la información asciende por distintas vías hasta el mesencéfalo, el cual contiene axones que transportan la información sensitiva hasta el tálamo ventrolateral, el cual envía la información a la corteza somatosensitiva y esta última procesa las sensaciones. Dentro de la médula espinal la sustancia blanca y la sustancia gris se encuentra en áreas diferenciadas y tienen funciones diversas en cuanto a la transmisión de la información sensorial. Todas las referencias de esta sub apartado de vías ascendentes y descendentes fueron obtenidas de Carlson (2006).

### *Vías ascendentes*

Se encargan de transportar la información sensorial, se dividen en vías de sensibilidad exteroceptiva y vías de sensibilidad propioceptiva.

- Vías de la sensibilidad exteroceptiva: recogen la información proveniente de los corpúsculos sensoriales de la piel. Las sensaciones térmicas llegan por un primer axón que va del ganglio raquídeo al asta dorsal, un segundo axón asciende por el cordón lateral hasta el núcleo ventropostolateral donde conecta con un tercer axón que llega hasta la circunvalación poscentral de la corteza cerebral. En las sensaciones táctiles siguen un recorrido muy similar con la diferencia de que asciende por el cordón anterior.

**Figura 4.1. Vías ascendentes del dolor.**

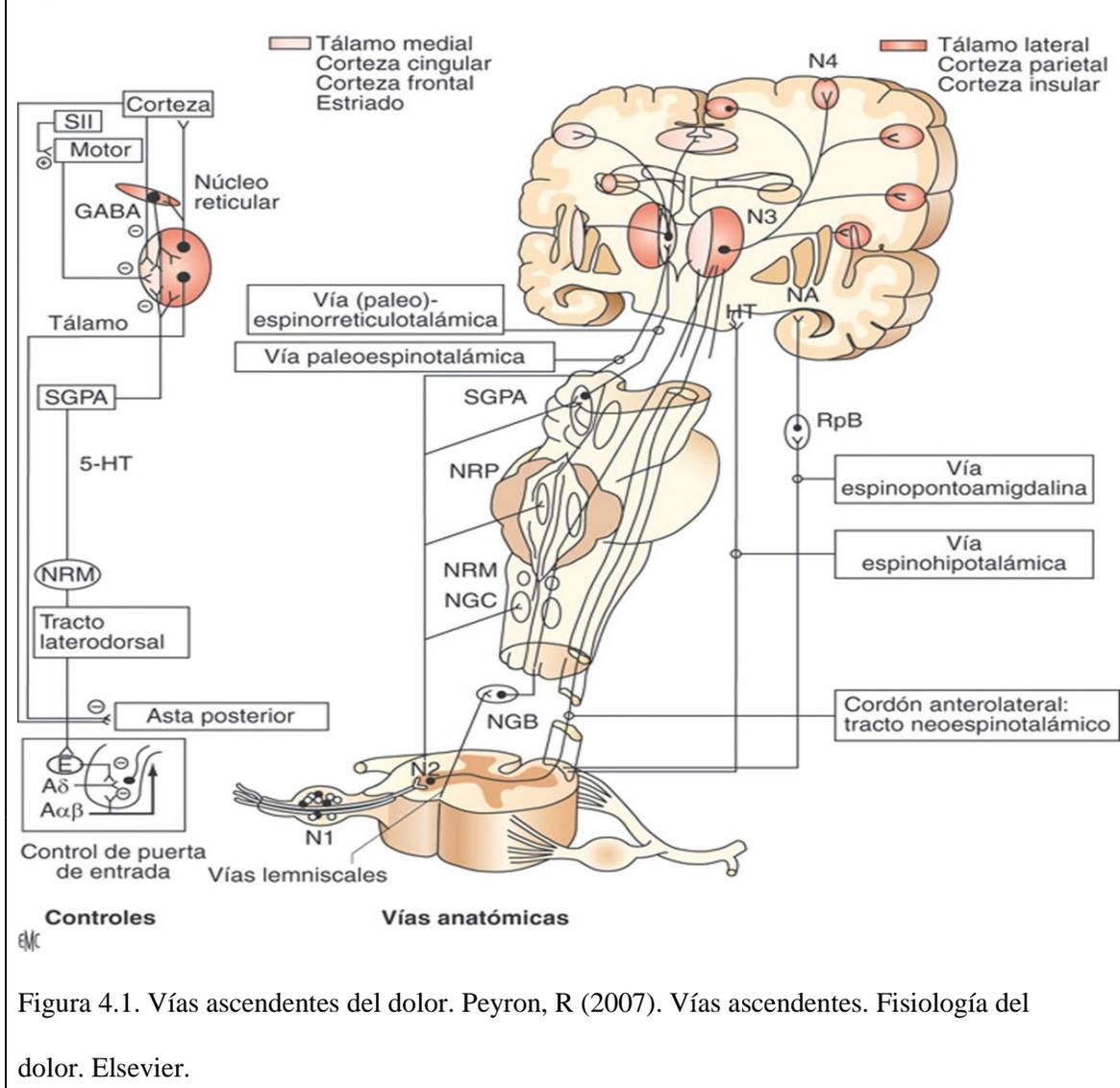


Figura 4.1. Vías ascendentes del dolor. Peyron, R (2007). Vías ascendentes. Fisiología del dolor. Elsevier.

▪ Vías de la sensibilidad propioceptiva: recibe la información sensorial de las articulaciones, los músculos y las vísceras. Las sensaciones dolorosas pasan por un primer axón que va del ganglio espinal hasta los núcleos de Goll y Burdach, un segundo axón asciende por el haz espinotalámico anterior hasta el núcleo ventropostolateral donde conecta con un último axón que llega hasta la circunvolación poscentral. Otro tipo de sensaciones en vez de pasar por los núcleos de Goll y Burdach, ascienden por la columna de Clarke. En cuanto a las sensaciones

viscerales no se conoce exactamente la ruta que siguen pero parece ser que siguen la sustancia gris de la médula.

### *Vías descendentes*

Se encargan de transmitir la información que posibilita el movimiento de los músculos, se dividen en vías piramidales y extrapiramidales.

- **Vías piramidales:** sus haces se originan en las células del giro precentral, sus axones se agrupan en dos grupos de haces, el primero es el haz corticoespinal lateral el cual desciende por el cordón lateral de la medula espinal, a la altura de cada mielómero penetran los axones en la cabeza del cuerno anterior del mismo lado, el axón de una segunda neurona deja la médula por la raíz anterior para alcanzar el músculo estriado correspondiente. El segundo es el haz corticoespinal ventral desciende por el cordón anterior de la médula espinal, de ahí cruza al cuerno anterior, donde una segunda neurona sale por la raíz anterior para llegar al músculo estriado correspondiente.

- **Vías extrapiramidales:** se encarga de la motricidad involuntaria, se divide en cinco tractos distintos, los cuales son: 1. El tracto rubroespinal proviene del núcleo rojo que está situado en el cordón lateral. 2. En el tracto olivoespinal sus neuronas se originan en los núcleos olivares inferiores y sus axones terminan en el cuerno ventral homolateral. 3. El tracto reticuloespinal se constituye por neuronas cuyos cuerpos llegan a la formación reticular del tronco cerebral, sus axones descienden en el cordón ventral homolateral. 4. En el tracto tectoespinal las neuronas se originan en los colículos superiores, sus axones descienden hasta los cordones

ventral y lateral. 5. El tracto vestibuloespinal origina sus neuronas en el núcleo vestibular y sus axones descienden por el cordón central del surco anterior.

### *Sustancia gris*

Está conformada por somas neuronales y dendritas carentes de mielina, su función consiste en recibir, almacenar y procesar información. En la médula espinal adopta la forma de dos astas anterior y posterior, además de una pequeña asta gris que se encuentra lateral a los segmentos torácicos y lumbares superiores de la médula espinal (Kolb & Whishaw, 2009). Se distribuye de la siguiente manera en la médula espinal:

- Asta anterior: está conformada por células nerviosas, se puede dividir en tres secciones: medial, central y lateral: la columna medial se encuentra en la mayoría de los segmentos de la médula espinal, es responsable de inervar los músculos esqueléticos del cuello y el tronco. La columna central es la más pequeña, se encuentra presente en los segmentos cervicales y lumbosacros, es responsable de inervar al diafragma por el nervio frénico y a los músculos esternocleidomastoideo y trapecio. La columna lateral es responsable de inervar a los músculos esqueléticos de las extremidades (Kolb & Whishaw, 2009).

- Asta posterior: en esta región se distinguen cuatro grupos de células nerviosas, sustancia gelatinosa, núcleo, núcleo dorsal o columna de Clark y núcleo visceral: la sustancia gelatinosa, se localiza en el vértice del asta posterior, transmite la información térmica y táctil. El núcleo está situado delante de la sustancia gelatinosa, recibe a las fibras que provienen del cordón posterior, transmite la información relacionada con la propiocepción, la discriminación entre dos puntos y la vibración. La columna de Clark está en la base del cuerno, transmite la

información relacionada con los husos musculares y los husos tendinosos. El núcleo visceral se extiende de D1 a L3 recibe la información aferente de los órganos viscerales (Kolb & Whishaw, 2009).

- Asta lateral: está presente desde el segmento torácico hasta el segmento L3, recibe la información proveniente de las vísceras aferentes que llegan por las raíces posteriores, desde ahí salen axones conformados por las fibras de las neuronas somatosensoras (Rosenzweig, Breedlove & Watson, 2005).

### *Sustancia blanca*

Se constituye de fibras nerviosas mielinizadas, su función es transmitir la información del cuerpo a la corteza cerebral y regular funciones involuntarias, en la médula espinal se distribuye como un manto alrededor de la sustancia gris. Todas las referencias de las próximas páginas fueron obtenidas de Kolb & Whishaw (2009).

- Cordón anterior: se encuentra entre el asta ventral y la raíz anterior, por él asciende el tracto espinotalámico anterior, además descienden los tractos corticoespinales, anterior, vestíbuloespinal, tectoespinal y reticuloespinal.

- Cordón posterior: localizado a ambos lados del surco medio posterior, por aquí ascienden los tractos fascículo grácil y cuniforme.

- Cordón lateral: se encuentra ubicado entre las raíces ventral y dorsal, por el ascienden los tractos espinocerebeloso superior, espinocerebeloso anterior, espinotalámico lateral,

espinotal, posterolateral, espinoreticular y espinoolivario, desciende los tractos corticoespinal lateral, rubroespinal, reticuloespinal lateral y olivoespinal.

### Mecanismos tálamo – corticales

Los mecanismos tálamo-corticales influyen sobre los componentes sensoriales y subjetivos del dolor, el componente sensorial está integrado a nivel del complejo ventro-basal del tálamo, y en la corteza somatosensorial, en las áreas S1 y S2, que a su vez están interconectadas con las áreas visuales, auditivas, de aprendizaje y de memoria. Poseen neuronas nociceptivas de características similares a las neuronas medulares de clase II y III.

El componente afectivo está influenciado por los núcleos talámicos mediales y zonas de la corteza que incluyen las regiones prefrontales y, especialmente, la corteza frontal supraorbital.

**Figura 4.2. Tálamo**

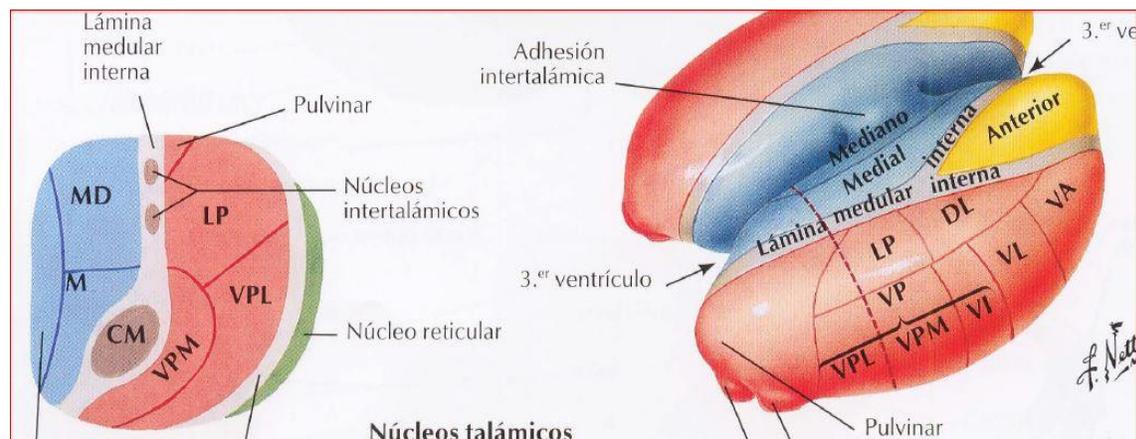


Figura 4.2. El tálamo juega un papel fundamental en los componentes sensoriales y subjetivos del dolor. Netter, F (2007). Lámina 111: Tálamo. Elsevier.

Se consideraba que era a nivel sub cortical en el tálamo y los núcleos diencefálicos subtalámicos que se llevaba a cabo la integración de los componentes sensoriales y subjetivos del dolor, pero además existen centros corticales que intervienen en esa integración, llegando la información desde el tálamo hasta el córtex cerebral por medio de las neuronas de tercer orden. El componente discriminativo – sensorial se lleva a cabo mediante las proyecciones que van de los núcleos del tálamo ventroposterior lateral y ventroposterior inferior hasta las áreas corticales (Rosenzweig et al., 2005).

### Corteza somato sensorial

La corteza somato sensorial se ubica en el giro post central y en el interior del surco central, está compuesta por las áreas 1, 2, 3a y 3b. Las áreas somatosensoriales primarias y secundarias de la corteza parietal anterior proyectan a la corteza parietal posterior (Kolb & Whishaw, 2009):

Los resultados de los experimentos de registro indican que cada una de las áreas está dominada por respuestas a un tipo de receptor corporal, aunque existe cierta superposición. El área 3a representa la sensación muscular, el área 3b representa tanto receptores cutáneos de adaptación lenta como rápida, el área 1 representa receptores cutáneos de adaptación rápida y el área 2 representa la sensación de presión profunda y articular. El cuerpo está representado, al menos cuatro veces, en la corteza somatosensorial, pero otros tipos de receptores están representados en cada área; de modo que es posible que existan aún más áreas de representación corporal. (Kolb & Whishaw, 2009, p. 190).

Estos estudios comparativos mostraron que, entre más desarrollada este la percepción de una parte del cuerpo en una especie, más grande es la zona que la parte del cuerpo correspondiente le dedica en la corteza somatosensitiva. En el caso de los seres humanos las manos son vitales para el desarrollo de una gran cantidad de tareas y por ello poseen una porción considerable en la corteza somatosensorial, mientras que en caso de las ratas sus bigotes son el área que posee la porción más grande y en los osos hormigueros la lengua (Kolb & Whishaw, 2009).

El fenómeno antes descrito hay que tomarlo en consideración para el estudio y tratamiento del síndrome del miembro fantasma pues implica que existe mayor propensión a desarrollar el síndrome si se da la amputación de una determinada parte del cuerpo, lo cual podría explicar por qué los casos más comunes de dolor fantasma se presentan en las extremidades superiores e inferiores, mientras que son muy raros los casos de por ejemplo ojos y narices fantasma. Se podría afirmar que este fenómeno se da porque se dan muchas más amputaciones de extremidades que de otras partes del cuerpo, la única forma de resolver realmente este problema sería con un estudio a gran escala en el que se busque cuál es la prevalencia del síndrome, diferenciando cada parte del cuerpo, no de forma global o tomando como referencia una sola parte del cuerpo, siendo las más comunes las piernas pues debido a enfermedades como la diabetes y a accidentes de tránsito y laborales es la zona del cuerpo más propensa a ser amputada.

## Mapas corticales

Cuando Wilder Penfield estimuló por primera vez la corteza sensitiva en pacientes epilépticos conscientes y pidió que le comunicaran las sensaciones que percibían, elaboró un mapa que representaba topográficamente la superficie corporal sobre la corteza somatosensitiva primaria. Las regiones que representan la sensibilidad de la boca y los ojos están en la parte ventral de corteza somatosensorial, las regiones que representan la sensibilidad de manos y dedos están en el centro y las regiones correspondientes a los pies se encuentran en el área dorsal. (Kolb & Whishaw, 2009, p. 189).

**Figura 4.3. Homúnculo sensorio motor**

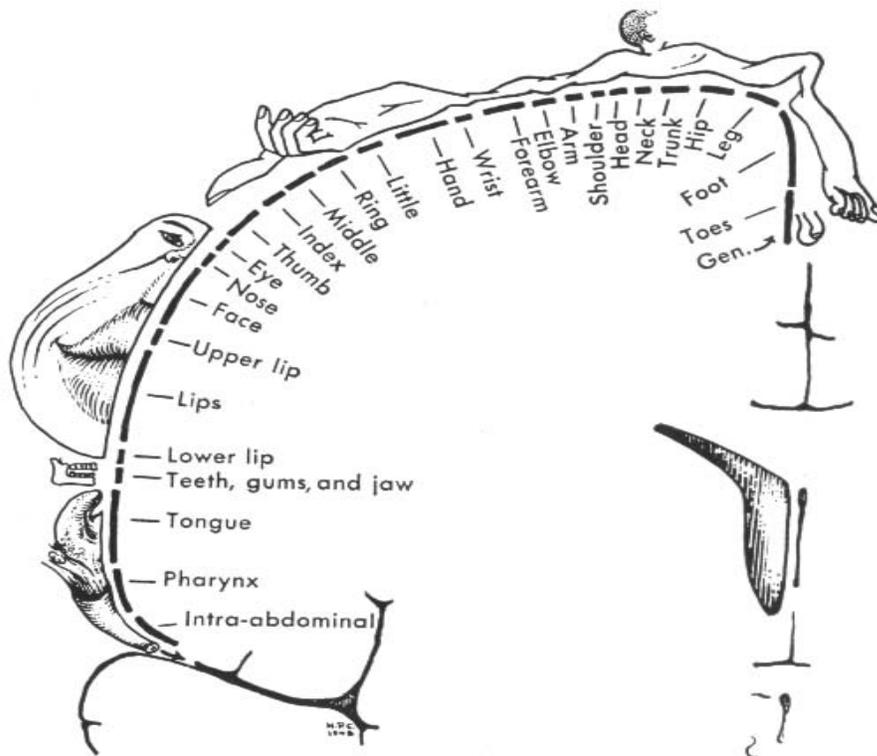


Figura 4.3. Penfield & Rasmussen (1950). Homúnculo humano. Instituto Neurológico de Montreal.

A este mapa se le denomina homúnculo sensorio motor de Penfield, el término homúnculo significa hombre pequeño y se le dibuja como una figura distorsionada en la cual las áreas con mayor sensibilidad como las manos, los pies y los labios son mucho más grandes de lo que son, mientras que regiones con poca sensibilidad como las piernas y los brazos aparecen mucho más delgadas de lo que son (Kolb & Whishaw, 2009).

Diversos estudios realizados con animales, sobre todo monos, sugieren que la corteza somatosensitiva primaria contiene varios homúnculos, uno para cada una de sus cuatro subregiones conocidas: 3a, 3b, 1 y 2. Y que por ello se presentan diversos tipos de distorsiones sensitivas al darse un proceso de reorganización cortical (Kolb & Whishaw, 2009).

#### Reorganización cortical y síndrome del miembro fantasma

Un avance pionero fue proponer que el síndrome de miembro fantasma se debía a modificaciones ocurridas en la corteza somatosensitiva posteriormente a la amputación, en lugar de que los nervios periféricos cercanos al muñón formaban un neuroma que enviaba señales confusas al cerebro, la cual había sido la teoría dominante hasta ese momento. La nueva teoría empezó a ganar validez cuando se logró demostrar por medio de magnetoencefalografía que la zona de la corteza somatosensorial, que en principio controlaba la parte del cuerpo amputada, se había deprimido debido a la falta de estimulación y estaba siendo invadida por neuronas que correspondían a la zona de la corteza encargada del control de la cara, pues esta se encuentra adyacente a la zona del brazo. Con lo cual se descartó la idea de que los mapas corticales representados en el homúnculo de Penfield venían predeterminados genéticamente desde el nacimiento y no se veían afectados por los estímulos provenientes del medio (Ramachandran & Blakeslee, 1998).

Lo anterior, posibilitó al desarrollo del procedimiento de la caja de espejos, cuyo objetivo es corregir la sensación de atrofiamiento que algunos pacientes afirman sentir en los miembros fantasmas. Se propuso, en consecuencia, que la parálisis se relaciona con el hecho de que cada vez que la persona intenta mover el miembro paralizado se recibe retroalimentación sensorial por medio de la visión y la propiocepción que informa que este no se mueve pues se da un aprendizaje hebbiano, lo cual indica que el miembro fantasma siempre debe estar atrofiado. El aprendizaje hebbiano consiste en que una conexión sináptica se refuerza si las dos neuronas que la conforman se activan repetidamente de forma simultánea (Ramachandran & Blakeslee, 1998).

Es por las razones mencionadas en el párrafo anterior que la caja de espejos solo se utiliza en el tratamiento de la sensación fantasma de parálisis y porqué es entonces necesario aplicar otras técnicas para pacientes que experimenten dolor de una naturaleza diferente (Ramachandran & Blakeslee, 1998).

En un estudio realizado en Alemania se usó a dos hombres que sufrieron amputación del brazo derecho debido a cáncer óseo, se les aplicó el Test Haven-Yale del dolor, resonancia magnética y con un angesiómetro se les estimularon, al azar, 57 puntos distintos del cuerpo. Se encontró que cuando a los pacientes se les estimulaba el hombro, estos experimentaban la sensación de miembro fantasma en el brazo amputado. Esto se explica porque en el homúnculo sensorio-motor, el hombro es la zona adyacente al brazo, zona que al ser amputada debido al proceso de plasticidad neuronal pasa a ser ocupada por la zona adyacente (Grüsser et al., 2004).

En una investigación alemana, a un hombre de 50 años de edad, al cual hacía diez días se le había practicado la amputación del dedo anular de la mano derecha, se le midió con un biomagnetómetro la actividad eléctrica de todos los dedos de las manos y se construyó por

medio de ordenador una representación somatosensorial de cada mano, calculada con base en un método matemático. Posteriormente, se compararon los resultados de ambas manos para ver si existía una disminución de la actividad electrofisiológica tras la amputación. La disminución de la actividad electrofisiológica de la mano amputada sugería que el paciente estaba entrando a la etapa 1 del proceso de reorganización neuronal, en la cual la falta de entrada de información del exterior empieza a desdibujar los límites entre las distintas zonas somatosensoriales; así, se comprueba no solo que al sufrir una amputación se da un proceso de reorganización cortical, sino que este es un proceso que se presenta a los pocos días y no a los meses (Weiss et al., 2000).

#### Manipulación de los mapas corticales por medio de las vías aferentes

A seis pacientes que desarrollaron dolor de miembro fantasma tras ser amputados de una extremidad superior y a otros cuatro que fueron amputados pero no desarrollaron dolor de miembro fantasma, se les evaluó por medio de la colocación de 60 electrodos para medir la actividad neuroeléctrica de las diversas regiones del cerebro; específicamente, lo que más interesaba al equipo investigador era comparar la zona de la corteza somato sensorial encargada de controlar el miembro que había sido amputado. Se encontró, en todos los pacientes, que la actividad de la zona que controlaba el miembro amputado era mucho menor que la del miembro no amputado. Lo anterior, sugería que las zonas afectadas se habían reducido debido a la “invasión” de neuronas de zonas aferentes, dicha reducción era aún menor en los pacientes que no desarrollaron dolor fantasma en comparación con quienes sí sufrieron dolor fantasma. Se desconocen las causas de que ciertas personas se vean más afectadas que otras.

Además, a todos los pacientes se les aplicó un programa de relajación inducida por estimulación muscular; así al cabo de un mes de ser estimulados dos veces por semana, se detectó que las diferencias existentes entre las zonas de la corteza somato sensorial encargada de los miembros amputados y las de los miembros no amputados disminuyó. Por consiguiente, se concluyó que existe una correlación entre el grado de reorganización cortical y el dolor de miembro fantasma, así como que estas alteraciones en la corteza somato sensorial podrían ser corregidas por medio de métodos que relajen los músculos del muñón (Birbaumer et al., 1997).

#### Interacción bioquímica entre las emociones y el dolor

Por medio del sistema nervioso se da una compleja interacción cíclica entre el dolor y los diversos estados emocionales, de forma que el dolor influye sobre las emociones y viceversa (Lapate, Lee, Salomons, Van Reekum, Greischar & Davidson, 2011).

La respuesta al estrés implica la activación del eje hipotalámico – hipofisario – adrenal, conocido como Eje HPA por sus siglas en inglés. Cualquier estímulo físico o psicológico que se considera como amenazante desencadena la liberación de la hormona liberadora de corticotropina en el hipotálamo, y en última instancia aumenta los niveles de esteroides hormonales, tales como el cortisol que es producido por la glándula suprarrenal (Evans, Douglas, Bruce & Drummond, 2008).

En el corto plazo, el cortisol ayuda a cumplir las demandas del estrés mediante la movilización de las reservas de energía y ayuda a la recuperación del estrés mediante la inhibición de la hormona liberadora de corticotropina. Sin embargo, el estrés continuo provoca la desadaptación del funcionamiento del Eje HPA, lo que, a su vez, puede alterar el

funcionamiento del metabolismo, el sistema inmune y el sistema cardiovascular (Evans et al, 2008).

El cortisol influye en la intensidad del dolor actuando sobre los receptores de glucocorticoides, los cuales interactúan con los procesos de modulación del dolor serotoninérgicos y adrenérgicos del sistema nervioso central (Evans et al, 2008).

Se ha propuesto la hipótesis de que tanto el dolor como la fatiga crónica pueden verse agravadas debido que el Eje HPA pase de un estado de sobreactivación a subactivación, como consecuencia de un periodo de estrés físico o psicológico. El resultado de esta hipofunción del Eje HPA como consecuencia de este “choque biopsicosocial” podría promover la aparición de citoquinas proinflamatorias que pueden provocar aumento de la fatiga, pérdida de concentración, fiebre ligera, hiperalgesia generalizada e hipersensibilidad a los estresores físicos y mentales (Luyten & Van Houdenhove, 2013).

El circuito subcortical gobierna las respuestas defensivas de huida y ataque e implica el procesamiento no consciente de los estímulos que subyacen los estados emocionales asociados a la persistencia del dolor. Cuando se desregula, este circuito interactúa con la corteza cerebral, produciendo las experiencias conscientes de miedo y ansiedad, así como la evaluación y la reflexión sobre las consecuencias del dolor, incluyendo el miedo al dolor (Lumley et al., 2011).

Por lo tanto, la sostenida activación de estos sitios corticales puede contribuir a las reacciones emocionales secundarias asociadas con el dolor. Por otra parte, las proyecciones recíprocas de la corteza al circuito subcortical puede ya sea exacerbar o inhibir la desregulación, lo que sugiere que los procesos conscientes pueden modular el dolor (Lumley et al., 2011).

Se ha planteado la hipótesis de que la amígdala puede responder con una disminución de la activación cuando un estímulo doloroso es percibido por el individuo como menos doloroso de

lo previsto. Estudios de imagen funcional sobre la anticipación del dolor sugieren que la desactivación límbica en general puede estar en correlación con el grado de afrontamiento que se tenga de una situación adversa (Petrovic, Carisson, Petersson & Hansson, 2004).

Por lo tanto, la desactivación observada en la amígdala puede representar un mecanismo compensatorio del cerebro que atenúa la percepción del malestar causado por una situación aversiva. Existe evidencia de que este mecanismo puede ser regulado voluntariamente, ya que se encontró que las personas con mayor tolerancia al dolor además reportaban mayores puntuaciones en escalas que miden las estrategias de afrontamiento (Petrovic et al., 2004).

La amígdala juega un papel importante en las respuestas emocionales, el estrés y la ansiedad y se cree es fundamental para la integración del dolor y las emociones. Por medio de un proceso de interacción entre la corteza prefrontal y la amígdala es posible la modulación emocional-afectiva del dolor, se sugiere que esta habilidad surgió para facilitar ciertas tareas cognitivas necesarias para la supervivencia como lo es la evaluación riesgo/beneficio y la toma de decisiones (Ossipov, Dusson & Porreca, 2010).

Estudios electrofisiológicos en animales demostraron que las neuronas del núcleo central de la amígdala mostraban excitación tras la estimulación nociva del tejido articular y un aumento de la actividad tras inflamaciones periféricas o viscerales. La sensibilización de las neuronas del núcleo central de la amígdala, mediante los receptores metabotrópicos de glutamato, ocasionan cambios neuroplásticos que parecen promover el dolor crónico. La administración de un factor antagonista de los receptores de liberación de corticotropina en el núcleo central de la amígdala de las ratas inhibió tanto las respuestas nociceptivas, así como las conductas de ansiedad (Ossipov, Dusson & Porreca, 2010).

Se encontró que un mayor éxito en la revalorización voluntaria de las emociones negativas, predice una mayor revalorización positiva del dolor, asociándose dicho proceso a un aumento

de la actividad en la amígdala bilateral. Del mismo modo, la capacidad de modular la actividad de la amígdala izquierda durante la regulación emocional también predice una mayor capacidad para regular el dolor (Lapate et al, 2011).

Tanto el miedo como la ansiedad influyen en el dolor, pero estos dos estados emocionales lo hacen de forma muy diferente. Investigaciones muestran que el temor a un estímulo externo puede inhibir el dolor en seres humanos y animales a través de la activación de los opioides endógenos, mientras que la ansiedad aumenta el dolor. Sin embargo, las experiencias de miedo repetitivas pueden provocar ansiedad anticipatoria, contribuyendo así al dolor persistente (Lumley et al., 2011).

En contraste con los efectos de la ansiedad en el aumento del dolor, los estados emocionales positivos en general reducen el dolor. Los sustratos neurales que subyacen al reforzamiento contribuyen a la supresión del dolor, presumiblemente por la reducción del malestar causado por el dolor, un fenómeno que se conoce como analgesia afectiva (Lumley et al., 2011).

No solo la experimentación de sentimientos positivos pueden ayudar a regular el dolor, sino que ciertos estímulos asociados a ellos también ejercen un efecto, como lo son los visuales. Cuando se procesan imágenes que poseen contenido emocional, además de la corteza visual, sino ciertas regiones asociadas al procesamiento emocional. Como la amígdala que juega un papel crítico en el procesamiento del miedo; la ínsula que además de regular respuestas fisiológicas como la frecuencia cardíaca y la presión arterial, influye en la expresión de la ira, el miedo, el asco y la felicidad; y la corteza prefrontal media, la cual contribuye al procesamiento de las diversas emociones (Nanda, Zhu & Jansen, 2012).

## **Eficacia de los tratamientos**

### Eficacia del tratamiento del miembro fantasma por medio de la biorretroalimentación electromiográfica

Los estudios sobre la eficacia de la biorretroalimentación electromiográfica para el tratamiento del dolor de miembro fantasma han tenido resultados muy diversos, desde algunos en los que se afirma que su efectividad es casi nula, hasta los que le dan una efectividad altísima superior al 80%. Como media los diversos estudios muestran una reducción del dolor cercana al 50%.

El primer estudio y a la vez el más citado sobre tratamiento del dolor de miembro fantasma con biorretroalimentación, fue realizado en 1979 por Sherman, Gall & Gormly. En este, 16 pacientes con dolor del miembro fantasma asistieron a ocho sesiones que combinaron ejercicios de relajación muscular progresiva, biorretroalimentación electromiográfica, y psicoeducación sobre las sensaciones fantasmas y la relación entre la ansiedad y el dolor (Sherman, Gall & Gormly, 1979).

Los 16 pacientes eran varones veteranos de guerra del ejército estadounidense, atendidos en el Hospital de Veteranos de San Antonio, Texas; no se utilizó ningún método de muestreo sino que se trabajó con los pacientes de esa institución que estuvieron dispuestos a participar. 11 habían sido amputados por encima de la rodilla, 3 por debajo de la rodilla y 2 por encima del codo (Sherman, Gall & Gormly, 1979).

Para determinar el nivel de dolor experimentado por los pacientes se utilizó una escala del 0 al 100, siendo que la puntuación promedio de los 14 pacientes que terminaron el tratamiento fue de 76 (+/- 13) en el pre test y 13 (+/- 19) en el post test, siendo que la disminución promedio del dolor en los pacientes fue del 82%. Además, para medir el nivel de éxito se tomó en cuenta si se seguían presentando ataques espontáneos e intensos de dolor, así como si los pacientes aun requerían utilizar medicamentos para el dolor. (Sherman, Gall & Gormly, 1979).

Seis meses después del tratamiento, 8 de los pacientes mostraron una disminución casi total, 4 mostraron disminuciones significativas, 2 no mostraron cambio alguno y 2 abandonaron. Estos cambios se mantuvieron durante el período de seguimiento a 6 meses (Sherman, Gall & Gormly, 1979).

Dougherty (1980) llegó a la conclusión de que la biorretroalimentación electromiográfica era inefectiva para reducir el dolor de miembro fantasma, pues, tras llevar a cabo una sesión intensiva de 4 horas de biorretroalimentación electromiográfica con un paciente de 54 años, este experimentó una reducción del dolor casi nula. Sin embargo, sí lo consideraba un método eficaz para enseñarles a los pacientes a controlar los episodios de dolor agudo, pues el paciente en una entrevista posterior afirmó que practicar los ejercicios que aprendió en esa sesión intensiva le ayudaba a llevar el dolor y las sensaciones a un nivel “normal”, cuando se producían los episodios agudos.

Al tomarse en cuenta los datos de otras investigaciones parece ser que este estudio muestra no tanto que la biorretroalimentación electromiográfica sea ineficaz para el tratamiento del dolor de miembro fantasma, sino que la realización de sesiones tan intensivas es inefectiva.

En un estudio de (Bellegia & Birbaumer, 2001), se optó por una metodología que consistía en 12 sesiones, 6 centradas en biorretroalimentación electromiográfica y 6 en biorretroalimentación térmica, el paciente era un hombre de 69 años, amputado del brazo derecho. Para evaluar la eficacia del tratamiento se utilizó una escala Likert del 0 al 10, antes del tratamiento el paciente puntuó 8 en esta escala y luego del tratamiento su puntuación fue de 3, para una reducción del 57%. Este estudio además confirmaría la hipótesis planteada por Birbaumer et al. (1997) con respecto a que la reorganización cortical mal adaptativa que provoca el dolor de miembro fantasma puede ser corregida por medio de procedimientos de relajación muscular como la biorretroalimentación electromiográfica.

El último estudio del que se tiene constancia se realizó en Alemania con un grupo experimental de 5 personas con amputación tanto de miembro superior como inferior y un grupo control con la misma cantidad de personas y con las mismas características.

Al grupo experimental se le aplicaron 10 sesiones de biorretroalimentación electromiográfica. Los resultados obtenidos muestran una reducción de la dimensión sensorial del dolor de un 45% y del 39% en la dimensión afectiva del dolor, el grupo control no reportó cambios (Winter-Barnstedt, 2001).

### Eficacia de otro tipo de tratamientos

Dado que ningún procedimiento ha logrado una remisión total del dolor y las sensaciones fantasma, se considera que aún no existe una cura definitiva para el síndrome del miembro fantasma. Por lo que se ha propuesto seguir con estos pacientes un modelo que consiste en aplicar primero los tratamientos que han mostrado mayor efectividad y menores efectos secundarios y solo como último recurso intervenciones más severas (Bloomquist, 2001).

Para el caso del dolor de miembro fantasma constrictivo se propone primero aplicar biorretroalimentación electromiográfica, si tras un par de semanas de tratamiento diario el dolor no ha disminuido nada se agrega la ingesta de diazepam, si tras un mes más de tratamiento conjunto entre biorretroalimentación y diazepam no hay disminución, se procede a aplicar electroestimulación percutánea (Bloomquist, 2001).

Para el dolor de miembro fantasma quemante se recomienda como primera opción la biorretroalimentación térmica, si a las dos semanas de aplicación diaria no hay ningún cambio, aplicar en conjunto electroestimulación percutánea, si a su vez no hay mejora, aplicar nitropasta y, como última opción, el bloqueo del sistema nervioso simpático por medio de la inyección por vía intravenosa de medicamentos específicos para ese fin (Bloomquist, 2001).

Como se puede apreciar, aquí se propone una aplicación del procedimiento de biorretroalimentación mucho más intensiva de lo que se propone en este protocolo, pues consiste en 10 sesiones en dos semanas, contra ocho en cuatro semanas.

La razón de estas diferencias es que el modelo de Bloomquist está pensado para sistemas hospitalarios que cuentan con una población cautiva o que, al ser muy eficientes, poseen las facilidades para que las personas interesadas puedan asistir todos los días al centro de salud.

Mientras tanto el modelo que se propone en este protocolo toma en cuenta que los centros de salud pública difícilmente podrán proveer un servicio tan intensivo a todos los pacientes que lo

requieran, así como que pocas personas en el país podrían pagar tal cantidad de sesiones en un tiempo tan corto.

Un modelo de intervención de dos sesiones por semana puede llegar a ser tan eficiente como el intensivo si hay un adecuado seguimiento por parte del o la terapeuta y si los o las pacientes se comprometen a seguir todas las instrucciones que se le dan (Schwartz & Andrasik, 2003).

Aparte de los medicamentos antes mencionados, el que más se promociona para solucionar el dolor de miembro fantasma es la Gabapentina, el cual es un medicamento desarrollado originalmente para el tratamiento de la epilepsia. Si bien el medicamento logra disminuir el dolor en cuestión de horas, este efecto es temporal, con los inconvenientes adicionales de que la dosis se debe ingerir cada 8 horas y que posee como efectos secundarios el desarrollo de vértigo y somnolencia en el corto plazo, y aumento en el riesgo de edemas y alteración de los estados de humor a largo plazo (MacIver & Lloyd, 2010).

## **Biorretroalimentación**

### Descripción del procedimiento

La primera sesión de biorretroalimentación se considera de demostración y tiene en especial una función psicoeducativa, al tiempo que permite que la persona se familiarice con el trabajo a realizar. Las otras sesiones son el entrenamiento en sí, las cuales tienen una duración de 50 minutos, conforme transcurran las sesiones se realizarán más periodos de relajación y de menor duración, con el objetivo de que la persona vaya obteniendo control de dicha función de forma cada vez más eficiente (Vallejo, 2009).

Antes de comenzar los ensayos de entrenamiento se debe elegir el tipo de instrucciones que se darán, las cuales se pueden agrupar como pasivas, activas-discriminativas y activas-integradoras. El tipo de instrucciones a utilizar dependerá de las características del paciente, pues podría darse el caso de que haya ciertas condiciones que impidan que este se concentre lo suficiente para llevar a cabo un proceso basado en instrucciones activo-integradoras. Además, el tipo de estrategias a utilizar variará según el tipo de instrucciones que se decida utilizar, tal es el caso de la evocación de imágenes asociadas al efecto deseado; por ejemplo, pedir a la persona que se imagine que se encuentra en una playa muy caliente y por eso aumenta su temperatura, esta estrategia solo se puede usar en el tipo de proceso más participativo (Vallejo, 2009).

Cuando termina la sesión se debe informar al individuo del grado de progreso alcanzado a lo largo de esta y de cómo ellos se correlacionan con el progreso general del tratamiento. Aunado a lo anterior, si se posee un equipo que registre las variaciones de la señal psicofisiológica con la que se estaba trabajando, se le podría mostrar al paciente dicho registro (Vallejo, 2009).

En cuanto a si se debe dejar sola a la persona atendida o más bien acompañarla a lo largo de toda la sesión, eso dependerá de cómo reaccione el o la paciente a la presencia física del

terapeuta; así pues, existe un rango que va desde las personas que se sienten intimidadas ante la mirada del terapeuta, por lo cual es mejor mantenerse a distancia y solo controlar que todo transcurra con normalidad, hasta quienes más bien se ponen nerviosos si se sienten solos y por ello es mejor acompañarlos. En todo caso, se recomienda que en las primeras sesiones el terapeuta esté siempre cerca de la persona atendida (Vallejo, 2009).

## Sustento teórico

El aprendizaje del control de las respuestas fisiológicas no es muy diferente de cualquier otra conducta, en el sentido de que la práctica va moldeando la ejecución de la conducta hasta que se aprende a realizarla correctamente. Este es un caso de adquisición de conducta mediante contingencias, pues únicamente la práctica permitirá el aprendizaje, las explicaciones verbales no tienen ningún efecto (Vallejo, 2009).

Además no existen diferencias entre el aprendizaje de respuestas viscerales y aprendizaje de repuestas motrices, esto porque por medio del condicionamiento instrumental los organismos son capaces modificar a voluntad conductas a las cuales se les suele considerar autónomas como lo son la frecuencia cardíaca, la presión sanguínea, las contracciones intestinales y la actividad vasomotriz, lo cual permite que puedan ser modificadas una vez que la persona adquiere consciencia de estas (Vallejo, 2009).

La teoría que sustenta este proceso es el aprendizaje visceral de Miller, este científico propuso que existía un sistema unitario de aprendizaje que no diferenciaba entre las respuestas motoras que se consideraban voluntarias y las viscerales que se consideraban autónomas, para demostrarlo debía ser capaz de condicionar respuestas autónomas, la problemática consistía en cómo lograr que los refuerzos actuaran sobre esos mecanismos para que se diera el proceso de aprendizaje (Ardila, 2001).

Miller debía solucionar una serie de problemas antes de proceder a su estudio, pues respuestas fisiológicas como la conductibilidad eléctrica de la piel, los latidos del corazón y las respuestas vasomotoras resultan afectadas por la acción de las repuestas esqueléticas como la acción de los músculos, por lo cual para evitar esas fuentes de error utilizó curare, una toxina natural que se extrae de diversas plantas que bloquea de forma selectiva las placas de las

terminaciones motoras de los músculos esqueléticos pero que mantiene al organismo consciente (Ardila, 2001).

Una vez solucionadas las dificultades expuestas se procedió a realizar el experimento, el cual consistió en que a un grupo de perros sedientos se les premió si aumentaban la salivación, mientras que a otros se les premiaba si disminuía la salivación. Al primer grupo se reforzó al animal cada vez que presentaba su salivación espontánea y en el segundo en intervalos largos entre las secreciones espontaneas de saliva, de esta forma se controlaban los efectos que el tipo de programa de reforzamiento pudiera tener. El entrenamiento de los perros duró 40 días en los que se realizaron sesiones diarias de 45 minutos, las diferencias entre los grupos de aumento y disminución fueron estadísticamente significativas en relación a las medidas anteriores al experimento (Ardila, 2001).

Posteriormente Miller y sus colaboradores realizaron muchos experimentos parecidos en los que un grupo debía aumentar la respuesta fisiológica y otro disminuirlo, en los cuales se utilizaron ratas sometidas al curare y se emplearon las distintas variables: latidos del corazón, contracciones intestinales, expulsión de orina, respuestas vasomotoras y contracciones musculares (Ardila, 2001).

Todos estos experimentos demostraron que efectivamente se pueden modificar las respuestas autónomas de los organismos, pero para aplicarlo a los seres humanos se debieron hacer algunos cambios antes, el primero fue eliminar el uso del curare o cualquier otra sustancia, en este caso la propiocepción es lo que permite que se dé el entrenamiento y para ello se utiliza un hardware especial no invasivo que permite a la persona adquirir conciencia de esas variables fisiológicas (Ardila, 2001).

### Tipos de biorretroalimentación

Existe una gran cantidad de tipos de biorretroalimentación que se han ido desarrollando para permitir detectar, procesar y presentar a los pacientes los distintos tipos de señales fisiológicas existentes y con ello expandir el espectro de tratamientos que pueden ser tratados por medio de este tipo de técnicas, los cuales se describirán a continuación (Vallejo, 2009).

#### *Biorretroalimentación Electromiográfica*

Provee información de la actividad del músculo o del grupo muscular sobre el que están colocados los electrodos. Esto permite que la persona aprenda a controlar la tensión y distensión del músculo en cuestión (Vallejo, 2009).

#### *Neurobiorretroalimentación*

Registra la actividad eléctrica de la corteza cerebral y permite, a través de la actividad eléctrica captada por los electrodos situados en la cabeza, potenciar, reducir y coordinar determinados ritmos cerebrales en relación con su ubicación cortical (Vallejo, 2009).

#### *Biorretroalimentación de volumen sanguíneo*

Provee información de la cantidad de sangre que pasa por una determinada zona vascular, justamente aquella bajo la que está dispuesto el sensor correspondiente. Permitiendo que la persona pueda aprender a aumentar y/o disminuir el flujo sanguíneo en dicha zona (Vallejo, 2009).

### *Biorretroalimentación de temperatura*

Muestra la temperatura periférica de la zona del cuerpo donde está ubicado el sensor. La temperatura de la piel depende del riego sanguíneo de la zona subyacente, por lo que es un índice de la actividad vasomotora (Vallejo, 2009).

### *Biorretroalimentación de latido cardíaco*

Facilita información sobre el ritmo cardíaco con la finalidad de poder controlarlo, permite estimular las influencias vagales en el latido cardíaco y favorece su capacidad de adaptación a las demandas del medio (Vallejo, 2009).

### *Biorretroalimentación de actividad dermoeléctrica*

Ofrece información sobre la conductancia de la piel. Dado que los valores de la conductancia dependen del sistema nervioso simpático, la persona aprende a controlar su nivel general de activación (Vallejo, 2009).

### *Biorretroalimentación de presión sanguínea*

Ofrece una medida de presión arterial con la finalidad de que la persona aprenda a controlarla, presenta una serie de dificultades que hacen que este procedimiento sea poco utilizado en la actualidad (Vallejo, 2009).

### Modelos de biorretroalimentación y selección de los ejercicios

La base sobre la que se fundamenta la biorretroalimentación es que las funciones autónomas del sistema nervioso pueden llegar a ser condicionadas y por tanto controladas, siendo el elemento más importante que el individuo adquiera conciencia de qué acciones específicas debe llevar a cabo para modificar esa función fisiológica y que de alguna forma se le retroalimente al individuo sobre el grado de éxito alcanzado a la hora de desempeñar el ejercicio (Miller, 1978).

Conforme han pasado los años, los y las terapeutas de la tendencia conductual radical y la vertiente más cognitiva han desarrollado distintos modelos que buscan explicar no solo por qué sirve la biorretroalimentación, sino cuales son los ejercicios que deben emplearse y cuáles no (Marín y Vinaccia, 2005).

En la actualidad los y las profesionales han optado más por adoptar modelos fijos, por emplear el que otorgue mayores beneficios a sus pacientes, siendo que los tres modelos existentes ofrecen solución a diversos problemas (Schwartz & Andrasik, 2005).

#### *Modelo sin procesos medicinales*

Este modelo propone que no es necesario ningún proceso medicinal, es decir la persona se conecta al equipo y se le indica que simplemente preste atención al sonido que se produce, conforme pase el tiempo por si solo el organismo aprenderá a rebajar o aumentar la señal. Está basado en la teoría del condicionamiento operante, considerando el *feedback* recibido por el sujeto como el refuerzo (Marín & Vinaccia, 2005).

### *Modelo que enfatiza la información motora*

Este modelo propone que las respuestas autónomas se aprenden como el resto de las habilidades motoras. La eficacia de la biorretroalimentación es operacionalizada como una función del nivel de aprendizaje motor que tiene el sujeto sobre la respuesta fisiológica que se desea controlar (Marín & Vinaccia, 2005).

Los ejercicios que implican tensar y destensar el músculo son los más empleados en este modelo, pues constituyen la vía más directa por medio de la cual la persona puede adquirir control sobre esa función fisiológica. Sin embargo, en personas que han sufrido algunos tipos de lesiones este procedimiento puede tornarse doloroso y por tanto aversivo (Schwartz & Andrasik, 2005).

### *Modelo que enfatiza los procesos medicionales*

Este modelo propone que los cambios de las respuestas autónomas están mediados por las respuestas de los sistemas somático-musculares o cognitivos. Es decir que la función del equipo de biorretroalimentación consiste en informarle a la persona sobre el progreso que ha ido obteniendo (Marín & Vinaccia, 2005).

El o la terapeuta posee un papel mucho más activo que en los dos modelos explicados anteriormente, a su vez que una mayor responsabilidad, pues el equipo por sí mismo no basta para ayudar a la persona, sino que la orientación del o la profesional es fundamental.

Las técnicas de respiración se utilizan para modificar el sistema somático, están son especialmente eficaces en los casos en los que se desea trabajar los músculos pectorales, así como para aquellas personas que tengan problemas para entender instrucciones más complejas (Schwartz & Andrasik, 2005).

Para la modificación cognitiva, se emplean principalmente ejercicios de visualización y autoinstrucciones, sin embargo hay que tomar en cuenta que se aplican de una manera un tanto distinta a como tradicionalmente se emplean en el contexto clínico (Marín & Vinaccia, 2005). Esto es especialmente cierto en el caso de la visualización, pues la mayoría de las personas suelen asociarla a consignas del tipo “imagine que se encuentra en una cabaña en el bosque... etcétera y que se encuentra totalmente relajado”, la modalidad que se ha empleado en campos como la psicología del deporte y la rehabilitación es mucho más estructurada pues se centra en enseñar mentalmente una determinada tarea, esto con el objetivo de estimular las mismas áreas de la corteza somatosensorial que permiten que la tarea se lleve a cabo en la realidad, se recomienda en situaciones en las que la tarea real no se puede llevar a cabo debido a lesiones o por alguna otra situación especial (Weinberg & Gould, 2010).

Las autoinstrucciones se basan en el supuesto de que el lenguaje puede guiar y ordenar la conducta externa, en el caso de la biorretroalimentación se utiliza para facilitar el aprendizaje de los otros ejercicios y potenciar su efecto (Schwartz & Andrasik, 2005).

## Historia de la biorretroalimentación

La biorretroalimentación es una técnica que posibilita este tipo de entrenamiento para estimular las conexiones nerviosas, su principal antecedente fue el descubrimiento por parte del psicólogo experimental Neal E. Miller, en la década de 1960, de que el sistema nervioso vegetativo es susceptible al condicionamiento clásico. En la década siguiente, la biorretroalimentación fue desarrollada como una técnica en sí, basada en los principios de Miller, la cual posibilita que los pacientes voluntariamente puedan modificar las respuestas de su sistema nervioso vegetativo, tales como tasa cardíaca, presión sanguínea y temperatura periférica (Miller, 1974, 1978).

Sin embargo, como suele suceder en la mayoría de disciplinas, su origen no se puede atribuir a un solo autor, sino que se reconoce que varios antecedentes intervinieron en su aparición, los especialistas en el tema identifican los siguientes (Schwartz & Olson, 2003):

### *Condicionamiento instrumental del sistema nervioso*

El principal antecedente desde esta perspectiva fueron los experimentos de Miller con animales a los que se les dio curare y fueron sometidos a procesos de condicionamiento clásico para modificar diversas variables fisiológicas (Schwartz & Olson, 2003). En un apartado anterior se describió con profundidad esos experimentos.

### *Psicofisiología*

Esta disciplina surgió a mediados de los 60 y principios de los 70, es decir en la misma época de los experimentos de Miller. Se encarga del estudio de las interrelaciones entre los procesos psicológicos y cognitivos, su procedimiento consiste en la manipulación de distintas variables

psicofisiológicas para posteriormente observar los cambios fisiológicos que se producen, como lo son los tratamientos de biorretroalimentación (Schwartz & Olson, 2003).

### *Medicina conductual*

Esta disciplina surgida a finales de los 70, se centra en la aplicación de las teorías del aprendizaje a los padecimientos médicos, dejando de lado las psicopatologías y los desórdenes mentales. Por tanto, una de sus funciones principales consiste en buscar por medio de terapias psicológicas solución a problemas médicos que no se han podido solventar con tratamientos propios de la medicina como los medicamentos (Schwartz & Olson, 2003). En el caso del dolor de miembro fantasma ha sido la ineficacia de medicamentos como la gabapetina lo que ha impulsado la formulación de tratamientos de biorretroalimentación para este padecimiento.

### *Investigación sobre el manejo del estrés*

Mucho antes del surgimiento de las disciplinas antes mencionadas ya se había desarrollado una enorme cantidad de investigaciones sobre el estrés, según un estudio de Selye de 1974 para esa época ya se habían producido unas 130000 publicaciones al respecto en las distintas universidades del mundo. Investigaciones llevadas a cabo por este autor y Cannon determinaron que la relajación muscular, fuera cual fuera el procedimiento por medio del cual se aplicara, ayudaba a disminuir los niveles de estrés de los y las pacientes, razón por la que muchas de las investigaciones en biorretroalimentación se centraron en el control de la tensión muscular, siendo que al día de hoy la variable electromiográfica es una de las más utilizadas (Schwartz & Olson, 2003).

### *Ingeniería biomédica*

Esta disciplina consiste en la aplicación de los principios y técnicas de la ingeniería al campo de la medicina, la biorretroalimentación no sería posible sin un hardware que permitiera registrar de forma no invasiva las distintas variables fisiológicas que se desean trabajar. Los primeros equipos eran muy sencillos, pues no medían todas las variables existentes y además poseían pocos canales, sin embargo con el paso de los años se fueron desarrollando equipos más sofisticados que permitieron un mayor rango de tratamientos (Schwartz & Olson, 2003).

### *Investigación electromiográfica*

Desde los años 30 se realizaron muchas investigaciones con respecto al sistema neuromuscular, siendo la principal herramienta para este tipo de estudios el electromiógrafo, equipo que sirvió de base para la construcción por parte de los ingenieros biomédicos de los primeros equipos de biorretroalimentación (Schwartz & Olson, 2003).

### *Investigación electroencefalográfica*

Kamiya en 1969 demostró que era posible controlar voluntariamente las ondas alpha, algo que antes de eso se consideraba imposible. Esto atrajo la atención de gran cantidad de investigadores que buscaron averiguar cómo se podían modificar otros fenómenos como las ondas beta y las repuestas corticales, así como su aplicabilidad en el campo terapéutico. Fue a partir de los electroencefalogramas que se desarrolló la neurobiorretroalimentación (Schwartz & Olson, 2003).

### *Cibernética*

La cibernética es el campo que se encarga del estudio del procesamiento de la información, uno de sus principios fundamentales es que no se puede controlar una variable a menos que se cuente con información sobre esa variable, principio que se adoptó en los tratamientos de biorretroalimentación, pues precisamente lo que se busca es que el o la paciente sea consciente de la variable fisiológica para que pueda modificarla a voluntad (Schwartz & Olson, 2003).

## **Capítulo 5: Resultados**

### **Análisis individual de los casos**

Debido al pequeño tamaño de la muestra, es indispensable realizar un análisis a profundidad de cada uno de los casos del estudio, tanto de quienes completaron en su totalidad el tratamiento, como quienes por diversas razones abandonaron el proyecto. Se toman en cuenta las diversas medidas obtenidas por medio de los instrumentos y se contextualizan a través de las anotaciones que se realizaron en cada una de las sesiones, así como de las entrevistas que se realizaron en la primera y la última sesión. Contrastando todo lo anterior con la teoría existente. Los y las pacientes están numerados según fueron ingresando al tratamiento.

### *Caso # 1*

#### ▪ Reseña

La Srta. M tiene 23 años de edad, su nivel educativo corresponde a universidad incompleta y trabaja ocasionalmente en actividades relacionadas con la administración, su lugar de residencia se encuentra en el cantón de Desamparados. El problema se originó hace unos 3 años, ya que debido a un osteosarcoma se le practicó una dislocación del hombro derecho, afirma que menos de una semana después de la amputación empezó a experimentar sensaciones correspondientes al brazo amputado, las cuales describió como “punzadas”.

#### ▪ Comportamiento durante el tratamiento

La paciente a lo largo de todo el tratamiento mostró una orientación hacia lo racional, interesándose por aspectos técnicos de la terapia, así como 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.

#### ▪ Distorsiones cognitivas

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.

- Dimensiones del fantasma

**Figura 5.1. Descripción gráfica del miembro fantasma de Srta. M**

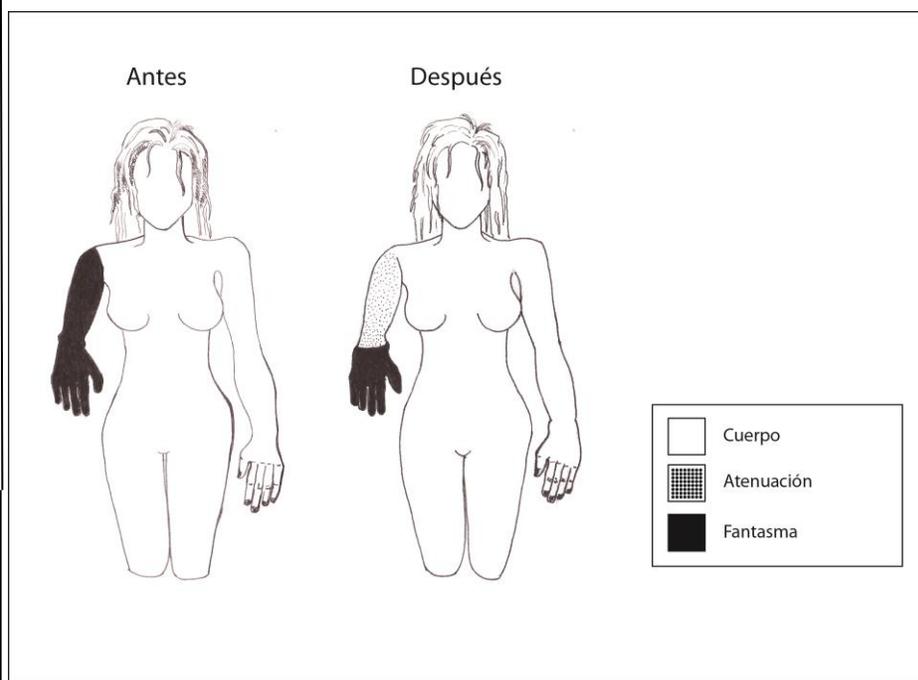


Figura 5.1. Ilustrador: Roberto Villalobos Fernández

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 debía 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.

- Resultados

La escala analógica visual tiene una medida de 67 milímetros, la puntuación se asigna según donde coloque la persona la línea vertical entre más cerca del extremo derecho mayor puntuación y por tanto mayor dolor. En el pre-test la puntuación fue de 32, en el post-test de

14, el seguimiento un mes después del tratamiento de 13 y solo 12 en el seguimiento a los dos meses. Para una reducción del 62,5% entre el pre-test y el seguimiento a los dos meses de terminado el tratamiento.

En cuanto al diferencial semántico, en el pre-test se obtuvo una puntuación de 4/7 y en el post-test de 2/7, puntuación que se repitió tanto en el primer seguimiento como en el segundo. Para una reducción de 50%

Los autorregistros al promediarse el puntaje de todos los días de cada una de las 6 semanas que duró el tratamiento arroja los siguientes resultados:

**Tabla 5.1. Promedio semanal autorregistros Srta. M**

Periodo	Promedio
Semana 1	4,8
Semana 2	3,5
Semana 3	2,2
Semana 4	2,0
Semana 5	2,2
Semana 6	1,7

Observándose que para la sexta semana la sensación de dolor había disminuido un 64,7% con respecto a la primera semana.

▪ Otros beneficios obtenidos

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.

#### ▪ Discusión

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. Aunque no se puede afirmar a ciencia cierta, existe teoría que sugiere que la edad podría ser un factor interfiera en la capacidad de neuroplasticidad de los individuos y, por tanto, en la efectividad que tendrán al someterse a tratamientos que se basen en la neuroplasticidad.

Durante mucho tiempo se mantuvo el mito de que después de cierta edad se perdía la capacidad de plasticidad neuronal, esa idea se ha descartado en la actualidad y queda claro que la plasticidad se mantiene durante toda la vida, aunque su funcionamiento más óptimo se da en los primeros años de vida (Nieto-Sampedro & Nieto-Díaz, 2005).

En general, el proceso de renovación neuronal incluye cuatro etapas: 1) la desconexión de las sinapsis; 2) la iniciación y el crecimiento de nuevos axones; 3) formación de nuevos contactos sinápticos y 4) la maduración de las sinapsis nuevas, es decir, aparición de vesículas sinápticas y densidades pre y post-sináptica. En cada uno de estos pasos las células gliales juegan un papel fundamental, ya que permiten que se dé el proceso de división de las células del sistema nervioso. Con la edad se va reduciendo la efectividad de estas, haciéndose más lentos todos los procesos de renovación neuronal (Nieto-Sampedro & Nieto-Díaz, 2005). De esta forma, las personas más jóvenes potencialmente podrían llegar a obtener más beneficios de un tratamiento basado en la plasticidad neuronal.

## *Caso # 2*

### ▪ Reseña

El Sr. J tiene 54 años, su nivel educativo es de secundaria completa y se dedica al alquiler de unas cabañas turísticas, vive en el cantón de Valverde Vega. Hace unos 5 años debido a un osteosarcoma debió practicársele una dislocación del hombro derecho.

### ▪ Comportamiento durante el tratamiento

En un principio se mostró entusiasmado con la idea de seguir un tratamiento que resolviera una problemática que padece desde hace varios años, sin embargo conforme fue avanzando el tratamiento le pareció que este era “demasiado lento” y decidió abandonarlo. El paciente no cumplía con los ejercicios para la casa, ni tampoco completó los autorregistros que se le entregaban semanalmente.

### ▪ Distorsiones Cognitivas

El paciente mostraba indicios de baja tolerancia a la frustración y una inadecuada conciencia de enfermedad, en la discusión se profundizará en estos aspectos.

- Dimensiones del fantasma

**Figura 5.2. Descripción gráfica del miembro fantasma del Sr. J**

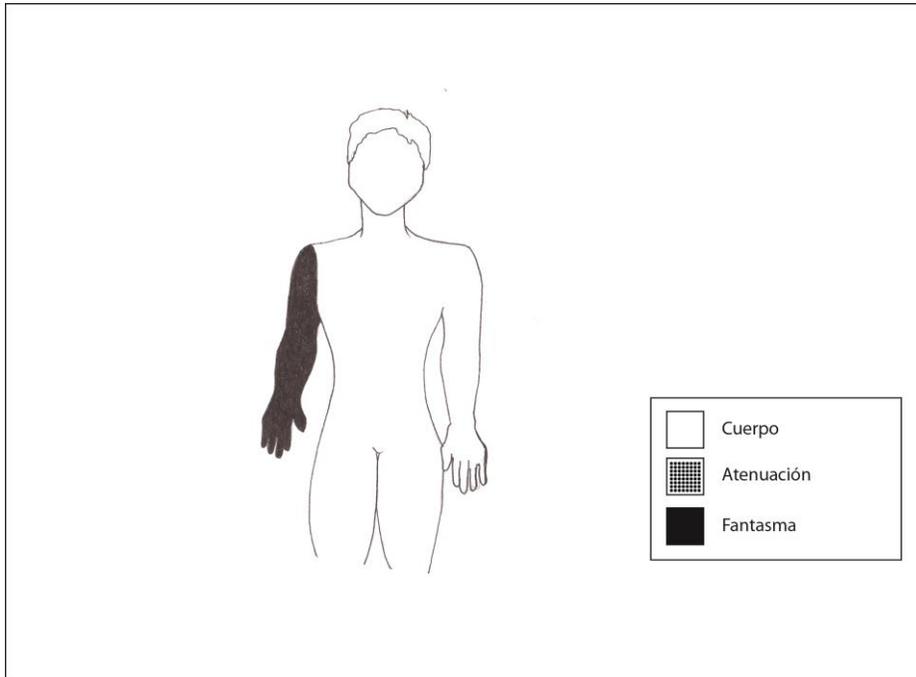


Figura 5.2. Ilustrador: Roberto Villalobos Fernández.

El Sr. J afirmó que el brazo fantasma era un poco más corto que el real y que además sentía que estaba presente toda la mano.

- Resultados

En la escala analógica visual la puntuación obtenida fue de 58, el puntaje en el diferencial semántico fue de 5/7. El paciente nunca entregó autorregistros.

## ▪ Discusión

El paciente mostraba rasgos de baja tolerancia a la frustración, ya que exigía que los cambios se dieran a muy corto plazo y sin necesidad de realizar los ejercicios en casa. Esto, aun cuando desde un principio se le dijo que los cambios se verían poco a poco conforme transcurrieran las semanas, además de que se hizo énfasis en lo fundamental que era realizar los ejercicios en casa y completar los autorregistros.

El concepto de baja tolerancia a la frustración fue ideado por Albert Ellis para explicar por qué algunas personas caen en conductas dañinas al entrar en un derrotismo a largo plazo mediante la búsqueda de placer a corto plazo y la evitación al máximo del estrés. Se caracteriza por la creencia de que las dificultades son demasiado grandes para hacerles frente, además se da una confusión entre los deseos y las necesidades. Se propone que el origen de esta distorsión podría deberse a que durante la crianza se le brindó al menor lo que deseaba sin exigírsele mucho a cambio (Rabinowitz, Melamed, Feiner, Weisberg & Ribak, 1996).

Con respecto a la inadecuada conciencia de enfermedad. Esta consiste en la negación temporal o en algunos casos permanente de las limitaciones que impone la enfermedad crónica, lo cual se puede dar por la incertidumbre sobre cómo la enfermedad cambiará los diversos aspectos de vida, siendo que dicha negación puede fomentar la aparición de conductas de riesgo (Vinaccia & Orozco, 2005).

Se sospecha que el paciente mostraba rasgos de una inadecuada conciencia de enfermedad, pues según él mismo admitió, en los últimos años había tenido varios accidentes al intentar realizar diversos arreglos manuales. Además de que afirmó que al poco tiempo abandonó el uso de la prótesis pues “no la consideraba necesaria”. De la misma forma que, en pocas sesiones, llegó a la conclusión de que no requería el tratamiento para el dolor fantasma.

### *Caso # 3*

#### ▪ Reseña

El Sr. T tiene 55 años, su nivel educativo es de secundaria completa y se encuentra pensionado por incapacidad, vive en el cantón de Escazú.

Hace un año y medio se detectó un osteosarcoma en el brazo derecho del paciente, tras muchos intentos de solucionar el cáncer por otros medio, 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 experimento el dolor fantasma.

#### ▪ Comportamiento durante el tratamiento

El Sr. T se caracterizó 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 (Ortiz, Ramos & Vera-Villarroel, 2003).

Dicho estilo cognitivo del paciente se hacía patente en un discurso que hacía énfasis en cómo progresivamente había superado las dificultades producidas por su amputación, mientras que nunca se quejó de su condición, ni se consideraba una víctima. Mostró además una gran disciplina en la realización de los ejercicios en casa y al completar los autorregistros.

- Distorsiones cognitivas

En un principio afirmó que la luna llena incrementaba la intensidad del dolor que experimentaba. Se le dio la instrucción de 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.

- Dimensiones del fantasma

**Figura 5.3. Descripción gráfica del miembro fantasma del Sr. T**

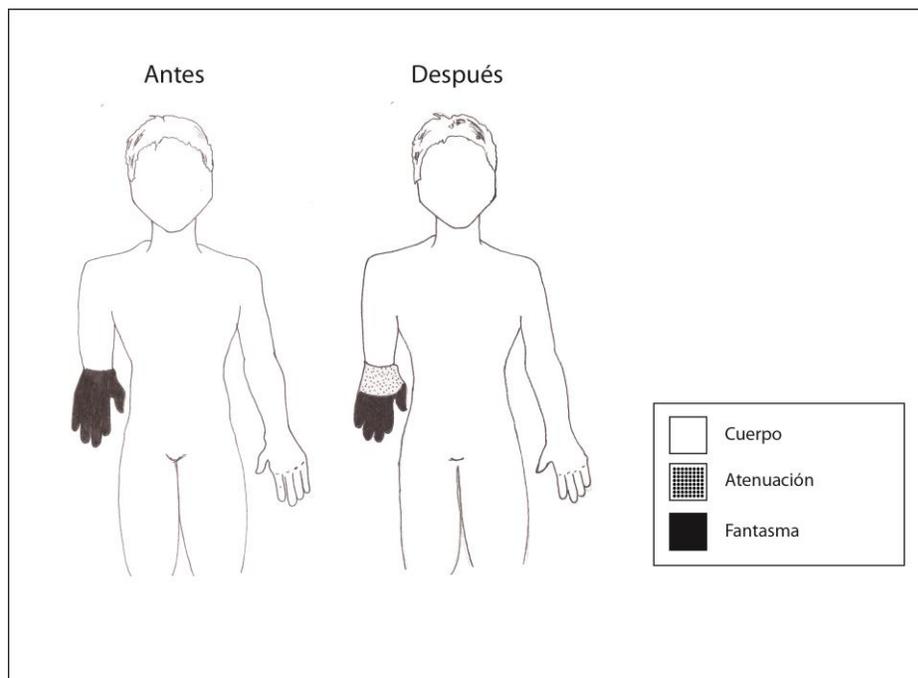


Figura 5.3. Ilustrador: Roberto Villalobos Fernández.

El paciente describió que antes del tratamiento sentía la totalidad de la mano unida al muñón, 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.

▪ Resultados

En el pre-test de la escala analógica visual se obtuvo un 60, en el post-test un 35 y en el segundo seguimiento un 31. Para una reducción del 48,3%.

En cuanto al diferencial semántico en el pre-test la puntuación fue 6/7, mientras que en el post-test y el segundo seguimiento de 3/7. Para una reducción del 50%.

Los autorregistros muestran los siguientes resultados, lo cual corresponde a una disminución del 39,0% entre la primera y la última semana de tratamiento.

**Tabla 5.2. Promedio semanal autorregistros Sr. T**

Periodo	Promedio
Semana 1	8,2
Semana 2	7,5
Semana 3	6,4
Semana 4	6,0
Semana 5	5,2
Semana 6	5,0

- Otros beneficios obtenidos

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 abandonarlas pues se daba un incremento de dolor en el fantasma, asegura que actualmente puede trabajar en estas tareas por un tiempo mayor sin preocuparse porque se dé un incremento en el dolor fantasma.

- Discusión

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%.

Un aspecto que se puede destacar del paciente es su estilo cognitivo positivo, ya que se ha encontrado que dicho estilo se encuentra vinculado a que la persona recurra a estrategias de afrontamiento positivas, entre las que se encuentra aprovechar todos los medios que se le ofrezcan para hacer frente a sus problemas, como lo es una adecuada adherencia a los tratamientos (Ortiz, Ramos & Vera-Villaruel, 2003).

No solo en el caso del dolor de miembro fantasma el paciente ha buscado activamente cómo solucionar su problema, sino para las demás dificultades que se han presentado producto de la amputación, ideando por su propia cuenta diversas soluciones para seguir realizando sus actividades diarias, contando con solo un brazo para ello.

#### *Caso # 4*

- **Reseña**

El Sr. S tiene 66 años, su nivel educativo es de secundaria completa y es chofer de un autobús escolar, vive en el cantón de Montes de Oca.

Este caso es particular pues se trata de una variante muy poco común del dolor de miembro fantasma conocida como dolor fantasma supernumerario, en el cual se presentan sensaciones fantasmas aun cuando no se haya producido una amputación (Srivastava, 2008).

Fue un accidente de motocicleta lo que produjo el corte de los nervios hace unos 50 años, los efectos de esto son claros a simple vista pues el brazo izquierdo, que fue el que se vio afectado se encuentra totalmente atrofiado, viéndose mucho más delgado que el brazo sano.

- **Comportamiento durante el tratamiento**

El paciente parecía motivado a participar, sin embargo poco después de la segunda sesión sufrió un accidente automovilístico que le imposibilitó seguir asistiendo a las sesiones.

- **Distorsiones cognitivas**

Al igual que la mitad de las personas que participaron en el estudio afirmo tener la creencia de que el dolor fantasma se veía incrementado por la luna llena. Al abandonar el tratamiento de forma tan prematura no se pudo trabajar dicho tema.

- Dimensiones del fantasma

**Figura 5.4. Descripción gráfica del miembro fantasma del Sr. S**

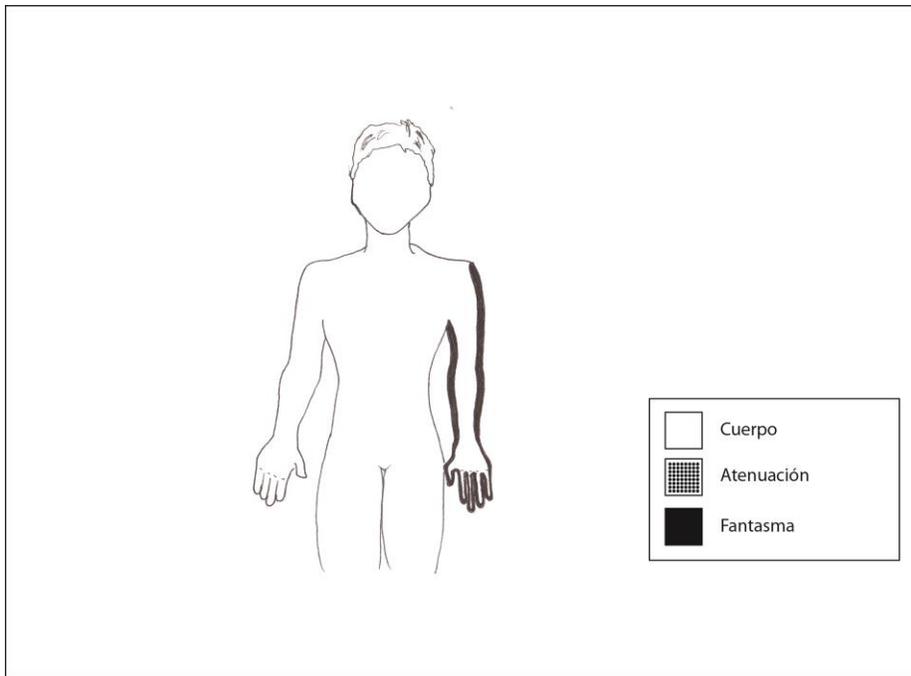


Figura 5.4. Ilustrador: Roberto Villalobos Fernández.

El paciente describe el miembro fantasma supernumerario como una especie de “sombra” que se “mueve de donde debería estar”.

Esto es que el brazo real por lo general se encuentra apoyado sobre su regazo o inmovilizado por una venda, pero el paciente tiene la sensación de que el fantasma se encuentra realizando movimientos diversos, sobre todo que el puño se encuentra muy apretado y con ello el resto del brazo, o que se dan calambres en toda la extensión del miembro fantasma.

- Resultados

Puntaje en la escala analógica visual 51, puntaje en el diferencial semántico 6/7. No hubo autorregistros.

- **Discusión**

Aunque aún no se ha llegado a una explicación definitiva de los mecanismos que originan el miembro fantasma supernumerario, se sabe que este se presenta en dos tipos de poblaciones: la primera son las personas que aunque no han sufrido una amputación total del miembro, este se encuentra separado del resto del sistema nervioso debido a un accidente que dañe los nervios; la otra población son personas que han sufrido un ictus que afecta la corteza somatosensorial (Srivastava, 2008).

Exámenes de resonancia magnética han confirmado que estas personas presentan daños en su corteza somatosensorial, lo cual confirma que estas personas no están mintiendo, ni se encuentran afectadas por alguna enfermedad mental (Srivastava, 2008).

Hasta donde llega el conocimiento del investigador, el dolor de miembro supernumerario nunca ha sido objeto de una publicación en este país. Por lo que se hace un llamado a los profesionales que lleguen a tratar un caso como este que hagan un esfuerzo para llevar a cabo una publicación al respecto.

### *Caso # 5*

#### ▪ Reseña

El Sr. R tiene 50 años, tiene un título técnico y se desempeñaba como mecánico, sin embargo actualmente se dedica a la distribución de productos para una empresa de supermercados. Su lugar de residencia se ubica en Montes de Oca. Al momento del tratamiento se encontraba atravesando por un difícil divorcio, lo cual afectaba bastante su desempeño en la vida diaria.

Hace 16 años perdió el brazo derecho por debajo del codo, cuando accidentalmente se activó una máquina que estaba manipulando en la empresa en la que trabajaba. Afirma que el dolor fantasma no le afectó mucho en los 14 años siguientes al accidente y que fue solo hasta hace un par de años cuando empezaron los problemas con su pareja que el dolor se incrementó en gran medida.

#### ▪ Comportamiento durante el tratamiento

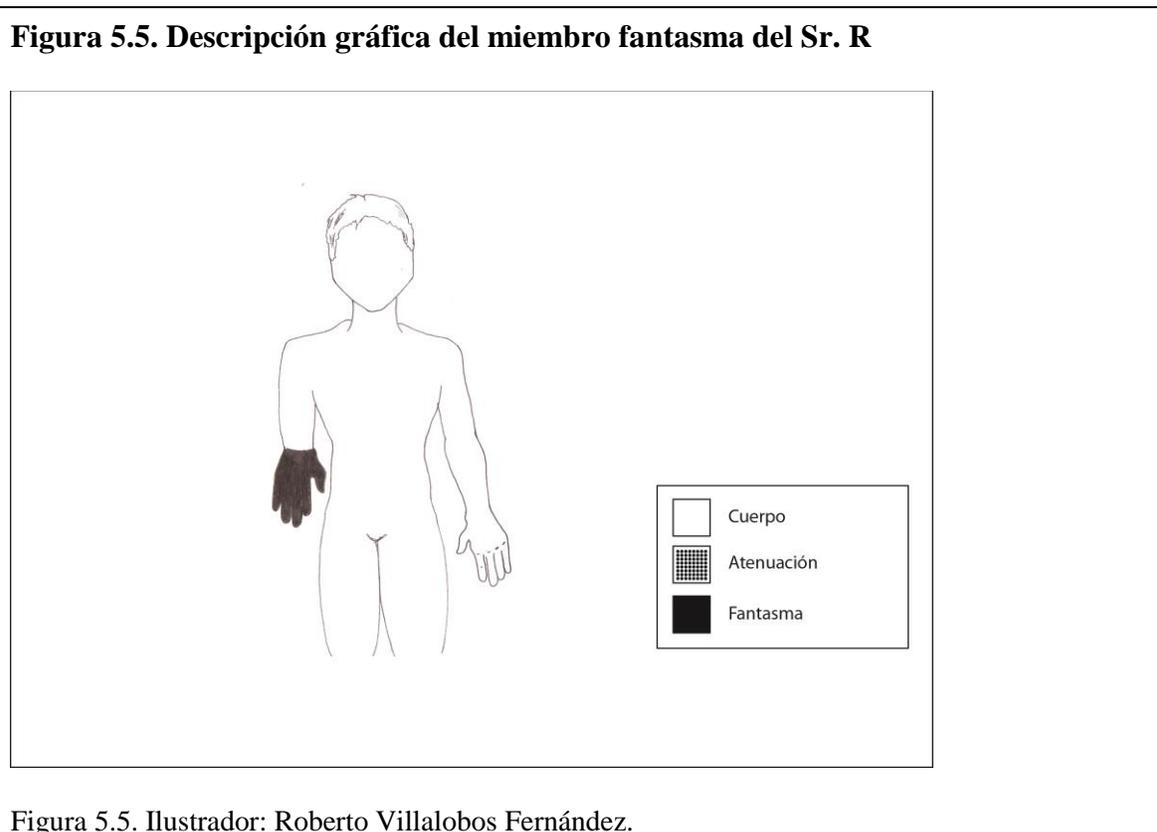
Durante las pocas sesiones a las que asistió el paciente se le notó muy ansioso e insistía en hablar más sobre los problemas que tenía con su pareja que en centrarse en lo que era propiamente el dolor fantasma. Se le brindó el número telefónico del Centro de Atención Psicológica de la UCR para que pudiera contar con un espacio donde pudiera hablar de las problemáticas por las que estaba atravesando, hasta donde se sabe no ha solicitado la ayuda del centro. Abandonó el tratamiento apenas después de la tercera sesión.

- Distorsiones cognitivas

La abstracción selectiva se refiere a centrarse en un detalle específico extraído de su contexto, ignorando otras características más relevantes de la situación (Caballo, 1998).

El paciente tenía indicios de abstracción selectiva pues siempre se estaba enfocando en los aspectos más negativos con respecto a cualquier mejora que pudiera otorgarle el tratamiento, como con respecto a sus otros problemas personales.

- Dimensiones del fantasma



El Sr. R afirmaba que era el fantasma consistía en únicamente la mano adherida al muñón.

## ▪ Resultados

El puntaje de la escala analógica visual fue de 38, mientras que el del diferencial semántico fue de 5/7. No se entregaron autorregistros.

## ▪ Discusión

Este caso es interesante ya que el Sr. R afirma que durante muchos años el dolor fantasma no le supuso grandes molestias y que fue hasta que empezaron los problemas en su relación de pareja que el dolor se incrementó notablemente.

La razón por la cual la intensidad del dolor experimentado por el paciente se incrementara tan notablemente en los últimos años podría deberse a los efectos que el estrés provoca en la percepción del dolor, los cuales se explican en el marco teórico, pero se describirán brevemente a continuación.

La respuesta al estrés implica la activación del Eje HPA desencadenando la liberación de la hormona liberadora de corticotropina en el hipotálamo, y en última instancia aumentando los niveles de cortisol. El estrés continuo provoca la desadaptación del funcionamiento del Eje HPA (Evans et al., 2008).

El cortisol influye en la intensidad del dolor actuando sobre los receptores de glucocorticoides, los cuales interactúan con los procesos de modulación del dolor serotoninérgicos y adrenérgicos del sistema nervioso central.

Además, el dolor crónico puede verse agravado por la desregulación del Eje HPA, promoviendo la aparición de citoquinas proinflamatorias que pueden provocar aumento de la fatiga, pérdida de concentración, hiperalgesia generalizada e hipersensibilidad a los estresores físicos y mentales.

Siendo por tanto indispensable que, tal como se le recomendó, el paciente asista a una terapia que tenga como objetivo reducir el nivel de estrés que está experimentando en este momento (Luyten & Van Houdenhove, 2013).

## Caso # 6

### ▪ Reseña

El Sr. G tiene 64 años, tiene un título técnico y trabaja ocasionalmente. Reside en el cantón de Turrialba.

Hace 41 años el Sr. G perdió su brazo izquierdo por encima del codo, debido a un accidente de motocicleta. Debido a que en las décadas de los 70`s y 80`s del siglo pasado el conocimiento que se tenía sobre el dolor de miembro fantasma era ínfimo, al paciente se le practicaron procedimientos que no le reportaron beneficios.

Al paciente se le practicaron unas 5 operaciones que tuvieron como objetivo realizar un nuevo corte en el muñón con el supuesto objetivo de eliminar los “neuromas” que ocasionaban el dolor fantasma, teoría que hace tiempo se ha mostrado obsoleta. Este tipo de operaciones llevaron a que el brazo perdiera innecesariamente unos 10 centímetros de extensión, pasando el muñón de estar ubicado debajo del codo a unos pocos centímetros de este.

Además, durante los primeros años del padecimiento, hubo personal de salud que le negó medicación para el dolor, ya que al desconocer del dolor fantasma, consideraban que sus quejas eran una excusa de un adicto a los medicamentos.

### ▪ Comportamiento durante el tratamiento

Debido al historial del paciente es comprensible que en un principio tuviera pocas expectativas con respecto a los alcances del tratamiento, sin embargo conforme fueron avanzando las semanas fue adquiriendo confianza y se estableció un buen *rapport* entre el paciente y el investigador.

- Distorsiones cognitivas

El paciente en un principio se mostró desconfiado hacia el terapeuta y el tratamiento en sí, afirma que en general es escéptico hacia los servicios de salud. Dado su historial previo es comprensible este proceso de generalización.

- Dimensiones del fantasma

**Figura 5.6. Descripción gráfica del miembro fantasma del Sr. G**

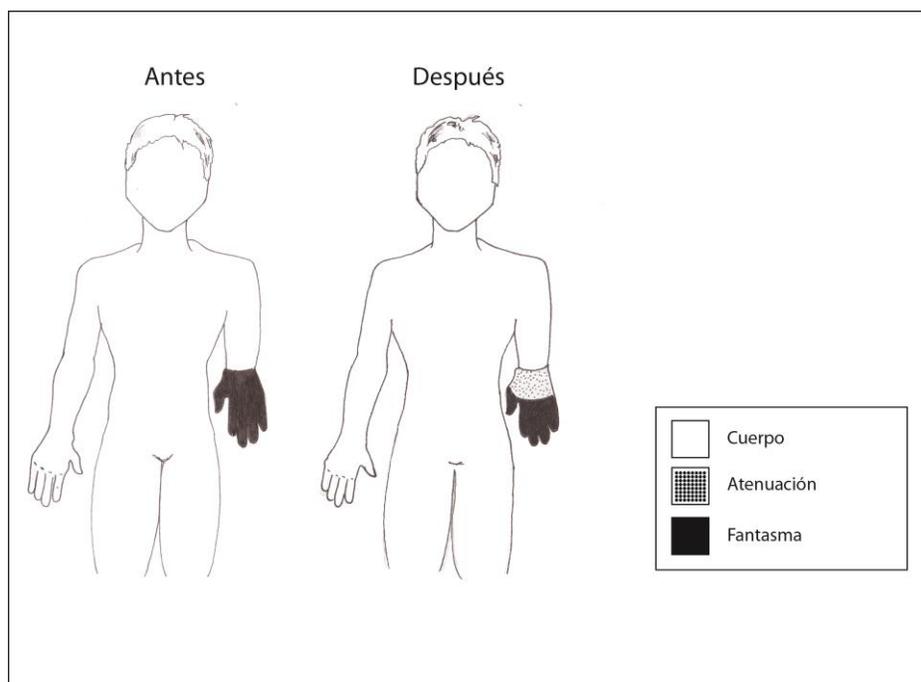


Figura 5.6. Ilustrador: Roberto Villalobos Fernández.

El Sr. G afirmó que antes del tratamiento el fantasma consistía en los dedos y la palma de la mano, después del tratamiento aseguró que se había atenuado la sensación de la palma y que la sensación de los dedos se mantenía casi igual.

- Resultados

La puntuación de la escala analógica visual en el pre test fue de 51 y en el post test de 35, en el primer seguimiento bajó a 33, para una disminución del 35,2 %. En el diferencial semántico la puntuación en el pre test fue de 5/7 y en el post test de 4/7, en el segundo seguimiento bajó a 3/7 para una reducción del 40 %. Los autorregistros arrojaron los siguientes resultados, lo cual corresponde a una disminución del 32,9 %:

**Tabla 5.3. Promedio semanal autorregistros Sr. G**

Periodo	Promedio
Semana 1	6,7
Semana 2	5,5
Semana 3	5,2
Semana 4	5,1
Semana 5	4,8
Semana 6	4,5

- Otros beneficios obtenidos

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.

## ▪ Discusión

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.

La actividad de las terminales pre sinápticas son fundamentales para el proceso de poda neuronal y el mantenimiento de la actividad neuronal en general. El envejecimiento va reduciendo la efectividad de las células gliales para llevar a cabo los procesos antes mencionados, con ello disminuyendo la efectividad del proceso de plasticidad neuronal (Nieto-Sampedro & Nieto-Díaz, 2005).

La formación de nuevos contactos neuronales implica el crecimiento de los axones y o dendritas, y la diferenciación de las estructuras características de las sinapsis. La formación de brotes del axón tiene dos requisitos esenciales: la presencia de los factores de crecimiento específicos y la existencia de los sustratos adecuados para la adhesión y el crecimiento de las nuevas fibras (Nieto-Sampedro & Nieto-Díaz, 2005).

Los factores de crecimiento específico son: 1) factores neurogénicos, que causan la diferenciación de las dendritas, 2) factores quimiotácticos, que dirigen la orientación del crecimiento de las neuritas, 3) factores que controlan la neurotransmisión (Nieto-Sampedro & Nieto-Díaz, 2005).

Los factores neurogénicos y quimiotácticos se encuentran interconectados, las proteínas de adhesión intercelular actúan a través de un dominio común con la tirosina-quinasa del factor de crecimiento de fibroblastos. La unión de estos factores, sigue a una cascada de fosforilación de proteínas que finalmente afecta a la homeostasis del calcio (Nieto-Sampedro & Nieto-Díaz, 2005).

Los niveles de calcio intracelular afectan la producción y crecimiento de neuritas y la polimerización del citoesqueleto y la organización de las nuevas conexiones, mejorando la

eficacia de la plasticidad neuronal. La duración de este proceso es muy corto en los recién nacidos y se va ralentizando conforme la persona envejece, hasta que el proceso llega a ser muy largo en las personas de la tercera edad (Nieto-Sampedro & Nieto-Díaz, 2005).

Las razones antes mencionadas podrían explicar por qué, al menos en este estudio, se observa que la eficacia del tratamiento disminuye ligeramente conforme se incrementa la edad de los y las pacientes.

### Análisis grupal de los casos

En esta sección se procederá al análisis estadístico de toda la información expuesta anteriormente.

#### *Datos socio-demográficos*

**Tabla 5.4. Datos socio-demográficos de los y las pacientes**

Caso	Genero	L. residencia	Edad	A. amputación	N. educativo
Srta. M	F	Desamparados	23	3	U. incompleta
Sr. J	M	Valverde Vega	54	5	Secundaria
Sr. T	M	Escazú	55	1	Secundaria
Sr. S	M	Montes de Oca	66	50	Secundaria
Sr. R	M	Montes de Oca	50	16	Técnico
Sr. G	M	Turrialba	64	41	Técnico
Promedio	-	-	52	19	-

En el estudio participaron cinco hombres y una mujer, cuya edad promedio era de unos 52 años y que, en promedio, sufrieron la amputación hace unos 19 años. En cuanto al nivel educativo una persona tenía estudios universitarios incompletos, tres habían finalizado la secundaria y dos poseían un título técnico.

*Promedios de los instrumentos de medición del dolor*

**Tabla 5.5. Resultados 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 5.6. Resultados 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 5.7. Resultados 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	6,4	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%

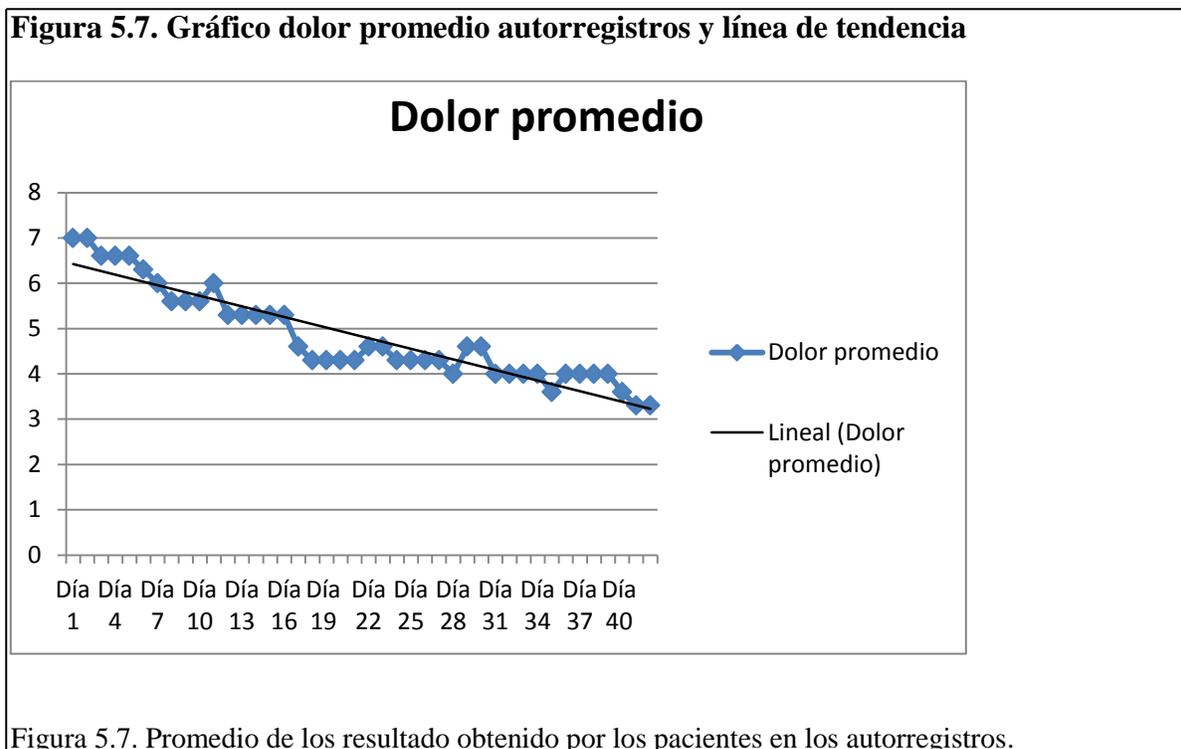
**Tabla 5.8. Triangulación de los datos**

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

Tras todos los cálculos realizados anteriormente se observa que los tres pacientes que finalizaron el estudio en promedio habían experimentado una reducción del dolor del 46,8% tras dos meses de haber finalizado el tratamiento.

### *Análisis de series temporales*

En esta sección se incluirán solo los gráficos obtenidos como resultado del análisis, en los anexos se incluyen las hojas de Excel con todos los datos que se insertaron para llevar a cabo el procedimiento.

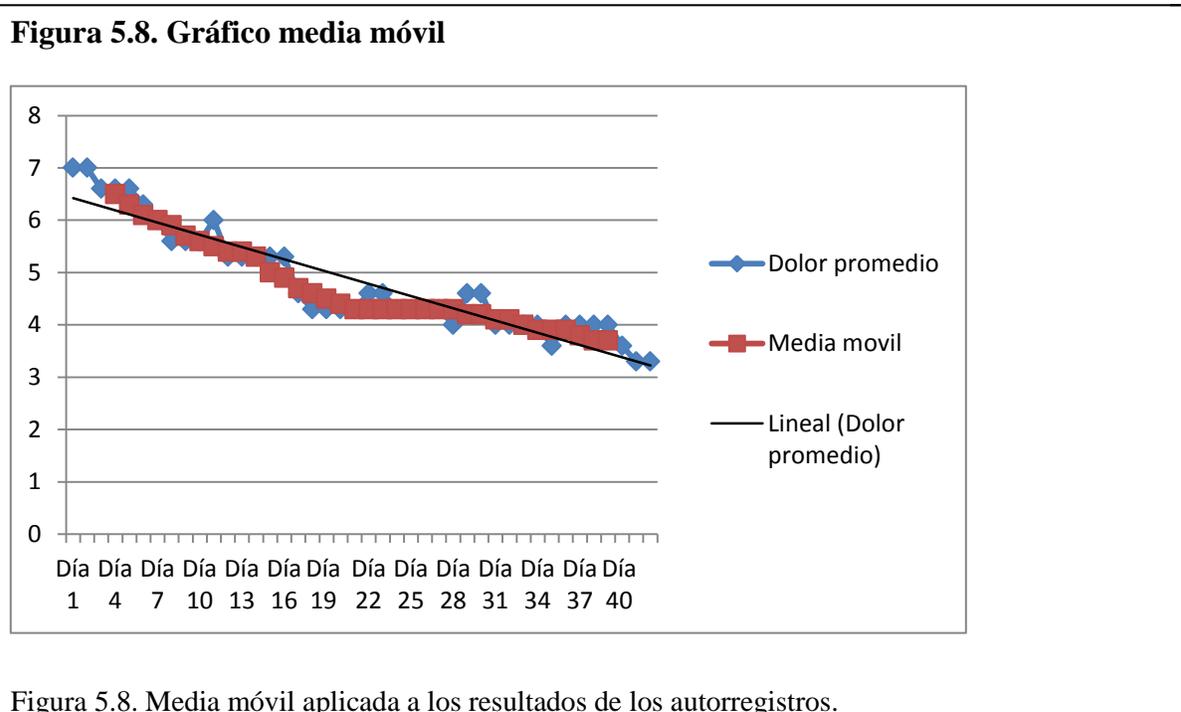


Se puede observar que conforme avanza el tratamiento se da una disminución del dolor, siendo que en el día 1 el promedio obtenido fue 7 y para el 42 había bajado a 3,3.

Por medio del Excel se creó una línea de tendencia que muestra de forma clara que las medidas obtenidas fueron hacia la baja conforme avanzaba el tratamiento, es decir que los pacientes fueron mejorando conforme transcurrió el tiempo.

Para dejar en forma más clara está tendencia se utilizó el procedimiento de medias móviles, este varía según la medida de tiempo con la que se está trabajando. En el caso datos diarios

que se agrupan en semanas como es en este caso, para cada día se toman el conjunto de los tres días anteriores y los tres días posteriores y se promedian, obteniéndose al final 36 conjuntos de datos que reflejan de forma más fidedigna los cambios dados (González, González & Pérez, 2007).



Se observa de forma más clara la tendencia en la reducción del dolor. Durante las primeras tres semanas se da una disminución muy fuerte y rápida del dolor, durante las otras tres semanas se sigue dando una disminución constante aunque mucho más lenta del dolor.

**Figura 5.9. Gráfico dolor promedio escala analógica visual**

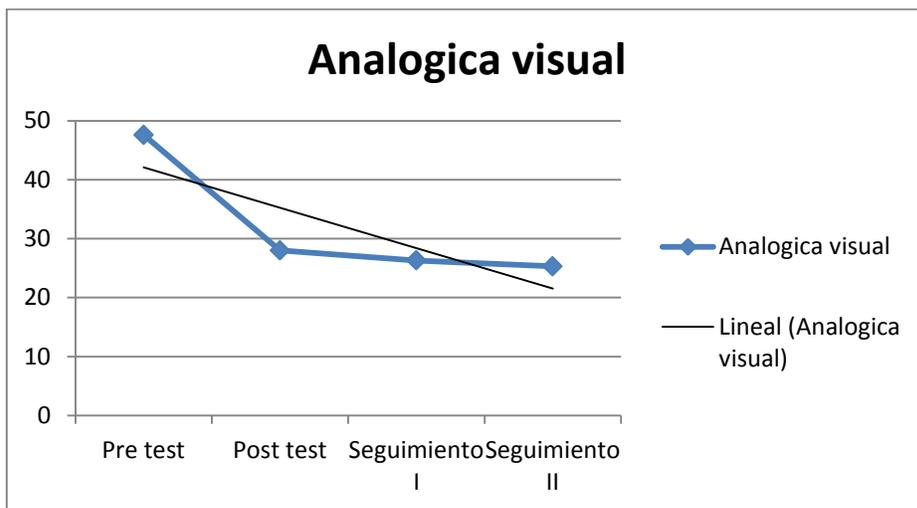


Figura 5.9. Dolor promedio medido a través de la escala analógica visual.

Se observa que casi toda la disminución del dolor se dio entre el pre test y el post test, pero que en los seguimientos se mantiene la tendencia descendente.

**Figura 5.10. Gráfico dolor promedio diferencial semántico**

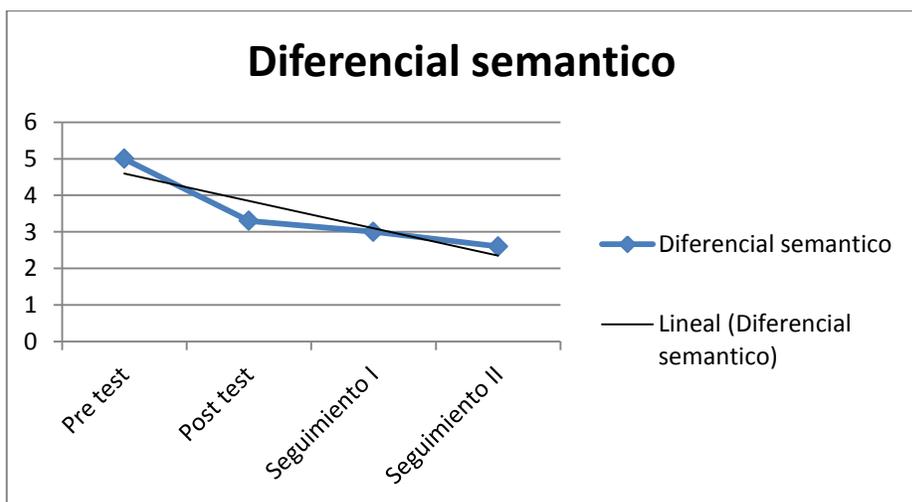


Figura 5.10. Dolor promedio medido a través del diferencial semántico.

Se observa que casi toda la disminución del dolor se dio entre el pre test y el post test, pero que en los seguimientos se mantiene la tendencia descendente.

### *Prueba de cambio de McNemar*

Esta prueba utiliza mediciones nominales, mientras que las medidas que aportaron los datos utilizados hasta ahora son de intervalo, por lo que de alguna forma hay que transformarlas a medidas nominales. Las categorías nominales que se utilizaron fueron “Recuperado” y “No recuperado”, en la primera categoría se agrupan los casos que lograron una reducción del dolor, mientras que en la segunda los casos en los que no se dio reducción del dolor. 3 casos caen en la categoría de “Recuperado” y 3 en la de “No recuperado”.

Después se distribuyen los datos en una tabla de 2x2 para representar los conjuntos de respuesta de los individuos en distintos momentos. Los símbolos - y + se utilizan para denotar los dos opciones posibles. Las casillas corresponden a lo siguiente (Gómez-Gómez et al., 2003):

Antes / Después	+ (Recuperado)	- (No recuperado)
+ (Recuperado)	A (0)	B (0)
- (No recuperado)	C (3)	D (3)

- A: número de personas que obtuvieron un + antes y después del tratamiento.
- B: número de personas que cambiaron de + a - después del tratamiento.
- C: número de personas que cambiaron de - a + después del tratamiento.
- D: número de personas que obtuvieron un - antes y después del tratamiento.

Los datos obtenidos se insertan en la siguiente ecuación:

$$T1 = \frac{(|B - C| - 1)^2}{B + C}$$

El resultado de la ecuación sería el siguiente:

$$T1 = \frac{(|0 - 3| - 1)^2}{0 + 3} = \frac{(-4)^2}{3} = \frac{16}{3} = 5,3$$

La prueba de McNemar es una de las pruebas que sigue la distribución  $\chi^2$ , también conocida como Chi-cuadrada. En este caso al trabajarse con una tabla de 2x2 solo hay un grado de libertad, al revisarse la tabla de valores críticos de la distribución de Chi-cuadrada se observa que al nivel de 0,05 un grado de libertad se requiere de un puntaje de 3,84 para rechazar la hipótesis nula.

<b>gl</b>	<b><math>\alpha = .10</math></b>	<b><math>\alpha = .05</math></b>	<b><math>\alpha = .01</math></b>	<b><math>\alpha = .001</math></b>
1	2,71	3,84	6,64	10,83
2	4,50	5,99	9,21	13,82
3	6,25	7,81	11,34	16,27

Tomado de Ritchey, F (2006). Estadística para las ciencias sociales. Apéndice B, Tabla G.

Como el resultado obtenido es superior a 3,84 entonces se rechaza la hipótesis nula y, por tanto, se puede afirmar que los cambios observados se deben al tratamiento y no al azar.

## **Capítulo 6: conclusiones, limitaciones y recomendaciones**

### **Conclusiones**

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 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 5.1, 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.

**Tabla 6.1. Promedio de los resultados obtenidos por otras investigaciones**

Año	Autor(es)	Participantes	Eficacia
1979	Sherman, Gall & Gormly	16	82%
1989	Dougherty	1	10%
2001	Bellegia & Birbaumer	1	57%
2001	Winter-Barnstedt	5	45%
Promedio	-	5,7	48,5%

Un aspecto que se trató en este estudio y que no se trabajó en las investigaciones antes mencionadas tiene que ver con la atenuación de las sensaciones en áreas específicas del fantasma, así como qué regiones del fantasma permanecen con pocos o ningún cambio tras terminar el tratamiento.

Por medio de las descripciones dadas por los y las pacientes, además de las ilustraciones creadas a partir de tales descripciones hay ciertos aspectos que parecen ser comunes en todas las personas participantes:

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.

El espacio que se dedica a cada parte del cuerpo en la corteza somatosensorial no es equitativa, sino que gran parte del cuerpo se encuentra sub-representado, mientras que algunas partes como las palmas de las manos y los dedos poseen una mayor representación y, por tanto, mayor sensibilidad (Kolb & Whishaw, 2009).

Es posible que el hecho de que las palmas de las manos y los dedos posean una mayor área en la corteza somatosensorial implique que sea más difícil corregir los defectos provocados por la plasticidad maladaptativa y por ello no se logre atenuar tanto la sensación de dichas zonas por medio del tratamiento. Sin embargo, esto solo se podrá comprobar por medio de estudios de neuroimagen que se centren en ese aspecto.

Cada una de las investigaciones anteriores mencionadas en la tabla 5.1 aplicó un número diferente de sesiones a los pacientes. Ocho sesiones la de Sherman, Gall & Gormly (1979), una sesión de cuatro horas en Dougherty (1980), 12 sesiones en el estudio realizado por Bellegia & Birbaumer (2001) y 10 sesiones en la de Winter-Barnstedt (2001).

Debido a lo anterior, no había una idea clara del número ideal de sesiones a llevar a cabo, por lo que se decidió aplicar un protocolo de 12 sesiones de duración y, una vez finalizado el estudio, intentar determinar el número adecuado de sesiones para maximizar la relación costo/beneficio.

De las 12 sesiones, la primera y la última sesión se dedicaron principalmente a entrevista y las otras 10 consistían en trabajo con el equipo de biorretroalimentación. Tal como se muestra en el capítulo de resultados, al aplicarse la media móvil a los datos aportados por los autorregistros, se encontró que casi toda la mejoría se produjo alrededor de las tres primeras semanas de tratamiento. Es decir, cuando ya se había realizado la sesión inicial y unas cinco o seis sesiones de biorretroalimentación, por lo que dicho número de sesiones de trabajo parece ser el indicado para obtener la mejor relación costo/beneficio.

Por tanto, se propone modificar el protocolo para que este tenga una extensión de ocho sesiones, es decir un par dedicadas a las entrevistas inicial y final y seis dedicadas propiamente a lo que es la biorretroalimentación. En algunos casos es necesario agregar una sesión adicional para discutir a profundidad los efectos que el estrés provoca en el dolor y qué medidas pueden llegar a tomarse para afrontar dicha situación.

Al menos en este estudio la paciente más joven obtuvo los mejores resultados, mientras que los pacientes de mayor edad tuvieron una mejora un poco inferior. La población es muy pequeña para establecer una correlación entre dichos factores, sin embargo la disminución de la efectividad de las células gliales en el proceso de generación de nuevas conexiones podría explicar en parte estas diferencias encontradas.

El envejecimiento va reduciendo la efectividad de las células gliales para intervenir en los diversos procesos de la renovación neuronal: 1) la desconexión de las sinapsis; 2) la iniciación y el crecimiento de nuevos axones; 3) formación de nuevos contactos sinápticos y 4) la

maduración de las sinapsis nuevas, es decir, aparición de vesículas sinápticas y densidades pre y post-sináptica. Con esto, se reduce en general la capacidad del individuo de establecer nuevas conexiones neuronales (Nieto-Sampedro & Nieto-Díaz, 2005).

Es indispensable al trabajar con pacientes con dolor de miembro fantasma no centrarse exclusivamente en los aspectos biológicos del dolor, sino además tomar en cuenta las manifestaciones emocionales de los pacientes. No solo porque ello puede afectar la adherencia al tratamiento, sino porque las emociones pueden afectar la intensidad del dolor en sí, interfiriendo con diversos mecanismos neuronales.

El más importante es la sobreactivación del eje hipotalámico – hipofisario – adrenal, conocido como Eje HPA debido al estrés. Los estímulos que se consideran como amenazantes desencadena la liberación de la hormona liberadora de corticotropina en el hipotálamo, y en última instancia aumenta los niveles de cortisol, el cual influye en la intensidad del dolor actuando sobre los receptores de glucocorticoides, los cuales interactúan con los procesos de modulación del dolor, serotoninérgicos y adrenérgicos del sistema nervioso central. (Evans et al, 2008).

Otros mecanismos involucrados en la interacción bioquímica entre las emociones y el dolor, son la sobreactivación del Eje HPA, lo cual provoca hipersensibilidad a los estresores físicos y mentales. El proceso de desregulación y regulación del circuito cortical que interfiere en la modulación consciente del dolor. Y el papel que juega la amígdala en la reducción del dolor al experimentar la persona estados emocionales positivos (Nieto-Sampedro & Nieto-Díaz, 2005).

La conclusión general de esta investigación es que la biorretroalimentación, si bien no elimina del todo el dolor de miembro fantasma, sí disminuye en gran medida su intensidad y con ello trae una mejora importante a la calidad de vida de los y las pacientes.

Además, cabe recalcar que es necesario adoptar un enfoque multidisciplinario en el tratamiento del dolor de miembro fantasma, en el cual la psicobiología juega un papel indispensable, incentivando la plasticidad neuronal adaptativa por medio de la biorretroalimentación y a su vez prestando atención a los aspectos emocionales de los y las pacientes.

Cada vez más profesionales están de acuerdo en que el único modelo válido actualmente para el estudio de la psicopatología y los trastornos neurológicos debe ser multidimensional e integral, lo cual se ve reflejado en que importantes organismos alrededor del mundo, como el Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos, hayan adoptado políticas que tienen por objetivo consolidar este modelo (Barlow & Duran, 2012).

## Limitaciones

La mayor limitación que se dio fue la gran dificultad para conseguir participantes, pues originalmente se había planeado trabajar con al menos 10 personas, pero al final solo seis personas estuvieron dispuestas a participar, de las cuales tres abandonaron y tres completaron el tratamiento con éxito. Esto a pesar de que el proyecto poseyó gran difusión, ya que los programas de televisión Informe 11 de Repretel, y Desde la U y Nexos de Canal 15 emitieron segmentos en los que se describió el proyecto y se invitó a la población a participar. Además se contó con un espacio de una hora en el programa radial Saber Vivir de Radio 870am y se recurrieron a otros medios como carteles, redes sociales y mensajes de correo.

Además se solicitó la ayuda del Comité Paralímpico Nacional, al Centro Nacional de Rehabilitación (CENARE) y de los hospitales San Juan de Dios y Calderón Guardia.

Se considera que los siguientes son los factores que llevaron a que el número de participantes fuera tan reducido:

El primero es que, dolor de miembro fantasma si bien es una condición común entre las personas amputadas, es extremadamente rara entre la población general y más aún cuando se trata de personas con amputación superior, quienes son una minoría en comparación a las personas con amputación inferior.

No existen datos oficiales sobre cuántos casos de dolor de miembro fantasma de miembro superior existen en el país. En el apartado de prevalencia se realizó un intento de aproximación tomando en cuenta que en los últimos 20 años en el país se han realizado unas 2300 amputaciones de miembro superior (incluyendo todos los tipos de amputación superior, desde desarticulación del hombro hasta amputación de un dedo), el que la prevalencia probablemente ronda el 50% de los casos y que naturalmente parte de las personas que han sido amputadas en años anteriores ya debieron haber muerto. Con base en esos datos, se cree

que el número de casos de dolor de miembro fantasma por amputación de miembro superior debe ser de unos 1000, o incluso un poco menos.

Tomando en cuenta que actualmente la población del país ronda los 4 600 000 habitantes, entonces la prevalencia de este trastorno específico en la población general es de un 0,02% o un caso por cada 4600 habitantes.

Además, es necesario tomar en cuenta que en la práctica el número de casos disponibles se reduce significativamente, pues cerca del 40% la población nacional vive fuera del Gran Área Metropolitana y, por tanto, se le hace muy difícil viajar frecuentemente de sus hogares a la Sede Rodrigo Facio para recibir tratamiento, de los seis participantes, cuatro provenían del Gran Área Metropolitana.

El otro factor vinculado a la limitación para obtener una muestra más grande podría ser la idea arraigada en ciertos segmentos de la población y aun en algunos profesionales, de que el dolor solo puede ser tratado por medios farmacológicos.

La inserción de la psicología al tratamiento integral de los trastornos orgánicos ha tenido que lidiar con un fuerte escepticismo, sin embargo con base en los resultados positivos obtenidos, poco a poco la psicología se ha ido haciendo un nicho en los departamentos del dolor crónico de clínicas y hospitales (Barlow & Durand, 2012).

Otra limitante fue que si bien se disponía de medios que permitieran captar de forma clara las dimensiones y características que los pacientes atribuyen al fantasma, no se dispuso de un medio que permitiera cuantificar los cambios que se dan en el fantasma, es decir qué porcentaje del fantasma se ha atenuado y qué porcentaje continúa sin cambios.

En ninguna de las aproximadamente 60 referencias que se consultaron para hacer esta investigación se encontró un método que describiera o que siquiera propusiera cómo poder llevar a cabo dicha cuantificación. La razón por la cual otras investigaciones no hayan

profundizado en este tema probablemente tiene que ver con que claramente la prioridad es centrarse en la disminución del dolor, pues es el aspecto que más afecta la calidad de vida de los y las pacientes.

Sin embargo, estudiar cómo cambia la distribución del fantasma podría dar indicios importantes que podrían llevar a incrementar la efectividad del tratamiento en el futuro. A criterio del investigador, este aspecto se podría explorar por medio de algún software que permita crear modelos tridimensionales del miembro amputado y de la distribución del fantasma antes y después del tratamiento, además de que permita calcular el área afectada para de esa forma obtener un puntaje que permita cuantificar los cambios en la distribución del fantasma.

## Recomendaciones

El primer grupo de recomendaciones va dirigido a terapeutas que deseen trabajar la temática del dolor de miembro fantasma, recurriendo al protocolo que se propone en este trabajo.

- Es necesario tomar en cuenta que los tiempos que se proponen para cada sesión deben considerarse como una guía útil para dirigir el proceso y lograr que la persona pueda aprender a disminuir a voluntad las sensaciones molestas cada vez más rápido y de forma más efectiva. Sin embargo, no están escritos en piedra, podría darse que haya que salirse un poco de lo planeado para atender alguna de las problemáticas que se mencionan en la última página del protocolo o atender alguna otra duda o inquietud que el o la paciente tenga.

- Es normal que los o las pacientes saquen a colación en las sesiones otras problemáticas de su vida (problemas de pareja, en el trabajo, con conocidos, etcétera). Es necesario evaluar cuáles de estas quejas son pertinentes al problema que se está trabajando, por ejemplo si la persona detecta que las molestias se incrementan en gran medida después de un día muy estresante, entonces será necesario abrir un espacio o incluso una sesión adicional para discutir los efectos del estrés sobre el dolor y qué medidas se pueden tomar para disminuirlo.

- Una situación muy diferente es que se detecte que el tema que realmente la persona considera como prioritario sea algún otro aspecto de su vida y no el dolor fantasma. Por ejemplo, si el plan de trabajo está destinado a disminuir el dolor fantasma, pero constantemente la persona desea hablar sobre las dificultades que está atravesando por algún otro problema personal, no se va a avanzar ni en solucionar el dolor fantasma ni en solventar los problemas emocionales del paciente. Por esto debe explicársele esta situación a la persona

y decirle que si considera que el otro problema es más importante, una vez que se haya trabajado dicho tema, ya sea con el o la profesional actual o con alguien más especializado en ese tipo de situaciones, se puede reanudar el tratamiento del miembro fantasma, pero que estar trabajando dos problemáticas muy complejas al mismo tiempo no dará resultados positivos.

- Una idea muy extendida entre ciertos sectores de la población es que la luna llena u otros fenómenos astronómicos pueden incrementar el dolor, hecho que carece de toda evidencia científica. En vez de enfrascarse en una discusión al respecto, es más productivo pedirle a la persona que verifique por si misma los hecho anotando en el autorregistro si efectivamente cuando se dan estos fenómenos se incrementa el dolor. Los pacientes de este estudio que llevaron a cabo el ejercicio previamente señalado abandonaron esta creencia errónea.

El segundo grupo de recomendaciones va dirigido al sistema de salud pública del país. Se pide que consideren el modelo de atención propuesto por Bloomquist (2001), según el cual como primera línea de tratamiento se debe aplicar la biorretroalimentación por tratarse del tratamiento menos invasivo y solo eventualmente tratamientos más invasivos. En el apartado sobre eficacia de los tratamientos ya se habló sobre este modelo, pero se retomarán sus aspectos más importantes a continuación.

- Para el caso del dolor de miembro fantasma constrictivo se propone primero aplicar biorretroalimentación electromiográfica de forma diaria; si tras un par de semanas de tratamiento el dolor no ha disminuido, se agrega la ingesta de diazepam; si tras un mes más de tratamiento conjunto entre biorretroalimentación y diazepam no hay disminución, se procede a aplicar electroestimulación percutánea (Bloomquist, 2001).

- Para el dolor de miembro fantasma quemante se recomienda como primera opción la biorretroalimentación térmica; si a las dos semanas de aplicación diaria no hay ningún cambio es preferible aplicar en conjunto electroestimulación percutánea; si a su vez no hay mejora se recomienda aplicar nitropasta; y, como última opción, está el bloqueo del sistema nervioso simpático por medio de la inyección por vía intravenosa de medicamentos específicos para ese fin (Bloomquist, 2001).

- Idealmente el tratamiento en biorretroalimentación debería iniciar justo en el momento en que ya habían cicatrizado las suturas externas del muñón.

El tercer y último grupo de recomendaciones va dirigido a investigadores e investigadoras que en el futuro deseen realizar investigaciones con respecto al dolor de miembro fantasma y su tratamiento por medio de la biorretroalimentación.

- Existen múltiples estudios que describen el proceso de reorganización cortical maladaptativa que se da tras la amputación que da origen al dolor de miembro fantasma (Ramachandran & Blakeslee, 1998; Weiss, 2000; Grüsser, 2004) y a su vez hace unos 15 años se propusieron las bases teóricas de cómo la biorretroalimentación ayuda a disminuir en cierto grado dicha mala adaptación (Birbaumer et al., 1997). Sin embargo, no se conoce un estudio que haya profundizado en cómo se da exactamente este proceso. Siendo que hasta el momento solo se pueden plantear conjeturas a preguntas como ¿Por qué la disminución llega hasta cierto grado? y ¿Por qué ciertas zonas del fantasma, especialmente los dedos, se resisten a desaparecer? Un procedimiento que podría ser útil para responder a tales interrogantes sería realizar

correlaciones entre los cambios en la corteza somatosensorial antes y después del tratamiento y los cambios en la extensión del fantasma percibido por la persona.

- Como ya se mencionó en las limitaciones, de momento no se ha desarrollado un método confiable para cuantificar la extensión del miembro fantasma. Aspecto que es indispensable para poder explorar diversos aspectos del dolor de miembro fantasma. A criterio del investigador, la utilización de un modelo 3D del miembro amputado en el que el paciente pueda señalar las áreas ocupadas por el fantasma, y que el programa calcule la extensión, podría ser una forma útil de solucionar dicha problemática.

- Evitar que los y las participantes abandonen el tratamiento es fundamental para obtener los datos necesarios para el estudio. Se recomienda que los investigadores refuercen todas las sesiones y motiven a los y las participantes haciendo énfasis en los cambios positivos que se han logrado. Basándose siempre en los datos empíricos que se han recogido y evitando a toda costa hacer promesas u ofrecimientos que no se van a cumplir.

- En un futuro deberían hacerse estudios que comparen el costo/beneficio de los tratamientos farmacológicos para el dolor de miembro fantasma en comparación al costo/beneficio de la biorretroalimentación como tratamiento del miembro fantasma.

- En futuras investigaciones se podrían hacer uso de medidas adicionales para controlar la calidad de la señal, por medio de software especializado como el MaeBench.

## Referencias

- Anderson, D., Keith, J., Novak, D. & Elliot, M. (2003). *Diccionario Mosby: Medicina, enfermería y ciencias de la salud*. Madrid: Elsevier.
- Ardila, R. (2001). *Psicología del aprendizaje*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Barlow, D. & Durand, V. (2012). *Abnormal psychology: an integrative approach*. Belmont. Wadsworth.
- Bellegia, G. & Birbaumer, N. (2001). Treatment of phantom limb pain with combined EMG and thermal biofeedback: a case report. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 26, 141-146.
- Bezzola, L. Merillat, S. & Jancke, L. (2012). Motor training-induced neuroplasticity. *GeroPsych*, 25, 189-197.
- Birbaumer, N., Lutzemberger, W., Montoya, N., Larbig, W., Unertl, K., Töpfner, S., Grodd, W.; Taub, F. & Flor, H. (1997). Effects of regional anesthesia on phantomlimb pain are mirrored in changes in cortical reorganization. *The journal of neuroscience*, 15, 5503-5508.
- Bloomquist, T. (2001). Amputation and phantom limb pain: A pain prevention model. *ANNA journal*, 69, 211-217.
- Bosmans, J. & Geertzen, J. (2010). Factors associated with phantom limb pain: a 3 ½ year prospective study. *Clinicalrehabilitation*, 24, 444-453.
- Caballo, V. (1998). *Manual de técnicas de terapia y modificación de conducta*. Madrid. Editorial Siglo XXI.
- Carlson, N. (2006). *Fisiología de la conducta*. Madrid: Pearson.

- Dougherty, J. (1980). Relief of phantom limb pain after EMG biofeedback-assisted relaxation: a case report. *Behaviour research and therapy*, 18, 355-357.
- Evans, K., Douglas, B., Bruce, N. & Drummond, P. (2008). An exploratory study of changes in salivary cortisol, depression and pain intensity after treatment for chronic pain. *American academy of pain medicine*, 9, 752-758.
- Flor, H. (2002). The modification of cortical reorganization and chronic pain by sensory feedback. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 27, 215-227.
- Hanley, M., Jensen, M., Ehde, D., Hoffman, A., Patterson, D. & Robinson, L. (2004). Psychosocial predictors of long term adjustment to lower limb amputation and phantom limb pain. *Disability and rehabilitation*, 26, 882-893.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México. D.F. McGraw Hill.
- Gallagher, P., Allen, D. & Maclachlan, M. (2001). Phantom limb and residual limb pain following lower limb amputation: a descriptive analysis. *Disability and rehabilitation*, 23, 522-530.
- Gómez-Gómez, M., Danglot-Banck, C. & Vega-Franco, L. (2003). Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas: cuando usarlas. *Revista mexicana de pediatría*, 70, 91-99.
- González, D., González, A. & Pérez, G. (2007). *Estadística e introducción a la econometría*. Navarra: Universidad de Navarra.
- Grüsser, S., Mühlnickel, W., Schaefer, M., Villringer, K., Christmann, C., Koeppe, C. & Flor, H. (2004). Remote activation of referred phantom sensation and cortical reorganization in human upper extremity amputees. *Experimental brainresearch*, 154, 97-102.
- Kolb, B. & Whishaw, I. (2009). *Neuropsicología humana*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

- Lapate, R., Lee, H., Salomons, T., Van Reekum, C., Greischar, L. & Davidson, R. (2011). Amygdalar function reflects common individual differences in emotion and pain regulation success. *Journal of cognitive neuroscience*, 24, 148-158.
- Leong, F. & Austin, J. (2006). *The psychology research handbook*. London: SAGE Publications.
- Lumley, M. Cohen, J. Borszcz, G. Cano, A. Radcliffe, A. Porter, L. Schubierner, H. Keefe, F (2011). Pain and emotion: a biopsychosocial review of recent research. *Journal of clinical psychology*, 67, 942-968.
- Luyten, P. & Van Houdenhove, B. (2013). Common and specific factors in the psychotherapeutic treatment of patinets suffering from chronic fatigue and pain. *Journal of psychotherapy integration*, 23, 14-27.
- Masís, D. (2009). *Consideraciones anestésicas para la prevención de dolor de miembro fantasma en pacientes sometidos a amputación de la extremidad inferior, en el servicio de cirugía vascular periférica y ortopédica del Hospital México*. Trabajo final de graduación para la especialidad de anestesiología y recuperación. San José: Universidad de Costa Rica.
- MacIver, K. & Lloyd, D. (2010). Management of phantom limb. En Murray, *Amputation, prosthesis use, and phantom limb pain: An interdisciplinary perspective* (157-174). Lancaster: Springer.
- McGrady, A. & Bailey, B. (2003). Diabetes mellitus. En Schwartz. M y Andrasik. F, *Biofeedback a practitioner´s guide* (727-749). Nueva York: The Guilford Press.
- Miller, N. (1974). Applications of psychophysiological research. *Rehabilitation psychology*, 21, 137-141.
- Miller, N. (1978). Biofeedback and visceral learning. *Annual review psychology*, 29, 373-404.

- Molton, I., Jensen, M., Ehde, D. & Smith, D. (2007). Phantom limb pain and pain interference in adults with lower extremity amputation: The moderating effects of age. *Rehabilitation psychology*, 52, 272-279.
- Mouratoglou, A. (1986). Amputees and phantom limb pain: a literature review. *Physiotherapypractitioner*, 2, 177-185.
- Nanda, V., Zhu, X. & Jansen, B. (2012). Image and emotion: from outcomes to brain behavior. *Herd journal*, 5, 40-59.
- Netter, F. (2007). *Atlas de anatomía humana*. Madrid: Elsevier.
- Nieto-Sampadero & Nieto-Díaz (2005). Neural plasticity: changes with age. *Journal of neural transmission*, 112, 13-27.
- O' Donohue, W. & Levensky, E. (2006). Promoting treatment adherence: A practical handbook for health care providers. London: Sage Publications.
- Ortiz, J., Ramos, N. & Vera-Villaruel, P. (2003). Optimismo y salud: estado actual e implicaciones para la psicología clínica y de la salud. *Suma psicología*, 10, 119-134.
- Ossipov, M., Dussor, G. & Porreca, F. (2010). Central modulation of pain. *The journal of clinical investigation*, 11, 3779-3789.
- Pascual-Castroviejo, L. (2003). Malformaciones del desarrollo cortical y su repercusión clínica en una serie de 144 casos. *Revista de Neurología*, 37, 327-344.
- Petrovic, P., Carisson, K., Petersson, K., Hasson, P. & Ingvar, M. (2004). Context-dependent deactivation of the amygdala during pain. *Journal of cognitive neuroscience*, 16, 1289-1301.
- Rabinowitz, S., Melamad, S., Feiner, M., Weisberg, E. & Riback, J. (1996). Hostility and hearing protection behavior: the mediating role of personal beliefs and low frustration tolerance. *Journal of occupational health psychology*, 4, 375-381.

- Ramachandran, V. & Blakeslee, S. (1998). *Phantoms in the brain: Probing the mysteries of human mind*. Nueva York: Harper Collins Publishers.
- Rapetti, N. (2003). Proporcionalidad: razones internas y razones externas. *Suma*, 65-70.
- Richardson, C. (2010). Phantom limb pain, prevalence, mechanisms and associated factors. En Murray, *Amputation, prosthesis use, and phantom limb pain: An interdisciplinary perspective* (137-156). Lancaster: Springer.
- Ritchev, F. (2006). *Estadística para las ciencias sociales*. México, D.F.: McGraw Hill.
- Rosenzweig, M., Breedlove, M. & Watson, N. (2005). *Psicobiología; una introducción a la neurociencia conductual, cognitiva y clínica*. Barcelona: Ariel.
- Schwartz, M. & Olson, R. (2003). A historical perspective on the field of biofeedback and applied psychophysiology. En Schwartz & Andrasik (2003). *Biofeedback: a practitioner's guide*. Nueva York: The Guilford press.
- Sherman, R., Bruno, G. & Gormly, J. (1979). Treatment of phantom limb with muscular relaxation training to disrupt the pain-anxiety-tension cycle. *Pain*, 6, 47-55.
- Srivastva, A., Taly, A., Gupta, A., Murali, T., Noone, M., Thirthalli, J., Gangadher, B., Kumar, J. & Jayakumar, P. (2008). Stroke with supernumerary phantom limb: case study, review of literature and pathogenesis. *Acta Neuropsychiatrica*, 20, 256-264.
- Vallejo. (2009). Técnicas de biofeedback. En Labrador (2009). *Técnicas de modificación de conducta*. Madrid: Psicología Pirámide.
- Weiss, S. & Lindell, B. (1996). Phantom limb pain and etiology of amputation in unilateral lower extremity amputees. *Journal of pain symptom management*, 11, 3-17.
- Weiss, T., Miltner, W., Huonker, R., Friedel, R., Schmidt, I. & Taub, E. (2000). Rapid functional plasticity of the somatosensory cortex after finger amputation. *Experimental brain research*, 134, 199-203.

- Whyte, A. & Carroll, L. (2004). The relationship between catastrophizing and disability in amputees experiencing phantom pain. *Disability and rehabilitation*, 26, 649-654.
- Winter-Barnstedt, (2001). Phantom limb pain: assessment and biofeedback treatment. Dissertation for a doctorate degree in psychology for the Heidelberg University.
- Woodhouse, A. (2005). Phantom limb sensation. *Clinical and experimental pharmacology and physiology*, 32, 132-134.

## Anexos

### 1. Consentimiento informado

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN  
COMITÉ ÉTICO CIENTIFICO**

Escuela de Psicología

Teléfonos:(506) 2511-4201 Telefax: (506) 2224-9367

### **FÓRMULA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

(Para ser sujeto de investigación)

Desarrollo y evaluación de un protocolo para el tratamiento del dolor constrictivo de miembro fantasma

Nombre del Investigador Principal: Luis Andrés Villalobos Fernández

Nombre del participante:

- A. PROPÓSITO DEL PROYECTO:** Este estudio está siendo realizado por el estudiante de Licenciatura en Psicología Luis Andrés Villalobos Fernández, bajo la supervisión de la Dra. Ana María Jurado, ambos pertenecientes a la Universidad de Costa Rica. El motivo por el que se está haciendo la investigación es para evaluar la eficacia del tratamiento de biofeedbackelectromiográfico en pacientes costarricenses con dolor de miembro fantasma tipo calambre, la información que se obtendrá de los participantes concierne exclusivamente a los progresos obtenidos debido al tratamiento, el tiempo de participación en el proyecto será de unas cinco semanas.
- B. ¿QUÉ SE HARÁ?:** En primer lugar se realizaran entrevistas telefónicas para definir si el participante es apto o no para el estudio, luego se procederá al tratamiento en biofeedbackelectromiográfico durante dos meses, dos veces por semana. En este tratamiento se conecta al muñón de la persona una serie de electrodos que miden los potenciales de acción de los músculos de esa parte del cuerpo, a la vez que esos electrodos están conectados a un equipo de cómputo que registra esa información y la devuelve en forma de sonido; al paciente se le entrena para relajar el muñón, se sabrá que se encuentra realmente relajado cuando el sonido haya desaparecido.

**C. RIESGOS:**

1. La participación en este estudio puede significar cierto riesgo o molestia para usted por lo siguiente: Se ha hecho un filtro adecuado de los sujetos participantes para evitar cualquier riesgo, sin embargo, existe la posibilidad de que experimente cierta molestia durante las primeras sesiones de tratamiento.

2. Si sufriera algún daño como consecuencia de los procedimientos a que será sometido para la realización de este estudio, los investigadores participantes realizarán una referencia al profesional apropiado para que se le brinde el tratamiento necesario para su total recuperación.

**D. BENEFICIOS:** Como resultado de su participación en este estudio, se espera que como beneficio directo obtendrá una disminución del dolor que experimenta en el miembro fantasma. Sin embargo, como en cualquier tipo de tratamiento existe la posibilidad de que haya pacientes que no lleguen a recuperarse, en ese caso el beneficio será indirecto pues permitirá a los investigadores aprender más acerca del dolor de miembro fantasma, conocimiento que beneficiara a otras personas en el futuro.

**E.** Antes de dar su autorización para este estudio usted debe haber hablado con Luis Andrés Villalobos Fernández y él debe haber contestado satisfactoriamente todas sus preguntas. Si quisiera más información luego, puedo obtenerla llamando a Luis Andrés Villalobos Fernández al teléfono 8771-2238 en el siguiente horario: lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Además, puedo consultar sobre los derechos de los Sujetos Participantes en Proyectos de Investigación al CONIS –Consejo Nacional de Salud del Ministerio de Salud, teléfonos 2233-3594, 2223-0333 extensión 292, de lunes a viernes de 8 a.m. a 4 p.m. Cualquier consulta adicional puede comunicarse a la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica a los teléfonos 2511-4201 ó 2511-5839, de lunes a viernes de 8 a.m. a 5 p.m.

**F.** Recibirá una copia de esta fórmula firmada para mi uso personal.

**G.** Su participación en este estudio es voluntaria. Tiene el derecho de negarse a participar o a discontinuar su participación en cualquier momento, sin que esta decisión afecte la calidad de la atención médica (o de otra índole) que requiere.

**H.** Su participación en este estudio es confidencial, los resultados podrían aparecer en una publicación científica o ser divulgados en una reunión científica pero de una manera anónima.

En algunos tipos de investigaciones se debe informar a los participantes sobre las limitaciones de los investigadores para proteger el carácter confidencial de los datos y de las consecuencias que cabe esperar de su quebrantamiento. Por ejemplo, cuando la ley obliga a informar sobre ciertas enfermedades o sobre cualquier indicio de maltrato o abandono infantil. Estas limitaciones y otras deben preverse y ser señaladas a los presuntos participantes

**I.** No perderá ningún derecho legal por firmar este documento.

## CONSENTIMIENTO

He leído, o se me ha leído, toda la información descrita en esta fórmula, antes de firmarla. Se me ha brindado la oportunidad de hacer preguntas y estas han sido contestadas en forma adecuada. Por lo tanto, accedo a participar como sujeto de investigación en este estudio

---

Nombre, cédula y firma del sujeto (niños mayores de 12 años y adultos) fecha

---

Nombre, cédula y firma del testigo fecha

---

Nombre, cédula y firma del investigador que solicita el consentimiento fecha

---

Nombre, cédula y firma del padre/madre/representante legal (menores de edad) fecha

- ♦ **NOTA: Si él o la participante es un menor de 12 años, se le debe explicar con particular cuidado en qué consiste lo que se le va a hacer. Se le recuerda que si va a trabajar con adolescentes de edades entre 12 y 18 años, debe elaborar fórmula de asentimiento informado.**

---

NUEVA VERSIÓN FCI – APROBADO EN SESION DEL COMITÉ ÉTICO CIENTÍFICO (CEC) NO. 149 REALIZADA EL 4 DE JUNIO DE 2008.  
CELM-Form.Consent-Inform 06-08

## 2. Protocolo de Tratamiento con Biorretroalimentación para el Dolor de Miembro Fantasma (utilizado).

### Datos del paciente

- Nombre:
- Edad:
- Género:
- Nivel educativo:
- Ocupación:
- Lugar de residencia:
- Miembro amputado:
- Causa de la amputación:
- Tiempo transcurrido desde la amputación:
- Descripción de las sensaciones dolorosas: \_\_\_\_\_

---

---

- Descripción del fantasma (ubicación): \_\_\_\_\_

---

---

- Efectos que el dolor fantasma causa a la vida cotidiana: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

## Sesión 1

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Encuadre	Se le explican a la persona sus derechos y deberes como paciente, se establecen claramente los roles y se explica en detalle cómo se procederá a lo largo de las sesiones; se firma el consentimiento informado.	5 min
Entrevista y aplicación de escalas del pre test.	Recolección de información pertinente para el caso.	15 min
Psicoeducación sobre en qué consiste el dolor de miembro fantasma, la biorretroalimentación, y mecanismos que influyen en estos fenómenos.	Se le explica al paciente qué es el dolor de miembro fantasma y cuáles son sus mecanismos; se resuelven dudas o mitos que tenga sobre ello; lo mismo se realiza con el tema de la biorretroalimentación.	20 min
Ensayo conductual: autorregistro	Se le explica al paciente el autorregistro y se realiza un ensayo para que aprenda a utilizarlo.	5 min
Dudas y comentarios	Se abre un espacio para las dudas y comentarios que tenga el paciente.	5 min

Observaciones:

## Sesión 2

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Demostración del equipo	Por primera vez el paciente se encuentra cara a cara con el equipo, mientras se prepara se le va dando una descripción de este.	5 min
Definición del procedimiento a seguir	Desde el modelo de procesos medicionales se parte de que el equipo de biorretroalimentación sirve para informar inmediatamente sobre los cambios que se producen en el organismo producto de la utilización de diversos procedimientos como la son ejercicios de respiración, visualización y/o auto instrucciones. La selección de que ejercicios utilizarse dependerá de que tan cómoda se sienta la persona con ellos. También se deben definir otros aspectos como que sonido utilizarse o qué posición le parece más confortable, nuevamente prevalece la comodidad del o la paciente.	40 min
Dudas y comentarios	Se abre un espacio para las dudas y comentarios que tenga el paciente.	5 min

Observaciones:

### Sesión 3

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	15 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ejercicio anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I.	15 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I.	15 min

Observaciones:

#### Sesión 4

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	14 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	14 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	14 min

Observaciones:

### Sesión 5

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	13 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	13 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	13 min

Observaciones:

## Sesión 6

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	12 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	12 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	12 min

Observaciones:

## Sesión 7

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	10 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	10 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	10 min
Reposo III	Idéntico reposo I	2 min
Relajación IV	Idéntico relajación I	10 min

Observaciones:

## Sesión 8

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	9 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	9 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	9 min
Reposo III	Idéntico reposo I	2 min
Relajación IV	Idéntico relajación I	9 min

Observaciones:

## Sesión 9

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	8 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	8 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	8 min
Reposo III	Idéntico reposo I	2 min
Relajación IV	Idéntico relajación I	8 min
Reposo IV	Idéntico reposo I	2 min
Relajación V	Idéntico relajación I	8 min

Observaciones:

## Sesión 10

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	7 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	7 min
Reposo II	Idéntico reposo II	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	7 min
Reposo III	Idéntico reposo I	2 min
Relajación IV	Idéntico relajación I	7 min
Reposo IV	Idéntico reposo I	2 min
Relajación V	Idéntico relajación I	7 min

Observaciones:

### Sesión 11

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	5 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	5 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	5 min
Reposo III	Idéntico reposo I	2 min
Relajación IV	Idéntico relajación I	5 min
Reposo IV	Idéntico reposo I	2 min
Relajación V	Idéntico relajación I	5 min
Reposo V	Idéntico reposo I	2 min
Relajación VI	Idéntico relajación I	5 min

Observaciones:

## Sesión 12

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Entrevista y aplicación de escalas del post test.	Recolección de información que permite determinar la eficacia del tratamiento.	20 min
Cambios obtenidos	Se discuten los cambios positivos obtenidos debido al tratamiento.	20 min
Dudas y comentarios	Se abre un espacio para las dudas y comentarios que tenga el paciente.	10 min

Observaciones:

### **Problemas que podrían presentar durante las sesiones:**

A continuación se mencionan algunas de las problemáticas que según Schwartz & Andrasik (2003), se presentan con mayor frecuencia en las sesiones y qué medidas se pueden tomar para solucionarlas.

Es necesario tomar en cuenta que, al contrario de lo que exponen algunos autores de que idealmente hay que dejar al o la paciente solo(a) para que pueda relajarse de forma más eficiente, las fuentes que se consultaron para construir este protocolo recomiendan estar siempre presente con la persona, premisamente para poder atender estas dificultades eficazmente y para afianzar la relación terapeuta – paciente.

- Persona hiperventila: personas que no están acostumbradas a ejercicios de respiración podrían sin quererlo llegar a hiperventilarse al inhalar muy rápido. Al notarse que hay problemas, inmediatamente se le debe decir a la persona que baje el ritmo de respiraciones hasta un nivel normal, una vez ya se encuentra calmada es necesario repasar que pasó mal y volver a practicar los ejercicios de respiración.
- Persona se duerme: puede ser indicativo de que cierto ejercicio le parece aburrido a la persona y por ello es mejor cambiarlo. Si ya ha pasado este problema anteriormente y con otros tipos de ejercicios es necesario discutir realmente cuánto interés hay en el tratamiento, pues no tiene sentido que tanto la persona como el o la terapeuta esté perdiendo su tiempo.
- Feedback auditivo es molesto: a la persona le puede parecer que el sonido seleccionado para el feedback es molesto o simplemente aburrido, aun los equipos más sencillos poseen docenas de sonidos disponibles, así que no debería haber problema para encontrar uno que le parezca adecuado a la persona.
- Posición es molesta: la gran mayoría de personas se encuentran cómodas realizando los ejercicios sentadas en una silla, sin embargo otras pueden preferir recostarse o adquirir otra posición, a lo cual se debe acceder siempre y cuando no dificulte la colocación de los electrodos o ejerza presión en donde están colocados, ocasionado lecturas distorsionadas.

### 3. Protocolo de Tratamiento con Biorretroalimentación para el Dolor de Miembro Fantasma (versión revisada).

#### Datos del paciente

- Nombre:
- Edad:
- Género:
- Nivel educativo:
- Ocupación:
- Lugar de residencia:
- Miembro amputado:
- Causa de la amputación:
- Tiempo transcurrido desde la amputación:
- Descripción de las sensaciones dolorosas: \_\_\_\_\_

---

---

- Descripción del fantasma (ubicación): \_\_\_\_\_

---

---

- Efectos que el dolor fantasma causa a la vida cotidiana: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

## Sesión 1

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Encuadre	Se le explican a la persona sus derechos y deberes como paciente, se establecen claramente los roles y se explica en detalle cómo se procederá a lo largo de las sesiones; se firma el consentimiento informado.	5 min
Entrevista y aplicación de escalas del pre test.	Recolección de información pertinente para el caso.	15 min
Psicoeducación sobre en qué consiste el dolor de miembro fantasma, la biorretroalimentación, y mecanismos que influyen en estos fenómenos.	Se le explica al paciente qué es el dolor de miembro fantasma y cuáles son sus mecanismos; se resuelven dudas o mitos que tenga sobre ello; lo mismo se realiza con el tema de la biorretroalimentación.	20 min
Ensayo conductual: autorregistro	Se le explica al paciente el autorregistro y se realiza un ensayo para que aprenda a utilizarlo.	5 min
Dudas y comentarios	Se abre un espacio para las dudas y comentarios que tenga el paciente.	5 min

Observaciones:

## Sesión 2

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Demostración del equipo	Por primera vez el paciente se encuentra cara a cara con el equipo, mientras se prepara se le va dando una descripción de este.	5 min
Definición del procedimiento a seguir	Desde el modelo de procesos medicionales se parte de que el equipo de biorretroalimentación sirve para informar inmediatamente sobre los cambios que se producen en el organismo producto de la utilización de diversos procedimientos como la son ejercicios de respiración, visualización y/o auto instrucciones. La selección de que ejercicios utilizarse dependerá de que tan cómoda se sienta la persona con ellos. También se deben definir otros aspectos como que sonido utilizarse o qué posición le parece más confortable, nuevamente prevalece la comodidad del o la paciente.	40 min
Dudas y comentarios	Se abre un espacio para las dudas y comentarios que tenga el paciente.	5 min

Observaciones:

### Sesión 3

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	15 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ejercicio anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I.	15 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I.	15 min

Observaciones:

#### Sesión 4

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	12 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	12 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	12 min

Observaciones:

## Sesión 5

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	10 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	10 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	10 min
Reposo III	Idéntico reposo I	2 min
Relajación IV	Idéntico relajación I	10 min

Observaciones:

## Sesión 6

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	8 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	8 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	8 min
Reposo III	Idéntico reposo I	2 min
Relajación IV	Idéntico relajación I	8 min
Reposo IV	Idéntico reposo I	2 min
Relajación V	Idéntico relajación I	8 min

Observaciones:

## Sesión 7

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Periodo de adaptación	No se toman en cuenta estos datos para así evitar el efecto de variables extrañas, por ejemplo, que el paciente haya llegado agitado o ansioso a la sesión.	5 min
Línea base	Se le pide al paciente que se quede quieto, pero que no realice ningún esfuerzo por relajarse.	2 min
Relajación I	Se utiliza el procedimiento que se definió anteriormente como el más adecuado.	5 min
Reposo I	Se entrevista al paciente sobre lo ocurrido en el ensayo anterior.	2 min
Relajación II	Idéntico relajación I	5 min
Reposo II	Idéntico reposo I	2 min
Relajación III	Idéntico relajación I	5 min
Reposo III	Idéntico reposo I	2 min
Relajación IV	Idéntico relajación I	5 min
Reposo IV	Idéntico reposo I	2 min
Relajación V	Idéntico relajación I	5 min
Reposo V	Idéntico reposo I	2 min
Relajación VI	Idéntico relajación I	5 min

Observaciones:

## Sesión 8

<b>Técnica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempo</b>
Entrevista y aplicación de escalas del post test.	Recolección de información que permite determinar la eficacia del tratamiento.	20 min
Cambios obtenidos	Se discuten los cambios positivos obtenidos debido al tratamiento.	20 min
Dudas y comentarios	Se abre un espacio para las dudas y comentarios que tenga el paciente.	10 min

Observaciones:

### **Problemas que podrían presentar durante las sesiones:**

A continuación se mencionan algunas de las problemáticas que según Schwartz & Andrasik (2003), se presentan con mayor frecuencia en las sesiones y qué medidas se pueden tomar para solucionarlas.

Es necesario tomar en cuenta que al contrario de lo que exponen algunos autores de que idealmente hay que dejar al o la paciente solo(a) para que pueda relajarse de forma más eficiente, las fuentes que se consultaron para construir este protocolo recomiendan estar siempre presente con la persona, premisamente para poder atender estas dificultades eficazmente y para afianzar la relación terapeuta – paciente.

- Persona hiperventila: personas que no están acostumbradas a ejercicios de respiración podrían sin quererlo llegar a hiperventilarse al inhalar muy rápido. Al notarse que hay problemas, inmediatamente se le debe decir a la persona que baje el ritmo de respiraciones hasta un nivel normal, una vez ya se encuentra calmada es necesario repasar que pasó mal y volver a practicar los ejercicios de respiración.
- Persona se duerme: puede ser indicativo de que cierto ejercicio le parece aburrido a la persona y por ello es mejor cambiarlo. Si ya ha pasado este problema anteriormente y con otros tipos de ejercicios, es necesario discutir realmente cuánto interés hay en el tratamiento, pues no tiene sentido que tanto la persona como el o la terapeuta esté perdiendo su tiempo.
- Feedback auditivo es molesto: a la persona le puede parecer que el sonido seleccionado para el feedback es molesto o simplemente aburrido, aun los equipos más sencillos poseen docenas de sonidos disponibles, así que no debería haber problema para encontrar uno que le parezca adecuado a la persona.
- Posición es molesta: la gran mayoría de personas se encuentran cómodas realizando los ejercicios sentadas en una silla, sin embargo otras pueden preferir recostarse o adquirir otra posición, a lo cual se debe acceder siempre y cuando no dificulte la colocación de los electrodos o ejerza presión en donde están colocados, ocasionado lecturas distorsionadas.

#### 4. Autorregistros

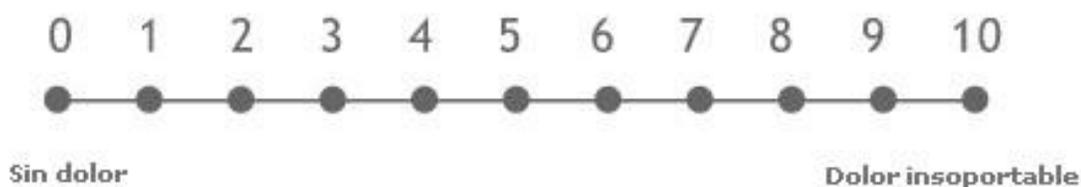
Paciente: (siglas)

Fecha: (semana)

Instrucciones: A continuación se le presenta una serie de escalas numéricas que van del 0 (sin dolor) al 10 (dolor insoportable), marque el número que mejor se corresponde con la intensidad del dolor que esté experimentado en el miembro fantasma al levantarse en la mañana. Por favor lleve a cabo este ejercicio todos los días, ya que proporciona información vital tanto para la investigación como para el éxito del tratamiento del síndrome que usted padece.

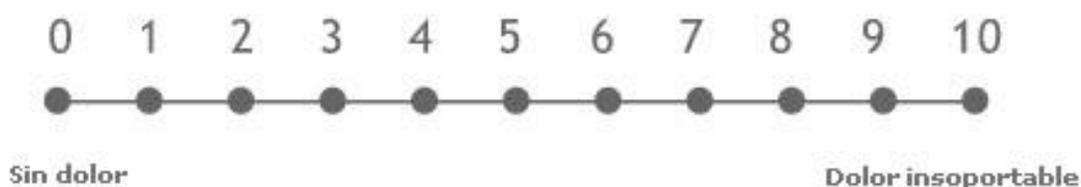
Lunes

##### Escala numérica



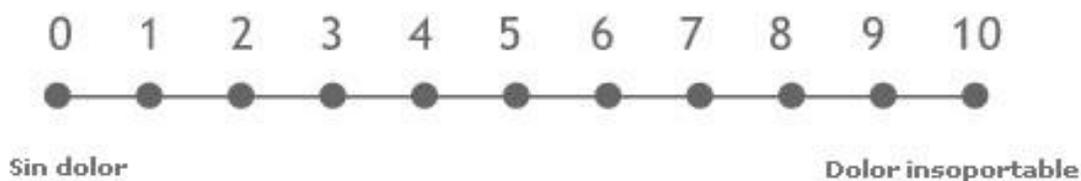
Martes

##### Escala numérica



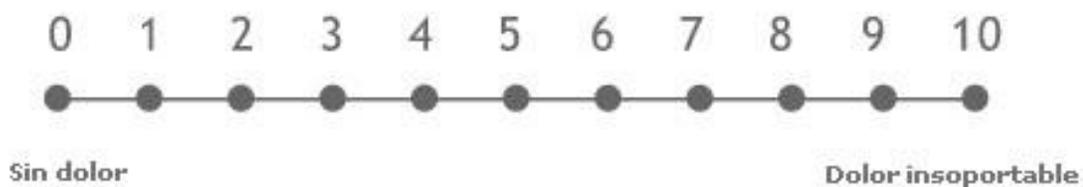
Miércoles

##### Escala numérica



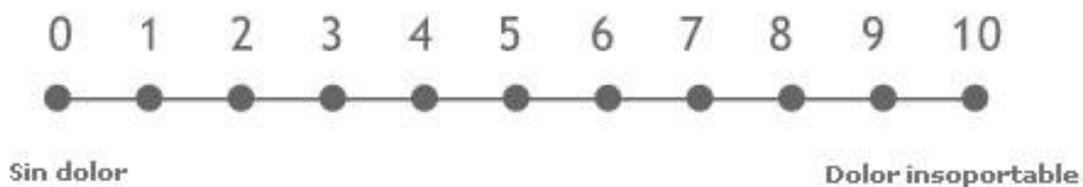
Jueves

**Escala numérica**



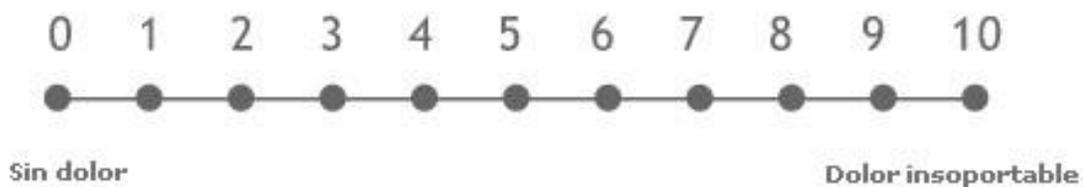
Viernes

**Escala numérica**



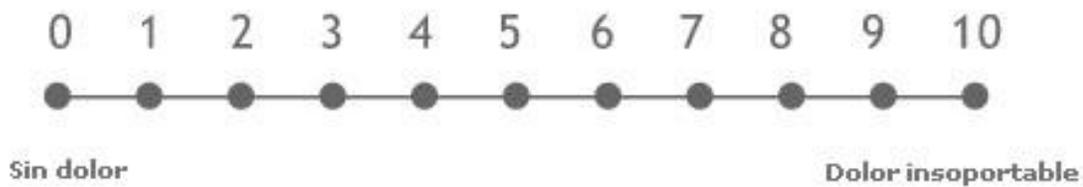
Sábado

**Escala numérica**



Domingo

**Escala numérica**



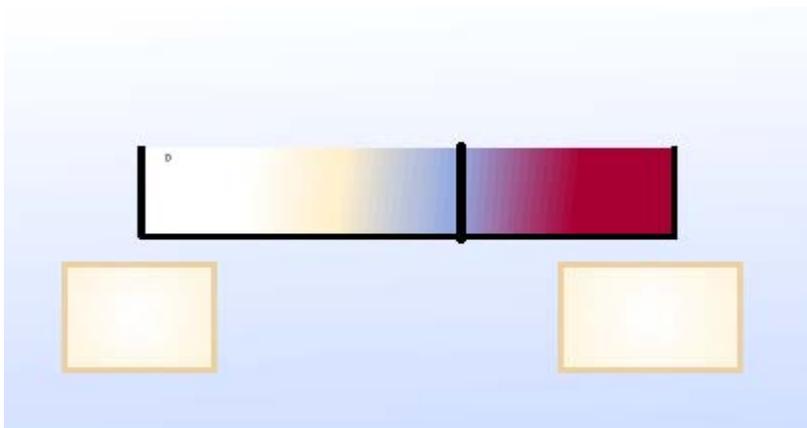
**Investigador:**

Bach. Luis Andrés Villalobos Fernández

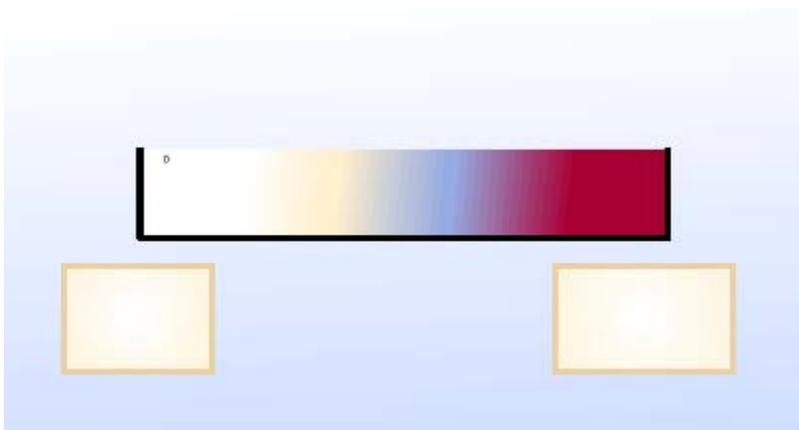
Firma:

## 5. Escala Analógica Visual

Instrucciones: a continuación se le muestra una línea que representa el nivel de dolor promedio que usted ha experimentado en la extremidad fantasma a lo largo de la última semana, marque con una línea vertical tal como se muestra en el ejemplo:



Entre más cerca se encuentre la línea al extremo derecho, mayor es el nivel de dolor, la zona blanca representa dolor leve, la azul moderado y la roja intenso.



## 6. Diferencial semántico

Instrucciones: a continuación se le muestra una pareja de adjetivos opuestos separados por un grupo de líneas, debe marcar con una X la opción que más se acerca a la situación que usted ha vivido en la última semana con respecto a la sensación de dolor del miembro fantasma, ejemplo:

Sin dolor \_\_ X \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ Con dolor

Entre mayor cercanía exista entre la X y un adjetivo, mejor se ajusta este a su situación:

Sin dolor \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ \_\_ Con dolor

## 7. Datos para el análisis de las series temporales

<b>Día</b>	<b>Dolor</b>	<b>Media móvil</b>
Día 1	8,8	
Día 2	8,3	
Día 3	8,2	
Día 4	8,1	
Día 5	8	8,14
Día 6	7,9	7,85
Día 7	7,7	7,74
Día 8	7,6	7,62
Día 9	7,5	7,51
Día 10	7,4	7,38
Día 11	7,3	7,27
Día 12	7,2	7,15
Día 13	7	7,04
Día 14	6,9	6,92
Día 15	6,8	6,81
Día 16	6,7	6,68
Día 17	6,6	6,57
Día 18	6,5	6,45
Día 19	6,3	6,34
Día 20	6,2	6,22
Día 21	6,1	6,11
Día 22	6	6,01
Día 23	5,9	5,92
Día 24	5,8	5,84
Día 25	5,8	5,75
Día 26	5,7	5,67
Día 27	5,6	5,58
Día 28	5,5	5,51

Día 29	5,4	5,42
Día 30	5,3	5,34
Día 31	5,3	5,25
Día 32	5,2	5,17
Día 33	5,1	5,08
Día 34	5	5,01
Día 35	4,9	4,92
Día 36	4,8	4,84
Día 37	4,8	4,75
Día 38	4,7	4,67
Día 39	4,6	4,58
Día 40	4,5	
Día 41	4,4	
Día 42	4,3	