

# APRENDIZAJE POR DESUSO Y LA TERAPIA DE MOVIMIENTO INDUCIDO POR RESTRICCIÓN

Miguel Gómez Martínez

Doctor, Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Madrid, España.

Cinthy Torregrosa Castellanos

Terapeuta Ocupacional. Madrid, España.

Francisco Tomás Aguirre

Doctor, Unidad Docente de Medicina de Familia de la Escuela Valenciana de Estudios Superiores, Universidad Católica de Valencia, España.

Cristina Labrador Toribio

Vicedecana de Terapia Ocupacional del Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle, Madrid, España.

## 1. RESUMEN

La terapia de movimiento inducido por restricción es una técnica descrita por el doctor Edgard Taub como un grupo de técnicas que se usan en la recuperación de pacientes que han sufrido un accidente cerebro vascular, siendo muy utilizada en terapia ocupacional. Inicialmente se ha usado para la recuperación de los problemas motores, principalmente en el miembro superior, pero también se ha utilizado en la recuperación de síntomas como el aprendizaje por desuso

El objetivo de este trabajo es explicar la influencia de la terapia movimiento inducido por restricción sobre el aprendizaje por desuso. Para ello se realiza una revisión de la literatura.

Los estudios dicen que los pacientes obtienen diferencias significativas en actividades de la vida diaria, así como una mejoría en aspectos motores y cognitivos, que podrían justificar una reversión del aprendizaje por desuso.

Las capacidades físicas y cognitivas mejoran con la terapia de movimiento inducido por restricción después de un ictus y esto tiene una gran influencia en la ejecución de las actividades de la vida diaria, consiguiendo que los pacientes reviertan el aprendizaje por desuso.

## 2. PALABRAS CLAVE

Aprendizaje por desuso, Protocolo, Rehabilitación, Terapia de movimiento inducido por restricción, Terapia de movimiento inducido por restricción modificada, Terapia ocupacional.

# LEARNING NON USE AND CONSTRAINT INDUCED MOVEMENT THERAPY

## 1. ABSTRACT

Constraint induced movement therapy described by Dr. Edward Taub as a group of techniques used in the recovery of patients who have suffered a stroke, being widely used in occupational therapy. Initially been used for the recovery of motor problems, mainly in the upper limb, but have also been used in the recovery of symptoms such as learning nonuse

The objective of this study is to explain the influence of Constraint induced movement therapy of the learning nonuse. The method of work is a Review of literature

Studies say that patients significant differences in activities of daily living and improved motor and cognitive aspects, which could justify a reversal of learning non use..

The physical and cognitive abilities improve with Constraint induced movement therapy after a stroke and this has a great influence on the performance of activities of daily living, getting patients to reverse learning non use.

## 2. KEYWORDS

Contraint-induced movement therapy, Learning non-use, Modified Contraint-induced movement therapy, Occupational therapy, Protocol, Rehabilitation,

## 3. MARCO TEÓRICO

La rehabilitación busca minimizar los déficits o discapacidades experimentadas por el paciente que ha sufrido un ictus, así como facilitar su reintegración social[ CITATION Moy99 \l 3082 ]. Es un proceso activo que requiere la colaboración y capacidad de aprendizaje del paciente y de su familia, aunque debe ser llevada a cabo por un grupo de profesionales que trabajen de manera coordinada.

Según la evidencia científica (en los programas Medicare de EEUU), una rehabilitación multidisciplinar de un mínimo de 3 horas al día y 5 días a la semana, generalmente dividida en 2-3 disciplinas (terapia ocupacional, logopedia y fisioterapia) es la que mejores resultados confiere a las personas que han sufrido un Ictus[ CITATION Ask05 \l 3082 ]. Esta intervención de las distintas disciplinas difiere según la fase de la rehabilitación. Según el momento de realizar la intervención podemos dividir ésta en tres fases [ CITATION Ins03 \l 3082 ]:

1. Fase aguda: de 0 a 1 mes,
2. Fase subaguda: de 1 mes a 1 año
3. Fase crónica: más de 1 año

La principal mejora en los accidentes cerebrovasculares se estima como debida, al menos en parte, a las mejoras en la supervivencia[ CITATION Sar03 \l 3082 \m Luc99], lo que ha conducido a una prevalencia creciente de esta enfermedad. Por ello, y dado el grado de incapacidad que genera[ CITATION Sán06 \l 3082 ], la enfermedad cerebrovascular está conduciendo a una proporción cada vez mayor de personas discapacitadas en la población.

Se calculó en Inglaterra que un tercio de las personas que sobreviven después de un accidente cerebrovascular siguen dependiendo de la atención de los demás para poder realizar sus actividades de la vida diaria[ CITATION Den87 \l 3082 ]. Es aquí donde entran en juego los servicios de rehabilitación, intentando reducir dicha discapacidad e invalidez[ CITATION Wor01 \l 3082 ]. Los beneficios de los programas de rehabilitación de accidentes cerebrovasculares están bien documentados[ CITATION Str07 \l 3082 ], representando una considerable carga de trabajo para los terapeutas ocupacionales[ CITATION Mac96 \l 3082 ] y es debido a esta carga de trabajo por lo que se cuentan con un buen número de enfoques de intervención y distintas técnicas, muchas de ellas complementarias que permiten al terapeuta ocupacional capacitar a las personas que han sufrido un Accidente cerebrovascular para poder recuperar sus funciones perdidas.

Los beneficios de la terapia ocupacional en los accidentes cerebrovasculares han sido demostrados en múltiples estudios, quizás el más importante es un meta-análisis de Legg y colaboradores[ CITATION Leg07 \l 3082 ] donde observaron que de 1258 participantes el 89% obtuvieron resultados buenos o excelentes después de distintos tratamientos de terapia ocupacional dirigidos a las actividades de la vida diaria. Estas mejorías quedaron demostradas científicamente tanto para las actividades básicas de la vida diaria como para las actividades instrumentales de la vida diaria.

Además la realización de terapia ocupacional estuvo relacionada con un menor riesgo de muerte, con una menor dependencia y con un menor deterioro.

### 3.1 APRENDIZAJE POR DESUSO

Este concepto fue descrito por Taub y Crago [ CITATION Tau95 \l 3082 ] como un aprendizaje que se da en pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular y que lo que ocurre es que los déficits en la movilidad / sensibilidad implican una ausencia de activación del brazo en las tareas cotidianas. Debido a la necesidad que tiene la persona de realizar dichas tareas se inicia la utilización del brazo sano, casi con exclusividad.

El fracaso al utilizar el brazo afecto refuerza el “desuso” del mismo. Por el contrario, el éxito en la utilización del brazo sano refuerza su “sobreuso”.

Esto se debe a una serie de procesos que Liepert [ CITATION Lie98 \l 3082 ] describió de la siguiente manera:

La lesión provoca una depresión del Sistema Nervioso Central que a su vez produce una disminución de la activación voluntaria, esto tiene tres consecuencias, por un lado los movimientos se realizan con mayor esfuerzo, lo que provoca que cada vez haya menos movimiento y por lo tanto una disminución de la representación cortical del miembro superior. Por otro lado, la espasticidad, el dolor y la incoordinación producen una serie de fracasos que favorecen una supresión de la conducta. Y por último, la necesidad de ejecutar las tareas genera modelos de comportamiento compensatorios, principalmente el uso del brazo sano para todas las tareas, al conseguir cierto nivel de desempeño, los beneficios obtenidos actúan como un refuerzo positivo consolidando el comportamiento compensatorio. Esto nos lleva al aprendizaje por desuso, interfiriendo en la recuperación del miembro superior en las fases iniciales de rehabilitación y consolidándose cuando se pasa a fases más crónicas, afectando también a las actividades de la vida diaria.

Las consecuencias a nivel físico [ CITATION Fo107 \l 3082 ] son:

- Descenso de la fuerza máxima voluntaria por una reducción de input neural al músculo y una reducción de la tensión específica del mismo.
- Fallo de la activación voluntaria. Después de la lesión el máximo de fuerza de contracción voluntaria es menor que el que se puede evocar en el músculo a través de la estimulación eléctrica.

Las consecuencias a nivel psicológico [ CITATION Tau95 \t \l 3082 ] son:

- Comportamientos compensatorios, en muchos casos ineficaces a largo plazo.
- Inatención hacia el brazo afecto debido a la disminución de su representación cortical

Las consecuencias para la ocupación son:

- Generación de estrategias compensatorias para las actividades de la vida diaria, que pueden ser eficaces en estadios iniciales pero que van a impedir el desarrollo de tareas más complejas que necesitan de una actividad bimanual.
- Disfunción ocupacional.

Para romper este ciclo, que además se retroalimenta, es necesario el uso del brazo afecto, pero en las condiciones necesarias para que vaya consiguiendo logros, que

aumenten la motivación del paciente por su uso, estos pequeños logros actúan como un refuerzo positivo que hacen que cada vez se vaya usando más el brazo afecto, lo que tiene un impacto en la representación cortical del miembro superior demostrada por neuroimagen [ CITATION Lie98 \l 3082 \m Lie00 \m Kop99 ].

### 3.2 REORGANIZACIÓN CORTICAL

Las investigaciones han demostrado que el cerebro es mucho más plástico de lo que se creía, y que las secuelas de un ACV son, en cierta forma, reversibles [ CITATION Bac00 \l 3082 ]. Tal plasticidad se refiere a su capacidad para renovar o reconectar sus circuitos neuronales para así realizar nuevas tareas.

La plasticidad de la relación entre las funciones corporales y el cerebro puede ser demostrada mediante el entrenamiento físico enfocado [ CITATION Xer98 \l 3082 ].

La reorganización cortical que se produce por el fenómeno de la plasticidad han sido probadas experimentalmente y son parte de la «sustancia conceptual» de las neurociencias [ CITATION Bac95 \t \l 3082 ].

La utilización de un miembro del cuerpo con mayor frecuencia conlleva una mayor representación cortical de dicha parte del cuerpo [ CITATION Lie98 \l 3082 ]. Lo mismo ocurre en el caso contrario, una escasa utilización conlleva una pequeña representación cortical. Un ejemplo es el mencionado en el Proceedings of the National Academy of Sciences [ CITATION Bac00 \l 3082 ] presentando evidencia de plasticidad morfológica en el hipocampo posterior de taxistas en Londres, debido a la práctica espacial diaria que tienen, llevando pasajeros a sus destinos en la ciudad.

Existen estudios que evidencian que el uso forzado y repetido de la extremidad superior parética después de unas pocas semanas incrementa el tamaño del mapa motor en la corteza cerebral del hemisferio afecto. Estos cambios también conllevan una mejora funcional y reflejan un aumento de la habilidad de reclutamiento de neuronas motoras superiores del miembro parético [ CITATION Wit03 \l 3082 ].

Liepert y colaboradores [ CITATION Lie98 \l 3082 ] han demostrado que la recuperación funcional de personas con disfunción crónica de la extremidad superior después de un ACV, a quienes se les aplicó la terapia de restricción del movimiento inducido, estuvo acompañada por el incremento del tamaño del área cortical motora y de la amplitud de los potenciales evocados motores, considerados como evidencia para promover la excitabilidad neuronal del hemisferio dañado. También había evidencias del reclutamiento de áreas motoras adyacentes a la localización original.

Nudo y Milliken[ CITATION Nud96 \l 3082 ] describen que los cambios en la representación cortical son mayores con la terapia de movimiento inducido por restricción que con las terapias tradicionales.

### 3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS QUE HAN DEMOSTRADO UN BENEFICIO EN EL APRENDIZAJE POR DESUSO

Nos detendremos un poco más en la hemiparesia debido a que es un déficit importante en el presente estudio. La hemiparesia reduce la función del miembro superior y su impacto en la realización de las actividades de la vida diaria (comer, vestirse, asearse...). El no poder usar la mitad del cuerpo produce una gran disfunción ocupacional, que sumado al resto de déficits que conviven en estas personas reduce la independencia y aumenta la necesidad de cuidados [ CITATION Pag04 \l 3082 ].

La pérdida de función motora en el miembro superior se encuentra en el 45% de todos los supervivientes de ACV, contribuyendo sustancialmente a la discapacidad que produce esta enfermedad[ CITATION Gre98 \l 3082 ]. Pero esta pérdida de función motora no viene sola, según diversos estudios los síntomas más comunes en lesiones neurológicas y no neurológicas del miembro superior son: dolor, debilidad muscular, disminución de la fuerza de agarre, sensaciones desagradables y pérdida funcional[ CITATION Slu01 \l 3082 ]. Otros síntomas y señales que pueden estar presentes son: el calambre y la lentitud en la motricidad fina.

Harrington y colaboradores[ CITATION Har98 \l 3082 ], dicen que el único síntoma común en todos los pacientes es la pérdida de funcionalidad y el dolor, con síntomas variados como las parestesias, rigidez matutina, inflamación, disminución del rango articular y rubor. Esta implicación de pérdida de funcionalidad justifica la intervención de la terapia ocupacional en las lesiones de la mano y en aquellas patologías que comprometen el uso de ésta, como ocurre en los accidentes cerebrovasculares.

Por regla general podemos encontrar dos enfoques contrapuestos en la rehabilitación de la mano en pacientes con hemiparesia desde la terapia ocupacional [ CITATION Mac79 \l 3082 ]:

- 1º Rehabilitar la mano afectada para que pueda participar en la realización de las AVDs
- 2º Capacitar al sujeto para que pueda realizar las AVDs con una sola mano.

El escoger uno u otro enfoque puede deberse a factores por ejemplo como la evolución de la persona, la elección del propio terapeuta ocupacional o incluso la elección del propio paciente, entre otros.

La rehabilitación de los movimientos, de la sensibilidad y de la función del miembro superior es uno de los objetivos a trabajar por el terapeuta ocupacional, y está incluida en los programas de entrenamiento sensoriomotor para la reeducación de las actividades de la vida diaria [ CITATION Ste02 \l 3082 ].

La rehabilitación tradicional consiste en una rehabilitación durante 1 hora y media de terapia ocupacional, integrada dentro del proceso de rehabilitación interdisciplinar con un mínimo de 3 horas al día y 5 días a la semana, combinado con otras disciplinas[ CITATION Ins03 \l 3082 ].

En dicha rehabilitación se realizan movimientos bimanuales, movilizaciones pasivas, activas y activas asistidas del miembro superior, se interviene sobre la mejora en la sensibilidad superficial, profunda y cortical y se trabaja la implicación e integración del miembro superior afecto en las actividades básicas de la vida diaria (a la hora de vestirse, comer, asearse...).

El uso exclusivo de este tipo de rehabilitación ha mostrado una serie de limitaciones en la recuperación funcional de la persona afectada de Ictus. Esto ha propiciado la aparición de otro tipo de técnicas, como la terapia del movimiento inducido por restricción o el ejercicio terapéutico cognoscitivo, que intentan mejorar el mismo problema desde distintos enfoques. Las principales familias de técnicas de neurorehabilitación aplicadas al miembro superior son[ CITATION Fo107 \l 3082 ]:

1. Terapia del miembro superior:

- Técnicas de neurodesarrollo.
- Entrenamiento sensoriomotor.
- Práctica mental.
- Terapia de restricción del movimiento inducido.
- Técnicas de entrenamiento específico en una tarea.
- Entrenamiento con férulas.

2. Tecnología de realidad virtual.

3. Estimulación eléctrica funcional.

4. Dispositivos robóticos para terapia del movimiento del miembro superior.

Todas ellas tienen algún tipo de impacto en la recuperación de la propia mano, pero lo difícil, y fundamental para la terapia ocupacional, es que esos beneficios tengan una implicación funcional, es decir, que no sólo se recupere la mano, sino que esa recuperación permita a la persona realizar mejor sus actividades de la vida diaria.

Del primer grupo sólo la terapia de restricción del movimiento inducido ha demostrado ser útil[ CITATION Fol07 \l 3082 ], con evidencia científica, en la mejora de las actividades de la vida diaria pero con unas condiciones determinadas, pues las personas que sufren el accidente cerebrovascular tienen que tener restos de movimiento en muñeca y dedos, en caso contrario la técnica no es útil. Para las personas que poseen estos residuos de movilidad la terapia de restricción del movimiento inducido ha demostrado ser una buena opción de tratamiento para pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular.

Del resto de técnicas señalar que existe una evidencia preliminar[ CITATION Fol07 \l 3082 ] de que la realidad virtual podría aumentar la mejora motriz después de un accidente cerebrovascular, pero no ha demostrado que esto tenga una implicación en las actividades de la vida diaria, que la terapia con Estimulación eléctrica funcional incrementa la función del miembro superior parético, pero no ha demostrado que esto tenga una implicación en las actividades de la vida diaria y que la única técnica de rehabilitación que ha demostrado con evidencia científica que tiene un impacto en las actividades de la vida diaria es el entrenamiento sensoriomotor a través de dispositivos robóticos, pero sólo han demostrado mejorar la movilidad del hombro y el codo, y no así de la muñeca y los dedos.

#### 4. TERAPIA DE MOVIMIENTO INDUCIDO POR RESTRICCIÓN

Uno de los principales problemas que nos encontramos en rehabilitación es que la mayoría de los métodos utilizados en la práctica de la rehabilitación no tienen bases teóricas ni están apoyados por serios estudios experimentales.

El primer método formal de rehabilitación, publicado por Frenkel a mediados del siglo XIX, emergió de un programa en donde una esposa sin conocimientos en el área, había desarrollado un programa para rehabilitar a su marido[ CITATION Lic84 \l 3082 ]. La necesidad de recuperar a los pacientes ha ido por delante de las investigaciones y muchos de los terapeutas van evolucionando en sus técnicas debido a la observación, la deducción y la experiencia, pero no porque su intervención se justifique en ensayos clínicos controlados para comparar la eficacia de distintas técnicas o para comprobar si su intervención tienen un impacto en los pacientes de manera que se pueda verificar científicamente.

Uno de los pioneros en el desarrollo de procedimientos de rehabilitación científicamente validados es Edward Taub[ CITATION Bac001 \t \l 3082 ]. Sus resultados fueron



confirmados en otro país por otros autores [ CITATION Tau95 \t \l 3082 \m Lie98] evaluaron puntos teóricos tomados de los estudios extensos en animales y humanos de Taub, y señalaron que para recuperar las actividades de la vida diaria se requerían programas específicamente desarrollados para eso. Ellos examinaron temas como la naturaleza de la interacción entre desarrollo y neuroplasticidad, y la naturaleza de los programas de rehabilitación que producen continuidad funcional. Centrándose en problemas neurológicos, principalmente en el ictus.

#### 4.1 ANTECEDENTES

La terapia movimiento inducido por restricción, es un tipo de rehabilitación motriz para personas que tienen una hemiparesia como consecuencia de un daño cerebral adquirido y que, a pesar de haber recuperado una motricidad funcional en el brazo, utilizan siempre o casi siempre el brazo sano para todas sus actividades de la vida diaria [ CITATION Tau80 \l 3082 ] (no integrando el brazo afecto en la realización de dichas actividades).

El creador de la terapia de movimiento inducido por restricción es Edward Taub, neuropsicólogo de la Universidad de Birmingham (Alabama). La primera publicación de la técnica la realizó en 1980 [ CITATION Tau80 \l 3082 ], pero está basada en estudios previos. Comienza a desarrollarse después de los estudios de Knapp [ CITATION Kna58 \l 3082 ], en los que Edward Taub colaboró [ CITATION Kna58 \t \m Kna63 \l 3082 ]. Se observó que los monos dejaban de usar su extremidad superior inmediatamente después de una lesión provocada por una intervención y que no volvían a utilizarla de manera espontánea.

Cuando el movimiento se restringía por un periodo de uno o dos días el animal usaba el brazo, pero cuando la restricción terminaba se revertía la situación y el brazo dejaba de utilizarse. Sin embargo, cuando la restricción se imponía durante unas dos semanas el uso del brazo afecto se mantenía aún después de quitar la restricción, usándolo para actividades como comer o limpiarse.

En los estudios con monos la intervención realizada era una rizotomía dorsal, donde existe un shock medular con cese parcial de la movilidad y sensibilidad de uno de los miembros superiores del animal. En estos estudios con monos se demostró que la motivación y el aprendizaje eran muy importantes en la recuperación en este tipo de lesiones. A raíz de esto Taub y Wolf [ CITATION Tau97 \t \l 3082 ] teorizaron sobre este aprendizaje por desuso, demostrando que era dicho aprendizaje el que marcaba la

capacidad de recuperación, por lo que se empezó a aplicar en humanos que habían sufrido una hemiparesia después de un Ictus [ CITATION Tau99 \t \l 3082 ] como parte principal de la rehabilitación.

#### 4.2 ASPECTOS FUNDAMENTALES DE LA TÉCNICA

Esta terapia se basa en dos aspectos fundamentales[ CITATION Tau99 \t \l 3082 ]: la restricción del movimiento en el lado sano y el uso forzado del lado afecto.

1. Restricción del movimiento del brazo sano. Se realiza con un cabestrillo o manopla especial durante el 90% del día y por un período de 14 días consecutivos.

El uso del brazo sano del paciente estará restringido (inmovilizado) durante el 90% del tiempo que una persona este despierta. Durante los periodos de sueño el brazo quedará liberado, así como aproximadamente una hora a lo largo del día, que se corresponde al 10% restante.

La restricción se realiza con un cabestrillo o con una manopla especial diseñada para tal efecto.



En estudios posteriores en niños, se utilizan unas férulas de resina especial que inmovilizan el codo y la mano[ CITATION Tre07 \l 3082 ].



2. Uso forzado del lado afecto. Además de la inmovilización del brazo sano para contrarrestar la no-utilización del brazo afecto, el tratamiento incluye la repetición de ejercicios activos y supervisados con el brazo durante seis horas.

El tipo de actividad que se realiza tiene dos enfoques principalmente, por un lado la realización de actividades de la vida diaria durante varias horas de uso forzado del brazo afecto, y además del entrenamiento en las actividades de la vida diaria, el paciente también realizará actividades con carácter repetitivo (frecuente repetición de un determinado movimiento) para trabajar la motricidad gruesa y la motricidad fina, que han demostrado su beneficio para pacientes que se están recuperando de un accidente cerebro vascular, a través del moldeado [ CITATION Tau97 \t \l 3082 ]. Se programa una terapia intensiva para el brazo afecto. Esta dura 6 horas al día durante 10 de los 14 días que dura la restricción.

En el protocolo original [ CITATION Tau80 \l 3082 ] las actividades que se realizaron fueron:

- Damas chinas
- Pegboard
- Test de destreza manipulativa de Minnesota
- Escribir
- Lanzar un balón
- Jugar al domino
- Juegos de cartas
- Comer
- Barrer

Y se trabajaron a través del moldeado, también conocido como “shaping” [ CITATION Tau99 \t \l 3082 ], tradicionalmente este método se usa en psicología para cambios de conducta. En la terapia del movimiento inducido por restricción, el modelado se utiliza como meta del aprendizaje motor, y lo que se realiza es un aprendizaje donde cada tarea se realiza paso a paso, con aproximaciones sucesivas y graduando la dificultad. Esto lo consiguen aumentando el número de repeticiones, aumentando la distancia recorrida y disminuyendo el tiempo máximo de ejecución de la tarea.

*Ejemplo de actividad mediante modelado:*

- Llenar un vaso con una botella y volver a dejarla en su sitio

- Buscar un parámetro específico para esta tarea, por ejemplo repetir la tarea llenando cinco vasos con un límite de tiempo de dos minutos.
- Aumentar la dificultad de tarea: aumentando el número de repeticiones, disminuyendo el tiempo, o aumentando la distancia de recorrido, en nuestro ejemplo llenar seis vasos en menos de un minuto y medio.

#### 4.3 CRITERIOS DE INCLUSIÓN/ EXCLUSIÓN

A continuación se describen los criterios de inclusión y de exclusión propuestos por Taub:

- A) Pacientes que hayan tenido un accidente cerebro vascular con más de un año de evolución
- B) Que conserven un arco de movimiento activo con un mínimo de 10° de extensión de las articulaciones metacarpofalángicas y 20 ° de extensión de muñeca
- C) Personas con problemas significativos de equilibrio o que tengan riesgo de caídas sin el uso de algún producto de apoyo (Bastón inglés o andador)
- D) Déficits cognitivos importantes.

Taub utiliza en el protocolo original el Mini mental de Folstein pero no da un punto de corte [ CITATION Tau80 \l 3082 ]. En artículos de distintos autores el punto de corte para la inclusión de los pacientes era que fuera igual o mayor a 24 sobre 30 puntos en el Mini mental de Folstein (24 o – es sospecha afectación) [ CITATION Pag04 \l 3082 ].

- E) Problemas de lenguaje
- F) Problemas de espasticidad  
Espasticidad excesiva en el brazo afecto con una puntuación 4 en la escala modificada de Ashword[ CITATION Boh87 \l 3082 ].
- G) Problemas médicos serios, como la cardiopatía severa, epilepsia, hipertensión arterial no controlada, diabetes no controlada u otras afectaciones que pudieran influir en el desarrollo de la técnica.

Todo lo expuesto anteriormente sobre la técnica (criterios de inclusión y exclusión, restricción del uso del brazo sano, etc.) hace que aparezcan problemas a la hora de llevarla a cabo en el ámbito clínico.

#### 4.4 RESULTADOS DEL PROTOCOLO ORIGINAL

Los resultados en el protocolo original fueron muy buenos desde un principio y ya en el protocolo original el grupo experimental aumentaba sus puntuaciones de manera significativa tanto en cantidad, como en calidad del movimiento, así como la función motora.

Otros meta-análisis posteriores confirmaban esa mejoría en la capacidad motora del brazo [ CITATION Lan05 \l 3082 ], y demás, observaban que la mejoría funcional era de tal calibre, que tenía un impacto en las actividades de la vida diaria, y que este beneficio se prolongaba a largo plazo [ CITATION Hak05 \l 3082 ].

#### 4.5 PROBLEMAS DE LA TERAPIA DE MOVIMIENTO INDUCIDO POR RESTRICCIÓN

En los estudios con monos la intervención realizada era una rizotomía dorsal, donde existe un shock medular con cese parcial de la movilidad y sensibilidad de uno de los miembros superiores del animal. Esto ha llevado a que diversos autores dudaran de la posibilidad de que este fenómeno y sus elementos explicativos pudieran llevarse a personas con daño cerebral, con las diferencias que tiene con las lesiones medulares <sup>88</sup>. Estas diferencias parten principalmente del fenómeno de la neuroplasticidad que tiene el cerebro.

Page y colaboradores [ CITATION Pag02 \l 3082 ] realizaron un estudio sobre 208 pacientes afectados por ictus y 85 terapeutas ocupacionales y fisioterapeutas en el cual se contestaba unos cuestionarios. Ellos encontraron que el 68% de los pacientes tenían dudas sobre el proceso de rehabilitación y sobre su participación en él. Los profesionales no estaban conformes por la falta de seguridad del paciente al estar con la restricción, con la falta de adherencia al programa y la sobrecarga de trabajo por el uso de esta técnica.

Las bondades de los estudios controlados, en las mejores condiciones posibles de rehabilitación, los estrictos criterios de inclusión/exclusión y la poca relevancia de la sobrecarga de trabajo, hacen que la transferencia de los espacios experimentales a la práctica del día a día en el ámbito clínico sean difíciles, así como la imposibilidad de llevar a cabo de manera controlada protocolos tan largos y tan exigentes como los propuestos por los experimentadores. Eso hizo que en un meta-análisis [ CITATION Lan05 \l 3082 ] se plantearan cuantos estudios relacionados con la técnica cumplían con la rigurosidad de la misma, observando que sólo 7 de 18 estudios cumplían con los criterios del protocolo original [ CITATION Kop99 \l 3082 ].

Otro de los problemas planteados era cuantos pacientes se podían ver beneficiados de la terapia del movimiento inducido por restricción (elegibilidad), debido a los exigentes criterios de inclusión/exclusión. Con respecto a la elegibilidad de los pacientes los datos dicen que entre el 4% [ CITATION RoT00 \l 3082 ], el 18% [ CITATION Tau93 \l 3082 ] y el 25% [ CITATION Ste02 \l 3082 ] de los pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular cumplen los criterios de inclusión/exclusión necesarios para poner en práctica esta terapia, pudiéndose beneficiar por lo tanto de la técnica.

Otra de las dificultades es la obtención de datos significativos debido a la falta de muestra para poder comparar. En una revisión sistemática [ CITATION Cor10 \l 3082 ] del 2010, el estudio con más muestra era de 199 participantes [ CITATION Wol06 \l 3082 ] y el siguiente estudio era de 52 participantes. Además de dificultades para comparar los resultados obtenidos entre pacientes en fases agudas/subagudas y crónicas.

El equilibrio se ha ido buscando con el tiempo, puesto que la técnica era válida, y lo que se ha ido haciendo es ir modificando los protocolos para ajustarlos a la realidad clínica.

#### 4.5 CAMBIOS DE PROTOCOLO ORIGINAL

Debido a todos los problemas de la técnica, la gran variabilidad de pacientes que sufren un accidente cerebrovascular la diversidad de los recursos donde se da atención a estas personas, la diversidad de países donde se ha estudiado la técnica ha obligado a investigadores y clínicos a adaptar la técnica a las diversas realidades.

##### 4.5.1 RANGO DEL MOVIMIENTO

Una de las modificaciones que se realizaron fue la de cambiar los criterios del rango de movimiento, en el protocolo original [ CITATION Tau80 \l 3082 ] la movilidad mínima era de 20° de extensión de muñeca y 10° de extensión de las articulaciones metacarpofalángicas.

Winstein [ CITATION Win \l 3082 ]<sup>97</sup> en un trabajo estudia lo que ocurre en otro tipo de pacientes, y los divide en dos grupos, “pacientes con menor funcionalidad” y “pacientes con mínima funcionalidad”

“Pacientes con menor funcionalidad” Tienen un rango de movilidad de 10° de extensión de muñeca, 10° de abducción del pulgar y 10° de extensión en 2 dedos (salvo el pulgar), el beneficio que observo era que el grado de elegibilidad aumentaba, el 75% de los

pacientes con accidente cerebro vascular se podrían beneficiar de la terapia pero el beneficio era menor que en los del protocolo original y después de 1 año se perdía el 20% de la movilidad recuperada.

“Pacientes con mínima funcionalidad” eran aquellos que mantenían la capacidad de coger un trapo y moverlo por encima de la mesa, a este rango se puede considerar que entran el 90% de los pacientes que han sufrido un accidente cerebrovascular, los beneficios que obtuvieron fueron una mejoría en la movilidad del hombro y el codo, pero en ningún caso mejoraron su funcionalidad, ni tuvo ningún impacto en las actividades de la vida diaria.

Por otro lado, autores como Lin [ CITATION Lin07 \l 3082 ]<sup>98</sup> y Wu [ CITATION WuC \l 3082 ] , proponen como criterio de movilidad pacientes que estén en una fase mayor de 3 de las descritas por Brunstrom. El paciente va a ser capaz de realizar movimientos que no se encuentran dentro de los trayectos sinérgicos (Ni flexor, ni extensor), y además la adquisición de movimientos la hace de manera progresiva.

Compararon a estos pacientes estudiando los efectos con respecto a la terapia tradicional obteniendo mejores resultados en movilidad, funcionalidad y manteniendo los resultados a largo plazo.

#### 4.5.2 DURACIÓN EN DÍAS DE LA RESTRICCIÓN

Una de las consideraciones fue cambiar el tiempo de restricción [ CITATION Bjo06 \l 3082 ], para hacerlo más flexible e intentar incluir los protocolos en el ámbito clínico, para ello se modificó el tiempo de restricción de dos semanas hasta diez semanas con diversidad en el tiempo de intervención con resultados significativos con respecto a la movilidad, menor que en la técnica original, pero no así para la funcionalidad en las actividades de la vida diaria.

#### 4.5.3 DURACIÓN EN LA INTENSIDAD DE LA TERAPIA

Sterr y colaboradores [ CITATION Ste02 \l 3082 ] observaron que 6 horas de entrenamiento eran mejor que periodos más cortos. En otros estudios como los de Bjorklund y Fecht [ CITATION Bjo06 \l 3082 ], el tiempo de restricción o el tiempo uso forzado del brazo afecto disminuye y los resultados también.

También se probó a aumentar las horas de intervención [ CITATION Tre02 \l 3082 ] con 7 horas de terapia intensiva se obtuvieron los mismos resultados que con seis horas.

Richards [ CITATION Ric06 \l 3082 ] propuso un protocolo donde se proponía un trabajo supervisado de 1 hora de intervención y de 5 horas de trabajo autónomo del paciente, obtuvieron resultados positivos, estadísticamente significativos pero con peores puntuaciones en la valoración cualitativa. Es decir mejoraron la cantidad de movimiento y la actividad motora, pero la calidad del movimiento era peor. Estudiaron este fenómeno en pacientes crónicos y observaron que a los seis meses volvían al nivel inicial, tanto el grupo normalizado como el grupo con el protocolo modificado.

#### 4.5.4 MOMENTO ADECUADO PARA EJECUTAR LA TÉCNICA

El momento más adecuado para que la persona se beneficie de la técnica es el comprendido entre los 3-9 meses después de la lesión [ CITATION Hak05 \l 3082 ], aunque se ha demostrado su beneficio desde los primeros días después de la lesión hasta varios años después [ CITATION Lie00 \l 3082 ].

De todos modos la diversidad de pacientes en los que se ha trabajado y sus distintas situaciones ha dado resultados distintos, que aun sólo podemos contestar parcialmente.

El protocolo original [ CITATION Tau80 \l 3082 ] se realizó en pacientes de más de 1 año de evolución del accidente cerebro vascular, (con una media de 4,4 años de media) y se obtuvieron buenos resultados. Otros estudios en la fase crónica confirmaron el beneficio de la técnica para los pacientes que la hacían [ CITATION Kop99 \l 3082 ].

Según otros estudios [ CITATION Dro00 \l 3082 \m Tre02] el mejor momento para realizar la técnica es entre el tercer y el noveno mes después del accidente cerebro vascular, pues se obtienen mejores resultados, e incluso en la fase aguda [ CITATION Dro00 \l 3082 ] se obtuvieron buenos resultados, con el inicio de la técnica a los 4 días después del accidente cerebrovascular.

La gran ventaja que esgrimía Taub a la hora de proponer su técnica a pacientes crónicos es que tenían muchas menos complicaciones durante el tratamiento, pero la realidad es que hay estudios que demuestran su beneficio en pacientes que han sufrido el accidente cerebro vascular desde el cuarto día de la lesión hasta 20 años después de la lesión [ CITATION Lie00 \l 3082 ]<sup>9</sup>.

En un estudio multicentro que incluía en total a 191 pacientes se observó que sólo 2 no se vieron beneficiados por la técnica. Lo que demuestra que es muy beneficiosa para todas aquellas personas que se ajustan al perfil.

En otros estudios donde lo que se hizo fue comparar a los pacientes crónicos que recibían terapia de movimiento inducido por restricción con pacientes crónicos que no reciben tratamiento se observó que partiendo de resultados similares, existe una mejoría



significativa por parte del grupo que recibe la técnica, que evoluciona mucho durante la intervención, que el aprendizaje se mantiene durante las primeras semanas y meses, y que los resultados a los dos años siguen siendo muy importantes aunque con un ligero descenso [ CITATION Tau06 \l 3082 ]. Aunque en este estudio el seguimiento en el grupo control se realizó hasta los tres meses y no hasta los dos años del grupo experimental. Al comparar los resultados de la terapia de movimiento inducido por restricción con el tratamiento tradicional de miembro superior en pacientes que han sufrido un accidente cerebro vascular se observa que los pacientes del grupo de la técnica tienen más fuerza y coordinación que los del tratamiento individual

#### 4.5.5 ASPECTOS DIVERSOS

Con respecto a este uso forzado, [ CITATION Dro00 \l 3082 ] algunos autores sugieren que tiene mayor valor el trabajo intensivo, que la propia restricción del movimiento. Por ello, Taub comparo también la intensidad en distintos tipos de técnicas, y en un estudio con cuatro grupos [ CITATION Tau06 \l 3082 ] donde se comparó la rehabilitación a través de la terapia de movimiento inducido por restricción con la terapia acuática, el entrenamiento dirigido a actividades de la vida diaria y la facilitación neuromuscular propioceptiva, equiparando la intensidad con la que se realizaban todas la terapias a cinco horas al día durante diez días de intervención, se observo que todos los pacientes obtenían resultados buenos en el control motor del miembro superior, que mejoraban en sus actividades de la vida diaria, pero sólo aquellos que realizaron la terapia de movimiento inducido por restricción mantenían los resultados dos años después, aunque los otros no perdían todo el beneficio obtenido.

En estudios sobre cómo influye el uso forzado y cómo influye la restricción del movimiento se ha llegado a dos conclusiones:

1. Ambos son necesarios para que se produzca mejora [ CITATION Tau99 \t \l 3082 ] pero que el uso forzado es el factor común en todas las terapias de movimiento inducido.
2. Solo con la restricción [ CITATION Wol06 \l 3082 ] no se producen las mejoras significativas.

Otros estudios han intentado valorar qué tipo de tarea y qué tipo de restricción es más efectiva, compararon cuatro grupos [ CITATION Tau06 \l 3082 ].

1. Pacientes que realizaban entrenamiento en actividades de la vida diaria y tenían restricción con cabestrillo.

2. Pacientes que realizaban tareas repetitivas con modelado y tenían restricción con cabestrillo.
3. Pacientes que realizaban tareas repetitivas con modelado y tenían restricción con manopla.
4. Pacientes que realizaban tareas repetitivas con modelado y no tenían restricción.

Llegaron a la conclusión de que los pacientes que obtenían una mayor mejoría eran aquellos que usaban el cabestrillo y realizaban entrenamiento en actividades de la vida diaria.

Después, el grupo que realizaba tareas repetitivas con modelado, con una restricción de cabestrillo y después el grupo de guante y tareas repetitivas con modelado.

Hasta aquí, existían diferencias en cuanto a quién mejoraba más pero en todos los casos las mejoras eran estadísticamente significativas. Por último, se encontraba el grupo de pacientes con los que se había utilizado modelado pero sin ningún tipo de restricción. Estos que mejoraban pero no de manera estadísticamente significativa.

## 4.6 RESULTADOS

### 4.6.1 RESULTADOS SOBRE EL MIEMBRO SUPERIOR

En un meta-análisis de 9 estudios se observó que en 8 de ellos los pacientes mejoraban sus capacidades motoras tanto en cantidad como en calidad, disminuyendo además considerablemente el tiempo de ejecución de las pruebas [ CITATION Hak05 \l 3082 ].

Se observó que los movimientos después de la terapia de movimiento inducido por restricción mejoraron en amplitud y en efectividad y que además las personas integraban el brazo afecto en la realización de las actividades de la vida diaria. Lo que también se observó es que los movimientos conseguidos no eran los premórbidos pues eran más torpes que antes de la lesión [ CITATION Bjo06 \l 3082 ].

Por último se puede confirmar que los pacientes con peor movilidad basal recuperan peor. Es decir a peor puntuación inicial, pero puntuación final. Por otro lado, Hakkennes y Keating [ CITATION Hak05 \l 3082 ] realizaron un meta-análisis donde se comparó la terapia de movimiento inducido por restricción con otros protocolos, o con la ausencia de rehabilitación. Los resultados indicaron que la terapia

de restricción del movimiento inducido es una técnica adecuada para los pacientes con hemiparesia comparado con el entrenamiento tradicional o la falta de tratamiento. Faltó por definir con mayor eficacia el tipo de paciente que más se beneficiaba del tratamiento (lesiones en el hemisferio izquierdo versus derecho) y valorar con mayor eficacia su impacto en la calidad de vida del paciente, durante el tratamiento y después del tratamiento.

#### 4.6.2 RESULTADOS EN ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA

Estos estudios son los que describan el impacto de la técnica en las actividades de la vida diaria. Además la información se refiere sobre todo a puntuaciones globales de los test, no dando mucha información sobre actividades de la vida diaria concretas.

En tres estudios se consiguen mejoras significativas. Podemos destacar a Dromerick [ CITATION Dro00 \l 3082 ] que observo estas mejorías concretamente en la capacidad de vestido y aseo personal o Ploughman y Corbett [ CITATION Pl04 \l 3082 ] que observaron mejorías tanto en la alimentación como en el abotonado de prendas.

Bjorklund y Fecht [ CITATION Bjo06 \l 3082 ] y otros estudios [ CITATION Sir09 \l 3082 ] examinan la terapia de movimiento inducido por restricción, en la función motora y la funcionalidad diaria, concluyendo que los pacientes intervenidos con la técnica la terapia de restricción del movimiento inducido obtuvieron resultados significativos de mejora en actividades de la vida diaria y en la función motora del miembro superior. En otros estudios posteriores los beneficios en las actividades de la vida diaria no era tan claro [ CITATION Cor10 \l 3082 ], y la evidencia científica es mucho más potente aquellos resultados que dicen que el beneficio es menor en las actividades de la vida diaria, pero buscando en esos meta-análisis descubrimos que muchos de los estudios en los que se basan los meta-análisis son modificaciones de la técnica donde alguno de los parámetros no quedan muy claros, o el tipo de actividad se ha visto modificada como los estudios de Atteya [ CITATION Att04 \l 3082 ] o Wittenberg [ CITATION Wit03 \l 3082 ] y otros [ CITATION Lin07 \l 3082 \m WuC]. Por ello podemos observar que algunas modificaciones pueden ser útiles, pero no deben ser tales como para que afecten a los conceptos fundamentales de la técnica original [ CITATION Góm09 \l 3082 ], como son la inducción de un número de horas suficiente, la participación de un número de horas en actividades de la vida diaria, la restricción adecuada con cabestrillo y la intensidad en días de la misma pueden hacer que otras modificaciones del protocolo, como que parte

del trabajo sea supervisado, no quiten los beneficios en las actividades de la vida diaria de la misma [ CITATION Góm11 \l 3082 ].

## 5. Bibliografía

Askim, T., & Indredavik, B. (2005). Does intensive task specific training improve balance after acute stroke? *Clinical trials* .

Atteya, A. (2004). Effects of modified constraint induced therapy on upper limb function in subacute stroke patients. *Neurosciences* , 9:24-9.

Bach y Rita, P. (2000). Conceptual issues relevant to present and future neurologic rehabilitation . En H. Levin, & J. Grafman, *Neuroplasticity and reorganization of function after brain injury* (págs. 357-379). New York:: Oxford University Press.

Bach y Rita, P. (1995). *Nonsynaptic Diffusion Neurotransmission and Late Brain Reorganization*. New York: Demos-Vermande.

Bach y Rita, P., & Wicab, E. (2000). Bases científicas de la rehabilitación neurológica tardía. *Rehabilitación.* , 34:327-334.

Bjorklund, A., & Fecht, A. (2006). The effectiveness of constraint-induced therapy as a stroke intervention: a meta-analysis. *Occupational Therapy in Health Care* , 20(2): 31-49.

Bohannon, R., & Smith, M. (1987). Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Physical Therapy* , 67: 206–207.

Corbetta, D., Sirtori, V., Moja, L., & Gatti, R. (2010). Constraint-induced movement therapy in stroke patients: systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med* , 46(4):537-44.

Dennis, M., & Warlow, C. P. (1987). Stroke: Incidence, risk factor and outcome. *British Journal of Hospital Medicine.* , 194-198.

Dromerick, A., Edwards, D., & Hahn, M. ( 2000). Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *Stroke* , 31: 2984–2988.

Foley, N., Teasell, L., Jutai, J., Bhogal, S., & Kruger, E. (2007). *Evidence based review of stroke rehabilitation. Upper extremity interventions*. Ontario: St Joseph Health Care, London Parkwood. Hospital and University of Western Ontario.

Gómez Martínez, M., & Torregrosa Castellanos, C. (2009 ). La terapia de restricción inducida del movimiento en un hospital de media-larga estancia. *Terapia ocupacional:*

*Revista informativa de la Asociación Profesional Española de Terapeutas Ocupacionales* , 27-326.

Gómez Martínez, M., Tomás Aguirre, F., & Castellanos, T. (2011). Protocolo modificado de la terapia del movimiento inducido por restricción para un hospital de atención a crónicos y larga estancia. *Rehabilitación* , 283-291.

Gresham, G., Duncan, P., & Stason, W. (1998). *Post-Stroke Rehabilitation: Assessment, Referral, and Patient Management*. Rockville: Public Health Service, Agency for Health care Policy and Research.

Hakkennes, S., & Keating, J. ( 2005). Constraint-induced movement therapy following stroke: A systematic review of randomised controlled trials. *Australian Journal of Physiotherapy* , 51: 221–231.

Harrington, J., Carter, J., Birrell, L., & Gompertz, D. (1998). Surveillance case definitions for work related upper limb pain syndromes . *Occup Environ Med* , 55:264-271.

Instituto Guttmann. (2003). *Consideraciones respecto a un modelo asistencial planificado, eficaz, eficiente y de calidad acreditada para la atención especializada de las personas con Daño Cerebral Adquirido*. Badalona : Instituto Guttmann.

Knapp, H., Taub, E., & Berman, A. ( 1958). Effect of deafferentation on a conditioned avoidance response. *Science* , 128: 842–843.

Knapp, H., Taub, E., & Berman, A. (1963). Movements in monkeys with deafferented forelimbs. *Experimental Neurology* , 7:305–315.

Kopp, B., Kunkel, A., Muhl nickel, W., Villringer, K., Taub, E., & Flor, H. (1999). Plasticity in the motor system related to therapy-induced improvement of movement after stroke. *Neuroreport* , 10:807-810.

Lannin, N., Thorpe, K., & Armstrong, B. (2005). Constraint Induced Movement Therapy Post-Stroke. *OTCATS* , 1-11.

Legg, L., Drummond, A., Leonardi-Bee, J., Gladman, J. R., Corr, S., & Donkervoort, M. (2007). Occupational therapy for patients with problems in personal activities of daily living after stroke: Systematic review of randomised trials. *British medical journal* , 335:922-30.

Licht, S. (1984). Brief history of stroke and its rehabilitation. En S. Licht, *Stroke and its Rehabilitation*. . Baltimore: Waverly Press.

Liepert, j., Bauder, H., Wolfgang, H. R., Miltner, W. H., Taub, E., & Weiller, C. ( 2000). Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. . *Stroke* , 31:1210-1216.

- Liepert, J., Miltner, W. H., Bauder, H., Sommer, M., Dettmers, C., Taub, E., y otros. (1998). Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients. *Neurosci Lett* , 250: 5-8.
- Lin, K., Wu, C., Wei Chang Gung, T., Lee, C., & Liu, J. (2007). Effects of modified constraint-induced movement therapy on reach-to-grasp movements and functional performance after chronic stroke: a randomized controlled study. *Clin Rehabil* , 21(12):1075-86.
- Lucas, B. (1999). New Approaches, Improved Outcomes in Stroke Rehabilitation. *Patient Care* . , 144-146.
- Macdonald, E. (1979). *Terapeutica ocupacional en rehabilitación*. Barcelona: Salvat.
- Mackay, S., & Rudd, A. G. (1996). Occupational therapy for stroke. *Stroke services and research. The Stroke Association* .
- Moyers, P. (1999). The guide to occupational therapy practice. *American Journal of Occupational Therapy* . , 247-322.
- Nudo, R., & Milliken, G. (1996). Reorganization of movement representations in primary motor cortex following focal ischemic infarcts in adult squirrel monkeys. *J Neurophysio* , 75: 2144 –2149.
- Page, S., Sisto, S., Johnston, M., & Levine, P. (2002). Modified constraint-induced therapy after subacute stroke: A preliminary study. *Neurorehabilitation and Neural Repair* , 16: 290–295.
- Page, S., Sisto, S., Levine, P., & McGrath, R. (2004). Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: A single-blinded randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* , 85: 14–18.
- Ploughman, M., & Corbett, D. (2004). Can forced-use therapy be clinically applied after stroke? An exploratory randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* , 85(9):1417-23.
- Richards, L., Gonzalez Rothi, L., Davis, S., Wu, S., & Nadeau, S. (2006). Limited dose response to constraint-induced movement therapy in patients with chronic stroke. *Clin Rehabil* , 20(12):1066-74.
- Ro, T., Noser, E., Boake, C., Wallace, R., Gaber, M., Speroni, A., y otros. (2006). Functional reorganisation and recovery after constraint induced movement therapy in subacute stroke. *Case reports. Neurocase 2* , 12:50-60.
- Sánchez Sánchez, C. (2006). *Impacto Sociosanitario de las Enfermedades Neurológicas en España*. . Madrid: Fundación Española de Enfermedades Neurológicas.
- Sarti, C., Stegmayr, B., Tolonen, H., Mähönen, M., Tuomilehto, J., & Asplund, K. (2003). Are Changes in Mortality From Stroke Caused by Changes in Stroke Event

Rates or Case Fatality?: Results From the WHO MONICA Project. . *Stroke* , 1833-1840.

Sirtori, V., Corbetta, D., Moja, L., & Gatti, R. (2009). Constraint-induced movement therapy for upper extremities in stroke patients. *Stroke* , 4-14.

Sluiter, J., Rest, K., & Frings-Dresen, M. (2001). Criteria document for evaluating the work-relatedness of upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health* , 27:1-102.

Sterr, A., Elbert, T., Berthold, I., Kolbel, S., Rockstroh, B., & Taub, E. (2002). Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: An exploratory study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* , 83: 1374–1377.

Stroke Unit Trialists . (2007). *Organised inpatient (stroke unit) care for stroke*. New York: Wiley Online Library .

Taub, E. (1980). Somatosensory deafferentation research with monkeys: implications for rehabilitation medicine. En L. Ince, *Behavioural Psychology in Rehabilitation Medicine: Clinical Applications*. (pág. 371.401). New York: Williams & Wilkins.

Taub, E., & Crago, J. E. (1995). Behavioral plasticity following central nervous system damage in monkeys and man. En B. Julesz, & I. Kovacs, *Maturational Windows and Adult Cortical Plasticity*. Redwood City: Addison-Wesley.

Taub, E., & Wolf, S. ( 1997). Constraint induced techniques to facilitate upper extremity use in stroke patients. *Topics Rehabilitation* , 3:38-61.

Taub, E., Miller, N., Novack, T., Cook, E., Flemming, W., Nepomuceno, C., y otros. (1993). Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* , 74: 347–354.

Taub, E., Uswatte, G., & Pidikiti, R. (1999). Constraint-induced movement therapy: A new family of techniques with broad application to physical rehabilitation—a clinical review. *Journal of Rehabilitation Research and Development* , 36:237–251.

Taub, E., Uswatte, G., King, D., Morris, D., Crago, J., & Chatterjee, A. (2006). A placebo-controlled trial of constraint-induced movement therapy for upper extremity after stroke. *Stroke* . , 37:1045-9.

Tremblay, F., & Tremblay, L. ( 2002). Constraint-induced movement therapy: evidence for its application in the context of a home rehabilitation intervention for sub-acute stroke. . *Physiother Can* , 116–131.

Trenna, L., William, C., Gaetz-William, L., Douglas, O., & Darcy, L. (2007). Cortical Reorganization After Modified Constraint-Induced Movement Therapy in Pediatric Hemiplegic Cerebral Palsy . *J Child Neurol* , 22:1281.

Winstein, C., Miller, J., Blanton, S., Taub, E., Uswatte, G., Morris, D., y otros. (2003). Methods for a multisite randomized trial to investigate the effect of constraint-induced movement therapy in improving upper extremity function among adults recovering from a cerebrovascular stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair* , 17:137–152.

Wittenberg, G., Chen, R., Ishii, K., Bushara, K., Eckloff, S., Croarkin, E., y otros. (2003). Constraint-induced therapy in stroke: magnetic-stimulation motor maps and cerebral activation. *Neurorehabil Neural Repair* , 17: 48 –57.

Wolf, S., Winstein, C., Miller, J., Taub, E., Uswatte, G., Morris, D., y otros. (2006). Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke. *JAMA* , 296:2095-2104.

World Health Organization. (2001). *International classification of functioning, disability and health (ICF)*. Geneva: World Health Organization.

Wu, C., Chen, C., Tsai, W., Lin, K., & Chou, S. (2007). A randomized controlled trial of modified constraint-induced movement therapy for elderly stroke survivors: changes in motor impairment, daily functioning, and quality of life. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* , 88:273-278.

Xerri, C., Merzenich, M., Peterson, B., & Jenkins, W. (1998). Plasticity of primary somatosensory cortex paralleling sensorimotor skill recovery from stroke in adult monkeys . *J Neurophysiol* , 79: 2119 –2148.

Xerri, C., Merzenich, M., Peterson, B., & Jenkins, W. (1998). Plasticity of primary somatosensory cortex paralleling sensorimotor skill recovery from stroke in adult monkeys. *J Neurophysiol* , 79: 2119 –2148.