

El uso de la estimulación magnética transcraneal en el estudio de la neuroanatomía y la cronometría de la heminegligencia.

Elena Muñoz-Marrón (emunozmarr@uoc.edu)

IN3 (Internet Interdisciplinary Institute), Universitat Oberta de Catalunya

Diego Redolar-Ripoll (dredolar@uoc.edu)

IN3 (Internet Interdisciplinary Institute), Universitat Oberta de Catalunya

Working Paper Series WP12-004

Grupo de investigación: Neurociencia Cognitiva y Tecnologías de la Información
Coordinador del grupo de investigación: Elena Muñoz-Marrón, Diego Redolar Ripoll

Fecha de recepción: Diciembre 2012

Fecha de aceptación: Febrero 2013

Fecha de publicación: Marzo 2013



Internet Interdisciplinary Institute (IN3)

<http://www.in3.uoc.edu>
Edifici MediaTIC
c/ Roc Boronat, 117
08018 Barcelona
Espanya
Tel. 93 4505200

Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

<http://www.uoc.edu/>
Av. Tibidabo, 39-43
08035 Barcelona
Espanya
Tel. 93 253 23 00



The texts published in this publication are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution-Non commercial-No derivative works 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and broadcast provided that you attribute it (authorship, publication name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s).

The full text of the licence can be consulted here:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/deed.en>.

Índice

Resumen

1. Introducción
 - 1.1. Síndrome de heminegligencia
 - 1.2. Modelo de rivalidad interhemisférica de la atención
2. Objetivo
3. Investigación con paradigmas de TMS de pulso único y apareado
4. Implicación del giro angular y el giro supramarginal en la heminegligencia
 - 4.1. Planteamiento del estudio
 - 4.2. Material y métodos
 - 4.2.1. Muestra
 - 4.2.2. Paradigma experimental
 - 4.2.3. Procedimiento
 - 4.3. Resultados esperados
5. Referencias bibliográficas

El uso de la estimulación magnética transcraneal en el estudio de la neuroanatomía y la cronometría de la heminegligencia

IN3. Universitat Oberta de Catalunya.

Recommended citation:

MUÑOZ-MARRÓN, Elena; REDOLAR-RIPOLL, Diego (2012). "El uso de la estimulación magnética transcraneal en el estudio de la neuroanatomía y la cronometría de la heminegligencia" [online working paper]. (Working Paper Series; WP12-004). IN3 Working Paper Series. IN3 (UOC). [Accessed: dd/mm/yy].
<<http://in3wps.uoc.edu/ojs/index.php/in3-working-paper-series/article/view/n12-munoz-redolar/n12-munoz-redolar>>

Resumen

El presente trabajo incluye una revisión de la bibliografía existente centrada en el estudio del síndrome de heminegligencia con la técnica de estimulación magnética transcraneal (TMS *del inglés transcranial magnetic stimulation*) de pulso único y apareado, así como el planteamiento y desarrollo de un estudio sobre la implicación temporal del giro angular y el giro supramarginal en dicha alteración. A pesar de la evidencia empírica existente sobre el papel de la corteza parietal en la atención visual, la función específica de cada una de las subáreas que la componen dista mucho de estar clara, como tampoco lo está cual es el curso temporal de la actividad neural en el síndrome de heminegligencia.

La heminegligencia se ha convertido en un interesante objeto de estudio para los grupos que llevan a cabo investigación con TMS, dado el potencial de la técnica para establecer relaciones causales entre el funcionamiento cerebral y la conducta mediante la producción de lesiones virtuales transitorias. Además, esta técnica permite el estudio del curso temporal de las funciones cognitivas mediante la potenciación o inhibición de diferentes áreas corticales en diferentes momentos.

La investigación que se está llevando a cabo en la actualidad en el Cognitive Neuro-Lab del IN3 se centra en el estudio de dos áreas cerebrales de la corteza parietal cuya lesión, según la evidencia empírica disponible, parece que desempeña un papel determinante en la aparición de la heminegligencia. Empleando un paradigma experimental on-line de TMS de pulso único tratamos de arrojar algo de luz a la neuroanatomía funcional y la cronometría de la heminegligencia.

Palabras clave

Atención, estimulación magnética transcraneal, giro angular, giro supramarginal, heminegligencia.

1. Introducción

1.1. Síndrome de heminegligencia

La heminegligencia es uno de los trastornos más comunes tras el daño cerebral producido por un accidente cerebrovascular, con una incidencia superior al 40% (Ringman *et al.*, 2004), lo que le ha convertido en uno de los principales objetos de estudio en neurología y neuropsicología. Este trastorno provoca que la persona que lo sufre sea incapaz de prestar atención a la región del espacio contralateral al hemisferio cerebral dañado, ignorando dicha región. No se trata de una alteración de naturaleza sensorial o perceptiva, sino de un problema atencional.

La región a la que el paciente no dirige su atención está definida a partir de la línea media del cuerpo, siendo más frecuente que se ignore la parte izquierda de esa línea debido a un daño en el hemisferio derecho (Driver, Vuilleumier y Husain, 2004; Heilman, Valenstein y Watson, 2000; Karnath, Milner y Vallar, 2002). Además de ignorar el espacio contralateral a la lesión, las personas que sufren heminegligencia pueden tener problemas para vestir la parte izquierda de su cuerpo, comer los alimentos situados en la parte izquierda del plato, leer la mitad izquierda de las páginas de un libro, chocar con objetos y marcos de puertas situados a su izquierda e incluso pueden ser incapaces de imaginar la parte izquierda de las cosas. En los casos más severos, pueden llegar a negar que la parte izquierda de su cuerpo les pertenece.

La incapacidad de los sujetos con heminegligencia para atender al hemicampo contralateral a la lesión ha sido relacionada en numerosos estudios con daño en el lóbulo parietal, ya que éste desarrolla un papel fundamental en la determinación del foco de atención, la representación del espacio y la redirección de la atención (e.g. Driver y Mattingley, 1998; Mesulam, 1981). Aunque la neuroanatomía de la heminegligencia continúa siendo hoy en día un tema de debate, e incluso de controversia, generalmente se ha encontrado que el área crucial asociada a esta alteración es la corteza parietal posterior (PPC del inglés *posterior parietal cortex*) (Chambers y Mattingley, 2005; Chambers, Stokes y Mattingley, 2004; Ghacibeh *et al.*, 2007; Oliveri y Vallar, 2009; Rushworth, Ellison y Walsh, 2001). Dentro de la PPC, el giro angular (AG del inglés *angular gyrus*) (Chambers, Stokes y Mattingley, 2004; Chambers, Payne y Mattingley, 2007; Chambers, Payne, Stokes y Mattingley, 2004; Hillis *et al.*, 2005; Mort *et al.*, 2003; Rushworth, Ellison y Walsh, 2001), el surco intraparietal (IPS del inglés *intraparietal sulcus*) (Ellison, Rushworth y Walsh, 2003a, b; Fiero *et al.*, 2000; Mannan *et al.*, 2005; Mort *et al.*, 2003; Rushworth, Ellison y Walsh, 2001), la unión temporoparietal (TPJ del inglés *temporoparietal junction*) (Mort *et al.*, 2003; Vallar, 2001) y el giro supramarginal (SMG del inglés *supramarginal gyrus*) (Chambers, Payne y Mattingley, 2007; Committeri *et al.*, 2007; Doricchi y Tomaiuolo, 2003; Oliveri y Vallar, 2009) se perfilan como las áreas que con mayor frecuencia provocan la aparición de este síndrome tras su lesión aislada o conjunta.

A pesar de la gran evidencia empírica de la implicación de la corteza parietal en el control de la orientación de la atención en el espacio (Ashbridge, Walsh y Cowey, 1997; Bisley y Goldberg, 2003; Rushworth, Ellison y Walsh, 2001), y de que no hay apenas duda de que la

PPC derecha desempeña un papel crucial en múltiples tareas de atención visual (Donner *et al.*, 2002a, b; Fink *et al.*, 2000; Hopfinger, Buonocore y Mangun, 2000; Mesulam, 1999), la función específica de cada una de las subáreas del lóbulo parietal dista mucho de estar totalmente clara.

1.2. Modelo de rivalidad interhemisférica de la atención

En la actualidad, la mayoría de las aproximaciones explicativas sobre la heminegligencia tienen como base el modelo de rivalidad interhemisférica, propuesto inicialmente por Kinsbourne hace más de tres décadas (Kinsbourne, 1977a, b). Basándose en el hecho de que los hemisferios cerebrales se encuentran en continua interacción, Kinsbourne propuso un modelo de interacción basado en la rivalidad interhemisférica, lo que se traduce en que los hemisferios están constantemente interactuando, ejerciendo influencias inhibitorias mutuas y recíprocas (Kinsbourne, 1977a, b, 1987, 1993).

Este modelo propone la existencia de redes transcallosas entre ambos hemisferios, que en reposo se encuentran en un equilibrio dinámico. Cuando algún estímulo, ya sea interno o externo, produce la activación preferente de uno de los hemisferios, este equilibrio se altera y la activación cerebral presenta un patrón asimétrico. Así, cuando aparece un estímulo relevante en un hemicampo, la actividad neuronal aumenta en el hemisferio cerebral contralateral. Como consecuencia de este aumento de activación, el hemisferio activado suprime actividad del hemisferio contralateral emitiendo señales a través del cuerpo calloso. Además, esta supresión libera al hemisferio estimulado de la inhibición contralateral. De este modo, la actividad cerebral aumenta en el hemisferio estimulado y disminuye en el hemisferio contralateral (Payne y Rushmore, 2004).

En base a este modelo, se considera que la heminegligencia tiene su origen en un desequilibrio entre los dos hemisferios cerebrales debido al daño ocurrido en uno de ellos. Tras una lesión cerebral, el hemisferio dañado ya no es capaz de inhibir la actividad del hemisferio intacto de una manera efectiva. Esto genera que el hemisferio intacto alcance un nivel de activación patológico debido a la falta de inhibición por parte de su homónimo contralateral, lo que hace que disminuya aún más la actividad neuronal del hemisferio dañado debido al aumento de la inhibición ejercida sobre él (Koch *et al.*, 2008; Ladavas, 1990; Smania *et al.*, 1998). De esta forma, la disfunción que subyace a la heminegligencia comprende tanto la hipoactividad del hemisferio dañado como la hiperactividad del hemisferio sano (ver figura 1).

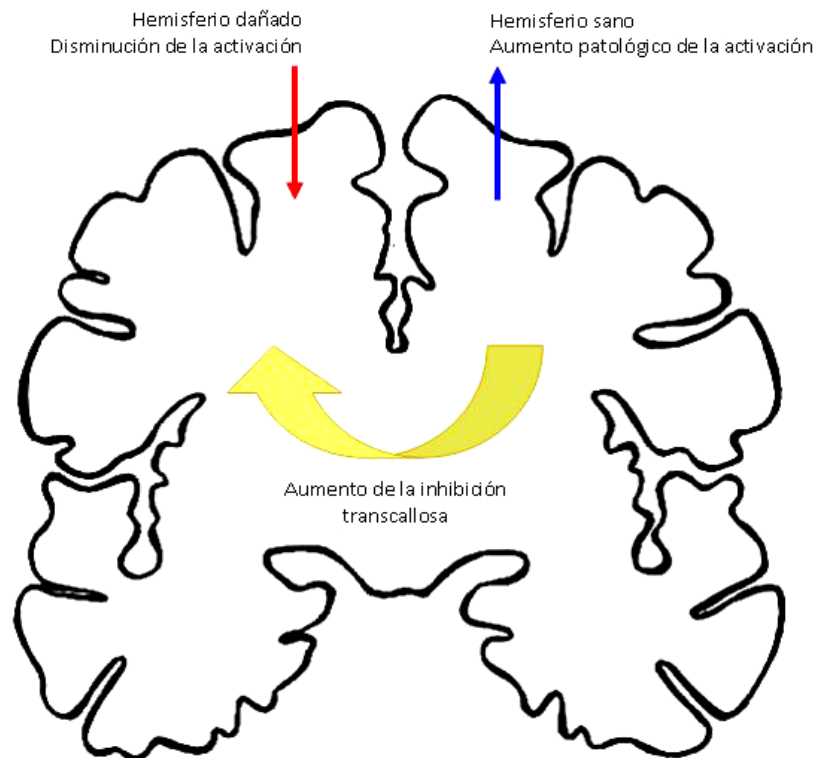


Figura 1. Representación gráfica de la alteración neurofuncional de la heminegligencia según el modelo de rivalidad interhemisférica.

El estudio de un paciente al que le desaparecieron los síntomas propios de la heminegligencia tras sufrir un segundo accidente cerebral en el hemisferio sano (Vuilleumier *et al.*, 1996) proporcionó una potente evidencia empírica al modelo de rivalidad interhemisférica. Este paciente sufrió dos derrames cerebrales secuenciales. El primero se produjo en la corteza parietal derecha, y le originó una heminegligencia visual aguda; el segundo fue un daño frontal izquierdo, e hizo que los síntomas de la alteración remitieran. Así, la hiperactividad patológica en el hemisferio izquierdo provocada por la lesión parietal derecha pareció corregirse con el posterior daño contralateral. Este hecho llevó a pensar que la heminegligencia no se debe únicamente al daño producido en un hemisferio cerebral, sino también a que el hemisferio sano se encuentra patológicamente hiperactivado, imposibilitando que el dañado funcione en base a sus posibilidades.

El modelo de rivalidad interhemisférica ha sido apoyado por un gran número de estudios experimentales (e.g. Corbetta *et al.*, 2005; He *et al.*, 2007; Hilgetag, Kötter y Young, 1999; Kinsbourne, 1977a, b; 1987; 1993; Oliveri *et al.*, 2000a; Seyal, Ro y Rafal, 1995). Sin embargo, es difícil probar el modelo en pacientes con lesiones cerebrales permanentes debido a la heterogeneidad de las localizaciones de las mismas, su tamaño y la severidad del daño. No obstante, una técnica como la TMS, capaz de provocar lesiones virtuales transitorias, proporciona una excelente oportunidad para estudiar la heminegligencia según el modelo de rivalidad.

2. Objetivo

La heminegligencia se ha convertido en un interesante objeto de estudio para los grupos que llevan a cabo investigación con TMS, dado el potencial de la técnica para establecer relaciones causales entre el funcionamiento cerebral y la conducta mediante la producción de lesiones virtuales transitorias. Además, la investigación con sujetos sanos mediante TMS permite alterar temporalmente los mecanismos cerebrales, haciendo posible la comparación tanto inter como intra-sujetos. Estas ventajas convierten a la TMS en una herramienta ideal para la investigación en trastornos neuropsicológicos tales como la heminegligencia.

A pesar de la evidencia existente sobre el papel de la corteza parietal en la orientación de la atención, el curso temporal de la actividad neural aún no está claro, y la TMS ayuda a aclarar este punto, ya que permite el estudio del curso temporal de las funciones cognitivas mediante la potenciación o inhibición de diferentes áreas corticales en diferentes momentos (ver Ashbridge *et al.*, 1997; Chambers *et al.*, 2004; Juan y Walsh, 2003; Müri *et al.*, 2002; O'Shea *et al.*, 2004; Walsh *et al.*, 1998).

Siguiendo el modelo de rivalidad interhemisférica de la atención, la aplicación de TMS inhibitoria aplicada sobre la corteza parietal derecha de sujetos sanos induciría un desequilibrio interhemisférico, el cual se traduciría en una hiperactividad de la red atencional del hemisferio izquierdo, produciendo un fenómeno similar a la heminegligencia, potenciando la ejecución atencional visual en el hemicampo ipsilateral a la aplicación de la estimulación (derecho) y un empobrecimiento en la ejecución en el hemicampo contralateral (izquierdo).

El presente trabajo incluye una revisión de la evidencia empírica existente centrada en el estudio del síndrome de heminegligencia con la técnica de TMS de pulso único y apareado. Los datos existentes indican que la PPC del hemisferio derecho tiene una mayor implicación en dicho síndrome que la izquierda, aunque aún está por determinar qué subárea dentro de la PPC tiene una mayor implicación en el trastorno. Del mismo modo, la implicación temporal de cada una de las subáreas es aún un tema de estudio.

Por ello, además de la revisión de la bibliografía existente, se plantea aquí un estudio sobre la implicación temporal del giro angular y el giro supramarginal en la heminegligencia, empleando un paradigma experimental de TMS de pulso único, con el cual tratamos de arrojar algo de luz a la neuroanatomía funcional y la cronometría de la heminegligencia.

3. Investigación con paradigmas de TMS de pulso único y apareado

La investigación con la técnica de TMS en humanos ha aumentado en gran medida la comprensión de la neuroanatomía funcional de los procesos atencionales, aportando información acerca de las áreas cerebrales determinantes en la atención, así como sobre la implicación temporal de las mismas (Chambers y Heinen, 2010). Aunque la TMS ha probado

ampliamente el papel de la corteza parietal posterior en tareas visuo-atencionales, las regiones cerebrales estimuladas en los diferentes estudios no siempre son las mismas, como tampoco lo son los protocolos de estimulación empleados.

Amassian y sus colaboradores (1989) fueron los primeros autores en realizar un estudio con TMS focalizado en la exploración de los aspectos temporales de la actividad cerebral parietal relacionada con el procesamiento visuoespacial en humanos (ver tabla 1). En él demostraron que con TMS de pulso único era posible abolir la percepción visual cuando era aplicada entre 60-80 y 100-140 milisegundos (ms.) después de la aparición del estímulo que se debía detectar. Sin embargo, no se conseguía este efecto cuando la estimulación se producía durante los primeros 60 ms. (probablemente porque el procesamiento del estímulo no ha llegado aún a la corteza parietal), ni después de 140 ms., porque la información ya habría sido transferida a otras áreas cerebrales.

Años más tarde, Ashbridge, Walsh y Cowey (1997) llevaron a cabo un experimento para estudiar el proceso temporal atencional aplicando TMS parietal de pulso único en once momentos temporales diferentes tras la aparición del estímulo (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 y 200 ms). Los resultados mostraron que la TMS empeora el rendimiento perceptivo únicamente a los 100 y 160 ms., aumentando los tiempos de reacción en la detección. Además, dicho empobrecimiento únicamente se hacía patente en tareas de búsqueda visual en las que se debe localizar un estímulo determinado que se diferencia de los distractores en al menos dos características (*conjunction search task*), como por ejemplo, un triángulo verde entre círculos rojos, mientras que la ejecución no se veía modificada en tareas en las que el estímulo *target* aparece o no en cada ensayo (*pop-out search task*).

Sobre áreas parietales más específicas, los estudios de TMS sugieren que el AG derecho está implicado en el cambio atencional entre estímulos visuales con diferente ubicación, y por lo tanto es fundamental en la reorientación hacia estímulos repentinos, más que en la discriminación de estímulos relevantes e irrelevantes (Chambers *et al.*, 2004). Específicamente, se ha encontrado que el AG interviene en períodos temporales entre los 90-120 ms. y entre los 210-240 ms. tras la presentación del estímulo. Estos resultados pueden ser interpretados en el sentido de que el lóbulo parietal recibe señales atencionales de forma rápida desde el colículo superior (vía retinotectal), así como de manera lenta (vía genículoestriada) desde la corteza visual primaria, por lo que dichos intervalos pueden reflejar los periodos críticos durante los cuales el AG recibe o transmite información a otras áreas cerebrales.

En la misma línea, el grupo de Fierro (Fierro *et al.*, 2001) llevó a cabo un estudio aplicando TMS de pulso único sobre la corteza parietal y frontal derecha (concretamente sobre las áreas P4 y P6 según el sistema 10/20 de EEG) a los 150, 225 y 300 ms. tras la aparición del estímulo. La tarea que los sujetos debían realizar consistía en estimar la longitud de dos segmentos de una línea horizontal biseccionada. Los resultados mostraron que cuando se aplicaba la TMS sobre la corteza parietal 150 ms. después de la aparición del estímulo, los sujetos subestimaban la longitud del segmento izquierdo. Esta es la ejecución típica en pacientes con heminegligencia, por lo que se comprobó que la aplicación de TMS sobre la corteza parietal derecha puede generar síntomas similares a los de la heminegligencia en sujetos sanos. Los autores encontraron que la TMS sobre el lóbulo frontal a los 150 ms. no producía ningún efecto, aunque dicha área podría estar implicada en niveles de procesamiento posteriores.

Los síntomas de la heminegligencia también pueden ser imitados mediante la aplicación de TMS antes de la presentación del estímulo, tal y como demostraron Dambeck y sus colaboradores (Dambeck *et al.*, 2006). Estos autores emplearon TMS de pulso único sobre la PPC izquierda, derecha y en ambas antes de la presentación del estímulo. Los resultados mostraron que en la estimulación sobre la PPC izquierda o derecha empeoraba la detección de estímulos contralaterales únicamente cuando era aplicada 150 ms. antes de la aparición del estímulo. Cuando la TMS era aplicada sobre ambos hemisferios de forma simultánea, la ejecución en la detección no se veía afectada (Dambeck *et al.*, 2006).

En un experimento con TMS de pulso único, Chambers y sus colaboradores aplicaron TMS en diferentes momentos tras de la presentación del estímulo (60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 y 300 ms.) sobre el lóbulo parietal superior (SPL del inglés *superior parietal lobe*), AG y SMG derechos (Chambers *et al.*, 2006). Los resultados mostraron que la TMS sobre SPL y SMG con una asincronía de presentación estimular (SOA, del inglés *stimulus onset asynchrony*) de 120 ms. mejoraban significativamente la localización de estímulos derechos en presentaciones bilaterales, pero no en los ensayos unilaterales.

También el estudio realizado por Ge, Matsuoka, Ueno y Iramina (2007) apoya la implicación temporal del lóbulo parietal hallado anteriormente en tareas de búsqueda visual. Estos autores encontraron, con un paradigma de TMS de pulso apareado con un intervalo inter-estimular (ISI del inglés *interstimulus interval*) de 20 ms., que únicamente empeoraba la ejecución de la tarea cuando se aplicaba sobre la PPC 150 ms. después de la presentación del estímulo. Por el contrario, no hallaron efectos con SOAs de 100, 200 y 250 ms.

Con un protocolo similar de TMS de pulso apareado, Müri y sus colaboradores (2002) observaron que aplicando dos pulsos de TMS con un ISI de 100 ms. sobre la PPC izquierda y derecha (P3 y P4) la ejecución en una tarea de reconocimiento visual empeoraba. La aplicación de TMS sobre la PPC 270 ms. tras la presentación estimular aumentaba el porcentaje de errores en el hemicampo contralateral (es decir, el izquierdo), pero no se encontraron efectos cuando la TMS era aplicada en la corteza izquierda con los mismos parámetros temporales. Además, la TMS aplicada antes (120 ms.) o después (520 ms.) no mostraba ningún efecto.

Por otra parte, Seyal, Ro y Rafal (1995) fueron los primeros en demostrar la facilitación paradójica en procesos perceptivo-atencionales en sujetos sanos con estimulación cutánea. El hecho de que la estimulación parietal mejore la detección de estímulos presentados ipsilateralmente a la estimulación es un fenómeno de facilitación que ocurre después de una lesión virtual inducida por estimulación con TMS. La hipótesis que subyace a éste fenómeno es que la TMS aplicada sobre la corteza parietal derecha libera al hemisferio izquierdo de sufrir inhibición, traduciéndose en un aumento de la activación de este último, y por tanto, una hiperatención al hemicampo derecho. Seyal y sus colaboradores (1995) trabajaron con una tarea somatosensorial y con una muestra de sujetos sanos. Gracias a la aplicación de TMS en la corteza parietal fueron capaces de provocar un aumento en la detección de estímulos ipsilaterales a la estimulación. Administraron TMS de pulso único en el lóbulo parietal derecho y 50 ms. después de la TMS, aplicaron un estímulo eléctrico en el pulgar derecho. Los sujetos debían decir si el estímulo en el pulgar estaba o no presente en cada ensayo. Los resultados mostraron que el número de estímulos percibidos correctamente aumentó tras la estimulación del lóbulo parietal derecho, en comparación con TMS frontal y la condición sin TMS.

Cuatro años más tarde, el grupo de Oliveri (Oliveri *et al.*, 1999) llevó a cabo un estudio con pacientes en el que inhibieron la detección de estímulos táctiles contralaterales e ipsilaterales, aplicando TMS de pulso único sobre la corteza frontal y el IPS del hemisferio intacto. Se encontró que la aplicación de TMS sobre el IPC derecho interfería en la detección tanto de estímulos presentados ipsilateral como contralateralmente, siendo el efecto más pronunciado cuando la presentación es bilateral. En cuanto al curso temporal de los efectos, encontraron que la contribución de la corteza frontal y parietal era crítica entre los 20 y los 40 ms. tras la presentación del estímulo táctil. Estos hallazgos son consistentes con los resultados obtenidos en estudios previos con presentación estimular unilateral (Seyal, Masuoka y Browne, 1992; Seyal, Siddiqui y Hundal, 1997).

Autores y fecha	Tipo TMS	Lugar de estimulación	Muestra	Modalidad sensorial	Principales resultados
Amassian <i>et al.</i> (1989)	Pulso único	Corteza parietal derecha	4 sujetos sanos	Visual	La TMS aplicada a los 60-80 ms. y a los 100-140 ms. después de la presentación del estímulo suprime la percepción visual.
Ashbridge, Walsh y Cowey (1997)	Pulso único	Corteza parietal derecha (P4 según sistema 10/20 EEG)	5 sujetos sanos	Visual	La TMS aplicada entre 100 y 160 ms. después de la presentación del estímulo aumenta los tiempos de reacción en “ <i>conjunction search task</i> ”, pero no en tareas de “ <i>pop-out</i> ”.
Seyal, Siddiqui y Hundal (1997)	Pulso único	Corteza sensorimotora derecha	7 sujetos sanos (y 4 adicionales)	Cutánea	Facilitación paradójica en procesos perceptivo-atencionales cutáneos. La TMS aplicada 50 ms. antes de la aplicación de estímulo eléctrico en el dedo pulgar, aumentó la detección de estímulos ipsilaterales.
Oliveri <i>et al.</i> (1999)	Pulso único	Corteza frontal e IPS del hemisferio intacto	14 sujetos con daño cerebral izquierdo y 14 con daño derecho	Cutánea	La TMS sobre el IPC derecho interfiere en la detección de estímulos ipsilaterales y contralaterales. El efecto es más pronunciado cuando la presentación de estímulos es bilateral.
Fierro <i>et al.</i> (2001)	Pulso único	Corteza derecha parietal y frontal (P4 y P6 según sistema 10/20 EEG)	9 sujetos sanos	Visual	La TMS parietal aplicada 150 ms. tras la presentación del estímulo produce una subestimación de la longitud del segmento izquierdo en tareas de bisección de líneas. La TMS frontal no produce dicho efecto.
Müri <i>et al.</i> (2002)	Pulso apareado (ISI=100 ms.)	PPC izquierda y derecha (P3 y P4 según sistema 10/20 EEG)	10 sujetos sanos	Visual	La TMS en PPC derecha aplicada con SOA=270 ms. aumenta el porcentaje de errores en la detección de estímulos contralaterales. No hay efectos con TMS izquierda. La TMS antes (120 ms.) o después (540 ms.) de este momento carece de efectos.
Chambers <i>et al.</i> (2004)	Pulso único	AG y SMG izquierdo y derecho	3 sujetos sanos	Visual	La intervención del AG es relevante en periodos de 90-120 ms. y de 210-240 ms. tras la presentación del estímulo.

Tabla 1. Estudios relevantes con TMS de pulso único y apareado sobre heminegligencia. (AG: Giro angular; IPC: Surco intraparietal; ISI: Intervalo inter-estimular; PPC: Corteza parietal posterior; SMG: Giro supramarginal; SOA: Asincronía de presentación estimular; SPL: Lóbulo parietal superior).

**El uso de la estimulación magnética transcraneal en el estudio de la neuroanatomía
y la cronometría de la heminegligencia**

Chambers et al. (2006)	Pulso único	SPL, AG y SMG derechos	25/16/3 sujetos sanos en experimentos 1º/2º/3º	Visual	La TMS sobre SPL y SMG derechos con SOA=120 ms. mejora la localización de estímulos ipsilaterales cuando la presentación es bilateral, pero no cuando es unilateral.
Dambeck et al. (2006)	Pulso único	PPC izquierda, derecha y ambas simultáneamente	10 sujetos sanos	Visual	La aplicación de TMS en la PPC izquierda y derecha disminuye la detección de estímulos contralaterales cuando se aplica 150 ms. antes de la presentación del estímulo. La TMS en ambos hemisferios no tenía efecto.
Ge, Matsuoka, Ueno y Iramina (2007)	Pulso apareado (ISI=20 ms.)	PPC derecha	5 sujetos sanos	Visual	La TMS aplicada 150 ms. después de la aparición del estímulo empeora la ejecución en tareas de búsqueda visual. No aparece dicho efecto con SOAs de 100, 200 y 250 ms.

Tabla 1. Estudios relevantes con TMS de pulso único y apareado sobre heminegligencia (cont.).

4. Implicación del giro angular y el giro supramarginal en la heminegligencia

A continuación se presenta la investigación que se está llevando a cabo en el Cognitive Neuro-Lab del IN3, la cual se encuentra actualmente en su fase final y se espera finalizar a principios del año entrante.

4.1. Planteamiento del estudio

La investigación aquí planteada tiene como objetivo profundizar en la función que el córtex parietal tiene en el síndrome de heminegligencia, alteración que aparece frecuentemente tras un daño cerebral adquirido. Para ello se estudiará el papel del AG y el SMG del hemisferio derecho a través de un paradigma on-line de TMS de pulso único en sujetos sanos.

Dado que en la actualidad la mayor parte de las investigaciones se inscriben dentro del modelo de rivalidad interhemisférica, la investigación aquí planteada está guiada por dicho modelo, el cual, tal y como se ha comentado anteriormente, plantea la existencia de una rivalidad interhemisférica manifestada en las influencias inhibitorias mutuas y recíprocas que los hemisferios cerebrales ejercen el uno sobre el otro (Kinsbourne, 1977a, b).

Tal y como sostienen Fierro, Brighina y Bisiach (2006), la TMS constituye una herramienta ideal para la investigación en alteraciones de carácter neuropsicológico, como la heminegligencia, puesto que además de ayudar al esclarecimiento de sus bases neuroanatómicas, permite ahondar en las bases neurofuncionales de las mismas, ya que posibilita el estudio del curso temporal de las funciones cognitivas a través de la potenciación o inhibición de diferentes áreas corticales en diferentes momentos temporales. A todo esto se suma una gran resolución espacial y temporal de la técnica.

4.2. Material y métodos

4.2.1. Muestra

20 sujetos (6 hombres y 14 mujeres) de edades comprendidas entre los 21 y 45 años fueron reclutados de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC), la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) y el Interdisciplinary Internet Institute (IN3). Todos ellos han participado en el estudio de forma voluntaria y no retribuida, y ninguno había participado anteriormente en ningún experimento con TMS.

Los criterios de exclusión para la selección de la muestra fueron aplicados siguiendo las guías actuales existentes para la investigación con TMS (Rossi *et al.*, 2009). Todos los participantes fueron informados del procedimiento del estudio y firmaron el consentimiento informado antes de tomar parte en él. La investigación ha sido aprobada por el Comité de Ética del IN3.

4.2.2. Paradigma experimental

La tarea diseñada para este propósito es una tarea de detección de estímulos en la cual el sujeto debe informar, pulsando diferentes teclas del teclado de un ordenador, de si el estímulo *target* está presente o no en cada uno de los ensayos. La elección de este tipo de paradigma se debe a que diferentes autores (*i.e.* Karnath *et al.*, 2004; Muggleton, Cowey y Walsh, 2008) consideran que los paradigmas de detección de estímulos son más adecuados que las tareas de bisección de líneas (tan empleadas en el estudio de la heminegligencia) para estudiar el papel que juegan las estructuras cerebrales parietales en la heminegligencia visoespacial.

En la tarea se presenta un estímulo a la derecha o a la izquierda de una pantalla de ordenador y el sujeto debe presionar la tecla “b” si aparece el estímulo *target* (una circunferencia con una trama de líneas diagonales inclinadas 45° hacia la derecha; ver figura 1) sea cual sea la posición en la que este aparezca, y la “n” si el *target* no está presente y aparece uno de los dos distractores posibles (con diferente grado de dificultad; ver figura 1). Cada ensayo comienza con la aparición de una cruz de fijación (+) seguida por la presentación del estímulo (*target*, distractor fácil o distractor difícil).

El número total de ensayos para cada condición es de 400, divididos en 4 bloques de 100 ensayos cada uno. El estímulo *target* aparece en el 50% de los ensayos. En los ensayos en los que aparece el *target*, el 50% de los casos se presenta en la parte izquierda de la pantalla y en el otro 50% en la parte derecha.

Los ensayos de cada condición son los mismos, pero son presentados de manera aleatoria en cada uno de ellos.

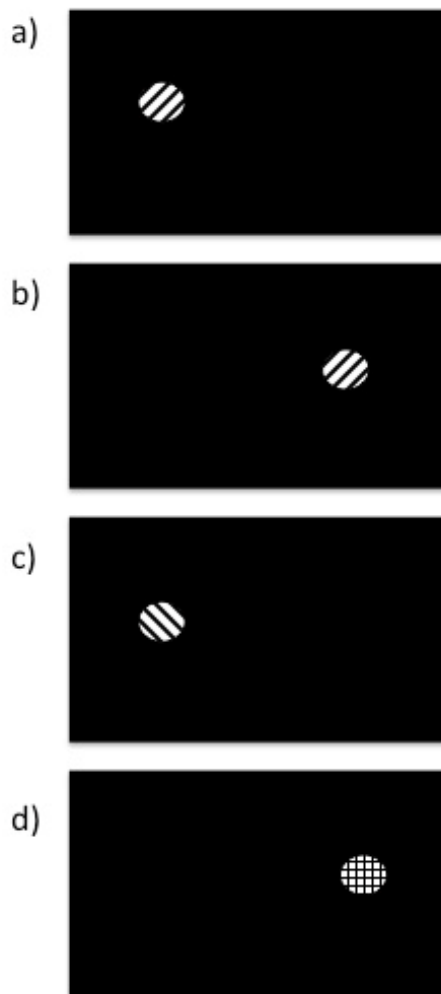


Figura 1. Ejemplo de ensayos a) con estímulo *target* presente a la izquierda, b) con estímulo *target* presente a la derecha, c) con estímulo distractor difícil a la izquierda y d) con estímulo distractor fácil a la derecha.

La tarea ha sido diseñada y presentada con el programa informático E-Prime, a través del cual también se han recogido los datos sobre la ejecución de cada participante (aciertos, errores y tiempos de reacción).

4.2.3. Procedimiento

Se trata de un paradigma on-line en el que la TMS se aplica durante la ejecución por parte del sujeto de una tarea de detección visual. En los paradigmas de estimulación on-line la aplicación de los pulsos de TMS se aplica de manera simultánea a la realización de una tarea por parte del sujeto, de modo que los efectos de la estimulación se producen en tiempo real y no diferido. La TMS de pulso único ha sido aplicada en las áreas AG y SMG del hemisferio derecho 120 ms., 150 ms. y 200 ms. tras la aparición del estímulo, generándose así 4 condiciones diferentes dentro de cada área cerebral (120, 150, 200 y *sham*), las cuales se han ordenado de forma contrabalanceada. Los sujetos han pasado por las 4 condiciones de un área, de forma que 10 participantes han sido estimulados en AG y otros 10 en SMG.

Para la localización del AG y el SMG en cada participante se ha empleado un sistema de neuronavegación estereotáxico que incorpora los datos de la resonancia magnética estructural de cada uno de los sujetos. Este sistema permite una gran exactitud en la localización de dichas áreas de manera personalizada (Sack et al., 2009; Sparing et al., 2010). Las imágenes se adquirieron con una resonancia Siemens Esenza de 1.5 Tesla. La secuencia utilizada para adquirir las imágenes 3D fue una T1-mpr-transversal-iso. Se utilizaron los siguientes parámetros: matrix de 256x256, con una Field of View de 256 mm, TR¹:1930, TE: 5.12, TA: 5' 08", dirección de fase de derecha a izquierda y grosor de corte de 1mm.

La intensidad a la que ha sido aplicada la TMS ha sido del 100% del umbral motor, medido previamente en cada uno de los sujetos. Siguiendo el protocolo empleado por Chambers y sus colaboradores (2006), en la condición *sham* se administró TMS sobre el área correspondiente pero posicionando la bobina de manera perpendicular a la cabeza.

¹ TR tiempo de repetición; TE tiempo de echo; TA tiempo de adquisición.

4.3. Resultados esperados

En la literatura científica revisada no existe apenas investigación en la que se estudien dos áreas diferentes dentro de la corteza parietal en diferentes momentos temporales. Por este motivo, consideramos que el estudio aquí presentado es de gran interés para ahondar en las bases neuroanatómicas y la cronometría de la heminegligencia.

Basándonos en la evidencia empírica publicada, esperamos que el efecto de la TMS en las dos áreas afecte a la ejecución de los sujetos en la tarea de detección visual de diferente modo, siendo determinante el intervalo de tiempo entre la presentación del estímulo y la aplicación de la TMS. Así, esperamos que la estimulación tanto del AG como del SMG del hemisferio derecho genere en el sujeto una peor detección de los estímulos presentados en el hemicampo izquierdo, pero el empobrecimiento del rendimiento será de mayor o menor intensidad en función del tiempo que trascurra entre la aparición del estímulo y la aplicación de la TMS.

Cuando la TMS se aplique sobre el AG se espera que empeore el rendimiento en la tarea tanto con SOA=120 ms., como con SOA=150 ms., aunque será más marcado en el primer caso. Con SOA=200 ms. y en la condición *sham* no se esperan efectos. Por el contrario, cuando el área estimulada sea el SMG el peor rendimiento se producirá con SOA=150 ms., aunque también se verá efecto con SOA=120 ms. Igual que en el caso de AG, con SOA=200 ms. y en la condición *sham*, la ejecución en la tarea no se verá afectada.

5. Referencias bibliográficas

- Amassian, V. E., Cracco, R. Q., Maccabee, P. J., Cracco, J. B., Rudell, A., & Eberle, L. (1989). Suppression of visual perception by magnetic coil stimulation of human occipital cortex. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 74(6), 458-462.
- Ashbridge, E., Walsh, V., & Cowey, A. (1997). Temporal aspects of visual search studied by transcranial magnetic stimulation. *Neuropsychologia*, 35(8), 1121-1131.
- Bisley, J. W., & Goldberg, M. E. (2003). Neuronal activity in the lateral intraparietal area and spatial attention. *Science*, 299, 81-86.
- Chambers, C. D., & Heinen, K. (2010). TMS and the functional neuroanatomy of attention. *Cortex*, 46(1), 114-117.
- Chambers, C. D., & Mattingley, J. B. (2005). Neurodisruption studies of selective attention: Insights and implications. *Trends in Cognitive Neurosciences*, 9, 542-550.
- Chambers, C. D., Payne, J. M., & Mattingley, J. B. (2007). Parietal disruption impairs reflexive spatial attention within and between sensory modalities. *Neuropsychologia*, 45, 1715-1724.
- Chambers, C. D., Payne, J. M., Stokes, M., & Mattingley, J. B. (2004). Fast and slow parietal pathways mediate spatial attention. *Nature Neuroscience*, 7, 217-218.
- Chambers, C. D., Stokes, M., & Mattingley, J. B. (2004). Modality-specific control of strategic attention in parietal cortex. *Neuron*, 44, 925-930.
- Chambers, C. D., Stokes, M., Janko, N., & Mattingley, J. B. (2006). Enhancement of visual selection during transient disruption of parietal cortex. *Brain Research*, 1097, 149-155.
- Committeri, G., Pitzalis, S., Galati, G., Patria, F., Pelle, G., Sabatini, U., Castriota-Scanderbeg, A., Piccardi, L., Guariglia, C., & Pizzamiglio, L. (2007). Neural bases of personal and extrapersonal neglect in humans. *Brain*, 130, 431-441.
- Corbetta, M., Kincade, M., Lewis, C., Snyder, A. Z., & Sapir, A. (2005). Neural basis and recovery of spatial attention deficits in spatial neglect. *Nature Neuroscience*, 8, 1603-1610.
- Dambeck, N., Sparing, R., Meister, I. G., Wienemann, M., Weidemann, J., Topper, R., & Boroojerdi, B. (2006). Interhemispheric imbalance during visuospatial attention investigated by unilateral and bilateral TMS over human parietal cortices. *Brain Research*, 1072(1), 194-199.

- Donner, T. H., Kettermann, A., Diesch, E., Ostendorf, F., Villringer, A., & Brandt, S. A. (2002). Visual feature and conjunction searches of equal difficulty engage only partially overlapping frontoparietal networks. *Neuroimage*, 15(1), 16–25.
- Donner, T., Kettermann, A., Diesch, E., Ostendorf, F., Villringer, A., & Brandt, S. A. (2002). Involvement of the human frontal eye field and multiple parietal areas in covert visual selection during conjunction search. *European Journal of Neuroscience*, 12(9), 3407-3414.
- Doricchi, F., & Tomaiuolo, F. (2003). The anatomy of neglect without hemianopia: a key role for parietal-frontal disconnection? *Neuroreport*, 14, 2239-2243.
- Driver, J. & Mattingley, J.B. (1998). Parietal neglect and visual awareness. *Nature Neuroscience*, 1(1), 17-22.
- Driver, J., Vuilleumier, P., & Husain, M. (2004). Spatial neglect and extinction. En Gazzaniga, M. (Ed.). *The new cognitive neurosciences III*. Cambridge, MA: MIT Press. p. 589-606.
- Fierro, B., Brighina, F., & Bisiach, E. (2006). Improving neglect by TMS. *Behavioral Neurology*, 17(3-4), 169-176.
- Fierro, B., Brighina, F., Oliveri, M., Piazza, A., La Bua, V., Buffa, D., & Bisiach, E. (2000). Contralateral neglect induced by right posterior parietal rTMS in healthy subjects. *Neuroreport*, 15(11), 1519-1521.
- Fierro, B., Filippo, B., Piazza, A., Oliveri, M., & Bisiach, E. (2001). Timing of right parietal and frontal cortex activity in visuo-spatial perception: A TMS study in normal individuals. *Neuroreport*, 12(11), 2605-2607.
- Fink, G. R., Marshall, J. C., Shah, N. J., Weiss, P. H., Halligan, P. W., Grosse-Ruyken, M., Ziemons, K., Zilles, K., & Freund, H. J. (2000). Line bisection judgments implicate right parietal cortex and cerebellum as assessed by fMRI. *Neurology*, (54), 1324-1331.
- Ge, S., Matsuoaka, A., Ueno, S., & Iramina, K. (2007). Transcranial magnetic stimulation study of temporal aspect of posterior parietal cortex in visual search. *Internationa Congress Series*, 1300, 287-290.
- Ghacibeh, G. A., Shenker, J. I., Winter, K. H., Triggs, W. J., & Heilman, K. M. (2007). Dissociation of neglect subtypes with transcranial magnetic stimulation. *Neurology*, 69(11), 1122-1127.
- He, B. J., Snyder, A. Z., Vicent, J. L., Epstein, A., Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2007). Breakdown of functional connectivity in frontoparietal networks underlies behavioral deficits in spatial neglect. *Neuron*, 6, 905-918.
- Heilman, K. M., Valenstein, E., & Watson, R.T. (2000). Neglect and related disorders. *Semin Neurol*, 20, 463-470.

- Hilgetag, C. C., Kötter, R., & Young, M. P. (1999). Inter-hemispheric competition of sub-cortical structures is a crucial mechanism in paradoxical lesion effects and spatial neglect. *Progress in Brain Research*, 21, 121-141.
- Hillis, A. E., Newhart, M., Heidler, J., Barker, P.B., Herskovits, E.H., & Degaonkar, M. (2005). Anatomy of spatial attention: insights from perfusion imaging and hemispatial neglect in acute stroke. *Journal of Neuroscience*, 25, 3161-3167.
- Hopfinger, J. B., Buonocore, M. H., & Mangun, G. R. (2000). The neural mechanisms of top-down attentional control. *Nature Neuroscience*, 3, 284-291.
- Juan, C. H., & Walsh, V. (2003). Feedback to V1: A reverse hierarchy in vision. *Experimental Brain Research*, 150, 259-263.
- Karnath HO, Milner AD, Vallar G. (2002). The cognitive and neural bases of spatial neglect. Oxford: Oxford University Press.
- Karnath, H. O., Fruhmann Berguer, M., Küker, W., & Rorden, C. (2004). The anatomy of spatial neglect based on voxelwise statistical analysis: A study of 140 patients. *Cerebral Cortex*, 14, 1164-1172.
- Kinsbourne, M. (1977a). Hemi-neglect and hemisphere rivalry. In E. A. Weinstein, & R. P. Friedland (Eds.), *Hemi-inattention and hemisphere specialization. advances in neurology (vol. 18)*. (pp. 41-49). New York: Raven Press.
- Kinsbourne, M. (1977b). Hemi-neglect and hemisphere rivalry. *Advances in Neurology*, 18, 41-49.
- Kinsbourne, M. (1987). Mechanisms of unilateral neglect. In M. Jeannerod (Ed.), *Neurophysiological and neuropsychological aspects of spatial neglect*. (pp. 69-86). Amsterdam: North-Holland.
- Kinsbourne, M. (1993). Orientational bias model of unilateral neglect: Evidence from attentional gradients within hemispace. In I. H. Robertson, & J. Marshall (Eds.), *Unilateral neglect: Clinical and experimental studies*. (pp. 63-86). Hove (UK): LEA Publishers.
- Koch, G., Oliveri, M., Cheeran, B., Ruge, D., Lo Gerfo, E., & et al. (2008). Hyperexcitability of parietal-motor functional connections in the intact left-hemisphere of patients with neglect. *Brain*, 131, 3147-3155.
- Ladavas, E. (1990). Selective spatial attention in patients with visual extinction. *Brain*, 113, 1527-1538.
- Mesulam, M. M. (1999). Spatial attention and neglect: Parietal, frontal and cingulate contributions to the mental representation and attentional targeting of salient extrapersonal events. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 354, 1325-1346.

- Mesulam, M. M. (1981). A cortical network for directed attention and unilateral neglect. *Annals of Neurology*, 10(4), 309-325.
- Mort, D. J., Malhotra, P., Manna, S. K., Rorden, C., Pambakian, A., Kennard, C., & Husain, M. (2003). The anatomy of visual neglect. *Brain*, 126, 1986-1997.
- Muggleton, N. G., Cowey, A., & Walsh, V. (2008). The role of the angular gyrus in visual conjunction search investigated using signal detection analysis and transcranial magnetic stimulation. *Neuropsychologia*, 46, 2198-2202.
- Müri, R. M., Böhler, R., Heinemann, D., Mosimann, U. P., Felblinger, J., Schlapfer, T. E., & Hess, C.V. (2002). Hemispheric asymmetry in visuo-spatial attention assessed with transcranial magnetic stimulation. *Experimental Brain Research*, 143, 426-430.
- Oliveri, M., & Vallar, G. (2009). Parietal versus temporal lobe components in spatial cognition: Setting the mid-point of a horizontal line. *Journal of Neuropsychology*, 3, 201-211.
- Oliveri, M., Rossini, P. M., Cicinelli, P., Traversa, R., Pasqualetti, P., Filippi, M. M., & Caltagirone, C. (2000). Neurophysiological evaluation of tactile space perception deficits through transcranial magnetic stimulation. *Brain Research Protocols*, 5(1), 25-29.
- Oliveri, M., Rossini, P. M., Traversa, R., Cicinelli, P., Filippi, M. M., Pasqualetti, P., Tomaiuolo, & Caltagirone, C. (1999). Left frontal transcranial magnetic stimulation reduces contralesional extinction in patients with unilateral right brain damage. *Brain*, 122, 1731-1739.
- O'Shea, J., Muggleton, N. G., Cowey, A., & Walsh, V. (2004). Timing of target discrimination in human frontal eye fields. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(6), 1060-1067.
- Payne, B. R., & Rushmore, R. J. (2004). Functional circuitry underlying natural and interventional cancellation of visual neglect. *Experimental Brain Research*, 154, 127-153.
- Rossi, S., Hallett, M., Rossini, P., Pascual-Leone, A., & The Safety of TMS Consensus Group (2009). Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research. *Clinical Neurophysiology*, 120, 2008-2039.
- Rushworth, M. F. S., Ellison, A., & Walsh, V. (2001). Complementary localization and lateralization of orienting and motor attention. *Nature Neuroscience*, 4, 656-661.
- Sack, A.T., Cohen Kadosh, R., Schuhmann, T., Moerel, M., Walsh, V. & Goebel, R. (2009). Optimizing functional accuracy of TMS in cognitive studies: a comparison of methods. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21 (2), 207-221.

- Seyal, M., Masuoka, L. K., & Browne, J. K. (1992). Suppression of cutaneous perception by magnetic pulse stimulation of the human brain. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 85(6), 397-401.
- Seyal, M., Ro, T., & Rafal, R. (1995). Increased sensitivity to ipsilateral cutaneous stimuli following transcranial magnetic stimulation of the parietal lobe. *Annals of Neurology*, 38, 264–267.
- Seyal, M., Siddiqui, I., & Hundal, N. S. (1997). Suppression of spatial localization of a cutaneous stimulus following transcranial magnetic pulse stimulation of the sensorimotor cortex. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 05, 24-28.
- Smania, N., Martini, M. C., Gambina, G., Tomelleri, G., Palamara, A., Natale, E., & Marzi, C. A. (1998). The spatial distribution of visual attention in hemineglect and extinction patients. *Brain*, 121, 1759-1770.
- Sparing, R., Hesse, M.D., Fink, G.R. (2010). Neuronavigation for transcranial magnetic stimulation (TMS): where we are and where we are going. *Cortex*, 46(1), 118-120.
- Vuilleumier, P., Hester, D., Assal, G., & Reglo, F. (1996). Unilateral spatial neglect recovery after sequential strokes. *Neurology*, 46, 184-189.
- Walsh, V., Ellison, A., Ashbridge, E., & Cowey, A. (1998). The role of the parietal cortex in visual attention—hemispheric asymmetries and the effects of learning: A magnetic stimulation study. *Neuropsychologia*, 37(2), 245-251.

Abstract

The present paper includes a review of the literature focused on the study of neglect syndrome with TMS the technique (single and paired pulse) and the proposal and development of a study about the temporal involvement of angular gyrus and supramarginal gyrus in this syndrome. Despite the existing empirical evidence on the role of the parietal cortex in visual attention, the specific role of each of its subarea is far from clear, nor the time course of parietal neural activity.

Neglect has become an interesting object of study for groups carrying out research with TMS, given the capacity of this technique to establish causal relationships between brain function and behavior by producing transient virtual lesions. Furthermore, this technique allows the study of the temporal course of cognitive functions by exciting or inhibiting different cortical areas at different times.

The research that is being carried out currently in Cognitive Neuro-Lab (IN3) is focused on the study of two brain areas of parietal cortex which, according to empirical evidence available, seems to play a key role in occurrence of neglect. Using an on-line experimental paradigm of single-pulse TMS we try to shed some light on the functional neuroanatomy and timing of neglect.

Key words

Attention, transcranial magnetic stimulation, angular gyrus, supramarginal gyrus, neglect.

Resum

El present treball inclou una revisió de la bibliografia existent centrada en l'estudi de la síndrome de heminegligència amb la tècnica de TMS de pols únic i apariat, així com el plantejament i desenvolupament d'un estudi sobre la implicació temporal del gir angular i el gir supramarginal en aquesta alteració. Malgrat l'evidència empírica existent sobre el paper de l'escorça parietal en l'atenció visual, la funció específica de cadascuna de les subàrees que la componen dista molt d'estar clara, com tampoc ho està el curs temporal de l'activitat neural parietal

La heminegligència s'ha convertit en un interessant objecte d'estudi en grups que duen a terme recerca amb TMS, donat el potencial de la tècnica per establir relacions causals entre el funcionament cerebral i la conducta mitjançant la producció de lesions virtuals transitòries. A més, aquesta tècnica permet l'estudi del curs temporal de les funcions cognitives mitjançant la potenciació o inhibició de diferents àrees corticals en diferents moments.

La recerca que s'està duent a terme en l'actualitat en el Cognitive Neuro-Lab de l'IN3 se centra en l'estudi de dues àrees cerebrals de l'escorça parietal la lesió de la qual, segons l'evidència empírica disponible, sembla que exerceix un paper fonamental en l'aparició de la heminegligència. Emprant un paradigma experimental on-line de TMS de pols únic tractem de llançar una mica de llum a la neuroanatomia funcional i la cronometria de la heminegligència.

Paraules clau

Atenció, Estimulació magnètica transcranial, gir angular, gir supramarginal, heminegligència.