

Técnicas para la evaluación y la remediación de los efectos de la privación de sueño empleando resonancia magnética funcional estimulación magnética transcraneal

El sueño es importante para la recuperación del cuerpo y la consolidación de la memoria. La falta de sueño puede provocar ataques cardíacos, diabetes y presión arterial alta. Varios estudios informan de una disminución del rendimiento cognitivo después de la privación del sueño, especialmente en la memoria de trabajo. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de la privación del sueño en la memoria de trabajo utilizando la tarea N-back con tres niveles de carga (0-back, 1-back y 2-back).

Evaluación:

Una tarea N-Back consiste en la presentación de estímulos de forma secuencial (secuencias de palabras imágenes, etc), en la que los participantes deben determinar si el estímulo actual coincide con el que se mostró hace 'n' ensayos con "n" variables para aumentar o disminuir la carga cognitiva.

La figura 1 muestra el esquema para las tareas 0-back, 1back y 2-back. En el caso de 0-Back, se solicita que el sujeto oprima una botonera cuando la letra Y aparece después de que aparezca la letra X. Esta sería la respuesta correcta Target, T. En el caso de la tarea 1-back, el sujeto debe oprimir la botonera cuando se presente la

misma letra que se había presentado inmediatamente antes de la del ensayo. En este caso se ve cuando se presenta la segunda Y y la segunda P. La tarea 2back consiste en evaluar si el sujeto recuerda la letra que se presentó dos eventos antes. Es decir, cuando responde que las letras F y H aparecieron dos eventos antes.

Doce voluntarios sanos (hombres y mujeres) se sometieron a 24 horas de privación del sueño (SD). Y se aplicaron las pruebas de 2-Back mientras se realizaba un estudio de imagenología por resonancia magnética funcional (fMRI) empleando un equipo Philips Achieva de 3T de campo magnético. Se obtuvieron 480 scans por sujeto. Se observó que después de la privación hubo una disminución de la precisión de sus respuestas, mientras que los tiempos de reacción aumentaron. Se encontró una disminución de la activación después de la privación del sueño, principalmente en el lóbulo frontal, el área de Wernicke y en algunas otras áreas ubicadas en el lóbulo occipital, el lóbulo parietal y los lóbulos temporales. También encontramos una mayor activación en el cíngulo, la ínsula y algunas otras áreas ubicadas en el lóbulo temporal y los lóbulos parietales. Estos resultados confirman la evidencia previa de que los lóbulos frontales se ven

0-back						
F	Y	X	Q	X	P	X
NT	NT	T	NT	T	NT	T
1-back						
F	Y	Y	Q	X	P	P
NT	NT	T	NT	NT	NT	T
2-back						
F	Y	F	Q	H	P	H
NT	NT	T	NT	NT	NT	T

Figura 1 muestra el esquema para las tareas 0-back, 1back y 2-back

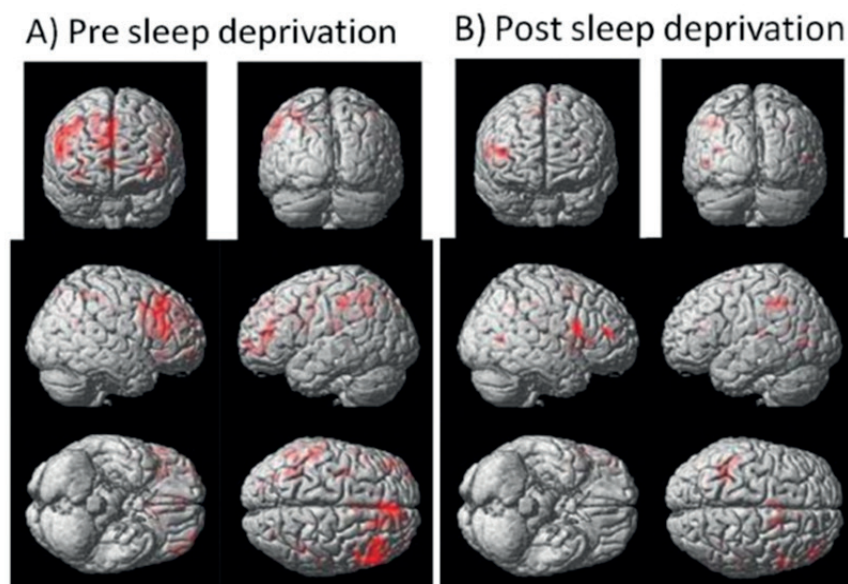


Figura 2 resultados de las respuestas a las tareas 2Back antes y después de la privación de sueño

seriamente comprometidos después de la privación del sueño.

La figura 2 muestra los resultados de las respuestas a las tareas 2Back antes y después de la SD en proyecciones axiales, coronales y sagitales de regiones que muestran activación significativa. Se encuentra una disminución de las respuestas en las zonas frontales. Según los resultados, los lóbulos frontales, que son conocidos por involucrar funciones de memoria de trabajo, se comprometen seriamente después de SD y esto se puede observar a través de una disminución en la precisión y el aumento en los tiempos de reacción [3].

B: Remediación

La estimulación magnética transcraneal (TMS) es una técnica de neuroestimulación y neuromodulación utilizada desde 1980. TMS ha demostrado su efectividad para tratamientos clínicos como la depresión y se ha utilizado en neurociencia cognitiva para diferentes protocolos experimentales.

En este caso, quisimos evaluar si la técnica TMS podría revertir la baja de desempeño producida por la privación de sueño. Para evaluar los efectos repetitivos de estimulación magnética transcraneal (RTMS), se pueden usar imágenes de fMRI. Para la evaluación del rendimiento se aplicaron las técnicas previamente descritas para la tarea del 2-Back en sujetos con SD, antes y después de la estimulación.

Para la aplicación de TMS repetitivo de alta frecuencia, se usó una bobina en forma de 8 junto con el estimulador MAPPRO R30 (Magventure®). Antes del estudio, los sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de los tres grupos de estimulación diferentes: giro frontal medio (MFG), giro occipital medio (MOG) o estimulación simulada (sham). Los objetivos fueron seleccionados de acuerdo con referencias anatómicas.

En el caso de la estimulación simulada, la bobina se colocó perpendicularmente a la cabeza (ángulo de 90 °) con un ala tocando



Figura 3 Estimulador MAPPRO R30 (izquierda), posicionamiento de la bobina (derecha)

el cuero cabelludo. Usando esta técnica, el sujeto no puede determinar si la estimulación es falsa o verdadera.

Las áreas de estimulación se seleccionaron debido a su participación en la memoria de trabajo y los efectos de la privación del sueño. La estimulación consistió en una sola sesión de 20 minutos con una frecuencia de 5Hz (estimulación 10seg, pausa de 50Seg.). Esta se administró en el hemisferio izquierdo al 100% del umbral del motor (MT es la intensidad de la estimulación que activa la corteza motriz).

La adquisición de las imágenes y el paradigma aplicado fueron los mismos que se describieron en la sección anterior.

En medio de la sesión de estimulación, se pidió a los sujetos que indicaran la sensación en el cuero cabelludo en una escala de 1 (sin sentimiento) a 10 (doloroso). En promedio, la medida de sensación fue de

3 (± 1.9), lo que indica que los voluntarios no pudieron distinguir si era una estimulación verdadera o falsa.

También se aplicaron escalas analógicas visuales (VAS), antes y después de la estimulación (0: valor mínimo y 10: valor máximo) para la evaluación perceptiva del estado de ánimo en diferentes categorías.

Según los resultados de VAS, se encontró un aumento posterior a TMS en la categoría de felicidad en ambos sitios de estimulación verdadera (MFG y MOG), pero no se encontró ningún efecto en el grupo de estimulación simulada. En la categoría de ira, se encontró disminución en todos los sitios de estimulación, mientras que la mayor disminución se encontró en el grupo de estimulación MOG. En la categoría de incomodidad, se observó disminución solo en el grupo de estimulación MFG y el aumento fue más pronunciado en el grupo simulado.



Figura 4 escalas analógicas visuales (VAS)

El análisis de los datos de fMRI se centra en los contrastes 1-back > 0-back y 2-back > 0 contrastes por grupo de estimulación. En los sujetos estimulados en la circunvolución frontal media, se encontró un aumento en la activación para ambos contrastes (1-back > 0-back y 2-back > 0-back), de acuerdo con los mapas estadísticos obtenidos; especialmente en áreas relacionadas con lóbulos frontales, algunas partes de Lóbulo occipital y temporal, y en muy pocas áreas del lóbulo parietal.

Si bien nuestros resultados deben considerarse preliminares, los sujetos privados de sueño con estimulación verdadera mostraron una mejora en la percepción y el rendimiento, especialmente en aquellos con estimulación de MOG, en comparación con el grupo de estimulación simulada.

En los sujetos estimulados en el giro occipital medio, se encontraron menos respuestas incorrectas y tiempos de respuesta más cortos. La precisión más baja y los tiempos de respuesta más largos se encontraron en sujetos con estimulación simulada. Los resultados obtenidos son consistentes con los reportados en la literatura. La figura 5 muestra la superficie 3D de las

respuestas cerebrales antes y después de la privación del sueño en A) grupo MFG, b) grupo MOG y C) grupo simulado, para mostrar de manera general el patrón de actividad ($p < 0.001$).

En resumen, los resultados indican que existen diferencias entre los diferentes sitios de estimulación, por lo que será interesante explorar más a fondo estas áreas con una población de mayor tamaño. Además, debemos mencionar que la aplicación de estimulación magnética transcraneal de alta frecuencia se administró de manera segura para todos los sujetos y no se encontraron efectos secundarios graves durante o después de la sesión de estimulación [4].

J. Azpiroz-Leehan, M. Cadena and N. Ramos-Ibañez, "Comparative statistical analysis between two methods for the measurement of visceral fat in humans," 2013 Pan American

Health Care Exchanges (PAHCE), Medellín, Colombia, 2013, pp. 1-4, doi: 10.1109/PAHCE.2013.6568304.

Paloma Almeda-Valdes, Donaji V Gómez

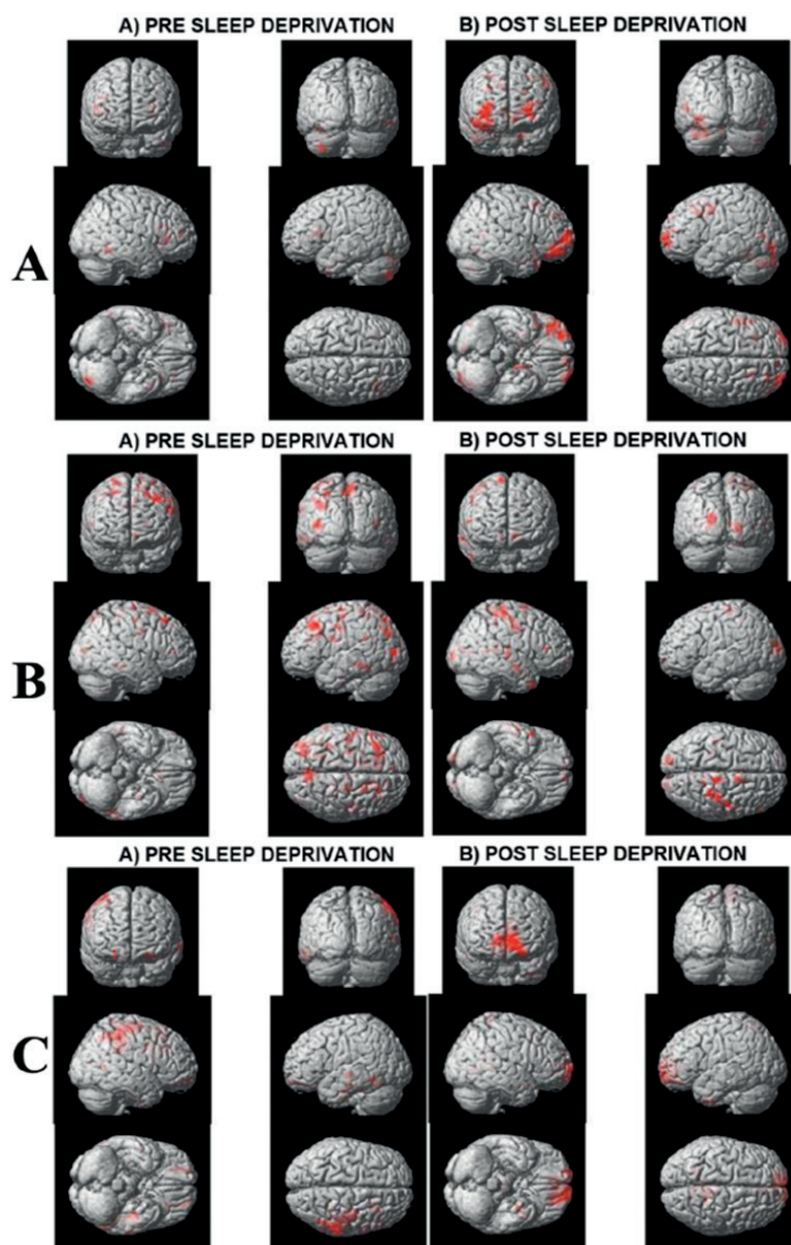


Figura 5 superficie 3D de las respuestas cerebrales antes y después de la privación del sueño

Velasco, Olimpia Arellano Campos, Omar Yaxmehen Bello-Chavolla, Magdalena del Rocío Sevilla-González, Tannia Viveros Ruiz, Alexandro J Martagón Rosado, Claudia J Bautista, Liliana Muñoz Hernández, Ivette Cruz-Bautista, Hortensia Moreno-Macias, Alicia Huerta-Chagoya, Karen Guadalupe Rodríguez-Álvarez,

Geoffrey A Walford, Suzanne B R Jacobs, Luz E Guillen Pineda, Ma Luisa Ordoñez-Sánchez, Ernesto Roldan-Valadez, Joaquín Azpiroz, Jannette Furuza-wa-Carballeda, Patricia Clark, Miguel F Herrera-Hernández, Elena Zambrano, Jose C Florez, María Teresa Tusié Luna, Carlos A Aguilar-Salinas, The SLC16A11

risk haplotype is associated with decreased insulin action, higher transaminases and large-size adipocytes, *European Journal of Endocrinology*, Volume 180, Issue 2, Feb 2019, Pages 99–107, <https://doi.org/10.1530/EJE-18-0677>

Martínez-Cancino DP, Azpiroz-Leehan J, Jiménez-Angeles L. The effects of sleep deprivation in working memory using the n-back task. In: VI Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2014, Paraná, Argentina 29, 30 & 31 October 2014, 2015 (pp. 421-424). Springer International Publishing.

Martínez-Cancino, Diana Paulina, et al. "Effects of high frequency rTMS on sleep

deprivation: a pilot study." *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. IEEE, 2016.

Del Angel, Francisco Lopez, Joaquin Azpiroz Leeahan, Fabiola Martínez, Emilio Sacristán Rock,

Andrés Morón, Gerardo Rosas, Ángel Fonseca et al. "Improved Outcomes in Hemodialysis/ Hemodiafiltration Treatments Applying Exercise and Physiological Monitoring Techniques: Preliminary Results." In *2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, pp. 5527-5530. IEEE, 2019.