

Desarrollo y validación de un sistema de fotobioestimulación transcraneal no invasivo basado en luz del infrarrojo cercano, para la modulación de oscilaciones cerebrales

Julio Nicolás Reyes^{1*}

Mario Andrés Valderrama¹

¹ Departamento de ingeniería Biomédica Universidad de los Andes, Bogotá D.C, Colombia.
Biomedical Signal Processing in Neurosciences

Universidad de los Andes
Colombia



INTRODUCCIÓN

La fotobiomodulación (PBM, por sus siglas en inglés) es la ciencia implicada en estimular tejido utilizando luz en el espectro del infrarrojo cercano (near-infrared, NIR). Este tipo de estimulación es de gran interés en la actualidad; estudios recientes han mostrado que la fotobiomodulación promueve el inicio de eventos endógenos en las células, y que como resultado genera una mayor producción de ATP y algunos mecanismos de neuroprotección. Estos procesos están asociados como potenciales tratamientos de enfermedades neurodegenerativas como es el caso del Parkinson y del Alzheimer. [1,2,11,12,19]

Se diseñó y elaboró un dispositivo no invasivo de fotobiomodulación transcraneal que como fuente de luz NIR utiliza LEDs de potencia, se nombró: **NIRCo-Stimulator**. En este proyecto se busca identificar y validar si el dispositivo tiene la capacidad inducir ritmos cerebrales a diferentes frecuencias y ciclos útiles.

SISTEMA DE ESTIMULACIÓN

Etapas 1: El sistema consta de una pantalla táctil que muestra una interfaz gráfica, en ella se escogen los parámetros de estimulación como: frecuencia, ciclo útil de la señal, duración y el protocolo (encendido y apagado). Una vez escogidos los parámetros, se envían los pulsos al circuito NIRCo-Stimulator

Etapas 2: NIRCo-Stimulator recibe los pulsos, aísla las señales y las distribuye a dos partes:

1): Al Micromed, este es el equipo de adquisición de señales de electroencefalografía (EEG). Se requiere un divisor de voltaje, porque el Micromed no puede recibir señales superiores a 300-400 μ v.

2): A los LEDs. Se requiere de una etapa de potencia para manejar la corriente, los LEDs se ubican en la cabeza de la persona para estimular transcranialmente el tejido neural.

Etapas 3: Las señales de EEG son registradas en el computador mediante el software del equipo, System Plus.

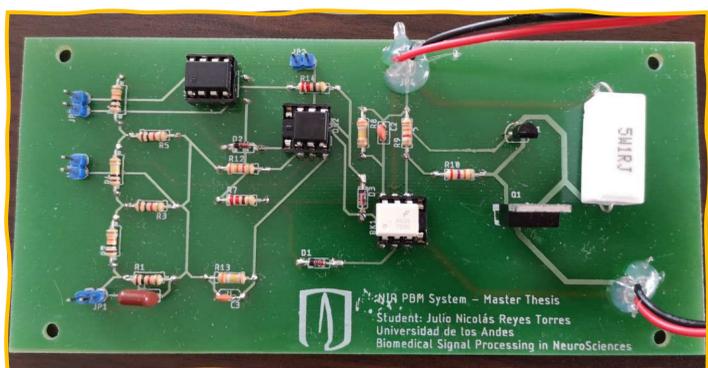


Figura 1. Circuito del sistema NIRCo-Stimulator

DISEÑO EXPERIMENTAL

Se tomaron registros de EEG en 10 pacientes entre los 12 a 69 años. La zona de estimulación es \approx F3 y los electrodos de interés son: Fp1-Fp2, F4, C3-Cz-C4, T5-T6, O1-O2. Los electrodos se ubican en base al montaje internacional 10-20 y el análisis se hace tanto monopolar como bipolar.

Nota: Actualmente se lleva a cabo una nueva serie de experimentos con el dispositivo, la idea es aumentar el tamaño de la muestra.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

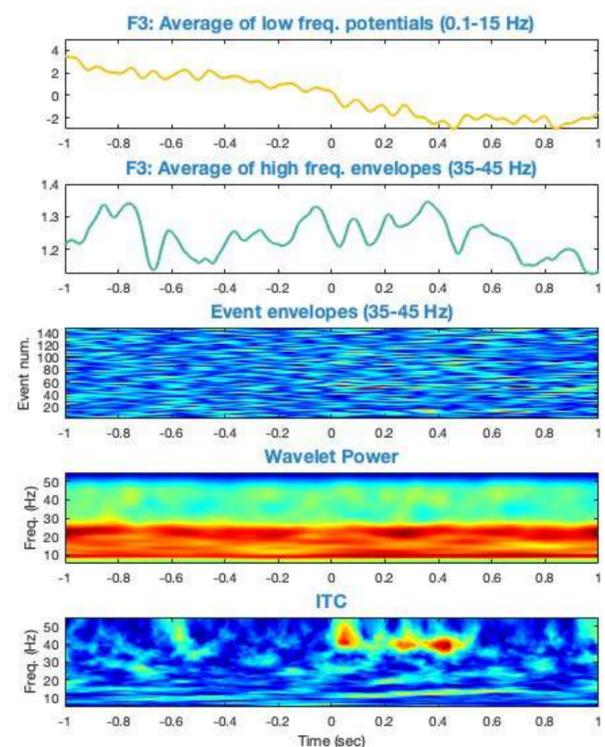


Figura 2. Análisis de la señal para electrodo F3 y con parámetros de estimulación: $f = 40\text{Hz}$, $t_{on} = 0,5\text{s}$, $t_{off} = 1,5\text{s}$.

DETALLES DEL ANÁLISIS PLANTEADO (Figura 2)

- **Fila 1:** Se hace un filtro IIR (respuesta infinita al impulso) de cada evento y se obtiene el promedio de los potenciales de baja frecuencia
- **Fila 2:** Se grafica el promedio de las envolventes de los potenciales de alta frecuencia
- **Fila 3:** Es la superposición de todas las envolventes de alta frecuencia
- **Fila 4:** Análisis en el dominio de la frecuencia usando una transformada Morse
- **Fila 5:** Se calcula el ITC, es una técnica del procesamiento digital, permite resaltar la frecuencia de mayor actividad.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a lo largo de los experimentos muestran que el dispositivo (NIRCo Stimulator) sí tiene la capacidad de modular una actividad cerebral de 40 Hz (ondas Gamma). Además, los resultados sugieren que al estimular el tejido cerebral, las ondas cerebrales lentas (Debajo de 15 Hz) tienen a disminuir su actividad, como si estas neuronas ahora se sincronizaran para activar oscilaciones a 40 Hz.

Referencias

- [1]. Reza Zomorodi, Genane Loheswaran, Abhiram Push paraj, and Lew Lim. "Pulsed Near Infrared Transcranial and Intranasal Photobiomodulation Significantly Modulates Neural Oscillations: a pilot exploratory study". In: Scientific Reports 9.1 (2019), pp. 1–11. ISSN: 20452322. DOI: 10.1038/s41598-019-42693-x. URL: <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-42693-x>.
- [2]. Michael R. Hamblin. "Shining light on the head: Photobiomodulation for brain disorders". In: BBA Clinical 6 (2016), pp. 113–124. ISSN: 22146474. DOI: 10.1016/j.bbacli.2016.09.002. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbacli.2016.09.002>.
- [3]. Farzad Salehpour and Michael R. Hamblin. "Photobiomodulation for Parkinson's disease in animal models: A systematic review". In: Biomolecules 10.4 (2020), pp. 1–19. ISSN: 2218273X. DOI: 10.3390/biom10040610.