

Estacionariedad durante sueño MOR en Adultos Mayores



Enciso Alva, JC¹, Rosales Lagarde, A^{2,3}, Rodríguez Torres, EE¹, Martínez Alcalá, C^{2,3}, Vázquez Tagle, G³, Tetlalmatzi Montiel, M¹, Viveros Rogel, J¹, y López Noguerola, JS^{1,4}

enciso.alva.jc@gmail.com | erikart@uaeh.edu.mx | alexiario@rocketmail.com

(1) Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, (2) Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México (3) Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, (4) University of Medicine, Göttingen [Germany]



Introducción

El sueño de Movimientos Oculares Rápidos (MOR) se caracteriza por actividad electroencefalográfica (EEG) de bajo voltaje y frecuencias mixtas, atonía muscular y MOR's [2]. Usualmente se asume que las señales del EEG son no-estacionarias sin que ello se compruebe formalmente, particularmente en registros de sueño en Adultos Mayores (AM). El objetivo de esta investigación es comparar la presencia de estacionariedad débil (estacionariedad, para acortar) en sueño MOR contra sueño no-MOR (NMOR) y vigilia (V); ésta fue analizada usando la prueba de Priestley-Subba Rao (PSR). Adicionalmente se exploró si esta herramienta puede ser usada para detectar en registros de sueño nocturno los indicadores tradicionales para las etapas de sueño, especialmente de sueño MOR.

Métodos - Sujetos

Fueron seleccionados cinco AM [edad: 68.2 ± 7.2 ; educación: 9.2 ± 2.7] sin depresión ni ansiedad y con una rutina diaria normal. Los participantes fueron evaluados con la prueba Mini-Mental State Examination (MMSE, 29.4 ± 0.9) y se les realizó un registro polisomnográfico (PSG) de noche entera. De estos registros, épocas de 30 segundos fueron clasificadas según la etapa de sueño, de acuerdo a los criterios de la American Association of Sleep Medicine (AASM). Finalmente, cada época de MOR, NMOR y V fue filtrada y sujeta a la prueba de PSR.

Prueba de Priestley-Subba Rao (PSR)

La prueba propuesta por Priestley y Subba Rao [3,4], consiste en estimar el espectro de potencia para la señal, y luego probar la hipótesis "el espectro de potencias efectivamente varía con el tiempo" –lo cual es equivalente a que la señal sea no-estacionaria. Previamente deben eliminarse las tendencias deterministas presentes en la señal, lo cual se logró aplicando el algoritmo 'Seasonal-Trend decomposition using Loess' [1]. Se calcularon los porcentajes de épocas estacionarias en cada sujeto por cada etapa de sueño, para luego comparar estas cantidades usando la prueba t de Wilcoxon.

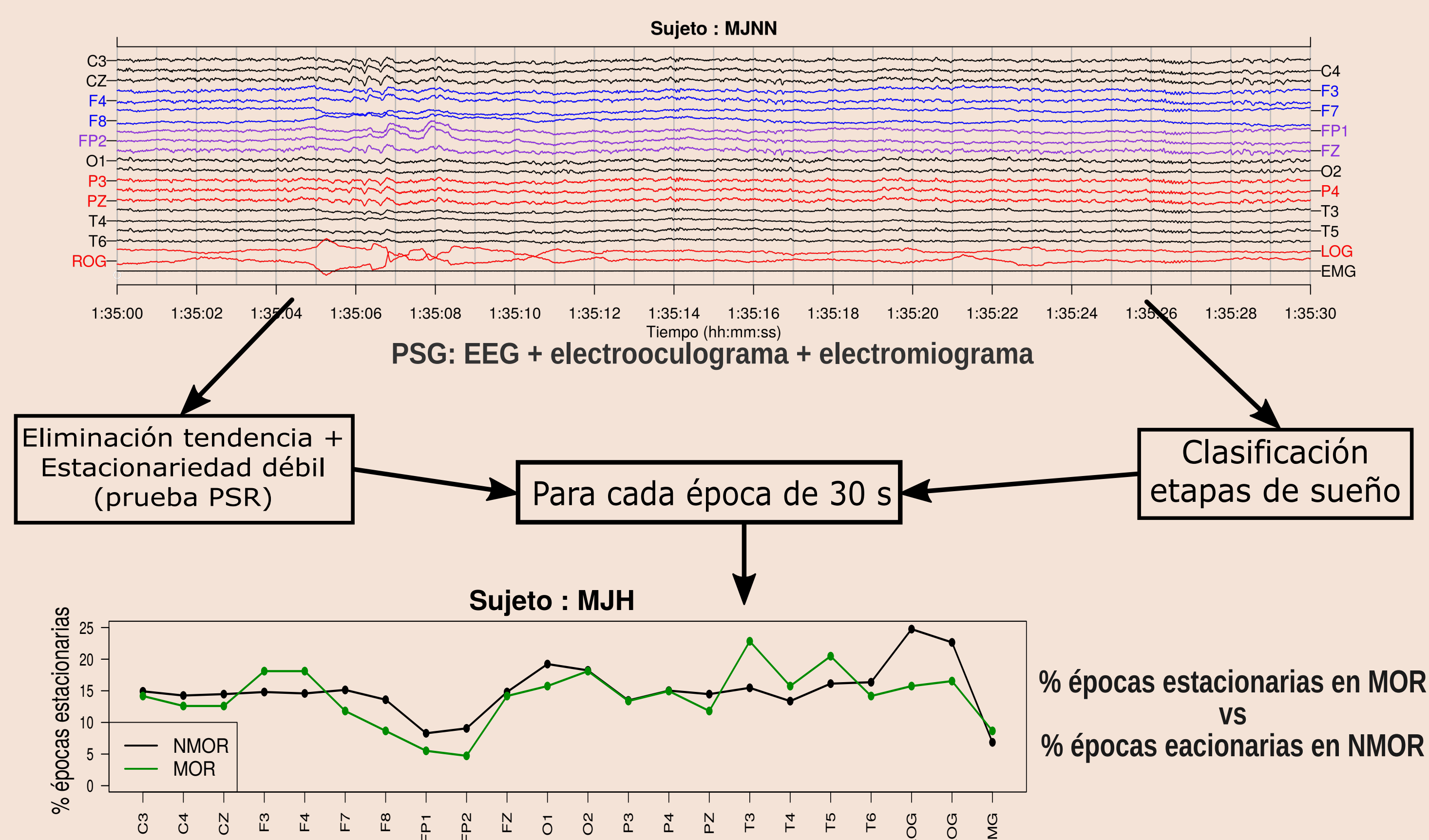


Figura 1: Representación esquemática de la metodología. 30 s de PSG para un AM (arriba). El sueño MOR es clasificado según los estándares de la AASM y, de manera independiente, las señales son filtradas y la estacionariedad débil es detectada usando la prueba PSR (centro). Comparación de los porcentajes de épocas estacionarias en MOR (verde) y NMOR (negro) para un AM (abajo).

Agradecimientos

Este estudio fue apoyado parcialmente por las siguientes entidades: SNI-CONACYT (96080) otorgado a ERT; Convenio PROMEP UAEGHGO-103.5-14-10567, la Sociedad Matemática Mexicana Sofia Kovalévskaya (2014) otorgado a ERT, y el apoyo de la Academia de Matemáticas Aplicadas a la Biología y Ciencias Computacionales otorgado a ERT.

Bibliografía

- [1] Cleveland R. B., Cleveland W. S., McRae J. E., Terpenning I. (1990). STL: A seasonal-trend decomposition procedure based on loess. *Journal of Official Statistics*, 6: 3-73.
- [2] Niedermeyer, E., da Silva, F. L. (Eds.). (2005). *Electroencephalography: Basic principles, clinical applications, and related fields*. Lippincott Williams & Wilkins, Filadelfia.
- [3] Priestley M. B. (1981). *Spectral Analysis and Time Series*. Academic Press, Londres.
- [4] Priestley M. B., Rao T. S. (1969). A test for non-stationarity of time-series. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 1: 140-149.

Resultados

La prueba de PSR mostró proporciones efectivamente diferentes de épocas estacionarias entre las etapas de sueño MOR y NMOR en cada sujeto. En la Figura 2 se muestra, para un AM, las épocas estacionarias en negro, mientras que las épocas clasificadas como MOR se muestran en verde; claramente en el sueño MOR se encuentra una proporción menor de épocas estacionarias, en comparación con otras etapas de sueño. Estas diferencias fueron significativas en C3, C4, CZ, F7, Fp1, LOG, ROG ($p < 0.05$, Figura 3). Adicionalmente, esta representación gráfica muestra patrones que son consistentes con la aparición del sueño MOR (Figura 4).

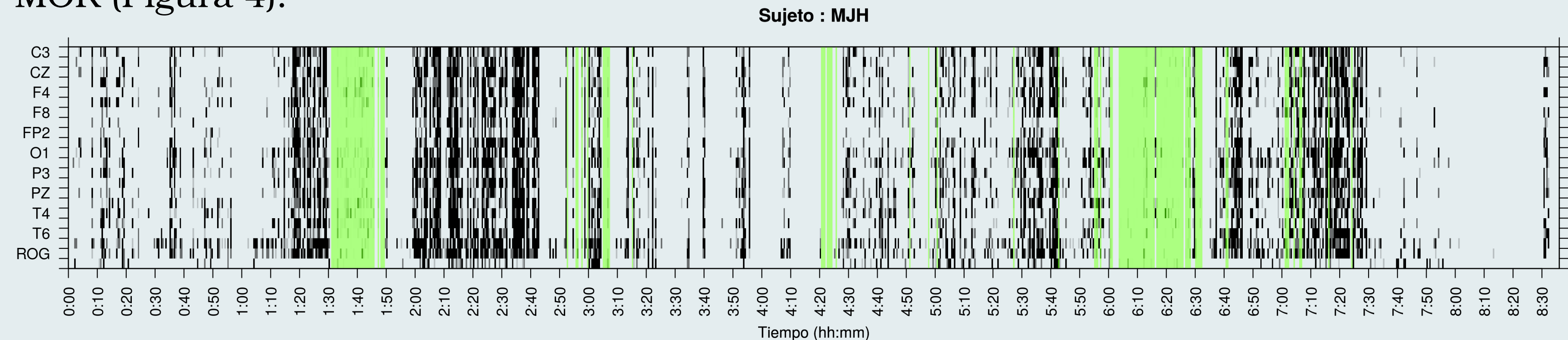


Figura 2: Distribución de las épocas estacionarias (negro) en el tiempo, para un AM. El sueño MOR se muestra en verde.

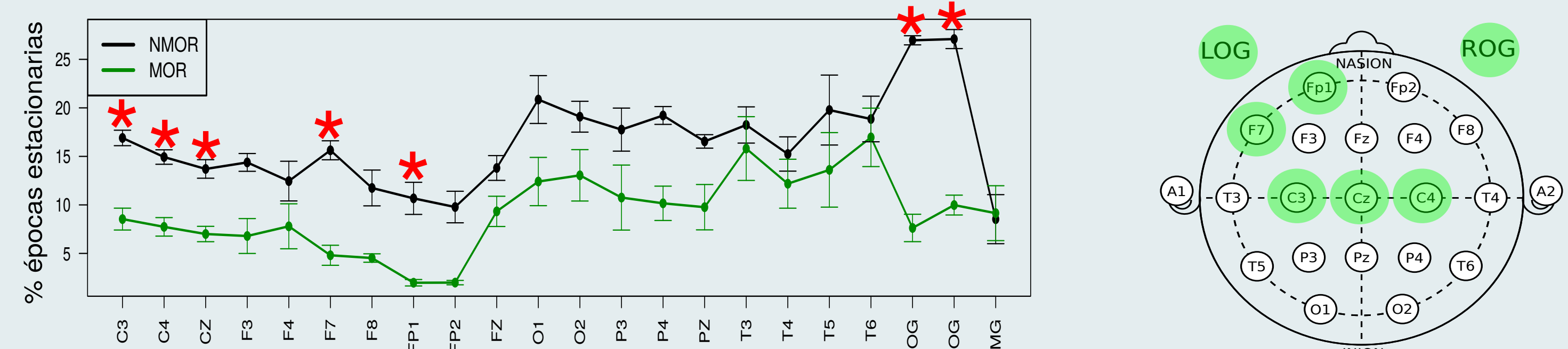


Figura 3: Media y desviación estándar (izquierda), para el porcentaje de épocas estacionarias calculadas en sueño MOR y NMOR. Los asteriscos representan las diferencias significativas halladas usando pruebas t de Wilcoxon de una cola. Representación esquemática de las áreas donde se encontraron estas diferencias significativas (derecha).

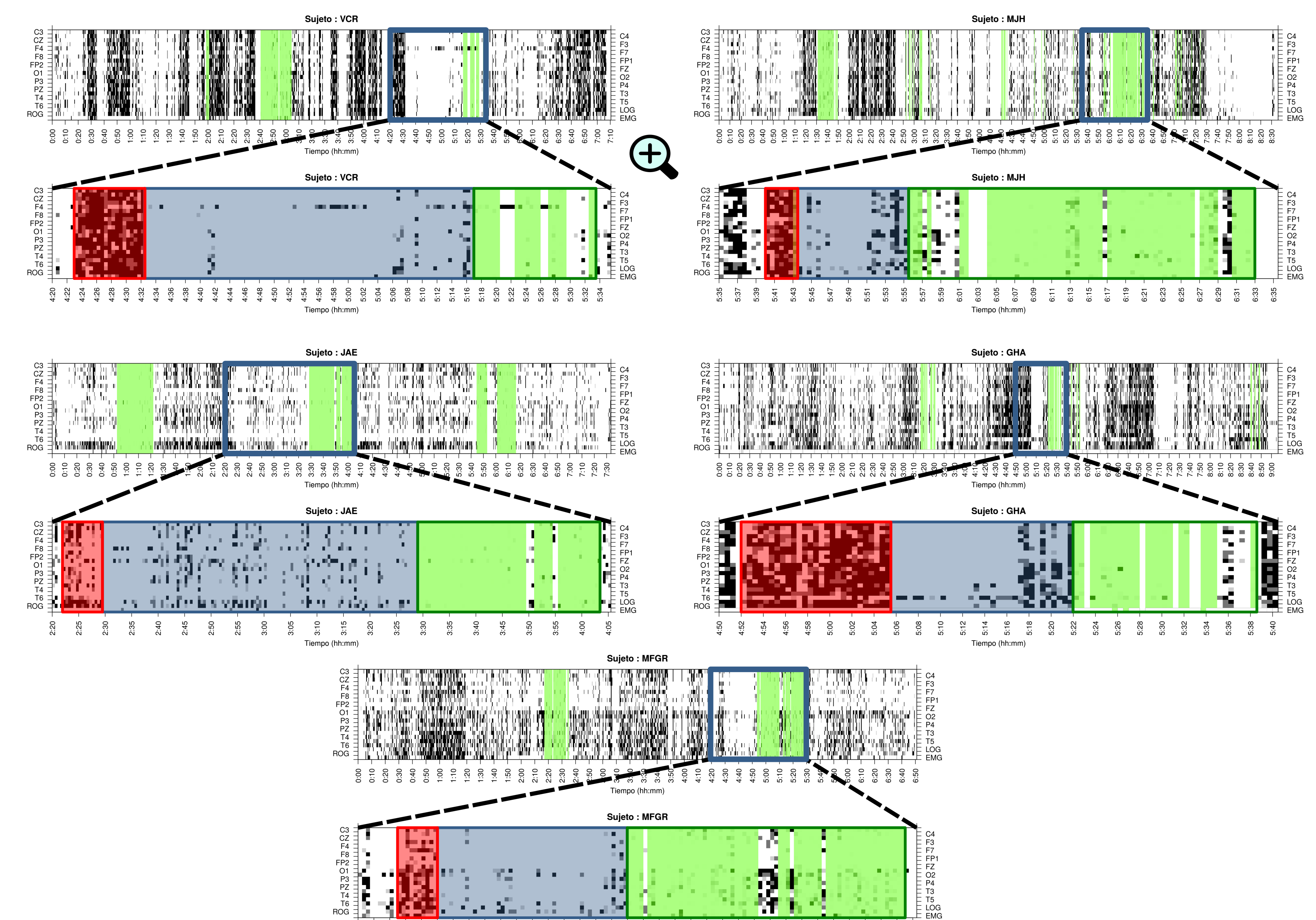


Figura 4: Distribución en el tiempo de las épocas estacionarias para los 5 participantes, resaltando el patrón hallado como asociado con el sueño MOR. Épocas correspondientes al registro completo (arriba). Acercamiento a los patrones descritos resaltando sus partes: un 'bloque de estacionariedad' (rojo), un 'bloque de no-estacionariedad' (azul) y un bloque que contiene al sueño MOR (verde) (abajo).

Conclusiones

En AM, el sueño MOR mostró proporciones menores de épocas débilmente estacionarias, en comparación al sueño NMOR y V, en las áreas frontal izquierda y centrales, además de en ambos electrooculogramas, un resultado que puede explicarse por la misma caracterización del sueño MOR. El método gráfico descrito parece ser una manera fiable de detectar el sueño MOR en AM.