

**Funciones Ejecutivas y Actividad Cerebral en Mujeres que Practican Hidrogimnasia y
Mujeres Sedentarias de 40 a 62 Años**

Micaela Soledad Gómez Malo

Joaquín Techera Rodríguez

ISEF - CURE - UDELAR

Nota de autor

Instituto Superior de Educación Física (ISEF) Centro Universitario Regional Este (CURE)
Universidad de la República Uruguay (UDELAR) Maldonado

Índice

1. Resumen.....	5
2. Introducción.....	6
3. Presentación del problema.....	7
4. Justificación.....	9
5. Problema de investigación.....	10
6. Preguntas de investigación.....	10
7. Hipótesis.....	10
8. Marco teórico.....	11
8.1. Antecedentes.....	11
8.2. Obesidad.....	13
8.3 Actividad física e hidrogimnasia.....	14
8.4. Sedentarismo.....	16
8.5 Funciones cognitivas.....	16
8.6 Funciones ejecutivas.....	17
8.7. Encefalograma.....	20
8.8. Funciones ejecutivas y obesidad.....	22
8.9. Actividad eléctrica cerebral en el deporte.....	23
8.10. Hidrogimnasia y obesidad.....	23
9. Objetivos.....	24
9.1. Objetivo general.....	24
9.2. Objetivo específico.....	24
10. Marco metodológico.....	25
10.1. Introducción.....	25
10.2. Diseño y tipo de estudio.....	25
10.3. Definición de variables.....	26
10.3.1. Edad, sexo y tipo de actividad física (hidrogimnasia/sedentarias).....	26
10.3.2. Inhibición.....	26
10.3.3 Flexibilidad cognitiva.....	27
10.3.4. Memoria de trabajo.....	27
10.4. Participantes.....	27
10.4.1 Criterios de inclusión y exclusión para el grupo hidrogimnasia y control.....	29
10.4.2 Grupo hidrogimnasia.....	29
10.4.3. Grupo control.....	29

10.5. Intervención.....	30
10.5.1. Cuestionario Socioeconómico.....	31
10.5.2. Cuestionario IPAQ.....	31
10.5.3. Impedancia eléctrica.....	31
10.5.4. Registro de actividad eléctrica cerebral.....	32
10.5.5 Potenciales relacionados con eventos (ERP por sus siglas en inglés).....	33
10.5.6. Prueba de Wisconsin para flexibilidad cognitiva.....	36
10.5.7. Prueba de STROOP para inhibición.....	36
10.5.8. Digit Span Test para memoria de trabajo.....	37
10.5.9. Análisis estadístico.....	37
11. Resultados.....	38
11.1. Test Go/no go.....	38
11.2. Test de Stroop.....	53
11.3. Test de Wisconsin.....	56
Nota. En esta tabla se muestran los valores detallados para cada indicador del test Wisconsin expresados en la Figura 24.....	58
11.4. Digit Span Test.....	59
12. Discusión.....	62
13. Conclusión.....	65
14. Anexo:.....	66
Bibliografía.....	81

Índice de Tablas

Tabla 1. Distribución de participantes según clasificación de peso.....	27
Tabla 2. Comparación de tiempos de reacción Test de Stroop.....	55
Tabla 3. Comparación de tiempos a respuestas congruentes e incongruentes test de Stroop..	56
Tabla 4. Resultados de Mann-Whitney para Wisconsin.....	57
Tabla 5. Comparación de métricas en Wisconsin.....	59
Tabla 6. Resultado de Bonferroni para Digit Span Test.....	61
Tabla 7. Resultados de Digit Span Test.....	62
Tabla 8. Datos del grupo hidrogimnasia.....	67
Tabla 9. Datos del grupo control.....	68
Tabla 10. Cantidad de enfermedades por grupo.....	109
Tabla 11. Listado de medicamentos por grupo.....	110

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de los electrodos	32
Figura 2. Registro de marca de eventos.....	33
Figura 3. Eventos Go/no go grupo hidrogimnasia.....	34
Figura 4. Eventos Go/ no go grupo control.....	35
Figura 5. Electrodo grupo hidrogimnasia condiciones Go.....	37
Figura 6. Electrodo grupo hidrogimnasia condiciones No go.....	38
Figura 7. Electrodo grupo control condiciones Go.....	39
Figura 8. Electrodo grupo control condiciones No go.....	40
Figura 9. Comparación de electrodos frontales hidrogimnasia en condición Go.....	41
Figura 10. Comparación de electrodos frontales hidrogimnasia en condición No go.....	41
Figura 11. Comparación de electrodos frontales control en condiciones Go.....	42
Figura 12. Comparación de electrodos frontales control en condición No go.....	43
Figura 13. Potenciales relacionados a eventos Go en hidrogimnasia y control en el electrodo F7.....	44
Figura 14. Latencia de N250 Go hidrogimnasia y control en el electrodo F7.....	45
Figura 15. Potenciales relacionados a eventos No go en hidrogimnasia y control en el electrodo F7.....	46
Figura 16. Latencia de N250 No go hidrogimnasia y control en el electrodo F7.....	47
Figura 17. Potenciales relacionados a eventos Go en hidrogimnasia y control en el electrodo F8.....	48
Figura 18. Latencia de N250 Go hidrogimnasia y control en el electrodo F8.....	49
Figura 19. Potenciales relacionados a eventos No go en hidrogimnasia y control en el electrodo F8.....	50
Figura 20. Latencia de N250 No go hidrogimnasia y control en el electrodo F8.....	51
Figura 21. Porcentaje de aciertos de Stroop.....	52
Figura 22. Comparación de tiempos de reacción de Stroop.....	53
Figura 23. Comparación de aciertos en Wisconsin.....	55
Figura 24. Comparación de métricas en Wisconsin.....	56
Figura 25. Resultados de Digit Span Test.....	58
Figura 26. Actividad física moderada.....	95
Figura 27. Caminata durante los últimos 7 días.....	96
Figura 28. Nivel de estudios.....	105
Figura 29. Tiempo que practica hidrogimnasia.....	105
Figura 30. Frecuencia en la que practica hidrogimnasia.....	106

Índice de anexos

12.1. Datos sobre cada participante.....	67
12.2. Consentimiento informado.....	70
12.3. Cuestionario IPAQ.....	96
12.4. Enfermedades y medicamentos por grupo.....	109

1. Resumen

Este trabajo tiene la finalidad de estudiar la relación entre las funciones ejecutivas (FE) y la actividad eléctrica cerebral en mujeres adultas entre 40 y 62 años de edad que tienen obesidad en el marco del seminario Entrenamiento Cognitivo en el Deporte de Rendimiento y en la Educación Física Adaptada, de la carrera Licenciatura en Educación Física del Instituto Superior de Educación Física (ISEF) con sede en la ciudad de Maldonado.

El objetivo general se enfoca en realizar una comparación de las FE y la actividad eléctrica cerebral entre dos grupos, un grupo que practica hidrogimnasia en el Polideportivo Cerro Pelado y Campus de la ciudad de Maldonado, y un grupo de mujeres sedentarias de la misma ciudad, para comprobar si existen diferencias significativas entre la práctica de esta actividad física y la escasa actividad.

La selección del sexo y el rango etario fue determinado debido a que a esta edad según Rodríguez (2024) se presenta el mayor índice de obesidad. Este grupo etario practica como actividad física la hidrogimnasia porque tiene un bajo impacto y un menor riesgo de lesiones.

Para este estudio se seleccionaron dos grupos, uno de sedentarias que se corroboró con el cuestionario IPAQ y un grupo de hidrogimnasia, quienes contestaron el cuestionario socioeconómico, ambos fueron respondidos de forma online. Se realizó la medición de la actividad eléctrica cerebral con la aplicación del test Go/no go, posteriormente se aplicaron los test psicométricos Stroop, Wisconsin y Digit Span Test.

Se procura determinar si la práctica de hidrogimnasia contribuye a una mejora de las FE en mujeres con obesidad, partiendo de hipótesis que apuntan a la existencia de diferencias en las FE y la actividad eléctrica cerebral entre las participantes medido por un electroencefalograma (EEG).

Se ha comprobado que el grupo control, presenta mejores valores en la mayoría de los test realizados al compararlos con el grupo de hidrogimnasia. Se puede intuir que las deficiencias relacionadas con el peso presentan un peor desempeño. Aún así, se comprobó que en el Digit Span Test dió mejores resultados en el grupo de hidrogimnasia. Lo que sugiere que esta práctica la atenúa. El grupo que presenta mayor promedio de IMC y de edad (grupo hidrogimnasia), también padecen más enfermedades, mayor consumo de medicamentos y

está compuesto por jubiladas, en comparación con el grupo de menor IMC (grupo control) en el que la gran mayoría se encuentra en actividad. Esto sugiere que los resultados obtenidos pudieron tener influencia en lo mencionado.

Palabras clave:

Obesidad, funciones ejecutivas, hidrogimnasia, electroencefalografía

2. Introducción

La presente producción académica del seminario Entrenamiento Cognitivo en el Deporte de Rendimiento y en la Educación Física Adaptada, de la carrera Licenciatura en Educación Física del Instituto Superior de Educación Física (ISEF) con sede en la ciudad de Maldonado, tiene la intención de contribuir al estudio de las funciones ejecutivas (FE) y la actividad eléctrica cerebral de mujeres en edad adulta.

Las FE son los procesos mentales que se encargan de resolver problemas complejos internos y/o externos como por ejemplo la representación mental de actividades creativas, conflictos de interacción social, comunicativos, afectivos y la relación entre individuo y su entorno (Ribeiro, 2013).

Las FE se ven afectadas por la obesidad (Lane et al., 2023). Se ha demostrado deficiencia en inhibición, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, toma de decisiones, fluidez verbal y planificación (Yang et al., 2018). Por esta razón se traen insumos para determinar la relación entre las FE, actividad eléctrica cerebral y la obesidad en mujeres adultas. Estos insumos resultan útiles para mejorar el estilo de vida en la cotidianidad de estas personas, así como también brindar información para el ámbito profesional de los docentes de Educación Física.

Se entiende que la obesidad es una enfermedad compleja asociada con un exceso de adiposidad corporal (González, 2011). Esta patología afecta a la población a nivel global con un inminente aumento en los próximos años (Rodríguez, 2024). Esta enfermedad es importante debido al aumento descrito y los riesgos asociados.

Si bien existen investigaciones a nivel mundial referentes al tema de la obesidad y las FE, no hay una asociación directa entre estos aspectos anteriormente mencionados. Por lo tanto, resulta interesante realizar este estudio en la población de Maldonado, asociando estos

aspectos a la actividad eléctrica cerebral medida mediante el electroencefalografía (EEG). Pretende, además, ser un punto de partida para nuevos estudios.

Debido a la mayor prevalencia de obesidad en la mujer, asociado a la edad y la incidencia del perímetro abdominal en el riesgo de muerte, se determinó tratar a dicha población.

La actividad física elegida, fue seleccionada debido a que no hay estudios referentes a la práctica de hidrogimnasia en las FE. Por eso es interesante destacar la importancia de abordar este tema y aportar insumos para próximos estudios con mayor profundidad.

3. Presentación del problema

La obesidad es una “enfermedad crónica” y compleja asociada con un exceso de adiposidad corporal, con diversos factores genéticos y ambientales (González, 2011). Dicha patología afecta la región de América y toda la población a nivel global. En 2016 se realizaron estudios donde se obtuvo la prevalencia de la región de América, con un resultado del 62,5% de sobrepeso y obesidad en ambos sexos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), para el año 2035 se prevé un aumento de 1.4 billones de personas con sobrepeso u obesidad. De forma similar, el predominio de obesidad aumentará un 10% entre 2020 y 2035 afectando a toda la población (Rodríguez, 2024).

En Uruguay, según el Ministerio de Salud Pública (MSP), 2 de cada 3 personas tienen sobrepeso u obesidad. Siendo un 65% de prevalencia en adultos con edades comprendidas entre 25 y 64 años de edad (Rodríguez, 2024). Si se tiene en cuenta los datos obtenidos específicos según el IMC, la obesidad predomina más en mujeres que en hombres (Álvarez Vaz et al., 2018). Respecto al perímetro abdominal (PA), las mujeres entre 39 y 63 años de edad presentaron un porcentaje de prevalencia del 51,1% (Álvarez Vaz et al., 2018). Este dato es alarmante y prioritario ya que el aumento de este perímetro está relacionado con el aumento del riesgo de muerte prematura. Cada 5 centímetros de aumento del valor “normal” en el PA, el riesgo de muerte incrementa un 17% en hombres y un 13% en mujeres (Rosales, 2012).

Para identificar si una persona es obesa se han utilizado diferentes técnicas. Una de ellas es la bioimpedancia eléctrica que permite el análisis de la composición corporal en poco tiempo sin ser invasivo. Este método mide la resistencia de los líquidos corporales, mediante arreglos matemáticos (Quesada Leyva et al., 2016).

El Índice de Masa Corporal (IMC), es un método en el que se delimita el rango para definir sobrepeso y obesidad en hombres y mujeres en edad adulta. El IMC consiste en la medición del estado nutricional realizando una división entre el peso (en kilogramos) y la estatura (en metros cuadrados) (Alegria et al., 2008).

Se ha asociado la obesidad con la disminución de las FE, conduciendo potencialmente el deterioro del desarrollo neurológico, como anomalías de la materia gris y blanca del cerebro (Lane et al., 2023). Las FE son un conjunto de mecanismos que tienen como objetivo resolver un problema complejo. Para solucionar estas actividades complejas, el cerebro controla estas FE para coordinarlas y regularlas. De acuerdo con el modelo de Tirapu, se incluyen 7 componentes en las FE: memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, inhibición, fluidez verbal, control atencional, flexibilidad cognitiva y planificación (Tirapu & Muñoz, 2018). De estos componentes, se ha demostrado que los obesos presentan amplias deficiencias en las tareas que utilizan principalmente inhibición, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, toma de decisiones, fluidez verbal y planificación. Particularmente, se ha asociado el descenso del rendimiento cognitivo al aumento del IMC y existe una vulnerabilidad a las deficiencias relacionadas con el peso, aunque la razón exacta aún no está clara (Yang et al., 2018).

La prevalencia de la obesidad en la sociedad uruguaya y en el mundo, reflejan la importancia de tratar este tema y obtener insumos para trabajar esta problemática. Para poder identificar la influencia de la práctica de hidrogimnasia (HG) sobre las FE se utilizan pruebas psicométricas como Wisconsin, Digit Span Test, STROOP, entre otras. Además, mediante electroencefalografía (EEG), se pueden obtener registros gráficos de la actividad eléctrica cerebral al colocar los electrodos sobre el cuero cabelludo y permite detectar cambios en la misma (Martínez & Trout, 2006).

Se sostiene que las FE afectadas son las siguientes: inhibición, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, toma de decisiones, fluidez verbal y planificación (Yang et al., 2018). Aunque principalmente son seis las FE afectadas por la obesidad, se tendrán en cuenta para este estudio sólo tres de ellas: flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo. La flexibilidad cognitiva, por un lado, es la capacidad de adaptarse en función a un problema específico y encontrar distintas formas de solucionar ese problema. Lo que permite alternar con facilidad y rapidez entre perspectivas y ajustarse al cambio en función de la prioridad (Martín, 2020). La inhibición es la capacidad de inhibir la interferencia de elementos para

controlar y modular los pensamientos y acciones (Godinez, 2024). En cuanto a la memoria de trabajo, es la capacidad de la memoria a corto plazo para retener información, manipularla y reorganizarla (Tirapu & Muñoz, 2018).

La práctica de actividad física contribuye de manera positiva para el mantenimiento de la aptitud física en adultos mayores. Pero, debido a las modificaciones fisiológicas que se manifiestan durante el envejecimiento, los ejercicios a realizar pueden resultar limitados. Por lo tanto, la HG se presenta como un ejercicio físico que al desarrollarse en el agua posibilita un mejor desenvolvimiento físico en el medio y evita riesgos de lesiones (Alves et al., 2004).

Entonces, se hace necesario conocer si la práctica de actividad física, en este caso de hidrogimnasia, influye en las FE. De esta manera, si comparamos al grupo experimental que realiza HG con el grupo de sedentarias (grupo control, C), se obtendrán insumos para determinar si existen diferencias entre estos dos grupos. Esta comparación se realizará a partir del análisis de las FE y la actividad eléctrica cerebral en mujeres entre 40 y 62 años de edad, con obesidad que practican HG respecto al grupo C.

4. Justificación

La obesidad es una enfermedad crónica que afecta a gran parte de la población a nivel mundial. En Uruguay 2 de cada 3 personas padecen esta enfermedad, teniendo un impacto en varios ámbitos como la salud, lo social, lo académico y lo profesional. Dicha patología se asocia a enfermedades cardiovasculares, diferentes tipos de cáncer, síndrome metabólico y diabetes. Es por esta razón que resulta importante adquirir conocimiento sobre cómo el desarrollo de las FE puede mejorar el estilo de vida en la cotidianidad de estas personas. De la misma manera reconocer la importancia de tener más insumos sobre esta problemática en este contexto en particular.

Se reconoce que la obesidad disminuye las funciones ejecutivas, conduciendo potencialmente al deterioro del desarrollo neurológico. En este caso en particular se tendrán en cuenta la flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo debido a la complejidad de abordar todas las FE en el estudio.

Si bien la práctica de actividad física tiene sus limitaciones en el adulto mayor. Las prácticas que se realizan en el medio acuático evitan el riesgo de lesiones y posibilitan mayor desenvolvimiento al realizar los ejercicios. Por estos aspectos mencionados se seleccionó la

hidrogimnasia (HG), ya que la edad de quienes la practican está comprendida dentro de la franja etaria, donde se presenta el mayor riesgo y además nos permite tener insumos para poder diferenciarla. Asimismo, destacamos que no existen estudios referentes a las FE en HG.

5. Problema de investigación

Comparar las funciones ejecutivas (flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo) y actividad cerebral entre mujeres que practican hidrogimnasia respecto al grupo de sedentarias, dentro de la franja etaria entre 40 y 62 años de edad.

6. Preguntas de investigación

¿Existen diferencias en las funciones ejecutivas flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo, entre mujeres que realizan hidrogimnasia y mujeres sedentarias con edades comprendidas entre 40 y 62 años?

¿Existen diferencias en la actividad eléctrica cerebral entre mujeres que realizan hidrogimnasia y mujeres sedentarias, con edades comprendidas entre 40 y 62 años?

7. Hipótesis

Hipótesis nula:

No se presentan diferencias en las FE y la actividad eléctrica cerebral entre mujeres que practican hidrogimnasia y mujeres sedentarias con edades comprendidas entre 40 y 62 años.

$H_0: \mu$ La actividad eléctrica cerebral en el grupo de hidrogimnasia = μ La actividad eléctrica cerebral en el grupo de sedentarias, durante un paradigma de inhibición.

Hipótesis alternativa:

Se presentan diferencias en las FE y la actividad eléctrica cerebral entre mujeres que practican hidrogimnasia y mujeres sedentarias con edades comprendidas entre 40 y 62 años.

$H_a: \mu$ La actividad eléctrica cerebral en el grupo de hidrogimnasia < μ La actividad eléctrica cerebral en el grupo de sedentarias, durante un paradigma de inhibición.

Ha: μ La actividad eléctrica cerebral en el grupo de hidrogimnasia $>$ μ La actividad eléctrica cerebral en el grupo de sedentarias, durante un paradigma de inhibición.

8. Marco teórico

8.1. Antecedentes

1. Funciones ejecutivas y regulación de las emociones en la obesidad y los trastornos alimentarios.

En el estudio realizado por Segura et al. (2019), se evaluaron treinta mujeres con trastorno alimentario restrictivo (anorexia nerviosa restringida), 18 con trastorno alimentario purgativo (anorexia nerviosa y bulimia nerviosa purgantes), 33 con obesidad (OB) y 39 controles sanos emparejados por inteligencia. Para esta evaluación se utilizaron test, como Wisconsin Card Sorting Test (WCST) para la flexibilidad cognitiva, el Group Embedded Figures Test (GEFT) para la coherencia central, el Iowa Gambling Task (IGT) para la toma de decisiones, el Positive and Negative Affect Schedule evaluó positivo (PANAS-PA) y negativo. (PANAS-NA) y la Escala de Dificultades en la Regulación de las Emociones (DERS) para la regulación emocional.

El objetivo del estudio consistió en analizar si variables neuropsicológicas y afectivas pueden predecir la regulación emocional en los trastornos de la conducta alimentaria (TCA) y en la OB.

Como conclusión, la regulación de las emociones en los trastornos alimentarios y la obesidad se asocia con el afecto positivo y negativo, así como con la toma de decisiones, lo que tiene importantes implicaciones clínicas. La administración de pruebas y cuestionarios que miden la cognición y el afecto puede ayudar a identificar mujeres con trastornos alimentarios en riesgo de conductas patológicas relacionadas con la alimentación. Identificar a estos pacientes aumentará la posibilidad de incluirlos en intervenciones enfocadas a reducir la patología alimentaria y aumentar la calidad de vida (Segura et al., 2019).

2. Relación entre funciones ejecutivas, indicadores de salud y actividad eléctrica cerebral en adultos de mediana edad.

En este estudio realizado por Alcaraz (2023) en ITESO, México, se utiliza como metodología un diseño predictivo-transversal multifase, con un pilotaje y validación de

pruebas, compuesta por dos fases. En la fase 1 se utilizó una metodología exploratoria para evaluar las variables potencialmente explicativas e identificar ajustes necesarios a la metodología, y posteriormente la fase 2, donde se evaluaron las hipótesis con las variables que fueron seleccionadas de la Fase 1 y en la que se implementó el registro con EEG. En este estudio participaron dos muestras de adultos, entre 35 y 61 años de edad, de ambos géneros, con diferentes niveles académicos. Aspectos seleccionados a conveniencia de acuerdo con los objetivos de cada fase.

El objetivo planteado fue analizar la relación de predictibilidad que tienen las funciones ejecutivas y el funcionamiento electrofisiológico de los lóbulos frontales respecto de hábitos y medidas de salud en adultos.

Como conclusión, los resultados mostraron una correlación significativa entre el rendimiento en la prueba de Stroop y la elección de alimentos saludables, cantidad de sueño y nivel de grasa visceral (VFL por sus siglas en inglés). Además, el no cumplimiento de la prueba de ATL (Torre de Londres Adaptada) se asoció con un mayor VFL, teniendo como resultado una relación inversa con la actividad física. Por último, la escolaridad puede actuar como un factor protector cognitivo y a su vez estar relacionado con una menor actividad física (Alcaraz, 2023).

3. Relación de la obesidad y síndrome metabólico con las funciones ejecutivas, memoria y atención en adultos.

Este estudio fue realizado por Torres Bolongaro (2020) en México. La metodología utilizada fue la aplicación de pruebas neuropsicológicas que evalúan atención, memoria y funciones ejecutivas; utilización de mediciones fisiológicas y antropométricas en personas con peso normal y personas con obesidad, de 18 a 55 años de edad.

El objetivo de este estudio fue realizar una evaluación acerca de la relación entre la obesidad y síndrome metabólico con la memoria, atención y funciones ejecutivas en adultos mexicanos en comparación con un grupo de adultos con peso normal.

Como conclusión, los resultados del trabajo mostraron que las personas con obesidad presentan un menor rendimiento en pruebas de memoria, control inhibitorio y velocidad de procesamiento, así como en el puntaje total normalizado de la corteza prefrontal anterior y de la corteza orbitomedial de la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales, en comparación con personas sanas de peso normal (Torres Bolongaro, 2020).

8.2. Obesidad

La obesidad es una “enfermedad crónica” y compleja asociada con un exceso de adiposidad corporal de origen multifactorial. Esta patología está asociada a ser desencadenante de importantes enfermedades como la diabetes mellitus tipo II, enfermedades cardiovasculares, síndrome metabólico y algunos tipos de cáncer. La causa principal de esta enfermedad es la interacción ambiental con los genes susceptibles. Aunque existe un 5% de escasa incidencia con alteraciones monogénicas, es decir, originada por la mutación de un único gen. Lo que implica que no existe un único tipo de obesidad, sino varios fenotipos similares (González, 2011).

Dependiendo del lugar en donde se ubica la mayor parte de la adiposidad se pueden diferenciar dos tipos: obesidad androide y ginecoide. La obesidad androide se caracteriza por tener mayor concentración de adiposidad en la zona abdominal en comparación al resto del cuerpo. Este tipo de obesidad tiene mayor riesgo para enfermedades del corazón, ya que la grasa está más cerca de órganos importantes como: el corazón, el hígado y riñones. Por otro lado, la obesidad ginecoide a diferencia de la anterior tiene menor concentración de adiposidad en la zona abdominal y mayor concentración en la zona de la cadera, glúteos y muslos. Este tipo de obesidad tiene menor riesgo para enfermedades del corazón, pero tiene mayor predisposición a almacenar grasa con más facilidad y es más difícil perderla. A su vez, está asociado con osteoartritis en las articulaciones de carga, insuficiencia venosa, litiasis biliar, paniculopatía edemato fibroesclerótica (celulitis) y dificultades de locomoción (Rosales, 2012).

Para identificar el grado de obesidad se han utilizado distintas técnicas bien precisas para la valoración del porcentaje de grasa como parte de la composición corporal. A través de técnicas como la resonancia magnética nuclear, la tomografía axial computarizada (TAC), la densitometría, impedancia eléctrica, medición de potasio 40, absorciometría dual (DEXA), entre otros. Estas técnicas mencionadas exigen materiales especializados y caros que no permiten su utilización en la atención primaria de salud (Rosales, 2012).

Debido a estos aspectos anteriormente mencionados y el difícil uso, los investigadores expusieron técnicas de campo para predecir el porcentaje de grasa corporal y el grado de obesidad.

Un indicador es el Índice de Masa Corporal (IMC), que consiste en la medición del estado nutricional realizando la división entre la masa (en kilogramos) y la estatura (en metros cuadrados) (Alegría et al., 2008). Esto nos permite delimitar el rango de sobrepeso y obesidad en mujeres y hombres (Rosales, 2012). Según el IMC, existen diferentes grados de obesidad, de grado 1 a partir de 30 a 34,9, obesidad de grado 2 de 35 a 39,9, obesidad mórbida de 40 a 49,9 y obesidad supermorbida con un resultado mayor a 50 (Alegría et al., 2008).

Por otro lado, la Bioimpedancia eléctrica es un método que mediante la utilización de una báscula permite el análisis de la composición corporal en un corto período de tiempo. Se basa en la resistencia que dan los líquidos corporales al paso de corriente de bajo voltaje a través de los electrodos metálicos y la resistencia obtenida permitiendo estimar la composición corporal. Por lo que puede ser utilizado para obtener datos aproximados acerca de “mayor contenido de agua” como puede ser los músculos y de “bajo contenido de agua” como puede ser la grasa, pulmón y huesos (Quesada et al., 2016).

8.3 Actividad física e hidrogimnasia

La actividad física es "cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que produzca un gasto energético mayor al existente en reposo". Las recomendaciones de práctica de actividad física semanal han ido variando, por esta razón, actualmente es recomendado que los niños entre 5 y 17 años de edad deben acumular un mínimo de 60 minutos diarios de actividad física y se recomienda un mínimo de tres veces por semana. Las personas adultas entre 18 y 64 años de edad, por otro lado, tienen que acumular 150 minutos de actividad física aeróbica moderada o 75 minutos semanales de actividad física aeróbica vigorosa (o la combinación de ambas). Lo ideal, para mayor beneficio, se recomienda entre 300 y 150 minutos de actividad aeróbica moderada o vigorosa respectivamente. A su vez, es conveniente un mínimo de dos veces semanales prácticas para fortalecer el organismo. En cuanto a los adultos mayores, deben agregar actividades de práctica para mejorar el equilibrio y prevenir caídas (Escalante, 2011).

Para el adulto mayor, es importante el mantenimiento y la posible mejora de su condición física. Para ello, el ejercicio físico es de vital importancia. Es necesario mencionar que el ejercicio físico es la actividad física planificada, estructurada y repetida con el objetivo de mantener, adquirir o mejorar la condición física (Escalante, 2011). Teniendo en cuenta el concepto mencionado anteriormente, la hidrogimnasia es un ejercicio físico.

La hidrogimnasia (HG) es una actividad alternativa de acondicionamiento físico, con ejercicios acuáticos específicos. Utilizando la propia resistencia del agua para producir una sobrecarga, que a su vez son usados para la prevención y recuperación de lesiones (Balboa & Pereyra, 2018).

Este ejercicio físico promueve la mejora de la capacidad cardiorrespiratoria y aumenta la fuerza muscular. Favorecen la disminución de la frecuencia cardíaca, la presión arterial y el impacto. Algunos de los beneficios de la práctica continua son el aumento de la flexibilidad, disminución del peso corporal. Entre otros beneficios secundarios como la velocidad, la potencia, la agilidad, los reflejos, la coordinación y el equilibrio (Balboa & Pereyra, 2018).

Debido a las modificaciones fisiológicas que se manifiestan durante el envejecimiento, los ejercicios resultan limitados en el adulto. Por lo tanto, la HG se presenta como un ejercicio físico que al desarrollarse en el agua posibilita un mejor desenvolvimiento en el medio y evita riesgos de lesiones. Mediante la práctica de esta actividad se pueden mejorar las capacidades funcionales y tener más autonomía en los movimientos. Esto se da, gracias a que el medio acuático además de permitir movimientos lentos, también permite mayor rango de movimiento debido a la flotación, a la presión del agua y el intercambio térmico que se produce. Permite además, realizar movimientos sin riesgo de caídas o lesiones (Alves et al., 2004). Asimismo, la hidrogimnasia incluye un espacio en el que se trabaja lo recreativo con la finalidad de estimular la producción de endorfina, que se encarga de promover el bienestar y la mejora de la autoestima. Por lo tanto, estas dinámicas planteadas en grupo pueden mejorar el ámbito social entre los alumnos. Por otro lado, los trabajos más enfocados en entrenar la fuerza tienen la finalidad de potenciar la autonomía y las actividades diarias. También, existen algunas clases de relajación, que ayudan a liberar y disminuir las tensiones físicas y mentales. Por lo tanto, la práctica de esta actividad de manera frecuente puede favorecer aspectos fisiológicos, morfológicos y sociales. Ya que la mejora de las funciones orgánicas y psíquicas producen también la mejora de la resistencia muscular localizada y la capacidad cardiorrespiratoria (de Paula et al., 2016).

La práctica de deportes de forma constante mejora la autoestima, las personas se vuelven más sociables, crea hábitos de práctica, evita el sedentarismo y disminuye riesgos de obesidad. (Vele & Giñin, 2017).

8.4. Sedentarismo

Se define sedentarismo a la actividad física que tiene una duración menor a 30 min de ejercicio en la mayoría de los días de la semana o el equivalente a menos de 600 Mets (Unidades de Índice Metabólico) semanales. Se incluyen actividades que consumen menos de 1,5 Mets como permanecer sentado varias horas durante el día, dormir, leer o utilizar dispositivos electrónicos.

Este comportamiento se identifica como un factor de riesgo para desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles como: Diabetes, Obesidad, Síndrome metabólico y depresión. (Moreno, 2018)

8.5 Funciones cognitivas

Las funciones cognitivas son todos los procesos donde la información recibida por medio de los sentidos es transformada, reducida, elaborada, almacenada, recuperada y utilizada (Ramirez & Olmos, 2020). Es fundamental destacar que las funciones cognitivas son importantes para seleccionar, hacer uso y recordar información relevante. Como también llevar a cabo las actividades diarias, controlar la conducta, solucionar problemas y alcanzar metas. Los mismos dependen del cerebro, y pueden ser afectados por distintas causas (Torres Bolongaro, 2020).

Ramirez & Olmos, 2020 clasifican a las funciones cognitivas básicas y complejas. Las básicas son: atención, percepción, memoria y las complejas: lenguaje, habilidades sensomotoras y funciones ejecutivas.

Las regiones principales cerebrales en las que participan las funciones cognitivas son los lóbulos frontales y los lóbulos temporales (Torres Bolongaro, 2020). Los lóbulos frontales van desde el polo frontal hasta la cisura central y la cisura lateral. Estos lóbulos participan en funciones como son la motricidad, el lenguaje y las funciones ejecutivas (FE). La región más anterior de los lóbulos frontales se conoce como corteza prefrontal (CPF), por delante del área premotora y del área motora suplementaria, ocupando una tercera parte del total de la corteza cerebral (Torres Bolongaro, 2020).

La CPF se encarga de organizar aspectos cognitivos, lingüísticos y conductuales de las acciones. Esta región permite llevar funciones complejas como planeación, razonamiento, toma de decisiones, entre otras. La CPF se divide en tres regiones: corteza orbitofrontal (COF), corteza prefrontal dorsolateral o lateral (CPF_{DL}) y corteza medial (CPF_m). La COF

abarca el área de Brodmann 11-14. El daño de esta región puede ocasionar en la pérdida del control inhibitorio y emocional. Por otro lado, la CPFm abarca la corteza anterior del cíngulo, extendiéndose hasta la porción anterior de la CPF y colinda con la porción posterior de las áreas motoras secundarias. Esta región participa en el control inhibitorio, detección y solución de conflictos durante el procesamiento de la información. Por último, la CPFDL abarca el área 9 y 46 de Brodmann. En la región dorsal de CPFDL monitorea la información en la memoria de trabajo. Mientras que en la región ventral regula la codificación y recuperación de información almacenada. El daño de esta región ocasiona alteraciones en la memoria de trabajo, planeación, atención, aprendizaje de reglas y motivación (Torres Bolongaro, 2020).

Los lóbulos temporales toman una importancia en la memoria y el procesamiento de emociones. Se encuentran por debajo de la cisura lateral y anterior a los lóbulos occipitales. Estos lóbulos reciben información visual, auditiva y somatosensorial (Torres Bolongaro, 2020).

8.6 Funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas (FE) son un conjunto de mecanismos que tienen como objetivo resolver un problema complejo. Para solucionar estas actividades complejas, el cerebro controla estas FE para coordinarlas y regularlas (Tirapu & Muñoz, 2018).

Este conjunto de mecanismos son los procesos mentales que se encargan de resolver problemas complejos (internos y/o externos). Los problemas internos son la representación mental de actividades creativas y conflictos de interacción social, comunicativos, afectivos y motivacionales nuevos y repetidos. En cuanto a los problemas externos son el resultado de la relación entre individuo y su entorno. Entonces, las FE tienen como objetivo solucionar esos problemas de manera eficaz y aceptable para la persona y la sociedad (Ribeiro, 2013).

Las FE constituyen mecanismos de integración intermodal e intertemporal. Esto permite proyectar cogniciones y emociones desde el pasado hacia el futuro con la meta de buscar la mejor solución en las situaciones complejas y novedosas. Engloban un amplio conjunto de funciones de autorregulación que permiten el control, organización y coordinación de otras funciones cognitivas, respuestas emocionales y comportamientos (Ribeiro, 2013).

De acuerdo con el modelo de Tirapu, se incluyen 7 componentes en las FE: Memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, inhibición, fluidez verbal, control atencional, flexibilidad cognitiva y planificación (Tirapu & Muñoz, 2018).

La flexibilidad cognitiva es la capacidad de adaptarse ante un problema específico y, según eso, encontrar diferentes formas para solucionarlo. Esta función ejecutiva permite un intercambio con facilidad y rapidez entre las perspectivas, y poder adaptarse al cambio teniendo presente la prioridad (Martín, 2020). Este componente utiliza herramientas de control atencional y de inhibición para alternar la atención. A su vez, esta función permite considerar perspectivas nuevas y diferentes. Esto posibilita razonar de otra manera las situaciones. La flexibilidad cognitiva involucra otros procesos como lo son el control inhibitorio, la memoria de trabajo, la atención selectiva y el cambio atencional. Los que intervienen en conjunto en el sujeto para pensar distintas “hipótesis” en una determinada situación, formar nuevos conceptos y establecer relaciones entre situaciones del pasado, presente y proyectarlas al futuro (Godinez, 2024).

En relación con la neuroanatomía de la flexibilidad cognitiva, están las áreas del putamen, el giro parahipocampal, superior frontal, frontal medial anterior, parietal inferior, parietal superior, temporal inferior, temporal medial, lateral occipital, postcentral y precuneus (Godinez, 2024).

La flexibilidad cognitiva hace referencia a la habilidad para cambiar la dirección de la atención, y la adaptación en distintas situaciones. Esta FE requiere una reacción diferente para distintos tipos de problema. Para la evaluación de esta FE se utiliza la prueba de cartas de Wisconsin. Esta prueba consiste en 128 cartas de combinaciones con 3 atributos (forma, color o número de elementos). Los participantes deben clasificar estas cartas según un criterio que no conocen de antemano. En cada respuesta se les da una retroalimentación después de cada elección, indicando si acertaron o no. Cuando logran un número de clasificaciones correctas consecutivas quiere decir que identificaron el criterio. En el caso de que ocurra se cambia el criterio sin avisar a los participantes. En los parámetros para evaluar se incluye tiempo, número de aciertos y errores perseverativos. La prueba termina cuando se alcanza nueve criterios o han usado todas las cartas (Alcaraz, 2023).

El control inhibitorio es la capacidad para controlar los impulsos. Nos permite controlar nuestros “comportamientos, emociones, movimientos y/o pensamientos”. Lo que nos permite cambiar una reacción “automática automatizada inapropiada” por una razonada y en función

del momento. El déficit de esta capacidad se ve en distintos niveles, el nivel motor, atencional y conductual. Un buen control inhibitorio permite controlar esas conductas y focalizar en la actividad principal (Godinez, 2024).

En relación a la neuroanatomía de la inhibición se encuentra en la corteza orbitomedial que dependiendo del estímulo efectuado o el tipo de control (emocional, lingüístico o motor) regula otras estructuras como lo es el tálamo medial, hipotálamo o los núcleos grises de la base (Godinez, 2024).

Para evaluar la inhibición se utilizan tareas donde es necesario controlar el comportamiento y movimiento, lo que permite cambiar nuestra reacción automática a una razonada en función del momento. Para evaluar esta FE se utiliza la prueba de Stroop, donde la persona deberá inhibir estímulos visuales y motores para seleccionar la opción correcta. En esta prueba se ponen en pantalla palabras con colores en condiciones congruentes e incongruentes. Donde deberán ignorar las palabras e identificar solo el color. Presionando la tecla izquierda para letras rojas, la tecla abajo para letras verdes y la tecla derecha para letras azules. La capacidad de inhibir la interferencia de elementos, en este caso de letras y seguir el patrón del color. Lo que está relacionado con las respuestas y funcionamiento ejecutivo del control inhibitorio (Godinez, 2024).

La memoria de trabajo es la capacidad de la memoria a corto plazo para retener información, manipularla y reorganizarla (Tirapu & Muñoz, 2018). funciona como un espacio de trabajo mental, creando un “interfaz” entre la memoria, la atención y la percepción proveen la base para el pensamiento (Torres Bolongaro, 2020). La memoria de trabajo está compuesta de componentes diferenciados como el bucle fonológico, la agenda visoespacial, el ejecutivo central y el buffer (Godinez, 2024). En esta función ejecutiva se dan las operaciones de control y selección de estrategias. Por otro lado, actúa también como sistema de respaldo y permite intercambiar información entre la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo (Baddeley et al., 2021 citado por Godinez, 2024).

En relación con la neuroanatomía están relacionadas con estructuras del córtex prefrontal anterior, córtex prefrontal dorsolateral y el córtex prefrontal ventrolateral (Godinez, 2024).

Para evaluar la memoria de trabajo se utilizan tareas como el Digit Span Test donde es necesario que la persona recuerde y ordene mentalmente la información proporcionada. Las tareas de retención de dígitos en regresión y el ordenamiento alfabético implica retener la

información en mente, manipularla y reorganizarla. El señalamiento autodirigido requiere que el individuo monitore sus respuestas previas, actualice la información y planee nuevas respuestas (Torres Bolongaro, 2020).

8.7. Encefalograma

El encefalograma o electroencefalograma (EEG) es el registro de forma gráfica donde se muestra la actividad eléctrica cerebral. Se obtiene mediante la colocación de electrodos sobre el cuero cabelludo y permite detectar cambios en la actividad eléctrica cerebral (Martínez & Trout, 2006).

Para poder interpretar un EEG primero hay que conocer cómo es la actividad normal del individuo, que depende de la edad y su estado de salud. También hay que aprender sobre los artefactos involucrados, patrones marginales (características de las ondas) y, por último, saber detectar si existen problemas técnicos, ya que es de suma importancia para evitar errores al realizar la interpretación u omitir algún dato que pueda resultar anormal (Martínez & Trout, 2006).

Como se mencionó anteriormente, es necesario la colocación de electrodos sobre el cuero cabelludo para detectar los cambios en la actividad eléctrica cerebral. Para ello existen dos tipos de montaje: bipolar y referencial. El montaje bipolar registra la diferencia de voltaje entre dos electrodos colocados en el cuero cabelludo. Y en el caso del referencial registra la diferencia de potencial entre un electrodo en el cuero cabelludo y otro en un sitio eléctricamente neutro (Salcedo, 2020).

La actividad eléctrica que se visualiza en un EEG tiene el nombre de grafoelemento, la acción en cadena de estos grafoelementos sumados al conjunto de las actividades eléctricas que se registran en los canales, son lo que da origen al Encefalograma (Martínez & Trout, 2006)

La clasificación de las ondas en el EEG se realiza según la frecuencia, es decir, el número de veces que se repite una onda por segundo. Diferenciándose en cuatro bandas denominadas Alfa, Beta, Delta, Theta y Gamma. De estas ondas se registran la amplitud y la morfología. La amplitud corresponde a la medición y la comparación de la distancia comprendida entre la línea de base y el pico de la onda (se expresa en uV). La morfología es cómo se presenta la onda, pudiendo ser en forma de: onda aguda, en punta, o de forma compleja como punta-onda lenta y/o onda aguda-onda lenta (Martínez & Trout, 2006)

Las bandas de frecuencia mencionadas anteriormente tienen sus características denominadas normales que las distinguen unas de otras. Por lo que resulta importante para poder interpretarlas correctamente debemos nombrarlas y describirlas:

La banda Delta, tiene una frecuencia que va de 0.1 a 4 Hz; una amplitud que se presenta variable y mayor de 50 uV; está presente en la infancia, más precisamente en los niños con menos de tres meses de edad, y se muestra en la fase III de sueño fisiológico. Se considera anormal si aparece en personas adultas (Martínez & Trout, 2006). Esta banda está asociada con el sueño de ondas lentas, al control inhibitorio y concentración (en algunas tareas). En el adulto normal sólo se ve en las fases de sueño de ondas lentas 3 y 4 (Salcedo, 2020).

La banda Theta, tiene una frecuencia de 4 a 7 Hz; se distribuye en la zona fronto-central; tiene un voltaje mayor de 40 uV. En caso de presentarse un valor menor a 15 uV puede considerarse anormal, pero se considera lo contrario si está acompañada de una banda Alfa con un ritmo bien establecido. Se considera propia de niños que tienen entre 3 meses y 5 años de edad; se presenta en la Fase I y II de sueño Fisiológico; también presente en casos de fatiga e hiperventilación (Martínez & Trout, 2006). En el adulto normal no hay ritmo theta en estado de vigilia salvo que la persona realice tareas que involucren la atención o memoria de trabajo (Salcedo, 2020).

La banda Alfa, que tiene una frecuencia que va de 8 a 12 Hz; un voltaje de 15 uV que puede tener una variación que va a depender de la edad, es decir, el voltaje disminuye a medida que aumenta la edad; según a la distancia que estén los electrodos; según cambios en la composición de los huesos. La regulación se da de forma rítmica; se distribuye en la zona occipital. Respecto a la simetría, si presenta una asimetría mayor del 50% es considerada anormal. Esta banda se bloquea durante la concentración y al abrir los ojos (Martínez & Trout, 2006). Por otro lado, este ritmo es más frecuente en el adulto en reposo. Se aprecia mejor con los ojos cerrados (atenúa con la luz), en condición de relajación y la actividad mental (Salcedo, 2020).

La banda Beta aparece cuando el sujeto abre los ojos o realiza tareas mentales. Se observa en regiones centrales y frontales en frecuencia entre 13 y 30 Hz. En el adulto presenta amplitudes menores a 30 uV (Salcedo, 2020).

Teniendo en cuenta que cada EEG es intra e interindividual, se considera normal un trazo cuando no hay componentes anormales. Los componentes anormales se muestran como

puntas, ondas agudas, ondas lentas o actividad diferente al ritmo de fondo normal (Martínez & Trout, 2006)

8.8. Funciones ejecutivas y obesidad

Se ha asociado a la obesidad con la disminución de las funciones ejecutivas, conduciendo potencialmente el deterioro del desarrollo neurológico, como anomalías de la materia gris y blanca del cerebro (Lane et al., 2023). En cuanto a la estructura, estas personas presentan menor densidad de la materia gris en las zonas de la regulación del gusto, recompensa y control conductual. A su vez, estas personas presentan menor grosor cortical en la corteza orbitofrontal medial derecha, la región superior izquierda del lóbulo frontal, precentral y el cíngulo anterior. También tienen menor volumen de materia gris en regiones CPF (región ventromedial y lateral), el polo temporal, el giro precentral, la corteza parietal inferior, el cerebelo y el giro postcentral (Torres Bolongaro, 2020).

Aunque se proponen los modelos de adicción y el dinámico. El modelo de adicción propone que se presentan en la obesidad y la adicción desequilibrios ante las respuestas cerebrales de los estímulos gratificantes. Estas alteraciones pueden ser debidas a las alteraciones endocrinas que cambian el umbral energético y modifican la sensibilidad a la recompensa (núcleo accumbens, pálido ventral, COF medial, hipotálamo), la motivación, del aprendizaje y condicionamiento, control inhibitorio, regulación emocional y funciones ejecutivas (COF, CPFDL, cíngulo anterior). Esta sensibilidad neuronal juega un papel importante en la conducta de ingesta y el consumo excesivo (Torres Bolongaro, 2020). Particularmente, se ha asociado el descenso del rendimiento cognitivo al aumento del IMC y existe una vulnerabilidad a las deficiencias relacionadas con el peso, aunque la razón exacta aún no está clara (Yang et al., 2018). Se contrasta con la idea de que a medida que aumenta el IMC, también ocurre un incremento de la activación del núcleo accumbens, el núcleo caudado dorsal y el cíngulo anterior en respuesta a los alimentos altamente apetecibles (Torres Bolongaro, 2020).

De acuerdo con el modelo de Tirapu, se incluyen 7 componentes en las FE (Tirapu & Muñoz 2018). De estos componentes, se ha demostrado que los obesos presentan amplias deficiencias en las tareas que utilizan principalmente inhibición, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, toma de decisiones, fluidez verbal y planificación. La memoria de trabajo es fundamental para la ejecución de diversas tareas que involucran funciones ejecutivas, como la autorregulación, la inhibición y la flexibilidad cognitiva, influyendo en

diversos comportamientos. Uno de estos comportamientos es la decisión sobre la ingesta de alimentos. Tales habilidades, cuando se reclutan de manera integrada, pueden restringir las propiedades que estimulan señales alimentarias inadecuadas resultantes de la impulsividad, permaneciendo interdependientes con la excitabilidad cortical, es decir, la situación favorable al patrón inhibitor se refuerza en el momento de la hiperpolarización; por otro lado, la vía excitatoria se presenta favorablemente en casos con despolarización neuronal continua (2,3,6) (da Silva et al., 2023).

En los adultos mayores de 40 años de edad, a mayor valor de IMC y de circunferencia de cintura se relaciona con menor grosor cortical y volumen de materia gris. Además, se asocia a la obesidad general y central a un efecto aditivo. Mientras que en la combinación de ambos existe mayor atrofia de la materia gris cerebral. En cuanto a las mujeres adultas, el IMC alto se relaciona con un menor volumen de materia gris en la COF, lóbulos frontales medio e inferior, la corteza posterior derecha y el desempeño ejecutivo. Así como el IMC y el metabolismo de glucosa en reposo se relaciona de forma negativa en las regiones prefrontales y el giro del cíngulo anterior que se asocia con menor puntaje en pruebas de memoria verbal, memoria de trabajo, velocidad de procesamiento, razonamiento y funciones ejecutivas (Torres Bolongaro, 2020).

8.9. Actividad eléctrica cerebral en el deporte

Al realizar movimiento y ejercicio físico se muestran cambios en la actividad cerebral, así como también se presentan diferencias en la actividad de la corteza cerebral entre las personas que son deportistas y las que no. Esto refleja la importancia del EEG como una herramienta para estudiar el cerebro, su relación con el movimiento y las funciones cognitivas. Aun así, son necesarios más estudios para profundizar y analizar nuevos enfoques. Para de esta forma, comprender mejor la compleja relación entre la actividad cerebral, la cognición y el movimiento humano (Maureira & Flores, 2018).

8.10. Hidrogimnasia y obesidad

La práctica de hidrogimnasia resulta efectiva para disminuir la adiposidad en la zona abdominal. Según estudios, en un grupo de mujeres de edad media se constató que luego de 8 semanas de asistir a clases de hidrogimnasia, hubo una reducción de 6 kg de peso corporal y una disminución de 6 cm en la circunferencia de la cintura. Por otro lado, en un plan de entrenamiento realizado en piscina profunda, con una duración de 12 semanas constató que se

redujo 5 cm la circunferencia de la cintura, y la relación cintura-cadera bajó 3,2%. Estos resultados van a depender del IMC, la circunferencia de la cintura, la relación cintura-cadera, la duración e intensidad del entrenamiento y la restricción calórica (de Paula et al., 2016).

9. Objetivos

9.1. Objetivo general

Comparar las funciones ejecutivas y la actividad eléctrica cerebral, entre mujeres que practican hidrogimnasia y mujeres sedentarias de 40 a 62 años de edad.

9.2. Objetivo específico

Determinar el desarrollo de las funciones ejecutivas flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo en mujeres entre 40 y 62 años que practican hidrogimnasia y mujeres sedentarias.

Obtener la actividad eléctrica cerebral en mujeres que practican hidrogimnasia y mujeres sedentarias entre 40 y 62 años, bajo un paradigma de inhibición.

Contrastar la diferencia en las funciones ejecutivas flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo en mujeres entre 40 y 62 años que practican hidrogimnasia y mujeres sedentarias.

Comparar la actividad eléctrica cerebral en mujeres que practican hidrogimnasia y mujeres sedentarias entre 40 y 62 años, bajo un paradigma de inhibición.

Analizar si existen diferencias en las funciones ejecutivas y la actividad eléctrica cerebral en mujeres que practican hidrogimnasia y mujeres sedentarias, con edades comprendidas entre 40 y 62 años.

10. Marco metodológico

10.1. Introducción

La presente tesina está vinculada al grupo de investigación de “Biofísica y Bioquímica del Ejercicio” inscrito en CSIC N° 883310 con sede en la ciudad de Maldonado, tiene la intención de contribuir al estudio asociado a las funciones ejecutivas (FE) y la actividad eléctrica cerebral de mujeres en edad adulta que realizan hidrogimnasia en el Polideportivo Cerro Pelado y Campus, y mujeres sedentarias de la ciudad de Maldonado.

10.2. Diseño y tipo de estudio

El estudio se realizó de forma correlacional y de corte transversal, en el Centro Universitario Regional Este (CURE), ubicado en Av. Cachimba del Rey entre Bvar. Artigas y Aparicio Saravia y en el Centro Comunal El Molino, ubicado en la calle Hernandarias, Maldonado, Uruguay, durante el período comprendido entre el 21 de septiembre y el 12 de octubre de 2024. Se realizaron 4 instancias de evaluaciones, con la finalidad de comparar un grupo de mujeres entre 51 ± 11 años de edad que asisten a clases de hidrogimnasia en el Polideportivo Cerro Pelado y Campus, y un grupo de sedentarias. Para la realización de las evaluaciones se utilizó una computadora equipada con el lenguaje de programación Python en su versión (3.12) y con software PsychoPy versión 2024.1.5, empleándose para la medición de la actividad eléctrica cerebral mediante el test Go/no go y la aplicación de los test de Stroop Wisconsin y Digit Span Test.

Este estudio es de carácter descriptivo, transversal y correlacional. Descriptivo porque se observa y no se interviene o manipula el factor de estudio. Al analizar el fenómeno en un período corto e interactuar con el grupo en una instancia, se denomina “estudios transversales”, describiendo lo que ocurre en ese instante (Guevara et al., 2020). Correlacional porque apunta a conocer la relación que existe entre dos o más categorías o variables en una muestra (Hernández et al., 2014). En este caso se realizó una comparación entre un grupo de mujeres adultas que realizan hidrogimnasia y mujeres sedentarias, quienes fueron evaluadas para comparar la actividad eléctrica cerebral mediante electroencefalografía y las funciones ejecutivas (FE) flexibilidad cognitiva, inhibición y memoria de trabajo. Con un abordaje mixto, se recolectan datos cuantitativos y cualitativos. Las variables cuantitativas están estructuradas, utilizando datos numéricos y estadísticos. Estos son la edad, peso

corporal, la talla, % de grasa corporal, IMC, datos obtenidos de las evaluaciones, entre otras. Por otro lado, las variables cualitativas, hacen referencia a aspectos que no son medibles o cuantificables como sexo, nivel educativo, la mano hábil, entre otras (Guevara et al., 2020).

10.3. Definición de variables

Se identifican como variables independientes el sexo, la edad, la obesidad, la composición corporal y el tipo de actividad física.

Como variable dependiente se identifican las funciones ejecutivas, control inhibitorio, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo y la actividad eléctrica cerebral.

10.3.1. Edad, sexo y tipo de actividad física (hidrogimnasia/sedentarias)

Se determinó la edad entre 40 y 62 años del sexo femenino que realizan HG un mínimo de 2 y un máximo de 3 veces por semana. En un período de 3 meses hasta 3 años. Por otro lado, el grupo C comprende la misma edad y sexo que el grupo de HG. Fue determinado mediante la realización del cuestionario IPAQ para saber el nivel de actividad física siendo bajo (categoría 1), moderado (categoría 2) o alto (categoría 3). Teniendo como resultado de 8 a 360 Mets.

10.3.2. Inhibición

Se caracteriza por el control de los impulsos. Se evaluó mediante registro electroencefalográfico (EEG) dentro de un paradigma de inhibición (test Go/no go). También se utilizó el test de colores y palabras (STROOP), sin EEG.

El control inhibitorio es la capacidad para controlar los impulsos. Nos permite controlar nuestros “comportamientos, emociones, movimientos y/o pensamientos”. Lo que nos permite cambiar una reacción “automática automatizada inapropiada” por una razonada y en función del momento. El déficit de esta capacidad se ve en distintos niveles, el nivel motor, atencional y conductual. Un buen control inhibitorio permite controlar esas conductas y focalizar en la

actividad principal (Godinez, 2024). Esta FE se midió a través de la prueba de palabras y colores (STROOP).

10.3.3 Flexibilidad cognitiva

La flexibilidad cognitiva es la capacidad de adaptarse ante un problema específico y, según eso, encontrar diferentes formas para solucionarlo. Esta función ejecutiva permite un intercambio con facilidad y rapidez entre las perspectivas, y poder adaptarse al cambio teniendo presente la prioridad (Martín, 2020). Esta FE se midió a través del test de Wisconsin.

10.3.4. Memoria de trabajo

La memoria de trabajo es la capacidad de la memoria a corto plazo para retener información, manipularla y reorganizarla (Tirapu & Muñoz, 2018). Esta funciona como un espacio de trabajo mental, creando un “interfaz” entre la memoria, la atención y la percepción, proporcionando la base para el pensamiento (Torres Bolongaro, 2020). Esta FE se midió a través de Digit span test.

10.4. Participantes

Se seleccionó una población de 24 mujeres adultas entre 51 ± 11 años de edad, de la ciudad de Maldonado de nacionalidad uruguaya. La situación laboral y nivel educativo es diverso. De las participantes 4 se encuentran jubiladas, 18 activas y 2 sin actividad. El “nivel educativo máximo alcanzado” va desde primaria completa hasta educación terciaria.

Participaron en este estudio dos grupos. Por un lado, un grupo de 12 mujeres con obesidad entre 53 ± 9 años de edad que practican HG en el Polideportivo de Cerro Pelado y Campus de Maldonado. Por otro lado, un grupo C de 12 mujeres entre 50 ± 12 años de edad.

En cuanto a las enfermedades, el grupo de HG predomina la hipertensión sobre otras enfermedades. En cuanto al grupo C predomina la hipertensión y diabetes tipo 2. Relacionado a los medicamentos, en el grupo de HG se identificó el consumo de psicofármacos,

antihipertensivos y somníferos. En el grupo C se identificó el consumo de antihipertensivos, antipsicóticos y antimaláricos. Detallados en **Tabla 6** y **6.1**.

En cuanto a la composición corporal en la **Tabla 1** se observa el grupo de HG y C en función de la cantidad de participantes y la clasificación de de la composición corporal. El promedio para el grupo de HG dio un peso de 92kg, de altura 160,99 cm, 39,8% de grasa corporal, el IMC 35,4. Por otro lado, el grupo C, el promedio de peso corporal dio 74,9 kg, de altura 157,8 cm, 37,9 % de grasa, el IMC 30,3.

Tabla 1

Distribución de participantes según clasificación de peso

Clasificación	Hidrogimnasia	Control
Normopeso	0	2
Sobrepeso	5	2
Obesidad tipo 1	4	7
Obesidad tipo 2	1	1
Obesidad mórbida	2	0

Nota. En la tabla se observa una mayor proporción de participantes con sobrepeso y obesidad en el grupo de hidrogimnasia en comparación con el control. No se presentan participantes con normopeso en hidrogimnasia.

10.4.1 Criterios de inclusión y exclusión para el grupo hidrogimnasia y control

10.4.2 Grupo hidrogimnasia

Criterios de inclusión

- Se incluye participantes adultos del sexo femenino con 53 ± 9 años de edad, con obesidad y/o sobrepeso.
- Restricción de nivel académico: primaria completa.
- Sin restricción de estado civil.
- Hablar español. Saber leer y escribir.
- Nacionalidad uruguaya y residencia en Maldonado.
- Practiquen hidrogimnasia.

Criterios de exclusión

- Enfermedad durante el periodo de evaluación.
- Antecedentes de daño y/o enfermedades neurológicas.
- Carta de consentimiento firmada.

Criterios de eliminación

- No culminar las pruebas o incapacidad para resolver los ejercicios planteados.
- Presentar al momento de las pruebas alguno de los criterios de exclusión.

10.4.3. Grupo control

Criterios de inclusión

- Se incluye participantes adultos del sexo femenino con 50 ± 11 años de edad.
- Restricción de nivel académico: primaria completa.
- Sin restricción de estado civil.

- Hablar español. Saber leer y escribir.
- Nacionalidad uruguaya y residencia en Maldonado.
- Tener un nivel bajo de actividad física, categoría 1 en el cuestionario IPAQ.

Criterios de exclusión

- Se excluyó de este estudio a participantes con un nivel moderado a alto de actividad física.
- Enfermedad durante el periodo de evaluación.
- Antecedentes de daño y/o enfermedades neurológicas.
- Carta de consentimiento firmada.

Criterios de eliminación

- No culminar las pruebas o incapacidad para resolver los ejercicios planteados.
- Presentar al momento de las pruebas alguno de los criterios de exclusión.

10.5. Intervención

Se inició con un cuestionario socioeconómico para las participantes que practican hidrogimnasia y un cuestionario IPAQ para el grupo de sedentarias. Con la finalidad de obtener datos de inclusión y exclusión para el estudio. Posteriormente se citó a las participantes a las instalaciones del CURE y del Comunal El Molino de la ciudad de Maldonado. Se realizaron las mediciones de altura y el peso corporal de las participantes. La altura se midió con una cinta métrica mecánica adherida a la pared (Seca 206). El peso corporal se determinó utilizando la balanza analítica digital (Seca Sensa 804). Los datos obtenidos se colocaron en el monitor de grasa corporal (Omron HBF-306INT) lo que determinó el IMC y el porcentaje de grasa corporal de las participantes.

Para la realización de las evaluaciones se utilizó una computadora equipada con el lenguaje de programación Python en su versión (3.12) y con software Psychopy versión 2024.1.5, empleándose para realizar el registro de la actividad eléctrica cerebral mediante EPOC X-14 Channel Wireless EEG Headset Emotiv con el test Go/ no Go. Por último, se realizaron las

pruebas computarizadas de STROOP para inhibición, Wisconsin para flexibilidad cognitiva y la prueba de Digit Span para memoria de trabajo.

10.5.1. Cuestionario Socioeconómico

Mediante este cuestionario se obtuvieron datos personales de las participantes como el nombre, la edad, género, enfermedades, nivel de estudios, región geográfica, departamento, barrio de residencia. Además, se obtuvieron datos del hogar como el número de personas, cantidad de niños menores hasta 17 años, cuántas personas perciben ingresos, cuántos miembros de la casa tienen estudios universitarios completos, atención de salud del principal sostenedor, cuantos miembros del hogar se atienden en Salud Pública, servicio doméstico, características de la vivienda y equipamientos o bienes de confort como automóviles, aire acondicionado, computadora y lavarropas. (Costa Ball & Cracco, 2021)

10.5.2. Cuestionario IPAQ

El cuestionario IPAQ en su versión corta está compuesto por 7 preguntas que recaban datos sobre la frecuencia, la duración y la intensidad de la actividad física que fue realizada en los últimos siete días, y además el tiempo que dedicó a caminar y a estar sentado en esa semana. Este cuestionario fue realizado online, donde se evaluaron tres características sobre la actividad física, siendo estas la intensidad de la actividad física, en leve, moderada o vigorosa. La frecuencia en días por semana, y la duración en el tiempo que dedicó por día. Los datos sobre la actividad física durante la semana son registrados en Mets (Unidades de Índice Metabólico) obteniendo del cálculo por minuto y por semana (Carrera et al., 2017).

10.5.3. Impedancia eléctrica

La impedancia eléctrica permite el análisis de la composición corporal de forma no invasiva de gran precisión en un período corto (Quesada et al., 2016). Para la medición se utilizan cinco datos: resistencia eléctrica, peso, talla, edad y sexo de las participantes y posteriormente se les solicitó que tomen el medidor de grasa corporal (Omron Hbf-306) con ambas manos sujetando a cada lado, manteniendo los brazos extendidos y llevando las manos a la altura de

la cabeza. Este procedimiento da como resultado el porcentaje de grasa y el índice de masa corporal (IMC).

10.5.4. Registro de actividad eléctrica cerebral

El registro de la actividad eléctrica cerebral se realizó colocando un casco de EEG sobre el cuero cabelludo de las participantes. El procedimiento se realizó utilizando la prueba Go/no go, que mide el control inhibitorio de las participantes.

Para comenzar la prueba se solicitó que la participante permaneciera 15 segundos mirando un punto fijo en la computadora y posteriormente tuvo que permanecer 15 segundos con los ojos cerrados. Una vez terminada esta parte, comenzará la prueba Go/no go, en el que aparecen círculos verdes en la pantalla. La participante deberá presionar la barra espaciadora cuando aparezca en pantalla un círculo verde liso, y deberá evitar presionar la tecla espaciadora si aparece un círculo con un patrón o diseño.

El registro encefalográfico fue realizado vinculado a un paradigma de inhibición (test Go/no go). Usando para ello un equipo de electroencefalografía (EEG) EMOTIV PRO X de 14 electrodos (AF3, F3, F7, FC5, T7, P7, O1, AF4, F4, F8, FC6, T8, P8, O2) en **Figura 1**. Posicionados según el sistema Internacional de Posicionamiento de Electroodos 10/20, y dos electrodos de referencia que se ubicaron en las apófisis mastoides de cada lado. Ubicados en cada corteza (frontal, cortical, occipital, parietal y temporal) los números pares hacen referencia al hemisferio derecho y los impares al hemisferio izquierdo. Resolución de 16 bits, frecuencia de muestreo de 256 Hz y ancho de banda de 0,2 a 45 Hz.

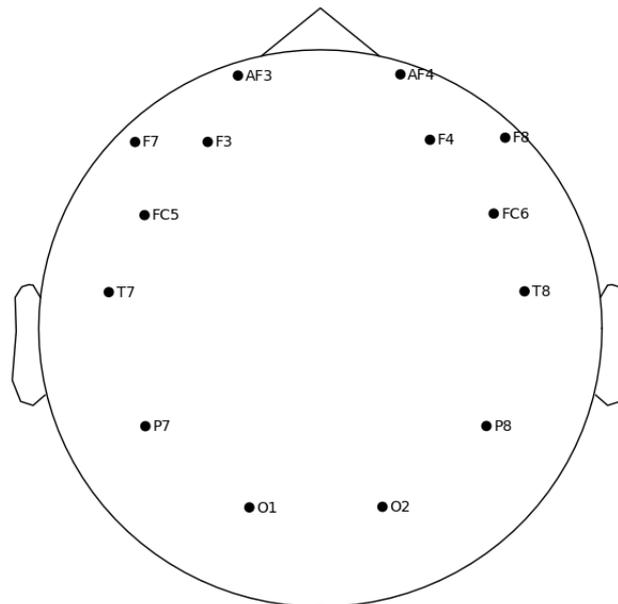


Figura 1. Ubicación de los electrodos. En esta figura se muestra la distribución de los electrodos en los hemisferios izquierdo y derecho.

10.5.5 Potenciales relacionados con eventos (ERP por sus siglas en inglés)

Los potenciales evocados son provocados por sucesos cognitivos, motores o sensoriales. Que se dan a través de un determinado tipo de estímulo o al realizar una tarea, provocando cambios en la EEG. Los cambios se ven con forma de picos y pueden dar información acerca del proceso cognitivo del que provienen (Núñez et al., 2004).

Dentro de los componentes de los potenciales evocados, se encuentran dos tipos: positivos o negativos. La latencia, que se refiere al tiempo en milisegundos a partir de que se presenta un estímulo hasta el surgimiento de un pico, denominándose el punto de máxima y mínima amplitud o extensión perteneciente a una ventana de latencia concreta (Núñez et al., 2004).

En la **Figura 2** se observa el número de eventos totales registrados en un lapso de 19,5 segundos. Utilizando la consola python con el código `epochs.plot()` permite distinguir las marcas “malas”, que serían las más oscura (negro) y eliminarlas del análisis. En total, se

evidenciaron 2755 números de eventos en 19,5 segundos en ambos grupos. Registrados en lapsos de 0,5 s para cada número de evento de los electrodos AF3, F7, F3, FC5 y T7.

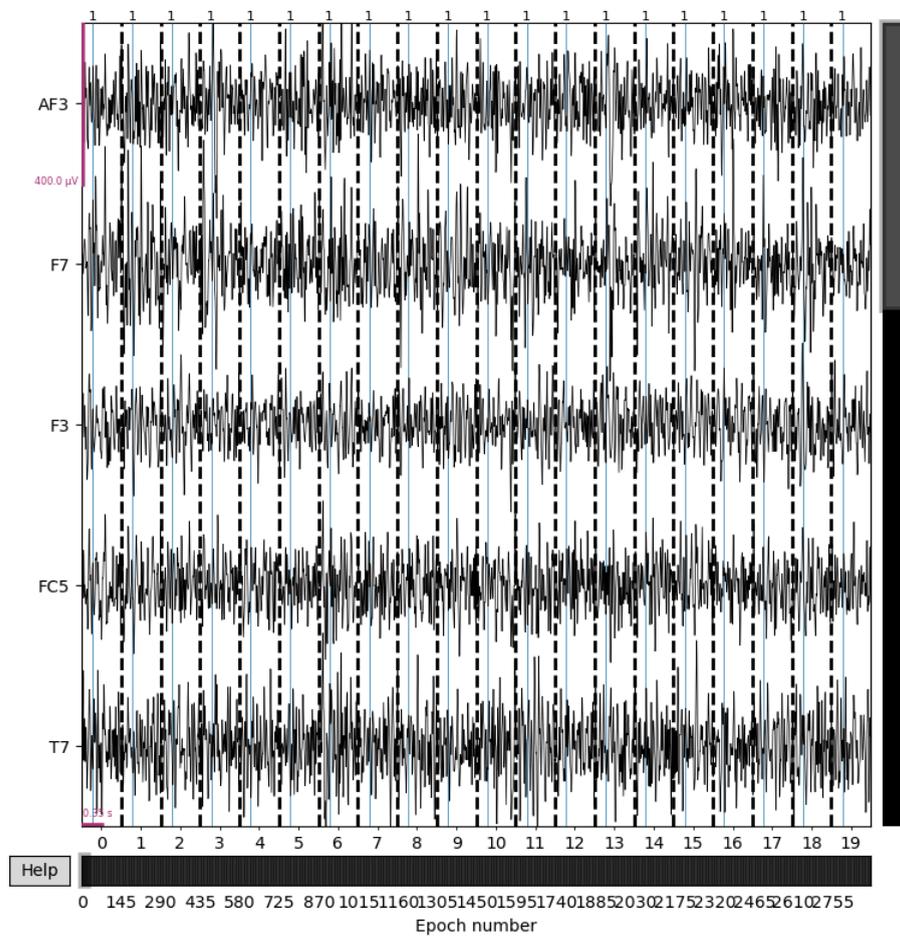


Figura 2. Registro de marca de eventos ERP. En esta figura se muestra el total de eventos registrados en AF3, F7, F3, FC5 y T7 en un lapso de 19,5 segundos.

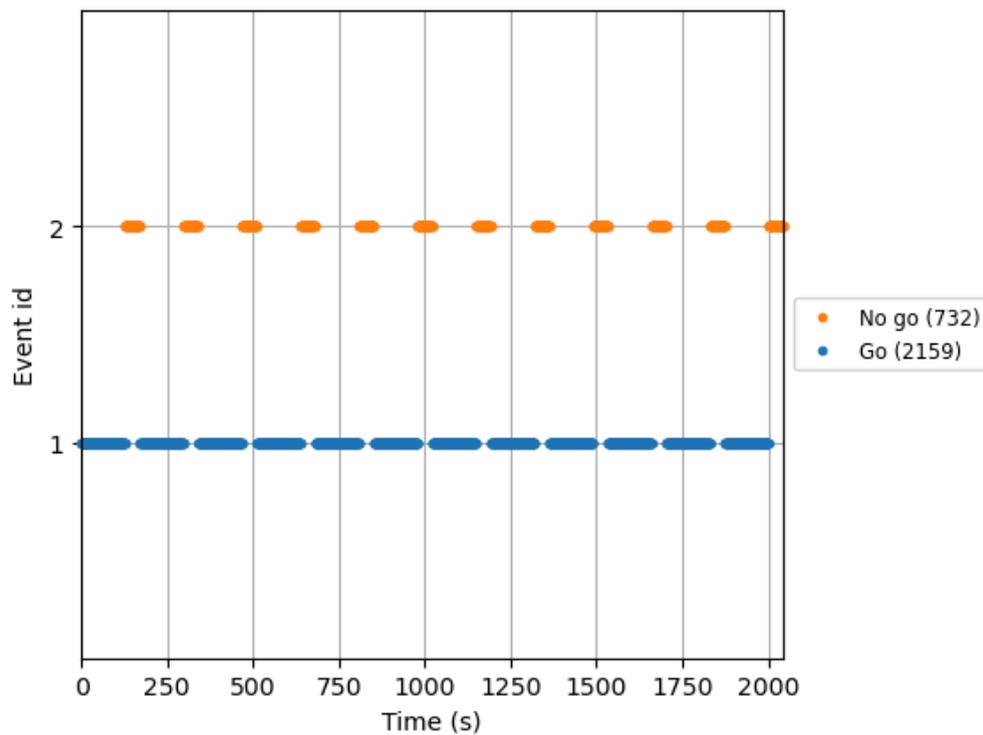


Figura 3. Eventos Go/no go grupo de hidrogimnasia. Se identificaron eventos utilizando el código `epochs.plot()` al eliminar los “malos” registros se evidencia un 25% eventos para No go y 75% eventos para Go.

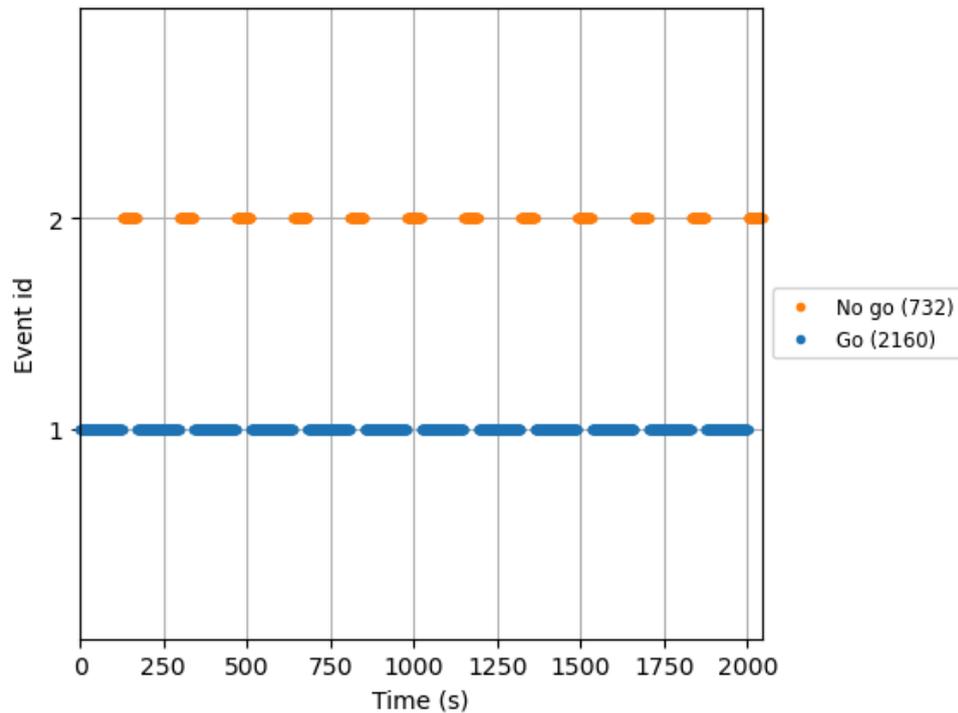


Figura 4. Eventos Go/no go grupo control. Se identificaron eventos utilizando el código epochs.plot() al eliminar los “malos” registros se evidencia un 25% eventos para No go y 75% eventos para Go.

10.5.6. Prueba de Wisconsin para flexibilidad cognitiva

En esta prueba aparecieron en pantalla cuatro cartas parte superior izquierda, enumeradas del 1 al 4, cada una con un color y una forma diferente. En la parte inferior se mostró una carta que debieron clasificar según un criterio que no conocen de antemano, pudiendo ser por color, forma o número. En cada respuesta se les da una retroalimentación después de cada elección, indicando si la respuesta es correcta o incorrecta. Cuando logran un número de clasificaciones correctas consecutivas quiere decir que identificaron el criterio. En el caso de que ocurra se cambia el criterio sin avisar a los participantes. En los parámetros para evaluar se incluye tiempo, número de aciertos y errores perseverativos. La prueba termina cuando se alcanza nueve criterios o han usado todas las cartas (Alcaraz, 2023).

10.5.7. Prueba de STROOP para inhibición

En esta prueba se presentaron en pantalla palabras con colores en condiciones congruentes e incongruentes. Se les solicitó a las participantes que ignoraran las palabras e identificaran

solo el color. Presionando la tecla izquierda para letras rojas, la tecla abajo para letras verdes y la tecla derecha para letras azules. En la condición congruente la palabra coincide con el color, a diferencia de la condición incongruente, en la que no coincide el color con la palabra. Esta prueba permite obtener información de la velocidad de procesamiento de la información, automatización y velocidad de lectura. La capacidad de inhibir la interferencia de elementos, en este caso de letras y seguir el patrón del color. Lo que está relacionado con las respuestas y funcionamiento ejecutivo del control inhibitorio (Godinez, 2024).

10.5.8. Digit Span Test para memoria de trabajo

En esta prueba se le solicitó que memoricen una secuencia de números que aparecerán en pantalla y posteriormente digitarla utilizando el teclado numérico, teniendo la opción de borrar en caso de equivocación. Al comienzo aparecerá una secuencia de tres números, de los que deberán recordar al menos dos. A medida que acierta la secuencia completa, va incrementando la cantidad de números que aparecen en pantalla. A cada intento tendrá una retroalimentación que indicará si es correcto o no. Una vez finalizada la prueba se le informará la cantidad de números que ha podido memorizar (Akashi & Martinelli, 2024).

10.5.9. Análisis estadístico

Los datos recopilados fueron obtenidos mediante el software PsychoPy (versión 2.3 - 2023) y analizados utilizando Python (versión 3.9.18) en un entorno virtual de Jupyter Lab. Para evaluar la distribución de los datos, se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (SW). Con base en los resultados obtenidos, se optó por utilizar pruebas estadísticas no paramétricas para determinar la existencia de diferencias significativas entre los sujetos. En este contexto, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney (MW) en Stroop y Wisconsin para caso de análisis. Adicionalmente, se utilizaron los paquetes NumPy y Pandas para realizar análisis de estadística descriptiva sobre los valores de tiempo de reacción, asertividad y el número de errores. Por otro lado, para la prueba de Digit Span Test se utilizaron las pruebas de Bartlett y ANOVA para determinar si existen diferencias significativas y el test Bonferroni para identificar cuál de los valores presenta estas diferencias. Por último, para el análisis de actividad eléctrica cerebral se utilizó ANOVA de una vía para determinar si existen diferencias. Los datos de EEG fueron analizados offline usando los módulos para

entrada/salida de datos, preprocesamiento, visualización, análisis de tiempo-frecuencia y estadísticas del paquete MNE (Gramfort et al., 2013) de código abierto para explorar, visualizar y analizar datos neurofisiológicos humanos en Python (Larson et al., 2024). El análisis estadístico fue realizado con el módulo `scipy.stats` del paquete Scipy de python (Larson et al., 2024).

11. Resultados

11.1. Test Go/no go

Cada electrodo tiene su propio método de trazado interactivo. Al hacer clic y arrastrar un lapso de tiempo se generará una topografía de los potenciales del cuero cabelludo para el segmento de tiempo seleccionado. También se demuestra la codificación de colores incorporada de los seguimientos de canales por ubicación, mostrados en las **Figuras 5, 6, 7 y 8** en condiciones Go y no go para el grupo de hidrogimnasia y control.

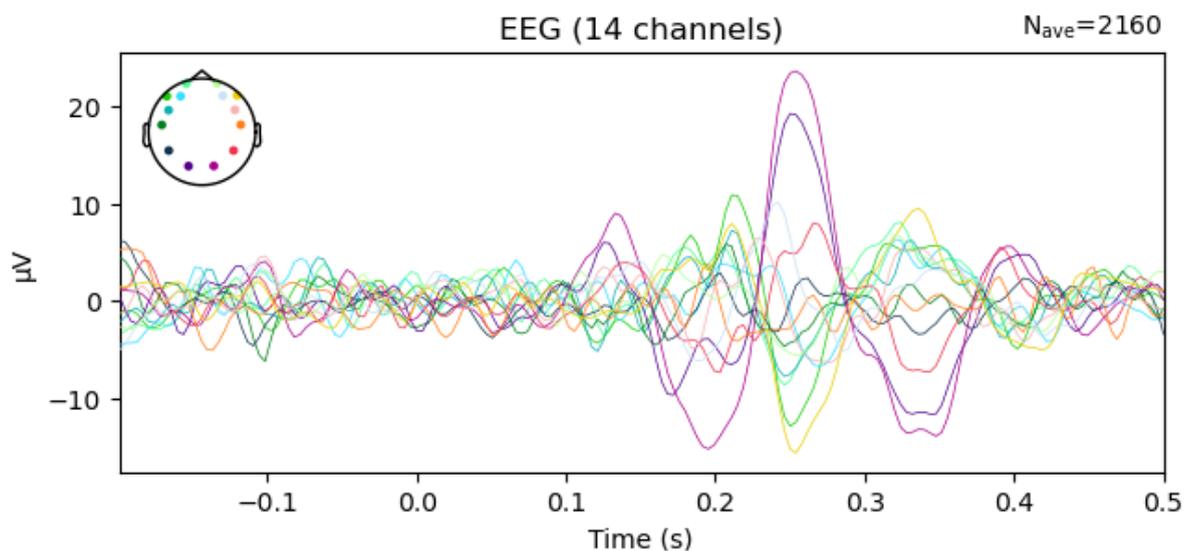


Figura 5. Electrodo grupo hidrogimnasia condiciones Go. En la figura se evidencian los potenciales evocados para cada electrodo en las condiciones Go del test evaluado para el grupo de hidrogimnasia. La amplitud de la señal se presenta en microvoltios (μV) y el tiempo en segundos (s). El número de promedio ($N_{ave}=2160$) indica que se promedió esa cantidad de señales individuales para obtener una señal más limpia.

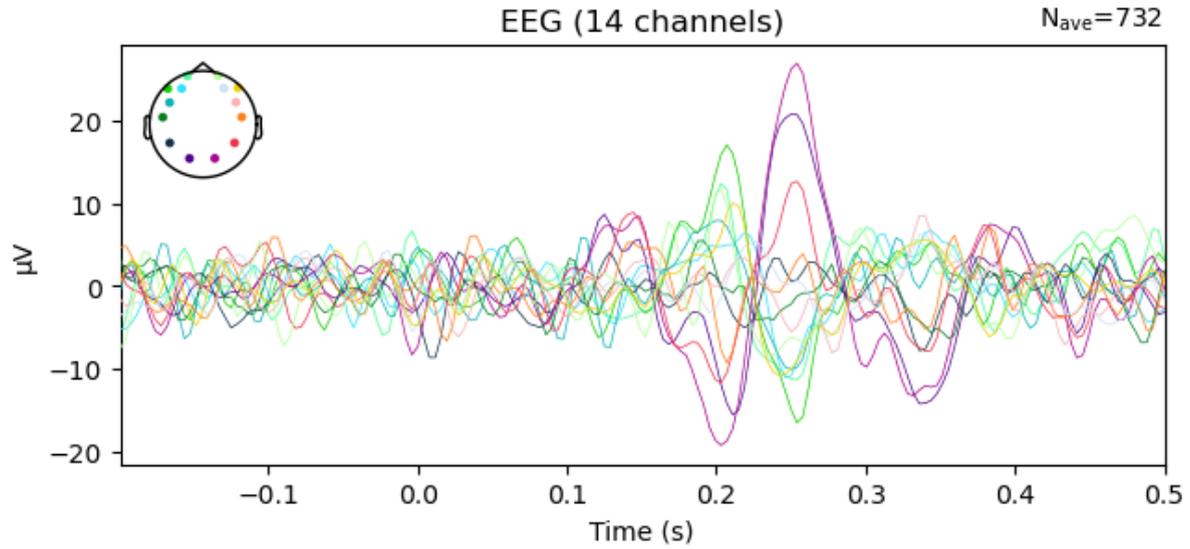


Figura 6. Electrodo grupo hidrogimnasia condiciones No go. En la figura se evidencian los potenciales evocados para cada electrodo en las condiciones No go del test evaluado para el grupo de hidrogimnasia. La amplitud de la señal se presenta en microvoltios (μV) y el tiempo en segundos (s). El número de promedio (Nave=732) indica que se promedió esa cantidad de señales individuales para obtener una señal más limpia.

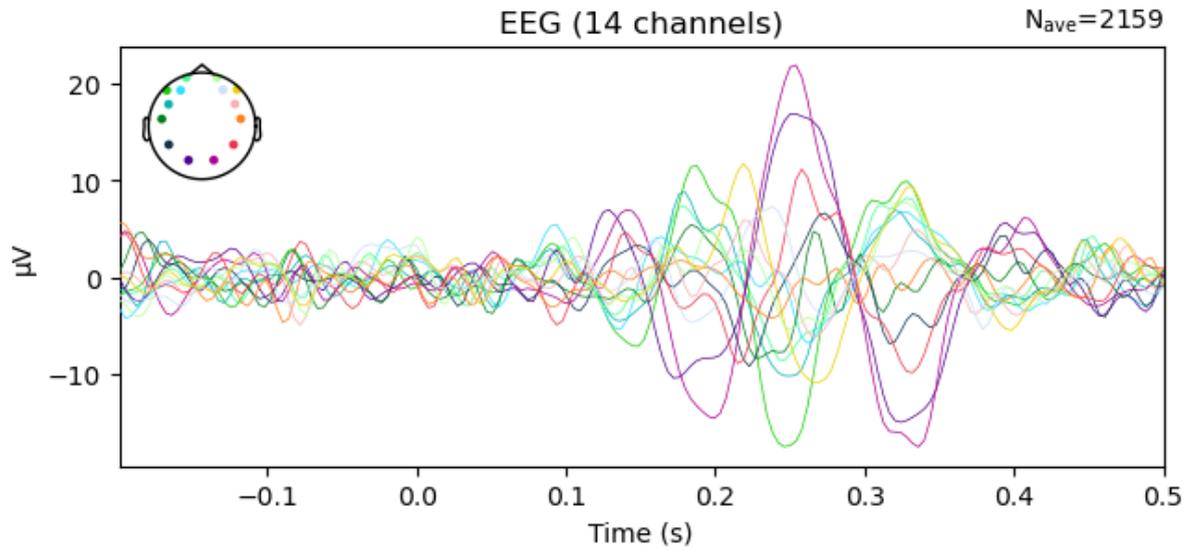


Figura 7. Electrodo grupo control condiciones Go. En la figura se evidencian los potenciales evocados para cada electrodo en las condiciones Go del test evaluado para el grupo control. La amplitud de la señal se presenta en microvoltios (μV) y el tiempo en segundos (s). El número de promedio ($N_{\text{ave}}=2160$) indica que se promedió esa cantidad de señales individuales para obtener una señal más limpia.

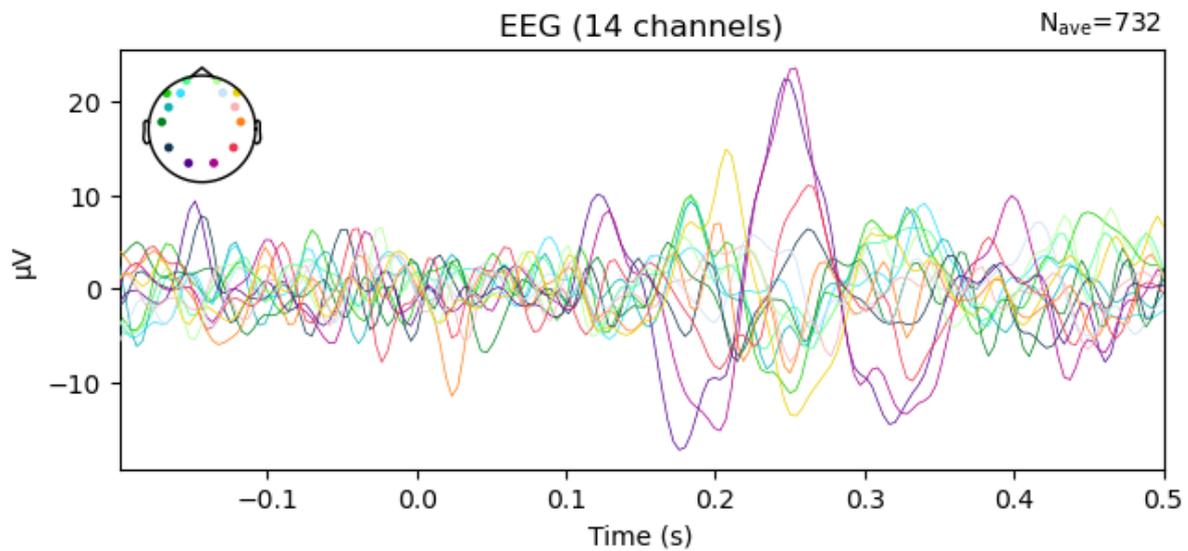


Figura 8. Electrodo grupo control condiciones No go. En la figura se evidencian los potenciales evocados para cada electrodo en las condiciones No go del test evaluado para el grupo de control. La amplitud de la señal se presenta en microvoltios (μV) y el tiempo en segundos (s). El número de promedio ($N_{ave}=732$) indica que se promedió esa cantidad de señales individuales para obtener una señal más limpia.

En la **Figura 9, 10, 11 y 12** se muestra el promedio entre canales con regiones de interés. Debido a que los datos de muestra contienen respuestas a estímulos en hemisferio izquierdo y derecho, existe la posibilidad de comparar las regiones de interés (RI) izquierda y derecha. Como se puede ver en dichos gráficos, para promediar entre canales en un RI determinado, primero se encuentran los índices de canales relevantes. Revisando el gráfico del sensor 2D se podrían elegir determinados canales para los RI izquierdo y derecho, respectivamente.

Las **Figuras 9 y 10** muestran la representación de 2 canales a lo largo del tiempo para el grupo de hidrogimnasia. Se muestra la distribución de las señales de los dos electrodos o canales frontales en condiciones Go y No go para el grupo que realiza HG. Las **Gráficas 10 y 11** muestran la representación de 2 canales frontales a lo largo del tiempo en condiciones Go y No go para el grupo control.

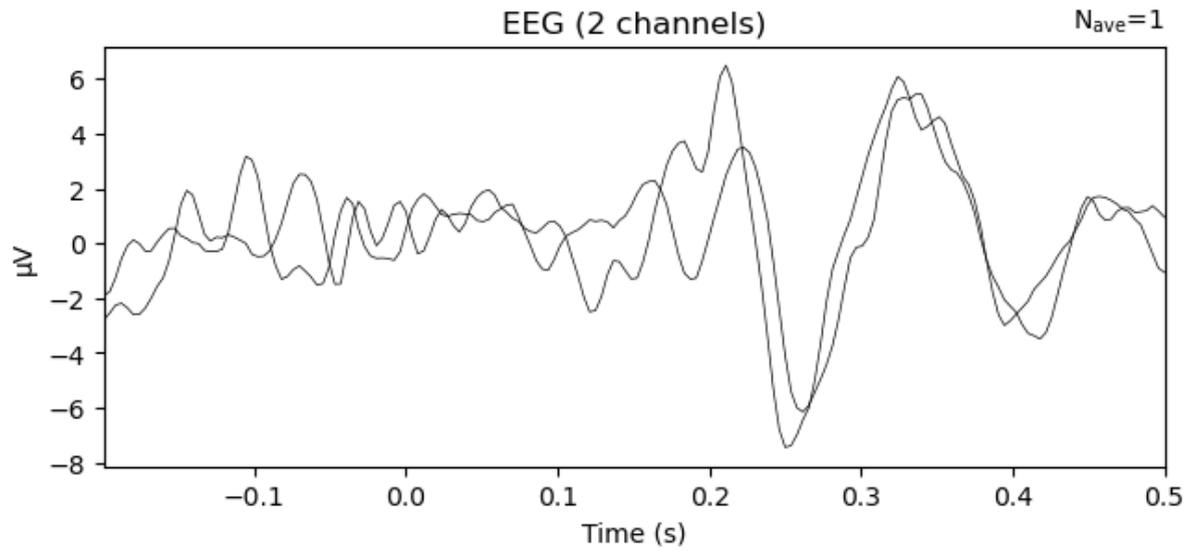


Figura 9. Comparación de electrodos frontales hidrogimnasia en condición Go. La figura muestra la representación de 2 canales (hemisferio izquierdo y derecho) a lo largo del tiempo en condiciones Go. La amplitud de la señal se presenta en microvoltios (μV) y el tiempo en segundos (s). El número de promedio ($N_{\text{ave}}=1$) indica que no existe un procesamiento adicional en cada línea de la gráfica.

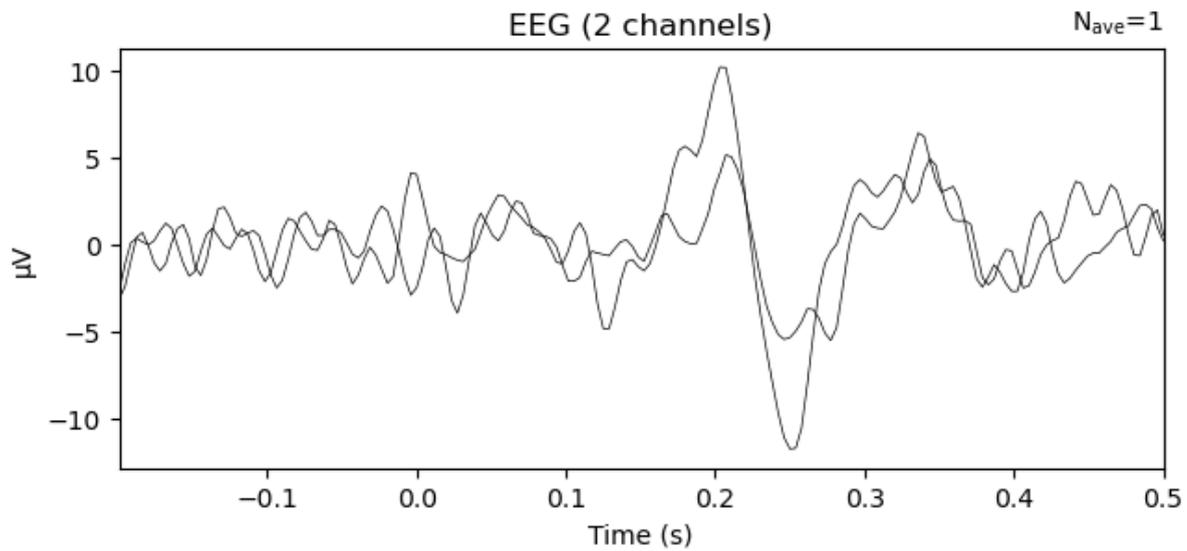


Figura 10. Comparación de electrodos frontales hidrogimnasia en condición No go. La figura muestra la representación de 2 canales (hemisferio izquierdo y derecho) a lo largo del tiempo en condiciones No Go. La amplitud de la señal se presenta en microvoltios (μV) y el tiempo en segundos (s). El número de promedio ($N_{\text{ave}}=1$) indica que no existe un procesamiento adicional en cada línea de la gráfica.

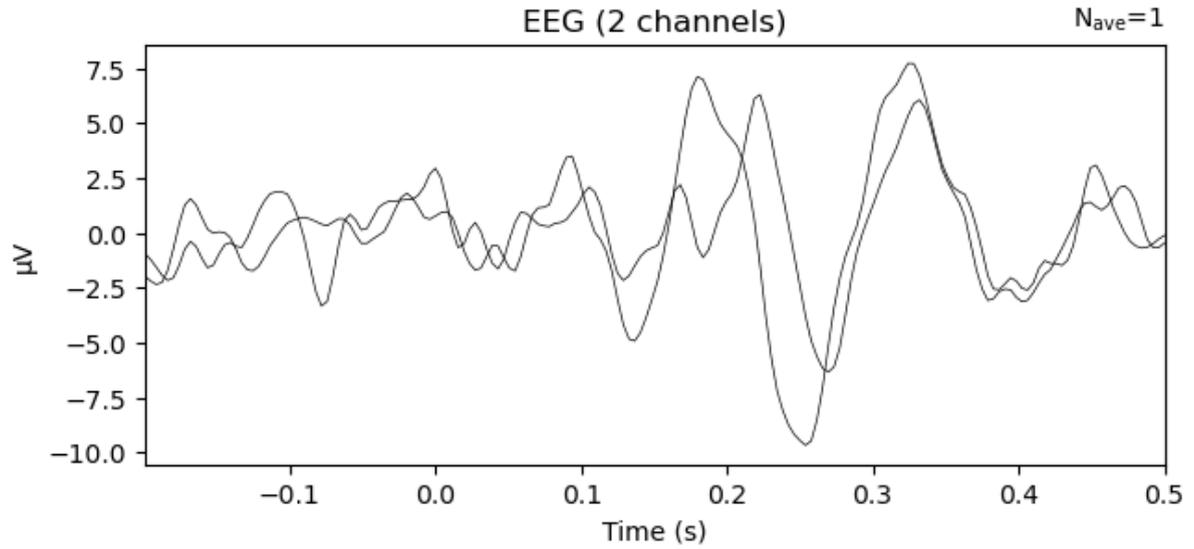


Figura 11. Comparación de electrodos frontales control en condición Go. La gráfica muestra la representación de 2 canales (hemisferio izquierdo y derecho) a lo largo del tiempo en condiciones Go. La amplitud de la señal se presenta en microvoltios (μV) y el tiempo en segundos (s). El número de promedio ($N_{\text{ave}}=1$) indica que no existe un procesamiento adicional en cada línea de la gráfica.

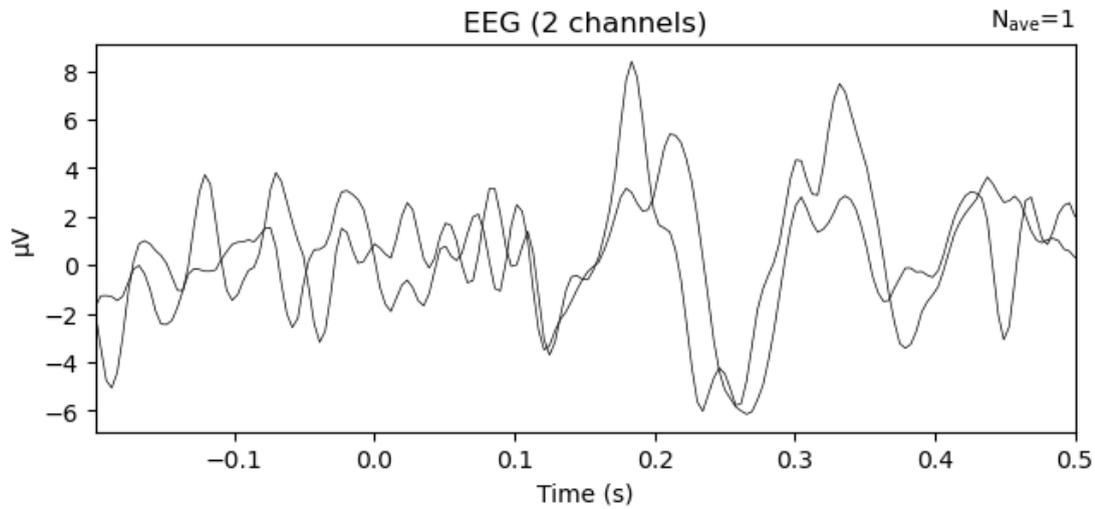


Figura 12. Comparación de electrodos frontales control en condición No go. La figura muestra la representación de 2 canales (hemisferio izquierdo y derecho) a lo largo del tiempo en condiciones No Go. La amplitud de la señal se presenta en microvoltios (μV) y el tiempo en segundos (s). El número de promedio ($N_{\text{ave}}=1$) indica que no existe un procesamiento adicional en cada línea de la gráfica.

En la **Figura 12** y **Figura 13** se seleccionaron los cortes de 170 a 220s (P200), 230 a 280s (N250) y 290 a 340s (P300) para el análisis estadístico de ANOVA de una sola vía, para determinar si existen diferencias significativas entre los potenciales evocados de cada grupo.

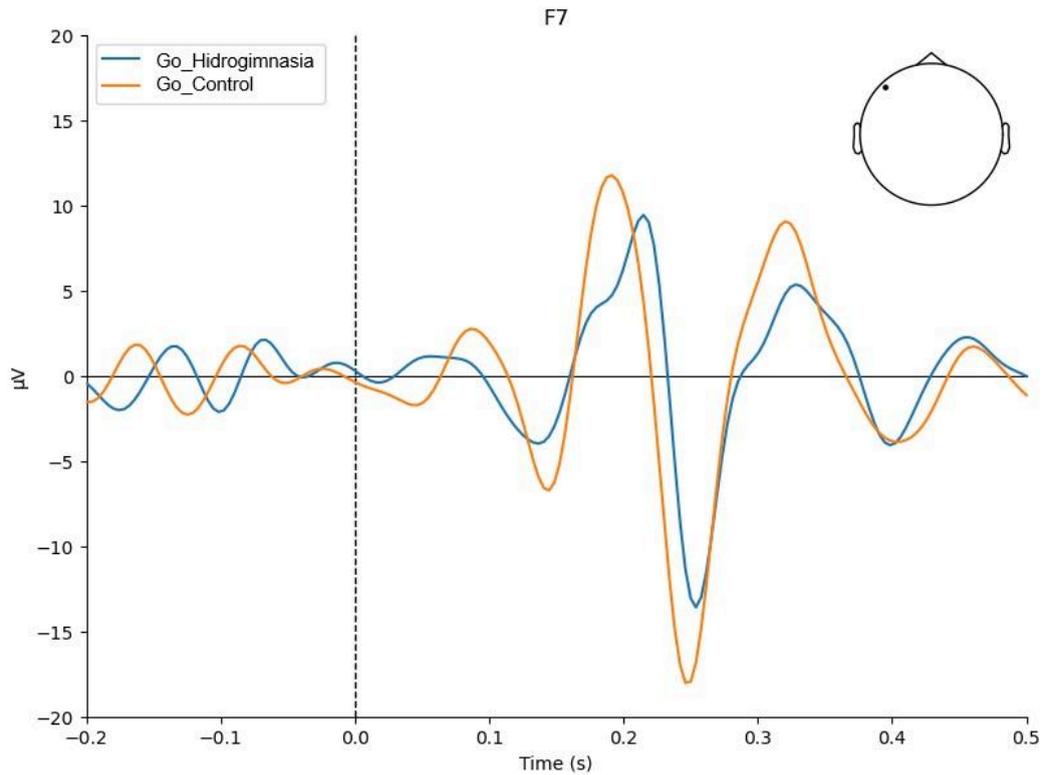


Figura 13. Potenciales relacionados a eventos Go en hidrogimnasia y control en el electrodo F7. En la figura se observa una comparativa de los potenciales evocados Go relacionados a eventos en las ventanas P200, N250 y P300. En P200 y P300 no se encontraron diferencias significativas (ns), tanto en amplitud como latencia. Por otro lado, en la amplitud N250 se encontraron diferencias significativas de $p < 0.001$ (***)

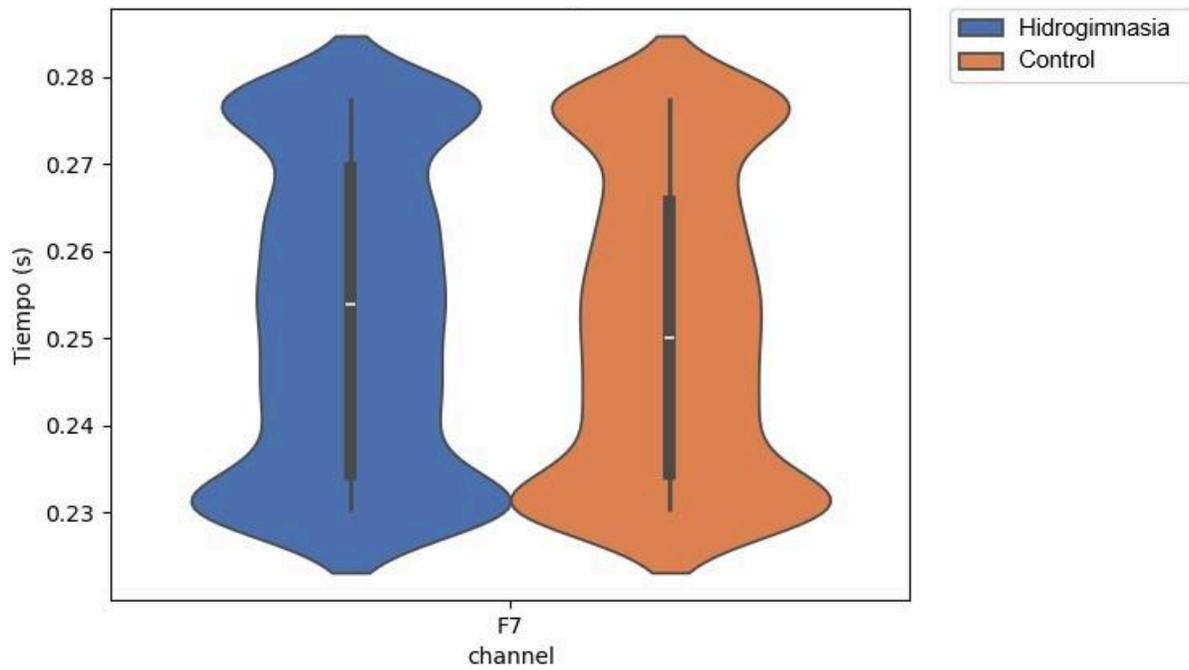


Figura 14. Latencia de N250 Go hidrogimnasia y control en el electrodo F7. En la figura se muestra la latencia de N250. Se observa que el grupo de hidrogimnasia presenta una mayor densidad en el valor más alto, así como la media en comparación al grupo control.

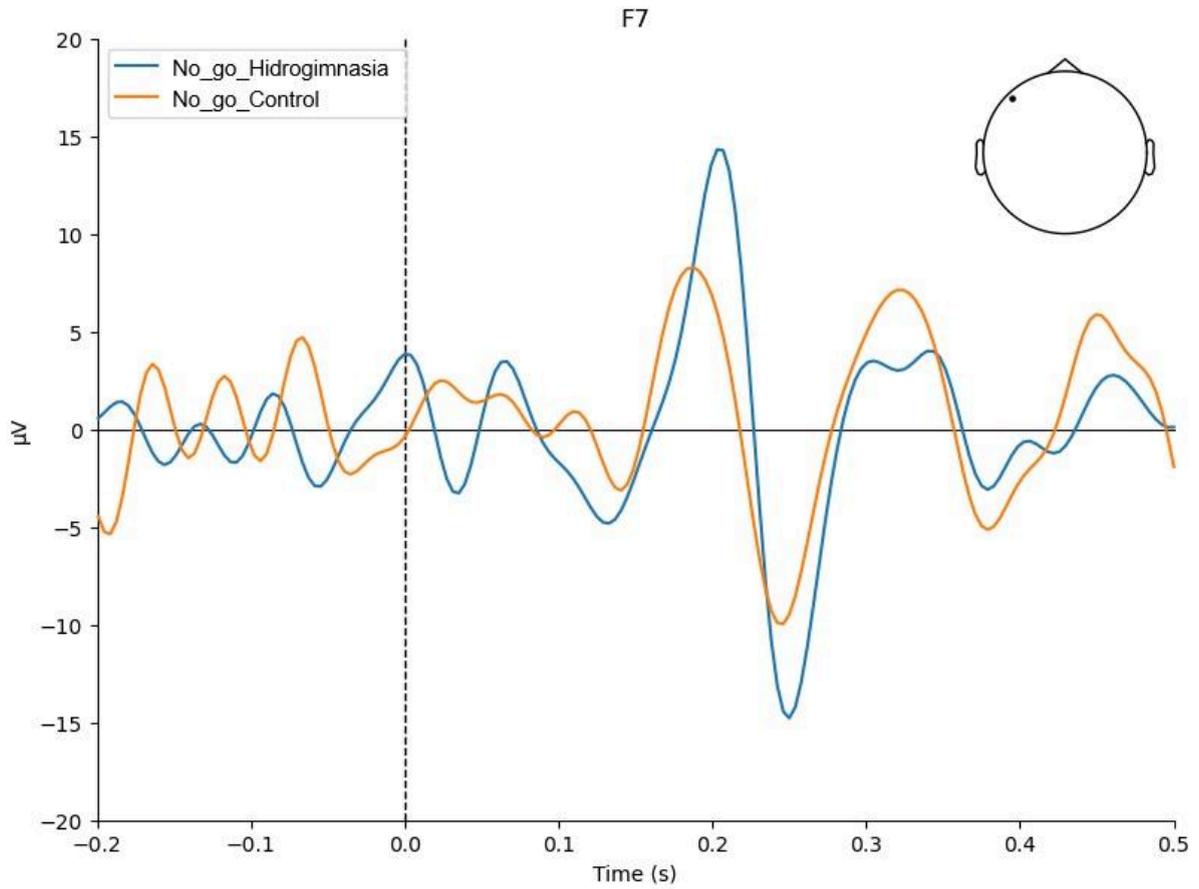


Figura 15. Potenciales relacionados a eventos No go en hidrogimnasia y control en el electrodo F7. En la figura se observa una comparativa de los potenciales evocados No Go relacionados a eventos en las P200, N250 y P300. No se encontraron diferencias significativas (ns).

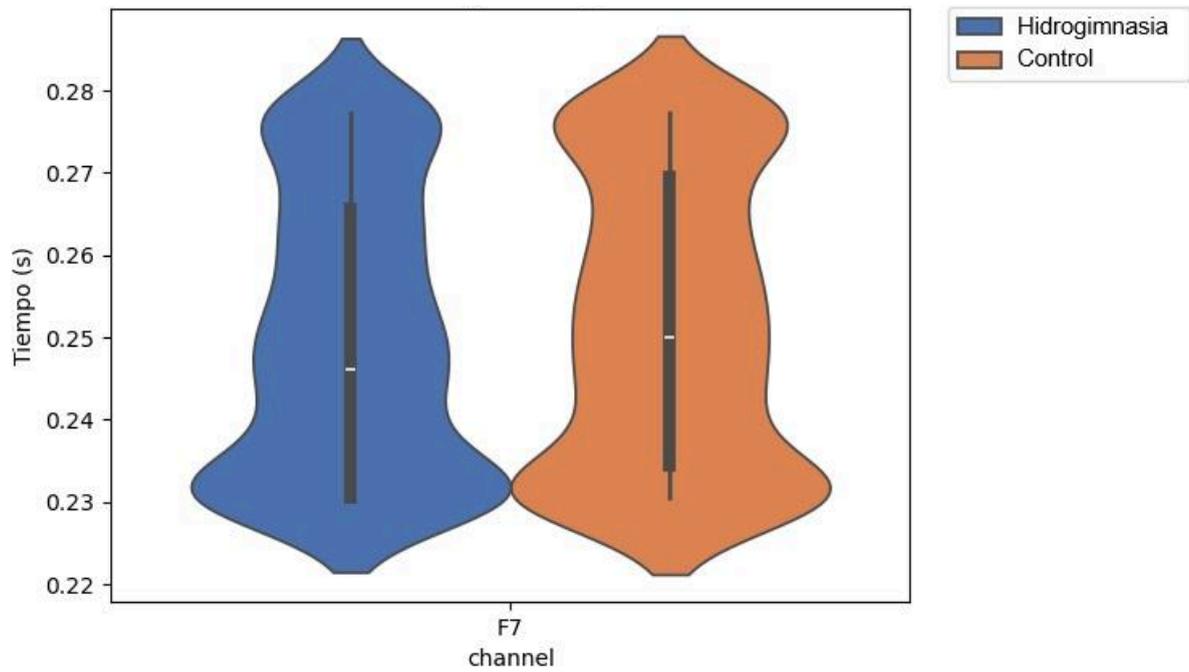


Figura 16. Latencia de N250 No go hidrogimnasia y control en el electrodo F7. En la figura se muestra la latencia de N250. Se observa que el grupo de hidrogimnasia presenta menor densidad en el valor más alto, así como una distribución menos uniforme en comparación al grupo control.

En la **Figura 17** y **18** se seleccionaron los cortes de 180 a 230s (P200), 230 a 300s (N250) y 300 a 350s (P300) para el análisis estadístico de ANOVA de una sola vía.

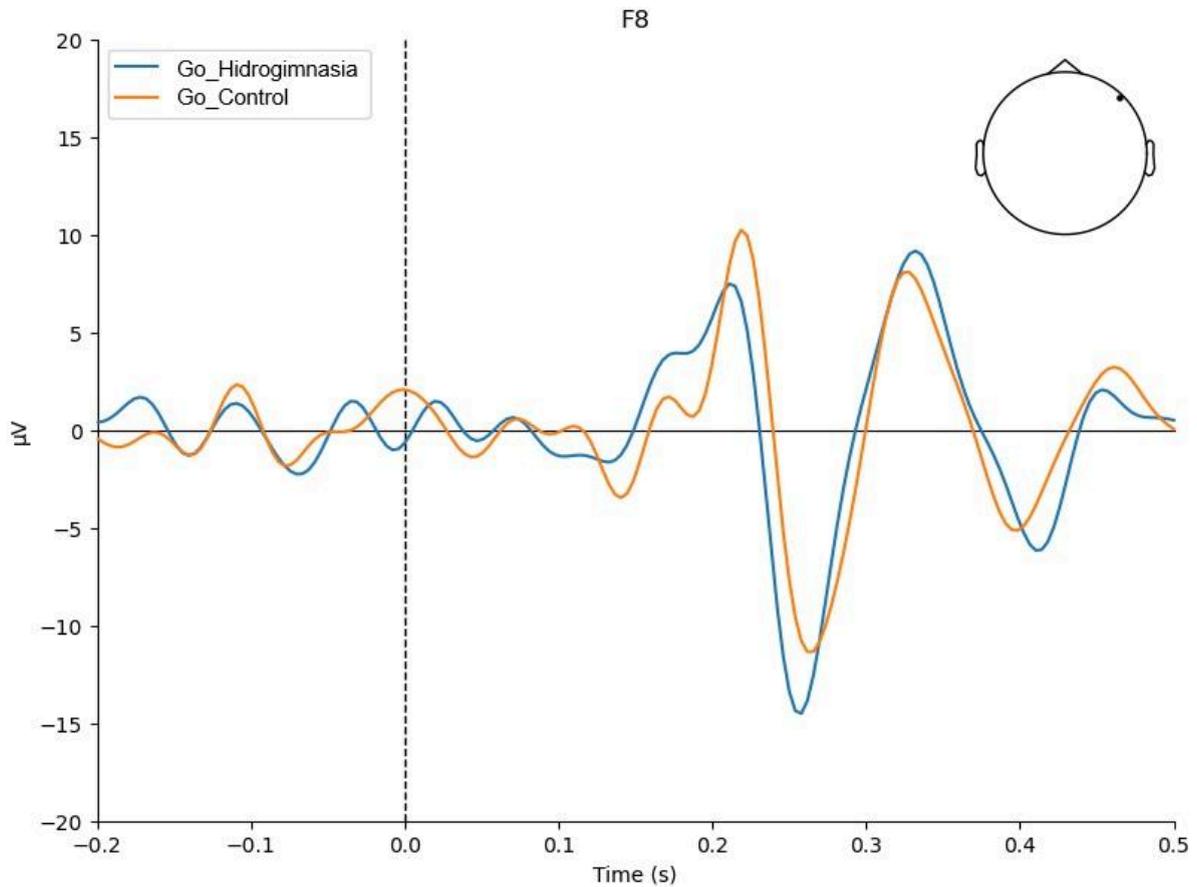


Figura 17. Potenciales relacionados a eventos Go en hidrogimnasia y control en el electrodo F8. En la figura se observa una comparativa de los potenciales evocados relacionados a eventos en los parámetros P200, N250 y P300. En P300 y P250 no se encontraron diferencias significativas tanto en amplitud como latencia. Por otro lado, donde se obtuvieron diferencias significativas de $p < 0.05$ (*) fue en la latencia de N250.

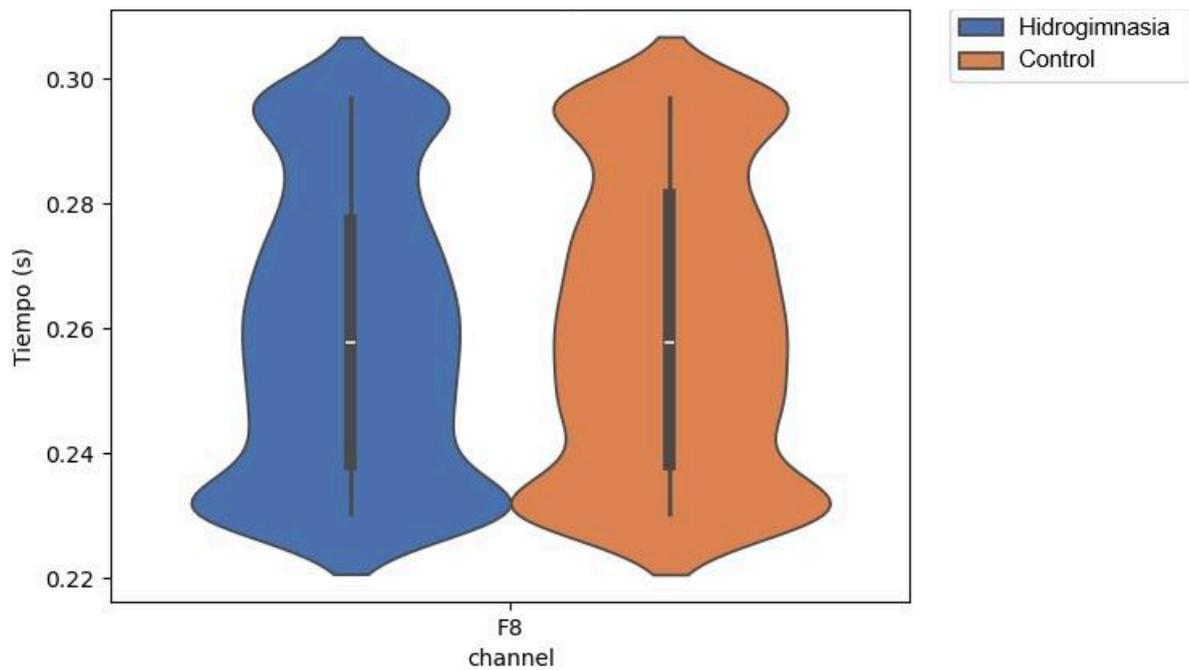


Figura 18. Latencia de N250 Go hidrogimnasia y control en el electrodo F8. En la figura se puede apreciar una media similar en ambos grupos, pero con una mayor densidad en la media en comparación a los extremos en el grupo control. Lo que se traduce en una diferencia significativa de $p < 0.05$ (*) equivalente al 95% respecto a la latencia.

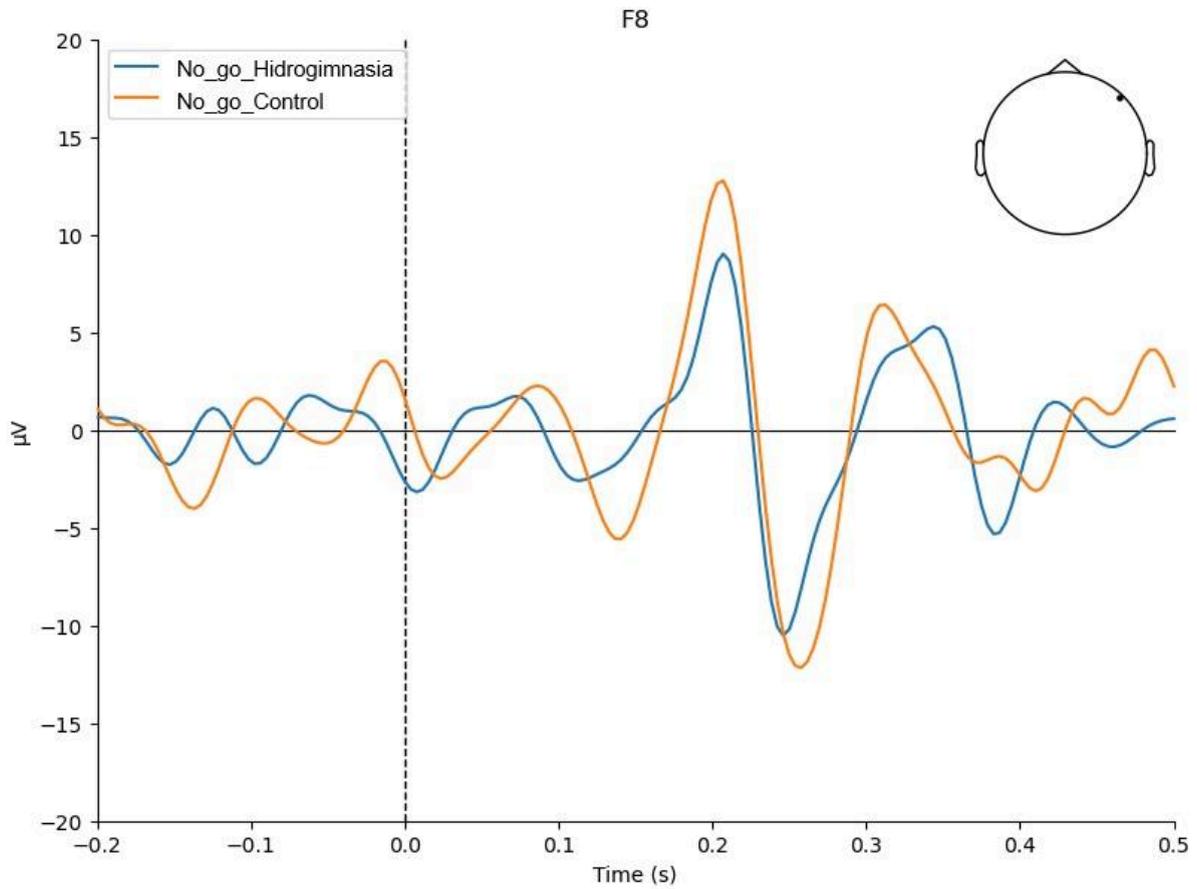


Figura 19. Potenciales relacionados a eventos No go en hidrogimnasia y control en el electrodo F8. En la figura se observa una comparativa de los potenciales evocados relacionados a eventos en los parámetros P200, N250 y P300. No se encontraron diferencias significativas (ns).

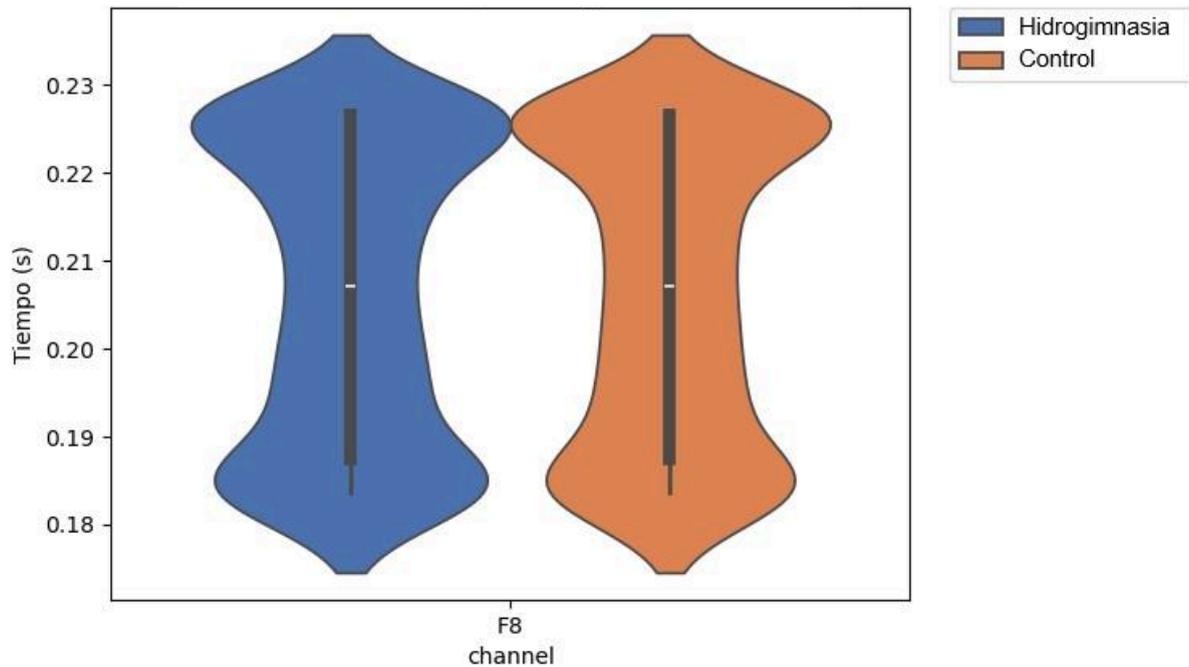


Figura 20. Latencia de N250 No go hidrogimnasia y control en el electrodo F8. En la figura se muestra la latencia de N250, donde no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de hidrogimnasia y control.

11.2. Test de Stroop

Se realizó la prueba Shapiro Wilk para contrastar la normalidad de un conjunto de datos, teniendo como resultado que en ambos grupos los valores son por debajo del 1. Esto indica que los datos no siguen una distribución normal en respuestas congruentes e incongruentes en relación al color. Además, se utilizó la prueba de Mann Whitney U, teniendo como resultado la existencia de diferencias significativas estadísticamente en el porcentaje de aciertos y en el tiempo de respuestas congruentes e incongruentes del grupo de sedentarias (C) respecto al grupo de hidrogimnasia (HG).

En la **Figura 21** se muestra el porcentaje de aciertos en el test evaluado, que evidencia la existencia de diferencia significativa en el porcentaje de aciertos entre las respuestas correctas congruentes e incongruentes. Demostrando que el grupo C obtuvo un mayor porcentaje de aciertos en respuestas correctas incongruentes con un 96% en comparación al grupo HG con 84,7%. Mientras que en respuestas correctas congruentes fue de 87,1% en el grupo HG a diferencia del grupo C, que obtuvo 99% valores expresados en la **Tabla 2**.

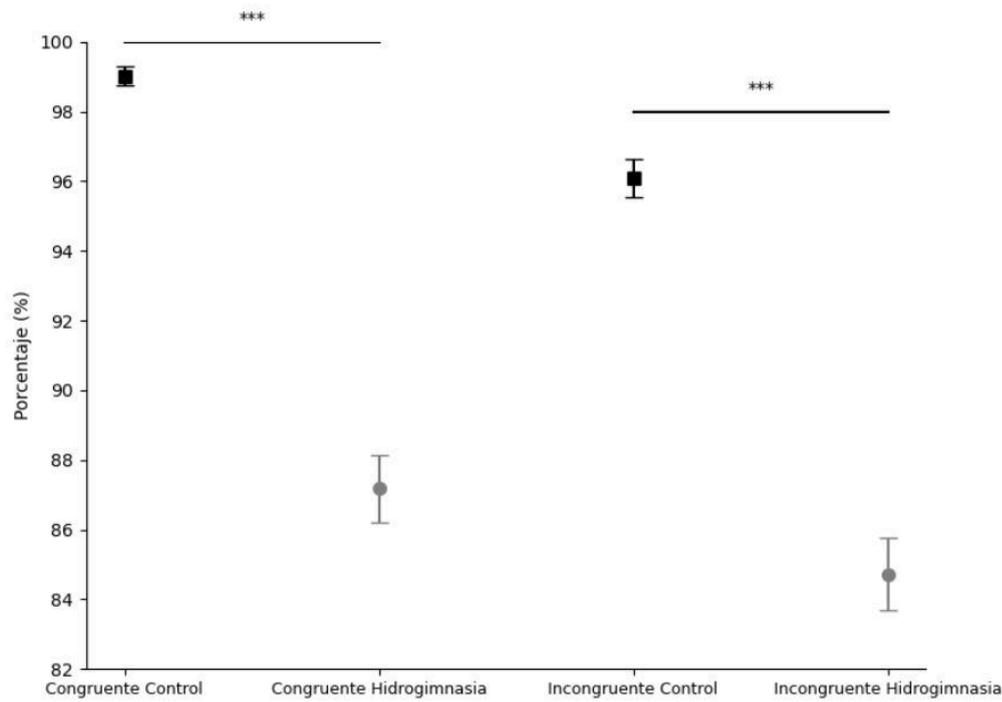


Figura 21. Porcentaje de aciertos de Stroop. Esta figura muestra el porcentaje de aciertos para las condiciones congruentes e incongruentes del grupo control e hidrogimnasia. Se encontraron diferencias significativas de $p < 0.001$ *** en ambas condiciones. ($p < 0.001$ “***” / $p < 0.01$ “**” / $p < 0.05$ “*” / (no significativo) $p \geq 0.05$ “ns”).

Tabla 2

Comparación de tiempos de reacción Test de Stroop

Respuesta correcta		Respuesta incorrecta		Grupo
Incongruente	Congruente	Incongruente	Congruente	
1176	1212	48	12	Control
1037	1067	187	157	Hidrogimnasia

Nota. Se muestra la comparación de respuestas correctas e incorrectas en condiciones congruentes e incongruentes para ambos grupos.

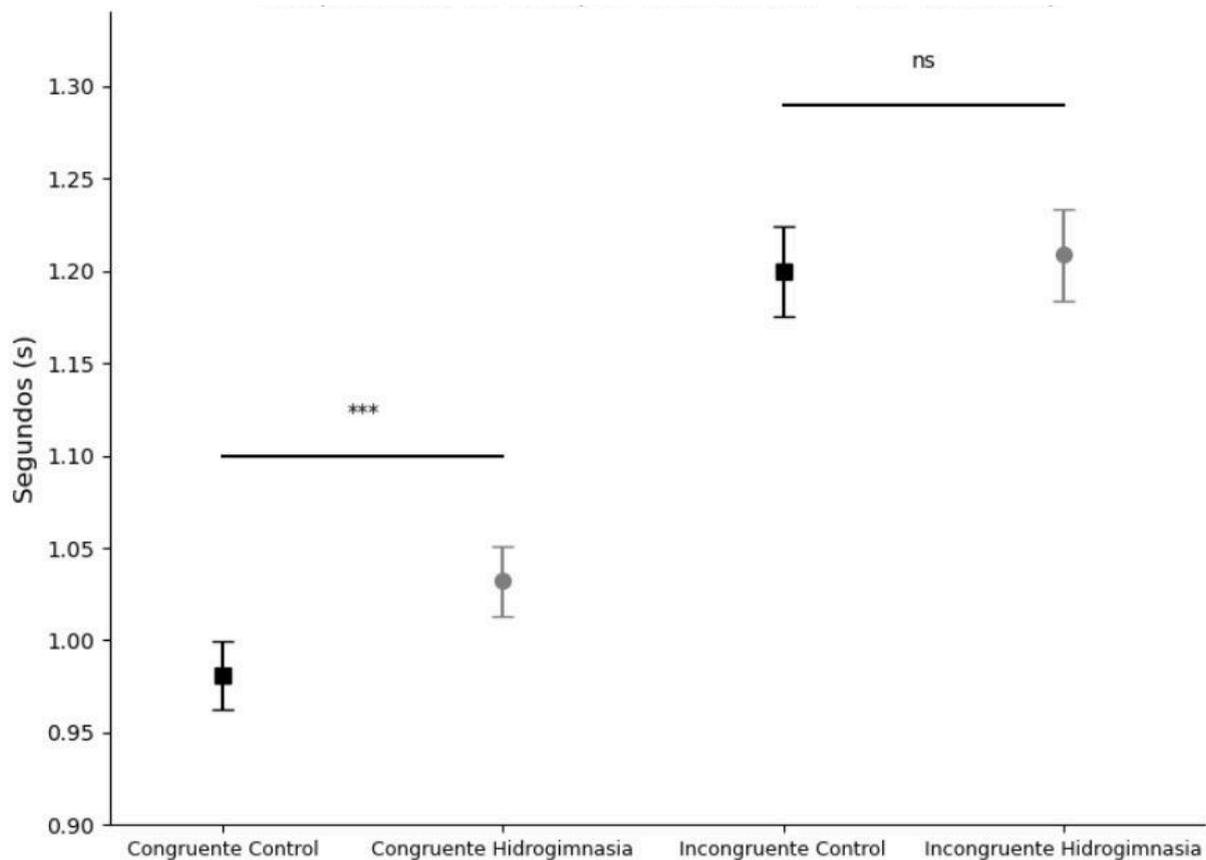


Figura 22. Comparación de tiempos de reacción de Stroop. En el gráfico se observa una diferencia significativa de $p < 0.001$ *** en el grupo HG respecto al tiempo de respuesta congruente en comparación al grupo C. ($p < 0.001$ “***” / $p < 0.01$ “**” / $p < 0.05$ “*” / (no significativo) $p \geq 0.05$ “ns”).

Tabla 3

Comparación de tiempos a respuestas congruentes e incongruentes en test de Stroop

Respuesta	Tiempo en segundos				Grupo
	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar	
Congruente	0.981	9.011	0.363	0.637	Control
Incongruente	1.199	13.384	0.312	0.842	
Congruente	1.032	7.603	0.005	0.660	Hidrogimnasia
Incongruente	1.208	13.260	0.050	0.873	

Nota. En la tabla se aprecian datos como el tiempo de respuesta en segundos mínimo, máximo, de media y su desviación estándar para los dos grupos en relación a las respuestas congruentes e incongruentes. Se evidencia mayor tiempo de respuesta media, máximo y mínimo en las respuestas congruentes del grupo de sedentarias respecto al grupo hidrogimnasia.

11.3. Test de Wisconsin

Se realizó la prueba Shapiro Wilk para contrastar la normalidad de un conjunto de datos, teniendo como resultado un valor por debajo del 1. Para el grupo HG entre 0,60 y 0,75 seg. Mientras que el grupo C entre 0,53 y 0,60 seg. Con respecto al grupo HG los valores se presentan más cercanos al 1 que el grupo C, lo que sugiere que presentan una mayor desviación respecto a la normalidad de los datos.

Por esta razón, al no haber normalidad en los datos, se utiliza pruebas no paramétricas como Mann-Whitney U para comparar la cantidad de paquetes completos, cantidad de aciertos y errores en número, color y forma, entre dos muestras independientes, es decir, el grupo HG y el grupo C. Los resultados que arrojó no demuestran la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos con un valor de P-value 0,262 demostrados en la **Tabla 4**.

Tabla 4

Resultados de Mann-Whitney para Wisconsin

Grupos	Prueba de Mann-Whitney U	P-Value
Hidrogimnasia	3223080	0.262
Control		

Nota. En esta tabla se muestran los resultados de la prueba U de Mann Whitney con un resultado de 0,262 ns.

En la **Figura 23** se muestra la comparación de aciertos en ambos grupos en porcentaje %. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos HG y C, aún así el % del grupo C es mayor al de HG.

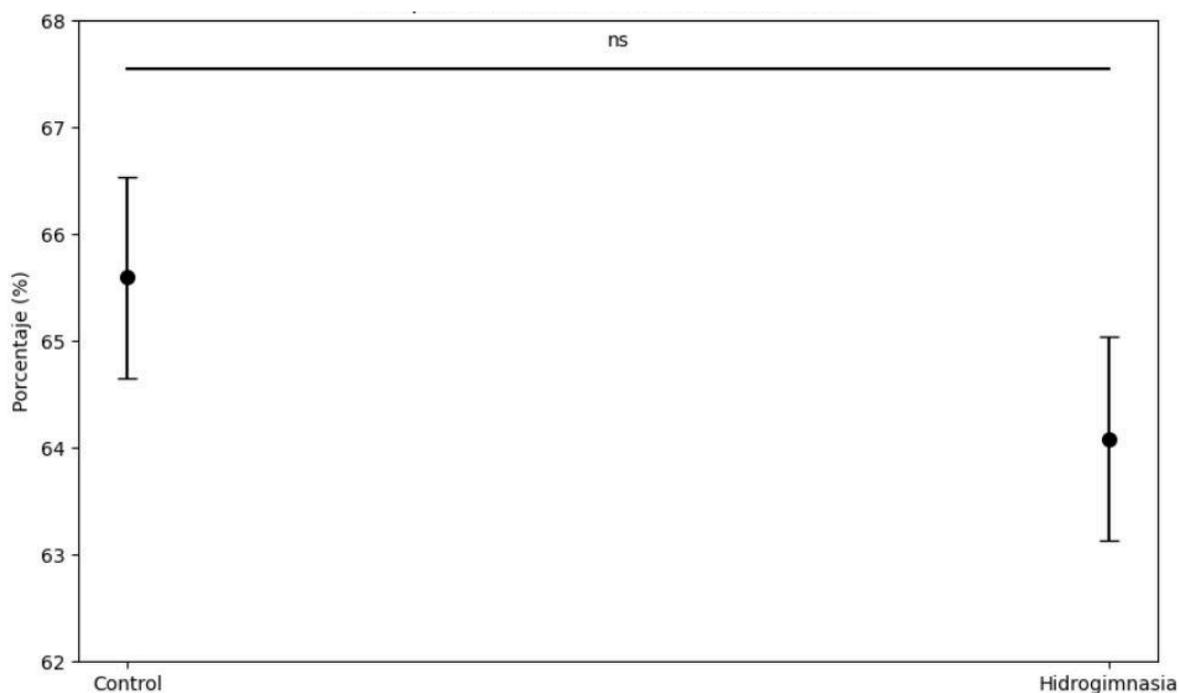


Figura 23. Comparación de aciertos en Wisconsin. En esta figura se muestra el porcentaje de aciertos del grupo C en comparación al grupo de hidrogimnasia, donde se obtuvo un resultado sin diferencias significativas (ns). ($p < 0.001$ “***” / $p < 0.01$ “**” / $p < 0.05$ “*” / (no significativo) $p \geq 0.05$ “ns”).

En la **Figura 23** y **Tabla 5** se identifica la comparación del total de paquetes completos, errores y aciertos para color, forma y número. Si bien no existe diferencia significativa entre los datos obtenidos, el grupo C, obtuvo un desempeño mejor al grupo HG. Obteniendo un total de 114 paquetes completos, en comparación al grupo HG que completó 97.

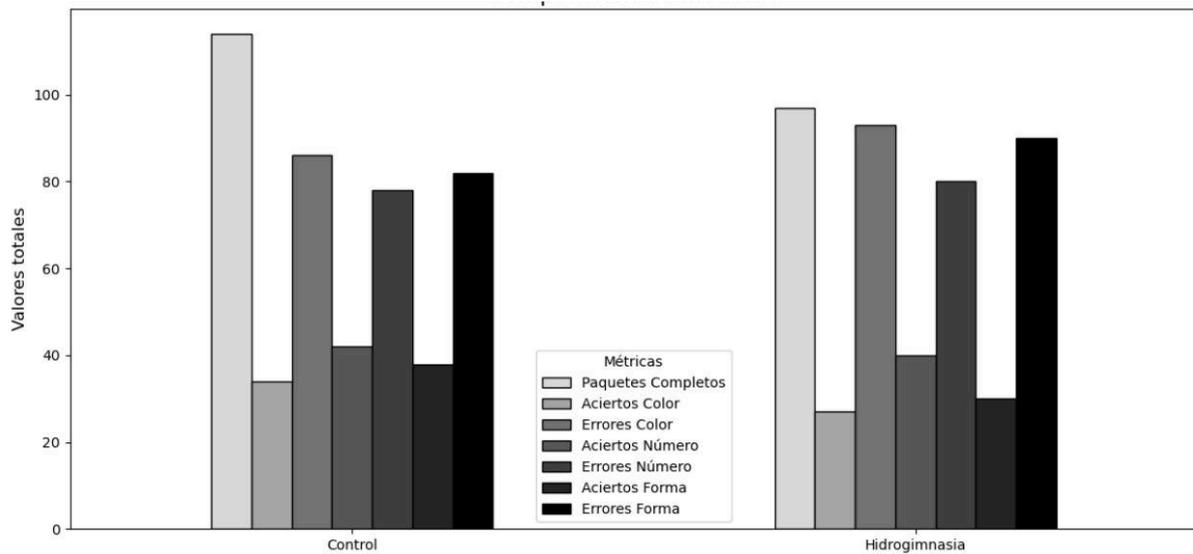


Figura 24. Comparación de métricas en Wisconsin. En este gráfico se muestran las métricas del test Wisconsin para ambos grupos. Identificando la cantidad de paquetes completos, aciertos y errores en color, número y forma.

Tabla 5

Comparación de métricas en Wisconsin

Indicadores	Grupos	
	Hidrogimnasia	Control
Paquetes completos	97	114
Aciertos color	27	34
Errores color	93	86
Aciertos números	40	42
Errores números	80	78
Aciertos forma	30	38
Errores forma	90	82

Nota. En esta tabla se muestran los valores detallados para cada indicador del test Wisconsin expresados en la **Figura 24**.

11.4. Digit Span Test

Se realizó la prueba Shapiro Wilk para contrastar la normalidad de un conjunto de datos, teniendo como resultado un valor por debajo del 1. Para el grupo HG los valores dieron en acierto 0,8787, error 0,8311 y máximo nivel alcanzado 0,8787. Mientras que para el grupo C los valores dieron en acierto 0,8963, error 0,8879 y máximo nivel alcanzado 0,8963. Con respecto al grupo C, los valores se presentan más cercanos al 1 que el grupo HG, lo que sugiere que presentan una desviación significativa respecto a la normalidad de los datos.

Por esta razón, al no haber normalidad en los datos, se utilizan pruebas no paramétricas como son Bartlett y ANOVA, demostrando que existe una diferencia significativa. Por lo tanto, para comparar los datos obtenidos se utilizó la prueba de Bonferroni y así determinar qué grupo de valores tiene diferencias en relación a los errores, la asertividad y el nivel máximo alcanzado. Los datos recabados por el análisis estadístico, son expresados en la **Figura 25**, **Tabla 6** y **Tabla 7**.

En la **Figura 25** se muestran los resultados obtenidos del Digit Span Test, donde se observa la media y desviación estándar de cada uno. Así como la cantidad en números alcanzados para cada grupo en función de los indicadores de aciertos, errores y nivel máximo para cada uno. En el mismo gráfico se demuestra si existe o no diferencias significativas dependiendo del indicador. Según los resultados obtenidos, no se encontraron diferencias significativas entre estos dos grupos en relación al nivel máximo alcanzado, como el número de aciertos en dicha tarea. Por otro lado, el grupo HG presentó diferencias significativas del 99,9% (***) en una menor cantidad de errores en comparación con el grupo C. Esto significa que existe una diferencia amplia, de valor $p < 0,01$ siendo un valor significativo del error de 0,659 a 4,066 con respecto al grupo C, y un valor de 0,270 a 1,049 en el grupo HG.

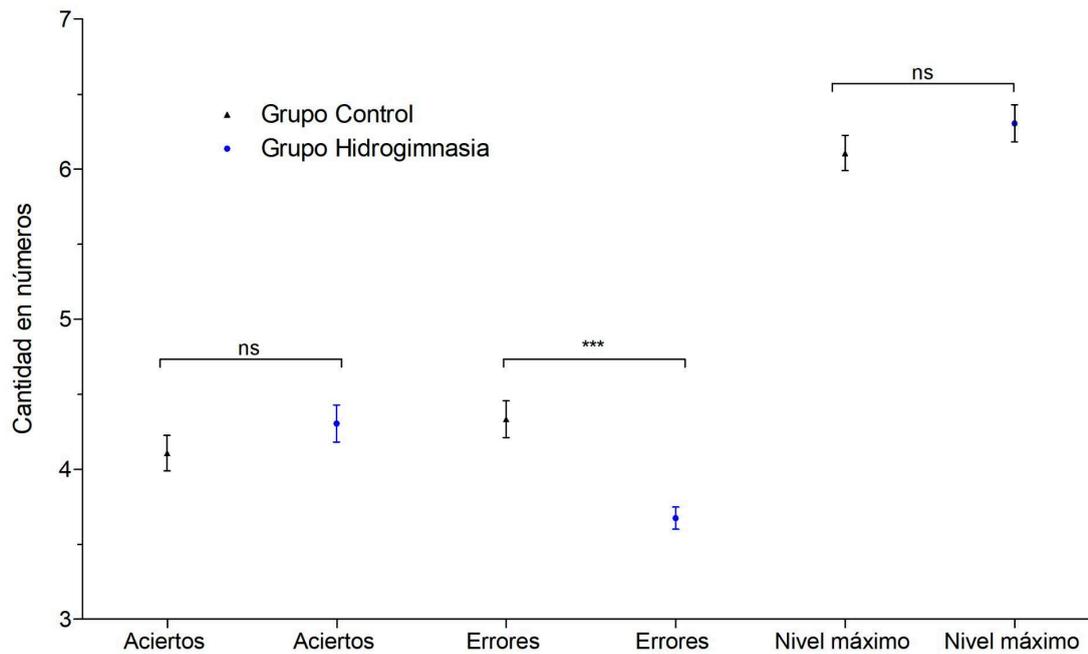


Figura 25. Resultados del Digit Span Test. En este gráfico se muestra la cantidad en números de aciertos, errores y nivel máximo alcanzado para cada grupo. Se presentan diferencias significativas de $p < 0.001$ (***) en el indicador de error. ($p < 0.001$ “***” / $p < 0.01$ “**” / $p < 0.05$ “*”) / (no significativo) $p \geq 0.05$ “ns”).

Tabla 6

Resultado de Bonferroni para Digit Span Test

Prueba de comparación múltiple de Bonferroni		
Indicadores	Diferencia media en la prueba t	Valor significativo ¿ $P < 0.05$?
Aciertos Hidrogimnasia	0.196 a 1.214	No ns
Aciertos Control	-0.192 a 0.586	No ns
Errores Control	0.659 a 4.066	Si ***
Errores Hidrogimnasia	0.270 a 1.049	No ns
Nivel máximo Control	-0.196 a 1.214	No ns
Nivel máximo Hidrogimnasia	-0.586 a 0.192	No ns

Nota. En esta tabla se muestran los resultados obtenidos en el análisis estadístico de Bonferroni. Se muestra si corresponde a un valor significativo y la diferencia significativa de este valor ($p < 0.001$ “***” / $p < 0.01$ “**” / $p < 0.05$ “*” / (no significativo) $p \geq 0.05$ “ns”).

En la **Tabla 7** se muestra la media de errores, asertividad y nivel máximo alcanzado. La media de errores es de 4.3 para el grupo C y 3.6 para HG. También se aprecia que las participantes de hidrogimnasia poseen mayor valor de media en el resto de valores, pero no se presentan como significativos. Estos valores de media se usaron para presentar la **Figura 25**.

En la **Tabla 8** también se evidencia la cantidad máxima de números alcanzados para cada uno de los indicadores (errores, aciertos y nivel máximo) del grupo HG y el grupo C. Si bien los indicadores de acierto y nivel máximo no existe diferencia significativa, se evidencia una media mayor en el grupo experimental. También, en dicha tabla, se muestra que el número mínimo es mejor en el grupo HG, así como una menor cantidad de errores máximos. De esta manera, se puede interpretar que este grupo tiene una mayor comprensión de la tarea a realizar, debido a lo expuesto en relación a la cantidad de errores. Lo que podría sugerir que existe una mayor capacidad de memoria de trabajo con respecto al grupo C.

Tabla 7

Resultados de Digit Span Test

Indicadores	Digit Span Test			Media	Desviación estándar	Error estándar
	Cantidad en números					
Aciertos Hidrogimnasia	2	4	6	4.304	1.184	0.123
Aciertos Control	1	4	6	4.108	1.137	0.117
Errores Control	2	4	6	4.333	1.183	0.122
Errores Hidrogimnasia	2	4	5	3.674	0.712	0.074
Nivel máximo Control	3	6	8	6.108	1.137	0.117
Nivel máximo Hidrogimnasia	4	6	8	6.304	1.184	0.123
	Mínimo	Media	Máximo			

Nota. Esta tabla muestra los resultados obtenidos para los distintos indicadores del test evaluado, así como la media, la desviación estándar y el error estándar de esa desviación.

12. Discusión

En función al objetivo propuesto de comparar las funciones ejecutivas (FE) y la actividad eléctrica cerebral de mujeres entre 40 y 62 años que practican hidrogimnasia (HG) y mujeres sedentarias (C), se plantearon hipótesis relacionadas a las diferencias que podríamos encontrar en ambos grupos. Para contrarrestar la existencia de diferencias, se utilizaron los test Go/no go, Stroop, Wisconsin y Digit Span. De esta manera se intentó determinar, contrastar y analizar las diferencias encontradas en ambos test.

Al realizar el registro EEG durante el test Go/no go se constató que en las condiciones Go y No go en los 14 canales descritas en los **Figura 5** y **7** (condición Go) se puede apreciar que la amplitud de la señal se ve levemente más pronunciada en el grupo C que en el de HG, mientras que la duración del potencial en la latencia se observa que tiene una duración mayor de HG. Por otro lado, en las **Figuras 6** y **8** (condición No go) si se realiza una comparación, se puede visualizar una mayor amplitud y una menor latencia en el grupo C que en el grupo de HG. La amplitud de la onda está relacionada con la cantidad de neuronas que se activan con la atención y la cognición al realizar una tarea (Idiazabal et al., 2023). Lo que sugiere que el grupo C presenta mayor sincronización de neuronas, al generar una señal levemente superior. También puede sugerir que la actividad a realizar requiere mayor atención a la tarea que el otro grupo, así como también está asociado a un aumento de redes neuronales. En este sentido, las Ondas Beta, que tienen una frecuencia de 13-30 Hz son significativas, ya que se producen cuando la persona está despierta y también cuando se realizan tareas mentales, porque denotan una actividad mental intensa dependiendo de la amplitud (Maureira & Flores, 2018). En cuanto a la latencia, la menor duración del estímulo podría sugerir que el procesamiento de la información es más lento, ya que el cerebro responde de una forma menos eficiente, así como una conducción nerviosa inferior del grupo HG. De igual forma, podría decirse que el grupo C considera al estímulo como algo importante o significativo, mientras que el grupo de HG no.

En las **Figuras 9**, **10**, **11** y **12** se evidencia la comparación entre dos canales de los electrodos frontales en condiciones Go y no go para ambos grupos, si comparamos ambos gráficos, se evidencia que en la condición Go y no go, en grupo de HG presenta mayor variación en

amplitud y similar latencia a diferencia del grupo C que presenta una amplitud similar y una latencia superior entre los dos canales. Aún así, se observa que la respuesta del grupo C aparece antes que el grupo de HG. Demostrando así, la existencia de una sincronización neuronal inferior en el grupo de HG. Lo que sugiere que uno de los hemisferios procesa más información respecto al otro, es decir, un área se activa más que la otra generando una variación en la eficiencia de las redes neuronales. En cuanto a la latencia en el grupo de HG en condiciones Go, se sugiere que el área cerebral lo procesa en paralelo. Por otro lado, el grupo C, en las condiciones Go presenta una respuesta sincrónica en la amplitud lo que sugiere mayor activación y eficiencia de redes neuronales. En relación a la latencia, sugiere que el área cerebral demora más en procesar la información. En las condiciones Go, se observa que el procesamiento de la acción motora está más activo si hay una mayor respuesta. En cuanto a las condiciones No go sugiere que el grupo C tiene mayor eficiencia y respuesta a la acción de inhibición, mientras que el de HG está asociado a mayor dificultad en las tareas de inhibición. Por otro lado, la latencia, sugiere que el proceso es más eficiente entre los potenciales evocados en el grupo de HG respecto al C, pero más lento. Es decir, demora unos milisegundos más en aparecer el potencial.

En la **Figura 13**, donde se realiza una comparación de la condición Go en hidrogimnasia y control del electrodo F7, se evidencia una diferencia significativa de $p < 0.001$, es decir, cercano al 99,9% en la amplitud de N250. Este parámetro se asocia al procesamiento de estímulos importantes, por lo tanto las diferencias que se encontraron podrían orientarse a la existencia de variaciones en la forma en que cada grupo presta atención o responde a los estímulos presentados, lo que se relaciona con variaciones en la atención, cognición y percepción de los grupos evaluados.

Si bien no se encontraron diferencias significativas en la latencia de N250 de F7, la media del grupo de hidrogimnasia es menor en tiempo comparado al grupo de control **Figura 16**, esto indica que el grupo de HG responde con más rapidez a los estímulos del test, lo que puede sugerir que las respuestas sean por reacción y no inhibición. Por otro lado, en la **Figura 17** se observaron diferencias significativas en la latencia de N250 del electrodo F8, que evidencian que el grupo control tuvo una mayor densidad en la media respecto a los extremos en comparación al grupo HG, esto puede atribuirse a respuestas más homogéneas y un procesamiento más uniforme por parte de este grupo, a diferencia del grupo HG donde se identifica más dispersión en los resultados, pudiendo ser por factores individuales.

En referencia al test de Stroop, cuando se realizó la prueba de Mann Whitney, se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de aciertos y el tiempo de respuestas congruentes e incongruentes del grupo C respecto al grupo HG. Demostrando que el grupo C obtuvo un mayor porcentaje de aciertos en respuestas correctas incongruentes con un 96%, equivalente a una cantidad de 1176, en comparación al grupo HG que tuvo un porcentaje de 84,7% que equivalente a 1037 aciertos (**Tabla 2**). De esta manera, el grupo C tiene menor tiempo de respuesta y menor cantidad de errores congruentes e incongruentes. Lo que podría sugerir mayor velocidad de procesamiento y mayor inhibición en comparación con el grupo HG.

En cambio, los resultados del Digit Span Test arrojaron otros datos, donde se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de errores, evidenciando un valor menor para el grupo HG en comparación al grupo C (**Figura 25**)

Estos resultados, se relacionan con los hallazgos del estudio realizado por Torres Bolongaro (2020), en el que las personas con obesidad presentaron menor rendimiento en las pruebas de control inhibitorio. Debido a que las participantes del grupo HG presentan mayor % de obesidad. Además de ello, este grupo presenta más casos de patologías entre sus integrantes (como asma, diabetes, hipertensión), lo puede explicar las diferencias en las latencias y amplitudes, encontrados en los potenciales evocados (ERP por sus siglas en inglés) (Keage et al., 2008).

13. Conclusión

Los resultados muestran que el grupo C presentó mejor desempeño en la mayoría de los test realizados, al compararlos con el grupo de HG. Por otro lado, es necesario resaltar que el grupo que presenta mayor promedio de IMC es el grupo HG, también padecen más enfermedades, por ende mayor consumo de medicamentos. De igual manera, está compuesto por varias mujeres jubiladas, en comparación con el grupo grupo C. En relación a esta deficiencia se encuentra un IMC mayor y otros trastornos relacionados con el peso, dado que aún no se conoce la razón exacta. Si bien los resultados contrastan esta idea en los test de Wisconsin, Stroop y Go/no go, se puede intuir que el IMC y las deficiencias relacionadas con el peso presentan un peor desempeño. Lo que parece respaldar la teoría que sostiene que la obesidad está asociada al deterioro de las FE, y en consecuencia a una disminución en la inhibición, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo.

Aún así, en contrapartida se comprobó que en el Digit Span Test, los resultados demostraron mejor desempeño en el grupo HG. Esto podría sugerir que la práctica de hidrogimnasia atenúa casi selectivamente el déficit de la memoria de trabajo. Sin embargo, se recomiendan nuevos estudios que pudieran tener un corte longitudinal, que permitan evaluar los cambios en las FE por medio del ejercicio físico, como también contemplar una franja de edad más reducida, grupos más homogéneos en cuanto a cantidad de enfermedades, consumo de medicamentos, horarios de práctica de actividad física, valores de IMC y METs.

14. Anexo:

12.3. Cuestionario IPAQ

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (IPAQ)

Nos interesa conocer el tipo de actividad física que usted realiza en su vida cotidiana.
Las preguntas se referirán al tiempo que destinó a estar activo/a en los últimos 7 días.

* Indica que la pregunta es obligatoria

DATOS PERSONALES

1. Nombre *

2. Edad *

3. Teléfono de contacto

4. ¿Tiene alguna enfermedad? Indique cual *

5. ¿Toma algún medicamento? Indique cual *

ACTIVIDAD FÍSICA

6. 1 - Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos realizo actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, hacer aeróbicos o andar rápido en bicicleta?
Indique el número de días. Si no realizó actividad física intensa pase a la pregunta 3.

7. 2.- Habitualmente, ¿Cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días? Indique cuantas horas/minutos por día

8. 3 - Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos días hizo actividades físicas moderadas tales como transportar pesos livianos, o andar en bicicleta a velocidad regular? No incluya caminar.

Marca solo un óvalo.

- Ninguna actividad física moderada (pase a la pregunta 5) Un día
- Dos días
- Tres días
- Cuatro días
- Cinco días
- Seis días
- Siete días

9. 4.- Habitualmente, ¿Cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?

10. 5.- Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos días caminó por lo menos 10 minutos seguidos?

Marca solo un óvalo.

- Ninguna caminata (pase a la pregunta 7) Un
 día
 Dos días
 Tres días
 Cuatro días
 Cinco días
 Seis días
 Siete días

11. 6.- Habitualmente, ¿Cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días? Indique cuantas horas/minutos por día

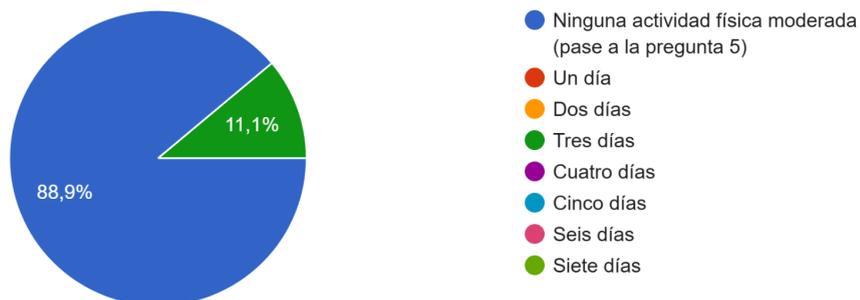
12. 7.- Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil? Indique cuantas horas/minutos por día.

Figura 26.

Actividad física moderada

3 - Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos días hizo actividades físicas moderadas tales como transportar pesos livianos, o andar en bicicleta a velocidad regular? No incluya caminar.

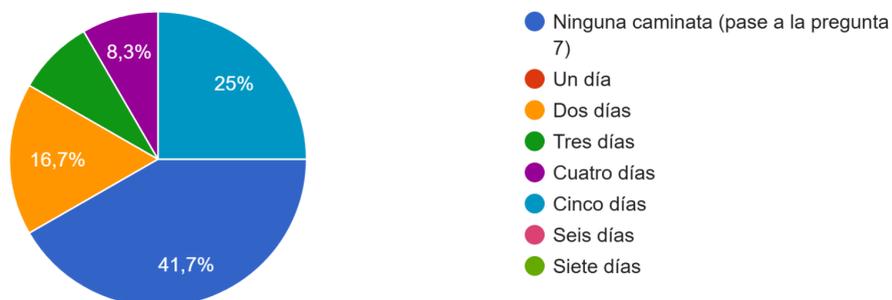
9 respuestas

**Figura 27.**

Caminata durante los últimos 7 días

5.- Durante los últimos 7 días, ¿En cuántos días caminó por lo menos 10 minutos seguidos?

12 respuestas



Cuestionario Socioeconómico

Cuestionario socioeconómico

* Indica que la pregunta es obligatoria

Datos personales

1. Nombre completo *

2. Edad *

3. Teléfono de contacto *

4. Género *

Marca solo un óvalo.

- Mujer
- Hombre
- No binario
- No me identifico con ninguna

5. ¿Tiene alguna enfermedad? Por favor indique cuál *

6. ¿Toma algún medicamento? Por favor indique cuál *

7. ¿Cuál es su nivel de estudios? *

Marca solo un óvalo.

- Primaria incompleta
 Primaria completa
 Secundaria incompleta
 Secundaria completa
 Terciaria

8. ¿Qué actividad practica? *

Marca solo un óvalo.

- Hidrogimnasia
 Natación

9. ¿Cuánto tiempo hace que practica dicha actividad? *

Marca solo un óvalo.

- 3 meses o menos
 De 3 a 6 meses
 De 6 meses a 1 año
 De un año a 3
 Más de 3 años

10. ¿Con qué frecuencia practica dicha actividad? *

Marca solo un óvalo.

- 1 vez por semana
 2 veces por semana
 3 veces por semana
 Más

11. Región geográfica *

12. Departamento *

13. Barrio *

Características del hogar

14. ¿Cuántas personas viven habitualmente en este hogar? (sin considerar al servicio doméstico) *

Marca solo un óvalo.

- 1
 2
 3
 4
 5
 6 o más

15. ¿Cuántos niños menores de hasta 17 años, incluyendo recién nacidos, viven habitualmente en este hogar? *

Marca solo un óvalo.

- 0
 1
 más

16. ¿Cuántas personas perciben ingresos en el hogar (ingresos por cualquier concepto)? *

Marca solo un óvalo.

- 1
 2
 3
 4
 5
 más

17. ¿Cuántos miembros del hogar tienen estudios universitarios completos? (incluye SOLAMENTE carreras de grado universitarias culminadas y posgrados completos o no) *

Marca solo un óvalo.

- 0
 1
 más

18. ¿En cuál de las siguientes instituciones se atiende el principal sostenedor* del hogar?

Marca solo un óvalo.

- Salud Pública (incluye los hospitales de ASSE, el Hospital de Clínicas, el Área de salud de BPS y las policlínicas municipales. También se incluyen aquí otros servicios como el seguro de ANDA u otros similares)
- IAMC/Hospital Policial/Hospital Militar
- Seguro privado médico

19. ¿Cuántos miembros del hogar se atienden en Salud Pública? *

Marca solo un óvalo.

- 0
- 1
- más

Servicio doméstico

20. ¿El hogar cuenta con empleada doméstica?

Marca solo un óvalo.

- No
- Sí, sin cama
- Sí, con cama

21. ¿El hogar es propietario de la vivienda? (independientemente de si ya la pagó o la está pagando) *

Marca solo un óvalo.

- Sí
- No

22. El material predominante del techo es: *

Marca solo un óvalo.

- De chapa u otro material precario
- De material (planchada de hormigón) u otro tipo con cielo raso

23. ¿Cuántos baños tiene la vivienda? *

Marca solo un óvalo.

- 0
- 1
- 2
- 3
- más

Equipamiento/bienes de confort

Este hogar cuenta con:

24. Automóvil (de uso del hogar) *

Marca solo un óvalo. No tiene 1 2 3 4 5 6 7 más

25. Aire acondicionado *

Marca solo un óvalo. No tiene 1 2 3 4 5 6 más

26. Computadora (no Plan Ceibal) *

Marca solo un óvalo.

No tiene

1

2

3

4

más

27. Lavarropas *

Marca solo un óvalo.

No tiene

1

2

3

4

5

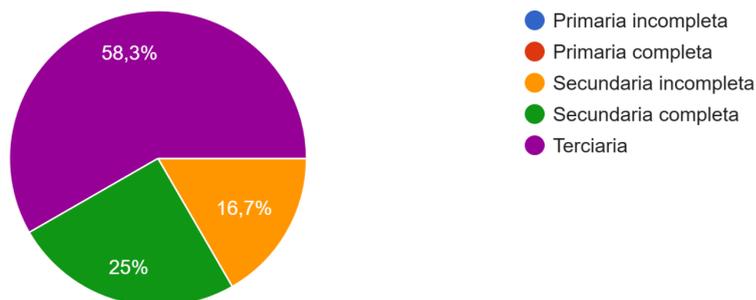
6

más

Figura 28.*Nivel de estudios*

¿Cuál es su nivel de estudios?

12 respuestas

**Figura 29.***Tiempo que practica hidrogimnasia*

¿Cuánto tiempo hace que practica hidrogimnasia?

12 respuestas

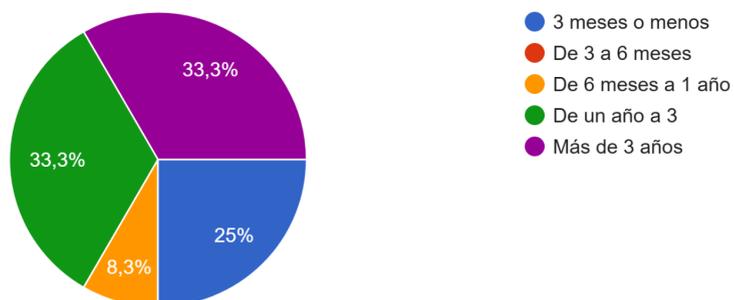
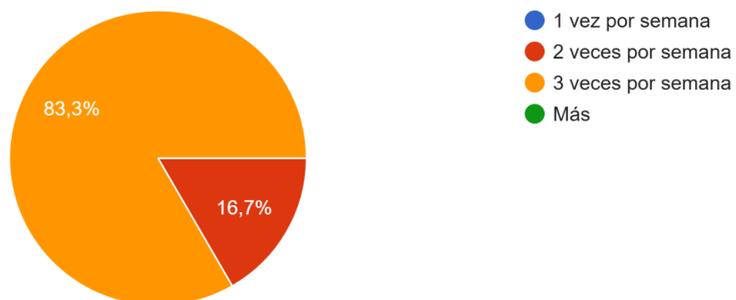


Figura 30.*Frecuencia en la que practica hidrogimnasia*

¿Con qué frecuencia practica dicha actividad?

12 respuestas



12.4. Enfermedades y medicamentos por grupo

Tabla 10.

Cantidad de enfermedades por grupo

Hidrogimnasia		Participantes	
Cantidad	Enfermedad	Control	Cantidad
6	Hipertensión		2
1	Asma		0
3	Diabetes 1 y 2		2
1	Cervical		0
0	Fibromialgia		1
1	Hipercolesterolemia		1
2	Hipotiroidismo		2
1	Artrosis		1
1	Hipotensión		0
1	Psoriasis		0
1	Columna		0
1	Bocio		0
1	Osteoporosis		0
2	Depresión		0
0	Ateroclerosis		1
0	Artritis crónica		1
2	Sin enfermedad		2

Nota. En esta tabla se muestra la cantidad de enfermedades por cada grupo. En el grupo de HG existe un predominio de hipertensión sobre otras enfermedades. También, hay mayor presencia y cantidad de enfermedades en el grupo de HG. Además, hay más enfermedades por persona en comparación con el grupo control.

Bibliografía

Akashi, D. & Martinelli, M. (2024). *Estudio del reconocimiento del habla en ruido y memoria de trabajo en adultos y ancianos con audición normal*. Archivos internacionales de otorrinolaringología 28(03). En: e473–e480. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1779432>

Alcaraz, F. (2023). *Relación entre funciones ejecutivas, indicadores de salud y actividad eléctrica cerebral en adultos de mediana edad*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.

Alegría, E., Castellano, J., & Alegría, A. (2008). *Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: implicaciones cardiovasculares y actuación terapéutica*. Revista Española de Cardiología, 61(7), 752–764. <https://doi.org/10.1157/13123996>

Alves, R. V., Mota, J., Costa, M. da C., & Alves, J. G. B. (2004). *Condición física relacionada a la salud del adulto mayor: influencia de la hidrogimnasia*. Revista Brasileira de Medicina del Deporte, 10(1), 31–37. doi:10.1590/s1517-86922004000100003

Balboa, N., & Pereyra, G. (2018). *Comparación de la marcha en el adulto mayor, en un programa hidrogimnasia vs gimnasia consciente*. <http://www.accede.iuacj.edu.uy/xmlui/handle/20.500.12729/239>

Carrera, Y. (2017). *Cuestionario Internacional de actividad física (IPAQ)*. En: Revista Enfermería del Trabajo (Vol. 7).

Costa Ball, C., & Cracco, C., (2021) *Propiedades psicométricas de la Escala de Satisfacción Familiar en familias uruguayas*. doi: <https://doi.org/10.6018/analesps.383381>

da Silva, M., Silagi, M., Lima, G., da Silva, J., Silva, M., de França, L., Galhardoni, R., da Silva, J., Benigno, M., de Moura, O., & de Carvalho, M. (2023). *Effects of neuromodulation*

on executive functions and food desires in individuals with obesity: a systematic review. En: *Nutrición Hospitalaria* (Vol. 40, Issue 1, pp. 177–185). ARAN Ediciones S.L. <https://doi.org/10.20960/nh.04100>

de Paula, D., Silva, V., & Both, J. (2016). *Efectos de la práctica de hidrogimnasia: Percepciones de bienestar de participantes de un proyecto de extensión.* *Educación Física y Ciencia*, 18(2), e012. Recuperado de <http://www.efyc.fahce.unlp.edu.ar/article/view/EFyCe012>

Escalante, Y. (2011). *Actividad física, ejercicio físico y condición física en el ámbito de la salud pública.* https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272011000400001#bajo

Godinez, S. (2024). *Funciones ejecutivas. Herramientas de evaluación neuropsicológica.* NeuroClass. <https://neuro-class.com/courses/funciones-ejecutivas-herramientas-de-evaluacion-neuropsicologica/>

González, E. (2011). *Genes y obesidad: una relación de causa-consecuencia.* *Endocrinología y Nutrición*, 58(9), 492–496. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2011.06.004>

Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción).* *RECIMUNDO*, 4(3), 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Gramfort, A., Luessi, M., Larson, E., Engemann, D. A., Strohmeier, D., Brodbeck, C., Goj, R., Jas, M., Brooks, T., Parkkonen, L., & Hämäläinen, M. (2013). MEG and EEG data analysis with MNE-Python. *Frontiers in neuroscience*, 7, 267. <https://doi.org/10.3389/fnins.2013.00267>

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M., Lucio, D., Méndez, C., & Mendoza, P., (2014). *Metodología de la investigación*. 4, sexta edición por McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. México

Idiazabal, M., Palau, M., Fernández, E., & Fierro, G., (2023) *Estudios neurofisiológicos en los trastornos del neurodesarrollo: potenciales evocados cognitivos*. Medicina (B. Aires) [online]. 2023, vol.83, suppl.2, pp.12-16. ISSN 0025-7680.

Keage H., Clark, C, Hermens, D., Williams, L., Kohn, M., Clarke, S., Lamb, C., Crewther, D. & Gordon, E. (2008) *Índices ERP de actualización de la memoria de trabajo en el TDAH: Aspectos diferenciales del desarrollo, subtipo, y medicación* . Revista de neurofisiología clínica. 25: 32– 41, 2008.

Lane, J., Wright, R., & Eggers, S. (2023). *The interconnection between obesity and executive function in adolescence: The role of the gut microbiome*. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 153, 105337. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2023.105337>

Larson, E., Gramfort, A., Engemann, D., Leppakangas, J., Brodbeck, C., Jas, M., Brooks, T. L., Sassenhagen, J., McCloy, D., Luessi, M., King, J., Höchenberger, R., Goj, R., Favelier, G., Brunner, C., van Vliet, M., Wronkiewicz, M., Rockhill, A., & Holdgraf, C. (2024). *MNE-Python (v1.8.0)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13340330>

Maureira, F., & Flores, E. (2018). *Electroencefalografía (EEG) y diversas manifestaciones del movimiento: una revisión del 2000 al 2017*. En: <http://emasf.webcindario.com48>

Mayoral, L., Andrade, G., Mayoral, E., Huerta, T., Canseco, S., Rodal Canales, F., Cabrera, H., Cruz, M., Pérez, A., Alpuche, J., Zenteno, E., Ruíz, H., Cruz, R., Jeronimo, J., & Perez, E. (2020). Obesity subtypes, related biomarkers & heterogeneity. Indian Journal of Medical Research, 151(1), 11. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1768_17

Martín, L. (2020). *Flexibilidad cognitiva y morfología cerebral*. TRABAJO DE FIN DE GRADO | FACULTAD DE PSICOLOGÍA Y LOGOPEDIA 2019-2020
<http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/21562>

Martínez, M & Trout, G (2006) *Conceptos básicos de electroencefalografía*. Duazary, vol. 3, núm. 1, enero-junio, pp. 18-23 Universidad del Magdalena Santa Marta, Colombia
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=512156334010>

Moreno, J. (2018). *Niveles de sedentarismo en estudiantes universitarios de pregrado de Colombia*. Revista Cubana de Salud Pública, 44(3)
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-34662018000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Núñez, M. I., Corral, M., & Escera, C. (2004). *Potenciales evocados cerebrales en el contexto de la investigación psicológica: una actualización*. 35, 3–21. <https://doi.org/171.08035>

Quesada, L., Ramentol, L., Cira, C., Betancourt, J., & Nicolau, E. (2016). *Elementos teóricos y prácticos sobre la bioimpedancia eléctrica en salud*. Revista Archivo Médico de Camagüey, 20(5), 565-578. Recuperado, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552016000500014&lng=es&tlng=es.

Ramírez, M., & Olmos, H., (2020). *Funciones cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas*. In Universidad de Guanajuato (pp. 1–13). Universidad de Guanajuato.

Ribeiro, F. (2013). *Estudio de las funciones ejecutivas en sujetos obesos con trastorno de la conducta alimentaria* [Universidad de Salamanca]. <https://doi.org/10.14201/gredos.122969>

Rodríguez, G. (2024). *Obesidad en Uruguay. Es tiempo de actuar*. Revista Cirugía Del Uruguay, 8(1). <https://doi.org/10.31837/cir.urug/8.1.4>

Rosales, R. (2012). *Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión*. En: Nutrición Hospitalaria (Vol. 27, Issue 6, pp. 1803–1809). <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.6.6044>

Salcedo, F. (2020). *Perfil de hierro en el adulto mayor sano: relación con la cognición y el electroencefalograma*. México. En <https://ru.dgb.unam.mx/jspui/bitstream/20.500.14330/TES01000803209/3/0803209.pdf>

Segura, M., Perpiñá, C., Ciscar, S., Blasco, L., Espert, R., Romero, C., Domínguez, J., & Oltra, J. (2019). *Executive functions and emotion regulation in obesity and eating disorders*. Nutricion Hospitalaria, 36(1), 167–172. <https://doi.org/10.20960/nh.02016>

Tirapu, J., & Muñoz, J. (2018). *Memoria y funciones ejecutivas*. <https://doi.org/10.33588/rn.4108.2005240>

Torres, M. (2020). *Relación de la obesidad y síndrome metabólico con las funciones ejecutivas, memoria y atención en adultos*. Ciudad Universitaria de México.

Yang, Y., Shields, G. S., Guo, C., & Liu, Y. (2018). *Executive function performance in obesity and overweight individuals: A meta-analysis and review*. Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 84, 225–244. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2017.11.020>