

EEG, funciones ejecutivas y ejercicio físico: una revisión de los años 2019-2024

EEG, executive functions and physical exercise: a review of the years 2019-2024

Fernando Maureira Cid (maureirafernando@yahoo.es) ¹

Bárbara Baeza García (barbara.baeza2024@umce.cl) ²

Martina Paredes González (martina.paredes2024@umce.cl) ³

¹ Docente Departamento de Educación Física, Deportes y Recreación. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Chile.

² Estudiante Educación Física, Deportes y Recreación. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Chile.

³ Estudiante Educación Física, Deportes y Recreación. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Chile.

Resumen

El presente artículo es una revisión de investigaciones que utilizaron electroencefalografía para estudiar el efecto del ejercicio físico sobre diversas funciones ejecutivas. La búsqueda entregó 18 artículos entre los años 2019 y 2024. Las intervenciones realizadas incluían sesiones de caminata, marcha, tai-chi, ciclismo, tenis de mesa, HIIT, etc., en diferentes grupos etarios que abarcaban desde los 16 años hasta adultos mayores, evidenciando que las mejoras cognitivas producidas por el ejercicio físico ocurren durante toda la vida. Las intervenciones producían variaciones en los potenciales relacionados con eventos o en las ondas cerebrales, de manera que es posible atribuir las mejoras en las funciones ejecutivas a los cambios neuroeléctricos producidos por el ejercicio físico.

Palabras claves: electroencefalografía, ejercicio físico, funciones ejecutivas, actividad física

Abstract

This article is a review of research using electroencephalography to study the effect of physical exercise on various executive functions. The search yielded 18 articles between 2019 and 2024. The interventions included walking, walking, tai-chi, cycling, table tennis, HIIT, etc., in different age groups ranging from 16 years to older adults. Evidence that cognitive improvements produced by physical exercise occur throughout life. The interventions produced variations in event-related potentials or brain waves, so that it is possible to attribute improvements in executive functions to neuroelectric changes caused by physical exercise.

Keywords: electroencephalography, physical exercise, executive functions, physical activity

Introducción

La electroencefalografía (EEG) es una técnica que permite evaluar la actividad eléctrica cerebral a partir de electrodos ubicados en el cuero cabelludo (Maureira, 2017). Esto permite la obtención de cinco tipos de ondas, las que se diferencian por la frecuencia de ciclos por segundos, denominados Hercios o Hertz (Hz). Las ondas alfa presentan entre 7 y 12 Hz, están relacionadas con un estado de alerta relajado y pensamientos tranquilos con los ojos cerrados. La onda beta presenta de 12 a 40 Hz y se relaciona con un estado de alerta, activo, cuando se realizan actividades como ver televisión, escuchar música, resolver problemas cognitivos de mediano esfuerzo, etc. La onda gamma presenta más de 40 Hz y se relaciona con actividades cognitivas de alto nivel y estados de meditación. Las ondas theta que presentan de 4 a 7 Hz y se relacionan con estados de sueño ligero, procesos de imaginación y emociones profundas. Las ondas delta presentan de 0,5 a 4 Hz y se relacionan con estados de sueño profundo y meditación (Bear et al., 2020, Cahn et al., 2017, Maureira, 2017). Otra forma de estudio de la actividad eléctrica cerebral es el P300 es un tipo de potencial relacionado con eventos, una deflexión positiva de voltaje con una latencia de unos 300ms en el EEG, que se genera al aplicar estímulos visuales o auditivos, siendo una herramienta útil para la valoración de algunas funciones cognitivas como la atención y la memoria a corto plazo (de la Calzada et al., 2010).

Por su parte, las funciones ejecutivas corresponden a un conjunto de habilidades implicadas en la monitorización y regulación de los procesos cognitivos durante tareas complejas (Gilbert y Burgess, 2008, Miyake et al., 2000). Estas habilidades incluyen la planificación, control inhibitorio, flexibilidad mental, fluidez verbal y memoria de trabajo (Lozano y Ostrosky, 2011), todos elementos fundamentales para la resolución de problemas y el correcto desenvolvimiento social. Diversas revisiones (Andrade et al., 2022, Maureira, 2016, Medina et al., 2019) muestran efectos positivos del ejercicio físico (tanto agudo como crónico) sobre las funciones ejecutivas, además de diferencias significativas en la memoria de trabajo,

inhibición y flexibilidad mental entre sujetos que practican ejercicio físico y aquellos que no. Finalmente, existe una relación positiva entre parámetros antropométricos y los resultados alcanzados en diversas pruebas que miden funciones ejecutivas. Estas mejoras se asocian a un aumento de la oxigenación cerebral, neurogénesis y sinaptogénesis, estas últimas producto del aumento en la producción del factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) que se produce tras la realización de ejercicio físico (Maureira, 2021).

Los estudios de la actividad eléctrica cerebral constituyen una poderosa herramienta para conocer los efectos del ejercicio físico sobre las mejoras de funciones cognitivas como la atención, memoria, planificación, resolución de problemas, etc. (Maureira y Flores, 2018). Debido a lo anterior, es que se realiza la presente revisión de estudios sobre EEG, funciones ejecutivas y ejercicio físico que se realizó en el buscador Pubmed (n=51) y en las bases de datos Scielo (n=8), Dialnet (n=46), Redalyc (n=104) y Latindex (n=0). Se utilizaron las palabras claves: EEG AND executive functions AND physical exercise; EEG AND funciones ejecutivas AND ejercicio físico; EEG AND executive functions; EEG AND funciones ejecutivas; EEG AND physical exercise; EEG AND ejercicio físico. Los criterios de inclusión fueron: a) artículos de investigación; b) artículos en humanos; c) artículos publicados en inglés o español; d) artículos publicados entre el 1º de enero de 2019 y 31 de octubre de 2024.

Tras la eliminación de artículos según criterios de inclusión, se utilizaron 18 estudios. Dos artículos se publicaron el año 2019 (11,1%), tres el año 2020 (16,7%), uno el año 2021 (5,6%), uno el año 2022 (5,6%), seis el año 2023 (33,3%) y cinco el año 2024 (27,8%).

Resultados

Estudios entre 2019 y 2022

En la tabla 1 se observan los estudios que utilizan el EEG para estudiar los efectos del ejercicio físico sobre la actividad eléctrica cerebral entre los años 2019-2022. En todos ellos se observan modificaciones en diversos elementos de los potenciales evocados producidos por estímulos, lo cual se puede relacionar con la mejora en diversas pruebas cognitivas.

Tabla 1

Investigaciones que utilizan el EEG para evaluar cambios neuroeléctricos durante pruebas de funciones cognitivas mediadas por ejercicio físico entre los años 2019-2022.

Autores	Muestra	Edad	Instrumentos	Resultados
Ludyga et al. (2019)	42 hombres	16-20 años	<ul style="list-style-type: none"> • EEG y fNIRS con 32 electrodos • Prueba Stroop 	Los sujetos con alta aptitud física mostraron menos interferencia en el Stroop y menos negatividad del N450.
Lennox et al. (2019)	42 adultos jóvenes (21 hombres y 21 mujeres)	18-28 años (44-55 años) 40 adultos	<ul style="list-style-type: none"> • EEG con 32 electrodos • Cuestionario de ejercicio físico (PAQ) 	Diferencias en el P3b entre deportistas habituales y no deportistas.

	(16 hombres y 24 mujeres)		<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario de actividad física habitual de Baecke • Tarea Flanker • Tarea de señal de Stop 	Diferencias en P3b entre hombres y mujeres.
Chen y Muggleton (2020)	60 personas	Alrededor de 55 años	<ul style="list-style-type: none"> • EEG con 18 electrodos • Cuestionario de actividad física (IPAQ) • Tarea de señal de Stop 	El grupo Tai Chi presento un mayor componente P3 que los otros dos grupos.
Nien et al. (2020)	34 hombres atletas universitarios 12 mujeres atletas universitarios	18-25 años	<ul style="list-style-type: none"> • EEG con 32 electrodos • Prueba de Stroop • Prueba de resistencia en treadmill (GTx) • Escala de Conciencia de Atención Plena 	Mejores resultados en la prueba de resistencia, de Stroop y menor amplitud de N2 en el grupo de atención plena.
Aly y Kojima (2020)	13 hombres 17 mujeres	19-23 años	<ul style="list-style-type: none"> • EEG con 19 electrodos 	Tiempos más cortos de

			<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionario de actividad física (IPAQ) • Prueba Stroop 	<p>respuestas en la tarea Stroop por parte del grupo que realizaba más actividad física.</p>
Tsai et al. (2021)	10 hombres 11 mujeres	50-73 años	<ul style="list-style-type: none"> • EEG con 18 electrodos • Versión modificada del paradigma de emparejamiento retardado S1-S2 • Concentración sanguínea de BDNF e Irisina 	<p>El HIIT y ECIM mejoraron el rendimiento en el tiempo de reacción y aumentaron las amplitudes P3 de los potenciales relacionados con eventos.</p>
Visser et al. (2022)	8 hombres 10 mujeres	24,7±3,3 años	<ul style="list-style-type: none"> • EEG con 64 electrodos • Tarea n-back. 	<p>La potencia theta fue mayor en el tenis de mesa en comparación con el ciclismo y la tarea cognitiva</p>

Un estudio de Ludyga et al. (2019) evaluó a hombres jóvenes con baja y alta aptitud física con la prueba de palabras de Stroop utilizando simultáneamente EEG y fNIRS para evaluar el N450 (componente de potenciales evocados) y LOD (diferencia de oxigenación lateral). Los resultados muestran que los sujetos con alta aptitud física mostraron menos interferencia en el Stroop y menos negatividad del N450, pero sin

diferencias en el LOD en comparación con personas con baja aptitud física. Estos resultados indican que los hombres con alta aptitud física poseen un control de conflicto más efectivo. Lennox et al. (2019) registraron la actividad del potencial relacionado con eventos de 40 adultos de mediana edad (21 mujeres) y 42 adultos jóvenes (24 mujeres) con EEG mientras los participantes completaban dos tareas cognitivas que provocan el procesamiento inhibitorio: la tarea Flanker y la tarea de señal de parada. Los resultados muestran que las latencias de P3b, durante la prueba Flanker, son similares en condiciones de congruencia e incongruencia para los adultos de mediana edad que realizaban ejercicio regularmente. En la tarea de señal de stop, la actividad de P3b de los deportistas habituales fue mayor y alcanzó su pick antes que la de los no deportistas. También se observaron diferencias en P3b entre hombres y mujeres. Se concluye que la práctica de ejercicio físico afecta los procesos neuroeléctricos durante pruebas de inhibición.

Chen y Muggleton (2020) compararon los registros de EEG de tres grupos de participantes (personas que participaba regularmente en Tai Chi; personas que corrían o nadaban regularmente; personas sedentarias) mientras se realizaba una tarea de control inhibitor. Los resultados muestran que los dos grupos que realizaban ejercicio físico obtuvieron mejores resultados en la tarea. Se observaron diferencias electrofisiológicas para el grupo Tai Chi, con un mayor componente P3 relacionado con la señal de detención y un componente Pe mayor cuando se cometieron errores. Esto indicó que el grupo de Tai Chi parecía mostrar una mejor toma de decisiones y una mayor conciencia de los errores. Nien et al. (2020) estudiaron si un programa de entrenamiento de atención plena afectaría el rendimiento de resistencia y las funciones ejecutivas de 46 atletas universitarios. Para cada participante se midió el nivel de atención plena, el rendimiento de resistencia, las funciones ejecutivas con la tarea Stroop y el componente N2 de los potenciales relacionados con eventos, antes y después de la intervención de 5 semanas. Los resultados revelan tras la intervención, el grupo de atención plena tenía mejor desempeño en la prueba de resistencia y Stroop,

que el grupo control. Además, el grupo de atención plena exhibió una amplitud de N2 más pequeña que el grupo de control.

Aly y Kojima (2020) estudiaron la relación entre la actividad física y la inhibición de la interferencia en adultos jóvenes con un grupo más activo (6 hombres y 9 mujeres) y otro menos activo (7 hombres y 8 mujeres). Todos completaron la tarea Stroop y se estudiaron los potenciales relacionados con eventos durante la resolución de la tarea. Los resultados indicaron que los adultos del grupo más activo presentaron un tiempo de respuesta más corto que aquellos en el grupo menos activo. Estas diferencias se asociaron con amplitudes P2 y P3 más grandes y N450 más pequeñas en la tarea Stroop. Se concluye que la actividad física regular se asocia positivamente con una mejor eficiencia neuronal durante la prueba Stroop.

Tsai et al. (2021) evaluaron a 21 adultos, donde un grupo realizó una sesión de 30 minutos de entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT) y otro grupo realizó ejercicio continuo de intensidad moderada (ECIM). Todos realizaron una tarea de memoria de trabajo y se tomaron muestras de sangre al inicio y después de la intervención. Los resultados mostraron que ambas intervenciones mejoraron el rendimiento en el tiempo de reacción y aumentaron las amplitudes P3 de los potenciales relacionados con eventos. Los niveles séricos de BDNF aumentaron significativamente con ambas intervenciones y solo se observaron aumentos significativos del nivel de irisina después de la intervención HIIT. Sin embargo, estos cambios no se correlacionaron con mejoras en el rendimiento neurocognitivo, con la excepción de los niveles de irisina y tiempo de reacción con el ECIM.

Visser et al. (2022) evaluaron con EEG a 18 adultos jóvenes en tres bloques aleatorios de 3 minutos de tenis de mesa, 3 minutos de ciclismo y 3 minutos de resolución de la tarea n-back. Los resultados muestran un aumento de la potencia theta durante el tenis de mesa en comparación con el ciclismo en las áreas cerebrales frontales ($p<0,05$, $d=1,42$). En las áreas cerebrales fronto-centrales, la potencia theta fue significativamente mayor durante el tenis de mesa en comparación con el ciclismo ($p<0,01$, $d=1,03$) y la tarea cognitiva ($p<0,01$, $d=1,06$). Se concluye que los aumentos de

la potencia theta durante el tenis de mesa continuo pueden reflejar las mayores demandas en la percepción y el procesamiento de estímulos ambientales durante el ejercicio de habilidad abierta.

Estudios entre 2022 y 2023

En la tabla 2 se observan los estudios que utilizan el EEG para estudiar los efectos del ejercicio físico sobre la actividad eléctrica cerebral entre los años 2023-2024. En todos ellos se observan modificaciones en diversos elementos de los potenciales evocados producidos por estímulos y en ondas cerebrales como alfa y beta, lo cual se puede relacionar con la mejora en diversas pruebas cognitivas.

Tabla 2

Investigaciones que utilizan el EEG para evaluar cambios neuroeléctricos durante pruebas de funciones cognitivas mediadas por ejercicio físico entre los años 2023-2024.

Autores	Muestra	Edad	Instrumentos	Resultados
Boere et al. (2023)	9 hombres 21 mujeres	x=21 años	• EEG con 6 electrodos • Tarea oddball,	15 minutos de caminata al aire libre mejora la amplitud del P300 en comparación con caminata en un lugar cerrado
Chueh et al. (2023)	30 hombres	18-27 años	• EEG	El ejercicio agudo de alta y baja demanda cognitiva mejora los

			<ul style="list-style-type: none">• Tarea de flanqueo modificada	procesos de inhibición.
Patelaki et al. (2023)	13 hombres 13 mujeres	18-30 años	<ul style="list-style-type: none">• Mobile Brain/Body Imaging (MoBI) para registrar la actividad EEG• Cinemática de la marcha tridimensional (3D)• Tarea de inhibición de la respuesta Go/NoGo	Mejor desempeño en prueba de inhibición y reducción de la señal del EEG en grupo que marchaba durante la tarea.
Patelaki et al. (2023)	34 adultos jóvenes 37 adultos mayores		<ul style="list-style-type: none">• Mobile Brain/Body Imaging (MoBI) para registrar la actividad EEG• Cinemática de la marcha tridimensional (3D)• Tarea de inhibición de la	Cambios en la actividad neuronal como señales de una mejora conductual durante la marcha.

respuesta

Go/NoGo

Vandenheever & Lambrechts (2023) 7 hombres
3 mujeres
(2023) 19-28 años

- EEG
- Prueba de Flanqueo

Las actividades alfa y beta se modularon durante la marcha con tarea doble.

Mograss et al. (2023) 33 mujeres
23 hombres 23,1± 3,7 años

- EEG
- Electrooculografía
- Electromiografía
- Índice de calidad del sueño de Pittsburgh y otros 5 instrumentos relacionados con el sueño.
- Inventario de Depresión y Ansiedad de Beck
- Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)
- Tarea de memoria

El ejercicio agudo previo a la siesta parece atenuar la actividad parasimpática y alterar su relación entre la memoria.

Morrone & Pedlar (2024) 9 artistas novatos (n=3 26,8±5,4 años

- EEG con 27 electrodos

Los artistas expertos presentan aumentos

	mujeres, 6 hombres) 9 artistas (n=4 mujeres, 5 hombres),	29,9±4,9 años	<ul style="list-style-type: none"> • Foto de un conjunto de manzanas 	en los potenciales relacionados con eventos en las bandas de frecuencia theta, alfa y beta baja, en comparación con artistas novatos.
Kim et al. (2024)	18 mujeres 2 hombres	26,3±4,8 años	<ul style="list-style-type: none"> • EEG • Tarea de flanqueo de Eriksen • Tarea de aprendizaje estadístico implícito • Tarea de reconstrucción espacial. 	Una sesión de ciclismo agudo afecta la variabilidad de potenciales relacionados con eventos durante una prueba de inhibición.
Thompson et al. (2024)	28 hombres adulto mayor 47 mujeres adulto mayor	60-85 años	<ul style="list-style-type: none"> • EEG con 10 electrodos • Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) • Tarea Go/no Go 	La actividad física moderada a vigorosa aumenta las amplitudes P300 en adultos mayores

Looser et al. (2024)	60 hombres 55 mujeres	24,1±3,8 años	<ul style="list-style-type: none"> • EEG • Acelerometría • Prueba memoria verbal 	Relación entre actividad física vigorosa y memoria en mujeres. Relación entre ser más activo físicamente y una frecuencia peak Alfa individual más alta en los hombres.
Ogoh et al. (2024)	16 sujetos	18-30 años	<ul style="list-style-type: none"> • Doppler transcraneal. • Tarea de inhibición de la respuesta Go/NoGo 	Los cambios en el flujo sanguíneo de cerebral no afectan los resultados en una tarea de inhibición.

Boere et al. (2023) investigaron los efectos de 15 minutos de caminata al aire libre sobre la amplitud del P300 (asociado con la atención y memoria de trabajo), mostrando que este tipo de caminata produce un mejor rendimiento y mayor aumento del P300 en comparación con una caminata de 15 minutos en un lugar cerrado. Un estudio de Chueh et al. (2023) estudió el efecto del ejercicio físico sobre la electrofisiológicos del control inhibitorio, donde 30 participantes realizaron sesiones de 20 minutos de ejercicio de alta demanda cognitiva, ejercicio de baja demanda cognitiva y un control activo en días separados en un orden aleatorio. Los resultados mostraron que los participantes tuvieron un tiempo de reacción más corto después del ejercicio de alta y baja demanda cognitiva en comparación con el grupo control. Los

datos electrofisiológicos revelaron que, los grupos de ejercicio de alta y baja demanda cognitiva tuvieron efectos facilitadores en la evaluación de estímulos, como lo indica la latencia N2 y P3 significativamente más cortas. Se concluye que el ejercicio de alta y baja demanda cognitiva agudos facilitan el control inhibitorio.

Patelaki et al. (2023) estudiaron la actividad de EEG durante una prueba de inhibición mientras algunos sujetos marchaban en un treadmill y otros estaban sentados. Los resultados muestran una mejora en el desempeño de tareas cognitivas, con respuestas más rápidas a los estímulos en el grupo de marcha, con una reducción de la amplitud del EEG en las regiones frontales, claves en el control inhibitorio. El grupo sentado no presentó mejoras en la prueba ni diferencias en las señales de EEG. Otro estudio de Patelaki et al. (2023) mostró una relación entre la mayor precisión de respuesta durante la marcha con respuestas más lentas a los estímulos ($r=0,44$) y con modulaciones de amplitud del EEG en las regiones fronto-centrales ($r=0,47$) y en las regiones prefrontales izquierdas ($r=0,47$). Estos cambios en la actividad neuronal se interpretaron como señales de una mejora conductual durante la marcha. Por otra parte, se encontró que el envejecimiento, se correlacionaba con velocidades de marcha más lentas en la cinta ($r=-0,68$) y atenuación en las modulaciones de amplitud del EEG relacionadas con la marcha sobre las regiones frontales izquierdas ($r=-0,44$), parietooccipitales ($r=0,48$) y regiones centroparietales ($r=0,48$). Estos cambios de la actividad neuronal se interpretaron como firmas del envejecimiento.

Por su parte, Vandenheever y Lambrechts (2023) examinaron si la cinemática de la marcha cambiaba durante una tarea doble en adultos jóvenes sanos y si esto se reflejaba en la actividad cerebral. Las actividades alfa y beta se modularon durante la marcha con tarea doble en comparación con la marcha en una sola tarea, mientras que los potenciales evocados durante la prueba Flanker mostraron mayores amplitudes de P300 y latencias más prolongadas durante la tarea doble en comparación con estar de pie. La cadencia se redujo y la variabilidad de la cadencia aumentó durante la tarea doble en comparación con una sola tarea. La muestra empleó una estrategia cognitivo-motora que incluía dirigir más recursos neuronales a la tarea cognitiva mientras

adoptaban una postura más erguida durante la marcha con tarea doble. Un trabajo de Mograss et al. (2023) evaluó los efectos de una siesta sin movimientos oculares rápidos después del ejercicio agudo sobre la regulación autónoma cardíaca para examinar si esto influye en los procesos de memoria. Los participantes fueron asignados aleatoriamente al grupo de ejercicio (ciclismo de intensidad moderada por 40 min) más siesta (G1) y siesta sola (G2). Posteriormente, los participantes se sometieron a una siesta sin MOR de 60 minutos, seguida de una prueba de reconocimiento visual. Los resultados revelan que la variabilidad de la frecuencia cardíaca fue más baja y la precisión de reconocimiento fue mayor en el grupo de ejercicio y siesta ($p<0,05$ y $p=0,027$ respectivamente). Se concluye que el ejercicio agudo previo a la siesta parece atenuar la actividad parasimpática y alterar la relación entre la memoria y la actividad autónoma cardíaca.

Morrone y Pedlar (2024) investigaron la reorganización funcional producida por el entrenamiento a largo plazo, comparando las adaptaciones neurofisiológicas asociadas con el desempeño cognitivo visoespacial experto (artistas expertos v/s novatos). Se encontraron aumentos significativos en los potenciales relacionados con eventos en las bandas de frecuencia theta ($p=0,003$), alfa inferior ($p=0,002$), alfa superior ($p=0,002$) y beta baja ($p<0,001$) en los artistas expertos en comparación con los novatos. Estos resultados se encontraron particularmente en las regiones frontales y occipitales. Kim et al. (2024) estudiaron los efectos de una sesión aguda de 30 minutos de ciclismo de alta intensidad sobre la función ejecutiva, aprendizaje implícito y memoria. Los resultados muestran disminuciones en la variabilidad de potenciales relacionados con eventos en los tiempos de reacción en la tarea Flanker ($p<0,001$) y amplitudes N2 reducidas ($p=0,002$) y latencias P3 más lentas ($p=0,065$) para ensayos incongruentes. Se concluye que el ejercicio agudo puede afectar la variabilidad cognitiva intraindividual como una adaptación para mantener la función después del ejercicio.

Thompson et al. (2024) evaluaron el P300 durante una tarea Go/No-Go en relación con la actividad física y el tiempo sedentario auto-informados y basados en acelerómetro en una muestra de adultos mayores. Los resultados indicaron que los

participantes que realizaban actividad física moderada a vigorosa tenían amplitudes P300 más grandes, sobre todo la actividad física determinada con acelerómetro más que la actividad física auto-informada. El estudio destaca el papel de la actividad física como un medio para apoyar la función cognitiva durante el proceso de envejecimiento. Looser et al. (2024) examinaron la relación de la actividad física y la memoria verbal, y la posible relación indirecta a través de la frecuencia peak Alfa individual en adultos jóvenes. Los análisis revelaron diferencias según sexo, donde las mujeres presentaron una asociación entre la actividad física vigorosa y un mejor rendimiento de la memoria. Por el contrario, no se encontró esta asociación en los hombres. Sin embargo, ser más activo físicamente se relacionó con una frecuencia peak Alfa individual más alta exclusivamente en los hombres, lo cual muestra su sensibilidad a la actividad física solo en este sexo.

Ogoh et al. (2024) investigaron el impacto del flujo sanguíneo cerebral en la actividad neuronal cerebral durante el procesamiento inhibitorio en una tarea Go/No-go. Las sesiones se llevaron a cabo en cuatro condiciones respiratorias: normal, respiración rápida, respiración normal con gas hipercápnico (5% CO₂, 21% O₂ y N₂ equilibrado) y respiración rápida con el mismo gas hipercápnico. Los cambios en el flujo sanguíneo cerebral se evaluaron en función de la velocidad sanguínea media de la arteria cerebral media. La reducción en la velocidad sanguínea de la arteria cerebral media inducida por respiración rápida y respiración rápida con gas hipercápnico disminuyeron las amplitudes máximas de Go-P300 y No-go-P300. Sin embargo, los cambios no tuvieron efectos en la inhibición. Estos hallazgos sugieren que ni los aumentos ni las disminuciones en el flujo sanguíneo cerebral afectaron la función cognitiva.

Conclusión

La presente revisión entregó 18 estudios que muestran como el ejercicio físico produce mejoras en diversas funciones ejecutivas, resaltando las investigaciones sobre la inhibición de la interferencia, a través de modificaciones en las respuestas de potenciales relacionados con eventos o de ondas cerebrales como alfa, beta y theta. Las edades de los/as participantes en los estudios variaron entre 16 y 85 años, dando cuenta que estos efectos ocurren durante todo el ciclo vital, evidenciando modificaciones neuroeléctricas que ayudan en la mejora de procesos cognitivos a cualquier edad. Además, las intervenciones realizadas incluían sesiones de ejercicio de alta intensidad, tai-chi, deportes caminata, marcha, etc., demostrando que independiente del ejercicio físico realizado, el hecho de realizarlo se constituye como herramienta importante para apoyar el desarrollo de la cognición a través de la modificación de la actividad eléctrica cerebral.

Referencias bibliográficas

- Aly, M. & Kojima, H. (2020). Relationship of regular physical activity with neuroelectric indices of interference processing in young adults. *Psychophysiology*, 57(12), e13674. <https://doi.org/10.1111/psyp.13674>
- Andrades, K., Faúndez, C., Carreño, J., López, M., Sobarzo, F., Valderrama, C., Villar, N., Castillo, F. & Westphal, G. (2022). Relación entre actividad física, rendimiento académico y funciones ejecutivas en adolescentes: una revisión sistemática. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 23(2), 1-17. <https://doi.org/10.29035/rcaf.23.2.10>
- Bear, M., Connors, B. & Paradiso, M. (2020). *Neuroscience: exploring the brain*. Jones & Bartlett Learning.

- Boere, K., Lloyd, K., Binsted, G. & Krigolson, O. (2023). Exercising is good for the brain but exercising outside is potentially better. *Sci Rep*, 13, 1140. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26093-2>
- Cahn, B., Levy, J., Fernandez, M., & Delorme, A. (2017). Increased gamma brainwave amplitude compared to control in three different meditation traditions. *PLoS ONE* 12(1), e0170647. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170647>
- Chen, C. & Muggleton, N. (2020). Electrophysiological investigation of the effects of Tai Chi on inhibitory control in older individuals. *Prog Brain Res*, 253, 229-242. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2020.05.031>
- Chueh, T., Hung, C., Chang, Y., Huang, C. & Hung, T. (2023). Effects of cognitive demand during acute exercise on inhibitory control and its electrophysiological indices: A randomized crossover study. *Physiol Behav*, 265, 114148. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2023.114148>
- de la Calzada, M., Poca, M., Sahuquillo, J., Matarín, M., Mataró, M. & Solana, E. (2010). Potenciales evocados cognitivos (P300) en pacientes con hidrocefalia de presión normal. *Neurología*, 25(1), 32-39.
- Gilbert, S. & Burgess, P. (2008). Executive function. *Current Biology*, 18, R110-114.
- Kim, J., Keye, S., Pascual, M. & Khan, N. (2024). Effects of an acute bout of cycling on different domains of cognitive function. *Prog Brain Res*, 283, 21-66. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2024.01.005>
- Lennox, K., Miller, R. & Martin, F. (2019). Habitual exercise affects inhibitory processing in young and middle age men and women. *Int J Psychophysiol*, 146, 73-84. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2019.08.014>
- Looser, V., Gerber, M. & Ludyga, S. (2024). Physical activity and verbal memory performance: Mediating effects of resting-state brain activity. *Prog Brain Res*, 286, 33-66. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2024.01.006>
- Lozano, A. & Ostrosky, F. (2011). Desarrollo de las funciones ejecutivas y de la corteza prefrontal. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencia*, 11(1), 159-172.

- Ludyga, S., Mücke, M., Colledge, F., Pühse, U. & Gerber, M. (2019). A combined EEG-fNIRS study investigating mechanisms underlying the association between aerobic fitness and inhibitory control in young adults. *Neuroscience*, 419, 23-33.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2019.08.045>
- Maureira, F. & Flores, E. (2018). Electroencefalografía (EEG) y diversas manifestaciones del movimiento: una revisión del 2000 al 2017. *EmásF, Revista Digital de Educación Física*, 9(51), 48-63.
- Maureira, F. (2016). Efectos del ejercicio físico sobre las funciones ejecutivas: una revisión del 2010 al 2016. *EmasF, Revista Digital de Educación Física*, 8(43), 110-125.
- Maureira, F. (2017). *¿Qué es la inteligencia?* Bubok Publishing.
- Maureira, F. (2021). *Neuroeducación física: Aprendizaje-memoria, factores neurotróficos y ejercicio físico.* Bubok Publishing
- Medina, J., Alarcón, F., Castillo, A. & Cárdenas, D. (2019). Efecto del ejercicio y la actividad física sobre las funciones ejecutivas en niños y en jóvenes. Una revisión sistemática. *SPORT TK: Revista Euroamericana de Ciencias del Deporte*, 8(2), 43-54.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A. & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Mograss, M., Frimpong, E., Vilcourt, F., Chouchou, F., Zvionow, T. & Dang-Vu, T. (2023). The effects of acute exercise and a nap on heart rate variability and memory in young sedentary adults. *Psychophysiology*, 61(2), e14454.
<https://doi.org/10.1111/psyp.14454>
- Morrone, J. & Pedlar, C. (2024). Selective cortical adaptations associated with neural efficiency in visuospatial tasks - the comparison of electroencephalographic profiles of expert and novice artists. *Neuropsychologia*, 198, 108854.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2024.108854>

- Nien, J., Wu, C., Yang, K., Cho, Y., Chu, C., Chang, Y. & Zhou, C. (2020). Mindfulness training enhances endurance performance and executive functions in athletes: an event-related potential study. *Neural Plast*, 2020, 8213710. <https://doi.org/10.1155/2020/8213710>
- Ogoh, S., Nakata, H., Kubo, H. & Shibasaki, M. (2024). Do changes in cerebral blood flow modulate the amplitudes of P300 during cognitive task? *J Appl Physiol*, 137(5), 1106-1116. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00351.2024>
- Patelaki, E., Foxe, J., Mantel, E., Kassis, G. & Freedman, E. (2023). Paradoxical improvement of cognitive control in older adults under dual-task walking conditions is associated with more flexible reallocation of neural resources: A Mobile Brain-Body Imaging (MoBI) study. *Neuroimage*, 273, 120098. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2023.120098>
- Patelaki, E., Foxe, J., Mazurek, K. & Freedman, E. (2023). Young adults who improve performance during dual-task walking show more flexible reallocation of cognitive resources: a mobile brain-body imaging (MoBI) study. *Cereb Cortex*, 33(6), 2573-2592. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac227>
- Thompson, B., Meynadasy, M., Hajcak, G. & Brush, C. (2024). Accelerometer-based and self-reported physical activity and sedentary time and their relationships with the P300 in a Go/No-Go task in older adults. *Brain Cogn*, 178, 106168. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2024.106168>
- Tsai, C., Pan, C., Tseng, Y., Chen, F., Chang, Y. & Wang, T. (2021). Acute effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous exercise on BDNF and irisin levels and neurocognitive performance in late middle-aged and older adults. *Behav Brain Res*, 413, 113472. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2021.113472>
- Vandenheever, D. & Lambrechts, M. (2023). Dual-task changes in gait and brain activity measured in a healthy young adult population. *Gait Posture*, 103, 119-125. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.04.021>

Visser, A., Büchel, D., Lehmann, T. & Baumeister, J. (2022). Continuous table tennis is associated with processing in frontal brain areas: an EEG approach. *Exp Brain Res*, 240(6), 1899-1909. <https://doi.org/10.1007/s00221-022-06366-y>